

Sandstrände der deutschen Ostseeküste – Gefährdung, Schutz und Ökologie der Wirbellosen



Autor: Susanne Schumacher



IKZM-Oder Berichte

53 (2008)

Sandstrände der deutschen Ostseeküste –
Gefährdung, Schutz
und Ökologie der Wirbellosen

von

Susanne Schumacher

Hochschule Anhalt

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotoxikologie und Landespflege

Rostock, September 2008

Der vorliegende Bericht wurde als Diplomarbeit im Rahmen des Studiengangs Naturschutz und Landschaftsplanung an der Hochschule Anhalt, Abteilung Bernburg angefertigt. Gutachter waren Professor Dr. Erik Arndt (FH Bernburg) und Dr. Ingolf Stodian (Nationalparkamt Vorpommersche Boddenlandschaft).

Impressum

Die IKZM-Oder Berichte erscheinen in unregelmäßiger Folge. Sie enthalten Ergebnisse des Projektes IKZM-Oder und der Regionalen Agenda 21 "Stettiner Haff – Region zweier Nationen" sowie Arbeiten mit Bezug zur Odermündungsregion. Die Berichte erscheinen in der Regel ausschließlich als abrufbare und herunterladbare PDF-Files im Internet.



Das Projekt "Forschung für ein Integriertes Küstenzonenmanagement in der Odermündungsregion (IKZM-Oder III)" wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter der Nummer 03F0475 gefördert.



Die Regionale Agenda 21 "Stettiner Haff – Region zweier Nationen" stellt eine deutsch-polnische Kooperation mit dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung dar. Die regionale Agenda 21 ist Träger des integrierten Küstenzonenmanagements und wird durch das Projekt IKZM-Oder unterstützt.



Herausgeber der Zeitschrift:
Eucc – Die Küsten Union Deutschland e.V.
Poststr. 6, 18119 Rostock, <http://www.eucc-d.de.de/>
Dr. G. Schernewski & N. Stybel

Für den Inhalt des Berichtes sind die Autoren zuständig.

Die IKZM-Oder Berichte sind abrufbar unter <http://ikzm-oder.de/> und <http://www.agenda21-oder.de/>

ISSN 1614-5968

INHALTSANGABE

INHALTSANGABE	4
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	6
VORWORT	7
1 EINLEITUNG.....	9
2 METHODIK	12
3 DIE DEUTSCHE OSTSEEKÜSTE	13
3.1 GEOLOGISCHE ENTSTEHUNG DER DEUTSCHEN OSTSEEKÜSTE.....	14
3.2 BESONDERHEITEN DER OSTSEE	15
3.3 DAS OSTSEEKÜSTENKLIMA	16
3.4 NATURRÄUMLICHE GLIEDERUNG	19
4 LEBENSRAUM SANDSTRAND AN DER OSTSEEKÜSTE	23
4.1 DEFINITION STRAND	24
4.2 DER SANDSTRAND IN BEWEGUNG	25
4.3 FLORA DES OSTSEESANDSTRANDES	27
4.4 WIRBELLOSENFAUNA DES OSTSEESANDSTRANDES.....	30
4.4.1 WIRBELLOSENFAUNA DES EULITORALS	32
4.4.2 WIRBELLOSENFAUNA DES SPÜLSAUMS	33
4.4.3 WIRBELLOSENFAUNA DES SUPRALITORALS.....	35
4.5 NATURSCHUTZFACHLICHE BEDEUTUNG DES SANDSTRANDES.....	36
5 HISTORISCHE NUTZUNGEN DES SANDSTRANDES IM ZEITRAUM DER LETZTEN ZWEI JAHRHUNDERTE	38
5.1 KÜSTENSCHUTZ	38
5.1.1 HISTORISCHER KÜSTENSCHUTZ IN SCHLESWIG – HOLSTEIN	39
5.1.2 HISTORISCHER KÜSTENSCHUTZ IN MECKLENBURG-VORPOMMERN	44
5.2 HAFENBAU, FISCHEREI UND LANDWIRTSCHAFT	51
5.3 HISTORISCHER TOURISMUS AM SANDSTRAND.....	55
5.4 HISTORISCHE MILITÄRISCHE NUTZUNG AM SANDSTRAND	59
6 AKTUELLE ANTHROPOGENE GEFÄHRDUNGEN DES SANDSTRANDES	63
6.1 KÜSTENSCHUTZ	63
6.2 SCHIFFSVERKEHR UND WASSERSPORTHÄFEN.....	70
6.3 OSTSEE- UND STRANDVERSCHMUTZUNG	75
6.3.1 SCHWERMETALLE	76
6.3.2 ORGANISCHE SCHADSTOFFE	76
6.3.3 ÖLEINTRÄGE	77

6.3.4	NÄHRSTOFFE	78
6.3.5	DIREKTE FLUSSEINTRÄGE	79
6.4	FREIZEIT- UND TOURISMUSINDUSTRIE	82
6.5	LANDSCHAFTSZERSIEDELUNG	88
6.6	AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DEN SANDSTRAND	91
7	ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNG AN TOURISTISCH GENUTZTEN UND UNGENUTZTEN SANDSTRÄNDEN	94
7.1	METHODIK DER ÖKOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN	94
7.2	BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHTEN STRANDABSCHNITTE	96
7.3	ERGEBNISSE	100
7.3.1	FLORA.....	100
7.3.2	FAUNA	101
7.4	GEFÄHRDUNG UND BESTEHENDER SCHUTZ DER ERFASSTEN ARTEN	106
7.4.1	FLORA.....	107
7.4.2	KÄFER UND SPINNEN.....	107
7.5	ÖKOLOGISCHE UND NATURSCHUTZFACHLICHE DATEN ZU DEN ARTEN	109
8	SCHUTZ DES SANDSTRANDES	120
8.1	INTERNATIONALES RECHT.....	120
8.2	EUROPÄISCHES RECHT	124
8.3	BUNDESRECHT	125
9	DISKUSSION	129
10	FAZIT	131
11	ZUSAMMENFASSUNG	133
	LITERATURVERZEICHNIS.....	136
	INTERNETQUELLEN	139
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	140
	TABELLENVERZEICHNIS	141
	DIAGRAMMVERZEICHNIS.....	141
	BILDERVERZEICHNIS.....	141
	DANKSAGUNG	142
	ANHANG	143

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BArtSchV	Bundesartenschutzverordnung
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.
CCB	Coalition Clean Baltic
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DGU	Deutsche Gesellschaft für Umwelterziehung e.V.
EEA	European Environment Agency
EUCC	Die Küsten Union Deutschland e.V.
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat Richtlinie Nr. 92/43/EWG
HELCOM	Helsinki Kommission
IKZM	Integriertes Küstenzonenmanagement
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen)
MHW-Linie	Mittlere Hochwasserlinie
MNW-Linie	Mittlere Niedrigwasserlinie
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MWI	Mittelwasserlinie
NABU	Naturschutzbund e.V.
NGO	Non-Governmental Organization
RL	Rote Liste der gefährdeten Arten
SH	Schleswig-Holstein
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
UBA	Umweltbundesamt
vgl.	vergleiche
WRI	World Resources Institute

VORWORT

Die Küsten dieser Welt werden vom Menschen zunehmend übernutzt. Sie sind Stätten außergewöhnlich hoher biologischer Produktivität, haben für den Menschen eine hohe Bedeutung und sind für ihn leicht zu erreichen.

Küsten bieten dem Menschen ein Nahrungsangebot aus Fisch, Meeresfrüchten und Meeresalgen und Grundprodukte für die Herstellung von Düngemitteln, Arzneimitteln, Kosmetika, Haushaltsprodukten und Baumaterialien. Küstenökosysteme speichern und verarbeiten Nährstoffe, sie filtern Schadstoffe die durch die Fracht der Flüsse eingebracht werden und schützen die Küstenlinie vor Erosion und Stürmen (vgl. WRI 2001). Nicht zu vergessen ist die kulturelle Bedeutung der Küsten für den Tourismus und die Erholung.

Immer mehr Menschen wollen an den Küsten leben und arbeiten und versprechen sich dadurch eine bessere Lebensqualität. So leben mittlerweile weltweit 39 % (2,2 Mrd.) der Menschheit weniger als 100 km von der Küste entfernt, obwohl die 100 km breiten Küstenstreifen nur 20 % der Landfläche ausmachen (WRI 2001). Hinzu kommt, dass die Umwandlung von natürlichen Flächen zu vom Menschen geschaffenen künstlichen Oberflächen noch schneller zunimmt, als die Bevölkerungsdichte an sich (EEA 2006).

Die EEA (2006) zeigt, dass landschaftliche Veränderungen durch anthropogene Nutzung in Küstengebieten stärker sind als anderswo. Die Zunahme künstlicher Oberflächen entlang der europäischen Küsten zum Beispiel erfolgt um ein Drittel schneller als im Binnenland. Der demographische Wandel, wirtschaftliche Umstrukturierung, höhere Lebensstandards, mehr Freizeit und globale Handelsmuster bilden hierfür eine Reihe von Faktoren. So stellen laut EEA (2006) Wohnungen (meist Zweitwohnungen), Dienstleistungen und Erholung die Hauptfaktoren dar, auf die 61 % der gesamten Küstenlandnutzung für künstliche Oberflächen entfallen.

Die genannten anthropogenen Nutzungsformen führen zur Veränderung beziehungsweise zur Verschlechterung der natürlichen Küstenökosysteme und deren Funktionen. Laut EEA (2006) erhöht sich beispielsweise die Anfälligkeit der Küstengebiete für Klimaänderungen durch die so genannte Küstenknappheit (coastal squeeze), da Gebäude und Infrastruktur sich sowohl ausbreiten als auch näher an die Küstenlinie vorrücken. Dafür sind nach der EUROPÄISCHEN KOMMISSION (2002) im vergangenen Jahrhundert 75 % der Dünenfläche in Frankreich, Italien und Spanien unwiederbringlich verschwunden.

Naturschutzfachlich stellt die Küste als Übergangsbereich von Wasser zu Land einen unvergleichlich artenreichen Lebensraum dar, zugleich einen der am meisten bedrohten. Der Sandstrand ist ein Biotoptyp der Küsten. Auf und in ihm lebt eine

äußerst spezialisierte Tier- und Pflanzenwelt unter dem ständigen Einfluss von Sand, Wind, Wasser und Salz. Doch gerade der Sandstrand ist weltweit vom Küstenschutz, einer wachsenden Anzahl sowie Größe von Häfen, der allgemeinen Verschmutzung der Meere, einer boomenden Tourismusbranche, von der Zersiedelung der Landschaft und dem einsetzenden Klimawandel direkt betroffen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der historischen und aktuellen anthropogenen Nutzung der Sandstrände speziell an der deutschen Ostseeküste und schließt daraus auf Veränderungen und Gefährdungen dieses Lebensraumes. Zur besseren Veranschaulichung wird das Arteninventar von Wirbellosen auf ausgesuchten Sandstrandabschnitten untersucht, beschrieben und zwischen den unterschiedlich genutzten Strandabschnitten verglichen. Für diesen Lebensraum bestehende Schutzmaßnahmen werden aufgezeigt sowie weitere Schutzmaßnahmen vorgeschlagen.

1 EINLEITUNG

Da die Ostsee ein ausgesprochen kleines Meer darstellt, ist der menschliche Einfluss auf deren Küsten, wie er schon seit ungefähr einem Jahrtausend stattfindet, besonders hoch und besonders nachhaltig. Während des letzten Jahrhunderts hat die Beanspruchung der Ostseeküsten jedoch extrem zugenommen. Nach SCHERNEWSKI et SCHIEWER (2002) wurden nach und nach die Zerstörung, die Verschmutzung sowie die Grenzen des stetigen Wachstums offensichtlich. Die Küstenzone der Ostsee spielt heute eine zentrale Rolle als Schnittstelle für den Handel, für angrenzende Städte und Gemeinden, für die Industrie, den Verkehr, die Energieerzeugung, den Schiffsverkehr, die Landwirtschaft, die Fischerei und den Tourismus. Daraus resultierend werden Standorte für Wohngebiete und Hotels, Industriegebiete, Häfen und Abbaugelände zur Rohstoffgewinnung benötigt. Prognosen zufolge wird sich die Ostseeregion in diesem Jahrhundert zu einem europäischen wie globalen Motor mit Wachstum und Wohlstand entwickeln (BUNDESTAG 2000), jedoch mit all seinen Problemen für die einmalige Naturlausstattung dieses Raumes. Nach dem Bundestag (2000) werden bereits rund sechs Prozent des Welthandels im Ostseeraum erwirtschaftet, der Ostseebinnenhandel beträgt jährlich bereits rund 100 Mrd US-Dollar. In bestimmten Bereichen wird mit Zuwachsraten von 100 bis 250 Prozent in den nächsten zehn Jahren gerechnet. Damit erlangt die Ostseeregion ökonomisch, aber auch politisch und kulturell eine zunehmende Bedeutung weltweiten Formates.

Auf der anderen Seite haben die Küstenzonen der Ostsee eine herausragende ökologische Bedeutung. Hier werden Nähr- und Schadstoffe umgewandelt und gespeichert sowie einer Vielzahl von Tieren und Pflanzen Lebensraum und Raststätten geboten (SCHERNEWSKI et SCHIEWER 2002). Interessenskonflikte enormen Ausmaßes sind da vorprogrammiert und zahlreich beschrieben worden.

Die folgende Arbeit legt das Hauptaugenmerk ausschließlich auf einen einzelnen Lebensraumtyp der Küstenzone in der südwestlichen Ostseeregion. Die genannten Interessenskonflikte werden speziell für den Sandstrand der deutschen Ostseeküste beleuchtet. Mit Hilfe einer ausführlichen Literaturrecherche wird zunächst versucht die Nutzungsgeschichte des Menschen am Sandstrand zu dokumentieren. Welche Fläche des Sandstrandes dabei eventuell schon vernichtet wurde wird ebenfalls dokumentiert. Von der historischen Nutzung wird zu aktuellen Gefährdungen durch Nutzungen in den Bereichen des Küstenschutzes, des Bauens, des Schiffsverkehrs, der Ostseeverschmutzung, des Tourismus und des Klimawandels übergeleitet. Die Informationsflut sämtlicher Gefährdungen der Küstenzone wird also auf einen Lebensraum heruntergebrochen.

Der Sandstrand wird ökologisch auf Wirbellose, im speziellen auf Sandlaufkäfer, Laufkäfer, Spinnen, Ameisen, Fliegen und Amphipoda hin untersucht. Die Untersuchungen finden zum einen auf naturnahen Sandstränden, zum anderen auf touristisch intensiv genutzten Sandstränden statt. Das Arteninventar beider Sandstrandtypen wird anschließend verglichen um auf eventuelle Bedrohungen einzelner typischer Sandstrandarten oder gar ganzer Artengemeinschaften hinweisen zu können.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit besteht darin spezielle Schutzmöglichkeiten für den Sandstrand aufzuzeigen um den eventuellen Flächenschwund sowie den eventuellen Artenschwund dieses Lebensraumes aufhalten zu können. Die Arbeit soll insgesamt auf die ernsthafte Bedrohung eines einzigartigen Ökosystems aufmerksam machen.

Das Thema ordnet sich hervorragend in die naturschutzfachliche Wissenschaft ein. Nach dem Bundesnaturschutzgesetz (2002) wird die Natur aufgrund ihres Eigenwertes, als Lebensgrundlage des Menschen und in Verantwortung für künftige Generationen geschützt. Der Eigenwert macht eine Rechtfertigung von Naturschutzmaßnahmen am Sandstrand zwar auch ohne direkten Nutzen für den Menschen unnötig, doch als hochsensibler Grenzraum zwischen Meer und Land stellt er ökologisch wie ökonomisch den wichtigsten Bereich der Küstenzone dar. Ökologisch heißt, er ist ein wichtiger Lebensraum für eine hoch spezialisierte Fauna und Flora, ökonomisch heißt, er ist für den Tourismus der wichtige Freizeit- und Erholungsraum und die meisten Küstenschutzmaßnahmen finden ebenfalls vor, auf oder hinter dem Strand statt.

Nachdem die Lebensraum- und Artenvielfalt in Deutschland vor 200 Jahren durch das Wirken des Menschen ihren Höhepunkt fand, nahm sie besonders in den letzten Jahrzehnten wiederum stark ab. Es findet regelrecht eine Vereinnahmung vieler Lebensräume statt. Vernichtung von Lebensräumen und Verdrängung von Arten sind die Folge. Tourismus und Erholung stehen dabei nach Land- und Forstwirtschaft an dritter Stelle der Verursacher des heute beobachteten Artenrückgangs (HENSELING et al. 2002), am Sandstrand der deutschen Ostseeküste würden Tourismus und Erholung somit an erster Stelle stehen ! Thesen:

- I. der natürliche Lebensraum „Sandstrand“ hat auch an der deutschen Ostseeküste in den letzten 200 Jahren an Fläche stark abgenommen.
- II. neben dem Tourismus und der Erholung hat der Flächenrückgang hier noch andere anthropogene Ursachen.

Der Schwund des Ökosystems „Sandstrand“ aufgrund von Beeinträchtigungen, der Fragmentierung, selbst der Vernichtung durch viele kleine meist örtlich begrenzter

aber intensiver Eingriffe wird in der Literatur vielfach beschrieben. Die Artenvielfalt in diesem Biotop – nach PRIMACK (1995) die Mannigfaltigkeit und Variabilität der Lebewesen und der ökologischen Strukturen, in die sie eingebunden sind – scheint massiv bedroht. Arten, die besonders zum Aussterben neigen weisen ihm nach unter anderem ein sehr kleines Verbreitungsgebiet auf; bestehen nur aus einer oder wenigen Populationen und/oder Populationen mit kleiner Individuenzahl. Zusätzliche Risikofaktoren können spezielle Lebensraumsprüche, die Abhängigkeit von einer stabilen Umwelt sowie die Bildung großer Ansammlungen sein. Thesen:

- III. Der Küstensandlaufkäfer *Cicindela maritima* ist an deutschen Ostseestränden kaum noch zu finden, da er auf natürliche Sandstrände ohne anthropogene Störungen angewiesen ist. Das Ökosystem „Sandstrand“ ist bereits verschwunden.
- IV. Die noch vorhandene Artenvielfalt unterscheidet sich zwischen anthropogen genutzten und ungenutzten Sandstränden.

Ebenfalls nach PRIMACK (1995) ist der Schlüssel zur Erhaltung und zum Management einer seltenen oder gefährdeten Art die Kenntnis ihrer Biologie, sprich Morphologie, Physiologie, Verhalten, Genetik, Verbreitung, Umweltfaktoren und Demographie. Diese Informationen können aus veröffentlichter und unveröffentlichter Literatur stammen sowie aus Feldforschungen, beides wurde für möglichst viele Wirbellose des Sandstrandes angewandt.

2 METHODIK

Für die Literaturrecherche des ersten Teils der vorliegenden Arbeit war es notwendig, sich mit möglichst allen derzeitigen Forschungsaktivitäten und Publikationen von sämtlichen staatlichen und nicht-staatlichen Organisationen rund um Küstenökosysteme in Deutschland vertraut zu machen und diese über Bibliotheken, das Internet oder direkt bei den Organisationen zu beziehen, die für eine nähere Betrachtung des Sandstrandes relevant erschienen. Zusätzlich wurden 80 Anfragen an Behörden, Institute und Wissenschaftler geschickt um weitere Informationen zur historischen und aktuellen Nutzung, zur aktuellen Gefährdung und zu Schutzbestimmungen und Schutzmaßnahmen des Küstenökosystems „Sandstrand an der deutschen Ostseeküste“ zu erhalten.

Der zweite Teil dieser Arbeit befasst sich mit der Ökologie der Wirbellosen des Sandstrandes an der deutschen Ostseeküste, in dem Fall Käfer (Coleoptera), Spinnen (Araneae), Flohkrebse (Amphipoda), Zweiflügler (Diptera) und Hautflügler (Hymenoptera). Auch hierfür wurde die Literatur zu älteren und neueren Forschungsarbeiten von Strandarten studiert, es fanden aber auch eigene Untersuchungen zum Arteninventar der Wirbellosen an touristisch intensiv genutzten sowie ungenutzten Strandabschnitten statt und wurden anschließend untereinander verglichen und ausgewertet. Die genauen Ausführungen zur ökologischen Methodik finden sich in Kapitel 7.

Abschließend wurde der tatsächliche Flächenverlust von Sandstränden an den Flachküsten von Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern in Zahlen gefasst. Wie viel Kilometer werden und wurden also tatsächlich durch anthropogene Nutzungen beeinflusst oder zerstört. Durch die Literatur- und Internetrecherche konnten die Totalverluste an Sandstrandkilometer durch Außenhäfen, die Touristenstrände und die Naturstrände beider Bundesländer lokalisiert und gemessen werden. Hierzu fanden unter GoogleEarth genaue Längenmessungen statt. Unter „Tools“ und „Pfad“ konnten die einzelnen Sandstrandabschnitte auf den Satellitenbildern sehr gut abgemessen werden.

3 DIE DEUTSCHE OSTSEEKÜSTE

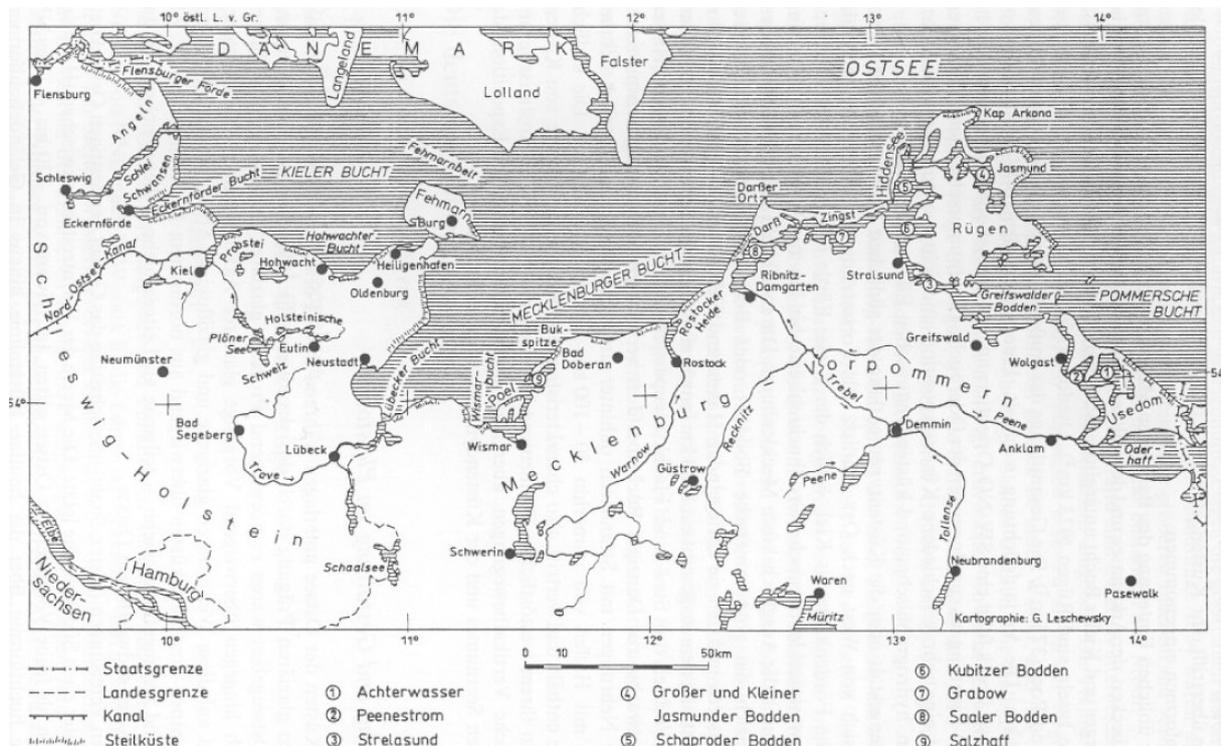


Abb. 3-1: Die deutsche Ostseeküste (KIEWE et STERR 1995)

Nach KIEWE et STERR (1995) beträgt die Gesamtlänge der Außenküste von Flensburg bis Ahlbeck 720 km. Davon fallen in Schleswig – Holstein 242 km und in Mecklenburg – Vorpommern 226 km auf Flachküsten (GENERALPLÄNE SH 2001 und MV 1995). Größere, der Küste vorgelagerte Inseln, sind Rügen (973 km²), Usedom (354 km² deutscher Anteil), Fehmarn (185 km²) und Poel (37 km²). Abb. 3-1 zeigt deutlich die wechselnde Verlaufsrichtung. Einem generellen NW-SO-Verlauf von Flensburg bis Lübeck folgt eine SW-NO-Orientierung bis Kap Arkona und von dort erneut eine NW-SO-Richtung bis zum Innersten der Oderbucht. Dieser unterschiedliche Küstenverlauf bedingt verschiedenste Küstenexpositionen und führt so zu unterschiedlichen klimatischen, hydrographischen und küstendynamischen Effekten der Teilstrecken (KIEWE et STERR 1995).

Die Küstengestalt beziehungsweise die Küstentypen entlang der deutschen Ostseeküste verändern sich von West nach Ost deutlich. Als Fortsetzung der dänischen reicht die schleswigsche Fördenküste¹ bis Kiel; östlich der Kieler Förde folgt die holsteinische und danach die westmecklenburgische Großbuchtenküste bis

¹ Fördenküsten sind überflutete, schmale und tiefe Zungenbecken oder von Schmelzwässern unter dem Eis gebildete Tunneltäler, die landseitig von Endmoränen umrahmt werden (LAMPE 1995)

hin zur Wismarbucht. Sie wird fortgesetzt durch die Ausgleichsküste² Mecklenburgs. Daran schließt sich bei zunehmendem Küstenausgleich die vorpommersche Bodden- oder Boddenausgleichsküste³ mit ihren Boddengewässern und den sie abriegelnden Haken und Nehrungen von jeweils circa 10 km Länge an (KLIEWE et STERR 1995).

3.1 GEOLOGISCHE ENTSTEHUNG DER DEUTSCHEN OSTSEEKÜSTE

Geologisch gesehen ist die Ostsee ein außerordentlich junges Meer, ihre Entstehung beginnt nach dem Ende der jüngsten Eiszeit vor etwa 15.500 Jahren (LEMKE 2005). Sämtliche Küsten der Ostsee unterlagen während ihrer Formgebung im Pleistozän, dem Wechsel von Warm- und Kaltzeiten, einer nachhaltigen glaziären Prägung durch das skandinavische Inlandeis. Im nördlichen und mittleren Ostseegebiet waren es vorwiegend Prozesse glaziärer Exaration, das heißt einer Gesteinsabtragung durch die schleifende Wirkung des Gletschereises, im südlichen Randbereich dagegen überwiegend Vorgänge glaziärer Akkumulation. Die deutschen Anteile sind auf diese Weise durch glazigene – das heißt direkt vom Eis geschaffene – und glazifluviale – das heißt vom Schmelzwasser des Eises gebildete – Ablagerungen vorgeformt und als Moränen- und Sandküsten überwiegend aus nordischem Material aufgebaut. Als Kristallin⁴- und Sedimentärgeschiebe⁵ – teilweise als Leitgeschiebe⁶ – kennzeichnen sie die südwestliche Ostsee (vgl. KLIEWE et STERR 1995).

Die älteren Vereisungen (Elster, Saale) überschritten das Gebiet der heutigen Ostseeküste merklich weiter nach Süden als die letzte. Die Meere der Warmzeiten dazwischen (Holstein, Eem) können als frühe Vorläufer der Ostsee gelten. Im Niveau von -30 bis -20 m NN drangen sie buchtförmig über die heutige Küstenlinie hinaus in Geländehohlformen, vorzugsweise in die Flussmündungsgebiete ein und hinterließen ihre warmzeitlichen Ablagerungen (marine Tone, Sande..) im Raum der Flensburger Förde, der Lübecker Bucht, der heutigen Warnowmündung, der Oderbucht wie auch in Polen entlang der unteren Weichsel (KLIEWE et STERR 1995).

Nach LEMKE (2005) spielten bei der Entstehung der oben genannten Küsten drei Prozesse eine wichtige Rolle. Zum einen der eustatische Meeresspiegelanstieg, verursacht durch das Abschmelzen der Gletscher zum Ende der Vereisungsperiode.

² Bei der Ausgleichsküste werden Vorsprünge der Grund- und Endmoränen abgetragen. Das Material wird dann in Buchten und Flussmündungen abgelagert oder nehrungsartig unter der Bildung von Strandseen mit davor lagernden Dünenwällen abgeschlossen (LAMPE 1995)

³ Bodden sind flache, breite Gletscherzungenbecken oder tiefliegende Grundmoränen, die vom Meer bis an die sie umgebenden Hochlagen überflutet wurden (LAMPE 1995)

⁴ Bezeichnung für Magmatite (werden durch Abkühlung und Erstarrung meist silikatischer Schmelzen gebildet) und Metamorphite (durch Umwandlung von Gesteinen jeglicher Art unter physikalischen und chemischen Bedingungen gebildet) (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)

⁵ durch Ablagerung oder Ausscheidung von Gesteinen gebildet, die meist durch Verwitterung oder organische Prozesse entstanden sind (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)

⁶ Geschiebe, das aufgrund seines eng umgrenzten Herkunftsortes zur Rekonstruktion des Fließweges eines Gletschers herangezogen werden kann (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)

Zum anderen die isostatische Meeresspiegelveränderung, verursacht durch einen Wiederaufstieg der entlasteten Erdkruste der skandinavischen Landmasse. Diese war während der Eiszeiten durch das einige tausend Meter mächtige Inlandeis eingesunken. Isostatische Hebungs- und Senkungsvorgänge sind bis heute an den Küsten der Ostsee zu beobachten, denn zum Ausgleich sinken südlicher gelegene Gebiete, z.B. der Raum Lübeck-Wismar, weiterhin ab. Überlagert werden eustatische und isostatische Meeresspiegelveränderungen von sedimentdynamisch bedingten Küstenveränderungen. Durch Wellen- und Strömungstätigkeit werden exponierte Küstenbereiche abgetragen und andere neu gebildet. Durch das Zusammenspiel dieser drei Prozesse entstand die deutsche Ostseeküste in einer komplizierten Abfolge von Süßwasser- und Brackwasserphasen mit stark veränderlichen Küstenlinien.

3.2 BESONDERHEITEN DER OSTSEE

Die Ostsee ist ein recht kleines Meer und nur durch sehr schmale und flache Verbindungen über den Kattegat und den Skagerrak mit der Nordsee verbunden. Der Wasseraustausch zwischen diesen beiden Meeren ist somit stark eingeschränkt. Ein Wasserteilchen verbringt theoretisch 25 bis 35 Jahre in der Ostsee, sodass Substanzen, die durch den Menschen eingebracht werden, dort sehr lange verbleiben. Das Einzugsgebiet der Ostsee ist mit rund 1,7 Mio km² viermal größer als die eigentliche Fläche der Ostsee mit 415.266 km² und vervielfacht die Mengen an eingebrachten Nähr- und Schadstoffen noch zusätzlich. Hohe Mengen an organischer Substanz sinken somit auf den Meeresboden und werden dort unter Sauerstoffzehrung zersetzt (vgl. NAUSCH 2005).

Umso wichtiger sind so genannte Salzwassereinbrüche für die Ostsee. Die oben erwähnte hohe Flusswasserzufuhr beträgt jährlich 440 km³. Der Überschuss an Wasser führt dazu, dass in der Oberflächenschicht salzarmes Wasser aus der Ostsee in die Nordsee strömt. Da die durch Salzgehalt und Temperatur bestimmte Dichte des Ostseewassers insgesamt kleiner als diejenige des Nordseewassers ist, bildet sich zwischen leichtem Ostsee- und schwerem Nordseewasser ein Druckgefälle. Dadurch strömt salzreiches Wasser in Bodennähe in die Ostsee. Nur durch diesen seitlichen Zustrom von sauerstoffreichem Salzwasser kann das Tiefenwasser der Ostsee belüftet werden (vgl. MATTHÄUS 2005). Doch selbst hier gibt es eine Schwierigkeit. Aufgrund des Bodenreliefs in Form von aneinander gereihten Schwellen und Becken, bedarf es schon eines extremen Salzwassereinbruches, damit auch die östlicheren Ostseebecken von der Sauerstoffzufuhr profitieren können.

Oberflächlich zeigt der Brackwasserkörper der Ostsee von West nach Ost eine erhebliche Abnahme des Salzgehalts. Im Oberflächenwasser geht er vom Kattegat mit 20 – 25‰ über Kieler Bucht mit 12 - 15‰, Mecklenburger Bucht mit 10 - 12‰, das Seegebiet um Rügen mit 7 - 9‰ bis zum Finnischen oder Bottnischen Meerbusen auf 3 - 1‰ zurück (KLIEWE et STERR 1995).

Küstendynamisch wirksame Gezeiteneffekte fehlen an der Ostsee. Der Tidenhub bewegt sich in der Größenordnung von Zentimetern; er bleibt bereits in der Beltsee unter 15 cm und nimmt ostwärts ab. Bedeutsam und für die Ostsee typisch ist das Auftreten von Eigenschwingungen als Folge schneller Luftdruckänderungen. Diese Schwingungen des gesamten baltischen Wasserkörpers oder in Buchten und Bodden können plötzliche Schwankungen bis zu 1 m hervorrufen. Die größten und wirksamsten Wasserstandsänderungen werden jedoch durch den Wind erzeugt. Diese Sturmhochwässer führen zu maximalen Wasserständen von 2 bis max. 3,5 m über NN. Schwere Sturmhochwässer ($\geq 1,5$ m über NN) sind mit ganz erheblichen Abrasionswirkungen, Sedimentumlagerungen und Zerstörungen an der Küste verbunden (KLIEWE et STERR 1995).

3.3 DAS OSTSEEKÜSTENKLIMA

Nach TIESEL (1995) begründet die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre über der Nordhemisphäre für den Ostseeraum eine vorwiegend westliche Höhen- und Bodenströmung. Dieses permanente westliche Höhenwindfeld befindet sich in etwa 5 km Höhe und liegt im Mittel über Zentral- und Südkandinavien. Es sind vor allem die Lage, die Stärke und die Krümmung dieser Westwinddrift in der Höhe, die die Klima- und Wetterprozesse über der Ostsee entscheidend mitgestalten. Am Boden bestimmt überwiegend das beständige Tiefdrucksystem bei Island und weniger der stationäre Hochdruckkomplex bei den Azoren das Wettergeschehen.

An der deutschen Ostseeküste überwiegen auch in Bodennähe westliche Luftströmungen mit atlantischem Tiefdruckwetter. In der vertikal mächtigen Westwindströmung sind Tiefs mit ihren Fronten und Zwischenhochkeile eingelagert, die i.d.R. sehr rasch von West nach Ost über den Ostseeraum hinwegziehen. Sie gestalten den Witterungsablauf wechselhaft und unbeständig. Das bedeutet, dass es bei einer rasch wechselnden, meist starken Bewölkung mit zeitweisen Niederschlägen im allgemeinen kühl und windig ist. KLIEWE et STERR (1995) führen als typische Besonderheiten starke Windgeschwindigkeiten, häufigere Stürme, höhere Luftfeuchte, eine Neigung zu Küstennebeln, eine Dämpfung der tages- und jahreszeitlichen Temperaturamplituden und einen geringeren Niederschlag im Vergleich zum angrenzenden Binnentiefeland an.

Die westliche Boden- und Höhenwindströmung sorgt für einen ständigen Zustrom feucht-kühler Luftmassen des Nordatlantiks und der Nordsee und ist Grund für die starke maritime Beeinflussung der westlichen und südlichen Ostsee (TIESEL 1995). Sieht man die gesamte Ostseeregion, ergibt sich ein Misch- oder Übergangsklima, betrachtet man nur die westliche und südliche Ostsee, herrscht dort Meeresklima (TIESEL 1995).

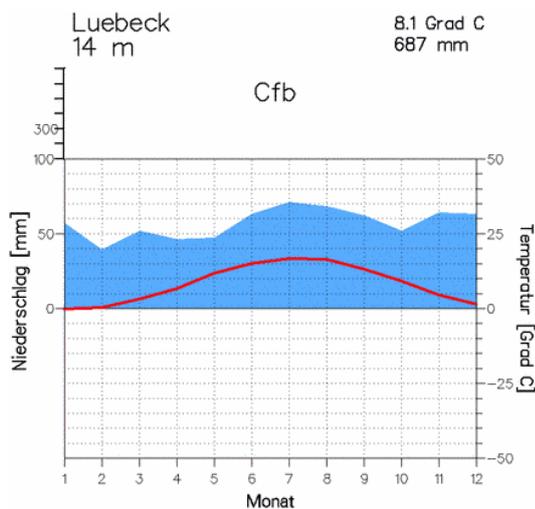


Abb. 3.3-1: Klimadiagramm von Lübeck
([HTTP://WWW.KLIMADIAGRAMME.DE](http://www.klimadiagramme.de))

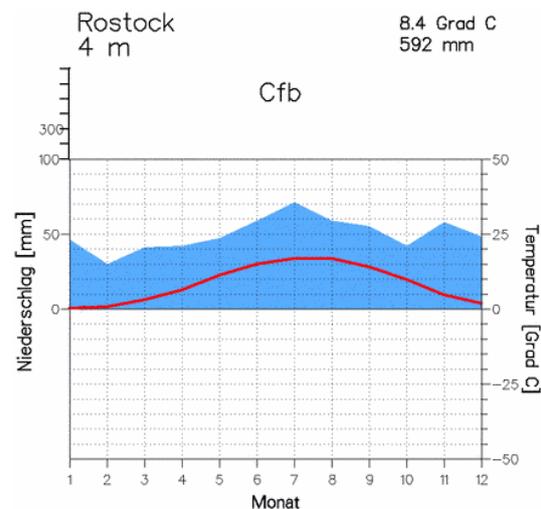


Abb. 3.3-2: Klimadiagramm von Rostock
([HTTP://WWW.KLIMADIAGRAMME.DE](http://www.klimadiagramme.de))

Die Klimadaten von Lübeck und Rostock werden als Beispiel herangezogen. Sie sind aus Daten der Jahre 1961-1990 ermittelt worden. Sie weisen nach [HTTP://WWW.KLIMADIAGRAMME.DE](http://www.klimadiagramme.de) durchschnittliche Niederschläge von 592 mm (Rostock) bis 687 mm (Lübeck) im Jahr auf, wobei der meiste Niederschlag jeweils im Juli mit 71 mm und der geringste Niederschlag jeweils im Februar mit 30 bis 39 mm fällt. Die höchsten Temperaturen sind jeweils im Juli mit 16,5 (Lübeck) bis 16,8 °C (Rostock), die niedrigsten jeweils im Januar mit minus 0,3 (Lübeck) bis 0,2 °C (Rostock) zu verzeichnen. Die Jahresmitteltemperaturen liegen zwischen 8,1 (Lübeck) und 8,4 °C (Rostock) (siehe Abb. 3.3-1 bis 3.3-2). Die Klimadaten dieser beiden Küstenstädte bestätigen demnach das maritime Klima mit relativ milden Wintern und kühlen Sommern. Geht man dagegen weiter in die östliche und nördliche Ostsee, herrscht feucht-winterkaltes und damit zunehmend kontinentaleres Klima vor.

Während die Ostseeküste durch das Küstenklima bei auflandigem Wind maritim und bei ablandigem Wind kontinental beeinflusst wird, herrscht nach TIESEL (1995) auf den Inseln reines maritimes Klima vor. Halbinseln, Haff- und Boddengebiete werden durch die zusätzlichen Wasserräume der Küste und des Hinterlandes vorwiegend

maritim beeinflusst. Nur bei starken Landwindströmungen macht sich der kontinentale Einfluss bemerkbar.

Das mittlere Luftdruckfeld der Ostsee ist im Jahresverlauf größeren Schwankungen unterworfen. Über der Ostsee treten alle Windrichtungen auf, wobei Südwest und West am häufigsten (bis 25 %) sind. Die niedrigsten mittleren Windgeschwindigkeiten werden im Mai und Juni mit 4-5 m/s und die höchsten im Dezember mit 7-9 m/s beobachtet (TIESEL 1995).

Bei der vorangegangenen Klimabetrachtung sind Daten zum globalen Klimawandel unberücksichtigt geblieben. Diese werden später noch behandelt.

Da die Präsenz der Fauna am Sandstrand stark vom Wetter abhängig ist, werden in Tab. 3.3-1 für die Monate September 2005 bis August 2006 auffällige Abweichungen des normalen Klimas aufgeführt.

Tab. 3.3-1: Klimadaten für die Monate 09/2005 bis 08/2006 (eigene Tabelle nach Texten auf [HTTP://WWW.DWD.DE](http://www.dwd.de))

Monat	Temperatur K ⁷	Niederschlag	Sonnenscheindauer in h
09/2005	1,6 bis 2,0 wärmer	05 bis 20 % geringer	15 bis 30 % höher (165-210)
10/2005	2,0 wärmer	meist geringer	60 bis 90 % höher (207-227)
11/2005	1,0 wärmer	20 bis 70 % geringer	30 bis 70 % höher (70-88)
12/2005	1,0 wärmer	bis 45 % höher	30 % höher (30-50)
01/2006	1,0 bis 4,0 kälter	65 bis 80 % geringer	20 bis 110 % höher (46-78)
02/2006	im Mittel	20 bis 60 % höher	15 bis 35 % geringer (40-53)
03/2006	1,6 bis 2,7 kälter	bis 60 % höher	Inseln 20 % höher (130); Küste 25 % geringer (90-110)
04/2006	bis 1 wärmer	stark schwankend	10 bis 25 % geringer (130-160)
05/2006	bis 1 wärmer; doch über weite Strecken zu kühl	bis 70 % höher	bis 17 % höher (150-280)
06/2006	1,0 bis 1,5 wärmer	40 bis 60 % geringer	10 % höher (250-290)
07/2006	5 wärmer; wärmster Juli seit Beginn der Wetteraufzeichnung	50 % geringer	50 bis 70 % höher (340-390)
08/2006	bis 1,5 wärmer	50 bis 75 % höher	bis 40 % geringer (146-220)

⁷ Die in Deutschland gesetzlich vorgeschriebene Temperatureinheit ist Kelvin. Dabei entspricht eine Temperaturdifferenz von bspw. 1 K einem °C.

3.4 NATURRÄUMLICHE GLIEDERUNG

Schleswig - Holstein

An der Küste **Angelns** (Abb. 3.4-1) finden sich Steilküsten und flache Küstenabschnitte. Die Flensburger Außenförde säumen Steilufer, die teilweise über 20 m tief zum Strand abfallen. An der Flensburger Außenförde unterliegen sie großenteils dem Abbruch, z.B. zwischen Westerholz und Nieby oder am 15 m hohen Huk bei Habernis. An vielen Steilküstenabschnitten finden sich Quellen mit kalkhaltigem Wasser und Quellhänge. Ein Grundwasseraustritt am Steilufer von Bockholm hat durch schollenförmige Abrutschungen zu auffälligen Hangformen geführt. Als geologische Besonderheit treten an einigen Steilküsten Schichten älterer Erdzeitalter zutage, z.B. Tone aus der Eem-Zeit. Die einzelnen Kliffabschnitte werden durch meist bedeckte Wiesenniederungen an den Mündungen kurzer Küstenbäche, z.B. der Langballigau, unterbrochen. An flachen Buchten entwickelten sich Strandwälle, die Haken (Bottsand, Graswarder, Westküste Fehmarns) und Nehrungen bilden, die Buchten abschnürten und so an vielen Stellen zur Entstehung von Strandseen geführt haben. Die Schlei ist durch unter dem Gletscher entlangfließende Schmelzwässer eingeschnitten worden. Die Ufer der Inneren Schlei, die eigentlich ein Ostseearm ist, ähneln wegen des im Laufe der Zeit zugenommenen Süßwassereinflusses eher Seeufern als einer Meeresküste. Die Küste in **Schwansen** ist als meist schmaler, flacher Küstenstreifen ausgebildet und so tief gelegen, dass sie teilweise bedeckt wurde. Nur bei Waabs zieht sich eine niedrige Steilküste an der Eckernförder Bucht entlang. Der Schwansener See entstand auch aus einer von Sandhaken nach und nach abgetrennten ehemaligen Meeresbucht. Es gibt des weiteren kleinere Strandseen, z.B. der Hemmelmarker See, der von Quellen gespeist wird. Die Küste des **Dänischen Wohlds** ist von Lebensräumen der Steilküsten und ihrer schmalen, meist steinreichen Strände gesäumt. An diesem Teil der schleswig-holsteinischen Ostseeküste gibt es wenige flache Küstenabschnitte (u.a. Aschau, Strande) und keine Strandseen und Salzwiesen. Dafür zieht sich eine lange, teils hohe Steilküste die Küste entlang. Die Küstenabschnitte des **Ostholsteinischen Hügellandes** gliedern sich wie folgt. An der Küste der **Probstei** findet noch heute ein Ausgleich der buchtigen Küstenlinie statt. Dabei werden Buchten durch Strandhaken von der offenen Ostsee abgeschnitten, wie es im letzten Jahrhundert am Bottsand geschehen ist, und es entstehen Strandseen wie der Barsbeker See und der Kleine und Große Binnensee. An der meist flachen Küste des **Bungsberggebiets** haben Strandhaken eine ehemalige Meeresbucht im Laufe der Zeit fast ganz von der Ostsee abgeschnitten - den heutigen Sehlendorfer Binnensee. Zu den Küstenelementen des **Oldenburger**

Grabens gehören Strände und Dünen. Die Weißenhäuser Brök zählt zu den am besten ausgebildeten Dünengebieten an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. An der Küste **Südost-Oldenburgs** liegen zahlreiche Steilküsten und durch die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU geschützte Gebiete, u.a. natürliche, aus Findlingen gebildete Riffs vor Dahme. Das Brodtener Ufer bei Travemünde in dem Gebiet der **Pönitzer Seenplatte** stellt ein bedeutendes aktives Kliff der Ostseeküste dar. Die Küsten **Nordoldenburgs und Fehmarns** letztendlich bieten Steilufer, Dünen, Strandseen, Strandwälle und Strandhaken sowie Salzwiesen und Brackwasserröhrichte. Die flachen Buchten um den Fehmarnsund beherbergen artenreiche Unterwasserwiesen (vgl. [HTTP://WWW.UMWELT.SCHLESWIG-HOLSTEIN.DE](http://www.umwelt.schleswig-holstein.de)).

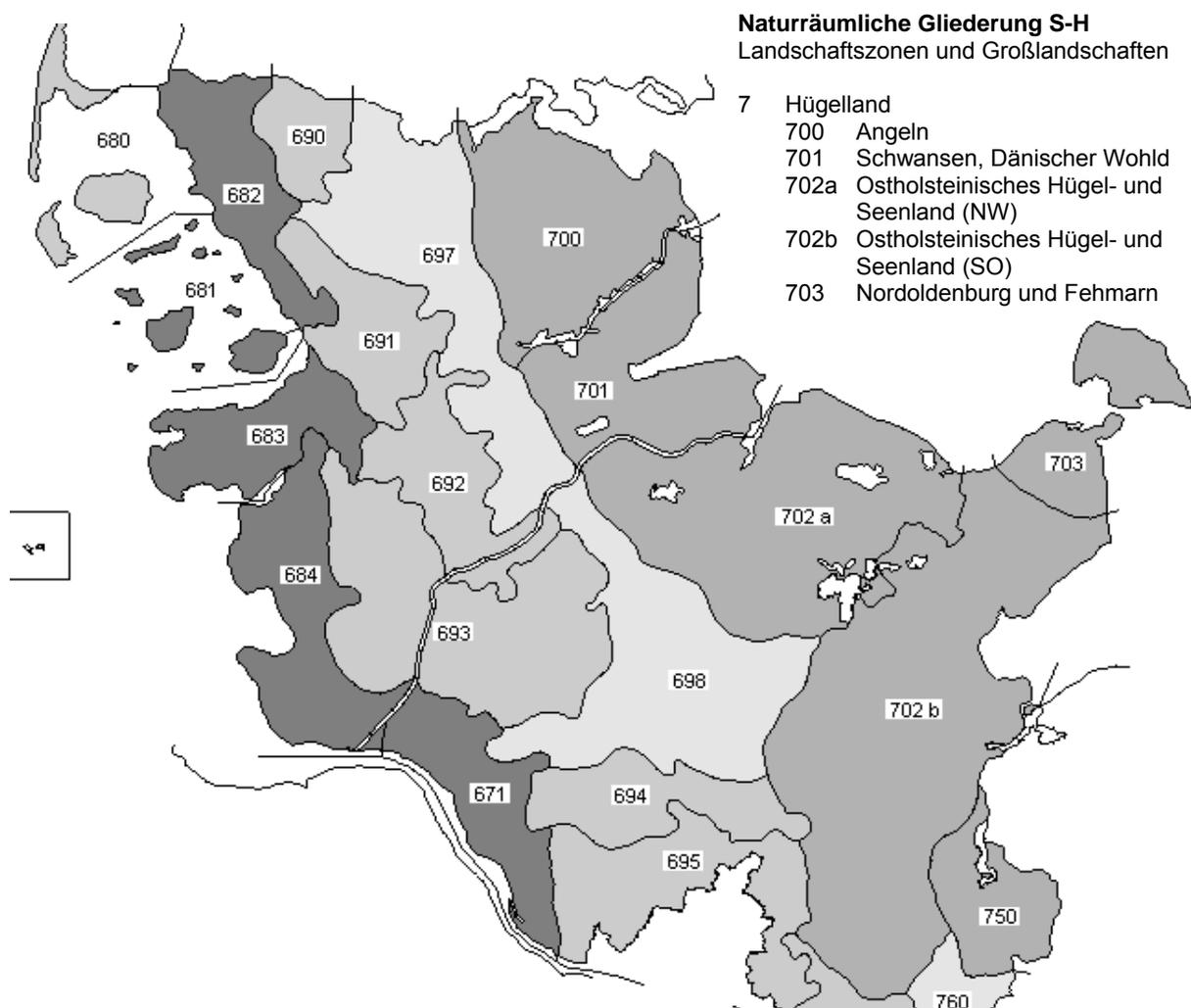


Abb. 3.4-1: Naturräumliche Gliederung Schleswig-Holsteins (verändert nach [HTTP://WWW.UMWELT.SCHLESWIG-HOLSTEIN.DE](http://www.umwelt.schleswig-holstein.de))

Mecklenburg - Vorpommern

Das Ostseeküstenland (Abb. 3.4-2) umfasst den unmittelbaren Küstenbereich sowie eine landseitige, zumeist 10-20 km breite, vom oben beschriebenen Küstenklima geprägte Zone von der Lübecker Bucht bis zur Insel Usedom (UMWELTMINISTERIUM MV 2003).

Das **Nordwestliches Hügelland** ist ein Teil der Großbuchtenküste. Ihm ist die Insel Poel vorgelagert. Neben kleinen Küstenniederungen sowie kleinen Haken und Nehrungen der Halbinsel Wustrow bilden aktive Steilufer die dominierende Küstenform. Den lobenartig verlaufenden, südlichen Grenzsaum der Großlandschaft bilden die markanten Moränenerhebungen der Inneren Hauptendmoräne der Weichsel-Kaltzeit (z.B. Kühlung). Die Großlandschaft ist als weiträumiges Agrargebiet mit Feldheckenlandschaft im Klützer Winkel zu charakterisieren.

Im **Unterwarnowgebiet** ist der Küstensaum außer im Bereich der Warnowmündung wenig gegliedert. Zwischen Bukspitze westlich von Kühlungsborn und der Rostocker Heide erstreckt sich eine etwa 50 km lange, weitgehend geradlinig verlaufende Küste. Es dominieren Abtragungsküsten, die vereinzelt von Strandseen in vermoorten Niederungen (Riedensee, Conventer See, Heiligensee) unterbrochen werden. Diese ehemaligen Buchten wurden durch Strandwälle von der Ostsee abgeriegelt. Die Großlandschaft wird deutlich in einen Moränenbereich (Häger Ort, Toitenwinkel) und in die von Sanden bestimmte Rostock – Gelbensander Heide geteilt.

Für das **Nördliche Insel- und Boddenland** sind vielgestaltige Küstenbereiche mit Bodden, Haffs, Wieken, Buchten, Halbinseln und Inseln kennzeichnend. Hier existieren sowohl größere Abtragungsgebiete wie der Westdarß, der Dornbusch auf Hiddensee und die Nordwestküste Wittows, als auch zum Teil beträchtliche Anlandungsflächen (Darß-Zingst, Gellen auf Hiddensee, Bug auf Wittow). Eine geologische Besonderheit sind die aufragenden Kreideschollen mit der Kreideküste von Jasmund. Die Halbinsel Fischland-Darß-Zingst und die Festlandsbereiche sind als Grundmoränen insgesamt relativ eben, wogegen Rügen und Hiddensee im Bereich von Endmoränen ein starkes Relief aufweisen.

Das **Usedomer Bodden- und Hügelland** prägen insbesondere die Endmoränenzüge, mehrere große Seen und Bodden sowie die Niederungen an den Bodden und um die Seen. Im Gegensatz zur geradlinigen Außenküste mit Steil- und Ausgleichsküstenabschnitten sind die inneren Küsten stark gegliedert (vgl. UMWELTMINISTERIUM MV 2003)

Naturräumliche Gliederung M-V
Landschaftszonen und Großlandschaften

- 1 Ostseeküstenland
- 10 Nordwestliches Hügelland
- 11 Unterwarnowgebiet
- 12 Nördliches Insel- und Boddenland
- 13 Usedomer Bodden- und Hügelland

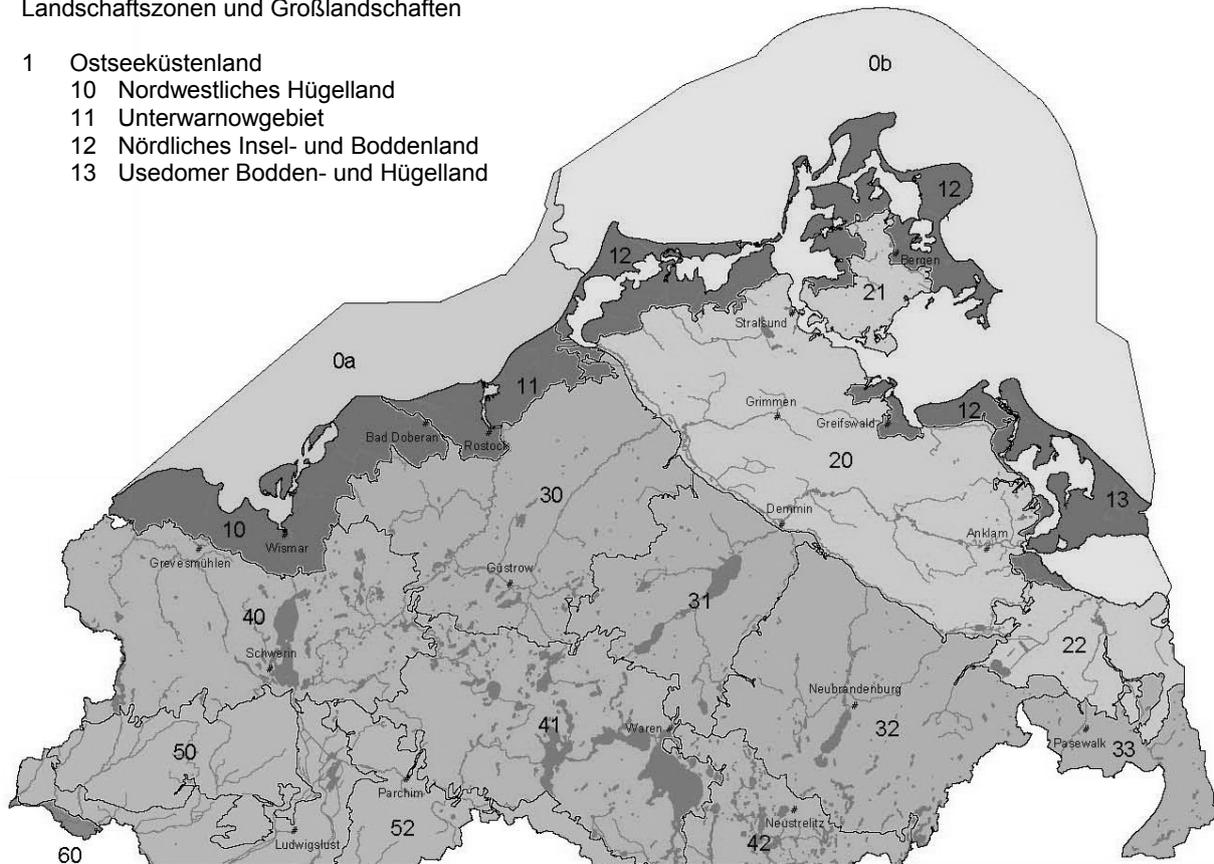


Abb. 3.4-2: Naturräumliche Gliederung M-V (verändert nach UMWELTMINISTERIUM MV 2003)

4 LEBENSRAUM SANDSTRAND AN DER OSTSEEKÜSTE

Abbildung 4-1 soll den Begriff der Küste noch einmal verdeutlichen. Die Küste umfasst den meist schmalen Grenzsaum zwischen Festland und Meer und ist mit ihrer Ausdehnung von 286.300 km (ohne Inseln) die wichtigste natürliche Grenzlinie der Erde. Die Küste ist nicht scharf umrissen, sondern erstreckt sich vom Beginn der brandungsbeeinflussten Schorre landeinwärts so weit, wie das Meer rezent oder in der quartären Vergangenheit durch Brandung oder Gezeitenströmungen die geomorphologische Formung des angrenzenden Festlandes beeinflusst (vgl. LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002). Küsten, wie auch die Ostseeküste, unterliegen einer ständigen Umwandlung durch Brandungslängs- und Querströmungen, Wasserstandsschwankungen, in das Meer einmündende, sedimentliefernde Fließgewässer sowie isostatischen Hebungs- und Senkungsvorgängen. Auf den Bereich des Strandes wird im nächsten Abschnitt intensiver eingegangen.

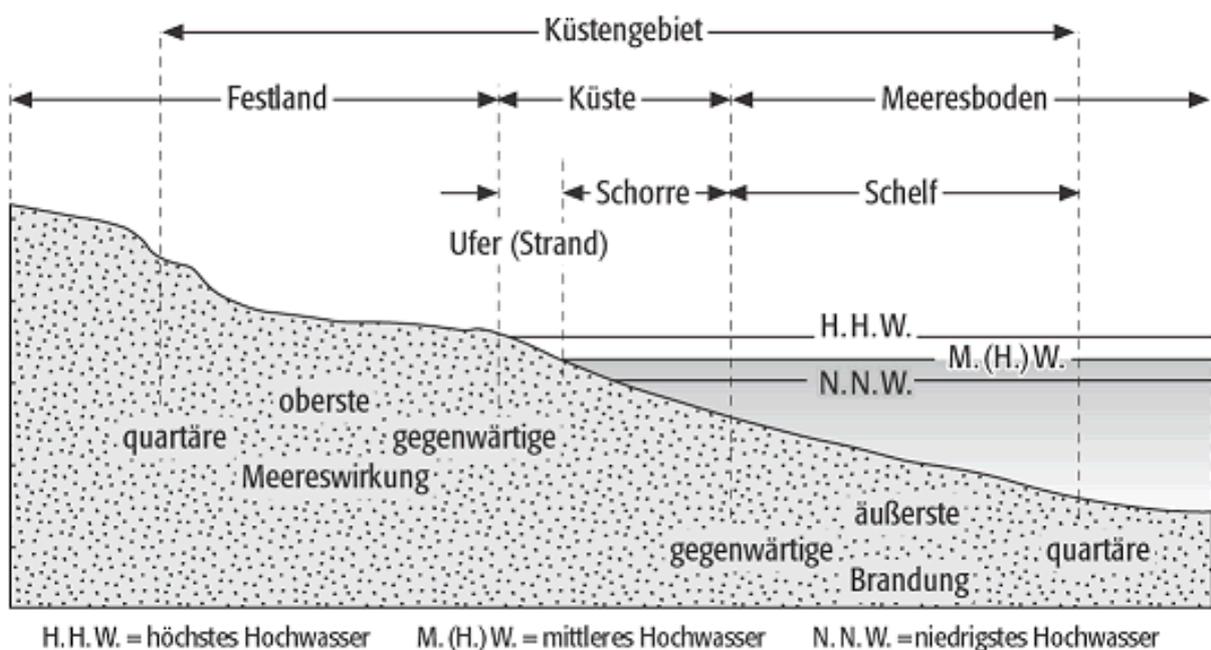


Abb. 4-1: Bezeichnungen der Küste (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)

- 3) den trockenen Strand (nur noch gelegentlich überfluteter Bereich, landeinwärts bis zu der Grenze maximaler Wellenwirkung reichend und häufig zu Küstendünen überleitend).

Gelegentlich wird für den permanent überfluteten Bereich der Sandschorre auch die Bezeichnung Vorstrand gebraucht, der, zusammen mit dem nassen Strand, dem mit Strandwall und trockenem Strand zusammen als Hochschorre bezeichneten Strandbereich gegenübergestellt werden kann (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002).

4.2 DER SANDSTRAND IN BEWEGUNG

Die Küstenlinie der Ostseeküste von Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern ist bis heute einem ständigen Wandel unterworfen. Morphodynamische Prozesse wie Abrasion (Landabtrag), Transport und Akkumulation (Anlandung) gliedern die Küste in Abrasions-, Ausgleichs- und Akkumulationsküste.

Ein morphologischer Gleichgewichtszustand wird durch die ständig wirkenden Kräfte von Wind, dessen Geschwindigkeit, Dauer und Richtung, Seegang und Strömung, Wasserstandsänderungen, langfristigen Änderungen des mittleren Meeresspiegelniveaus sowie großräumigen oder lokalen Landhebungen und –senkungen (siehe Kapitel 3.1) verhindert.

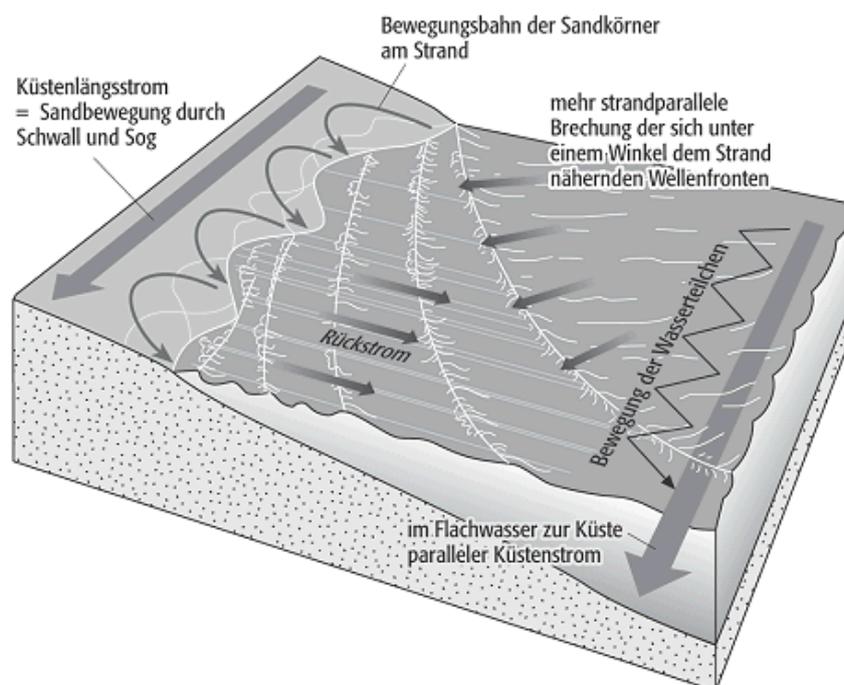


Abb. 4.2-1: Strandversetzung (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)

Abb. 4.2-1 veranschaulicht den küstenparallelen Sedimenttransport (longshore drift). Da der Wind an der Ostseeküste meist aus westlicher Richtung weht, entstehen schräg auf den nassen Sand auflaufende Wellen (Schwall) und ein senkrecht zur Strandlinie abfließender Rückstrom (Sog). Die Brandungswelle löst Sandkörner vom Meeresboden und transportiert sie. Hinter einem Küstenvorsprung sind die Strömungen geringer und die Sandkörner lagern sich ab. So kommt es zur Bildung der typischen Haken⁹ und Nehrungen¹⁰. Sedimente werden aber auch durch Material von aktiven Kliffs geliefert, das durch Brandung, Eisgang sowie Abrutschen durchfeuchteter Teile küstenparallel verfrachtet wird. Hakenwachstum und Küstenrückverlegung verlaufen dabei zeitlich parallel (SCHWARZER 1995). Durch weiteres Wachstum der Nehrungen werden zunehmend flache Buchten von der Außenküste abgeschnürt und es entstehen die sogenannten Bodden und damit eine für Mecklenburg-Vorpommern typische doppelte Küstenlinie.

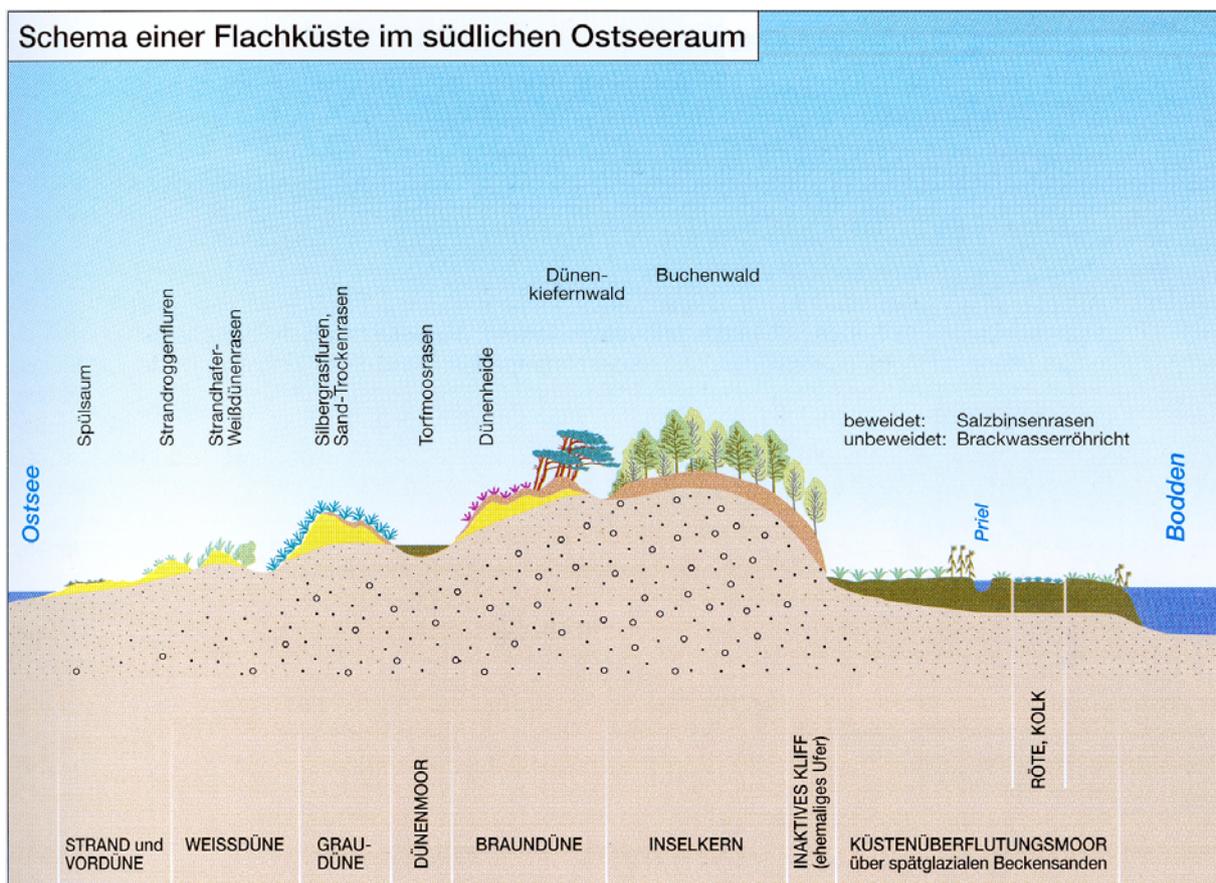


Abb. 4.2-2: Flachküste (UMWELTMINISTERIUM MV 2003)

⁹ Sandhaken bilden sich im Strömungslee von Abrasionsküsten durch Sandverlagerung. Durch die ständig in Umbildung begriffenen, vegetationsfreien Haken werden die Auswirkungen der am Meeresgrund ablaufenden Umlagerungsprozesse auch oberhalb des Meeresspiegels sichtbar (UMWELTMINISTERIUM MV 2003). Haken bilden sich an Küstenvorsprüngen, sehr schön zu sehen am Darßer Ort, am Neuen Bessin und am Gellen.

¹⁰ Nehrungen sind eine Weiterentwicklung des Sandhakens und führen zur fast vollständigen Abtrennung der Meeresbucht. Die so entstehende landfeste Nehrung wird als Haff bezeichnet.

Diese Prozesse der Anlagerung von Sand durch Aufspülung und Aufwehung bilden das Relief der Flachküsten. Wachsen Strandbereiche über die Wasserlinie hinaus, kann der Wind die trockenen Sandkörner weitertransportieren. Auf der noch ebenen, unbewachsenen Strandfläche liegt ein nur stellenweise bewachsener Spülsaum mit annuellen Nitrophyten. Damit sich daran erste Primärdünen anschließen, bedarf es nach ELLENBERG (1996) eines ständigen Sandnachsches, einer Windgeschwindigkeit von mindestens 6 m/s und Hindernissen in Form von angespültem Strandgut oder angesiedelten Pflanzen. Schematisch schließen sich daran landeinwärts Weißdünen, Graudünen, Braundünen und ein Dünen-Kiefernwald. Die aneinandergereihten Stadien unterscheiden sich in ihren ökologischen Bedingungen vom Mikrorelief, Salzgehalt, Bodenfeuchtreime und Substrat, sowie der Materialbeschaffenheit und dem Stadium der Bodenentwicklung (Abb. 4.2-2). Der Sandanteil nimmt in dieser Reihenfolge zugunsten der Humusanreicherung immer weiter ab. Nach SCHWARZER (1995) nimmt die räumliche Ausdehnung von Dünengebieten von der südwestlichen zur südöstlichen Ostseeküste zu.

4.3 FLORA DES OSTSEESANDSTRANDES

Durch den von Sonne und Wind getrockneten und verfrachteten Sand entstehenden erste Sandbänke. Bei genügender Feuchtigkeit werden die Sandkörnchen durch Mikroalgen (Grünalgen = Chlorophyceen und Kieselalgen = Diatomeen) verklebt. Anschließend stellen sich auf Sandstränden ab der MHW-Linie die ersten Blütenpflanzen ein. Zu den Erstbesiedlern gehören einjährige Arten wie das Salzkraut (*Salsola kali*) und der Meersenf (*Cakile maritima*), die hinter sich - auf der dem Wind abgekehrten Seite (Lee) - kleine Sandhäufchen ("Zwergdünen") bilden und so zur vorübergehenden Sandanhäufung beitragen. Die beiden Arten sind Therophyten und verbringen damit die ungünstige Periode der Wintersturmfluten im Samenstadium (HEYDEMANN 1997).

Salsola kali und *Cakile maritima* gehören nach ELLENBERG (1996) zu den annuellen Spülsaumbesiedlern. Der Spülsaum ist charakterisiert durch regelmäßige Überflutungen, Anschwemmung von organischen Substanzen (Seegras, Algen, Muscheln, Schnecken u.a.) und einem daraus resultierendem großen Nährstoffreichtum. Am häufigsten wird das Seegras (*Zostera marina*) und der Blasentang (*Fucus vesiculosus*) angespült, da diese Arten auch den größten Bewuchs am Grund der Ostsee stellen (BUND 2002).

Die in diesem Bereich wachsenden Landpflanzen weisen einen niedrigen Deckungsgrad auf und bestehen größtenteils aus salzliebenden (Halophile) und

salzertragenden (Halophyten) Arten, obwohl der Salzgehalt der Ostsee von West nach Ost erheblich abnimmt. Diese haben die Fähigkeit, höhere Salzkonzentrationen im Boden bzw. im Wasser zu ertragen. Die Regulierungsmechanismen der Halophyten werden von KUTSCHER (1995) beschrieben. Demnach kann überschüssiges Salz durch bestimmte Drüsen wieder ausgeschieden werden oder der Wassergehalt in den Zellen kann vergrößert werden um einer Erhöhung des Salzgehaltes entgegenzuwirken.

Die Spülsaume werden nach ELLENBERG (1996) von Gesellschaften der Klasse Cakiletea maritimae besiedelt. Als Charakterarten dieser Klasse sowie der Ordnung Cakiletalia maritimae gelten die schon oben genannten *Cakile maritima* und *Salsola kali* sowie Spieß-Melde (*Atriplex prostrata*); Strand-Melde (*Atriplex littoralis*); Küsten-Kamille (*Tripleurospermum maritimum*) (RL 2 M-V und RL 4 S-H) und Vogel-Knöterich (*Polygonum aviculare*).

Eines haben alle Spülsaumbesiedler nach HEYDEMANN (1997) gemeinsam: sie sind stickstoffliebend (nitrophil).



Bild 4.3-1 links: *Salsola kali* auf dem Bug
(eigenes Foto 27.06.06)



Bild 4.3-2 rechts: *Cakile maritima* auf dem
Bug (eigenes Foto
27.06.06)

Je nach Standortbedingungen können die Übergänge in der Pflanzengesellschaft zur nächst höheren Zone, der Vordüne, fließend sein. Der Sand weiter landeinwärts trocknet oberflächlich rasch und der Nährstoffreichtum nimmt ab. Da die Korngrößenzusammensetzung von der Wasserkante ins Landesinnere feiner wird,

treten im Vordünenbereich neben Therophyten manchmal auch Chamaephyten wie Kriech-Weide (*Salix repens*) und Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*) auf.

Die ersten dauerhaften Dünen bildet nach HEYDEMANN (1997) die ausdauernde Strandquecke (*Elytrigia junceum*). Der umfangreiche Wurzelstock dieser Art ist lang ausgedehnt und wächst immer wieder bei Aufwehungen im Windschatten der Blätter zur Sandoberfläche empor und bildet damit die Primärdünen. Die Strandquecke ist resistent gegen Windverwehungen, gegen Salz und gelegentliche Überflutungen und wird meist von der Strandmiere (*Honckenya peploides*), aber auch von der Filzigen Pestwurz (*Petasites spurius*) und auf salzärmeren Stellen von dem Sand-Hornkraut (*Cerastium semidecandrum*) begleitet.

Wächst die Primärdüne über 1 m Höhe hinaus, stellt die Strandquecke das Wachstum ein da sie einen höheren Grundwasserstand als die anderen typischen Strandgräser braucht. Ihre Stelle wird dann vom Strandhafer (*Ammophila arenaria*), vom Strandroggen (*Elymus arenarius*) und vom Baltischen Strandhafer (*Ammophila baltica*) eingenommen. Mit ihren derben Blättern sind diese Gräser nach HÄRDTLE et VESTERGAARD (1996) in der Lage, den vom Wind herangewehten Sand abzufangen und im Windschatten ihrer Horste abzulagern. Dies führt dann zur Bildung der Weißdünen.

An einem Geröllstrand finden sich mehrere auf dieses Ökosystem spezialisierte Pflanzenarten, z.B. die Stranddistel (*Eryngium maritimum*) (RL 2; BArtSchV: besonders geschützt) sowie der Meerkohl (*Crambe maritima*) (RL 3; BArtSchV: besonders geschützt). In diese Biotope des Ostseestrandes gehören im höheren Bereich auch der Krause Ampfer (*Rumex crispus*) und wieder die Küsten-Kamille (*Tripleurospermum maritimum*).

Wenn der Sandstrandwall weiter erhöht ist, breitet sich an der Ostsee oft das Sandreitgras (*Calamagrostis epigejos*) weit aus, ist aber nicht auf den Sandstrand beschränkt (HEYDEMANN 1997). An Neophyten ist die aus Ostasien stammende Kartoffel-Rose (*Rosa rugosa*) zu nennen, die in den letzten 50 – 100 Jahren als Zierstrauch aber auch zur Dünenbefestigung angepflanzt wurde. Nach HÄRDTLE et VESTERGAARD (1996) ist sie in der Lage die heimische Dünenvegetation zu verdrängen. Durch ihre vegetative Ausbreitung bildet sie hohe, dicht geschlossene Gebüschgruppen, unter denen die natürliche Dünenvegetation abstirbt. Zudem weist sie in bezug auf die abiotischen Bedingungen weite Toleranzgrenzen auf. Da *Rosa rugosa* jedoch im Dünenbereich bleibt, soll sie hier nur als Randbemerkung stehen.

4.4 WIRBELLOSENFAUNA DES OSTSEESANDSTRANDES

Nach HEYDEMANN (1997) ist der Sandstrand bezüglich der Fauna in drei ökologische Subsysteme zu unterscheiden:

1. die Lebensgemeinschaft des Sandlückensystems im Sandboden („marines Psammal“), das meist kleine, marin-aquatische Formen enthält
2. die Lebensgemeinschaft der Sandoberfläche mit der Vegetation (meist nur Arthropoda mit Verstecken unter Steinen und in Bodenröhren)
3. das Subökosystem des Spülsaums

Die drei genannten Subsysteme erhalten die Nahrung nahezu ausschließlich von außen, so dass mehr Arten zoophag als phytophag und detritophag sind. Etwa 60 % der Arten sind hier zoophag, 30 % phytophag und 10 % detritophag. In der eigentlichen Anwurfzone, dem Spülsaum, herrschen Abfallverzehrer vor (HEYDEMANN 1997).

Die Fauna des Sandstrandes musste verschiedenste Überlebensstrategien entwickeln. Bei übernormalem Hochwasser bspw. werden Sandstrandbereiche, die nur etwa 10 - 80 cm über der normalen Hochwasserlinie liegen, überflutet. Die terrestrischen Bewohner dieses Lebensraumes schließen dann zum Teil ihre Röhren gegen das Wasser, oder das erste Überspülen von Sand bewirkt einen mechanischen Verschluss der Wohnröhren, so dass die Bewohner unterirdisch in Luftbläschen während der Flutperiode verbleiben können. Vielfach starten die flugfähigen Bewohner der feuchten Sandstellen aber auch in richtigen "Schwarmwolken" bei Aufkommen der Hochflut in höhere Strandbereiche (z.B. die macropteren *Bledius*-Arten unter den Kurzflüglern). Viele Arten des Sandstrandes können dann sogar noch von der Wasseroberfläche starten: eine ökologische Anpassung, die die allermeisten Insekten anderer terrestrischer Lebensräume nicht erreicht haben. Beispiele hierfür sind die algenverzehrenden, grabenden Käferarten *Heterocerus maritimus* und *Heterocerus intermedius* (Fam. Heteroceridae) und die Wasserkäfer *Ochthebius marinus* sowie *Ochthebius auriculatus* (Fam. Hydraenidae). Andere Arten schützen sich durch Eingraben vor Verdriftung (HEYDEMANN 1997).

Gewöhnlich sind die Wohnröhren der Bodenbewohner am Strand bei Überflutungen lange Zeit luftgefüllt; im freien Wasser atmen die Käfer des Eulitoral¹¹ oder überflutungsresistente Käfer des Supralitoral mit einem Luftfilm am Körper. Beim Laufen auf der Wasseroberfläche kann der Kurzflügler *Diglossa mersa* sogar seinen Hinterleib so aufrichten, dass dieser als Segel wirkt (Verdriftung zu anderen

¹¹ Das Eulitoral ist die Zone zwischen der MNW-Linie und der MHW-Linie und steht somit im Einfluss des Wellenschlages. Das Supralitoral liegt über der MHW-Linie und wird nur gelegentlich von Wellenschlag, Spritz- oder Sprühwasser erreicht (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002).

Standorten). Der Laufkäfer *Cyllenus lateralis* hält sich indessen auf der Unterseite (!) von Treibgut fest und lässt sich so an der Wasseroberfläche des Meeres weiterflößen. Der Luftvorrat unter den Flügeln dient dann zum Atmen (HEYDEMANN 1997).

Weitere Stressfaktoren neben Überflutungen stellen die häufigen Überlagerungen mit Sand, neben den oft hohen Windgeschwindigkeiten am gesamten Strand – auf unbewachsenem, geröllfreiem Strand auch in Bodennähe – dar. Der Nichtgebrauch der Flügel trotz Flugfähigkeit, das Trudeln um die eigene Körperachse als schnelle Flucht-Fortbewegung, um das Fliegen bzw. Abheben vom Sand zu vermeiden sind entsprechende Anpassungen. Verbreitet ist auch das Eingraben in den Sand. Im Faulsubstrat gehört dazu auch das Ertragen sauerstoffarmer Bedingungen.

Sandverwehung bedeutet für Tiere des Spülsaums das Abschließen vom freien Luftraum und bei trockenem Sand Austrocknung des Substrats. Die normalen Sandverschüttungen durch Verwehung können aber von vielen Fliegen des Spülsaums überstanden werden. Die Tangfliege *Coelopa frigida* arbeitet sich sogar noch durch eine 4 cm dicke Sandverschüttung in 3 Minuten nach oben durch. Auch die Strandspinnen *Arctosa cineria* und *Arctosa perita* haben ein ähnliches Ausgrabvermögen. Andere Arten entziehen sich der Versandung am Strand dadurch, dass sie bei bodennahen Sandverwehungen in die geschützte Dünenregion zurückfliegen (z.B. die Strandfliegen *Fucellia maritima* und *Helcomyza ustulata*).

Der stark ausgeprägte Wind setzt aber als solcher schon – auch ohne ausgelöste Sandverwehungen – große Anpassungen der Strandtiere voraus. Tiere, die sich in einem dauernden Luftstrom entwickeln müssen, brauchen für die Entwicklung bspw. eine längere Zeit, weil der Betriebsstoffwechsel durch Wind erhöht wird und infolgedessen für das Wachstum des Körpers (Baustoffwechsel) geringere Energieanteile freibleiben. Die Windgeschwindigkeit sinkt über der Strandoberfläche infolge der Rauigkeit der Sandauflage aber auch erheblich ab. Dadurch sind alle kleinen Tiere, die an die Oberfläche gedrückt und eng angeschmiegt laufen können, am exponierten Sandstrand im Vorteil vor größeren Arten, vor allem wenn sie lieber fliegen als laufen. Beim Fliegen dürfen die Strandinsekten eben nicht in höhere, stark bewegte Luftschichten geraten. Wenn sie fliegen, dann meist bodennah, also nicht mehr als 20 cm über dem Boden. Trotzdem gibt es auch bei Strandfliegen noch hohe Verlustraten durch Windabdrift aufs Wasser. Diese Individuen werden oft in großen Mengen als Strandanwurf wieder angespült und sind dann auch in dieser Form wieder eine wesentliche Nahrung der Strandvögel und kommen dem Gesamtökosystem so wieder zugute.

Eine wesentliche Überlebensstrategie ist auch die Orientierung über die Himmelsrichtung mit Hilfe des sog. Sonnenkompasses (astronomische Orientierung). Mit dieser Methode kann die eigene Ortslage des Tieres zur Wasserlinie ermittelt

werden. Bei Wanderungen der Tiere ist es lebenswichtig, ob sich Tiere des Strandes in Richtung der Überflutungslinie mit hohem Nahrungsangebot und größerer Überflutungsgefahr oder in Richtung des höheren Sandstrandes mit größerer Entfernung von der Hochwasserlinie, aber mit geringerem Nahrungsangebot und größerer Trockenheit – also der Gefahr der Austrocknung des Körpers – begeben. Astronomische Orientierung ist bei den Flohkrebse (Talitrus- und Orchestia-Arten), bei der Strandspinne *Arctosa perita* und bei Laufkäfern der Gattung *Dyschirius* verbreitet (HEYDEMANN 1997).

Infolge der weit verbreiteten Fähigkeit zur Flugverbreitung übers Meer bei den Wirbellosen der Küsten – Insekten und Spinnen verbreiten sich neben aktivem Flug durch Fäden und Milben durch Anklammern an andere Tiere – werden auch viele Arthropoda, vor allem Insekten aus anderen Biotopen, auf den Sandstrand verschlagen oder durchs Meer angespült. Oft sind pro Meter Anspülschicht 1.000 bis 10.000 tote oder lebende Insekten am Strand zu finden, die ökologisch nichts mit Meeresküsten zu tun haben. Sie dienen hier am Sandstrand als Nahrungsquelle für necrophage Arten, oder sie bereichern als lebende „Invasoren“ auch vorübergehend das Artenspektrum des Sandstrandes (HEYDEMANN 1997).

4.4.1 WIRBELLOSENFAUNA DES EULITORALS

Zwischen den Sandkörnern des Eulitoral leben die verschiedensten Grün- und Blaualgen, die von Kurzflügelkäfern in großer Individuenzahl (200 bis 500 pro m²) abgeweidet werden. Dazu legen die *Bledius subniger* - Kolonien dichte, oberflächennahe Gangsysteme an, an deren Wänden die Mikro-Algen Ansatzflächen haben. Die grabende und räuberisch lebende Laufkäferart *Dyschirius obscurus* ist ebenfalls typisch für diesen Lebensraum. Sie stellt den Kurzflüglern nach (Verhältnis Beutetier zu Räuber 10:1). Bei den Fliegen ist die Familie der im Boden lebenden algenverzehrenden Ephydridae zu nennen, die im Larvenstadium in oft ungewöhnlicher Dichte vorkommt. Diese Fliegen-Populationen siedeln sich meist dort an, wo Algenüberzüge die Sandkörner überwachsen. Die Larven dieser Fliegen sind Sandlecker wie die Kurzflüglerart *Bledius subniger*. Aus der Familie der Helcomyzidae ist die Art *Helcomyza ustulata* zu nennen, die sich als Anpassung gegen die Verdriftung durch den Wind mit den Tarsen an den feuchten Sandkörnern besonders gut festhalten kann. Sie lebt von Abfallstoffen am Strand, vor allem von faulem Tang (phytosaprophag). Ebenso weit bis an die MNW-Linie rückt die charakteristische Tangfliege *Fucellia maritima* aus der Familie der Anthomyiidae vor, deren Larve im Spülsaum lebt. Bis an die MHW-Linie dringen die winzigen

Kugelhornfliegen der Art *Leptocera zosterae* vor. Diese Fliegenart ist ein typisches Bodentier und lebt als Larve von faulendem Tang und von faulendem Seegras. Sie lebt aber auch auf Schwefel- sowie Purpurbakterienrasen und tritt gelegentlich mit dem marinen Springschwanz *Anurida maritima* zusammen auf. *Anurida maritima* hält sich gern auf der Wasseroberfläche kleiner Meerstrandtümpel in Scharen auf und lebt dort von Algenfilmen (HEYDEMANN 1997).

Drei weitere ursprünglich terrestrische Tierarten des Eulitoral sind die Kurzflügelkäfer *Diglotta mersa* und *Diglotta submarina* sowie der räuberische von diesen Arten lebende Laufkäfer *Cillenus lateralis*. Sie haben sich derart auf die überflutete Strandzone spezialisiert, dass sie in Küstenbiotopen keine anderen ökologischen Existenzmöglichkeiten mehr haben (Totalspezialisierung) (HEYDEMANN 1997).

4.4.2 WIRBELLOSENFAUNA DES SPÜLSAUMS

Die meisten Sandstrände der Ostseeküste haben nach HEYDEMANN (1997) eine sehr engräumige Zonierung der Fauna, da im Profil des Sandstrandes auf einen nur schmalen Spülsaum bald eine weitgehend oberflächentrockene Sand- oder Geröllzone folgt, die über der MHW-Linie liegt.

Naturgemäß sind die Spülsäume an der gezeitenarmen Ostsee schmaler und genauer begrenzt. Am Nordseestrand ergeben sich durch Einspülen schlickreicher Sedimente, und starke Verfrachtung im Substrat, infolge von Sturmfluten, oft schnellere Veränderungen der ökologischen Bedingungen und eine größere Vielfalt auf kleinerem Raum. Dafür ist die Vernichtungsrate für die Fauna des Spülsaumes und auch die Instabilität der Ökosysteme an der Nordsee größer als an der Ostsee.

Etwa 20 Springschwanzarten (Collembola), 15 Mückenarten und 35 Fliegenarten sowie 45 Käferarten sind im Spülsaum der Ostsee nach HEYDEMANN (1997) verhältnismäßig häufig. Dazu kommen die Flohkrebse der Arten *Orchestia gammarellus*, *Orchestia platensis* und *Talitrus saltator*.

Bei den Collembolen sind vor allem 5 Arten dominant, unter denen hauptsächlich *Hypogastrura denticulata* oft Massenvermehrungen im Strandanwurf zeigt. Bei diesen Collembolen ist die Sommerentwicklung gering, dafür die Herbst-, Winter- und Frühlingsentwicklung stark. Die Besiedlungsdichte aller Collembolen liegt von Juli – September bei 20 – 40 Individ. / 100 g Trockensubstanz, zwischen Oktober und Mai zwischen 300 und 2.000 Individ. / 100 g Trockensubstanz. 100 g Trockensubstanz entsprechen im allgemeinen 200 – 500 ml des Strandanwurfs bei durchschnittlichen Wassergehaltswerten.

Bei den Mücken herrschen die Larvenformen aus den Familien der Dungmücken (Scatopsidae), Trauermücken (Sciaridae), Schmetterlingsmücken (Psychodidae) und

der Gnitzen (Ceratopogonidae) sowie der detritophagen Gallmücken (Cecidomyiidae) vor.

Die Fliegenarten gehören vor allem zu den Familien der Kugelhornfliegen (Sphaeroceridae) mit den Gattungen *Limosina*, *Thoracochaeta* (3 Arten) (darunter dominant vertreten *Th. Brachystoma* und *Th. zosteræ*), *Collinellula fuscipennis* (ebenfalls dominant), *Chaetopodella scutellaris* und *Coprophila vagans*, der Dungfliegen (Cordyluridae) mit der Art *Scatomyza litorea*, der Algenfliegen (Muscidae) mit den Arten *Fucellia intermedia*, *F. maritima* und *F. tergina* sowie *Hydrotaea dentipes* und den Schwingfliegen (Sepsidae) mit der Art *Themira putris*. Die Tangfliegen (Coelopidae) mit der Art *Fucomyia frigida* kommen hauptsächlich an Braunalgen vor und in der täglich überspülten Anwurfzone auch die Strandfliege *Ephydra riparia*. In den höher lagernden Anwurfbeständen geringeren Salzgehalts herrschen die Larven von bestimmten Schwebfliegenarten (Syrphidae) vor, wie *Syritta pipiens* und *Eristalis tenax*, sowie von der Waffenschwebfliegenart (Stratiomyidae) *Microchrysa polita*. Von den Fliegenlarven leben räuberisch die Tanzfliegen (Empididae) der Gattung *Chersodromia*.

Unter den Käfern sind artenmäßig die fast 40 Arten der Kurzflügler unter anderem mit den Gattungen *Aleochara* (4 Arten), *Atheta* (mindestens 7 Arten) und *Carpelimus* (7 Arten) im Spülsaum häufig. Sie leben vor allem von Pilzmyzelien. Daneben treten die saprophagen Wasserkäfer der Gattung *Cercyon* (meist *C. littoralis*) und der Schwarzkäfer *Phaleria cadaverina* zahlreich auf. Von den Insektenlarven im Anwurf ernähren sich verschiedene andere typische Kurzflügler dieser Zone, bspw. *Cafius xantholoma*, *Heterothops dissimilis* und *Philonthus quisquiliarius*.

Aber auch mindestens 8 Laufkäferarten sind ihrerseits wiederum als zoophage Arten vom Larvenangebot des Spülsaums abhängig. Am häufigsten ist *Bembidion minimum*, der wegen seiner geringen Körpergröße in viele Spaltenräume des Anwurfs eindringen kann (HEYDEMANN 1997).

Die häufige Umschichtung und Austrocknung des Strandanwurfs setzt bei den tierischen Besiedlern eine schnelle Entwicklung voraus. Der Strandanwurf ist auch nur zum Teil für Tiere verwertbar. Seegräser (*Zostera marina* und *Zostera noltii*) müssen vor der Verdaubarkeit für die meisten tierischen Formen erst durch Bakterien und Pilze weiter aufgeschlossen sprich abgebaut werden. Fadenwürmer (Nematoden) können dagegen auch angespültes Seegras direkt als Nahrung verwenden. Rotalgen haben manchmal für Flohkrebse (*Talitrus saltator*) und Larven von Strandfliegen (*Coelopa*, *Fucellia* u.a.) sogar Giftwirkung. Am schnellsten können durch Tiere die Grünalgen als Nahrung verwendet und damit abgebaut werden; diese sind aber im Strandanwurf des Sandstrandes an Brandungsdünen oft nur in geringen Mengen vertreten. An der Ostsee ist der Strandanwurf nämlich vornehmlich

aus Braunalgen (Blasentang, Sägezähntang) – neben Seegräsern – zusammengesetzt (HEYDEMANN 1997).

4.4.3 WIRBELLOSENFAUNA DES SUPRALITORALS

Im Sandstrandbereich oberhalb der Hochwasserlinie sind nach HEYDEMANN (1997) noch einige ursprünglich marine Faunenelemente erhalten, wie der Sandflohkrebs *Talitrus saltator*, der aber bereits so weit an das Landleben angepasst ist, dass er, um der Flut zu entgehen, Landeinwärtswanderungen unternimmt. *Talitrus saltator* wird vom größten Insekt des Sandstrandes, dem Laufkäfer *Broscus cephalotes*, nachtaktiv verfolgt. Im übrigen dominieren die terrestrischen Elemente. Einer der häufigsten Käfer auf Feinsand ist der Sandkäfer *Anthicus bimaculatus*. Besonders auf wenig betretenen, steinreichen Ständen treten typische helle Laufkäfer, z.B. einige gelb gezeichnete *Bembidion*-Arten wie *Bembidion pallidipenne* auf.

Bei KUTSCHER (1995) findet man den Küsten-Sandlaufkäfer *Cicindela maritima* als eine ebenfalls an die Bedingungen des Sandstrandes in bezug auf die Fortbewegung im Sand als auch die farbliche Anpassung an den hellen Untergrund sehr gut angepasste Art. Sie wird als jagend und sammelnd von Schmetterlingsraupen, Schwebfliegen, Fliegen, Marienkäfer, Spinnen u.a. beschrieben. Die Adulten graben sich zum Schutz mit ihren Mandibeln und Beinen im Sand ein, die Larven lauern in senkrechten selbstgegrabenen Röhren im Sand auf Beute, die sie mit ihrem stark umgebildeten Kopf und dem Halsschild verschließen, Antennen und weitgespreizte Kiefer nach oben gerichtet (FRITSCH 1950; LINDROTH 1992; KUTSCHER 1995; HONOMICHL 1998).

Laufkäfer aus Spenderbiotopen wie den Dünen und Sandbiotoptypen des Binnenlandes sind nach HEYDEMANN (1997) zahlreich wie *Amara apricaria*, *Amara fulva* und *Harpalus rufipes = pubescens*. Halophile, aber hochwasserempfindliche Laufkäferarten sind in der sandigen Meldengesellschaft zu finden, wie *Amara convexiuscula* und *Dyschirius thoracicus*.

Unter den Spinnen sind typische Sandstrandarten wie die Zwergspinne (Micryphantidae) *Erigone arctica* zu finden, die vor allem von Springwanzen und kleinen Würmern (Enchytraeidae) lebt, und die großen Wolfsspinnen (Lycosidae) *Arctosa perita* und *Arctosa cineria*, die im höheren Bereich vorkommen mit Schwerpunkt in den Geröllstränden der Ostsee. Sie liegen bis auf die Augen im Sand eingegraben und fangen vorüberlaufende Beute wie Strandfliegen, Flohkrebse und Kleinspinnen. Die totale sandfarbene Tarnung macht diese Spinnenarten - obwohl *Arctosa cinerea* mit 25 - 30 mm Beinspannweite Deutschlands größte Wolfsspinnenart ist, in der Ruhe und auch uneingegraben - fast unsichtbar. Beide

Arten stehen auf der Roten Liste. An trockener Vegetation kommt die Krabbenspinne *Xysticus erraticus* am Sandstrand vor.

Die häufigsten Collembolen des Sandstrandes sind *Isotoma viridis* und *Hypogastrura viatica*, ökologisch eigenartig unspezifische (polyvalente) Arten, die oft zusammen mit der typischen Meerstrand-Collembolen-Art *Xenylla maritima*, die im mehr trockenen Bereich verbreitet ist, auftreten (vgl. HEYDEMANN 1997).

Die räuberisch lebenden winzigen Rennfliegen der Arten *Chersodromia cursitans* und *Chersodromia incana* jagen dicht über der Hochwasserzone auf dem Sandstrand nach Kleinfliegen. Sie machen kaum mehr von ihrem Flugvermögen Gebrauch, obwohl sie noch fliegen können. *Chersodromia hirta* hat dagegen kein Flugvermögen mehr. Die Reduzierung des Flugvermögens bis zur Flugunfähigkeit kommt bei vielen Insekten der Küstenzonen vor (siehe 4.4). Fliegen hat wegen der Gefährlichkeit des Abdriftens auf das Meer für bestimmte Arten mehr Nachteile als Vorteile. Im Bereich der Vordünen und der Strand-Mieren-Zone werden diese Arten von Dünenrennfliegen *Tachista* = *Tachydromia sabulosa* abgelöst, die geschickt über den wehenden, fliegenden Sand laufen.

Eine Leitform der Strand-Mieren-Zone ist die Schwingfliege *Sepsis tonsa* – auffallend durch den familientypischen schwarzen Spitzenfleck auf den Flügeln. Sie schlägt während des Laufens langsam, aber unaufhaltsam mit ihren Flügeln auf und ab. In diese Zone gehört auch eine Strand-Schmuckfliege (Otitidae). In den Salzmieren minieren die Larven der Blumenfliege *Chortophila* = *Delia quadripila*. Die Oberfläche kleiner Salzwassertümpel durchfurchen mit ihrem Mundapparat die Plattkopffliegen (Canaceidae). Im Farbstreifen-Sandwatt treten die Löffelfliegen *Lispe caesia* auf. Die erwachsenen Fliegen sind Räuber, die andere Strandfliegen verzehren. Die vielen Fliegen und deren Larven werden zusammen mit den Springschwänzen von Zwergspinnen der Arten *Erigone arctica* und der Wolfsspinne *Arctosa cinerea* sowie *Oedothorax apicatus* verfolgt. Alle zusammen sind wiederum die wesentliche Nahrungsgrundlage für die zahlreichen an den Sandstrand gebundenen Vogelarten (vgl. HEYDEMANN 1997).

4.5 NATURSCHUTZFACHLICHE BEDEUTUNG DES SANDSTRANDES

Naturnahe oder gar natürliche Sandstrände sind an der schleswig-holsteinischen sowie der mecklenburg-vorpommerischen Küste zur Seltenheit geworden. HEYDEMANN (1997) schätzt, dass noch vor 50 Jahren eine artenmäßig vollständige, ökologisch hochspezialisierte Sandstrandfauna an den meisten Standorten vorhanden war und seitdem weitgehend durch den Erholungsbetrieb des Menschen vernichtet wurde oder wird.

Schleswig-Holstein war dabei durch eine nach LAMP (1996) ungebrochene Tradition als Ferienregion mit der weitgehenden Erschließung der Küste für den Touristen mit dem Auto, der Bahn und dem Schiff charakterisiert. Natürliche Sandstrände konnten sich so nicht erhalten. In Mecklenburg-Vorpommern konzentrierte sich der Tourismus massiv auf wenige Standorte, die Mobilität der Feriengäste war eingeschränkt und militärische Sperrgebiete verhinderten die Erschließung vieler Strandabschnitte. Nur hier konnte sich der Strand in seiner natürlichen Form erhalten.

Durch den ungenügenden Arten- und Biotopschutz am Sandstrand haben die meisten Lebensgemeinschaften an Komplexität verloren. HEYDEMANN (1997) beziffert die spezialisierten Tierarten die in Norddeutschland bisher eliminiert wurden mit etwa 150 Arten. Dazu kommen mindestens 10 Pflanzenarten mit höchst gefährdeten oder stark rückläufigen Beständen. So sind von den Tierarten etwa 40 Arten auf die Salzpflanzen der Sandstrände spezialisiert, wie der Blattkäfer *Psylliodes marcida*, der an Meersenf lebt oder *Psylliodes crambicola* an Meerkohl oder der Schildkäfer *Cassida flaveola* an der Strandmiere.

5 HISTORISCHE NUTZUNGEN DES SANDSTRANDES IM ZEITRAUM DER LETZTEN ZWEI JAHRHUNDERTE

5.1 KÜSTENSCHUTZ

Die Ostseeküste ist in ständiger Bewegung und wird nie zu einem Gleichgewicht finden. Schuld daran haben die ständig wirkenden Kräfte von Wind, dessen Geschwindigkeit, Dauer und Richtung, Seegang und Strömung, Wasserstandsänderungen, langfristigen Änderungen des mittleren Meeresspiegelniveaus sowie großräumigen oder lokalen Landhebungen und –senkungen, wie dies auch schon in Kapitel 4.2 beschrieben wurde.

Diese Dynamik der Küste findet seit Jahrtausenden im Einklang mit sich statt, doch der Mensch versucht seit seinem Sesshaftwerden in jüngerer Zeit in diese Dynamik einzugreifen. Es galt die Küstenstädte, von denen die meisten an der Flachküste entstanden, sowie die größeren Niederungen die in Acker und Weideland umgewandelt wurden, gegen Überschwemmungen zu schützen. Gegen Sturmfluten und Küstenrückgang wurden im Laufe der Jahrhunderte verschiedenste Techniken und Baumaterialien verwendet.

Die geschichtliche Entwicklung des Küstenschutzes an sandigen Küstenabschnitten hat meist in fünf verschiedenen Stufen stattgefunden (WITTE 2004):

- 1) Schutz der Randdünen durch Anpflanzung mit sandfangender Wirkung
- 2) Strandbuhnenbau zur Beeinflussung des Strands vor den Dünen
- 3) Festlegung der Randdünen durch Deckwerke und Strandmauern
- 4) Bau von Unterwasserbuhnen für die Abweisung der Stromrinnen von Inselsockeln
- 5) Strandersatz durch Vorspülung geeigneter Sedimente

5.1.1 HISTORISCHER KÜSTENSCHUTZ IN SCHLESWIG – HOLSTEIN

Schleswig-Holstein besitzt 387 km überflutungsgefährdete Flachküste, das heißt die Geländehöhe beträgt weniger als 3 m über NN (KRAMER et ROHDE 1992).

Die morphologische Entwicklung dieser Küste wird langfristig durch den Küstenausgleich gekennzeichnet. Während Starkwindereignissen werden die exponiert liegenden Küstenabschnitte durch Seegangseinwirkung erodiert, wodurch sie sich langfristig zurückverlegen. Das abgetragene Material wird teilweise parallel zur Küste in benachbarte Buchten und Förden transportiert. Im Strömungsschatten der vorspringenden Kliffs kommen diese Sedimente dann rasch zur Ablagerung und bilden Riffe, Nehrungen und Strandwälle (MLUR SH 2001).

Der älteste DEICHBAU geht auf die Zeit um 1581 zurück und war die Eindeichung des Geltinger Noores, um 1750 wurde der südliche Teil des Geltinger Noores, das kleine Noor, abgedämmt. Das Ziel der Bedeichung war der Landerhalt, weniger die Landgewinnung wie an der Nordsee (KRAMER et ROHDE 1992). Eine Übersicht über den Deichbau und die Entwässerung bis zum Jahre 1872 gibt Tab. 5.1.1-1.

Tab. 5.1.1-1: Deichbau und Entwässerung vor 1872 (verändert nach KRAMER et ROHDE 1992)

Jahr	Ort
1581	Eindeichung des Geltinger Noores
1750	Eindeichung des Südlichen Geltinger Noores
1821	Wentorfer Deich; 1822 erhöht; 1825/26 zerstört
1821	Wischer Deich; 1826 erhöht; 1835 zerstört
1826	Barsbeker Deich; 1835 beschädigt, wieder aufgebaut
1866	Bedeichung der Probstei
1868	Bedeichung der Klosterseeniederung
1871	Bedeichung des nördlichen Seenbeckens auf Fehmarn
1871	Bedeichung des Fastensee bei Westermarkelsdorf auf Fehmarn
1826	Barsbeker Deich; 1835 beschädigt, danach wieder aufgebaut

Für die Damm- und Deichbauten musste Boden aus dem nahen Umland entnommen werden, dessen Masse begrenzt war. Fuhrwerke und Grabgeräte waren die wesentlichen Arbeitsgeräte. Daher konnten die Deiche nicht viel höher als die vorhandenen Strandwälle aufgefüllt werden (KRAMER et ROHDE 1992). Das erklärt den geringe Haltbarkeit und den geringen Schutz der Deiche in dieser Zeit.

So waren vor der katastrophalen Sturmflut am 13.11.1872 schon nicht mehr alle bis dahin gebauten Deiche erhalten geblieben (Tab. 5.1.1-2).

Tab. 5.1.1-2: Deich- und Dammbauten insgesamt vor der Sturmflut vom 13.11.1872 (verändert nach KRAMER et ROHDE 1992)

Ort	Anlage	Maße		Baumaterial
		Länge (m)	Höhe (m)	
Gelting, kleines Noor, Gelting – Grahlenstein	Damm	100	unbekannt	-
Goldthöfterberg, Beveroe	Damm	1300	unbekannt	-
Eckernförde, Altenhof	Straßendamm	1000	+ 3,2 m MW	Sandkern mit Lehm Böschung
Probstei, Westteil	Deich	2200	+ 2,4 m MW	bindiger Boden, Sodenböschungen außen 1:3, 1:4; innen 1:2
Dahme-Rosenfeld	Deich	5300	+ 3,8 m MW	Sand, Sodenböschung außen 1:4; innen 1:2
Cismar, Klostersee	Deich	2300	+ 3,4 m MW	wie Dahme-Rosenfeld
Wallnau, Koppendorfer See	Deich	5900	unbekannt	-
Westermarkelsdorf	Deich		+ 2,75 m MW	noch im Bau

Zur besseren Übersicht zeigt Abb. 5.1.1-1 die Küstenlandkreise Schleswig-Holsteins und darin die bestehenden Deich- und Dammbauten vor 1872 aus Tab. 5.1.1-2.

Zu diesen Deichen gehörten Entwässerungsanlagen, z.B. ein Sielbauwerk zur Entwässerung der Gruber Seeniederung (bei Cismar), das seit 1844 bestanden haben soll und 1866 durch ein neues Bauwerk im Strandwall ersetzt wurde. Als Schöpfwerke waren für die Trockenlegung des Klostersees 1862 und die des Koppendorfer Sees 1867 Wind-Wasserschöpfmühlen eingesetzt.



Abb. 5.1.1-1: Deich- und Dammbauten vor der Sturmflut vom 13.11.1872

Nach dieser katastrophalen Sturmflut wurde der Deichbau und die Entwässerung ausgefeilter und die Beanspruchung bzw. teilweise Vernichtung einiger Strandabschnitte schon intensiver. Nach KRAMER et ROHDE (1992) wurde die Höhe des Deiches jetzt erfahrungsgemäß 5 m, die Kronenbreite 3-4 m, die äußere Dosierung 1:6 und die innere 1:2, wenn der Deich aus guter Erde und im Schutze der vorliegenden und unberührt gebliebenen Dünen oder des Strandwalls hergestellt werden konnte. War das Material mäßig, so wurde der Bau mit mindestens 2 Fuß guter Bauerde überdeckt. War für die einzelnen Deichstrecken kein Raum hinter der Düne vorhanden und der Bau musste in exponierter Lage unmittelbar an der Ostsee ausgeführt werden, so wurde die äußere Böschung bereits mit einer Steindecke auf Geröllunterlage versehen und am Deichfuß eine Pfahlwand zum Schutz gegen Unterspülung projektiert. Insgesamt entstand in der Zeit von 1874 bis 1882 der erste wirksame Niederungsschutz an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste, der auch die Maßnahmen der folgenden Generationen prägte. In dieser Zeit wurden 15.095 ha Überflutungsgebiete durch 84.688 m Deiche geschützt und 26 Siele in Holz- und Steinbauweise mit Weiten von 0,65 m bis 8,6 m angelegt. Gleichzeitig entstanden an den Festlandsdeichen weitere 13 und auf Fehmarn 11 Sielwerke. Ihre Sohliefen lagen zwischen -0,7 m bis -1,5 m MW, ihre lichte Weite betrug zwischen 1,5 m und 8,6 m. Bis 1919 wurden noch 7 Strandwallverstärkungen mit Mindesthöhen bis NN +3,0 m ausgeführt. Bis 1945 schlossen sich weitere 6 Strandwallverstärkungen an. Die Sturmfluten von 1898, 1904, 1913/14, 1935 und 1941 erforderten die

Instandsetzung dieser, die oftmals mit einer Verstärkung verbunden war. Den Deichbaumaßnahmen ab 1883 folgte bis 1945 der Um- oder Neubau von 33 Sielen und rund 30 Schöpfwerken, die den Grundstock der heutigen Entwässerungsanlagen bildeten.

Die ersten BUHNEN baute man an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins erst nach der katastrophalen Sturmflut von 1872. Dies geschah nach KRAMER et ROHDE (1992) auch nur vereinzelt zum Schutz der Ufer. Die Anlage zunächst kleiner Buhnengruppen begann erstmals 1878/79 nach der Bedeichung der Waterneverstorfer Niederung mit 9 Buhnen. In den Jahren bis etwa 1920 wurden nur wenige weitere Buhnen errichtet. Eine Übersicht über die Buhnen vor Niederungen bis 1960 geben Tab. 5.1.1-3 und Abb. 5.1.1-2.

Tab. 5.1.1-3: Buhnen vor Niederungen bis 1960 (verändert nach KRAMER et ROHDE 1992)

Gebiet	Örtliche Lage	Baujahr	Anzahl	Art
Wallnau	Nordschleuse	1921	4	Beton
Klosterseeniederung	vor Lenste	1927	6	Holz
Waterneversdorf-Behrendorf	Nordmole	1930		
Strukkamp		1930/31		
Waterneversdorf	Nordmole	1933		
Grube-Wessek	südl. Dahme	1933		
Kembs-Behrendorf		1933/34	20	Doppelpfahlbuhnen mit Steinanlage
Ohrfeld-Kappeln	vor Ohrfeld	1936		
Langholz	vor Deich	1939	11	Steinbuhnen
Strukkamp		1947		Steinbuhnen
Albersdorf-Teschendorf Fehmarn		1949/50		Steinbuhnen
Ohrfeld-Kappel	westl. Hunhoi	1950	8	Doppelpfahlbuhnen
	östl. Hunhoi	1950	9	Doppelpfahlbuhnen
Klostersee	Kellenhusen	1950		
Wallnau	Nordschleuse	1951	9	Doppelpfahlbuhnen
Kembs-Behrendorf		1951	12	Doppelpfahlbuhnen
Probstei	Kalifornien	1951	9	Betonpfahlbuhnen
Damp-Dorotheental	Schleuse	1951	5	Betonpfahlbuhnen

Nur bis zur Mitte der 50er Jahre bestanden nach KRAMER et ROHDE (1992) außerdem noch vor der Niederung von Altbülk die 1875 errichtete Buhnengruppe aus 7 Buhnen in verschiedenen Ausführungen mit einem massiven Deckwerk. Des weiteren sechs Betonbuhnen (1928) vor Oehe an der Schlei sowie 15 doppelreihige Pfahlbuhnen mit angelagerten Findlingen (1935), eine Buhnengruppe vor Lemkendorf/Gollendorf auf

Fehmarn und eine weitere vor der Haffwiesenniederung bei Haffkrug. Die letzte Gruppe band in den bestehenden Strandwall ein und sie hatte elf Holzpfahlbuhnen (1920). Sie wurde 1954 durch neun weitere Buhnen ergänzt. Ihre Anbindung an den Strandwall wurde mit Strandhaferpflanzungen gesichert. Dazu gehörten auch Buhnen, die zusammen mit dem 1920/21 erbauten Fischereihafen Niendorf westlich der aus Findlingen geschütteten Zufahrtsmole angelegt wurden. Sie sollten die Lee-Erosion der Hafenmole auf den östlichen Timmendorfer Strand mindern.



Abb. 5.1.1-2: Buhnen vor Niederungen bis 1960

5.1.2 HISTORISCHER KÜSTENSCHUTZ IN MECKLENBURG-VORPOMMERN

Siebzig Prozent der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns befinden sich laut dem MBLU (1995) im Rückgang. Dabei kann mit einem durchschnittlichen Wert der Abrasion von 34 m pro Jahrhundert gerechnet werden. Dreiundzwanzig Prozent der Küste werden akkumuliert und nur sieben Prozent befinden sich in einem stabilen Zustand. Darum wundert es nicht, dass nach KRAMER et ROHDE (1992) bereits im 13. Jahrhundert zur Sicherung der Hafeneinfahrt der Seestadt Rostock und zur Unterbindung des Wassereinbruchs in den binnenseits der Nehrung liegenden Breitling Dünenbau betrieben wurde. 1423 ist von Zäunungen die Rede, die den Sand festhalten und die Düne erhöhen sollten. Auch vor den Dünen werden demnach im 15. Jahrhundert Zäune als Sandfänger erwähnt. Im 16. Jahrhundert werden Kiefern Samen eingesetzt, Weiden gepflanzt und die Bauern zum Mistfahren zur Düngung und Befestigung verpflichtet. Der Einsatz von Sand- oder Strandhafer zur Dünenbefestigung wurde schon in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhundert praktiziert. Nachweislich wurde 1579 Samen des Hafers in die Warnemündener Ostdüne eingebracht. Der Erfolg war offenbar gering, denn während der folgenden Jahrhunderte blieb der Strandhafer unerwähnt. So waren es sowohl an den Dünen von Rostock als auch den anderen Flachküstenabschnitten von Mecklenburg-Vorpommern im wesentlichen die Sandfangzäune, die bis in die Mitte des 18. Jahrhundert den windtransportierten Sand fingen und ablagerten.

Die ersten Erfolge mit der Sandgraskultur wurden 1795 in Danzig erreicht, indem man Saat und Pflanzung gemeinsam einsetzte, durch Zäune schützte und damit den Bewuchs dauerhaft machte. Als Pflanzung nahm man Dünengräser wie Strandroggen und Strandhafer, Netz- und Reihenpflanzungen wurden erprobt. Diese Dünenkultur fand in der Folgezeit auch in Vorpommern und Mecklenburg Anwendung und Verbreitung. Eigene Bemühungen der Dünenbefestigung gab es zu Beginn des 19. Jahrhundert noch in Rostock. Hier liefen Versuche zur Anpflanzung von Akazien, Weiden, Birken, Kiefern u.a., wie auch mit Kartoffeln, Mais und Futterrüben, nicht ohne vorher gedüngt zu haben. Zäune wurden verwendet und seewärts des äußeren Zaunes Sanddorn. Zeitweise wirkten die Dünen wohl wie Gärten und parkähnliche Anlagen.

1845/47 galt die Aufmerksamkeit bei Düneninstandsetzung zwischen Wustrow und Dierhagen der Schaffung gleichmäßiger geschlossener Dünenzüge, weshalb mühsam mit Zäunen von 1,50 m Höhe und künstlicher Sandauffüllung Schwachstellen beseitigt wurden. Als sicherste Befestigung aber wurden immer noch Flechtzäune und Sanddornpflanzungen angesehen. Der entscheidende Schritt des Dünenbaus, die planmäßige Befestigung durch Strandhaferpflanzung, fällt in Mecklenburg in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts. Die Dünenordnung des Amtes

Ribnitz von 1847 verbot neben dem Fahren, Reiten, Viehtreiben oder Weiden in den Dünen ausdrücklich das Gras- und Dünenkornschnitten und gab den Strandvögten sogar das Recht, empfindliche Strafen aufzuerlegen.

Der ständige Küsterrückgang, das Verlagern der Uferlinie landeinwärts, der schmale Strand und der kliffartige Abbruch führte zu natürlichen und künstlichem, landwärts gerichtetem Umlagern der Dünen. Deshalb wurde sehr früh auf dem Fischland südlich von Wustrow Dünenrückverlagerung betrieben. Die schwere Sturmflut von 1872 hat jedoch die Leistungsgrenze des Dünenbaus in einzelnen Abschnitten aufgezeigt und es kam auch hier zu einer deutlichen Intensivierung der Küstenschutzaktivitäten und auch zu neuen funktionellen Lösungen (vgl. KRAMER et ROHDE 1992).

Für bestimmte Abschnitte wurde nun der Schutz durch DEICHBAU erforderlich. Da im Februar 1874 eine weitere schwere Sturmflut hereinbrach, kam es zur Verwirklichung erster Deichbauten. Die Landzunge zwischen Rerik und der Halbinsel Wustrow stand bei beiden Sturmfluten auf ganzer Länge unter Wasser; hier wurde bereits 1874 ein Dünendeich auf über 900 m Länge errichtet.

Fast 6 km lang war der zweite Abschnitt der mecklenburgischen Küste, zwischen den Dörfern Dierhagen und Wustrow auf dem Fischland, auf dem 1875 bis 1877 ein 4,75 km langer Seedeich errichtet wurde. Die Düne war hier fast vollständig verschwunden. Der Sandkörper wurde mit Lehm bedeckt und mit Rasen belegt.

Auf der Insel Hiddensee südlich von Neuendorf wurde 1875 bis 1878 ein Deich mit Granitsteindecke errichtet. Bereits 1874 baute man auf der Halbinsel Bug einen 850 m langen Deich ähnlich dem bei Neuendorf. Ab dem Buger Hals entstand anschließend auf 700 m Länge ein Erddeich. Zur Sicherung des Vorlandes wurden 1874 Buhnen gerammt.

Der gefährdetste Abschnitt auf der Insel Usedom ist die Landzunge zwischen Zempin und Koserow. Unmittelbar nach der Sturmflut von 1872 begann der Bau auf 2450 m Länge eines Deichkörpers aus Sand mit Lehm und Rasen bedeckt. 1884 wurde zwischen Börgerende und dem Hochufer Nienhagen ein Deich auf 1450 m Länge errichtet (vgl. KRAMER et ROHDE 1992). Sie wurden gebaut, um bei schweren Sturmfluten Küstenliniendurchbrüche zu verhindern und das Hinterland vor Überflutungen zu sichern. Damit ergänzten sie die Dünen, deren Leistungsfähigkeit als nicht mehr ausreichend eingeschätzt wurde (UMWELTMINISTERIUM MV 2003).

In den 1840er Jahren wurden zum Schutz vor Erosion die ersten BUHNEN auf der Insel Ruden errichtet. Die Buhnenlängen wechselten zwischen 18,5 – 37 m, der gegenseitige Abstand betrug rund 23 m. Westlich von Warnemünde, am Übergang von der Steilküste zur Flachküste wurde in den 1850er Jahren die erste Steinbuhne

mit der Aufgabe gebaut, den Sand von der Hafeneinfahrt fernzuhalten. Sie bestand aus zwei parallelen Pfahlreihen mit dazwischen gepackten Steinen. Zur Sicherung der Düne vor Börgerende entstanden bis 1872 15 dichte Pfahlbuhnen, wobei sie bei einer Länge von 23 m auch in 23 m Abstand zueinander standen. Westlich der Jemnitzschleuse wurden gleichfalls derartige Pfahlbuhnen geschlagen. Abb. 5.1.2-1 verdeutlicht noch einmal den massiven Eingriff auf den Strand durch diese harten Küstenschutzmaßnahmen.

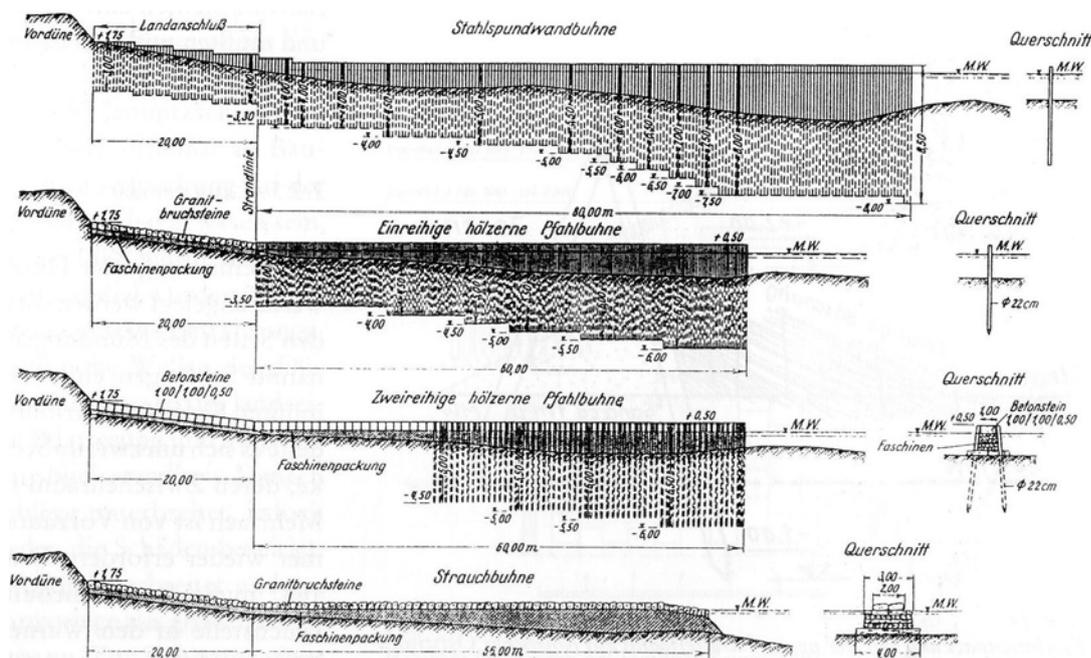


Abb. 5.1.2-1: Bühnenbauweisen auf Hiddensee (KRAMER et ROHDE 1992)

Nach 1874 wurden auf Zingst die Pfahlbuhnen weiterentwickelt. Die Höhe wurde auf 0,2 m über MW festgelegt, die bei horizontaler Kronenlinie im Strand auslief. Doppelte Pfahlreihen mit dazwischen gepackten Steinen schlossen an die Pfahlbuhne an und reichten bis zur Düne. Allerdings bestand nach 1875 auf Zingst trotzdem mehr Vertrauen zu Strauch- und Faschinenbuhnen¹² mit Steinbeschwerung. Davon gab es bald 207 Stück, während 29 einreihige Pfahlbuhnen gerammt wurden. Weitere Entwicklungen folgten, so Bühnen aus zwei oder drei Pfahlreihen, die in 1 m- Abstand nebeneinander senkrecht zur Uferlinie und mit 1 m- Abstand von Pfahl zu Pfahl geschlagen wurden. Der Zwischenraum wurde mit Busch ausgepackt; starken Eisendraht spannte man nach Einbringen der Buschpackung von Pfahl zu Pfahl.

¹² Ein mit Draht gesichertes walzenförmiges Reisigbündel mit einer Stärke bis zu 50 cm und einer Länge bis zu 6 m. Unter Wasser werden dabei Senkfascinen eingesetzt, die mit Steinen beschwert sind (Lexikon der Geowissenschaften 2002).

Im Jahr 1887 und 25 Jahre nach der Einführung der geschlossenen Pfahlbuhne, kam es zur offenen Pfahlbuhne, wobei eine einfache Pfahlreihe mit Zwischenräumen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{7}$ der Pfahlstärke empfohlen wurde.

Das zwischen 1890 und 1900 vor den Westdünen vor Warnemünde errichtete Buhnensystem nutzte die sandfangende Wirkung der Faschinenbuhne. Die Buhnenlänge betrug etwa 50 m, ihr gegenseitiger Abstand 100 m.

Ein gänzlich anderer Buhnentyp entstand mit Beginn des 20. Jahrhunderts vor Neuendorf/Hiddensee, als nach den Sturmfluten vom April 1903 und Dezember 1904 Steinwälle etwa 25 m seewärts der Uferlinie errichtet wurden. Zur Sicherung des Meeresbodens vor dem Steinwall wurden in 100 m Abstand voneinander 10 Buhnen aus gekreuzten Faschinen mit Steinbeschwerung ohne Pfahleinlassung gebaut. Besonders in den 30er Jahren entstanden umfangreiche abgewandelte Pfahlbuhnengruppen an vielen Flachküstenabschnitten.

Buhnen aus zwei Pfahlreihen mit Faschinentauspackung und Steinbeschwerung wurden vor Ahrenshoop (20 Stück) und auf Zingst (170 Stück) mit vorgefertigten Betonsteinen bedeckt und zwischen 1932-34 gebaut. Zingst besaß in den 30er Jahren insgesamt 406 Strauchbuhnen mit Steinbeschwerung. 1934/35 wurde das Buhnensystem von Ahrenshoop, das bisher aus 7 einreihigen Pfahlbuhnen und 20 Faschinenbuhnen mit Betonsteinbeschwerung bestand, um 27 Stahlspundwandbuhnen erweitert. Buhnenlänge und Abstand waren jeweils 100 m. Das Buhnensystem hatte starke Lee-Erosion am nördlichen Abfluss erzeugt. Auch auf Zingst sowie auf Hiddensee und auf Rügen sind Stahlspundwände für Neubau und seewärtiger Verlängerung von Buhnen benutzt worden. Korrosion und Sandschliff haben die Wandstärke stark vermindert und Kolkrinnen, durch den ständigen Strudel entstandene Hohlformen, haben ihre Standfestigkeit auf der Schorre beeinträchtigt, so dass sie nach 1-2 Jahrzehnten nicht mehr funktionstüchtig waren.

Bereits 1510 wurden zu beiden Seiten des Mündungsbollwerks von Warnemünde LÄNGSWERKE sog. Schlengen, eine Art Packwerk, erbaut. Dabei handelte es sich um zwei im Seeschlag errichtete Parallelpfahlwerke, deren Zwischenraum mit Grus und Steinen gefüllt war. Mehrfach ist von Vorzäunen in der Brandung die Rede. Immer wieder erfordern Durchbrüche Längswerke. 1687 musste zur Schließung einer fast 3 km langen Durchbruchsstelle in den Warnemündener Dünen ein aufwändiges Längswerk aus zwei parallelen Zaunreihen, die mit starken Pfählen und Klammern befestigt waren und die eine Füllung aus Steinen erhielten, gebaut werden.

Jahrhunderte später war die Entwicklung wenig fortgeschritten! Nach starken Abbrüchen der Tarnewitzer Düne wurde 1868 eine leichte Holzkonstruktion, ein sog. Bretterbollwerk, gebaut. Dabei wurden in 4 m Abstand 0,3 m starke und 2,3 m lange

Holzpfähle 1,2 m tief, schräg in die Erde gerammt. Ähnliche, nur wenig festere hölzerne Parallelwerke entstanden in den 70er Jahren im Rostocker Stadtgebiet, in Graal-Müritz und an anderen Flachküsten. 1874 wurde eine Parallelwand, verbunden mit Faschinenhinter- und Vorpäckung, auf 1365 m Länge am Heiligen See östlich von Warnemünde errichtet.

1887 wurde das erste DECKWERK¹³ gebaut. Als Baumaterial wurden Natursteine verwendet. 1884 wurde zur Sicherung einer Dünenböschung vor Heringsdorf/Usedom erstmals ein Betondeckwerk gebaut. Der breite und hohe Sandstrand verringerte die Belastungen, so dass auf eine Fußvorlage verzichtet werden konnte. Ein Beispiel für ein Deckwerk aus dieser Zeit zeigt Abb. 5.1.2-2.

Die Sturmflut vom Dezember 1904 hat mehrere neue Sicherungsmaßnahmen ausgelöst. Am Weststrand von Thiessow/Rügen entstanden auf 430 m Länge unmittelbar an der Uferlinie ein Steinwall und ein Deckwerk aus großen Findlingen.

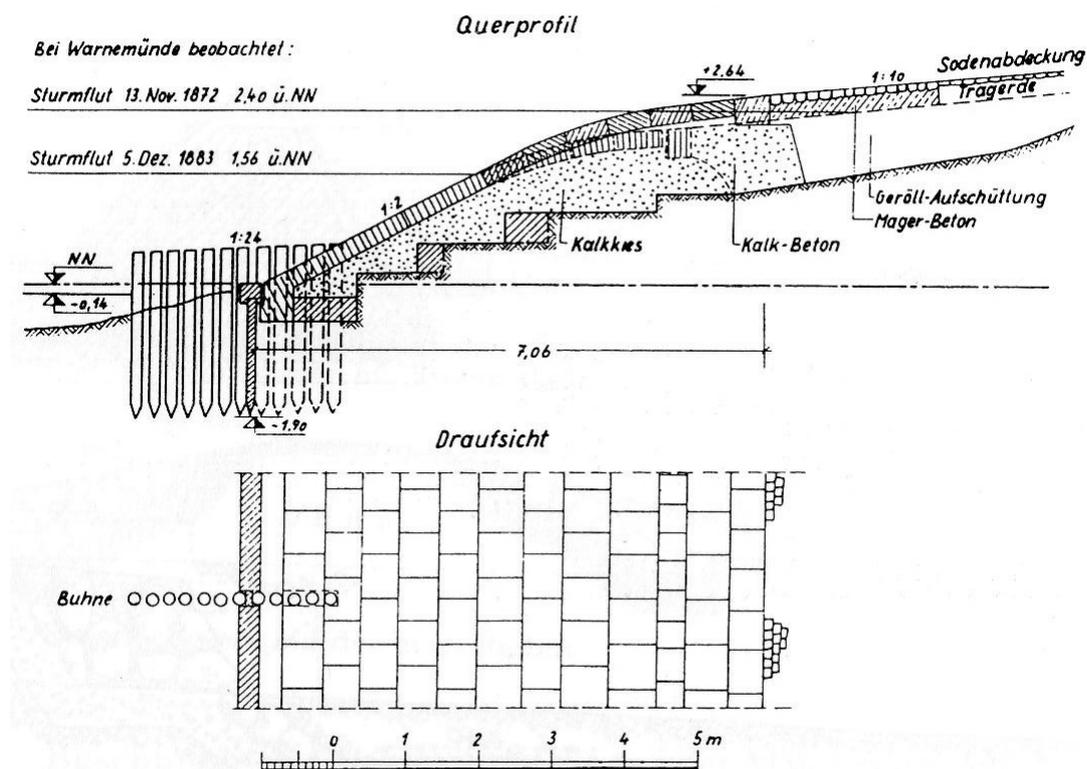


Abb. 5.1.2-2: massives Deckwerk bei Heiligendamm 1887 (KRAMER et ROHDE 1992)

¹³ Ein flächenhaftes Bauwerk zur Befestigung oder zum Schutz eines Deiches durch Steinschüttungen, Pflasterungen, häufig auch in Kombination mit ingenieurbioologischen Bauweisen. Offene Deckwerke bestehen aus Steinschüttungen oder Betonsteinpflaster, geschlossene Deckwerke z.B. aus Asphaltbeton, Betonplatten, Steinschüttungen oder Steinsatz mit Vollverguss (Lexikon der Geowissenschaften 2002)

Auf Hiddensee vor Neuendorf wurde ein 1090 m langer Steinwall gebaut, wobei vier Einzelsteinwälle entstanden. Sie bestehen aus großen Granitbruchsteinen und gespaltenen großen Findlingsblöcken. Auch auf der Insel Ruden, die bereits 1877 eine Schutzmauer besaß, wurde 1904 der vorhandene Steinwall verlängert und verstärkt und weitere errichtet. Ein kurzer Abschnitt war noch als Düne durch Deckwerke zu schützen. Im Süden war auf einer Länge von 950 m ein Längswerk als Mittelrippe gebaut, welches aus Natursteinen auf Buschunterlage besteht. Daran stoßen in Abständen von 50 – 80 m Querwerke. 1914 wurde westlich von Warnemünde auf einer Länge von 400 m ein Dünendeich mit Böschungsbefestigung (Beton), Fußsicherung (Spundwand) und wellenabweisender Brüstungsmauer erbaut. Im Strömungsschatten der ständig verlängerten Molen wuchs die Düne und hat das Deckwerk vollständig überdeckt. Küstenparallele Wellenbrecher sind erst seit 1978 an der Ostseeküste von M-V zu finden. In Dranske auf Rügen entstand das erste Bauwerk, 1990 bestanden bereits 12 Wellenbrecher und 1992 wurden 5 weitere am Weststrand von Thiessow gebaut. Die in der Vergangenheit erbauten Deiche und Hochwasserschutzdünen dienen größtenteils bis heute dem Küstenschutz (vgl. KRAMER et ROHDE 1992). Trotzdem wurden immer neue Ideen entwickelt und neue Methoden umgesetzt.

Um den Küstenrückgang aufzuhalten, erfolgte bspw. 1968 vor Graal-Müritz erstmals eine Strandaufspülung von See aus. Auf einer Länge von fast 2 km wurden vor Graal-Müritz Ost 350.000 m³ Sand aufgespült, die zuvor weit entfernt aus der Ostsee entnommen wurden. Insgesamt sind zwischen 1968 und 1997 an der Küste fast 11 Mio m³ Sand aufgespült worden. Eine deutliche Zunahme der Aufspülungen erfolgte nach der Sturmflut vom 3./4. November 1995 (UMWELTMINISTERIUM MV 2002), doch hierfür werden im Folgenden unter 6.1 noch aktuellere Zahlen geliefert. Abb. 5.1.2-3 zeigt alle Küstenorte in Mecklenburg-Vorpommern noch einmal auf, in denen Küstenschutzmaßnahmen in der Vergangenheit stattfanden.



Abb. 5.1.2-3: Aktivitäten des Historischen Küstenschutzes

5.2 HAFENBAU, FISCHEREI UND LANDWIRTSCHAFT

Schon von Beginn an des Schiffsbaus und dem Handel mit Schiffen auf der Ostsee im 8. Jahrhundert nach Christi Geburt lagen Hafenorte vor allem an flachen Ufern. Dort konnten die Boote und späteren Schiffe dicht am Ufer landen, vertäut und gut be- und entladen werden. Die ersten Häfen aus dieser Zeit an der deutschen Ostseeküste waren unter anderem Menzlin bei Anklam an der Peene, in Ralswiek auf Rügen und in Dierkow bei Rostock. Nicht sehr viel später entstand einer der bedeutendsten Handelsplätze der Wikingerzeit in Nordeuropa, nämlich Haithabu in der Nähe des heutigen Schleswig an der Schlei.

Die Fischerei wurde vorwiegend in Ufer- und Küstennähe betrieben. Mittels Stellnetzen, Aal- oder Hechtangeln und Reusen brachten Fischer Zander, Brachsen, Hecht, Barsch und Aal an Land. Im April bis Juni konnten sie mit reichem Heringsfang vor ihrer Küste rechnen. Führen z.B. die Rostocker um 1580 mit größeren Schiffen durch den Sund zum freien Heringsfang an die norwegische Küste, ging es zwischen Recknitz und Prerowstrom weit bescheidener zu. Es fehlte einfach an Geld, um ihre offenen Fangfahrzeuge durch große und seetüchtige Schiffe abzulösen. Für diese Region war bis zum 18./19. Jahrhundert das offene, kleine Ruderboot, zum Teil mit einem Hilfssegel versehen, bestimmend. Von zwei oder vier Mann gerudert, um an die Stellnetze, Angeln oder Reusen zu gelangen, vorausgesetzt der Wind blies nicht über Stärke fünf. Neben einigen Zeesenbooten und den zahlreichen kleinen offenen Ruderbooten kam zum Fischfang auf Bodden und Küste vor allem der mecklenburgische Fischerkahn, genannt Heuer, zum Einsatz. Das noch bis in das 20. Jhd. verwendete einmastige, bis zu 10 m lange, Fahrzeug konnte bis zu 20 Quadratmeter Segelfläche setzen. Damit konnte man mehrere Tage und in entfernte Gebiete auf Fang gehen. Größere Fischerboote erforderten unausweichlich, dass sich die Fischer zusammenschlossen. Schon das Setzen und das Heben voller Netze konnte ein Einzelner nicht schaffen. Auch die Bedienung des größeren Bootes war für eine Person zu viel. Durch diese Gruppenarbeit entstand eine soziale Struktur, denn es gab neben dem Besitzer der Geräte noch den Anteil- oder Mitfischer und den Fischerknecht. Von je her wurden der Erlös des Fangs und die Aufwendungen unter den Mitgliedern anteilmäßig verteilt. Die ersten Fischdampfer benutzten noch Langleinen als Fanggeschirr für die Fische. Bald wurde aber die Fangmethode auf Schleppnetze umgestellt. Die Netze werden entweder seitlich an den Schiffen ausgesetzt oder am Heck des Schiffes hinterhergezogen. Die Schleppnetze haben ein Grundgeschirr, das über den Boden gezogen wird und durch sog. Scherbretter offen gehalten wird ([HTTP://WWW.UMWELTSCHULEN.DE](http://www.umweltschulen.de)). Der Sandstrand wurde dabei lediglich als Lagerplatz für die Fischerboote und allenfalls noch zur Jagd und Sammlung von

Treibgut genutzt und zählten damit zu den wenigen vom Menschen annähernd ungenutzten Lebensräumen.

Die Entwicklung vom Fischerort zum Ferienort verlief an der deutschen Ostseeküste meist ähnlich wie ein paar Beispiele auf der deutschen Seite von Usedom mit einer Sandstrandlänge von 37,5 km veranschaulichen sollen.

KARLSHAGEN ([HTTP://WWW.USEDOM-INFOWEB.DE](http://www.usedom-infoweb.de)): 1829 ließen sich mehrere, auf den Heringsfang spezialisierte Fischer nieder. Der Hafen lag dabei am Peenestrom. Seit 1885 entwickelte sich das Fischerdorf zum Seebad, wobei ab 1936 das Badewesen zeitweise still stand, da Karlshagen im Rahmen der Peenemünder Heeresversuchsanstalt zum Sperrgebiet erklärt wurde. Nach 1990 hat sich hier nicht nur die Zahl der Touristen erhöht, sondern auch die Zahl der Einwohner, da viele neue Einfamilienhäuser entlang des Strandes entstanden.

TRASSENHEIDE ([HTTP://WWW.SEEBAD-TRASSENHEIDE.DE](http://www.seebad-trassenheide.de)): 1786 erstmals erwähnt. 1823 Gründung der Hering- und Fischerkolonie die vom königlichen Finanzministerium verfügt wurde. Dabei siedelten sich 13 Fischer an, die durch gute Heringsfänge einen baldigen Aufschwung erlebten. So hatte die Kolonie 1840 bereits 138 Einwohner. Mitte des 19. Jahrhunderts begannen die Fischerfamilien aufgrund schlechter werdender Fänge ihren Unterhalt mit Sommergästen aufzubessern und Trassenheide wurde ebenfalls zum Seebad. 1943 wurde Trassenheide von einem Bombenangriff, der eigentlich der Heeresversuchsanstalt galt, stark zerstört, so dass es bis 1947 keinen Badebetrieb gab. Später wurde neben einigen Hotels ein Campingplatz mitten im Küstenschutzwald hinter den Dünen mit 300 Stellflächen errichtet.

ZEMPIN ([HTTP://WWW.SEEBAD-ZEMPIN.DE](http://www.seebad-zempin.de)): 1571 erstmals als Fischer- und Bauerndorf erwähnt. 1820 führten große Heringsfänge zum Bau von kleinen, in Fachwerk oder aus Backstein errichtete Salzhütten am Strand. Mitte des 19. Jahrhunderts hatte das Dorf 50 Einwohner. 1860 trieben 5 Boote Strandfischerei und 8 Boote auf dem Achterwasser (flache Ausbuchtung der Peene). Der Hafen befand sich immer am Achterwasser. 1895 Bau der Strandhotels, damit Beginn des Seebades, in der DDR wurden daraus FDGB-Heime, jetzt sind es wieder Hotels. 1908 Beitritt der Gemeinde Zempin zum Deutschen Bäderverband. 1911 wird die Erreichbarkeit durch den Bahnanschluss erhöht. 1933 Errichtung einer Seebrücke, die allerdings nach dem Krieg zerfiel. 1956 wurde auch hier ein Campingplatz in den Dünen errichtet. Später Errichtung einer Ferienanlage in den Dünen, 50 m vom Strand entfernt.

KOSEROW ([HTTP://WWW.SEEBAD-KOSEROW.DE](http://www.seebad-koserow.de)): wurde erstmals 1347 erwähnt und ist damit eine der ältesten Siedlungen der Insel Usedom. Aufgrund des Heringsfischfanges entstanden auch hier einzelne Salzhütten am Strand. 1846 reisten die ersten Badegäste mit dem Pferdewagen oder dem Segelboot an. Am

Strand entstanden für die Badelustigen ein Herren- und Damenbad, später sogar ein Familienbad und eine Seebrücke. Mit der Zeit verloren die Badeanstalten jedoch an Bedeutung. Eis und Sturm zerstörten die Seebrücke, die heute mit 261 m Länge wieder vorhanden ist. Während des 2. Weltkrieges erfährt das Badeleben auch hier einen starken Rückgang und danach einen erneuten Aufschwung, der jedoch bis zur Wende vom gewerkschaftlich organisierten Tourismus geprägt war.

ÜCKERITZ ([HTTP://WWW.USEDOM.OST-SEE-URLAUB.DE](http://www.usedom.ost-see-urlaub.de)): 1270 wurde dieser Ort erstmals erwähnt. 1388 wurde hier das erste Gästehaus auf der Insel Usedom gebaut. 1820 besitzt der Ort 69 Wohnhäuser und 403 Einwohner. 1893 kehrten die ersten Urlauber in die zwei Gasthäuser von Ückeritz ein. 1902 entstand die erste Badeanstalt. Zwischen 1946 und 1989 entstand vergrößerte sich der Ort mit Eigenheimen, einer Kleingartenanlage, einem Campingplatz hinter dem Küstenschutzwald, Sportplatz, Kurplatz usw. Erst nach 1990 wurde der Ort an die zentrale Be- und Entwässerung angeschlossen. Der Campingplatz wurde auf 700 Stellflächen erweitert und ein Sportboothafen am Achterwasser erbaut.

BANSIN ([HTTP://WWW.TI-BANSIN.DE](http://www.ti-bansin.de)): Bansin ist das kleinste der „Kaiserlichen 3“ Seebäder neben Heringsdorf und Ahlbeck, verbunden durch eine fast 9 km lange Strandpromenade. Bansin wurde als Seebad vor mehr als 100 Jahren als solches geplant und ist im Stile der Bäderarchitektur am Reißbrett entstanden.

HERINGSDORF ([HTTP://WWW.USEDOM-INFOWEB.DE](http://www.usedom-infoweb.de)): Es ist nach Swinemünde das älteste und vornehmste Seebad auf Usedom. Nachdem der Ort 1818 als Fischerdorf angelegt wurde, setzte 1825 der Badebetrieb ein. 1879 wurde es als Seebad anerkannt.

AHLBECK ([HTTP://WWW.AHLBECK.DE](http://www.ahlbeck.de)): Vermutlich um 1700 gegründet. 1852 fand hier die erste kleine Badesaison statt. Neben 3500 Einwohnern gibt es auch hier unzählige Hotels und Villen im Stile der Bäderarchitektur. Zusammen bieten die drei Kaiserbäder fast 14.000 Gästebetten an wobei nur die Betriebe ab 9 Betten berücksichtigt wurden.

Ein direkter Einfluss der Landwirtschaft auf den Strand fand in historischer Zeit lediglich bei der Sammlung des Tang und des Seegrases statt, welches auch schon mal großflächiger in der Flachwasserzone „abgeerntet“ wurde, um es dann als Dünger auf die Äcker zu bringen. Ein indirekter Einfluss der Landwirtschaft auf den Strand entstand allerdings im 20. Jahrhundert, als man von der Pflanzen- zur Tierproduktion überging. Die Nachfrage nach Fleisch, Milch und Milchprodukten stieg aufgrund der gestiegenen Einkünfte der Stadtbevölkerung rasant an. Das von Bakterien im Pansen der Rinder freigesetzte Methan trug dabei zu einer Gasemission vorher nicht gekannter Größenordnung bei und damit zu einer Luftverschmutzung bis hin zu einem kleinen Beitrag zum anthropogenen

Klimawandel. Vorher müssen die Erträge auf den Feldern ins Unermessliche steigen, damit möglichst viele Tiere in den Ställen gemästet werden können. Die dafür benötigte organische Düngung in Form von Phosphor und Stickstoffverbindungen eutrophieren die Ostsee über die Entwässerung und über Fluten nun schon seit über hundert Jahren. Mineraldünger wird sogar schon seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Form von Phosphat, Stickstoffverbindungen und Kalium auf die Äcker gebracht, die größtenteils aus Abfallprodukten bei der Verhüttung von Eisen oder beim Abbau von Steinsalz gewonnen wurden. Nach dem zweiten Weltkrieg entstanden vielerorts riesige Viehställe, deren Gülle teils direkt neben in die Ostsee mündende Flüsse ausgebracht wurde, sodass Grund-, Fluss- und Ostseewasser hochgradig eutrophiert wurden (KÜSTER 2002).

5.3 HISTORISCHER TOURISMUS AM SANDSTRAND

Schon früh schätzte der anfangs dominierende Kulturreisende die Eigenarten der Ostsee. Da ist zum einen die Kultur von Land und Leuten, ein Interesse an der Vergangenheit sowie an den Schönheiten von Städten, Bewohnern und Landschaften der deutschen Küste das schon zu Zeiten der Romantik aufkam. Zum anderen sind es die Beständigkeit des Wassers ganz ohne Tiden sowie die Dynamik, die stetige Veränderung der Küste, die auch für den Küstenbesucher an vielen Stellen sichtbar wird (KÜSTER 2002). Informationen über die Dynamik des Abbruchs von Steilküsten und der Entstehung attraktiver breiter Sandstrände enthält Kapitel 4. Die Einheimischen der Küstenregionen hatten ihre Häuser und Dörfer eher meerabgewandt an windgeschützten Waldrändern und auf Anhöhen errichtet um den Naturgewalten des Meeres mit unberechenbaren Fluten trotzen zu können (MUNDT 2006). Auch wären sie nie auf die Idee gekommen, sich als Badende freiwillig den Gefahren und Schrecken einer unberührten Natur wie der des Meeres (MÜLLER 2007) auszusetzen. Ein Muss, sich dem Meer zu nähern gab es lediglich für die Fischerdörfer und ihre Fischer dar, Hafenstädte lagen zumindest in Buchten ein Stückchen landeinwärts. Für Besucher der Ostseeküste mussten also eigens Siedlungen erbaut werden (MUNDT 2006). Die ersten Besucher der Ostseeküste waren Ende des 18. Jahrhunderts Maler und andere Künstler. Deren Abbildungen und Malereien von Küstenformationen und vor allem dem romantischen Zusammenspiel von Land und Wasser sollten zur weiteren Popularität der Küste führen. Ab den 1880er Jahren nahmen die Künstlerkolonien nach KÜSTER (2002) einen erheblichen Aufschwung, wobei sie sich vor allem in Ekensund an der Flensburger Förde, mehr aber noch in Ahrenshoop auf dem Darß, Rügen, Vilm und Hiddensee trafen.

Der Bädertourismus in den ersten Seebädern hatte nach KÜSTER (2002) zunächst exklusiven Charakter mit weißen Villen, die teilweise Schlosscharakter besaßen. Das erste deutsche Seebad wurde 1793 in Heiligendamm gegründet, gefolgt von dem Seebad Travemünde 1802. Das erste Seebad auf Rügen wurde Putbus-Lauterbach im Jahre 1818. In den darauf folgenden Jahren folgten Grömitz und Scharbeutz im heutigen Landkreis Ostholstein und von etwa 1865 an hatte der Timmendorfer Strand an der Lübecker Bucht seine ersten Badegäste. Seit den 1860er Jahren fuhren die Touristen nach Saßnitz auf Rügen, doch zwei Jahrzehnte später musste es seine Beliebtheit an das elegantere Binz abgeben. Nach 1870 entstanden weitere Seebäder in Schleswig-Holstein, so z.B. Burg auf Fehmarn und Heiligenhafen.

Die Flachküstenabschnitte der deutschen Ostseeküste waren prädestiniert für prächtige Seebäder, wie sie in Boltenhagen, Sellin und Göhren auf Rügen, in Heringsdorf, Ahlbeck und Zinnowitz auf Usedom erbaut wurden. Sie entstanden nach

KÜSTER (2002) dort, wo die Küste des Abbruchs und der neu gebildete Sand aneinander stießen, dort wo vorher die Hütten der Fischer lagen, denn dort musste man weder die Steilküste bezwingen noch zu weit über den Sand wandern oder gar Haff und Nehrung überqueren um ans Meer zu gelangen.

Die in Mode gekommene „gesunde Bräune“ durch die Sonnenintensität am Strand, die klare und durch das Meer leicht salzhaltige Luft, ein leichter, über den Sand streichender Seewind, die gelegentliche Abkühlung durch ein Bad in der Ostsee und das abendliche Flanieren auf der Promenade sowie das nächtliche gesellige Beiwerk wurde und wird als besonders erholsam angesehen (MUNDT 2006).

Dieser Tourismus wirkte sich insgesamt nur auf einem schmalen Küstenstreifen an geeigneten Badestellen landschaftsverändernd aus (KLUG 1996), jedoch war der Sandstrand als das genutzte Biotop punktuell schon voll betroffen. Die Art der Nutzung ist dabei immer dieselbe. Badete man um 1800 noch ungesehen und unbekleidet vom Badekarren aus, wurde 1882 der Strandkorb erfunden und



Abb. 5.3-1: Badekarren um 1800
([HTTP://WWW.BOLTENHAGEN-OSTSEEURLAUB.DE](http://www.boltenhagen-ostseeurlaub.de))

pflasterte von nun an die Strände der Ostsee. Durch das Sandburgen bauen, Menschen in den Sand eingraben, Ball spielen und auf Handtüchern liegen wurde und wird der Strand in den Sommermonaten förmlich umgegraben. Die

immer besser werdende Erreichbarkeit der Küste durch den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur mit Straßen und Eisenbahnen tat ihr übriges.

Der eigentliche flächendeckend schädliche Massentourismus entwickelte sich erst im 20. Jahrhundert im Zuge der fortschreitenden Industrialisierung mit der Festschreibung des Urlaubs. Aus kleinen, meist idyllischen Fischerdörfern gingen auf einmal Zentren des Tourismus hervor, die ihre Siedlungsfläche im Laufe der Zeit enorm ausdehnten. Die ersten Feriengroßprojekte an der Küste stellten nach einer Studie des DTV (2002) Appartementanlagen in SH dar, die seit den 1950er Jahren vermehrt entstanden. Die eigentliche Boomphase dieser Projekte fand jedoch in den Jahren 1969 bis 1973 statt. Graphisch kann dies in Abb. 5.3-1 nachvollzogen werden.

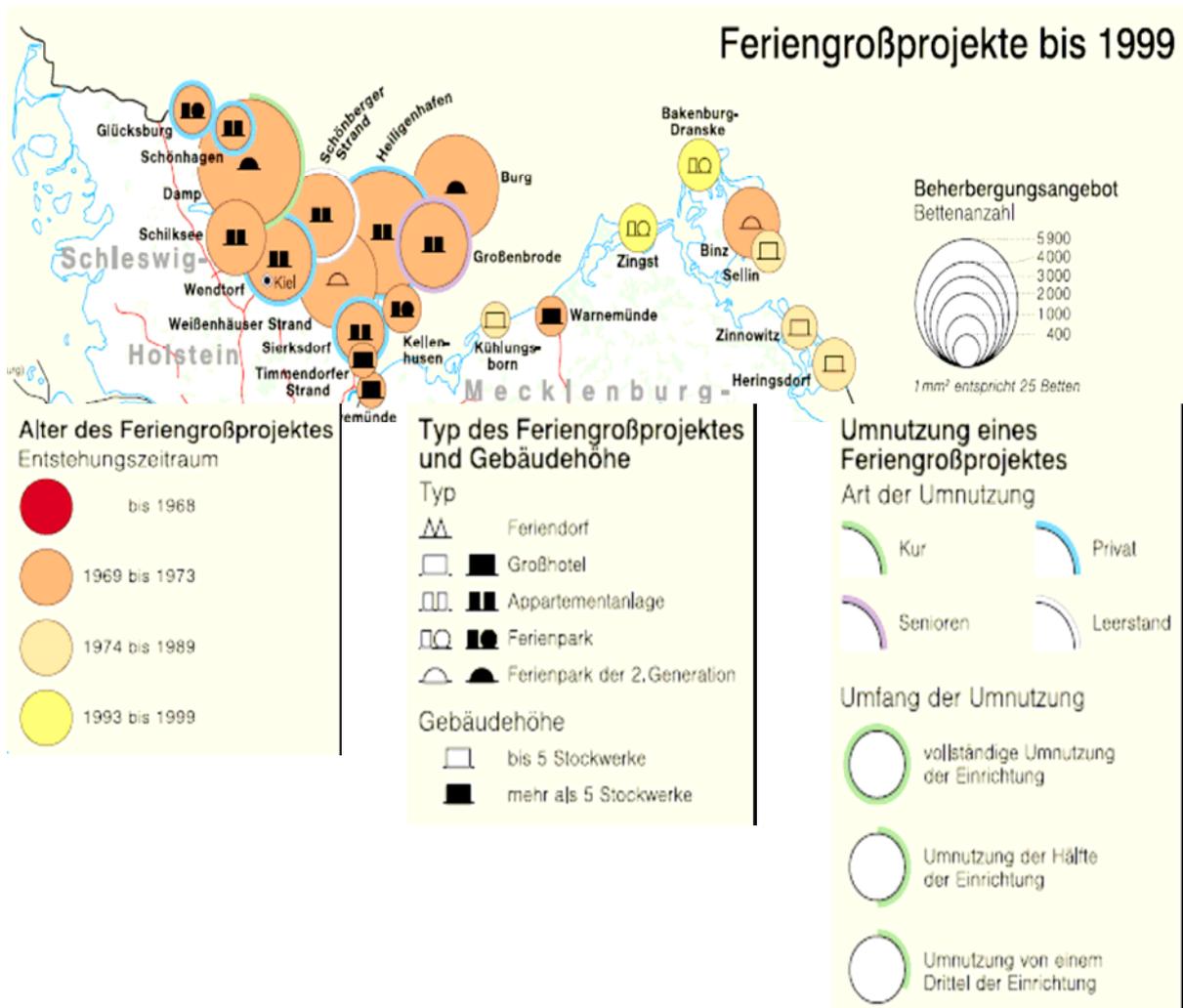


Abb. 5.3-2: Feriengroßprojekte an der deutschen Küste bis 1999 (verändert nach DTV 2002)

Im Rahmen des Individualtourismus kamen vor allem in Schleswig-Holstein nach KLUG (1996) Hotels, Pensionen, Ferienhäuser und Ferienwohnungen, Kurmitteleinrichtungen, Wellen-, Spaß- oder Erlebnisbäder, Uferpromenaden, Yachthäfen usw. dazu, mit denen eine Verdichtung, Verstädterung der Ortskerne und Zersiedelung der Landschaft einherging.

Damp mit einem riesigen Ferienpark im Landkreis Rendsburg-Eckernförde sowie die beiden Großhotels „Maritim“ in Travemünde sowie am Timmendorfer Strand mit mehreren Hundert Betten zeugen von dem Ansturm auf die Küsten und damit auf erste Massenbelagerungen am Strand.

Zur gleichen Zeit gab es in MV die Möglichkeit über den Freien Deutschen Gewerkschaftsbund (FDGB), auf staatlichen Campingplätzen und in Jugendeinrichtungen Urlaub an der Küste zu machen. Individualtourismus machte hier lediglich 10 bis 20 Prozent aus (DTV 2002).

Im Rahmen dieses staatlich gesteuerten Massentourismus entstanden riesige Ferienzentren wie beispielsweise der in der Vorkriegszeit erbaute Gebäudekomplex Prora zwischen Binz und Saßnitz auf Rügen, der den Angehörigen der bis zu 10.000 stationierten Soldaten der NVA als Erholungsheim und Kinderferienlager mit 1000 Betten ([HTTP://WWW.MUSEUMSMEILE-PRORA.DE/](http://www.museumsmeile-prora.de/)) zur Verfügung stand. Bevor hier eine der größten Baustellen des Dritten Reiches entstand, bestand die „Prorer Wiek“, eine der schönsten Buchten an der Ostküste Rügens, aus einem unberührtem Naturschutzgebiet. Da der Materialtransport auch über die Seeseite erfolgte, musste der Hafen Lauterbach bei Putbus ausgebaut werden. An der Kaianlage des Seebades wurde so eine Löschbrücke für Schiffe bis zu 200 Tonnen angelegt ([HTTP://WWW.RUEGEN-KOMPASS.DE](http://www.ruegen-kompass.de/)).

Die Anlage von Großcampingplätzen mit entsprechenden Parkplatzflächen, die Ver- und Entsorgung auf diesen Plätzen, die unerlaubte Bebauung der Flächen mit Gewerkschafts- und Betriebsheimen und das unregelmäßige Befahren mit PKW's stellen nach KLUG (1996) eine der größten Sünden des Tourismus in der DDR dar.

SCHERNEWSKI (2003) verdeutlicht, dass sich der Massentourismus in den 80er Jahren nur auf die Monate Juli und August beschränkt hat aber extrem hohe Intensitäten in unmittelbarer Strandnähe aufwies. Es handelte sich um ortsgebundenen Badetourismus, der das Hinterland relativ wenig einbezog. Entlang der Küste kam es zu starken Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch Bauten. Zudem entwickelte sich keine ausgeprägte touristische Infrastruktur, was aber die schon angesprochenen erheblichen Umweltprobleme mit sich brachte.

Beispiele zeigen, dass die Campingplätze meist direkt am Meer oder an Strandseen, auf der Insel Usedom sogar mitten im Küstenschutzwald liegen. Dadurch werden der Strand und die Dünen permanent massiv genutzt, der Küstenschutzwald massiv zerstört. Auch der DTV (2002) bestätigt, dass der Campingtourismus mit knapp 400.000 Übernachtungsplätzen und mehr als 2 Millionen Besuchern im Jahr in der DDR von wesentlicher Bedeutung war. Die Ostseeküste erfreute sich dabei der größten Beliebtheit bei den Bürgern.

5.4 HISTORISCHE MILITÄRISCHE NUTZUNG AM SANDSTRAND

Beispielhaft werden im Folgenden Militärstandorte entlang der deutschen Ostseeküste vorgestellt.

PRORA

1950 erfolgte hier der Einzug des sowjetischen Militärs. Die Anlage wurde Sperrgebiet. Mit dem Jahresbeginn 1951 übergab die sowjetische Militärverwaltung Teile der Anlage für den Aufbau der militärisch organisierten und mit schweren Kriegswaffen ausgerüsteten "Kasernierte Volkspolizei", aus der 1956 die "Nationale Volksarmee" der DDR hervorging. Drei Bettenhäuser im Südteil und zwei im Nordteil wurden ausgebaut, teils durch Soldaten, die zunächst in einem Zeltlager untergebracht waren, in den Jahren 1952/53 auch durch die Organisation "Dienst für Deutschland", ein DDR-Arbeitsdienst für 16- bis 18-jährige Jungen und Mädchen. 1953 konfiszierte das Militär um Prora herum zusätzlich fast 20 km² Fläche als Truppenübungsplatz. Ortschaften verschwanden von der Landkarte. 1956 war der Ausbau von Prora zur Kasernenanlage im wesentlichen abgeschlossen. 1956 bezog die sowjetische Armee den Nordflügel, übergab ihn aber 1962 wieder an die nationale Volksarmee. Es waren u.a. bis 1981 Panzer-, Artillerie-, und Fallschirmspringereinheiten in Prora stationiert, insgesamt bis zu 10.000 Menschen. In den sechziger Jahren begann sich der Schwerpunkt vom Kampftruppenstandort zu militärischen Schulungen zu verlagern. 1969 siedelte sich im Südbereich eine Technische Unteroffiziersschule an. Ab 1981 wurden in einem Nordflügel in der "Offiziershochschule" Soldaten aus Entwicklungsländern ausgebildet. In diesem Bereich waren Anfang der 80er Jahre auch Wehrdienstverweigerer untergebracht, "Bausoldaten" genannt, die zum Bau des militärischen Nachschub-Fährhafens Mukran eingesetzt waren. Nach dem Fall der Mauer 1989 blieb Prora zunächst weiterhin Sperrgebiet. Mit der deutschen Vereinigung ging die Anlage auf die Bundeswehr über. Noch bis Ende 1991 waren Wehrpflichtige in Prora stationiert. Ende 1992 verließ das Militär Prora. Nach über 40 Jahren Abschottung ist das Gelände seither wieder öffentlich zugänglich ([HTTP://WWW.MUSEUMSMEILE-PRORA.DE](http://www.museumsmeile-prora.de)). Bereits in den neunziger Jahren betrieb das DJH zeitweise im Block II eine Herberge und zählte dabei jährlich 69.000 Übernachtungen. Ab 2010 soll Prora eine der größten Unterkünfte mit 500 Betten werden. Doch auch jetzt schon tummeln sich in den Sommermonaten an dem kilometerlangen und damit einem der längsten Strände Rügens mehrere Tausend Badegäste täglich ([HTTP://WWW.SPIEGEL.DE](http://www.spiegel.de)).

PEENEMÜNDE

Zum Jahreswechsel 1935 auf 1936 erschien Wernher von Braun – auf der Insel Usedom und der Weiler Peenemünde musste verschwinden. Der blutjunge Fachmann für Rückstoßantriebe hatte für seine hochfliegenden Pläne den flachen Haken im Norden des zweitgrößten Eilands in Deutschland auserwählt. Erst wollte er nach Rügen, aber dort war ihm die Deutsche Arbeitsfront zuvorgekommen mit ihrem Projekt Prora. Der karrieresüchtige Freiherr war die treibende Kraft für ein weltweit einmaliges Raketenzentrum von gigantischen Ausmaßen, bei dem Heer und Luftwaffe kooperierten, das Hitler puschte und das gegen Ende von der SS beherrscht war. Rasend schnell verwandelte sich ein morastiges Stück Einsamkeit in ein Testgelände der Vernichtung. Zeitweise konstruierten, kontrollierten und knüppelten unter strikter Geheimhaltung bis zu 12.000 Menschen, die meisten Zwangsarbeiter und KZ-Häftlinge. Schon am 3. Oktober 1942 wird "Aggregat 4" zum ersten gelungenen Start abgefeuert. 13 Tonnen heben ab, erreichen vierfache Schallgeschwindigkeit. Die Rakete aus 20.000 Einzelteilen fliegt 200 Kilometer weit ihre Parabel entlang der Ostseeküste. Nazipropaganda macht aus A4 die V2. Das bedeutet "Vergeltungswaffe" für heimzuzahlende Attacken des Kriegsfeindes. Kaum ein Jahr später, in der Nacht zum 18. August 1943, brummen 600 britische Bomber heran, klinken Sprengbomben, Luftminen und Phosphorbrandbomben über Usedom aus. 735 Menschen sterben. Schon zehn Tage später kommandieren SS-Aufseher die ersten Häftlinge aus Buchenwald zum Kohnstein bei Nordhausen. Bald sind es einige zehntausend, die dort im Lager Mittelbau-Dora zusammengepfercht werden, gigantische Stollen in den Berg bohren und unterirdisch Peenemünder Raketen bauen müssen. Jeder Dritte verhungert, erfriert oder quält sich zu Tode bei der Produktion der V2-Raketen, die auf London und Antwerpen geschossen werden. In Peenemünde zündet die letzte V2 am 20. Februar 1945 ([HTTP://WWW.SPIEGEL.DE](http://www.spiegel.de)).

DRANSKE/BUG

Dranske entwickelte sich während der DDR-Zeit zu einem Ort mit kleinstädtischem Charakter. Grund dafür war der Marinestützpunkt auf dem Bug. Das Militär unterhielt bereits seit 1917 auf der Halbinsel Bug eine Marinefliegerbasis. Im Zuge der Errichtung von militärischen Anlagen wurde das Dorf 1939-1941 bis auf das ehemalige Schulhaus und einen Hof abgerissen und nördlich des alten Ortes neu angesiedelt. 1991 waren die "Militärzeiten" vorbei. Die Halbinsel wurde verkauft und sollte vom Investor zu einem Tourismuszentrum entwickelt werden. Im Ortsteil Starrvitz wurde 1994 die erste Windkraft betriebene Meerwasserentsalzungsanlage in Deutschland errichtet. Der Campingplatz im Ortsteil Nonnevitz und die

Feriansiedlung Bakenberg gehören ebenso zur Gemeinde, wie ein zirka 6 km langer Sandstrand ([HTTP://WWW.RUEGEN.OST-SEE-URLAUB.DE](http://www.ruegen.ost-see-urlaub.de)).

Eine aktuellere Gefährdung der Sandstrände stellt allerdings die Munitionsbelastung aus dem Zweiten Weltkrieg dar. Alte Minen, Bomben und Torpedos lagern auf dem Grund der Ostsee, bis zu 3000 kg davon gehen den Fischern jährlich ins Netz. Auch an die Strände der Ostsee werden in Zukunft vermehrt giftige Kampfstoffe angespült, da die meisten Bomben zusehends durchgerostet sind. Neben einer halben Million Tabun-Bomben die im Skagerrak verklappt wurden, fanden sich kürzlich 70 Torpedosprengköpfe und Minen in der Kieler Förde, deren TNT bereits an die Ostsee abgegeben wird ([HTTP://WWW.SPIEGEL.DE](http://www.spiegel.de)).

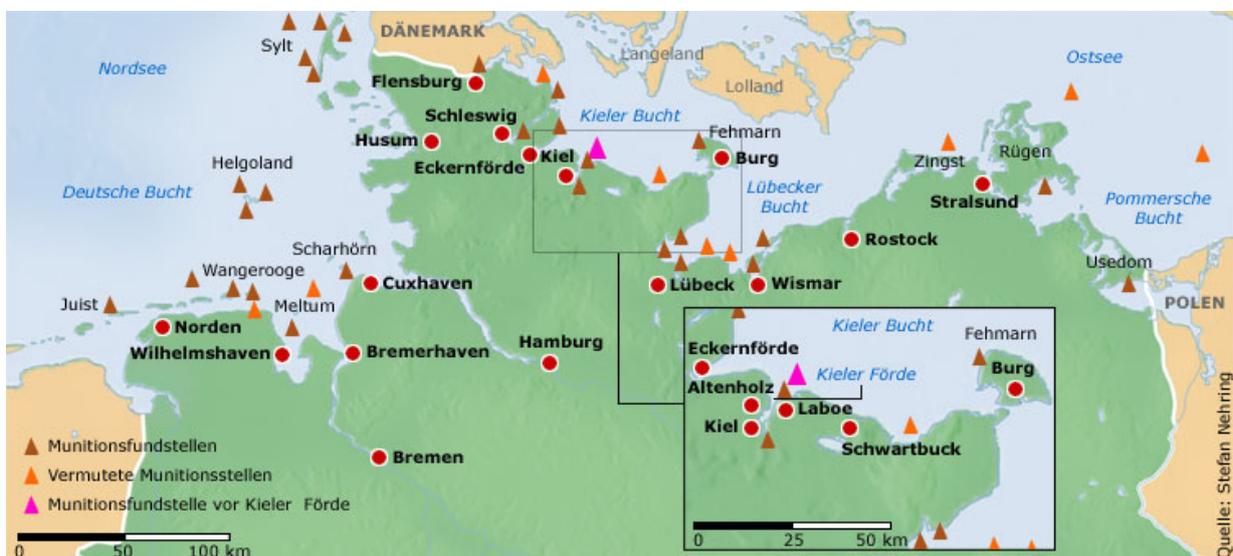


Abb. 5.4-1: Munitionsstandorte ([HTTP://WWW.SPIEGEL.DE](http://www.spiegel.de))

Auf dem letzten Treffen der AG Ostseeschutz im Oktober 2007 in Lübeck wurde bemängelt, dass es außer in Dänemark keinerlei Aufzeichnungen oder Statistiken über Unfälle mit gefundener Munition gäbe. Ebenso fehle eine Kartierung der gesamten Verklappungsstandorte und des aktuellen Zersetzungsgrades der Munition und ihrer Behältnisse, um eventuelle Gefahren für die Küsten lokalisieren zu können. Erst die aktuell geplante Verlegung einer 1200 km langen Erdgaspipeline bringe das Thema wieder an die Öffentlichkeit. Nun werden neben der Sprengung oder des Räumens der Munition neue Methoden erforscht.

Heute gibt es an der Ostseeküste genau zwei Bundeswehr-Truppenübungsplätze mit direkter Küstenanbindung: Todendorf und Putlos in Schleswig-Holstein. Beide zusammen weisen eine Fläche von 1500 ha auf. Todendorf hat einen Sandstrand von knapp 4 km Länge, Putlos von ca. 7 km Länge, die Plätze werden hauptsächlich

als Schießplatz, seltener für Landungsoperationen von See her genutzt. Aus Sicherheitsgründen besteht ein generelles Betretungsverbot des Strandes (WWW.STREITKRAEFTEBASIS.DE). Verglichen mit touristisch genutzten Sandstränden unterliegt dieser also einer geringen Nutzung. Für die Wirbellosenfauna ist von einer gelegentlichen Trittbelastung abgesehen also mit keiner Beeinträchtigung zu rechnen. Ungleich schwerer ist natürlich die Avifauna durch die Lärmbelästigung betroffen.

Nachdem der naturschutzfachlich hohe Wert von Truppenübungsplätzen erkannt wurde, kartierte man ab 1994 flächendeckend die Biotoptypen und der Bundesverteidigungsminister schuf ein umfassendes Regelwerk zur planmäßigen Umsetzung der Ziele des Umwelt- und Naturschutzes. So ist die „Richtlinie zur nachhaltigen Nutzung von Übungsplätzen der Bundeswehr“ die Grundlage für Planung, Entwicklung und Pflege der Plätze sowie dem umweltverträglichen Betrieb darauf. Der „Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung bei Infrastrukturvorhaben der Bundeswehr“ erfordert unter anderem eine Standortanalyse, die den Ansprüchen von Boden-, Wasser-, Arten- und Biotopschutz gerecht wird. Des weiteren ist für jeden Übungsplatz ein „Benutzungs- und Bodenbedeckungsplan (BB-Plan)“ zu erstellen, dem eine „Raumanalyse zur Naturlausstattung und Geologie“ vorangeht. Aus dem BB-Plan werden wiederum für alle Übungsplätze Pflegepläne sowie forstliche Fachplanungen entwickelt. Dies beinhaltet auch die Erstellung von Managementplänen in Gebieten, die gemäß den RL 92/43/EWG und 79/409/EWG gemeldet wurden (BMVG 2003).

Trotz der Belastungen für die Natur durch den Bau und Betrieb militärischer Infrastruktur, Schieß- und Radaranlagen, dem Transport und Verbrauch von Munition, Treib-, Schmier- und Brennstoffen, dem Verursachen von Lärm und Abgasen ist das Militär in jüngster Zeit um Nachhaltigkeit auf ihren Übungsplätzen bemüht. Gerade Sandstrände zeichnen sich in militärischen Sperrgebieten durch eine äußerst hohe Natürlichkeit und geringe Nutzung aus, wie sie sonst nur noch in Schutzgebieten zu finden ist.

6 AKTUELLE ANTHROPOGENE GEFÄHRDUNGEN DES SANDSTRANDES

6.1 KÜSTENSCHUTZ

Schleswig-Holstein

Die schleswig-holsteinische Ostseeküste ist 637 km lang, davon entfallen 162 km auf die Schlei und 87 km auf die Insel Fehmarn. Die Steilküste hat eine Länge von 146 km, die Flachküste von 491 km. Die Länge der Hochwasserschutzanlagen insgesamt beträgt 119 km, davon sind 67 km Landesschutzdeiche und 52 km Überlauf- oder sonstige Deiche. Der Bestand an Landesschutzdeichen des Jahres 2000 ist in Tabelle 6.1-1 aufgelistet. Die Landesschutzdeiche des Festlandes sind im Gegensatz zu denen Fehmarns einzeln aufgelistet, insgesamt weisen sie unterschiedliche Kronenhöhen zwischen 2,7 und 6,1 m auf (MLUR SH 2001).

Tab. 6.1-1: Landesschutzdeiche (MLUR SH 2001)

Standort	Länge in km	Baujahr
Kiel Friedrichsort	1,382	1884
Probstei	14,129	1990
Weißenhaus	2,400	1965/66
Rosenfelde bis Dahme	4,650	1875/78
Dahme	0,671	1875/78
Flügeldeich bei Vogelsang	0,520	1875/78
Kellenhusen	1,000	1978/79
Kellenhusen bis Grömitz	6,500	1978/79
Grömitz	1,600	1990/92
Deckwerk Grömitz	0,100	1991
Summe Festland	32,952	
Summe Fehmarn	34,225	

Die Überlauf- und sonstigen Deiche, deren Sicherheitsstandards nicht ganz so hoch sind, sind an 40 Standorten der Ostseeküste Schleswig-Holsteins vorhanden und weisen eine Gesamtlänge von 52,357 km und Kronenhöhen zwischen 1,4 und 4,3 m auf. Zusätzlich bestehende Küstensicherungsmaßnahmen sind in Tabelle 6.1-2 aufgelistet (MLUR SH 2001). Weitere Angaben zu Küstenschutzmaßnahmen wie Strandaufspülungen, Bühnen, Uferlängswerke o.ä. waren leider nicht zu finden.

Tab. 6.1-2: Deckwerke (MLUR SH 2001)

Standort	Bauwerk	Länge
Bockholm	Deckwerk	0,20 km
Eckernförde	Deckwerk	0,55 km
Strande	Deckwerk	0,22 km
Schilksee 1	Deckwerk	0,16 km
Schilksee 2	Parallelwerk	1,20 km
Timmendorfer Strand	Deckwerk	0,18 km
Orth auf Fehmarn	Deckwerk	0,37 km

Mecklenburg-Vorpommern

Die Außenküste (Flachküste 226 km) ist hier 354 km lang. Davon befinden sich 249 km in ständigem Rückgang, an 26 km findet eine Anlandung statt und der Rest befindet sich im Ausgleich. Der Küstenrückgang schreitet im Mittel 34 m pro Jahrhundert landeinwärts ([HTTP://WWW.MV-REGIERUNG.DE](http://www.mv-regierung.de)).

Die Deiche an der Außenküste liegen grundsätzlich in einem Abstand von der Uferlinie, dass Küstenschutzwald, Düne und Strand als hydrodynamisch wirksames Vorland dem Deich vorgelagert sind. Der Deichkörper ist in der Regel aus Seesand aufgebaut und besitzt eine 30 bis 50 cm dicke bindige Abdeckung sowie eine 10 bis 20 cm dicke Kulturbodenschicht mit Rasenansaat. Die Kronenhöhen betragen zwischen 3,5 und 4,5 m über NN (MBLU MV 1995). Dieser Ansatz, die Vordeichsgebiete als Energiepuffer, Nährstoff- und Schadstofffilter in ihrer Natürlichkeit bestehen zu lassen, kann naturschutzfachlich nur begrüßt werden. Den Sandstrand beeinflussen die Deiche nur in dem Falle störend, wenn der Landabtrag bis an die Deiche herantritt und dem Strand somit Ausweichmöglichkeiten versperrt sind. Sie sind hier nur der Vollständigkeit wegen erwähnt.

Bei den Hochwasserschutzdünen (HWS) ist nicht die Kronenhöhe entscheidend, sondern das Volumen des Sandkörpers und vor allem seine Breite. Bei einer Kronenhöhe von 3,5 m strebt der Küstenschutz eine Kronenbreite von 40 bis 45 m an. Dünenbau- und Dünenpflege werden daher mit technischen und ingenieurbioologischen Mitteln ausgeführt, wobei die landseitige Verstärkung durch oft bis an den Dünenfuß reichende Bebauung unmöglich ist und so zu massiveren Mitteln wie Deckwerken gegriffen werden muss. Die seit 1968 durchgeführten Strandaufspülungen erhöhen und verbreitern den Strand und sollen die Seegangsbelastung auf das Ufer und die Uferschutzbauwerke reduzieren (MBLU MV

1995). Der Sand hierfür wird allerdings aus den wertvollen Flachwasserzonen vor der Küste flächig abgebagert und in einer Menge von 90 bis 150 m³ je laufendem Meter aufgespült. Da der Sand durch Wellen und Wind schnell wieder weitertransportiert wird, muss dieser Vorgang alle 6 bis 7 Jahre wiederholt werden (MBLU MV 1995). Zum einen werden also in den Abbaubereichen die artenreichen Lebensgemeinschaften der Flachwasserzonen vernichtet, zum anderen werden am Strand und auf der Schorre vorhandene Lebensgemeinschaften mit dem Sand vollständig überdeckt.

Buhnen werden eine Lebensdauer von 40 bis 60 Jahren zugeschrieben, sie werden heute in einfacher oder doppelter Pfahlreihe gesetzt und reichen 50 bis 90 m in See. Wellenbrecher liegen dagegen 50 bis 200 m vor der Küste bei einer gleichen Länge und in einer Wassertiefe von 2 bis 4 m. Es sind Bruchsteinpackwerke mit Steingrößen von 2 bis 2,5 t und gelten als umweltfreundliche Küstenschutzmaßnahme da sie im Unterschied zu Uferlängswerken aus Naturstein sein können und auch in späteren Abbauphasen keine Ruinen darstellen sondern quasinatürliche Blockfelder auf der Schorre (MBLU MV 1995). Uferlängswerke dagegen stellen mit ihrer Versiegelung und Verfestigung der Küste eine Störung des natürlichen Stoff- und Sedimenttransport und damit einen massiven Eingriff des Menschen dar.

Nimmt man die 1995 vorhandenen Küstenschutzmaßnahmen zusammen, sind an der 354 km langen Außenküste menschliche Bauwerke zur Eindämmung der natürlichen Küstendynamik mit einer Länge von knapp 330 km vorhanden (siehe Tab. 6.1-3). Natürlich überlappen sich einige Bauwerke, doch ist in dem Generalplan von 1995 schon ersichtlich dass sich die Küstenschutzmaßnahmen auch mit der Voraussicht auf einen steigenden Wasserspiegel und extremere Wetterereignisse verstärken werden. So waren im Jahr 1995 allein für die Außenküsten Maßnahmen im Wert von knapp 130 Mio DM für die nächsten Jahre geplant.

Dabei ist der Küstenschutz nach heutiger Gesetzeslage lediglich vor im Zusammenhang bebauten Gebieten eine Pflichtaufgabe (LAWG SH und MV). Die Küstendynamik kann oder könnte somit an anderen Küstenabschnitten mit ihrem Wechselspiel von Abrasion und Akkumulation wirken.

Tab. 6.1-3: Vorhandene Küstenschutzbauwerke in MV (geändert und gekürzt nach MBLU MV 1995)

Bauwerke und Anzahl	Länge der Bauwerke	bauwerksgeschützte Länge der Außenküste
Deiche: 15 Stück	41,98 km	11,86 %
HWS-Dünen: 36 Küstenabschnitte	143,94 km	40,66 %
Strandaufspülungen: 21 Küstenabschnitte	44,32 km davon Flachküste: 39,18 km Steilküste: 5,14 km	12,52 %
Buhnen: 18 Systeme	76,54 km (1011 Buhnen) davon Flachküste: 67,30 km Steilküste: 9,24 km	21,62 %
Wellenbrecher: 17 Stück	1,63 km davon Flachküste: 0,77 km Steilküste: 0,86 km	
Uferlängswerke: 35 Stück		
Deckwerke: 16 Stück	9,92 km	2,80 %
Ufermauern: 11 Stück	5,12 km	1,45 %
Steinwälle: 8 Stück	4,41 km	1,25 %
Gesamtlänge aller Bauwerke an der Außenküste	327,86 km ¹⁴	92,62 %

Dank der Richtlinie 2000/60/EG (WRRL) werden nun auch die Küsten und Küstengewässer auf ihren ökologischen und chemischen Zustand hin in ihrem Bestand aufgenommen. Diese Bestandsaufnahmen liefern zudem aktuellere Daten zu den anthropogenen morphologischen Veränderungen der Küste von MV. Erfasst wurden hierbei Schutzdeiche für Küstenüberflutungsflächen, der Küstenverbau, Hafen- und Werftgebiete, Strandaufspülungen, Rohstoffgewinnungsgebiete, Hafen- und Fahrrinnenbaggerungen, Gebiete zur Verklappung von Sediment, Buhnensysteme, Einzelbauwerke und Abriegelungen.

So wurden beim Küstenverbau 79 Deckwerke, 132 Steinwälle, 125 Ufermauern, 492 begrünte Böschungen, 35 Wellenbrecher und 327 sonstige Bauwerke wie z.B. Spundwände festgestellt. Sie sind in Abbildung 6.1-1 dargestellt.

¹⁴ Die effektiv bauwerksgeschützte Länge der Außenküste ist durch die Bauwerksüberlappungen kürzer.



Abb. 6.1-1: Küstenverbau in MV ([HTTP://WWW.WRRL-MV.DE](http://www.wrrl-mv.de))

Bei den Buhnen wurden im Gegensatz zu den 1995 bestehenden 18 Buhnensystemen bereits 55 Systeme gezählt. An sonstigen Einzelbauwerken wurden weiterhin 171 Dalben¹⁵ und Pfeilergruppen, 19 Seebrücken und 76 Molen gezählt und erfasst ([HTTP://WWW.WRRL-MV.DE](http://www.wrrl-mv.de)). Die Dalben sind hier nur der Vollständigkeit halber erfasst, Seebrücken dagegen stellen als Bauwerk auf den Sandstrand gebaut und als Anziehungspunkt für unzählige Touristen eine Beeinträchtigung dar. Die Molen dienen als den Häfen vorgelagerte Dämme gegen Wellen und Sturm und beeinflussen somit die Küstendynamik auch seitwärts der Hafenanlagen. Eine Übersicht liefert Abbildung 6.1-2.

¹⁵ Dalben sind in den Hafengrund eingerammte Pfähle zum Befestigen von Schiffen ([HTTP://DE.WIKIPEDIA.ORG](http://de.wikipedia.org)).



Abb. 6.1-2: Küstenverbau durch Buhen und sonstiges in MV ([HTTP://WWW.WRML-MV.DE](http://www.wrml-mv.de))

Die Wasserwirtschaftsverwaltung MV ([HTTP://WWW.WRML-MV.DE](http://www.wrml-mv.de)) nahm des weiteren den Bestand von mittlerweile 25 Aufspülungsstellen für die oben genannte Küstenschutzmaßnahme der Strandaufspülung auf. Das Material dazu stammt aus 17 registrierten marinen Sand- und Kieslagerstätten mit einer Fläche von 33 km². Weitere Eingriffe in Substrat und natürliche Struktur des Meeresbodens sind die Fahrrinnenunterhaltung und -vertiefung, Hafenbaggerungen sowie die Verklappung der anfallenden Sedimente. Dadurch ändern sich die Sedimentdynamik und der laterale Stofftransport wie er für die Sandstrände wichtig ist. In MV befinden sich 10 Fahrrinnen und 25 Hafenbecken die durch solche Baggerungen regelmäßig, in der gesamten Länge alle 2 bis 5 Jahre, vertieft werden. Die Sedimente werden an 10 Verklappungsstandorten mit einer Gesamtflächen von 12 km² verbracht (Abb. 6.1-3).



Abb. 6.1-3: Weitere Eingriffe in die Küstenzone in MV ([HTTP://WWW.WRML-MV.DE](http://www.wrml-mv.de))

Die Bestandsaufnahme der anthropogenen morphologischen Veränderungen der Küste Schleswig-Holsteins fällt wesentlich unkonkreter aus. Hier wird lediglich auf lokale morphologische und strukturelle Veränderungen durch Uferverbau, Küstenschutzmaßnahmen sowie Vertiefungen der Seeschiffahrtsstraßen hingewiesen. Einzig die Kieler Innenförde und der Bereich der Unteren Trave sowie die Travemündung werden aufgrund zusätzlicher Veränderungen durch Hafenanlagen und Kaimauern eigens erwähnt ([HTTP://WWW.WASSER.SH](http://www.wasser.sh)).

Nach SCHERNEWSKI (2003) besteht zwischen Naturschutz und Küstenschutz ein problematisches Verhältnis. Die Aufgabe des Küsten- und Hochwasserschutzes besteht im Schutz von Menschenleben und Sachwerten. Naturschutz und Landschaftspflege sollen dagegen umfassend die Lebewelt, Habitate und Biotope schützen. Im Küstenschutz steht also der Mensch im Vordergrund und der Naturschutz stellt mehr einen Schutz vor dem Menschen und dessen Eingriffen dar. Während der Naturschutz die natürliche Veränderlichkeit der Küste akzeptiert und erhalten möchte, muss der Küstenschutz grundsätzlich ein Problem darin sehen. Ein Ausgleich zwischen beiden Richtungen ist nur möglich, indem räumlich unterschiedliche Prioritäten gesetzt werden. In den Nationalparks wird die natürliche Küstendynamik zugelassen, wohingegen der Küstenschutz in besiedelten oder intensiv genutzten Gebieten, im Sinne der Naturschutzgesetzgebung, massive Eingriffe in Natur und Landschaft vornimmt.

6.2 SCHIFFSVERKEHR UND WASSERSPORTHÄFEN

Die bedeutendsten deutschen Ostseehäfen sind Kiel, Lübeck, Wismar, Rostock, Stralsund und Saßnitz/Mukran. Der Gesamtumschlag der deutschen Ostseehäfen ist laut BUNDESTAG (2007) in den vergangenen Jahren vor allem durch die regelmäßigen Fähr- und RoRo-Verkehre¹⁶ mit den skandinavischen Ländern, Russland und dem Baltikum konstant gewachsen.

Insgesamt werden zur Zeit auf der Ostsee mehr als 350 Mio Tonnen Ladung pro Jahr transportiert, was etwa 7 % des Weltseeverkehrs repräsentiert. Die damit einhergehende Zunahme des Schiffsverkehrs ist enorm und macht die Ostsee zu einem der verkehrsreichsten Gebiete der Welt. So passieren jährlich 65.000 Schiffe den Sund und den Großen Belt, davon sind 2.200 Tanker (Rohöl, Chemikalien und flüssige Lebensmittel) und 2.520 Schüttgutfrachter (Erz, Kohle, Bauxit, Phosphat u.a.) in der Größe von 50.000 Tonnen und mehr. Grundberührungen und Kollisionen bergen nach dem BUNDESTAG (2007) die größten Gefahren der Ostseever Verschmutzung. Ladungen wie Öl, Ölprodukte sowie Chemikalien können dabei die größten Schäden verursachen. Deshalb wird in Kapitel 6.3 eigens auf die Ostseever Verschmutzung eingegangen.

Die oben genannten großen Häfen der alten Hansestädte liegen in tiefen Buchten des Hinterlandes und nicht an den Außenküsten. Neben Saßnitz, das einen Außenhafen besitzt, wird der Sandstrand vielmehr von neuen Sportbootanlagen bedroht. Diese werden direkt auf Flächen des Sandstrandes angelegt und zu 100 % durch Liegeplätze, Ver- und Entsorgungseinrichtungen und Anlagen für die technischen Dienstleistungen versiegelt. Aufgrund der immer größer werdenden Anzahl von Hobbyseglern und Yachtbesitzern im In- und Ausland wird das Hafennetz entlang der Ostseeküste permanent ausgebaut. Wird das Hafennetz dichter, zieht dies wiederum mehr Boote aus anderen Regionen an.

Insgesamt gibt es nach dem MABL MV (2004) an der gesamten Küste von Mecklenburg-Vorpommern 215 Sportboothäfen mit rund 14.500 Liegeplätzen. Zu dieser Zeit war der Sportboothafen Hohe Düne in Warnemünde mit 800 Liegeplätzen noch im Bau, muss also hinzugerechnet werden. Davon liegen 8 Häfen direkt an der Außenküste, was einen direkten Eingriff in die Strömungsverhältnisse und den Sedimenttransport nach sich zieht. Der vorher vorhandene Sandstrand wird dabei völlig vernichtet. Um die hohe Flächeninanspruchnahme auf den Sandstrandabschnitt zu verdeutlichen, wird der Hafen Kühlungsborn kurz näher vorgestellt.

¹⁶ Kombinierte Verkehre, d.h. es handelt sich hierbei um Güter, die in LKW, Trailern oder Eisenbahnwaggons verschifft werden (BMVBS 2007).

KÜHLUNGSBORN



Bild 6.2-1: Ein Totalverlust an Sandstrandfläche: der neue Sportboothafen Kühlungsborn (GOOGLE)

Dieser Hafen wurde zwischen 2001 und 2003 gebaut und die Liegekapazität umfasst 450 Sportboote, 6 Fischereiboote, 1 Fahrgastschiff und 1 Seenotrettungskreuzer. Für das Hafenbecken mussten 100.000 m³ Sand und Torf bis zu einer Tiefe von 3,5 bis 4,0 m ausgebaggert werden, die Uferbefestigung im Hafen besteht aus einer Stahlpundwand mit anschließenden 450 m Deckwerk. Außen ist der Hafen mit 950 m Molen aus Schüttsteinen und Blöcken bis 6 t Einzelgewicht umschlossen. Der angrenzende Küstenbereich im Lee des Hafens

musste aufgrund der Erosionsgefahr mit zusätzlichen sieben Buhnen gesichert werden. Auf dem Hafenvorplatz befinden sich Krananlagen, Entsorgung für Abwasser, Bootswaschplatz und Bootstankstelle. Feste Steganlagen aus Holz sind in einer Länge von 240 m und Schwimmsteganlagen in einer Länge von 1.200 m vorhanden.



Abb. 6.2-1: Küstenverbau durch Häfen in Mecklenburg-Vorpommern ([HTTP://WWW.WRML-MV.DE](http://www.wrml-mv.de))

Die Wasserwirtschaftsverwaltung MV erfasste im Rahmen der WRRL die Lage und die aktuellere Anzahl aller Häfen in MV und stellt sie in Abb. 6.2-1. dar. Es wurden insgesamt 46 Hafenanlagen, 298 Sportboothäfen, 16 Werften, 15 Fähranleger sowie 37 Hafenanlagen in Kombination mit Werften ermittelt ([HTTP://WWW.WRML-MV.DE](http://www.wrml-mv.de)).

Im Jahr 2003 gab es in Schleswig-Holstein 609.000 und in Mecklenburg-Vorpommern 333.000 Bootsübernachtungen (ohne Dauerlieger), wobei sich 80 bis 85 % der Übernachtungen in den drei Sommermonaten konzentrieren (MABL MV 2004). Außerhalb dieser drei Monate herrscht also in allen Häfen eine Überkapazität enormen Ausmaßes.

Schätzungen des MABL MV (2004) zufolge werden in den nächsten Jahren mehr Segler aus Schleswig-Holstein, aber auch aus Dänemark und Südschweden entlang der Küste von Mecklenburg-Vorpommern segeln um die dort erweiterte Hafeninfrastruktur zu nutzen. Um den Bedürfnissen der Wassersportler gerecht zu werden, soll in den nächsten Jahren durch weitere Etappenhäfen eine maximale Distanz zwischen den Häfen von 15 bis 20 km gewährleistet werden. Auf die Außenküste wird dabei besonders hingewiesen, vor allem auf den Küstenabschnitt Warnemünde – Darßer Ort – Barhöft. So sieht das Standortkonzept des MABL MV (2004) zukünftige Häfen in Boltenhagen, Zingst, Wustrow, Göhren, Zinnowitz, Heringsdorf bzw. Bansin als besonders wichtig an. Insgesamt stellt Abb. 6.2-2 die gewünschten Häfen entlang der Außenküste von MV dar. Bis auf die Häfen Wustrow, Zingst, Juliusruh und Zinnowitz liegen laut dem MABL MV (2004) schon Planungen vor. Alle zehn Orte liegen direkt am Sandstrand und die Häfen würden 2175 zusätzliche Liegeplätze bieten. Der Verlust an Sandstrandfläche durch vollständige Versiegelung ist entsprechend hoch.

Nach eigenen Messungen über GoogleEarth stellen die heute existierenden 16 Sportboothäfen der beiden Länder und die zwei Häfen in Sassnitz an der gesamten Außenküste einen Flächenverlust von 9.540 m Länge Sandstrand dar (Tabelle im Anhang).



Abb. 6.2-2: Geplante Sportboothäfen an der Außenküste MVs

Einen Brennpunkt stellt, wie oben angedeutet, der Nothafen Darßer Ort dar. Dieser liegt nach DROSTE (2001) südöstlich der Landspitze des Darßes, dem größten natürlichen marinen Akkumulationsbereich Europas mit Zuwächsen von knapp 10 m Landfläche pro Jahr (in den letzten 200 Jahren 6 km). Seit 1957 ist der Darßer Ort unter Naturschutz gestellt. Aufgrund seiner Einzigartigkeit ist er heute Bestandteil der Kernzone des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft und sollte damit von der Nutzung gänzlich ausgeschlossen sein. Bereits 1962 ist der Nothafen als Marinestützpunkt der Volksarmee der DDR entstanden. Er verfügt über keine touristische Infrastruktur, sondern nur über geringe sanitäre Einrichtungen. 60 Liegeplätze stehen hier für die „Notbedürftigen“ für maximal eine Nacht zur Verfügung. Trotzdem wird er jährlich von ca. 4.000 Seglern mit ihrem Sportbooten angefahren. Daneben ist der Hafen ein Stützpunkt der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger sowie von Haupterwerbsfischern. Bedingt durch die besondere geographische Lage müssen der Hafen und seine zugehörige Zufahrtsrinne jährlich durch Ausbaggerungen des Wasser- und Schifffahrtsamtes Stralsund mit großem technischen und finanziellen Aufwand freigehalten werden. Dadurch wird die typische natürliche Küstendynamik mit Landschafts- und Strandentwicklung (Sandbänke, Strandwälle, Dünen, verlandende Strandseen usw.) massiv gestört. Seit 1994 ist der WWF Hafengebeteimer im Auftrag des Landes MV.

Diese Zusammenarbeit ist angetreten mit dem Ziel der Verwirklichung einer Alternative, denn solange der Nothafen an dieser Stelle existiert ist eine Baggerung unumgänglich, was jedoch dem Schutzzweck der Nationalparkverordnung klar widerspricht. Unter Berücksichtigung des Unterhaltungsaufwandes und der Naturschutzanliegen erscheint deshalb der Bau eines Alternativhafens an anderer Stelle notwendig, ein Befahren der Kernzone könnte unterbleiben. Damit wäre sowohl dem Naturschutz, den Seglern, der Sicherheit als auch dem Tourismus gedient. Von WWF und Landesregierung vorgesehen ist die Erweiterung der Seebrücke zum Küstenhafen im weiter östlich gelegenen Prerow außerhalb des Nationalparkgebietes mit 250 Liegeplätzen, sechs bis acht Plätze für Fischereiboote und einen Anlegeplatz für einen Seenotrettungskreuzer. Zudem ist die Schließung des Nothafens am Darßer Ort und der Bau eines Außenhafens Teil der Koalitionsvereinbarung der Landesregierung in Mecklenburg-Vorpommern.

Aktuell ist der Nothafen seit März 2007 wegen Versandung gesperrt und der Bau eines Alternativhafens in Prerow ist beschlossen. Ob bis zur Fertigstellung dieses Hafens im Jahr 2010 der Nothafen wieder frei gehalten werden soll oder dies ökonomisch keinen Sinn mehr macht ist weiterhin Streitthema (verschiedene Pressemitteilungen 2007).

Einen weiteren Brennpunkt stellt das geplante Kohlekraftwerk in Lubmin dar. Die dafür benötigte Steinkohle würde aus Übersee mit Schiffen herbeitransportiert werden und damit zu einer massiven Intensivierung des Schiffsverkehrs in den sensiblen Flachwassergebieten führen. Es soll laut BUND MV (2007) nicht nur wie kein zweites Neubauprojekt in Deutschland in unmittelbarer Nähe von großflächigen hochgradig geschützten Naturschutzgebieten (EU-Vogelschutzgebiete „Greifswalder Bodden“) gebaut werden, sondern die Emissionen dieses Kraftwerkes würden diese Naturareale einer starken Belastung zusätzlich zu den ohnehin vorhandenen Hintergrundbelastungen aus anthropogen verursachten Schadstoffquellen aussetzen. Die selbst unter Einhaltung von immissionsschutzrechtlichen Grenznormen ausgestoßenen Schadstoffe können zu schweren Schäden in den natürlichen Nahrungsketten der Ökosysteme, unter anderem der Sandstrände, in einem Radius von 40 km führen.

6.3 OSTSEE- UND STRANDVERSCHMUTZUNG

Meere und Strände werden auf der ganzen Welt durch den Menschen verschmutzt. Dennoch wirken sich Verschmutzungen auf die Ostsee aufgrund ihrer natürlichen Bedingungen anders aus. Wie schon unter 3.2 angesprochen ist die Ostsee ein Brackwassermeer mit geringer Größe, Tiefe, einer sie fast vollständig umgebenden Küstenlinie und einem enormen Süßwasserzustrom von 440 km^3 im Jahr bei einem gleichzeitig extrem geringem Wasseraustausch mit der Nordsee. Extreme Salzwassereinbrüche durch die sauerstoffhaltiges Meerwasser bis in die zentralen und östlichen Ostseebecken strömen kann, sind wichtig. Sie verbessern die Lebensbedingungen in den Tiefenzonen und verhindern die Bildung giftigen Schwefelwasserstoffs der durch den vollständigen Verbrauch von Sauerstoff beim Abbau organischer Materie entsteht.

Nach MATTHÄUS (2005) ist jedoch die Häufigkeit und Intensität der Salzwassereinbrüche seit den 1970er Jahren zurückgegangen. Der Salzgehalt ist seitdem um 2 kg/m^3 gesunken und der Schwefelwasserstoff erreichte die höchsten Konzentrationen seit Beginn der Messungen. Nur zwei große Salzwassereinbrüche 1993 und 2003 unterbrachen diesen Trend.

Da die Salzwassereinbrüche bisher natürlichen Variationen in der atmosphärischen Zirkulation zugeschrieben werden, könnte der Rückgang der Häufigkeit von Salzwassereinbrüchen durch den globalen Klimawandel verursacht werden, näheres dazu in Kapitel 6.6.

Die angesprochenen Eigenschaften der Ostsee in ihrer Geographie und Hydrologie verdeutlichen ihre besondere Empfindlichkeit gegenüber anthropogenen Verschmutzungen. Dies wirkt sich in einer Verzögerung des Abbaus und damit einer vermehrten Ablagerung von Nähr- und Schadstoffen aus. Der Sandstrand ist ein Lebensraum im Übergang zwischen Meer und Land und wird demnach mit Verschmutzungen vom Land, vom Meer und aus der Luft konfrontiert.

Verschmutzungen stellen vor allem die Freisetzung oder direkte Einleitung von Nähr- und Schadstoffen dar, an denen zahlreiche im Ostsee-einzugsgebiet angesiedelte Industrien (z.B. Metall-, Textil- und Chemieindustrie), die Landwirtschaft und der Verkehr beteiligt sind. Zwar hat sich die Gesamtbelastungslage seit 1980 vor allem durch landseitige Maßnahmen im Immissionsschutz, der stark verbesserten Abwasserreinigung, den verschiedenen Stoff- und Einleitungsverboten sowie den Maßnahmen gegen Öleinleitungen aus der Schifffahrt verbessert, dennoch ist keine Entwarnung in Sicht (SRU 2004)! Besonders die Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und die intensive Fischerei bereiten weiterhin große Probleme.

6.3.1 SCHWERMETALLE

Schwermetalle werden über Flüsse, über direkte Einleitungen (kommunale und industrielle Abwässer) sowie über die Luft in die Ostsee eingetragen. Im Jahr 1995 bedeutete das für die gesamte Ostsee 337 t Blei, 24 t Cadmium, 13 t Quecksilber sowie 1.595 t Kupfer die allein über das Wasser eingetragen wurden. Im Jahr 1996 kamen über die Luft noch einmal 177 t Blei, 9,5 t Cadmium und 2,8 t Quecksilber hinzu ! Die Quellen dieses Übels sind insbesondere die Verbrennung fossiler Energieträger, Industrietätigkeiten, Bergbau, Abfallverbrennung und die Verwendung schwermetallhaltiger Pflanzenschutz- und Düngemittel. Generell sind die im Ostseewasser gemessenen Konzentrationen von Blei, Cadmium und Kupfer seit 1980 zurückgegangen, dieser Trend hält jedoch seit Mitte der 1990er Jahre für Cadmium und Kupfer nicht mehr an (SRU 2004).

Nach dem BLMP (2005) lassen sich weder im Wasser noch im Sediment des schleswig-holsteinischen und des mecklenburg-vorpommerischen Küstenwassers¹⁷ konkrete Trends bei der Konzentration von Schwermetallen feststellen. Belastungsschwerpunkte im Sediment der schleswig-holsteinischen Küstengewässer lassen sich für Cadmium, Blei, Kupfer und Zink in der inneren Flensburger Förde, der Kieler Förde und der Lübecker Bucht erkennen. Für das Sediment der mecklenburg-vorpommerischen Küstengewässer lassen sich für Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, Quecksilber und Chrom deutlich erhöhte Konzentrationen feststellen. Dabei weist das Kleine Haff die höchsten Werte auf, was auf Schwermetalleinträge über die Oder zurückzuführen ist. Für erhöhte Zink-, Kupfer- und Bleigehalte in der Unterwarnow sind Quellen wie Werften, der hohe Grad an Urbanisierung des unmittelbaren Einzugsgebietes sowie Sportboothäfen verantwortlich.

6.3.2 ORGANISCHE SCHADSTOFFE

Das BLMP (2005) untersuchte neben organischen Schadstoffen auch 50 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, von denen 10 nachgewiesen werden konnten. Insgesamt wurde dabei festgestellt, dass die polaren Verbindungen und die modernen Pestizide (Triazine, Phenylharnstoffe und Phenoxyessigsäuren) im Wasser zwar in deutlich höheren Konzentrationen vorlagen als die Altschadstoffe wie HCB, DDT, PCP und PAK¹⁸. Doch bemerkenswert ist deren Präsenz trotzdem. Sind

¹⁷ Wasserfläche zwischen Uferlinie und Hoheitsgrenze; hier innerhalb der 12 sm - Zone

¹⁸ **HCB**: Hexachlorbenzol, Fungizid, seit 1981 in D verboten; **DDT**: Dichlordiphenyltrichlorethan; Insektizid; seit 1972 in D verboten; **PCP**: Pentachlorphenol, Fungizid, seit 1989 in D verboten; **PAK**: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material (Kohle, Heizöl, Kraftstoff, Holz, Tabak u.a.), u.a. als Insektizide und Weichmacher verwendet; **HCH**: Halogenkohlenwasserstoffe; **PCB**: Polychlorierte Biphenyle (<http://www.wikipedia.de/>)

doch die meisten seit Jahren verboten oder in der Verwendung beziehungsweise der Entstehung beschränkt. Diese Altschadstoffe haben sich laut SRU (2004) in den Nahrungsketten über Fische, Vögel und Säugetiere angereichert und kontaminieren weiterhin die Ostsee.

Im Sediment wurde der größte Belastungsschwerpunkt im Gebiet der Unterwarnow, insbesondere am Werftstandort festgestellt. Durch die Hafen- und Werft-Aktivitäten wurden hier bei allen Schadstoffen die höchsten Konzentrationen beobachtet. Ein weiterer Schwerpunkt war eine Station im zentralen Greifswalder Bodden. Hier wurden stark erhöhte Werte für HCH, HCB und PCB beobachtet. Für die PCB-Konzentrationen wurden des Weiteren lokale Schwerpunkte in der Flensburger Förde (Höhe Glücksburg) und der Kieler Innenförde gefunden (BLMP 2005).

6.3.3 ÖLEINTRÄGE

Der jährliche Öleintrag in die Ostsee wird mit 20.000 bis 70.000 t angegeben. Die Offshore-Ölförderung spielt dabei bisher nur eine untergeordnete Rolle (SRU 2004). Viel dramatischer ist die schleichende Ölverschmutzung durch illegale Öleinleitungen aus Schiffen. Diese stammen aus der Brennstoffaufbereitung und dem Waschen der Öltanks ([HTTP://WWW.OSTSEESCHUTZ.DE](http://www.ostseeschutz.de)). Trotz Strafverfolgung und einer erleichterten Entsorgung durch den Ausbau von Auffanganlagen in den Häfen machen diese Einträge allein 10 % des gesamten Öleintrages aus (SRU 2004). Abbildung 6.3.3-1 veranschaulicht einmal die Intensität von Öleinträgen die in den Jahren 2000 bis 2004 auf allen europäischen Meeren registriert wurden.

Der prognostizierte Anstieg des Schiffsverkehrs wird da zu keiner Besserung führen, steigt mit ihm doch auch das Risiko von tatsächlichen Ölunfällen und auf Jahre hinaus verseuchten Stränden.

Allein in dem Zeitraum 1969 bis 1998 kam es zu 40 größeren Schiffskollisionen mit einer durchschnittlichen Ölfreisetzung von mehr als 100 t (SRU 2004). Viele Experten sind der Meinung, dass die Ostsee bisher nur durch großes Glück von katastrophalen Tankerunglücken verschont geblieben sei. Wie so etwas aussehen könnte zeigt der im März 2001 mit einem Frachter kollidierte Öltanker „Baltic Carrier“ auf der Kadetrinne zwischen der dänischen Insel Falster und dem Darß. Dabei wurden nach SCHERNEWSKI (2003) 2.600 Tonnen Schweröl freigesetzt, die dänische Küste erheblich verschmutzt und es sind rund 16.000 Seevögel im Öl umgekommen. In den folgenden Wochen trieben die Ölkumpen dann auch auf die Strände von Usedom, Hiddensee, Fischland sowie von Graal-Müritz, Warnemünde und Kühlungsborn.

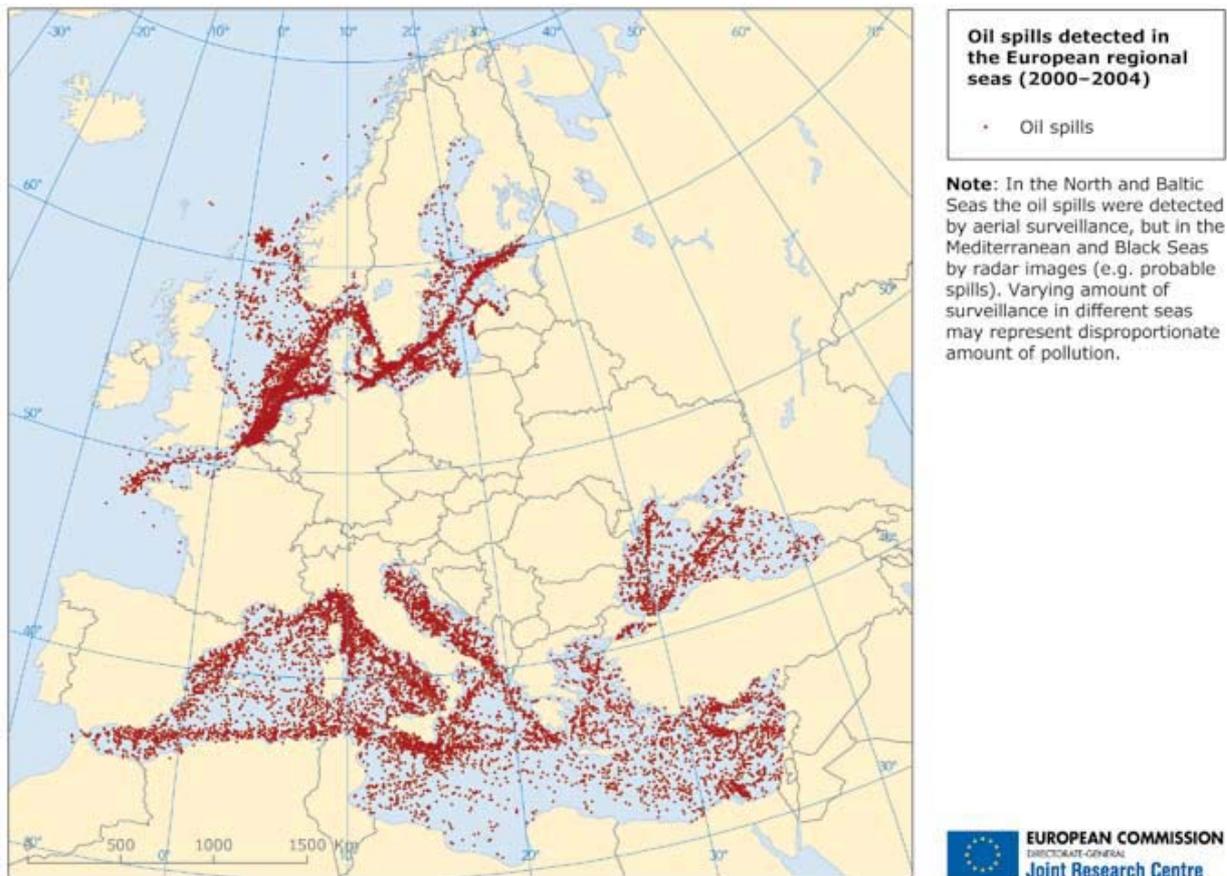


Abb. 6.3.3-1: Öleinträge auf europäischen Meeren zwischen 2000 und 2004 (EEA 2006)

6.3.4 NÄHRSTOFFE

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts hat sich die Ostsee von einem oligotrophen Meer mit klarem Wasser zu einem hochgradig eutrophierten Gewässer entwickelt, das im Verlauf der zurückliegenden fünfzig Jahre deutlich trüber geworden ist. Durch die Eutrophierung hat sich die Artenzusammensetzung der Ostsee erheblich verändert, insbesondere sind die Bestände von Seegras (*Zostera spp.*) und Blasentang (*Fucus vesiculosus*) deutlich zurückgegangen. Die eingetragenen Nährstoffe gelten als Mitverursacher von Algenblüten, die in den meisten Ostseegebieten regelmäßig bis zu dreimal jährlich im Frühjahr, Sommer und Herbst auftreten (SRU 2004). Ein Beispiel sind im Sommer auftretenden Cyanobakterien, die in der Lage sind Luftstickstoff zu binden und dadurch zusätzlich zur Eutrophierung beitragen. Diese Algenblüten haben nicht nur in ihrer Häufigkeit, sondern auch in ihrer Toxizität zugenommen (EU-KOMMISSION 2002A; HELCOM 2003A in SRU 2004).

Phosphat und Nitrat stellen nach dem BLMP (2005) die wichtigsten Nährstoffe dar, wobei Nitrit als Übergangsprodukt und Ammonium als Endprodukt der Stickstoffmineralisation dazugehören. Im Oberflächenwasser der Ostsee weisen die Nährstoffkonzentrationen einen ausgeprägten Jahresgang auf. Die Maxima liegen in

den Küstengewässern in der Regel im Zeitraum November bis Januar bzw. Mitte Februar. Mit dem Einsetzen der Frühjahrsblüte des Phytoplanktons gehen die Nährstoffkonzentrationen schnell zurück. Vom Frühjahr bis in den Sommer hinein liegen die Nährstoffgehalte dann häufig im Bereich oder unterhalb der Nachweisgrenze. Im Spätherbst steigen die Konzentrationen als Folge der fortschreitenden Mineralisation und der Durchmischung des Wasserkörpers wieder an. Generell spricht das BLMP (2005) von einem Anfang der 1990er Jahre beobachteten Trend zur Verringerung der Phosphatkonzentrationen. Durch eine verbesserte Abwasserbehandlung und der Nutzung phosphatfreier Waschmittel konnten die deutschen Phosphateinträge bereits bis 1991 um 50 % gesenkt werden (SRU 2004). Seit 1997 folgte eine Stabilisierung der Konzentrationen auf einem relativ geringem Niveau, doch zwischen 1999 und 2002 nahm diese wieder leicht zu. Die Ursachen liegen vermutlich teilweise in der Remobilisierung von Phosphat aus den Sedimenten. Gerade bei Sauerstoffmangel können große Mengen dieses Nährstoffes freigesetzt werden (BLMP 2005). Beim Nitrat ist in den Küstengewässern der deutschen Ostsee noch kein deutlicher Trend erkennbar. Der SRU (2004) zeigt, dass die Einträge aus der Landwirtschaft leider deutlich weniger zurückgegangen sind als die Einträge kommunaler und industrieller Abwässer. Im Jahr 1995 machten die landwirtschaftlichen Einträge fast drei Viertel der gesamten Stickstoffeinträge aus! Auf keinen Fall zu vernachlässigen sind die Stickstoffeinträge über die Atmosphäre in Form von Ammoniak aus der Tierhaltung, NO_x aus häuslichen und industriellen Verbrennungsprozessen sowie aus dem Straßen- und Schiffsverkehr. Bereits im Jahr 1997 stellte die Schifffahrt die zweitgrößte Einzelquelle für den Eintrag von Stickstoffoxiden über die Luft dar.

6.3.5 DIREKTE FLUSSEINTRÄGE

Das deutsche Ostsee-Einzugsgebiet allein umfasst nach dem BLMP (2005) ca. 29.000 km², das sind ca. 2 % des gesamten Ostsee-Einzugsgebietes. Der Süßwasserzustrom aus den deutschen Ostsee-Einzugsgebieten beschränkt sich auf eine Vielzahl von kleinen Flüssen und Gräben, die nicht zu den sieben Hauptzuflüssen (Newa, Weichsel, Nemunas, Daugava, Oder, Göta älv und Kemijoki) zur Ostsee gehören und somit nur einen geringen Wassereintrag verursachen. Der mittlere langjährige Flusswasserzustrom beträgt nach Schätzungen 5,3 km³. Zu den größten Flüssen im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet gehören die Peene, Warnow, Trave und Schwentine. Hier leben ca. 3,3 Millionen Menschen, wovon 1,3 Millionen auf Mecklenburg-Vorpommern, 1,1 Millionen auf Schleswig-Holstein und 0,9 Millionen auf Brandenburg und Sachsen (deutsches Odereinzugsgebiet) entfallen.

Die Fläche im deutschen Einzugsgebiet der Ostsee wird sehr intensiv landwirtschaftlich genutzt und beträgt anteilig über 80 % in Schleswig-Holstein und ca. 70 % in Mecklenburg-Vorpommern. Nur geringe Flächenanteile entfallen auf Waldgebiete, Seen und bebaute Flächen.

Im Jahr 1988 wurden über die deutschen Ostseezuflüsse 20.447 t Stickstoff und 1.108 t Phosphor in die Ostsee eingetragen. Im Vergleich dazu betrug die Phosphorfracht 2002 730 t. Die Stickstofffracht ist 2002 jedoch mit 31.600 t um ca. 10.000 höher als im Jahr 1988. Beim Vergleich der Flusseinträge über den Zeitraum von 1988 bis 2002 darf der steuernde Einfluss des Durchflusses nicht unberücksichtigt bleiben. In den Jahren 1994 und 2002 war der Durchfluss fast doppelt so hoch wie 1990, 1996 und 1997. Phosphor und Stickstoff zeigen ein ausgeprägtes durchflussabhängiges Verhalten. Führt ein erhöhter Durchfluss zur Abnahme der Phosphorkonzentration (Verdünnungseffekt), so verhält sich Stickstoff genau umgekehrt. Bei ergiebigen Niederschlägen erfolgt eine erhöhte Auswaschung und Abschwemmung von landwirtschaftlichen Flächen, die erhöhte Stickstoffeinträge sowie einen deutlichen Anstieg der Stickstoffkonzentrationen und -frachten zur Folge haben (siehe Abbildung 6.3.5-1).

Somit ist ein direkter Vergleich der Nährstofffrachten der Jahre 1988 und 2002 nicht möglich. Ein Vergleich der Nährstofffrachten aus den Jahren 1988 und 2000, die ähnliche Abflussbedingungen aufweisen, unterstreicht jedoch, dass zwar für Phosphor, jedoch nicht für Stickstoff, die Emissionen aus dem deutschen Einzugsgebiet zurückgegangen sind. So spiegeln sich gegenwärtig die erheblichen Phosphorreduktionen an den Quellen auch in der Wasserqualität der deutschen Ostseezuflüsse wider. Bei Stickstoff ist noch kein abnehmender Trend – weder in den Flussfrachten noch in den Konzentrationen – erkennbar.

Die Einträge der Schwermetalle in die Ostsee vom deutschen Ostsee-Einzugsgebiet sind nach dem BLMP (2005) zwischen 1995 und 2002 in der gleichen Größenordnung geblieben oder etwas angestiegen. Ein abnehmender Trend ist einzig bei den Quecksilber- und Kupfereinträgen erkennbar. Alle Schwermetallfrachten sind jedoch im Nassjahr 2002 auf Grund des erhöhten Abflusses erheblich höher als im Jahr 2001.

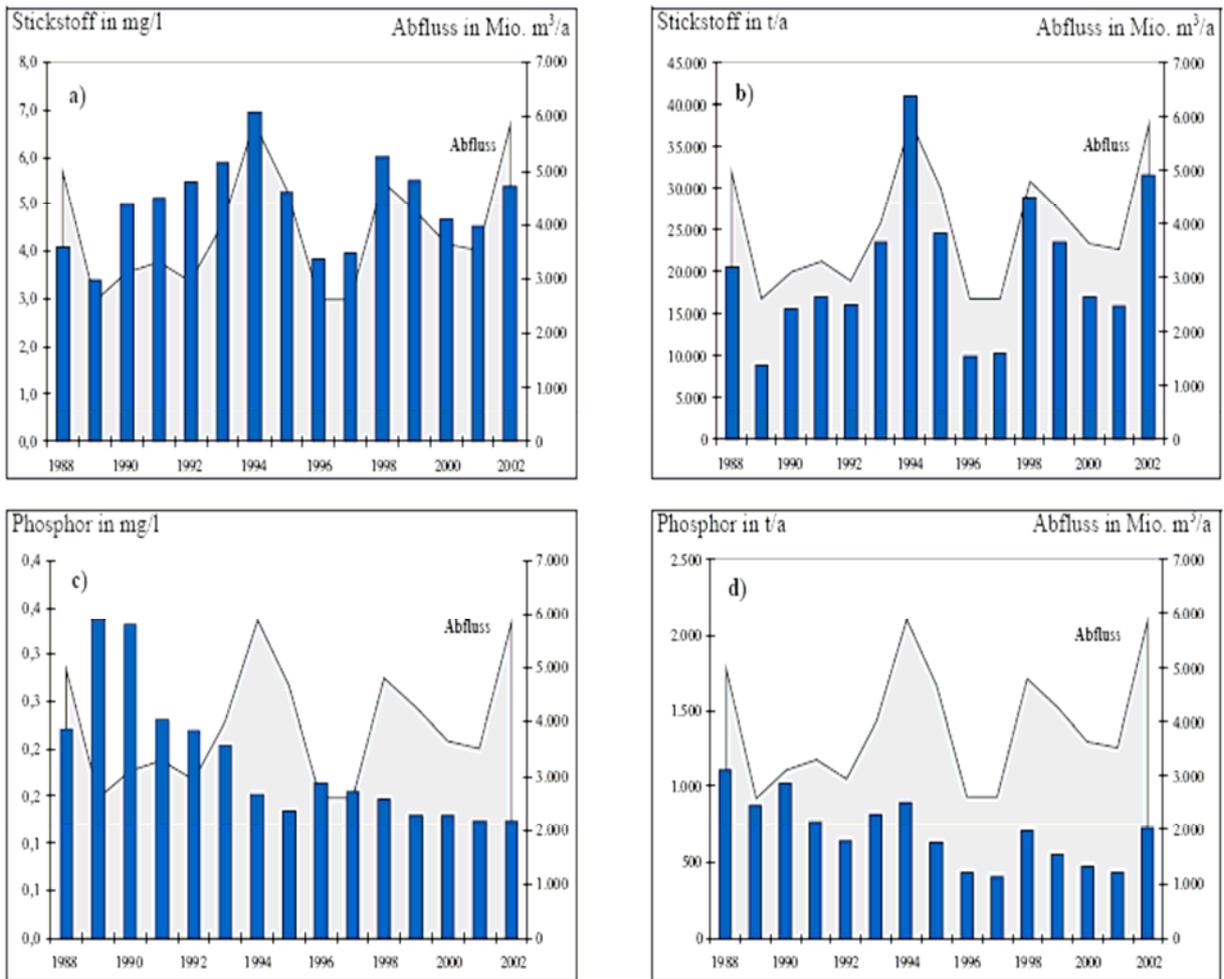


Abb. 6.3.5-1: Nährstoffkonzentrationen und -frachten der deutschen Ostseezuflüsse für 1988 bis 2002 (100 % Einzugsgebiet)
a) Stickstoffkonzentrationen in den deutschen Ostseezuflüssen,
b) Stickstofffrachten der deutschen Ostseezuflüsse,
c) Phosphorkonzentrationen in den deutschen Ostseezuflüssen,
d) Phosphorfrachten der deutschen Ostseezuflüsse (BLMP 2005)

Umso trauriger ist da der aktuelle Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Wassergesetzes des Landes MV (LWaG) in dem der Gewässerrandstreifen auf dem ein Aufbringungsverbot für Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenschutzmittel sowie Pflanzenschutzmittel gilt, von sieben auf drei Meter herabgesetzt werden soll, in Ausnahmefällen sogar bis auf einen Meter ! Den verpflichtenden Zielen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), den Verpflichtungen zur Umsetzung der Europäischen Nitratrichtlinie (91/676/EWG) sowie den Anforderungen der Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG) kann nach einer Stellungnahme des BUND MV so nicht entsprochen werden. Bemühungen zur Reduktion von Nährstoffen in Flüssen und in der Ostsee macht es ebenfalls zunichte.

6.4 FREIZEIT- UND TOURISMUSINDUSTRIE

Die Pressemitteilung des WIRTSCHAFTSMINISTERIUMS M-V vom 18.12.2006 lautete:

Mecklenburg-Vorpommern legt beim Tourismus weiter zu. "Von Januar bis Oktober wurden zwischen Ahlbeck und Zarrentin fast 23 Millionen Übernachtungen gezählt. [...]", sagte Wirtschaftsminister Jürgen Seidel am Montag in Schwerin.

Von Januar bis Oktober 2006 wurden insgesamt mehr Urlauberankünfte (plus 1,3 %, 5,4 Millionen) und Übernachtungen (0,8 %, knapp 22,9 Millionen) als im Vorjahreszeitraum gezählt. Im Oktober kamen mit knapp 507.000 Urlaubern so viele wie im Vorjahr, sie blieben aber etwas länger als im Vorjahresmonat. Die Zahl der Übernachtungen stieg landesweit um 2,7 % auf rund 2,1 Millionen. Bei den Reisegebieten verzeichneten die Hansestädte Rostock (plus 14,9 %), Wismar (plus 7,7 %) und Stralsund (plus 5,6 %) deutliche Zuwächse. [...] Im Sommer 2006 war der Nordosten das beliebteste Reiseziel der Deutschen. [...]

Dass der Tourismus die am schnellsten wachsende Wirtschaftsbranche in ganz Europa wie auch in MV ist, wird durch diese Pressemitteilung deutlich.

Laut EEA (2006) sorgen höhere Lebensstandards in der EU, die Liberalisierung der europäischen Flugverbindungen, die daraus resultierende Zunahme von Billigfluggesellschaften sowie die Entwicklung von transeuropäischen Straßen- und Bahnverbindungen für eine stark erhöhte Mobilität der Europäer. Insbesondere der Zugang zu europäischen Küstengebieten wurde dadurch in hohem Maße erleichtert. Außerdem führt der Anstieg der privaten Einkommen und der immer älter werdenden Bevölkerung dazu, dass mehr Menschen in Zweitwohnungen investieren, besonders in Küstengebieten, weil diese sowohl eine gute Wertanlage darstellen als auch neue Freizeitmöglichkeiten bieten.

Von besonderem Interesse für die Tourismuswirtschaft an der deutschen Ostseeküste ist nach KOLF (2006) das maritime touristische Angebot und die kulturell-historischen Merkmale der Küsten von Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Als kulturell-historische Merkmale und maritime touristische Angebote können hier beispielsweise die Altstadtkerne mit ihren Bauwerken aus der Hansezeit, die Bäderarchitektur der Küstenorte, das maritime Flair von Badeorten und Fischerdörfern sowie die Werften, Häfen, Fischanlandeplätze und Leuchttürme genannt werden. Doch auch der Klimawandel spielt eine immer entscheidendere Rolle. Nach HUPFER et TINZ (2001) führen die Temperaturerhöhungen sowie die Verschiebung der Niederschläge auf das Winterhalbjahr an der Ostseeküste zu einem für das menschliche Empfinden angenehmeren Bioklima am Strand. Durch den verbesserten thermischen Komfort

am Strand zusammen mit der gleichsinnigen Entwicklung der Wassertemperatur kann das bedeuten, dass die Attraktivität der Ostseeküste für den Tourismus in Zukunft noch zunehmen wird.

Die Ostseeküste Deutschlands ist nach dem BfN (1997) vor allem beliebtes Reiseziel für die Deutschen selbst und damit ein Beispiel für eine typische Inlandstourismusentwicklung und seine Auswirkungen auf die Küsten.

Hauptmärkte im Tourismus sind nach KOLF (2006) in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern:

- Badetourismus
- Wassertourismus
- Gesundheitstourismus
- Campingtourismus
- Radtourismus
- Landurlaub
- Tagesausflüge

Bei all diesen Arten des Tourismus kann davon ausgegangen werden, dass der Sandstrand mehr oder weniger intensiv genutzt wird.

Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein liegen bei der Fremdenverkehrsintensität (Übernachtungen je 1000 Einwohner) im Bundesländervergleich auf den Plätzen eins und zwei (DTV 2002). Dies war nicht immer so. Noch 1992 lag MV auf Platz 8, doch im Laufe der letzten Jahre hat es SH auf Platz 2 und Bayern auf Platz 3 verdrängt.

Schleswig-Holstein hatte im Jahr 2004 19,8 Millionen Übernachtungen, wobei auf die Landkreise und kreisfreien Städte direkt an der Ostseeküste allein 10,1 Millionen Übernachtungen fielen. Auffallend hierbei ist der Landkreis Ostholstein mit der Insel Fehmarn, denn dieser wies allein 5,3 Millionen Übernachtungen auf.

In Mecklenburg-Vorpommern übernachteten im Jahr 2004 21,3 Millionen Menschen. Auf die Landkreise und kreisfreien Städte direkt an der Ostseeküste fallen davon allein 16,9 Millionen Übernachtungen. Hiermit liegt der Schwerpunkt eindeutig auf den Küstengebieten. Absoluter Spitzenreiter ist der Landkreis Rügen mit 5,4 Millionen Übernachtungen (aus Tab. 6.4-1 und 6.4-2 sowie den Flächen der einzelnen Länder bzw. Landkreise und kreisfreien Städte; Diagramme im Anhang). In den Küstenkreisen von Mecklenburg-Vorpommern ist die Tendenz der Übernachtungszahlen zwischen 1995 und 2004 deutlich steigend.

Tab. 6.4-1: Übernachtungen pro Einwohner
(Statistisches Bundesamt 2006)

	1995	2000	2002	2004
Land S-H	8,1	7,5	7,3	7,0
LK SL	5,3	4,9	4,8	4,8
Stadt FL	1,3	1,7	1,8	1,8
LK RD	6,4	5,9	5,7	5,4
Stadt KI	1,8	1,8	1,8	1,8
LK PLÖ	8,1	7,3	7,0	6,5
LK OH	31,1	29,0	28,1	25,7
Stadt HL	3,8	4,2	4,1	4,4
Land M-V	5,4	10,2	12,0	12,4
LK NWM	4,6	9,8	10,7	10,5
Stadt HWI	1,7	5,3	4,1	4,0
LK DBR	12,3	17,3	21,0	22,3
Stadt HRO	3,1	5,1	5,3	5,4
LK NVP	9,0	16,1	18,4	18,1
Stadt HST	3,5	4,2	4,6	4,3
LK RÜG	28,0	62,1	73,6	74,3
LK OVP	14,6	27,9	33,1	33,7
Stadt HGW	3,1	2,6	2,8	3,3
LK UER	1,2	1,6	2,3	2,2
Deutschland	3,7	4,0	3,8	4,1

Tab. 6.4-2: Einwohner je qkm
(Statistisches Bundesamt 2006)

	1995	2000	2002	2004
Land S-H	172,8	177,0	178,7	179,5
LK SL	90,8	95,5	96,2	96,5
Stadt FL	1546,4	1492,8	1502,4	1521,1
LK RD	118,1	123,6	124,8	125,0
Stadt KI	2106,1	1964,8	1970,4	1970,7
LK PLÖ	115,8	122,7	124,1	125,1
LK OH	141,8	145,3	147,0	147,7
Stadt HL	1013,2	996,5	996,1	989,5
Land M-V	78,7	76,6	75,3	74,2
LK NWM	54,9	58,5	58,3	58,1
Stadt HWI	1212,2	1132,5	1106,9	1091,6
LK DBR	74,1	86,7	87,5	88,0
Stadt HRO	1259,7	1108,0	1095,4	1099,0
LK NVP	54,6	54,8	53,7	52,4
Stadt HST	1705,7	1559,5	1524,2	1510,1
LK RÜG	81,4	77,4	75,5	74,0
LK OVP	59,4	60,0	59,0	58,1
Stadt HGW	1211,3	1080,8	1052,9	1043,6
LK UER	56,2	52,4	50,3	48,5
Deutschland	229,2	230,4	231,2	231,1

Folgendes Beispiel soll einmal zeigen wie intensiv eine Strandnutzung durch Touristen ebenso wie Einheimische in der Urlaubszeit sein kann:

nach KAMMLER (2003) wurden bei einer Zählung der absoluten Anzahl von Strandbesuchern in Warnemünde 7.623 Personen für eine Strandfläche von knapp 8.000 m² ermittelt. Diese Zählung erfolgte zwischen dem 28. und 30. Juli 2002 zwischen 13.00 und 16.00 Uhr in der von einer maximalen Besucherzahl ausgegangen werden kann. Dennoch ist diese Zählung sehr repräsentativ für viele Sandstrände an den Ostseeküsten Deutschlands in den Sommermonaten. Tatsächlich ist die extreme Konzentration sowie die Saisonalität des Tourismus an der Küste nach SCHERNEWSKI (2003) sehr problematisch. Das Wachstum der Übernachtungszahlen hat nach ihm im Mittel in Mecklenburg-Vorpommern nicht ganz mit der Kapazitätssteigerung der Übernachtungsmöglichkeiten mitgehalten. Durch die Konzentration des Tourismus auf wenige Sommermonate zeigt sich dadurch eine mittlere Auslastung der Betten von nur 33 % (1998). Die Auslastung variiert stark zwischen den verschiedenen Anbietertypen. Sollte die Auslastung allerdings unter 30 % sinken, wirft dies erhebliche Probleme für die Rentabilität auf und beeinträchtigt

auch die Tourismusinfrastruktur. Eine Verlängerung der Saison muss also Vorrang vor weiterer Kapazitätssteigerung besitzen. Der heutige Tourismus ist zwar weniger konzentriert und intensiv als zu Zeiten der DDR, stellt aber hohe Ansprüche an die Infrastruktur und bindet das Hinterland mit ein. Dadurch ergeben sich potentiell Konflikte mit dem Landschafts- und Naturschutz.

Mit einer Ausweitung der Saison, kombiniert mit der Tendenz kürzer aber häufiger in den Urlaub zu fahren, wird sich dieser Konflikt noch verstärken. Erstrebenswerter wäre die Reisedauer und dafür die Reiseintervalle wieder zu verlängern.

Generell belastet der Tourismus die Umwelt durch die An- und Abreise sowie die Beherbergung und Aktivitäten am Urlaubsort selber. Der ermittelte Gesamtflächenverbrauch des UBA für die Beherbergung von Touristen beträgt für Deutschland zwar nur 27.800 ha und somit 0,7 % der gesamten Siedlungs- und Verkehrsfläche Deutschlands, doch dient die dichte Bebauung an den Küsten Deutschlands teilweise über 50 % dem Tourismus. Schäden an der Umwelt werden dabei durch klimawirksame Emissionen, bei der Trinkwasserentnahme, der Entsorgung von Abfällen und Abwasser, durch Flächenverbrauch und Biodiversitätsverlust sowie durch Lärmbelästigung verursacht.

Tabelle 6.4-3 konzentriert sich auf Belastungen des Tourismus für den Sandstrand. Nach eigenen Messungen über GoogleEarth werden in beiden Ländern insgesamt 351 km Sandstrand mehr oder weniger intensiv genutzt (Tabelle im Anhang). Von den 81 ausgemessenen Sandstrandabschnitten sind Informationen über das Internet beziehbar und sind somit einer breiten Öffentlichkeit bekannt. An 41 Abschnitten ist eine Seebrücke, eine Strandpromenade oder beides vorhanden, sodass von einer äußerst intensiven Nutzung ausgegangen werden kann. Diese Strände verfügen meist über weitere Infrastruktur wie Strandkorbverleihe, Wassersportgeräteverleihe (Surfbretter, Tretboote, Bananen zum Wasserreiten, Wasserski, Beachvolleyball u.a.), Spielplätze, Imbisse, Kioske und Toiletten.

Tab. 6.4-3: Auswirkungen von Strandtourismus (verändert und gekürzt nach BFN 1997)

Auslösende Tätigkeit	Wirkfaktoren	Auswirkungen
sonnen, lagern, picknicken, Kioske, Strandkorbvermietung, Strandspaziergänge	Hinterlassen von Müll und Fäkalien	Veränderung von Pflanzengesellschaften durch Eutrophierung, Gefahr von Bränden, Gefährdung von Tieren
	Tritt, Abbrechen von Pflanzen	Bodenerosion, Schäden an Vegetation
	physische Präsenz, Lärm	Vertreibung störungsempfindlicher Tierarten
	Strandsäuberungen durch Städte und Gemeinden	Vernichtung von Spülsaumgesellschaften
schwimmen	Wasserverschmutzung durch Sonnenöl, Seife	küstennahes Wasser, Strand: Eutrophierung
nicht motorisierter Wassersport (surfen, segeln, paddeln)	physische Präsenz, Bewegung	küstennahes Wasser, Strand: Vertreibung störungsempfindlicher Tierarten
motorisierter Wassersport (Motorbootfahren, Wasserski, Jetskis, Parasailing)	Lärm	Vertreibung störungsempfindlicher Tierarten
	Öl- und Benzinverschmutzung, Anitfouling-Anstriche	Verschmutzung von Wasser und Spülsäumen, Vergiftung von Tieren und Pflanzen
Wege, Strandpromenaden nahe der Wasserlinie	Flächenverbrauch, Tritt, Müll, Baumaßnahmen zur Befestigung	Sandstrand, Dünen: Stranderosion, Zerschneidung von Lebensräumen, Artenverschiebungen
Sportboothäfen und Häfen für Fähren und Kreuzfahrtschiffe	Ausbaggern flacher Küstenabschnitte, Baumaßnahmen zur Befestigung ständige Hafenerweiterungen	Flachküsten v.a. Sandstrand: Lebensraumzerstörung, Verschmutzung, Lärm
Gebäude nahe der Wasserlinie	Überbauung, Flächenversiegelung	Sandstrand, Dünen: Stranderosion, Zerstörung von Lebensräumen,

Nach MUNDT (2006) muss es Ziel des Tourismus sein, die (Zer-)Störungen von Landschaft und Natur durch die touristische Nutzung möglichst gering zu halten bzw. in einzelnen Fällen ganz zu verhindern. Der Tourismus als wesentlicher Wirtschaftsfaktor an der deutschen Ostseeküste ist nun mal abhängig von einer möglichst intakten Natur entlang der Strände und Dünen. Ein Erscheinungsbild der Küste die zu mehr als 50 % von Beton geprägt ist, und ein solches Beispiel liefert die mittlerweile als „mediterrane Mauer“ (EEA 2006) bezeichnete Mittelmeerküste, würde an der Ostsee wohl ein Ausbleiben der Urlauber zur Folge haben.

Da sind europäische Umweltgütezeichen wie die „Blaue Flagge“, ein auf privater Ebene initiiertes und von der EU finanziell unterstütztes Gütezeichen, mit dem sich umweltbewusste Küstenbesucher bestimmte Badeorte oder Sportboothäfen aus der Masse der Angebote herausuchen können (MUNDT 2006) sicherlich ein Schritt in die richtige Richtung. Überhaupt kann jeder Tourist nach der DGU (1997) durch sein eigenes Verhalten und seine Wünsche vor und während des Urlaubs zur ökologischen Entwicklung der Ostseeküste beitragen. Entsprechend sollten die Maßnahmen zur Umweltqualifizierung aller am Tourismus Beteiligten im Ostseeraum weiterentwickelt werden. Der DGU empfiehlt die unterschiedlichen Erfahrungen kontinuierlich miteinander auszutauschen. Das Umweltbewusstsein der einzelnen Touristen sollte durch geeignete Maßnahmen erhöht werden. Es sollte v.a. darauf geachtet werden, dass die Kluft zwischen dem schon eingetretenen Wertewandel in Bezug auf Umweltfragen und den erforderlichen Verhaltensänderungen überbrückt werden kann. Für ein verstärktes Umweltbewusstsein sollten in den Urlaubsdestinationen sowohl Maßnahmen zur Umweltaufklärung als auch zur aktiven Umweltbetätigung, beispielsweise durch Naturlehrpfade, der Touristen eingesetzt werden. Die notwendigen Maßnahmen zur Erhöhung des Umweltbewusstseins sollten im Dialog zwischen den Nachfragern und Anbietern vor und während der Reise entwickelt werden, unter Berücksichtigung und Nutzung der regionalen Ressourcen und Verkehrsmitteln wie Bus und Bahn. Die touristischen Anbieter sollten die Nachfragetrends in ein verantwortliches Marketing integrieren, das den Prinzipien der Agenda 21 entspricht („nachhaltiges Marketing“). Die Umweltaspekte sollten den Konsumenten transparent gemacht werden. Letztendlich sollte Umwelterziehung zum regelmäßigen Inhalt der Ausbildung im touristischen Sektor werden, wobei die Finanzierung der entsprechenden Maßnahmen eine Aufgabe aller Akteure sei. Die Verbesserung von Nahzielvermittlungen ist da nur ein Beispiel. Der öffentlichen Hand und der Tourismuswirtschaft kommt dabei eine besondere Verantwortung zu. Durch eine entsprechende Preisgestaltung ist sicherzustellen, dass die Kosten vom Verursacher getragen werden.

6.5 LANDSCHAFTSZERSIEDELUNG

Das Östliche Hügelland in SH umfasst 663.049 ha. Die Landwirtschaft nimmt davon 69,2 % und Waldflächen 11,0 % ein. Gebäude-, Frei- und Betriebsflächen nehmen 7,1 % ein. Wasserflächen nehmen 6,8 % und Verkehrsflächen satte 3,8 % ein. Flächen für den Sport und die Erholung machen nur 1 % aus ([HTTP://WWW.UMWELT.SCHLESWIG-HOLSTEIN.DE](http://www.umwelt.schleswig-holstein.de), Stand 2005). Da die Raumeinheit Östliches Hügelland allerdings sehr grob ist und knapp die Hälfte von SH umfasst, entsprechen die Daten ungefähr dem Landesdurchschnitt.

Das Ostseeküstenland in MV umfasst den Küstensaum mit seinem unmittelbaren Hinterland und hat eine Fläche 14.317 ha. Von dieser Fläche werden 63,5 % landwirtschaftlich und 20,9 % waldwirtschaftlich genutzt. Gebäude-, Frei- und Betriebsflächen nehmen 8,3 %, Wasserflächen 1,6 % und Verkehrsflächen 1,1 % ein. Flächen anderer Nutzungen sowie Erholungsflächen machen 4,6 % aus (GLP MV 2003). Bei der Gebäude-, Frei- und Betriebsfläche, der Verkehrsfläche ebenso wie bei den Flächen anderer Nutzungen und Erholungsflächen liegt das Ostseeküstenland MV dabei deutlich über dem Landesdurchschnitt.

Nach einer gesamteuropäischen Studie der EEA (2006) kommt es seit 50 Jahren in ganz Europa, besonders jedoch entlang der Küsten zur Zersiedelung der Landschaft. Versiegelungen durch Küstenschutzmaßnahmen aufgrund steigender Meeresspiegel und extremeren Wetterereignissen, durch Häfen aufgrund zunehmendem Schiffsverkehrs und durch den Tourismus der vielerorts einen wahren Bauboom auslöst wurden schon angesprochen. Zusätzlich belastet die europäischen Küsten aber eine Bevölkerungsdichte, die zwischen 10 und 50 % höher ist als im Inneren des Landes. Dem nicht genug, nimmt die Fläche der Versiegelungen unberührter Küstenabschnitte noch schneller zu als die Bevölkerungsdichte an sich. Die EEA (2006) nennt den Bau von Wohnungen (in vielen Ländern Zweitwohnungen), Dienstleistungen und Erholung als Hauptfaktoren, auf die 61 % der gesamten Küstenlandnutzung für künstliche Oberflächen entfallen. Durch gestiegene Einkommen können sich einige Europäer den Traum von einer Zweitwohnung am Meer erfüllen, damit neue Freizeitmöglichkeiten für sich erschließen und in eine gute Wertanlage investieren. Allgemein führen höhere Lebensstandards, die Liberalisierung der europäischen Flugverbindungen mit der daraus resultierenden Zunahme von Billigfluggesellschaften sowie die Entwicklung von transeuropäischen Straßen- und Bahnverbindungen zu einer erhöhten Mobilität und einem verbesserten Zugang zu den Küstengebieten. Die Bereitstellung von Dienstleistungen wie Parkplätze, Restaurants, Supermärkte, Spaßbäder und -parks, Kartbahnen und Golfplätze sind da nur noch eine Frage der Zeit !

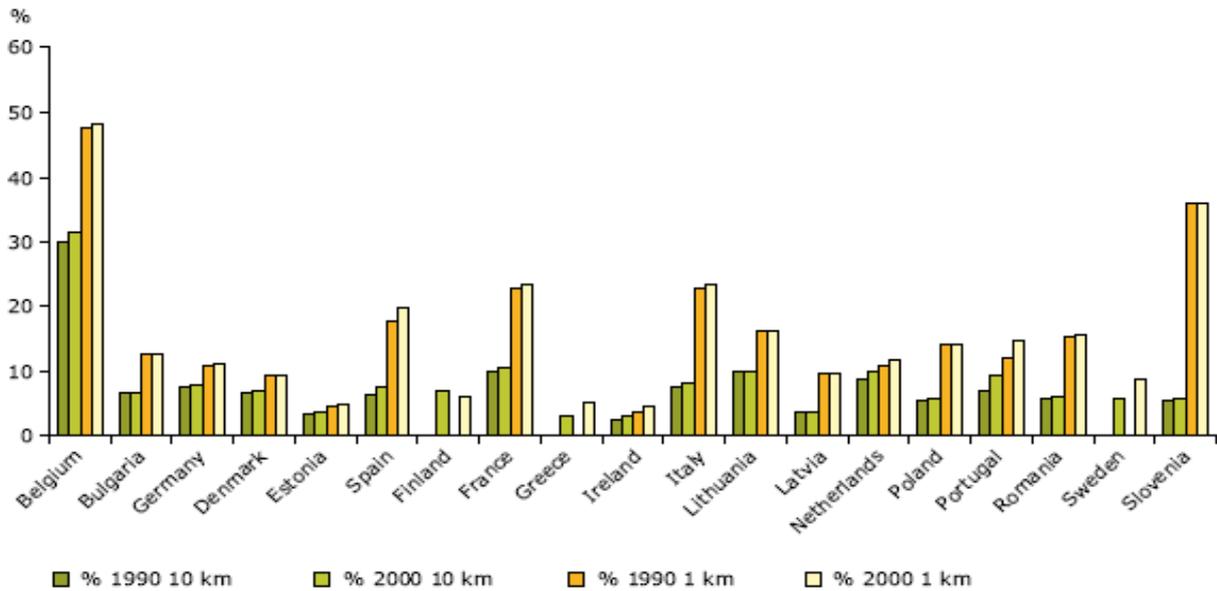


Abb. 6.5-1: Bebaute Fläche im 0-1 km Küstenstreifen im Vergleich zu der gesamten 10 km Zone 1990 – 2000 (EEA 2006)

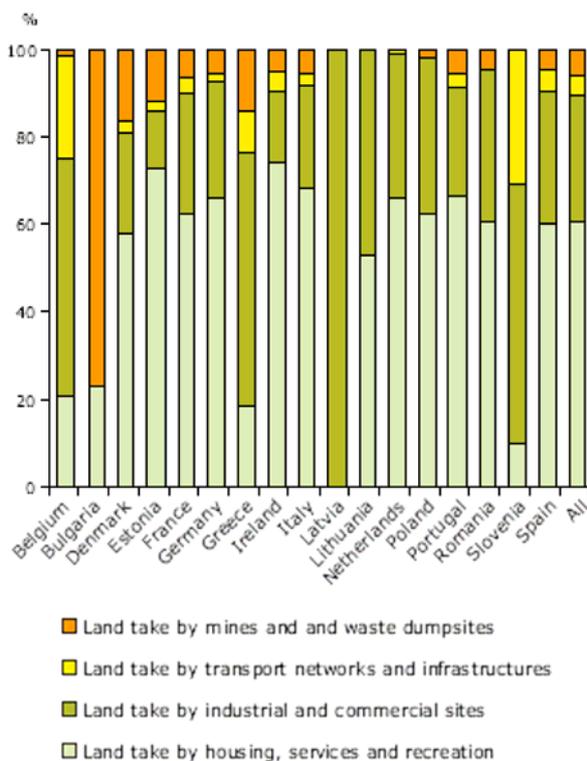


Abb. 6.5-2: Flächenverbrauch im 0-10 km Küstenstreifen 1990 – 2000 (EEA 2006)

Abb. 6.5-1 zeigt den Grad der Versiegelung in dem für den Sandstrand relevanten 0-1 km Küstenstreifen der einzelnen europäischen Länder. Deutschland liegt mit ca. 11 bzw. 12 % Bebauung zwar im unteren Bereich, dennoch ist der Grad der Bebauung in beiden Küstenstreifen tendenziell gestiegen und natürliche Küstenlebensräume sind damit unwiederbringlich zerstört.

Abb. 6.5-2 zeigt dabei die Art der Bebauung. So haben auf dem deutschen 10 km Küstenstreifen Gebäude, Flächen für Dienstleistungen und Erholung mit knapp 70 % den größten Anteil. Industrie und Handel nehmen ca. 23 %, Bergbau und Abfallanlagen ca. 5 % und Verkehr und Infrastruktur ca. 2 % ein.

Eine Verlangsamung der Ausdehnung von Küstenorten und Küstenstädten ist dabei nicht in Sicht. Ganz im Gegenteil: nach einer anderen gesamteuropäischen Studie der EEA (2006) dehnen sich die Städte kontinuierlich aus, derzeit um ca. 5 % in einem Jahrzehnt. Auch hier übertrifft die Rate der Flächenumwidmung für städtische Nutzung die eigentliche Wachstumsrate der Bevölkerung. Die beanspruchte Fläche pro Bürger hat sich in den letzten 50 Jahren verdoppelt, die Qualität der Verkehrssysteme, die Grundstückspreise, individuelle Wohnvorlieben, demografische Trends, kulturelle Traditionen und Restriktionen, die Attraktivität bereits bestehender städtischer Gebiete spielen dabei eine Rolle.

Die Flächennutzungen der beiden Bundesländer SH und MV an der Ostseeküste mit 11,9 % bzw. 14,0 % bestätigen die Studie der EEA die eine Flächenversiegelung von 12 % in einem 1 km breitem Küstenstreifen ermittelt hat. Dabei ist es schwierig, den Versiegelungsgrad des Sandstrandes einzuschätzen. Dort findet beim Bau von Infrastruktur wie Strassen, Promenaden und Plankenwege eine Versiegelung statt. Beim Bau von Häfen findet sogar eine 100 % Versiegelung statt. Zusammenfassend kann man sagen, dass der Nutzungsdruck und die Frequentierung des Sandstrandes mit einer dichteren und breiteren Bebauung des Küstenstreifens enorm zunimmt.

6.6 AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DEN SANDSTRAND

Änderungen in der atmosphärischen Konzentration von Treibhausgasen (Kohlendioxid CO₂; Distickstoffmonoxid N₂O; Methan CH₄; FCKW; Ozon O₃; Wasserdampf H₂O) und Aerosolen, der Sonneneinstrahlung und der Beschaffenheit der Landoberfläche verändern die Energiebilanz des Klimasystems (IPCC 2007). Dass sich das Klima aufgrund menschlichen Handelns gerade ändert, ist mittlerweile unumstritten.

Nach dem vierten Sachstandsbericht der IPCC (2007) sind die globalen atmosphärischen Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas als Folge menschlicher Aktivitäten seit 1750 markant gestiegen und übertreffen heute die aus Eisbohrkernen über viele Jahrtausende bestimmten vorindustriellen Werte bei Weitem. Der weltweite Anstieg der Kohlendioxidkonzentration ist primär auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe und auf die geänderte Landnutzung zurückzuführen, während derjenige von Methan und Lachgas an erster Stelle durch die Landwirtschaft verursacht wird.

Die IPCC (2007) sagt Verschiebungen geografischer Verbreitungsgebiete sowie Veränderungen des Auftretens von Algen, Plankton und Fischen in den Ozeanen der hohen Breiten voraus. In zahlreichen Gebieten tragen der Anstieg des Meeresspiegels und die menschliche Entwicklung gemeinsam zu Verlusten von Küstenfeuchtgebieten und Mangroven sowie in zahlreichen Gebieten zu zunehmenden Schäden infolge von Küstenüberflutungen bei.

Allgemein wird für Küstensysteme und tief liegende Gebiete projiziert, dass die Küsten infolge der Klimaänderung und des Anstiegs des Meeresspiegels immer größeren Risiken – einschließlich Küstenerosion – ausgesetzt sein werden. Dieser Effekt wird durch den zunehmenden Druck, den der Mensch auf die Küstengebiete ausübt, noch verschärft.

Korallen sind durch Hitzestress verwundbar und haben eine geringe Anpassungskapazität. Bei einem Anstieg der Meeresoberflächentemperatur um ca. 1-3°C werden – sofern es bei den Korallen zu keiner Anpassung an die Erwärmung oder Akklimatisierung kommt – ein vermehrtes Eintreten von Korallenbleiche und ein großräumiges Absterben projiziert.

Für Küstenfeuchtgebiete – einschließlich Salzmarschen und Mangroven – werden durch den Anstieg des Meeresspiegels negative Auswirkungen projiziert, insbesondere dort, wo landeinwärts Hemmnisse bestehen oder kaum Sediment vorhanden ist.

Aufgrund des Anstiegs des Meeresspiegels wird projiziert, dass bis zu den 2080er-Jahren viele Millionen Menschen mehr pro Jahr von Überschwemmungen betroffen sein werden. Für dicht besiedelte Standorte sowie tief liegende Gebiete, in denen die

Anpassungskapazität relativ gering ist und die bereits durch andere Gefahren wie etwa Tropenstürme und örtliche Absenkung der Küsten bedroht sind, ist das Risiko besonders hoch. Die Anzahl der betroffenen Menschen wird in den Großdeltas Asiens und Afrikas am höchsten sein, während die kleinen Inseln in besonderem Maße verwundbar sind. Die Anpassung in Küstengebieten stellt für Entwicklungsländer aufgrund ihrer begrenzten Anpassungskapazität eine größere Herausforderung dar als für Industrieländer.

In Europa wird die Klimaänderung regionale Differenzen in Bezug auf natürliche Ressourcen und Güter verstärken. Zu den negativen Auswirkungen zählen ein erhöhtes Risiko durch flutartige Überschwemmungen im Landesinneren, an Häufigkeit zunehmende Küstenüberschwemmungen und eine verstärkte Erosion (durch Gewitter und Meeresspiegelanstieg). Für die überwiegende Mehrheit von Organismen und Ökosystemen wird sich eine Anpassung an den Klimawandel als schwierig erweisen.

Laut einer Bestandsaufnahme des BMU (2006) sind relevante Aspekte des Klimawandels für die deutsche Ostseeküste vor allem der Anstieg der Luft- und Wassertemperaturen, der Meeresspiegelanstieg sowie die Zunahme von Stürmen und Änderung der Niederschlagsverteilung. So werden beispielsweise die Lufttemperaturen um 2,5 bis 3,5°C steigen und die sommerlichen Niederschläge großflächig abnehmen (UBA & MPI FÜR METEOROLOGIE 2006). Eine Modellrechnung des UBA (2007) für Arkona ergab, dass die Zahl der Frosttage um mehr als das Doppelte zurückgeht und die Zahl der Sommertage um mehr als das Doppelte zunimmt. Heiße Tage werden auch für das Ende des 21. Jahrhunderts kaum simuliert, allerdings eine Zunahme der Tropennächte um über das Doppelte. Dies wird see- und landseitig Auswirkungen auf die Küstenlinie haben.

Während in Südeuropa also Hitze und Trockenheit den Sommer bestimmen werden, werden die Temperaturen an der deutschen Ostseeküste zunehmend angenehmer und könnten so zu einer Verschiebung sommerlicher Touristenströme führen. Ostseestrände würden so noch stärker frequentiert werden. Damit ist die Fauna und Flora des Sandstrandes direkt betroffen.

Betrachtete Szenarien der IPCC (2007) gehen von minimal 8 bis maximal 88 cm Anstieg des globalen Meeresspiegels bis 2100 aus, mittlere Werte liegen zwischen 30 und 50 cm. Das Ausmaß des Anstiegs wird wesentlich von den zukünftigen klimarelevanten Emissionen abhängen. Infolge besonderer lokaler Effekte wie beispielsweise der Landsenkung in der südwestlichen Ostsee (Abb. 6.6-1) sind jedoch deutliche Abweichungen von den globalen Werten zu erwarten. HUPFER et TINZ (2001) schlussfolgern aufgrund eigener Studien, dass an der deutschen

Ostseeküste nicht etwa spektakulär veränderte Häufigkeiten des Auftretens extremer Wasserstände, sondern dieser langsame Prozess des Meeresspiegelanstiegs die Küstendynamik des 21. Jahrhunderts am stärksten bestimmen wird.

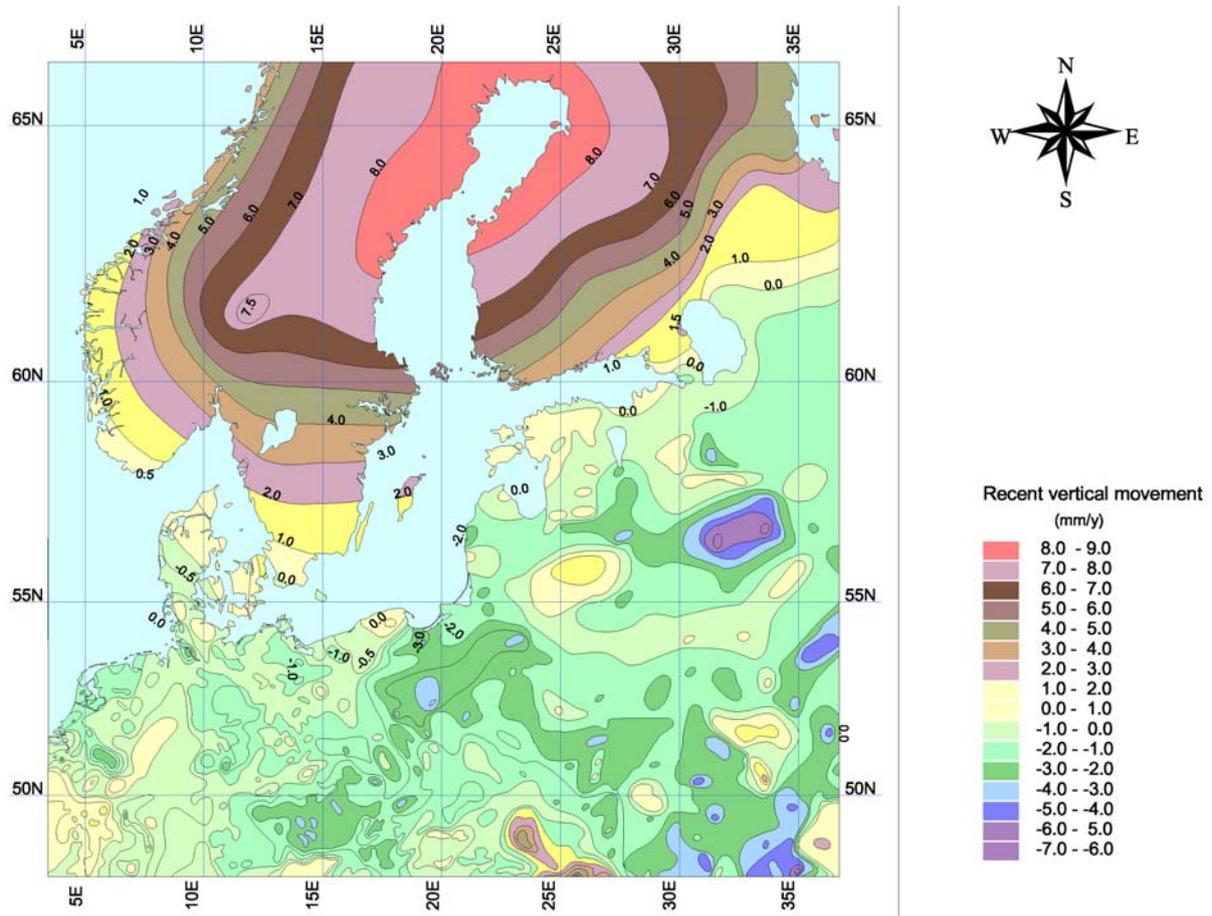


Abb. 6.6-1: aktuelle isostatische Bewegung ([HTTP://WWW.IO-WARNEMUENDE.DE](http://www.io-warnemuende.de))

Da Szenarien meist nur global dargestellt werden können gibt es mittlerweile verschiedenste lokale Klimaforschungsprojekte. Im Rahmen des Projektes SEAREG (Sea Level Change and Spatial Planning in the Baltic Sea Region) wurden beispielsweise überflutungsgefährdete Räume der Ostseeregion analysiert und auf Karten dargestellt. Weiterführende Informationen dazu gibt es auf der Homepage <http://www.gtk.fi/projects/seareg/>.

7 ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNG AN TOURISTISCH GENUTZTEN UND UNGENUTZTEN SANDSTRÄNDEN

Neben der ausführlichen Literaturrecherche über die allgemeine Gefährdung sowie den schon bestehenden und den in Zukunft angestrebten Schutz des Biotops „Sandstrand“ an der deutschen Ostseeküste, sollte die Ökologie der Wirbellosen konkret untersucht werden. Welche Vertreter aus den Ordnungen der Käfer (Coleoptera), Spinnen (Araneae), Flohkrebse (Amphipoda), Zweiflügler (Diptera) und Hautflügler (Hymenoptera) leben an unseren Sandstränden und in welchem Beziehungsgefüge stehen sie zueinander ? Gibt es Unterschiede in dem Artvorkommen und in der Artenzusammensetzung zwischen touristisch genutzten und ungenutzten Sandstränden ? Diese Fragen sollen mit gezielten Sandstrandaufnahmen an geeigneten Standorten geklärt werden.

7.1 METHODIK DER ÖKOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Nahezu alle Sandstrände der deutschen Ostseeküste werden heute touristisch genutzt. Für diesen Nutzungstyp wurde jeweils ein Strandabschnitt vor Warnemünde und Markgrafenheide gewählt. Sie zählen zu den von Strandbesuchern wie Badegästen extrem beanspruchten Sandstränden.

Völlig ungenutzte und damit natürliche Strandabschnitte sind an der deutschen Ostseeküste nur noch in der Kernzone I des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft zu finden. Durch eine Sondergenehmigung war es möglich, die Strände des Neubessin und des Gellen auf Hiddensee, des Bug auf Westrügen und des Zingst zu untersuchen.

An den genannten Sandstränden wurden jeweils zwei systematische Stichproben genommen. Dabei ging es hauptsächlich um den Nachweis einer gewissen Arten- bzw. Trophodiversität der Wirbellosen und den anschließenden Vergleich dieser Artenzahl zwischen touristisch genutzten und ungenutzten Sandstränden.

Einzig für die Sichterfassung einer repräsentativen Individuenanzahl des *Cicindela maritima* wurde jeweils ein Abschnitt von 500 m Länge und der vollen Breite des Strandes per GPS abgemessen und untersucht. Dabei wurden die 500 m langsam und in geduckter Haltung abgegangen um möglichst nahe an die Tiere heranzukommen und sogleich per Strichliste erfasst. Wurden dabei noch andere Arten auf dem Sandboden entdeckt, wurden diese entweder notiert, fotografiert oder zur Nachbestimmung mitgenommen. Diese Arten finden sich in der Ergebnistabelle unter der Spalte Strandplatte „St“.



Bild 7.1-1: Einheitsflächen auf dem Zingst (eigenes Foto 28.08.06)

Zurück am Ausgangspunkt wurde der Strand nun in mindestens einem Fall auf 1 m Breite untersucht. Vom Strandsaum, dem Spülsaum, der Strandplatte bis zum Beginn der Vordüne wurden 1 m² große Einheitsflächen geschaffen (Bild 7.1-1) und die darauf und darin befindlichen Arten und Individuen direkt ausgezählt. Das so entstandene Transekt unterschied sich in den Gradienten Feuchtigkeit, Temperaturamplitude und der Intensität der Sonnenstrahlen. Dabei wurde der Sandboden auch bis zu einer Tiefe von 25 cm umgegraben um ein möglichst breites Artenspektrum zu erfassen. Abschließend wurde ein repräsentativer m² Spülsaum abgestochen und in einem Plastiksack mitgenommen. Bevor von diesem Stück Spülsaum die Trockenmasse bestimmt wurde, wurden möglichst alle Individuen abgesammelt und bestimmt. Diese Arten finden sich in der Ergebnistabelle unter der Spalte des Spülsaum „Sp“.

Nach dem mehrmalig vergeblichen Versuch *Cicindela maritima* - Larven durch Ausgraben aus ihren Löchern zu sichten und zu zählen wurden am 29.08. auf dem Gellen zusätzlich eventuelle Larvenlöcher auf den 500 m Strandlänge in der Tiefe ausgemessen und notiert.

Die Strandflora wurde ebenfalls nur als Nachweis einer gewissen Artenvielfalt erfasst und bestimmt, die entstandene Artenliste erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

7.2 BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHTEN STRANDABSCHNITTE

Der Neubessin, der Gellen, der Bug und der Zingst stellen herausragende natürlich gebildete Hakenbildungen dar. Die Untersuchungsflächen dieser vier Standorte befinden sich alle in der Schutzzone I des 1990 gegründeten Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft. Es sind die vier einzigen Sandstrände an der Außenküste und in der Kernzone des Nationalparks. Teils sind es sehr junge Gebilde und ehemalige Naturschutzgebiete, die schon seit Jahrzehnten vom Menschen weder genutzt noch touristisch erschlossen worden sind. Sie eignen sich deshalb hervorragend für Untersuchungen an dem sonst deutschlandweit überwiegend gestörten oder zerstörten Ökosystem Sandstrand. Unten stehende Informationen kommen weitestgehend vom NLP VORPOMMERSCHE BODDENLANDSCHAFT (2002).



Bild 7.2-1: Untersuchungsfläche Neubessin
(eigenes Foto 06.06.06)

Das durchschnittliche Wachstum beträgt beim Neubessin 30,6 m Länge mit Wachstumsspitzen von bis zu 80 m im Jahr. Der Neubessin ist weniger als 100 Jahre alt und schon jetzt mehr als drei Kilometer lang. In den letzten neun Jahren sind sogar ein dritter und vierter Bessiner Haken gewachsen, auf letzterem fanden die Untersuchungen statt. Feinsandiger und mittelmäßig geröllbedeckter Strand.



Bild 7.2-2: Untersuchungsfläche Gellen
(eigenes Foto 26.07.06)

Der heute 14 km lange Gellen (Bild 7.2-2) wuchs in den letzten 700 Jahren um vier Kilometer nach Süden wobei sich sein Wachstum bis heute immer mehr verlangsamt hat. Das Bodenmaterial für Neubessin und Gellen liefert die Kliffkante des Dornbusch mit ihren durchschnittlichen Rückgangsdaten von 30 cm jährlich. Sehr feinsandiger und mittelmäßig geröllbedeckter Strand.

Der Bug (Bild 7.2-3) ist 8 km lang



Bild 7.2-3: Untersuchungsfläche Bug
(eigenes Foto 07.06.06)

und gehört zu den bedeutendsten Sandablagerungen Rügens. In den letzten 300 Jahren wuchs der Bug mehr als einen halben Kilometer in südliche Richtung, die Bugspitze wird heute noch jährlich um knapp einen Meter breiter. Auch hier kommt das Material vom Dornbusch. Sehr feinsandiger Strand aber gleichzeitig am geröllreichsten. Da der südliche Bug 1990 vom Sperrgebiet direkt in Nationalparkgebiet übergang, kann sich der Sandstrand nicht nur in seiner natürlichen Dynamik erhalten, es können sich auch Primär- und Weißdünen bilden.

Die Darß-Zingster Halbinsel ist eine Nehrung, die von ineinandergreifenden und aus westlicher und östlicher Richtung zusammengewachsenen Haken mit Längsausdehnungen in der Größenordnung um 10 km gebildet wird. Es ist der feinsandigste und geröllärmste Strand und auf großen Flächen völlig vegetationsfrei. Bereits in den Jahren 1934 und 1945 versuchte man die angrenzenden Sundischen Wiesen als Nationalparkgebiet auszuweisen, doch jedes Mal wusste das Militär die Abgeschlossenheit dieser Landschaft für sich zu nutzen. Erst 1990 konnten die Sundischen Wiesen als einer der Hauptbestandteile des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft gesichert und von den militärischen Altlasten befreit werden ([HTTP://DE.WIKIPEDIA.ORG](http://de.wikipedia.org)).



Bild 7.2-4: Untersuchungsfläche Zingst
(eigenes Foto 28.08.06)

Die Auswahl an touristisch intensiv genutzten Strandabschnitten ist natürlich weitaus größer. Hier wurde rein nach logistischen Gründen entschieden. Warnemünde und Markgrafenheide sind Stadtteile von Rostock und deren Strände damit permanent einer großen Anzahl von Besuchern

ausgesetzt. Warnemünde bietet einen 100 m breiten Sandstrand der sich, wenn nach Westen und Osten auch schmaler werdend, auf einer Länge von 18 km bis Markgrafenheide hinzieht, unterbrochen durch den Alten sowie den Neuen Strom. Nachdem Warnemünde die ersten Urlauber im Jahr 1817 begrüßte kann es in Markgrafenheide nicht viel später gewesen sein. Durch die heute jährlich statt findende Hanse Sail mit 1 Million Besucher und den im Jahr 2006 138 angelaufenen Kreuzfahrtschiffen sowie den 200.000 Einwohnern Rostocks erleben die genannten Strandabschnitte eine besonders extreme Flut an Strandbesuchern.

Tabelle 7.2-1 enthält die Informationen zu den 12 Untersuchungstagen und deren abiotische Bedingungen.

Tab. 7.2-1: Untersuchungsflächen und deren abiotische Daten

Ort	GPS
NEUBESSIN	N 54°34.748'; EO 13°09.421' nach Süden bis N 54°34.460'; EO 13°09.481'
Datum	Wetter
06.06.2006	12,5 °C; Wind 3 m/s; sonnig; 82 % relative Luftfeuchte; 1024,5 hPa Luftdruck
25.07.2006	22 °C; Wind 4 m/s; sonnig; 67 % relative Luftfeuchte; 1020,5 hPa Luftdruck
Ort	GPS
BUG	N 54°35.046'; EO 13°11.961' nach Süden bis N 54°34.888'; EO 13°11.631'
Datum	Wetter
07.06.2006	13 °C; Wind 5 m/s; sonnig; 72,5 % relative Luftfeuchte; 1026,5 hPa Luftdruck
27.06.2006	17 °C; Wind 8 m/s; leicht bewölkt; 84 % relative Luftfeuchte; 1015 hPa Luftdruck
Ort	GPS
ZINGST	N 54°26.527'; EO 12°52.757' nach Westen bis N 54°26.505'; EO 12°52.364'
Datum	Wetter
28.06.2006	14,5 °C; Wind 6,5 m/s; bewölkt; 78,5 % relative Luftfeuchte; 1019,5 hPa Luftdruck
28.08.2006	16,5 °C; Wind 9,5 m/s; durchwachsen; 77 % relative Luftfeuchte; 1001 hPa Luftdruck
Ort	GPS
GELLEN	N 54°29.427'; EO 13°03.925' nach Südosten bis N 54°29.142'; EO 13°03.854'

Datum	Wetter
26.07.2006	22,5 °C; Wind 3 m/s; sonnig; 74,5 % relative Luftfeuchte; 1019 hPa Luftdruck
29.08.2006	14 °C; Wind 4,5 m/s; bewölkt; 88 % relative Luftfeuchte; 998 hPa Luftdruck
Ort	GPS
MARKGRAFENHEIDE	N 54°11.217'; EO 12°07.780' nach Osten bis N 54°11.419'; EO 12°08.104'
Datum	Wetter
13.06.2006	23°C; Wind 3 m/s; sonnig; 69 % relative Luftfeuchte; 1022 hPa Luftdruck
21.07.2006	27°C; Wind 4,7 m/s; leicht bewölkt; 70 % relative Luftfeuchte; 1017 hPa Luftdruck
Ort	GPS
WARNEMÜNDE	N 54°10.438'; EO 12°04.140' nach Osten bis N 54°10.498'; EO 12°04.394'
Datum	Wetter
21.07.2006	27°C; Wind 4,7 m/s; leicht bewölkt; 70 % relative Luftfeuchte; 1017 hPa Luftdruck
22.07.2006	25°C; Wind 4,5 m/s; sonnig; 75 % relative Luftfeuchte; 1018 hPa Luftdruck

7.3 ERGEBNISSE

7.3.1 FLORA

Auf den untersuchten Strandabschnitten konnten insgesamt 13 Pflanzenarten gefunden und bestimmt werden. Bis auf *Eupatorium cannabinum* (eine Art der feuchten Wälder, Ufer und Gräben) und *Stachys palustris* (eine Art der feuchten Äcker und Wiesen, Uferstaudenfluren) handelt es sich dabei um die typische Sandstrandflora an der Ostseeküste. Einzig die Naturstrände wiesen eine Vegetation auf, die touristisch genutzten Strände Warnemünde sowie Markgrafenheide waren völlig vegetationsfrei. Im Vergleich unter sich wies der Naturstrand des Bug mit neun Arten die meisten auf, gefolgt vom Zingst mit sieben, dem Neubessin mit sechs und letztendlich dem Gellen mit fünf Arten (Tab. 7.3-1). Auf die Gefährdung der einzelnen Arten wird in Kapitel 7.4 eingegangen.

Tab. 7.3.1-1: Flora der Untersuchungsflächen

Art		Neubessin	Bug	Zingst	Gellen	MG	WM
Nutzung*		N	N	N	N	T	T
<i>Agropyron junceum</i>	Strand-Quecke	x	x	x	x		
<i>Atriplex littoralis</i>	Strand-Melde				x		
<i>Cakile maritima</i>	Meersenf	x	x	x			
<i>Carex arenaria</i>	Sandsegge	x	x	x			
<i>Chenopodium spec.</i>	Gänsefuß				x		
<i>Elymus arenarius</i>	Strandroggen		x	x			
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Wasserdost			x			
<i>Honckenya peploides</i>	Salzmieze	x	x	x	x		
<i>Lathyrus maritimus</i>	Strand-Platterbse		x				
<i>Petasites spurius</i>	Filzige Pestwurz		x				
<i>Salsola kali</i>	Kali-Salzkraut		x	x			
<i>Stachys palustris</i>	Sumpf-Ziest	x					
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	Strand-Kamille	x	x		x		
Summe		6	9	7	5	0	0

* Nutzungstyp: N bedeutet Naturstrand; T bedeutet Touristenstrand

7.3.2 FAUNA

Insgesamt wurden durch den Sichtnachweis von jeweils zwei Aufnahmen auf sechs Strandabschnitten von jeweils 500 m Länge elf Käferarten, vier Spinnenarten, eine Amphipoda und zwei Diptera nachgewiesen. Diese 18 Arten gehören der typischen Sandstrandfauna an, der Toleranzbereich gegenüber deren Lebensräumen konnte dabei bei 16 Arten festgestellt werden. So gelten 4 Arten als euryök und 12 Arten als stenök, sind also auf Sandstrände oder zumindest sandige offene Landstriche angewiesen. Die gesamte Tabelle dazu mit Funddaten und den zusätzlichen Zufallsfunden befindet sich im Anhang.

Der Vergleich der Artendiversität zwischen touristisch genutzten Stränden und ungenutzten Stränden erbrachte ein deutliches Ergebnis. Die beiden Touristenstrände Warnemünde und Markgrafenheide schnitten am schlechtesten ab. Warnemünde wies keine einzige Tierart auf. Der Spülsaum war entfernt und jeder m² des Strandes durch Badegäste belegt und förmlich umgepflügt. Markgrafenheide wies immerhin zwei stenöke Tierarten auf, *Cicindela maritima* und *Arctosa perita*, zeigten sich allerdings nicht auf der Strandplatte sondern am Rand der Dünenanpflanzung und erst am frühen Abend als die meisten Badegäste den Strand bereits verlassen hatten. Die Vermutung liegt nahe, dass die beiden Arten ihre Sandröhren eher zwischen dem angepflanzten Strandhafer auf der Düne errichtet haben, als auf der Strandplatte selber. Das permanente Zertreten und Umpflügen dieser Röhren macht eine Besiedlung dort unmöglich. Auf den Naturstränden fanden sich insgesamt gesehen alle 18 der registrierten Arten. Die meisten Arten wies hier der Bug mit elf auf, gefolgt vom Neubessin und Gellen mit jeweils acht und schließlich der Zingst mit sieben Arten (Tab. 7.3.2-1). Die relativ geringe Artenzahl des Zingst kann auf das äußerst schlechte Wetter an beiden Untersuchungstagen zurückgeführt werden, da sich bei Sturm und immer wieder kehrenden Regenschauern viele Strandarten in ihre Sandröhren zurückziehen und dem Forscherauge damit verborgen bleiben. Der zweite Untersuchungstag des Gellen war ebenfalls von schlechtem Wetter betroffen. Werden die Arten der Strandplatte „St“ und des Spülsaums „Sp“ gesondert betrachtet, wird der Stellenwert des Spülsaums klar. Warnemünde und Markgrafenheide konnten an beiden Aufnahmetagen keinen Spülsaum vorweisen, auf den vier Naturstränden stellte sich das Artenverhältnis Strandplatte zu Spülsaum 6:4, 6:6, 3:5 und 2:6 dar. Das heißt wiederum, dass allein das Räumen des Spülsaums an touristisch genutzten Stränden mehr als die Hälfte des Arteninventars vernichtet bzw. gar nicht erst entstehen lässt. Natürlich ist der Spülsaum als Teil des Strandes ein dynamischer Lebensraum und auch an Naturstränden durch Stürme oder Überflutungen nicht immer vorhanden (wie gesehen auf dem Zingst am 28.06.). Dennoch ist dieser

Zyklus beständiger und behutsamer als das tägliche und über Monate hinweg andauernde Räumen mit schwerem Gerät.

Tab. 7.3.2-1: Vergleich des Arteninventars zwischen den Untersuchungsflächen

	Neubessin		Bug		Zingst		Gellen		MG	WM
Nutzung*	N		N		N		N		T	T
	St	Sp	St	Sp	St	Sp	St	Sp	Düne	
<i>Anthicus spec.</i>								1		
<i>Bembidion pallidipenne</i>								1		
<i>Bothynoderes affinis</i>			1							
<i>Cafius xantholoma</i>		3		41		3		1		
<i>Cicindela maritima</i>	114		84				16		3	
<i>Dyschirius thoracicus</i>	2	3		1						
<i>Notoxus spec.</i>								1		
<i>Otiorhynchus atroapterus</i>			x							
<i>Phaleria cadaverina</i>				1	1			23		
<i>Philopodon plagiatum</i>	3				x					
<i>Phytosus spinifer</i>				4						
<i>Arctosa perita</i>	3		1						2	
<i>Erigone arctica</i>			2							
<i>Erigone atra</i>						1				
<i>Erigone dentipalpes</i>	1			2		1				
<i>Talitrus saltator</i>	4	6	4	124	5	120		200		
Chironomidae		1								
<i>Coelopa spec.</i>						8	1			
Individuen gesamt	127	13	92 x	173	6 x	133	17	227	5	0
Arten des St und Sp	6	4	6	6	3	5	2	6	2	0
Arten von 18 gesamt	8		11		7		8		2	0

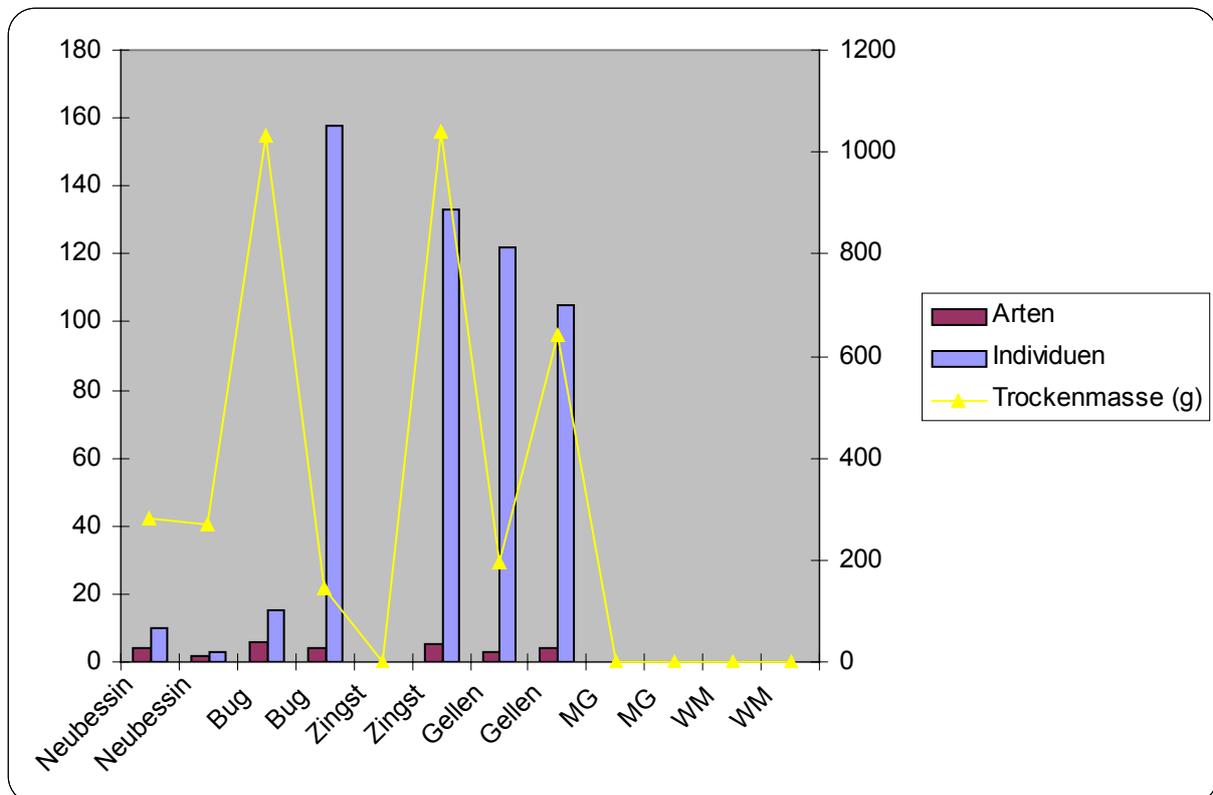
* Nutzungstyp: N bedeutet Naturstrand; T bedeutet Touristenstrand

Die Individuenzahlen der gesichteten Arten auf der Strandplatte „St“ zeigen den Unterschied von Warnemünde und Markgrafenheide zu den Naturstränden noch deutlicher, auch wenn die Sichtnachweise nur als Stichprobe bzw. Momentaufnahme gesehen werden können. Konnten in Markgrafenheide durch beide Aufnahmen nur insgesamt 5 Individuen gezählt werden, waren es auf dem Neubessin 127, auf dem Bug 92 plus ein Massenvorkommen des *Otiorhynchus atroapterus* „x“, auf dem Zingst immerhin 6 plus Massenvorkommen eines trotz schlechtem Wetters unerschrockenen *Philopodon plagiatum* „x“ und auf dem Gellen 17 Individuen.

Die Individuenzahlen des Spülsaums „Sp“ werden nun zusammen mit der ermittelten Trockenmasse der jeweils zwei Aufnahmen einzeln ausgewertet, die gesamte Tabelle dazu findet sich im Anhang. Bei sieben der zehn Strandaufnahmen konnte

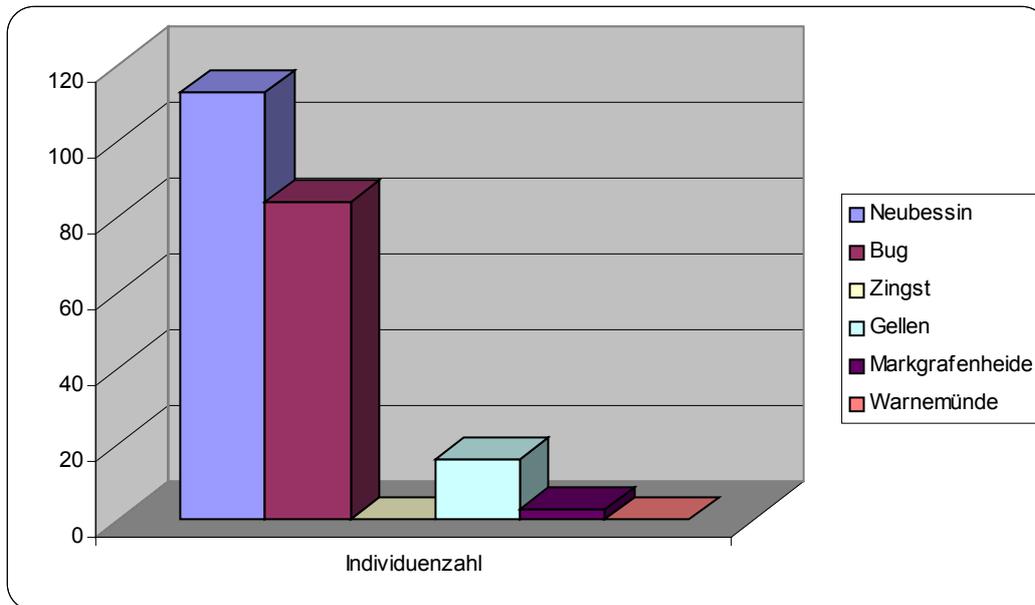
eine Spülsaumprobe entnommen werden. Neben Warnemünde und Markgrafenheide war es noch die erste Aufnahme des Zingst die aufgrund des starken Sturms keinen Spülsaum vorzuweisen hatte. Die Trockenmasse des Spülsaums der anderen Aufnahmen ist dabei zwar mit der Anzahl an Arten aber nicht mit der Anzahl an Individuen korrelierbar. So verzeichneten die beiden größten Spülsaumproben über 1000 g mit fünf und sechs Arten auch die größte Anzahl, nicht jedoch die größte Individuenzahl. Mehr Spülsaum pro m² bedeutet also offensichtlich eine höhere Artenzahl, für die Individuenzahl kann dies nicht gesagt werden (Diagramm 7.3.2-1).

Diagramm 7.3.2-1: Trockenmasse der Spülsaumprobe im Vergleich zur Arten- und Individuenzahl



Die exklusive Küstenart *Cicindela maritima* wurde auf ihre Individuenzahl hin untersucht und auf dem jeweiligen 500 m Strandabschnitt genau gezählt. Der Vergleich zwischen Warnemünde und Markgrafenheide gegenüber den Naturstränden ergab auch hier ein klares Ergebnis. Während die Naturstrände im Schnitt 53 Individuen aufwiesen, waren es in Warnemünde null und in Markgrafenheide genau drei. Im Einzelnen verzeichnete der Neubessin mit gesamt 113 Individuen die meisten, gefolgt vom Bug mit 84 und dem Gellen mit 16 Individuen (Diagramm 7.3.2-1).

Diagramm 7.3.2-2: *Cicindela maritima* - Zählung



Die Tabelle mit den Zählungen der einzelnen Untersuchungstage ist im Anhang aufgeführt. Der Zingst wies unter den Naturstränden keine Individuen auf, dies kann aber eindeutig auf das schlechte Wetter zurückgeführt werden. Gleiches gilt für die geringe Individuenzahl des Gellen bei der zweiten Aufnahme, denn eine Vorliebe zu Sonnenlicht mit hoher Einstrahlung, zu warmen Temperaturen und geringem Wind um ein Abdriften beim Fliegen zu vermeiden, ist bei *Cicindela maritima* schon länger wissenschaftlich bewiesen. Die Untersuchungstage in Warnemünde und Markgrafenheide dagegen waren sonnig, warm und hatten eine nur geringe Windstärke, so dass die nicht vorhandene bzw. geringe Individuenzahl hier sicher nicht am Wetter lag. *Cicindela maritima* bevorzugt hier als ganz klar den völlig ungenutzten Strand. Am 29.08. wurde zusätzlich die Tiefe potentieller Larvenlöcher (diese sind durch ihre kreisrunde Öffnung relativ gut zu erkennen) des *Cicindela maritima* ausgemessen. Dazu wurden ebenfalls die 500 m Strandlänge herangezogen, doch gleicht die Messung aufgrund der unzähligen Löcher im Sand eher einer Stichprobe. Diese ergab folgende Anzahl und Tiefe an Sandröhren: 6-7 cm 7x; 7-8 cm 3x; 8-9 cm 6x; 9-10 cm 4x; 10-11 cm 2x 11-12 cm 1x; 12-13 cm 1x; > 13 cm 4x. In der Literatur wird die Tiefe der Larvenlöcher mit bis zu 40 cm angegeben, diese konnte hier nicht mal annähernd gemessen werden. Beim Freilegen der o.g. Sandröhren konnte leider keine *Cicindela*-Larve entdeckt werden, inwieweit die Röhren also tatsächlich von Larven besetzt sind, kann hier leider nicht sicher gesagt werden.

Die Unterteilung des Strandes in 1 m breite Streifen die wiederum in 1 m² Stücke unterteilt wurden, ergab recht wenig an verschiedenen Arten. Die touristisch genutzten Strände wiesen keine einzige Art und kein einziges Individuum auf. Die Naturstrände wiesen zwar im Spülsaum (s.o.) aber nicht auf den restlichen m² Sandflächen verschiedene Strandarten auf. Einzig der Strandflohkrebs *Talitrus saltator* kam hier in hoher Individuendichte vor, die folgende Auswertung bezieht sich deshalb nur auf den Strandflohkrebs. Als repräsentativer Ausschnitt sollen der 28. und 29. August auf dem Zingst und dem Gellen herangezogen werden. Gezählt wurde vom Spülsaum im feuchten Bereich des Strandsaumes bis hin zum trockenen Bereich der Strandplatte wo nur noch wenige Tiere aufzufinden waren. Die Tabelle dazu befindet sich im Anhang. Auf dem Zingst wies *Talitrus saltator* dabei eine Individuendichte von 35 Tieren pro m², auf dem Gellen sogar von 100 Tieren pro m² auf. Bei den ermittelten Spülsaummengen von 1040 g (Zingst 28.08.) und 640 g (Gellen 29.08.) pro m² kann auch hier kein Zusammenhang zur Individuendichte einer Art festgestellt werden. Schließlich variiert die Spülsaummenge durch die Windstärke und die Windrichtung täglich. Deutlich wird aber die unglaublich große Individuenzahl des Strandflohkrebs, bezieht man die Zahlen auf einen gesamten Strandabschnitt. Bei einer Länge von 500 m und einer durchschnittlichen Breite von 30 m wären das auf dem Zingst 525.000 Tiere und auf dem Gellen sogar 1,5 Millionen Tiere, eine unerschöpfliche Nahrungsquelle für hungrige Räuber. Wie die Nahrungsbeziehungen der gefundenen Strandarten im Einzelnen aussehen, wird noch in Kapitel 7.5 behandelt.

7.4 GEFÄHRDUNG UND BESTEHENDER SCHUTZ DER ERFASSTEN ARTEN

Grundlage für die Gefährdungsangaben zu den einzelnen Arten ist die eigens für den Meeres- und Küstenbereich der deutschen Ostsee herausgegebene „Rote Liste des Bundesamtes für Naturschutz“ aus dem Jahre 1996. Es handelt sich hierbei um eine sogenannte „kommentierte Rote Liste“ weil sie zumindest bei den Coleoptera Angaben zu den Ursachen der Gefährdung enthält. Das Kriteriensystem ist das sonst übliche. Dabei bedeutet:

- 0 ausgestorben oder verschollen
- 1 vom Aussterben bedroht
- 2 stark gefährdet
- 3 gefährdet
- P potentiell gefährdet
- im Gebiet nicht oder nicht in küstentypischen Biotopen vorkommend
- * im Gebiet vorkommend, aber nicht gefährdet

Da nicht nur die Strandarten, sondern deren ganzer Lebensraum gefährdet ist, wurde zusätzlich die „Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland“ von 1994 herangezogen. Für den Sandstrand gilt:

Die Gefährdung durch direkte Vernichtung (Flächenverlust) ist derzeit nicht vorhanden. Die Gefährdung durch qualitative Veränderungen (schleichende Degradierung/Vernichtung) ist vorhanden bis stark vorhanden. Die Regenerationsfähigkeit wird als bedingt eingeschätzt, d.h. in kurzen bis mittleren Zeiträumen (etwa 15 Jahre). Für die (Wieder-) Besiedlung durch bestimmte biotoptypische Pflanzen- und Tierarten sind teilweise sogar deutlich längere Zeiträume zu veranschlagen.

Gesetzlichen Schutz genießen Arten in Deutschland allgemein durch das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), durch die nationale Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) und die europäische Artenschutzverordnung (EGArtSchV) sowie der europäischen FFH-Richtlinie (92/43/EWG) die zum Schutz der natürlichen und naturnahen Lebensräume sowie der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten von europäischer Bedeutung ins Leben gerufen wurde (Angaben aus: NATURSCHUTZRECHT 2002).

7.4.1 FLORA

Tab. 7.4.1-1: Gefährdungsklassen Flora

Art		Rote Liste Ostsee	Gefährdungsursachen	Status		Bemerkung
				SH	MV	
<i>Cakile maritima</i>	Meersenf	3	Tourismus		3	
<i>Lathyrus maritimus</i>	Strand-Platterbse	3	Tourismus, Küstenschutz	3	3	
<i>Petasites spurius</i>	Filzige Pestwurz			P		nimmt nach Westen ab
<i>Salsola kali</i>	Kali-Salzkraut	3	Tourismus	3	3	

Lediglich *Lathyrus maritimus* ist durch die BArtSchV und das BNatSchG besonders geschützt. So ist es verboten Pflanzen, Pflanzenteile oder Entwicklungsformen der Pflanzen abzuschneiden, abzupflücken, aus- oder abzureißen, auszugraben, zu beschädigen oder zu vernichten.

7.4.2 KÄFER UND SPINNEN

Tab. 7.4.2-1: Gefährdungsklassen Käfer und Spinnen

Art	Rote Liste Ostsee	Gefährdungsursachen	Status	
			SH	MV
<i>Bembidion pallidipenne</i>	2	Tourismus, Küstenschutz	2	2
<i>Bothynoderes affinis</i>	2	Habitatverlust durch bauliche Maßnahmen oder Zerstörung	2	2
<i>Cicindela maritima</i>	2	Tourismus, Küstenschutz	1	2
<i>Otiorhynchus atroapterus</i>	P	Tourismus	P	*
<i>Phaleria cadaverina</i>	2	Küstenschutz, Tourismus	2	2
<i>Phytosus spinifer</i>	1	Küstenschutz, Tourismus	1	-
<i>Arctosa perita</i>	3	Lebensraumverlust	3	3

Nur *Cicindela maritima* ist nach der BArtSchV und dem BNatSchG besonders geschützt. Dadurch ist verboten den Tieren nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen, zu töten oder ihre Entwicklungsformen, Wohn- und Zufluchtsstätten der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören.

Bezieht man die Auswertung auf das gesamte Artenspektrum eines Sandstrandes, wird die Ernsthaftigkeit seiner Bedrohung noch deutlicher. Die Coleoptera der Sand-, Kies-, Grobkies- und Geröllstrände sowie der Spülsäume umfasst nach MERCK et VON NORDHEIM (1996) 138 Arten. Davon stehen eindrucksvolle 107 Arten auf der Roten Liste des deutschen Küstenbereichs der Ostsee. Im einzelnen gelten eine Art als ausgestorben oder verschollen, 20 Arten (19%) als vom Aussterben bedroht, 19 Arten (18%) als stark gefährdet, 32 Arten (30%) als gefährdet und 28 Arten (26%) als potentiell gefährdet. Bei den restlichen 7 Arten ist der Status unsicher. Als wesentliche Gefährdungsursache wird der Küstenschutz genannt, dicht gefolgt vom Tourismus. Habitatverlust, Melioration sowie die Aufgabe traditioneller, extensiver Nutzung werden ebenfalls aufgeführt. Die gesamte Araneae-Fauna der Sand- und Geröllstrände sowie der Spülsäume steht nach MERCK et VON NORDHEIM (1996) in der Roten Liste des deutschen Küstenbereichs der Ostsee. Das sind 13 Arten von denen 8 (60%) als stark gefährdet gelten, 2 (15%) als gefährdet sowie 3 (23%) als potentiell gefährdet gelten. Generell gelten auch hier Habitat- und Lebensraumverluste, ausgelöst durch Küstenschutzmaßnahmen, touristische Nutzungen sowie Baumaßnahmen als Gefährdungsursachen. Natürlich spielen auch hier die Verschmutzung und Eutrophierung des Strandes sowie der vorausgesagte Meeresspiegelanstieg eine große Rolle.

7.5 ÖKOLOGISCHE UND NATURSCHUTZFACHLICHE DATEN ZU DEN ARTEN

Um Ansprüche und Lebensweise der gesichteten Strandarten auswerten zu können werden die bis zur Art bestimmten kurz vorgestellt. Die Angaben dazu liefern das BFN (1996), FRITSCH 1950, HARDE/SEVERA (2000), HEYDEMANN (1997), HONOMICHL (1998), KOCH (1993), KOCH (1995), LINDROTH (1992), TURIN (2000) und ZAHRADNIK (1985):

Bembidion pallidipenne ist eine halophile (salzliebend) Art der sandigen Meeresküsten (Ost-, Nordsee, Atlantik bis Portugal) und bewohnt dort Spülsäume und Strandseen im brackigen Bereich. Die Art ist hygrophil (feuchtigkeitsliebend) und carnivor (fleischfressend). Überall selten.

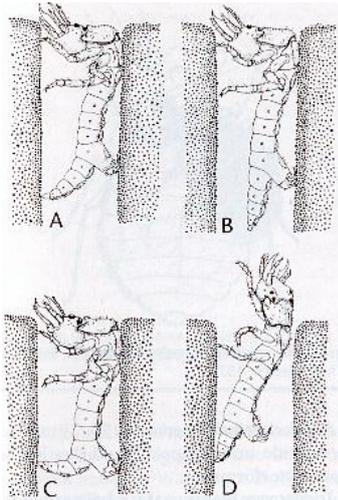
Bothynoderes affinis ist eine psammophile (sandliebend) bis ruderaler Art der Strände und Dünen, die Kräuter bewohnt (herbicol). Die Art entwickelt sich hauptsächlich in den Wurzelgallen von *Chenopodium album* und lebt später allgemein auf Chenopodiaceae. In der früheren Literatur wurde die Art noch unter dem alten Gattungsnamen *Chromoderes* geführt. Überall selten.



Bild 7.5-1: *Bothynoderes affinis* auf dem Bug (eigenes Foto 07.06.)

Cafius xantholoma ist eine halophile häufige Küstenart aus Europa und Nordafrika. An der Nord- und Ostseeküste lebt sie in Spülsäumen unter Steinen, Balken, faulem Tang auf Sandböden und ernährt sich kreophag (lebende Tiere fressend) von den Insektenlarven der Fliegen und Mücken des Angespüls. Die Art kommt auch auf Küstendünen in und auf dem Boden vor, ist hier allerdings auch saprophag (Faulstoffe fressend) und carnivor. Nicht im gesamten Gebiet vorkommend.

Cicindela maritima lebt litoral (küstennah) in Europa und Asien und ist eine stenotope und sehr thermophile Art, da sie Temperaturen bis 50°C aushält. An der Nord- und Ostseeküste findet man die Art von April bis September, hauptsächlich aber von Mai bis Juli, an spärlich bewachsenen, feinen, trockenen Sandstränden in und auf dem Boden, manchmal auch auf Küstendünen in und auf dem Boden. Kommt auch entlang großer Flüsse wie der Elbe bis Höhe Lüneburg, aber nicht an Seeufern vor. Nach LINDROTH und TURIN ist das Habitat hauptsächlich durch die Korngröße und die Feuchtigkeit des Sandes charakterisiert. Nicht aber durch den Salzgehalt, Art ist demnach also nicht halobiont. Die anderen Autoren sprechen von einer halobionten



Art. Bevorzugt Sonnenlicht und ist daher tagaktiv bei Lichteinstrahlung und Temperaturen bei denen sich andere Laufkäfer bereits im Sand vergraben. Die Art lebt jagend und sammelnd von Schmetterlingsraupen, Schwebfliegen, Fliegen, Marienkäfer, Spinnen u.a und überfällt die optisch wahrgenommene Beute blitzschnell. FRITSCH sah den Käfer beim Sammeln aller auf dem Sand liegenden Gegenstände bis 10 mm Größe und von dunkler Farbe wie z.B. abgestorbene Pflanzenteile, tote oder sterbende Insekten u.a. Hatte sich deren Ungenießbarkeit herausgestellt, wurde die „Beute“ wieder aus den Mandibeln fallen

Abb. 7.5-1: *Cicindela*-Larve beim Beuteerwerb:

A Lauerstellung; B Beute optisch ausgemacht, Streckstellung; C Stemmstellung; D Sprung auf Beute, anschl. Rückzug in tieferen Gangteil (HONOMICHL 1998)

gelassen. Dabei hat das Tier einen Aktionsradius von 10 m in dem es sich auf einem Zickzack-Kurs bewegt. Die Adulten sind langflügelig, können gut und schnell laufen, fliegen nur bei Sonnenschein und können sich sehr schnell zum Schutz mit ihren Mandibeln und Beinen im Sand eingraben. Generell wird durch Flughemmung bei starkem Wind ein Verschlagen auf das Meer vermieden. Paarung ist im April und Mai, die Eier werden in den warmen Sand gelegt. Die Entwicklung der Eier verläuft wie bei *C. campestris*. Die Larven leben auf feuchteren Bereichen wie die Adulten, folglich näher am Wasser. Die Tiere trinken auch regelmäßig.



Bild 7.5-2: *Cicindela maritima* bei Eiablage auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)

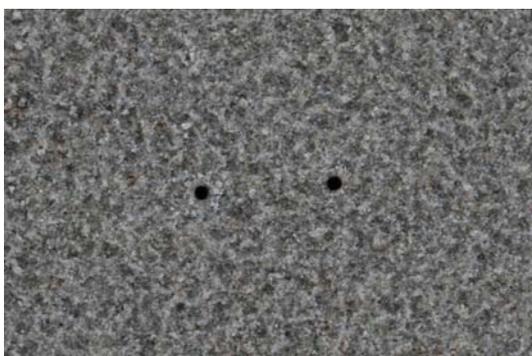


Bild 7.5-3: *Cicindela maritima* - Larvenlöcher (eigenes Foto 29.08.)

Die Gänge der Larven liegen mit einem Abstand von 2-3 cm dicht beieinander. Die Larven lauern in senkrechten selbstgegrabenen Röhren (bis 40 cm tief) im Sand auf Beute, die sie mit ihrem stark umgebildeten Kopf und dem Halsschild verschließen, Antennen und weitgespreizte Kiefer nach oben gerichtet, mit häkchenbewehrten Zapfen auf dem Rücken des 5. Abdominalsegments in der Röhre festgestemmt; Beute optisch wahrgenommen

(tags und nachts aktiv). Der beim Graben der Erdröhre gelockerte Sand wird durch Kopfbewegung weggeschleudert, ebenso kleine Gegenstände rund um die kreisrunde Röhrenöffnung, so daß die Sicht vollkommen frei ist. Die Sicht ist wohl am besten nach hinten und den Seiten, die Beute wird nach Herausschnellen aus dem Eingangsloch ergriffen; Verzehr in der Tiefe der Röhre, Nahrungsreste und Kot werden entfernt. Feind der Larven: das ♀ von *Methocha ichneumonides* (Tiphidae Rollwespen), die für MV aber laut [HTTP://WWW.ACULEATA.DE](http://www.aculeata.de) nicht nachgewiesen sind. Es gibt 3 Larvenstadien; 1. Überwinterung meist als Larve im 2. Stadium in der verschlossenen Wohnröhre (zuweilen 2-3 malige Überwinterung); zur Verpuppung (oft im Juli) wird die Röhre ebenfalls verschlossen und ein schräg aufwärts führender Verpuppungsgang gegraben; Puppenzeit knapp 3 Wochen; Jungkäfer schlüpfen im Spätsommer und überwintern. Nicht im gesamten Gebiet vorkommend.

Dyschirius thoracicus lebt in Spülsäumen an sandigen Küsten Europas, Nordafrikas und Kleinasiens. Die Art ist nicht an Salzwasser gebunden, kommt auch an Flüssen und stehenden Gewässern vor, ist in der Ebene häufig. Die Art lebt in und auf dem Sandboden und Adulte wie Larven ernähren sich kreophag und sarcophag (lebende und tote Tiere fressend). Vor allem Staphyliniden wird nachgestellt. Nicht im gesamten Gebiet vorkommend.

Otiorhynchus atroapterus ist litoral und halotolerant und kommt an den Küsten der Nord- und besonders der Ostsee auf dem Strand wie auf Dünen vor. Die Art ist herbicol und lebt auf ihrer Futterpflanze *Honckenya peploides*. Andere Pflanzen stehen aber auch auf dem Speisezettel (polyphag). Die im Boden lebenden Larven haben eine Vorliebe die Wurzeln von *Ammophila arenaria* zu fressen. Beim Fund auf dem Bug hing der Käfer in Massen an *Honckenya peploides*. Überall selten.



Bild 7.5-4: *Otiorhynchus atroapterus* auf dem Bug
(eigenes Foto 07.06.)

Phaleria cadaverina lebt auf Küstendünen und Stränden an den Küsten West- und Nordeuropas sowie an der Westküste der Ostsee, im Norden nur in Südschweden; lokal in England und Irland. Die halobionte Art lebt hauptsächlich von Aas und ist somit detritophag. Auch unter Tang und Abfällen zu finden, zuweilen vergraben sie sich tief im Sand. Bei uns zwischen Mai und August, nicht selten. Nicht im gesamten Gebiet vorkommend.

Philopodon plagiatum ist in West- und Mitteleuropa sowohl am Meeresstrand als auch in sandigen Gegenden häufig (psammophil). In Osteuropa nur entlang einer schmalen Zone an der Ostseeküste zu finden



Bild 7.5-5: *Philopodon plagiatum* auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)

und lebt dort neben dem Strand auch auf Dünen und auf Deichen als Sekundärstandorte in abgestorbenem Gras (humicol) von Grasbüscheln. Die Art ist in ganz Deutschland weit verbreitet, es fehlen aber wohl noch Nachweise aus dem Saarland und aus Bayern gibt es nur alte Meldungen. Die Art ist polyphag,

ernährt sich von verschiedenen Gräsern und kann nicht fliegen. Besonders an *Ammophila arenaria* und *Plantago maritima* (herbicol). Beim Fund auf dem Zingst lief der Käfer in Massen entlang der Vordüne. In älteren Katalogen wird die Art oftmals noch unter der falschen Schreibweise *P. plagiatus* geführt. Halotolerant.

Phytosus spinifer lebt auf Küstendünen und in Spülsäumen sandiger Küsten in angespültem Tang. Die Art ist halobiont und ernährt sich kreophag (lebende Tiere fressend). Nicht im gesamten Gebiet vorkommend.

Für die Beschreibung der Araneae wurden die Werke von BELLMANN (1997), HEIMER & NENTWIG (1991), HEYDEMANN (1997) und JONES (1990) zu Rate gezogen.

Arctosa perita ist die häufigste Art der Lycosidae und lebt ausschließlich auf offenen, lockeren, weitgehend vegetationsfreien Sandböden, sowohl in Dünen an der Meeresküste als auch im Binnenland auf sandigen Wegen und Waldlichtungen sowie auf Binnendünen. An der Ostsee hat sie ihr Schwerpunkt vorkommen im höheren Bereich von Geröllstränden. In Mitteleuropa ist sie in Sand- und Heidegebieten im allgemeinen nicht selten, mit dem Rückgang offener Sandflächen aber vielerorts deutlich zurückgegangen. Verbreitet ist sie in ganz Europa. Die Art verbringt den Winter in einer selbstgegrabenen, etwa 30 cm tiefen und 4-5 mm weiten und annähernd vertikal ausgerichteten Röhre im lockeren Sand, die innen mit



Bild 7.5-6: *Arctosa perita* vor ihrer Sandröhre auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)

feinem Gespinst ausgekleidet und oben zugesponnen ist. An den ersten sonnigen, warmen Tagen,

meist im März, öffnet sie ihr Gespinst, indem sie die Spinnfäden um die Mündung zur Seite schiebt, die Beine unter dem Körper zusammenlegt und sich mit einer Breitseite zur Sonne dreht um die ersten wärmenden Sonnenstrahlen aufzunehmen. Bei wiederholter, massiver Störung und schlechtem Wetter verschließt sie den Röhreneingang mit Gespinst und zieht es mit den anhaftenden Sandkörnchen zusammen. Adult von April bis Juli, von Mai bis Juli laufen die Weibchen mit ihren Eikokons, später mit Jungspinnen auch frei umher, sind aber wegen ihrer Tarnfärbung kaum zu erkennen. Zum Beuteerwerb liegen sie bis auf die Augen im Sand eingegraben und fangen vorüberlaufende Beute wie Strandfliegen, Flohkrebse und Kleinspinnen. Die Art kann auch über Wasser laufen um Insekten zu fangen und bedient sich am Strand der astronomischen Orientierung. Stenök.

Erigone-Arten können recht häufig beim „Luftschiffen“, d.h. beim sehr effektiven Verbreiten mit Hilfe von Seidenfäden und Wind beobachtet werden. Die Arten sind euryök, bevorzugen generell feuchte Lebensräume und legen kleine Netze in Bodenlöchern an. Euryök.

Erigone arctica ist feuchtliebend und lebt bevorzugt unter Steinen und angespültem Seetang an Küsten oder unter Steinen an Süßwassertümpeln und ernährt sich v.a. von Springschwänzen, Fliegen und deren Larven und kleinen Würmern

(Enchytraeidae). Die Art ist das ganze Jahr über anzutreffen und verbreitet sich im Hochsommer und Herbst mit der erfolgreichen Methode als „Luftschiffer“. Zirkumpolar verbreitet, nach Süden bis in die Küstengebiete von Mitteleuropa. Adulte trifft man vom Frühling bis zum Herbst. Euryök.

Erigone atra ist eine sehr häufige Art und lebt in vielen Lebensräumen, v.a. aber an Wald- und Wegrändern, im Moos und in niederer Vegetation an feuchten Plätzen. Die Art ist überflutungsresistent, besiedelt also auch die Gezeitenzonen von Küsten und fehlt nur an sehr trockenen Standorten. Ganzjährig adult und in ganz Europa verbreitet. Euryök.

Erigone dentipalpes ist eine unserer häufigsten Linyphiiden, ohne bestimmte Biotopbindung, ganzjährig adult und in ganz Europa verbreitet. Euryök.



Bild 7.5-7: *Erigone spec.* auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)

Die Heimat der Amphipoden ist das Meer, doch die Talidridae gehen auch an Land und sind als einzige Gattung bereits so gut an das Landleben angepasst, das sie sich bei Überflutung sogar zum Land hin bewegen.

Talitrus saltator ist nach DAHL (1942) an allen Küsten Mitteleuropas auf geeignetem



Bild 7.5-8: *Talitrus saltator* auf dem Zingst (eigenes Foto 28.08.)

Boden häufig. Die Art lebt auf dem flachen Sandstrand an der oberen Flutlinie, v.a. dort, wo das Meer seinen Kranz von angespültem Tang und anderen Meerereszeugnissen hingelegt hat. Die Tiere sind tagsüber im Sand vergraben, vielfach unter dem angeschwemmten Meeresanwurf. Mit untergehender Sonne verlassen sie ihre Höhlen und laufen scharenweise auf dem Sand umher. Aufgeschreckt, springen sie hoch, indem sie

den sonst untergeschlagenen Hinterleib plötzlich gerade strecken und sich so emporschnellen. Es ist die gleiche Bewegung, mit der sich die Amphipoden auch im

Wasser vom Boden abstoßen. Mit Tagesanbruch verschwinden die Tiere wieder im Sand. Wird eines aus seinem Versteck herausgeholt, so flüchtet es in Sprüngen von 10-30 cm Länge und mehreren cm Höhe über den Strand, bis es in Kontakt mit frisch aufgewühltem lockeren Sand oder mit einem hervorstehenden Körper gelangt. Hat sich das Tier soweit eingegraben, daß der Sand nicht mehr über den Eingang hinausfliegt, sondern in ihm hängen bleibt und ihn unregelmäßig verstopft, so dreht es sich in der Höhle um, stößt mit dem Kopf durch den im Eingang hängenden Sand durch und legt die langen II. Antennen wie Arme horizontal oben auf den Sand. Während das Tier eine teilweise oder vollständige Drehung um seine Längsachse ausführt, tasten die Antennen über den Sand hin, glätten ihn und ziehen die Sandkörner dem Kopf zu. Auf diese Weise wird der Eingang gleichmäßig verschlossen (Bild 7.5-9). Oft gelingt dies nicht beim erstenmal, dann kommt das Tier nochmals mit dem Kopf hervor und setzt die Arbeit fort. Vielfach bleibt eine kleine, vom Kopf herrührende Öffnung zurück. Das Verschließen der Höhle mit Hilfe der II. Antennen unterbleibt bei trockenem Sand, der durch Nachrutschen den Höhleneingang auch ohne besonderes Eingreifen des Tieres ausfüllt. Die Höhlenwände halten in dem feuchten Sand, ohne daß es einer kittenden Substanz bedarf. Der Höhlenanfang wird durch das weitergrabende Tier in seinem benutzten Abschnitt immer wieder ausgefüllt. In gleicher Weise wie das Eingraben erfolgt auch der Aufstieg des Tieres zur Oberfläche. Nur bleibt hierbei eine dem Durchmesser des Tieres entsprechende Höhlenöffnung bestehen. Die Nahrung besteht aus den angeschwemmten tierischen und pflanzlichen Substanzen, auch lebende Kleintiere ihres Wohngebietes werden erhascht und verzehrt. Die ersten trächtigen ♀ findet man Anfang Mai, die letzten im August. Sie tragen bis 17 1x1,5 mm große Eier. Am 22. Juni gefangene Junge maßen 3-3,5 mm und wuchsen bis zum 25. September auf 8,5 mm heran. Sie kommen vor dem Winter nicht mehr zur Fortpflanzung, sondern erst im nächsten Sommer. Die Tiere werden also erst im Sommer nach ihrer Geburt geschlechtsreif und sterben vor dem folgenden Frühling - vielleicht schon im 2. Herbst. Sie erreichen somit ein Alter von 1,5 Jahren. Man vermutet, daß sich nach jeder Eiablage, die vielleicht 3-4 x erfolgt, das Tier häutet und nun zunächst in ein Zwischenstadium mit borstenlosen Brutlamellen tritt. Erst die nächste Häutung bringt wieder beborstete Brutlamellen und eine Brut hervor. Ende Oktober graben sich die überwinterten Tiere weit oberhalb der Flutlinie bis zu 50 cm tief ein und erscheinen erst wieder Ende April. Die Entwicklungsdauer der Eier wechselt je nach Temperatur zwischen 9



Bild 7.5-9: *Talitrus saltator* beim Verschließen der Höhle auf dem Bug (eigenes Foto 27.06.)

und 24 Tagen. Nach Sprengen der Eihaut bleiben die Jungen noch 2-8 Tage im Brutraum der Mutter. Die ausgeschlüpften Jungen sind etwa 3,5 mm groß. Das ♂ nimmt keine Reiterstellung vor der Begattung ein, sondern ergreift ein frisch gehäutetes ♀ mit den langen kräftigen II. Antennen und I. Gnathopoden, dreht es quer zu seiner Körperrichtung auf den Rücken, wobei es das ♀ mit den II. Antennen weiter umklammert. In dieser Bauchseite gegen Bauchseite gekehrten Stellung vermag es sein Spermium im Brutraum des ♀ abzusetzen. Als Fressfeind gilt der ebenfalls nachtaktive *Brosicus cephalotes*. Astronomische Orientierung ist auch beim *Talitrus saltator* bekannt.

Zu den Chironomiden war in der Literatur leider nichts zu speziellen Strandarten zu finden, trotzdem sollen sie hier nicht den Zufallsfunden zugeordnet werden. Die kurzlebigen Adulten ernähren sich nach [HTTP://WWW.FAUNISTIK.NET](http://www.faunistik.net) häufig von Nektar und Pollen. Viele Arten neigen beim Hochzeitsflug zur Schwarmbildung. Sie erfolgt bevorzugt an windstillen Tagen zu artspezifisch unterschiedlichen Tageszeiten. Meist unmittelbar nach der Paarung erfolgt die Eiablage. Je nach Art werden die Eier ins Wasser abgelegt, aus der Luft ins Wasser abgeworfen oder an Pflanzenteile oder Gegenstände in Wassernähe angeheftet. Die Larven entwickeln sich überwiegend aquatisch und durchlaufen meist 4 Larvenstadien. Dabei besitzen die einzelnen Arten ausgezeichnete Anpassungsfähigkeiten. Man findet Chironomiden auch in heißen Termen, in Gletscherseen, in Mineralquellen, selbst in Salzwasser! Sie besitzen ein geschlossenes Tracheensystem, die O₂-Gewinnung erfolgt über Hautatmung. Die Larven ernähren sich häufig von Detritus und Algen. Zum Teil werden Fangnetze gebaut, an denen die Nahrungspartikel haften. Man kennt auch jagende Arten, die sich von anderen Insektenlarven ernähren. Neben den aquatischen Arten gibt es auch eine Reihe von terrestrischen Arten. Sie finden sich in feuchten Moospolstern, in Böden, Dung und bei der vorliegenden Untersuchung sogar am Sandstrand.

Coelopiden sind eine kleine Dipterenfamilie, die mit etwa 30 Arten an den europäischen Küsten vorkommen. An den deutschen Küsten finden wir allerdings nur die beiden Arten *Coelopa frigida* und *Coelopa pilipes*. Tangfliegen durchlaufen mehrere Generationen je Jahr. Die Weibchen legen ihre Eier in kleinen Haufen in frisches Angespül. Es werden 3 Larvenstadien durchlaufen. Die Verpuppung erfolgt weniger im Algensubstrat, daß sehr schnell in sich zusammenfällt, sondern häufiger in den obersten Sandschichten. Auch im Winter können die Larven in den Anwurfhaufen angetroffen werden. Die Larven ernähren sich dabei von den sich massenhaft entwickelnden Bakterien im Angespül. Durch die bakterielle Wirkung ist die Temperatur in den Haufen stark erhöht, selbst im Winter können dort

Temperaturen von 20-30° C herrschen, auch wenn die Haufen oberflächlich gefroren sind. Larven und Puppen haben zahlreiche Feinde. Neben Vögeln gibt es eine ganze Reihe von Parasitoiden, die sich ebenfalls auf diese Algenbänke spezialisiert haben und die Maden oder die Puparien parasitieren. Unter diesen Parasitoiden kommt auch eine Staphyliniden-Art der Gattung *Aleochara* vor ([HTTP://WWW.FAUNISTIK.NET](http://www.faunistik.net)).

Zusammenfassend stellen die insgesamt 18 gefundenen Strandarten nur einen kleinen Ausschnitt, eine Momentaufnahme des Ökosystems Sandstrand dar. Der dabei angestellte Vergleich der Artenzahlen auf touristisch genutzten sowie völlig ungenutzten Strandabschnitten ergab aber ein klares Ergebnis. In Warnemünde konnte keine einzige strandrelevante Wirbellosenart nachgewiesen werden und in Markgrafenheide nur zwei der insgesamt 18 Strandarten. *Arctosa perita* und *Cicindela maritima* gehören dabei zwar den gefährdeten Arten an, waren jedoch nur am Dünenrand und erst abends als die Badegäste verschwunden aktiv. Die beiden Arten werden wohl auch ihre Sandröhren in der abgesperrten und damit geschützten Strandhaferanpflanzung errichtet haben, als auf der völlig zertretenen Strandplatte. Bild 7.5-7 und 7.5-8 zeigen die deutlich unterschiedliche Gestalt der Oberflächen eines Touristenstrandes und eines Naturstrandes. Auf den Naturstränden waren insgesamt alle 18 Strandarten vorhanden. Im Einzelnen wies der Neubessin 8, der Bug 11, der Zingst 7 und der Gellen ebenfalls 8 der 18 Strandarten auf. Es wurden 8 Arten im Spülsaum, 7 Arten auf der Strandplatte und 4 Arten in beiden Lebensräumen gefunden.



Bild 7.5-10: Touristenstrand
Markgrafenheide
(eigenes Foto 13.06.)



Bild 7.5-11: Naturstrand Bug
(eigenes Foto 07.06.)

Die Komplexität der Nahrungsbeziehungen (Trophiediversität) zwischen den gefundenen Arten lässt sich somit zumindest an den Naturstränden sehr schön erkennen. Teils besteht die Beziehung zwischen nur zwei Arten, diese sind dann absolut abhängig voneinander. Der Spülsaum als trophisch unterste Ebene wird am touristisch genutzten Sandstrand Warnemünde und Markgrafenheide in der Vegetationsperiode täglich mit Planierraupen weggeräumt, war also zur Zeit der Untersuchungen nicht vorhanden. Strandvegetation ist an beiden Stränden überhaupt nicht vorhanden. Am Naturstrand muss der Spülsaum nach HEYDEMANN (1997) erst durch Bakterien und Pilze abgebaut werden um für die meisten Tiere verwertbar zu sein. Rotalgen können für *Talitrus saltator* sowie für *Coelopa*-Larven sogar Giftwirkung haben, nur Nematoden können angespültes Seegrass direkt als Nahrung verwenden. Der Spülsaum ist auch die Quelle des Detritus durch verendete angewehrte und angespülte Nicht-Strandarten und Strandarten. Zwischen den Sandkörnern unter und vor dem Spülsaum befinden sich Blau- und Grünalgen die von den Staphyliniden abgeweidet werden, diese sind wiederum Beute für den Laufkäfer *Dyschirius thoracicus*. Der in hoher Individuenzahl gefundene Strandflohkrebs ernährt sich wie auch *Phaleria cadaverina* und die Chironomiden-Larve von Detritus und Kleintieren und wird selber vom Laufkäfer *Broscus cephalotes* nachtaktiv gejagt. Enge Nahrungsbeziehungen gibt es auch bei den herbivoren Strandarten. So ist *Ammophila arenaria* die Futterpflanze von *Philopodon plagiatum* und *Otiorhynchus atroapterus*. *Bothynoderus affinis* ernährt sich von *Chenopodium album*. Fliegen- und Mückenlarven die sich von Spülsaumbakterien ernähren, selber aber oft Parasiten ausgesetzt sind, stellen wiederum die Nahrung von *Cafius xantholoma* dar. *Erigone arctica* ernährt sich neben Springschwänzen, kleinen Würmern und Fliegen ebenfalls von Fliegenlarven. *Erigone arctica* ist als Zwergspinne jedoch wiederum Beute für die größte Spinne des Strandes *Arctosa periata*. *Cicindela maritima* scheint sich des breitesten Beutespektrums zu bedienen. Zwergspinnen gehören ebenso dazu wie Fliegen, Flohkrebse, Schwebfliegen, Marienkäfer und Schmetterlingsraupen. Ein Feind der *Cicindela*-Larven ist wiederum die Rollwespe. Letztendlich sind alle Wirbellosen des Sandstrandes wiederum Beute für die Strandvogelarten und damit unverzichtbar in diesem extremen Lebensraum. Zur besseren bildlichen Darstellung der Nahrungsnetze nun Abb. 7.5-2.

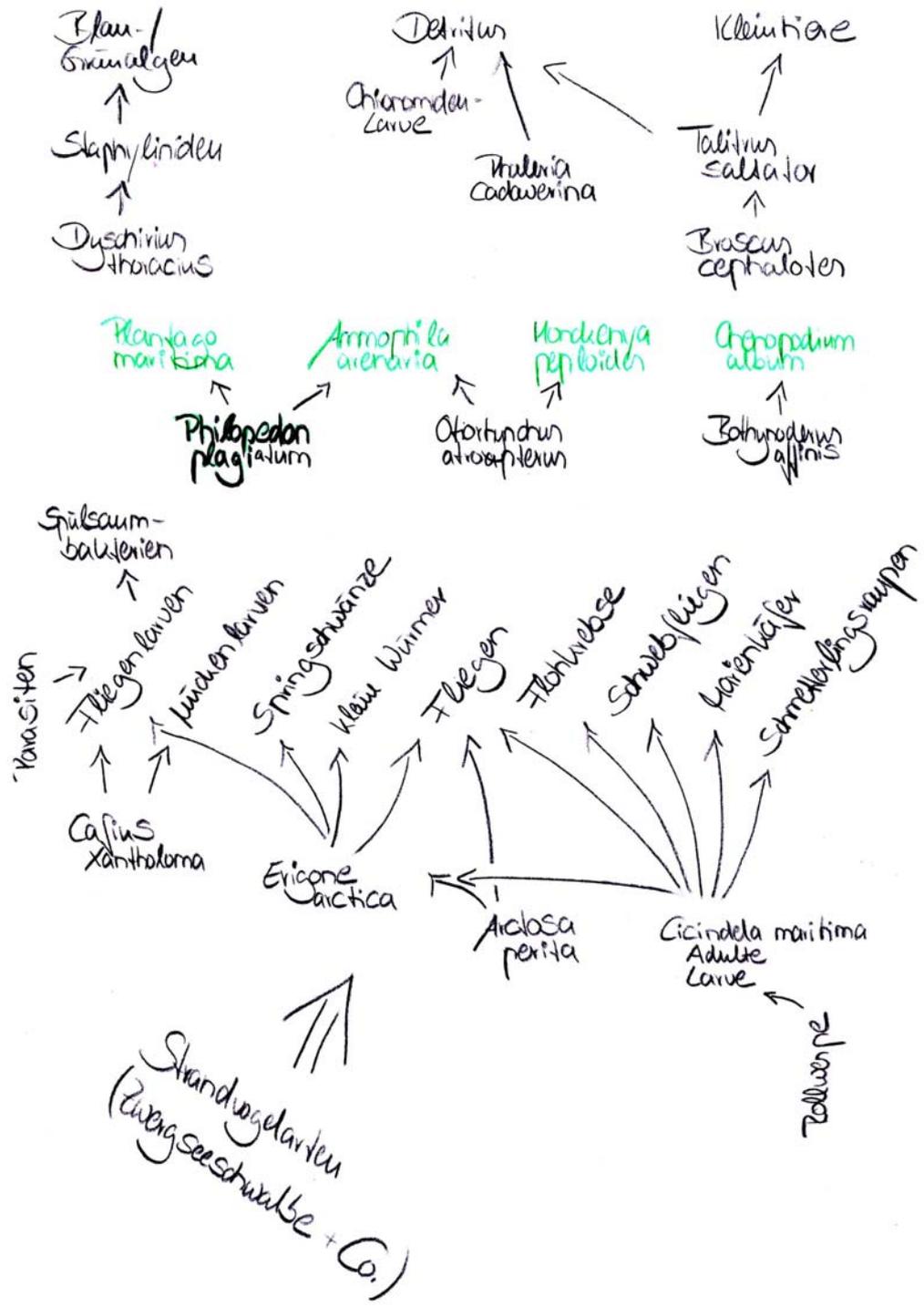


Abb. 7.5-2: Nahrungsbeziehungen zwischen den gefundenen Strandarten

8 SCHUTZ DES SANDSTRANDES

8.1 INTERNATIONALES RECHT

Im Ostseeraum wurde schon früh nach Gründung des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES) 1902 wissenschaftlich kooperiert. Der Sandstrand ist ein Lebensraum zwischen Wasser und Land, der Meeresschutz ist für ihn deswegen genauso relevant wie der Schutz von Land her. Auf internationaler Ebene ist zunächst das Seerechtsübereinkommen (**SRÜ**) der Vereinten Nationen von 1982 zu nennen. Das SRÜ ist lediglich der Rahmen für den Meeresschutz mit der Verpflichtung der Vertragsstaaten Gesetze und sonstige Vorschriften zur Verhütung und Verringerung der Verschmutzung der Meeresumwelt zu erlassen.

Der Inhalt des SRÜ wird für die Ostsee durch einen regional völkerrechtlichen Vertrag zwischen den neun Ostseeanrainerstaaten und der Europäischen Gemeinschaft, dem Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes (**Helsinki-Konvention**) konkretisiert. Ging es bei der Erstfassung von 1974 jedoch ausschließlich um den marinen Umweltschutz, bezog die Neufassung von 1992 den Natur- und Artenschutz für die Ostsee, aber auch deren Küstenökosysteme, erstmals mit ein. Regelmäßige Untersuchungen durch das Monitoring der Helsinki-Kommission, das bislang einzigartig und beispielhaft in Europa ist, konnten ein gutes Ökosystemverständnis schaffen (EHLERS 1996). Beispiel hierfür ist das seit 1984 existierende Coastal Monitoring Programme (CMP) zur besseren Zustandseinschätzung der Ostsee. National wird dies durch das LANU in SH und das LUNG in MV durchgeführt. Nach dem UBA (2004) regelt die Helsinki-Konvention für alle Ostseeanrainerstaaten völkerrechtlich verbindlich gemeinsame Maßnahmen und Aktivitäten im Umwelt- und Naturschutz für die Ostsee sowie in ihrem Wassereinzugsgebiet. Die Verschmutzung durch Schadstoffeinträge soll dabei aus allen Quellen verhindert und beseitigt werden. Hauptaktivität der Kommission ist die Dokumentation des Zustands der Ostsee und die Aussprache von Empfehlungen. Die Helsinki-Kommission trifft sich einmal im Jahr und beschließt neue Empfehlungen, die dann von jedem Mitgliedsland in nationales Recht umgesetzt werden müssen. Dieser sogenannte Ratifizierungsvorgang kann allerdings mehrere Jahre dauern. Auch wird nicht jede Konvention komplett eingehalten. Das Abkommen basiert leider auf Freiwilligkeit und hat damit keinerlei juristische Handhabe. Der neu hinzugefügte Artikel 15 verpflichtet die Vertragsparteien auch „hinsichtlich des Ostseegebiets und seiner von der Ostsee beeinflussten Küstenökosysteme alle geeigneten Maßnahmen zur Erhaltung natürlicher Lebensräume und der Artenvielfalt sowie zum Schutz ökologischer Abläufe“ zu treffen (BMU 2006; HELSINKI CONVENTION 1992). Durch diesen Artikel wurden in Schleswig-Holstein bereits vier sogenannte Baltic Sea Protected Areas (BSPA) mit 13.300 ha Gesamtfläche eingerichtet: Geltinger Birk / Kalkgrund;

Oehe / Schleimünde; Hohwachter Bucht Ost und Fehmarn West ([HTTP://WWW.UMWELT.SCHLESWIG-HOLSTEIN.DE](http://www.umwelt.schleswig-holstein.de)). Die Arbeitsgruppe HELCOM HABITAT befasst sich speziell mit dem Naturschutz und dem Küstenzonenmanagement. Ihr ist es beispielsweise zu verdanken, dass die Ostsee kürzlich als „Besonders Empfindliches Seegebiet,“ (PSSA) nach den Regeln der Internationalen Schifffahrtsorganisation (IMO) der Vereinten Nationen (UN) ausgewiesen werden konnte.

Durch das Internationale Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (**MARPOL-Konvention**), profitierte der Sandstrand schon seit 1973. Dieses verbietet jegliches Ablassen von Öl und bezieht sich zudem auf schädliche flüssige Stoffe als Massengut, Schadstoffe in verpackter Form und auf Speise-, Haushalts- und Betriebsabfälle von Schiffen jeder Größe, selbst für Ruderboote und andere kleine Sportfahrzeuge. Das Verbot gilt auch für Seile, Fischnetze, Kunststoffplanen, Stauholz und Verpackungsmaterial. Seit 1980 wird so nur noch relativ wenig Müll an den Stränden angespült (GERLACH 1995). Nach einer Studie des UBA wiederum ist zwar die Gesamtmenge an Müll sowohl nach Anzahl als auch Gewicht stetig zurückgegangen, doch machen die biologisch schwer abbaubaren Kunststoffe weiterhin über 50 % der Menge aus. Insgesamt stammen mehr als 95 % des gefundenen Mülls am Strand und Spülsaum von Schiffen. Mit dem gesetzlichen Verbot der Müllentsorgung ist das Problem also noch nicht gelöst worden.

Eine wesentliche Grundlage für die zahlreichen Aktionen und Initiativen zur Erforschung von Konflikten in den Küstenökosystemen sind nach der EUCC die Beschlüsse der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen, die in Rio de Janeiro im Jahre 1992 stattfand. In den 40 Kapiteln der Agenda 21 sind die Zielsetzungen für eine nachhaltige weltweite Entwicklung dargelegt. In diesem Zusammenhang ist vor allem Kapitel 17, welches sich mit den Meeren und Küsten befasst, relevant. Als erster Schwerpunkt wird hier das integrierte Management und die nachhaltige Entwicklung der Küstenzonen einschließlich der Küstengewässer bis hin zur 200 Seemeilen Grenze aufgeführt (SCHERNEWSKI 2004). Damit ist das Küstenzonenmanagement und die dem vorausgehende Forschung ein sehr junges Fachgebiet. Da auch die europäischen Küstenregionen Brennpunkte für Aktivitäten, Nutzungen und Konflikte darstellen, hat sich die Europäische Kommission intensiv mit diesem Themenfeld beschäftigt und es sogar zu einem Schwerpunkt ihrer Arbeit gemacht (GLAESER et al. 2005). Es entstand der Begriff des Integrierten Küstenzonenmanagement (IKZM) und erste Forschungsprojekte führten zu einer Empfehlungen des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2002 zur Umsetzung einer Strategie für ein integriertes Management der Küstengebiete in Europa (2002/413/EG). Nach nationalen Bestandsaufnahmen, welche Hauptakteure, Gesetze und Institutionen Einfluss auf das Management ihrer Küsten haben, sollen

nationale Strategien entwickelt werden. Im Jahr 2006 sollte dann gegenüber der Europäischen Kommission Bericht erstattet werden, welche Erfahrungen mit der Umsetzung dieser Strategie gesammelt werden konnten (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2002). Im Rahmen der nationalen Strategie für ein IKZM in Deutschland werden nun erstmals Akteure, Aktivitäten und Instrumente im terrestrischen Küstenbereich und damit auch am Sandstrand untersucht. Die internationale Vereinigung EUCC – The Coastal Union – mit ihrem deutschen Zweig EUCC Deutschland ist die bedeutendste NGO im Küstenbereich. EUCC verfolgt das Ziel, durch Informationsbereitstellung und -verbreitung, Beratung, Aufklärung und Weiterbildung, Veranstaltungen sowie Demonstrationsprojekte eine nachhaltige Entwicklung der Küsten und Meere sowie das Integrierte Küstenzonenmanagement in Deutschland zu fördern. EUCC bildet zudem das deutsche Netzwerk im Rahmen der europäischen Küstenforschungsplattform ENCORA ([HTTP://WWW.EUCC-D.DE](http://www.eucc-d.de)). Das Übereinkommen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt (**CBD**) von 1993 hat nun in Bezug auf Küsten und Meere die Vertragsstaaten dazu aufgefordert, ein „Integrated Marine and Coastal Area Management – IMCAM“ umzusetzen. In dessen Rahmen besteht auch die Verpflichtung zur Einrichtung von Schutzgebieten. Auf den Konferenzen 2002 und 2004 und über die o.g. Empfehlung 2002/413/EG des Europäischen Parlaments wurde daraus das Integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM), ein Management-Ansatz der versucht, Konflikte bei der Entwicklung der Küstenzone zu reduzieren, die Umweltqualität zu erhalten und eine am Leitbild der Nachhaltigkeit orientierte Abstimmung zwischen den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Belangen bei der Entwicklung der Küste zu unterstützen ([HTTP://WWW.IKZM-STRATEGIE.DE](http://www.ikzm-strategie.de)). IKZM ist ein verfahrensbezogenes Instrument, mit dem Ziel eine nachhaltige Entwicklung der Küstengebiete durch gute Integration, Koordination, Kommunikation und Partizipation zu unterstützen. Dabei ist es flexibel und kann aktuelle Themen aufgreifen und weiterentwickeln. IKZM entwirft Visionen und Umsetzungsphilosophien, die auf anderen Ebenen wie Gesetzgebung, Planung und Einzelentscheidungen, auch der Raumordnung, umgesetzt werden können und sollen (UBA 2006). Praktisch bedeutet IKZM jede Menge Fallstudien zu aktuellen Nutzungskonflikten an der Küste, auch speziell am Sandstrand. So wurde beispielsweise eine Studie zum „Strand- und Dünenmanagement Warnemünde“ durchgeführt, die sich mit örtlichen Konfliktfeldern befasst, regionale Lösungsansätze bietet und Anforderungen an ein Strand- und Dünenmanagement fordert. Der Sandstrand und seine Gefährdung durch den Menschen bekommt damit erstmals eine breitere öffentliche Aufmerksamkeit. Folgende nationale nach SCHMIDT (2005) zusammengestellte Konzepte, Pläne und Programme können dabei für Sandstrände im Untersuchungsgebiet und damit als Grundbausteine für ein von ihm vorgeschlagenes Strandmanagement einschlägig sein:

Tab. 8.1-1 : Bestehende Strandmanagement- und Bewirtschaftungskonzepte
(verändert und ergänzt nach SCHMIDT 2005)

Hohe Priorität bzw. Verbindlichkeit	
Landesraumordnungsprogramm	Landesebene
Küstenschutzmanagementpläne	
FFH-Gebietsausweisungen	
Naturschutzgebietsverordnungen	
Nationalparkverordnungen	
Naturparkverordnungen	
Regionalpläne	Regionalebene
Flächennutzungspläne	Kommunalebene
Bebauungspläne	
Mittlere Priorität bzw. Verbindlichkeit	
Landschaftsprogramm	Landesebene
Abfallwirtschaftsplan	
Bewirtschaftungspläne nach der Wasserrahmenrichtlinie	
Landschaftsrahmenpläne	Regionalebene
LandschaftsschutzgebieteVO	Kommunalebene
NaturdenkmalVO	
VO über geschützte Landschaftsbestandteile	
Landschaftspläne	
Grünordnungspläne	
Abwasserbeseitigungspläne	
Strandsatzungen	
Abfallwirtschaftssatzungen	
Agenda-Beschlüsse und „Blaue Flagge“	
Niedrige Priorität bzw. Verbindlichkeit	
Tourismuskonzepte	Kommunalebene, aber auch auf Landes- und Regionalebene möglich
Bewirtschaftungs- bzw. Nutzungskonzepte	
Städte- und Kurortentwicklungskonzepte	
Pflege- und Entwicklungskonzepte	
Verkehrskonzepte	
Sicherheitskonzepte	
Abfallwirtschaftskonzepte	
Bodenschutzkonzepte	

Die Geschichte der politischen Initiativen zum Schutz von Küsten ist zwar nicht mehr neu, doch sind diese nie umfassend umgesetzt worden. IKZM bezieht alle interessierten Kreise mit ein und bietet eine langfristige Perspektive des Küstenbereichs; sie versucht, ein Gleichgewicht zwischen den Bedürfnissen nach Entwicklung und dem Schutz jener Ressourcen herzustellen, die die Grundlage für die wirtschaftliche Tätigkeit an den Küsten bilden. Sie berücksichtigt auch die Sorge der Bürger über die sich verschlechternden Umwelt-, sozioökonomischen und kulturellen Bedingungen an den Küsten (EEA 2006).

Die Klimarahmenkonvention (**KRK**) hat das Ziel, die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, welches eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert.

Nationalparks gibt es an der Ostseeküste von Schleswig-Holstein bisher nicht, an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern gibt es seit 1990 die beiden Nationalparks „Vorpommersche Boddenlandschaft“ und „Jasmund“, sowie das Biosphärenreservat „Südostrügen“, das durch das UNESCO-Projekt „Man and Biosphere“ international anerkannt wurde. Vom Menschen bis auf selten vorkommende Strandforscher unberührt sind jedoch nur die Kernzonen des Nationalparks „Vorpommersche Boddenlandschaft“ die eine Sandstrandlänge von insgesamt ca. 18,8 km haben. Davon befinden sich am Darßer Ort ca. 3,3 km, auf dem Zingst ca. 7,7 km, auf Hiddensee ca. 5,5 km und auf dem Bug ca. 2,3 km.

8.2 EUROPÄISCHES RECHT

Die Wasserrahmenrichtlinie (**2000/60/EG**) von 2000 hat den guten ökologischen und chemischen Zustand aller Gewässer, also auch der Küstengewässer, zum Ziel. Neben aquatischen Ökosystemen und dem Grundwasser werden hier erstmals Landökosysteme die direkt vom Wasser abhängen miteinbezogen. Bei der Bestandsaufnahme werden die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten überprüft und entsprechende Maßnahmenprogramme festgelegt. Die Richtlinie wird über das Wasserhaushaltsgesetz und die Landeswassergesetze in Deutschland umgesetzt.

Die FFH-Richtlinie (**92/43/EG**) und die Vogelschutzrichtlinie (**79/409/EWG**) haben das Ziel, Gebiete die für die Erhaltung seltener Tier- und Pflanzenarten sowie typischer und einzigartiger Lebensräume von europäischer Bedeutung zu nennen und in Schutzgebiete umzuwandeln. Der Lebensraumtyp 1210 „Spülsäume mit einjähriger Vegetation“ beinhaltet auf Grund der Jahrweise unterschiedlichen Lage der Spülsäume den gesamten Sandstrand zwischen der Linie des Mittelwassers und den Dünen ([HTTP://WWW.BFN.DE](http://www.bfn.de)).

In SH sind u.a. für den Lebensraumtyp 1210 insgesamt 22 FFH-Gebiete mit einer Fläche von 46.969 ha (LANU 2007) ausgewiesen, in MV insgesamt 16 FFH-Gebiete mit einer Fläche von 217.090 ha (LUNG 2007). Diese haben derzeit den Status SCI (Sites of Community Interest) und sind von der Europäischen Kommission bestätigt, aber noch nicht in nationale Schutzgebietskategorien eingeteilt und als diese ausgewiesen. Die Gebiete überschneiden sich häufig mit gemeldeten Vogelschutzgebieten. Im Gegensatz zu FFH-Gebieten haben diese sofort den Status SPA (Special Protected Area) und genießen daher einen strengeren Schutz als die FFH-Gebiete.

Speziell für die Ostsee wurde im Jahr 1998 die Agenda 21 für den Ostseeraum (Baltic 21) verabschiedet. Der Auftrag zur Entwicklung dieser Agenda mit der Zielsetzung der nachhaltigen Entwicklung ging von den Regierungschefs dieser Region und der Tagung der Ostsee-Außenminister in Nyborg im Rahmen des Ostseerates aus. Regelmäßige Berichte, in denen der Fortschritt bezüglich einer nachhaltigen Entwicklung in der Ostseeregion dokumentiert wird, zeugen auch hier von Forschungen an Ostseeküstenökosystemen. Auch für diese Plattform gibt es eine NGO wie die CCB (Coalition Clean Baltic) die als Netzwerk von 27 Umweltverbänden aus allen neun Ostsee-Anrainerstaaten mit dem Ziel des Schutzes und der Verbesserung des ökologischen Zustandes der Ostsee, ihrer Küsten und natürlichen Ressourcen forscht und agiert ([HTTP://WWW.OSTSEESCHUTZ.DE](http://www.ostseeschutz.de)).

8.3 BUNDESRECHT

Naturschutzgebiete genießen den strengsten Schutz aller Schutzgebiete nach nationalem Naturschutzrecht, deswegen sind nur sie im Folgenden aufgeführt. Erste Schutzgebiete gab es nach KNAPP et al. (1995) bereits sehr früh aber nur kleinflächig an der deutschen Ostseeküste. Die Vogelschutzinseln Fährinsel (1911), Gänsewerder (1922), Ruden (1925) sowie die Naturschutzgebiete Jasmund (1935), Insel Vilm (1936), der Dornbusch auf Hiddensee (1937) und der Westdarß mit dem Darßer Ort (1957) zeugen davon.

Nach HOLZHÜTER (1999) in DROSTE (2001) grenzen in Schleswig-Holstein 15 Naturschutzgebiete mit insgesamt 3.579 ha Fläche an die Ostsee, von denen 11 das Meer mit einschließen. Durchschnittlich sind sie 240 ha groß, bezüglich ihrer Ausdehnung aber, die von 47 ha beim NSG „Bewaldete Düne bei Noer“ bis 773 ha beim NSG „Geltinger Birk“, reicht und ihrer Meeresfläche, die bis 564 ha beim NSG „Geltinger Birk“ reicht, äußerst unterschiedlich. Die ausgewiesenen Naturschutzgebiete erstrecken sich bei einer Küstenlänge von 402 km auf eine Uferstrecke von 43,5 km (11 %) der Gesamtlänge.

In Mecklenburg-Vorpommern gibt es nach HOLZHÜTER (1999) in DROSTE (2001) 46 Naturschutzgebiete, die in Verbindung zur Ostsee stehen oder Teile von ihr einbeziehen. Die durchschnittliche Größe der NSG beträgt 350 ha und liegt damit um ein Drittel höher als in Schleswig-Holstein. Acht Gebiete sind größer als 1.000 ha, das größte jedoch ist der „Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft“, was den schon erwähnten hohen Stellenwert für den Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern unterstreicht. Anders als in Schleswig-Holstein sind die Schutzgebiete gleichmäßig über alle Küstenabschnitte verteilt. Ähnlich ist ihnen die Zielrichtung ihres Schutzes von typischen Küstenbiotopen und Meeresflächen, selten werden

geomorphologische Gesichtspunkte oder Gründe der Küstendynamik als Grund der Unterschutzstellung genannt. Eine Ausnahme bildet wiederum der „Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft“, der im wesentlichen aufgrund seiner küstendynamischen Prozesse von Erosion und Akkumulation gegründet worden ist. Daneben existieren natürlich in beiden Bundesländern Landschaftsschutzgebiete, Naturparke, Naturdenkmale, geschützte Landschaftsbestandteile und die gesetzlich geschützten Biotope wie es der Sandstrand ist. Bei Beeinträchtigung oder Zerstörung müssen Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen stattfinden.

Nimmt man es aber genau, gibt es an der Außenküste von SH keinen einzigen ungenutzten Sandstrand innerhalb der Naturschutzgebiete und in nur zwei Naturschutzgebieten an der Außenküste von MV. Dies sind gleichzeitig die beiden einzigen NSG die Sandstrände enthalten. Zum einen ist das das NSG Tarnewitzer Huk mit 71 ha und zum anderen das NSG Insel Langenwerder mit 58 ha. Da nach HEYDEMANN (MDL.) das empfindliche Ökosystem Sandstrand selbst durch extensive Nutzung des Menschen gestört und zerstört werden kann, müssen alle anderen NSG mit für die Öffentlichkeit zugänglichen Sandstränden (LANDESVERORDNUNGEN DER EINZELNEN NSG) kritisch betrachtet werden. Tarnewitzer Huk ist eine aufgeschüttete und aufgespülte ehemals militärisch genutzte Halbinsel mit einem Sandstrand von ca. 1,2 km. Seit 1991 ist das Gebiet nutzungsfrei, seit 1993 Schutzgebiet und für die Öffentlichkeit gesperrt. Das NSG Insel Langenwerder ist seit 1924 Vogelschutzinsel und außerhalb von den begrenzten Führungen und ein paar Vogelwärtern ebenfalls für die Öffentlichkeit gesperrt. Küstendynamische Prozesse der Abtragung und Anlandung können hier störungsfrei stattfinden, der Sandstrand hat derzeit eine Länge von ca. 2 km. Alle anderen NSG mit Sandstränden an den Außenküsten von SH sind entweder über tägliche Führungen gestört oder das Betreten des Strandes sowie das Baden in der Ostsee ist einfach zulässig.

Da in einem NSG aber immerhin alle Handlungen verboten sind, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebietes oder seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können, sollen die NSG in SH und MV die Sandstrände enthalten wenigstens aufgeführt werden.

Schleswig-Holstein:

- NSG „Halbinsel Holnis“ mit 360 ha und 2 km Sandstrand, der im Sommer von bis zu 5.000 Besuchern täglich genutzt wird. Aktive Hakenbildung. NSG seit 1993 geschützt.
- NSG „Geltinger Birk“ mit 773 ha und knapp 6 km Sandstrand mit anschließenden Dünen. Seit 1934 geschützt.

- NSG „Oehe-Schleimünde“ mit 374 ha; 2,5 km Sandstrand und ausgedehnten Dünen und Strandwällen. Seit 1927 geschützt. Außer den täglichen Führungen ist das NSG für den Menschen ganzjährig gesperrt.
- NSG „Schwansener See“ mit 215 ha und knapp 2 km Sandstrand.
- NSG „Bottsand“ mit 91 ha und 1,3 km Sandstrand. Seit 1939 geschützt. Seit den 60er Jahren bis auf einen 280 m langen Strandstreifen und gelegentliche Führungen für den Menschen gesperrt.
- NSG „Strandseelandschaft bei Schmoel“ mit 50 ha und 1,1 km Sandstrand, der zwar u.U. vom 01. Mai bis 30. Juni zur Brutzeit des Sandregenpfeifers gesperrt wird, generell aber auf einem 10 m breiten Streifen am Spülsaum betreten werden darf.
- NSG „Kleiner Binnensee“ mit 108 ha und ca. 2,8 km Sandstrand und Dünen.
- NSG „Sehlendorfer Binnensee“ mit 500 m Sandstrand.
- NSG „Graswarder“ mit 229 ha und knapp 3 km Sandstrand. Jährlich 3000 Besucher durch tägliche Führungen von Ostern bis Oktober.
- NSG „Krummsteert“ mit 300 ha und ca. 2,4 km Sandstrand, ein wachsender Nehrungshaken der nur für die Forschung zugänglich ist.
- NSG „Wallnau“ mit 297 ha und ca. 2,7 km Sandstrand.
- NSG „Grüner Brink“ mit 134 ha und ca. 2,5 km Sandstrand.

Mecklenburg-Vorpommern:

Keine weiteren, außer den ungenutzten beiden o.g. Sandstränden.

Neben dem staatlichen Schutz bemühen sich natürlich auch noch die NGO für den Schutz der Ostsee und damit auch des Sandstrandes. Der NABU e.V. beispielsweise verwaltet alle o.g. NSG an der Küste von SH. Die Coalition Clean Baltic (CCB) ist das nicht-staatliche Gegenstück zur HELCOM und hat den Schutz und die Verbesserung des ökologischen Zustandes der Ostsee, ihrer Küsten und natürlichen Ressourcen zum Ziel. Der BUND e.V. bildet das deutsche Mitglied der CCB und betreibt Projekte zur nachhaltigen regionalen Entwicklung und Öffentlichkeitsarbeit zum Sandstrand.

Zur Verbildlichung des Textteils nun die Abbildungen 9.3-1 und 9.3-2 mit den angesprochenen internationalen, europäischen und den nationalen Schutzgebieten der deutschen Ostseeküste.

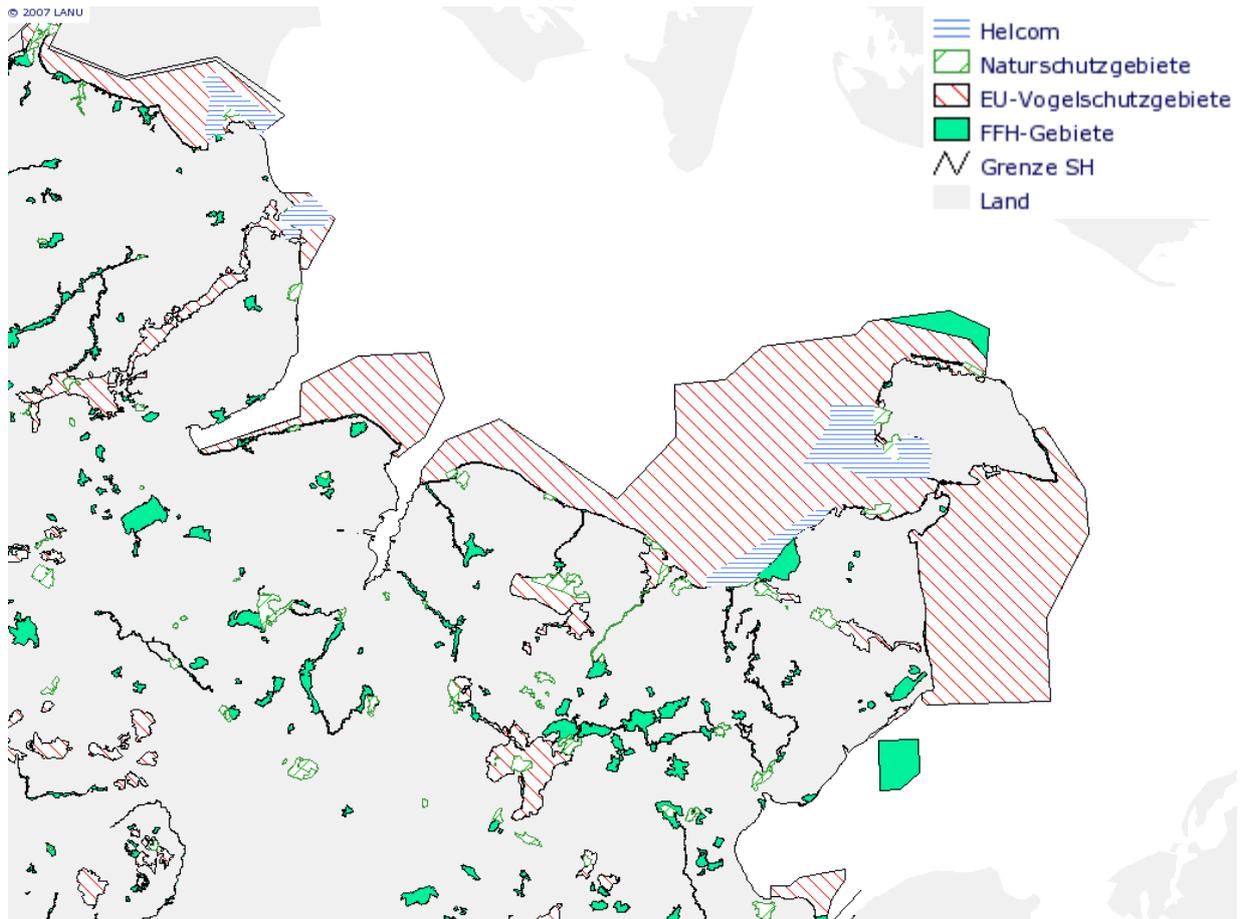


Abb. 8.3-1: Schutzgebiete der Ostseeküste von SH ([HTTP://WWW.UMWELTDATEN.LANDSH.DE](http://www.umweltdaten.landsh.de))

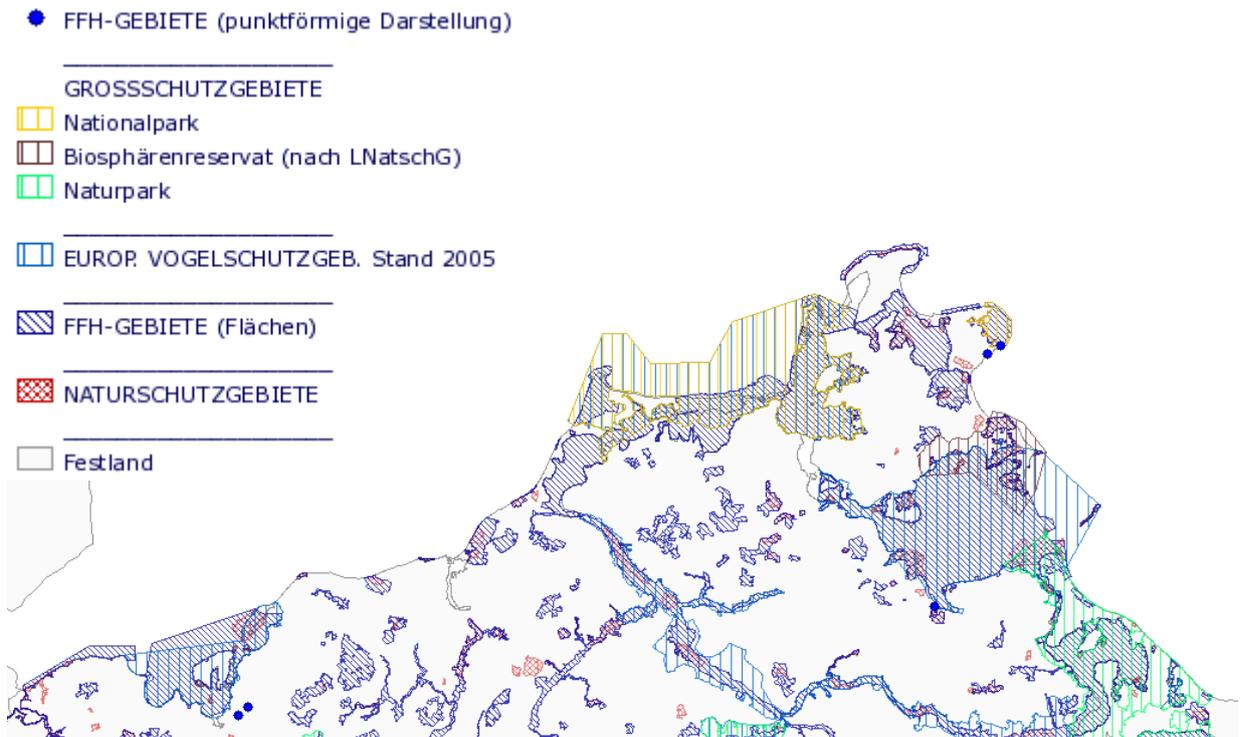


Abb. 8.3-2: Schutzgebiete der Küste von MV ([HTTP://WWW.UMWELTKARTEN.MV-REGIERUNG.DE](http://www.umweltkarten.mv-regierung.de))

9 DISKUSSION

Um Recherchen zu einer Flächenentwicklung des Sandstrandes an der deutschen Ostseeküste anstellen zu können, galt es die vor 200 Jahren vorhandene Länge des Sandstrandes als Basiswert herauszufinden. Nur dann können genaue Aussagen zu einer eventuellen Flächenabnahme dieses Lebensraumtyps getroffen werden. Die erste detaillierte und für sehr lange Zeit qualitativ beste kartographische Darstellung von Landstrichen liefern die Schwedischen Matrikelkarten von 1692 – 1709. Diese wurden allerdings nur für den schwedisch besetzten Teil Pommerns erstellt und liefern keine Angaben zur Beschaffenheit der Küste. Strände oder gar Sandstrände können auf den Karten dadurch nicht vermessen werden. Zudem verändert die natürliche Küstendynamik durch Abtragung und Anlandung von Gesteinsmaterial permanent die Länge und Morphologie des Küstenstreifens. Die einzige Möglichkeit die Flächenentwicklung naturbelassener Sandstrände auszumachen war über die Recherche allgemeiner historischer anthropogener Nutzungen bzw. Zerstörungen. Der heutige anthropogen verursachte Flächenverbrauch an Sandstränden in Längen- oder Flächenmaßen war nur über eigene Messungen mit Hilfe von GoogleEarth auszumachen. Die Biotop- und Nutzungstypenkartierung beider Länder war entweder nicht zu bekommen oder nicht für diese Zwecke brauchbar, die Flächennutzungsstatistiken des Statistischen Bundesamtes sind nur allgemein gehalten. In Bauleitplänen oder Landschaftsplänen ist das Biotop „Sandstrand“ ausgespart, außerdem besitzt nur ein Bruchteil der Gemeinden überhaupt einen Landschaftsplan. So war die Längenmessung (km) des Lebensraumverlustes durch touristische Nutzung mit der entsprechend erkennbaren Infrastruktur und durch den Bau von Außenhäfen über die Satellitenbilder von GoogleEarth die einzige Lösung. Doch nicht nur im Rechercheteil der vorliegenden Arbeit, sondern auch bei der Beobachtung der Wirbellosen wurde zu etwas ungewöhnlicheren Mitteln gegriffen, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen. Bei der ökologischen Untersuchung konnten aufgrund der selbstverständlich sinnvollen strengen Auflagen der Nationalparkbehörde aber auch aus logistischen Gründen keine Bodenfallen aufgestellt werden. Es sollen natürlich so wenig Tiere wie irgendwie möglich für die Wissenschaft sterben, außerdem hätten die Fallen täglich kontrolliert werden müssen, da sonst die Gefahr der Überflutung oder des Zuwehens mit Sand bestanden hätte. Das war aufgrund der Entfernungen und der Abgeschiedenheit (Neubessin und Gellen konnten nur mit dem Boot erreicht werden) jedoch nicht machbar. Sichtnachweise der Strandarten waren daher das Ergebnis. Diese sind als absolute Stichprobe zu werten und hingen von etlichen äußeren Umständen ab. Die starke Abhängigkeit vom Wetter wird beispielsweise an der Untersuchung des Zingst deutlich. Beide Untersuchungstage waren durch starke Bewölkung, Sturm und immer

wiederkehrende kurze heftige Gewitter gekennzeichnet. Das schlägt sich direkt in der gefundenen Artenzahl von nur 5 Arten insgesamt aus. Ist es dagegen warm und sonnig lassen sich weit mehr Strandarten aus ihren Sandröhren blicken.

Zudem ist die Überwachung über einen längeren Zeitraum notwendig um Trends zu abnehmenden oder zunehmenden Artenzahlen an den verschieden genutzten Sandstränden erkennen zu können.

Da bei der vorliegenden Untersuchung zwei Extrema miteinander verglichen wurden (touristisch stark genutzt und überhaupt nicht genutzt), würden weitere Untersuchungen auf touristisch etwas weniger genutzten Sandstränden Hinweise erbringen, welchen naturschutzfachlich wertvollen Stellenwert Besucherlenkungen am Sandstrand hätten.

10 FAZIT

Der Küstenschutz, der Bau und die Erweiterung von Häfen, der zunehmende Schiffsverkehr, die Ostseeverunreinigung an sich, der scheinbar endlos wachsende Tourismus, die Landschaftszersiedelung und der anthropogene Klimawandel betreffen, beeinflussen und verändern die Küste an der südwestlichen Ostsee durch den Menschen. Der Sandstrand als ein schmaler Lebensraum zwischen Land und Meer ist von diesen Gefährdungen nicht immer direkt betroffen. So finden beispielsweise die großflächigen Bodenversiegelungen durch bauliche Erweiterung der aufgrund steigender Einwohnerzahlen wachsenden Küstenorte sowie durch touristische Infrastrukturmaßnahmen wie Promenaden, Hotels, Gastgewerbe, Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Parkplätze, Rad- und Fußwege u.a. meist erst auf oder hinter den Dünen oder weiter im Hinterland statt. Doch über all diese Maßnahmen wird der Zugang zum Sandstrand für die Menschen erleichtert und damit steigt wiederum die Intensität der direkten Nutzung bis zur meist vollständigen Zerstörung der Biozönose dieses einmaligen Lebensraumes. Die Wirbellosen des Sandstrandes sind auf ihre selbstgegrabenen Höhlen und Gänge im Sand als Lebensraum angewiesen. Durch die intensive Trittbelastung werden diese jedoch zerstört, die Arten vertrieben oder bei fehlenden oder abgeschnittenen Rückzugsräumen zum Aussterben gedrängt. So wiederum werden Nahrungsnetze zerrissen und ein ganzes Ökosystem durcheinander gebracht. Neben der so schleichenden Vernichtung der Fauna und Flora des Sandstrandes durch stets intensiver werdende Nutzung in den letzten Jahren und Jahrzehnten wurde und wird der Sandstrand durch den Bau von Parkplätzen, Sportboothäfen oder der Erweiterung von Häfen tatsächlich direkt zerstört und die Biozönose ausgelöscht. So ergab die vorliegende Untersuchung einen Flächenverlust auf 9,5 km und eine schleichende Zerstörung auf 351 km Sandstrand. Nun leben die Wirbellosen für das gemeine menschliche Auge im Verborgenen, doch verschwinden sie, wird den gemein bekannten Vogelarten wie den Sandregenpfeifern, Austernfischer und Zwergseeschwalben die Nahrungsgrundlage entzogen und damit ebenfalls der Lebensraum.

Ein paar weniger störungsempfindliche Arten können wohl auf die letzten extensiv genutzten Sandstrandabschnitte ausweichen, doch für das funktionierende Ökosystem „Sandstrand“ mit seiner einzigartigen hochspezialisierten Artenvielfalt, was es entgegen mancher Quellen an der Ostsee gar nicht mehr gibt (bspw. in LAUCHER (2001): „...Die menschliche Nutzung der Küstenlandschaft hat tiefgreifende Folgen mit sich gebracht. Das Ökosystem „Sandstrand“ gibt es nicht mehr und Strandwälder, Salzwiesen und Weißdünen sind schwer belastet..“, sind die Kernzonen des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft offensichtlich tatsächlich die

letzte Zufluchtsstätte. Diese Flächen müssen weiterhin gesperrt und ungenutzt bleiben und möglichst erweitert werden. Scheinbar kann es nur durch Abzäunungen und Parkranger gelingen letzte Naturstrände zu erhalten, denn LAUCHER (2001) spricht es schon richtig an: formal-juristische Schutzgebietsausweisungen oder gar Schilder ziehen Touristen magisch an ! Gerade an der Küste von MV gibt es noch die Möglichkeit dem Naturschutz Flächen zu sichern. Das Grüne Band am Ostseestrand, ehemalige militärische Sperrgebiete entlang des ehemaligen eisernen Vorhangs, beherbergt noch große Flächen (über 200.000 ha insgesamt am Grünen Band) des Nationalen Naturerbes (NNE). Diese Flächen befinden sich noch in der Hand des Bundes, sollen aber an Länder, die DBU und Private übergeben oder verkauft werden (darunter die Halbinseln Wustrow und Bug, Rostocker Heide u.a.). Hier ist es wichtig den Naturschutz (v.a. DBU, NABU e.V., BUND e.V.) bei der Gebietssicherung möglichst vieler Flächen am Ostseestrand zu unterstützen.

MÜLLER-MOTZFELD (1997) weist zusätzlich darauf hin, dass die Dringlichkeit von Schutzbemühungen um die Fauna der Ostseeküste noch unter dem besonderen Aspekt der zu erwartenden klimatischen Veränderungen gesehen werden muss. Die zu erwartenden Landverluste durch die Erhöhung des Meeresspiegels an der Ostseeküste betreffen v.a. die heutigen Anlandungsgebiete wie den Sandstrand, d.h. ganze Habitatkomplexe werden drastisch reduziert. So dürfte sich die Existenznot vieler Sandstrandarten noch verschärfen und der Druck durch anthropogene Nutzungen auf noch verbleibende Reste dieser Lebensräume, auch in den Schutzgebieten, erhöhen. Euryöke Arten können auf Lebensraumverluste durch Ausweichen oder Ab- und Zuwanderung direkt individuell reagieren. Kann der Sandstrand aber aufgrund fehlender Naturräume im Hinterland nicht landeinwärts rücken, bleibt den stenöken Arten über kurz oder lang nur das Aussterben. Das Ergebnis ist eine Veränderung bzw. Verarmung der Zusammensetzung der Fauna am Sandstrand. Langfristig stabile Trends klimatischer Veränderungen könnten dabei theoretisch auch durch ökophysiologisch/ethologische Anpassungen beantwortet werden (Evolution).

11 ZUSAMMENFASSUNG

Der Sandstrand an der deutschen Ostseeküste stellt einen einzigartigen, da extremen Lebensraum zwischen Überflutung durch Brackwasser, Wind, Überwehung mit Sand, spärlicher Vegetation, Hitze, Kälte und Trockenheit dar, dessen Biozönose an die dort herrschenden Umweltbedingungen speziell angepasst sein muss um überleben zu können. Dieses Küstenökosystem speichert und verarbeitet Nährstoffe, filtert Schadstoffe die durch die Fracht der Flüsse eingebracht werden und schützt die Küstenlinie vor Erosion und Stürmen. Gleichzeitig ist er einer starken Beanspruchung durch verschiedenste anthropogene Interessensgruppen ausgesetzt, die untereinander wiederum konkurrieren.

Der natürliche Lebensraum „Sandstrand“ hat in den letzten 200 Jahren stark an Fläche bzw. an Dynamik verloren. Erste Anfänge des Küstenschutz mit Wirkung für den Sandstrand gab es in SH mit Deichbauten ab 1581, in MV mit Dünenbau ab dem 13. Jahrhundert. In beiden Ländern wurden diese Aktivitäten nach der Sturmflut von 1872 intensiviert. In SH wurden dann erste Buhnen gebaut, in MV bereits seit 1840, Deckwerke ab 1887, Sandaufspülungen ab 1968 und küstenparallele Wellenbrecher ab 1978. Deren jeweilige Längen oder Ausmaße sind nur sehr lückenhaft und damit ungenau in der Literatur angegeben. Heute gibt es in SH Hochwasserschutzanlagen auf insgesamt 119 km Küstenlänge. In MV haben die Anlagen eine Länge von 327 km, die einzelnen Anlagen überschneiden sich allerdings an einigen Stellen. Der Küstenschutz beeinflusst vor allem die Dynamik des Sandstrandes und das auf fast der gesamten Küstenlänge.

Beeinflusste die Fischerei den Sandstrand früher nur durch das Anlegen der kleinen Fischerboote und befanden sich Häfen vor allem in geschützten Lagunen, sind es heute vor allem die Bauten und Ausbauten großer Hafenanlagen an der Außenküste, die die dazu benötigten Flächen des Sandstrandes vernichten. Häfen stellen zwar einen Totalverlust des Sandstrandes dar, es geschieht dabei aber nur punktuell. Häfen und der Schiffsverkehr sind dabei eine von vielen Quellen der Ostsee- und damit der Strandverschmutzung. Schwermetalle, organische Schadstoffe, Öleinträge, Nährstoffe und direkte Flusseinträge aus dem Ostseewasser dringen bei Wellenschlag und Überflutung in das Sandlückensystem des Sandstrandes ein. Verschmutzungen, Vergiftungen und Absterben von Pflanzen und Tieren können dabei die Folge sein. Eine weitere tickende Zeitbombe sind die militärischen Altlasten auf dem Meeresgrund der Ostsee. Verklappte Bomben und Munition treten langsam aber sicher aus ihren rostenden metallischen Behältern aus und werden dem Wasser, dem Strand und deren Ökosystemen in noch ungeahntem Maße schaden.

Als 1793 das erste Seebad in Heiligendamm für Badegäste eröffnet wurde, begann die bis heute folgenschwerste direkte Nutzungsform für den Sandstrand. Heutige

Zahlen aus SH wie 10,1 Millionen Übernachtungen in den Landkreisen und kreisfreien Städte direkt an der Ostseeküste im Jahr 2004 lassen den Druck auf den Strand erahnen. Auffallend hierbei ist der Landkreis Ostholstein mit der Insel Fehmarn, denn dieser wies allein 5,3 Millionen Übernachtungen auf. In MV übernachteten im Jahr 2004 21,3 Millionen Menschen. Dort fielen auf die Landkreise und kreisfreien Städte direkt an der Ostseeküste allein 16,9 Millionen Übernachtungen. Hiermit liegt der Schwerpunkt eindeutig auf den Küstengebieten. Absoluter Spitzenreiter ist der Landkreis Rügen mit 5,4 Millionen Übernachtungen. Der Bedarf an touristischen Einrichtungen wie Hotels, Restaurants, Promenaden, Parkplätzen, Freizeiteinrichtungen und vielem mehr ist da natürlich immens. Im Jahr 2000 betrug die Bebauung des 0-1 km Küstenstreifens in Deutschland bereits 12 %. Die Trittschäden auf ganzer Fläche machen es Flora und Fauna in ihrem Sandlückensystem dabei unmöglich zu überleben. Nicht unbeachtet bleiben darf dabei der vorausgesagte Meeresspiegelanstieg von 8 bis 88 cm ! Dieser wird in den nächsten Jahrzehnten nicht nur Sandstrandflächen reduzieren und den Nutzungsdruck auf Küstenbiotope verschärfen.

Insgesamt konnte für beide Länder eine Sandstrandlänge von 450 km ermittelt werden. 351 km davon werden mehr oder weniger intensiv touristisch genutzt, 28,8 km werden weniger intensiv touristisch genutzt (NSG in SH) und 27,3 km werden extensiv touristisch genutzt (schwer zugängliche Strandabschnitte ohne nahe gelegene Ortschaften auf Hiddensee, Rügen, Darß West und Fischland). 22 km sind den Kernzonen des NLP Vorpommersche Boddenlandschaft sowie den beiden NSG in MV ohne jegliche Nutzung zuzuweisen. 11 km befinden sich in Sperrgebieten des Militärs und 9,5 km sind durch Sportboothäfen und die beiden Häfen in Saßnitz unwiederbringlich verloren (Diagramm im Anhang).

Die ökologische Untersuchung der Wirbellosen ergab ein klares Ergebnis. Es besteht ein gewaltiger Unterschied im Arteninventar zwischen touristisch genutzten und ungenutzten Sandstränden. Die beiden touristisch genutzten Sandstrandabschnitte wiesen weder Vegetation noch Spülsäume auf. Es wurden nur zwei Strandarten, *Cicindela maritima* (3 Individuen) und *Arctosa perita* (2 Individuen) gefunden. Auf den ungenutzten Strandabschnitten konnten neben einer ausgeprägten Strandflora insgesamt 18 Strandarten der Wirbellosen gefunden werden. Wie das ganze Biotop so stehen auch sieben Arten davon auf der Roten Liste. Die Individuenzählung des *Cicindela maritima* ergab auf den vier Naturstrandabschnitten insgesamt 186 Individuen. Damit hat das Ökosystem „Sandstrand“ nur noch auf touristisch ungenutzten Strandabschnitten eine Chance.

Nach internationalem Recht ist der „Sandstrand“ indirekt, da über den Schutz der Ostsee, durch die Helsinki-Konvention, die Marpol-Konvention und die Klimarahmenkonvention. Direkt wird er durch das IKZM und den Kernzonen des

Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft geschützt. Nach europäischen Recht greifen indirekt die WRRL und direkt die FFH-RL und die Vogelschutzrichtlinie. Nach Bundesrecht sind in beiden Küstenländern insgesamt 14 NSG (12 in SH und 2 in MV) die Sandstrände enthalten ausgewiesen. Die 12 NSG von SH weisen eine Strandlänge von 28,8 km, die beiden in MV noch einmal 3,2 km. Völlig ungenutzte Sandstrände gibt es allerdings nur noch in den Kernzonen des Nationalparks sowie in den beiden NSG in MV und damit auf der gesamten Küstenlänge auf gerade einmal 22 km ! Ein wahrlich extremer Lebensraum.

LITERATURVERZEICHNIS

- BELLMANN, H. (1997): Spinnentiere Europas, Kosmos-Atlas, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart
- BUNDESMINISTERIUM DER VERTEIDIGUNG (BMVG) (2003): Natur auf Übungsplätzen, Presse- und Informationsstag, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (1997): Biodiversität und Tourismus, Konflikte und Lösungsansätze an den Küsten der Weltmeere, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 44-53
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1996): Rote Listen und Artenlisten der Tiere und Pflanzen des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 48, BfN Bonn – Bad Godesberg
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2006): Integriertes Küstenzonenmanagement in Deutschland – Nationale Strategien für ein integriertes Küstenzonenmanagement, Bestandsaufnahme, Stand 2006, Bonn, p. 16, 54
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (BMVBS) (2007): Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtung, Seeverkehrsprognose Endbericht, PLANCO Consulting GmbH Essen
- BUND-LÄNDER-MESSPROGRAMM (BLMP) (2005): Messprogramm Meeresumwelt, Zustandsbericht 1999 – 2002 für Nordsee und Ostsee, Hamburg
- CWIELAG, C. (2007): Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Wassergesetzes des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG) - Stellungnahme des BUND MV, Schwerin
- DAHL, F. (1942): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise, 40. Teil Crustacea IV: Amphipoda, Verlag von Gustav Fischer Jena von Prof. Dr. A. Schellenberg, p. 21-22;138-142
- DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (SRU) (2004): Meeresumweltschutz für Nord- und Ostsee, Sondergutachten, Geschäftsstelle des SRU Berlin
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2000): Antwort der Bundesregierung auf die große Anfrage „Die Ostseeregion – Chancen und Risiken einer Wachstumsregion von zunehmender weltweiter Bedeutung“, Drucksache 14/4460 vom 01.11.2000
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR UMWELTERZIEHUNG E.V. (1997): Rügener Empfehlungen: Management für einen nachhaltigen Küstentourismus. Ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung im Ostseeraum, DGU-Geschäftsstelle Hamburg
- DEUTSCHER TOURISMUSVERBAND E.V. (2002): Die Entwicklung des Tourismus in Deutschland 1902 – 2002, DTV Bonn, p. 23, 42-45
- DROSTE, C. (2001): Naturschutzgebiete an der südlichen Ostseeküste, Mittelseminar: Die Ostsee. Schutz und Nutzung. Geographisches Institut der Universität Kiel, SS 2001
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, p. 530–550
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2002): EU-Brennpunkt Naturschutz, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften Luxemburg
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006): The changing faces of Europe's coastal areas, EUA Report No 6/2006, Copenhagen
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006): Urban sprawl in Europe – the ignored challenge, EUA Report No 10/2006, Copenhagen
- FRITSCH, R.H. (1950): Zur Biologie von *Cicindela maritima* Latr., Sonderdruck aus „Verhandlungen der Deutschen Zoologen in Marburg, 1950“, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, K.-G., Leipzig, p. 296
- GERLACH, S.A. (1995): Helsinki-Konvention. In: RHEINHEIMER, GERHARD (ed.) (1995): Meereskunde der Ostsee, 2. Auflage, Springer Verlag Berlin Heidelberg, p. 289-292

- GLAESER, B. (2005): Küste-Ökologie-Mensch. Integriertes Küstenmanagement als Instrument nachhaltiger Entwicklung, oekom-Verlag München, p. 311-333
- HARDE/SEVERA (2000): Der Kosmos Käferführer: Die mitteleuropäischen Käfer, Kosmos Naturführer 4. Auflage, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart
- HÄRDTLE, W. & VESTERGAARD P. (1996): Veränderungen der Ufervegetation, Salzwiesen und Dünen. In: LOZÁN, LAMPE, MATTHÄUS, RACHOR, RUMOHR UND WESTERNHAGEN (ed.) (1996): Warnsignale aus der Ostsee, Parey Buchverlag Berlin, p. 157-162
- HEIMER, S. & NENTWIG, W. (1991): Spinnen Mitteleuropas, Parey Verlag Berlin
- HENSELING, C.; BUCHMANN, I.; DR. STRUBEL, V. (2002): Fun goes Green – Diagnose und Empfehlungen für eine umweltgerechte Freizeitgestaltung, Öko-Institut e.V. Freiburg
- HEYDEMANN, B. (1997): Neuer Biologischer Atlas: Ökologie für Schleswig-Holstein und Hamburg, Wachholtz Verlag Neumünster, p. 119-128
- HONOMICHL, K. (1998): Biologie und Ökologie der Insekten, 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, p. 138
- HUPFER, P. ET TINZ, B. (2001): Langzeitänderungen im ufernahen Bereich der deutschen Ostseeküste. In: Deutscher Wetterdienst (2001): Klimastatusbericht, p. 211-216
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007): Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger – Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4), Bern/Wien/Berlin, p. 2; 21-26;28
- JONES, D. (1990): Der Kosmos-Spinnenführer, Mitteleuropäische Spinnen und Weberknechte, Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co. Stuttgart
- KAMMLER, M. (2003): Intensität und räumliche Struktur des Tourismus in der Küstenregion Warnemünde – Kühlungsborn, Geographisches Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, p. 42
- KLIEWE, H. & STERR, H. (1995): Die deutsche Ostseeküste. In: LIEDTKE, HERBERT UND MARCINEK, JOACHIM (ed.) (1995): Physische Geographie Deutschlands, 2. Auflage, Justus Perthes Verlag Gotha GmbH, p. 238-262
- KLUG, H. (1996): Tourismus als Belastungsfaktor. In: LOZÁN, LAMPE, MATTHÄUS, RACHOR, RUMOHR UND WESTERNHAGEN (ed.) (1996): Warnsignale aus der Ostsee, Parey Buchverlag Berlin, p. 118-124
- KNAPP, H.D.; BOEDEKER D. UND VON NORDHEIM, H. (1995): Naturschutz. In: RHEINHEIMER, GERHARD (ed.) (1995): Meereskunde der Ostsee, 2. Auflage, Springer Verlag Berlin Heidelberg, p. 297-302
- KOCH, K. (1993): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 4: Artenassoziationen in Makrohabitaten. Aquatischer und semiaquatischer Bereich. Goecke & Evers Krefeld
- KOCH, K. (1995): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 7: Artenassoziationen in Makrohabitaten. Terrestrischer Bereich III. Goecke & Evers Krefeld
- KRAMER, J. UND ROHDE, H. (1992): Historischer Küstenschutz; Deichbau, Inselschutz und Binnenentwässerung an Nord- und Ostsee; DVWK Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart
- KÜSTER, H. (2002): Die Ostsee – Eine Natur- und Kulturgeschichte, Sonderausgabe 2004, Verlag C.H. Beck oHG München, p. 179-301
- KUTSCHER, M. (1995): Flora & Fauna an der Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern, Demmler Verlag Schwerin, p. 19, 30
- Lamp, J. (1996): Naturschutz für die Ostsee. In: LOZÁN, LAMPE, MATTHÄUS, RACHOR, RUMOHR UND WESTERNHAGEN (ed.) (1996): Warnsignale aus der Ostsee, Parey Buchverlag Berlin, p. 303 - 311
- LAMPE, R. (1995): Geologie und Geographie. In: RHEINHEIMER, GERHARD (ed.) (1995): Meereskunde der Ostsee, 2. Auflage, Springer Verlag Berlin Heidelberg, p. 24-25
- LAUCHER, S. (2001): Arten- und Biotopschutz in der Ostsee, Mittelseminar: Die Ostsee Schutz und Nutzung, Sommersemester 2001, Geographisches Institut der Universität Kiel, p. 9-10

- LEMKE, W. (2005): Die kurze und wechselvolle Entwicklungsgeschichte der Ostsee. In: Institut für Ostseeforschung Warnemünde (2005): Ostseesplitter 2005, IOW Rostock
- LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN (2002), CD-ROM, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg
- LINDROTH, C.H. (1992): Ground Beetles (Carabidae) of Fennoscandia, A Zoogeographic Study, Smithsonian Institution Libraries and The National Science Foundation Washington, D.C., p. 342
- MATTHÄUS, W. (2005): Am Tropf der Nordsee: Ursachen und Auswirkungen von Salzwassereintrüben in die Ostsee. In: Institut für Ostseeforschung Warnemünde (2005): Ostseesplitter 2005, IOW Rostock
- MERCK, T. UND VON NORDHEIM, H. (1996): Rote Listen und Artenlisten der Tiere und Pflanzen des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 48, BfN Bonn – Bad Godesberg
- MINISTERIUM FÜR ARBEIT, BAU UND LANDESENTWICKLUNG MV (2004): Standortkonzept für Sportboothäfen an der Ostseeküste, MABL Schwerin
- MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND UMWELT MV (1995): Generalplan Küsten- und Hochwasserschutz
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME SH (2001): Generalplan Küstenschutz, Druckerei A.C. Ehlers GmbH Kiel
- MUNDT, PROF. DR. J.W. (2006): Tourismus, 3. Auflage, R. Oldenbourg Verlag München Wien, p. 204 – 210; 516 – 527
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (1997): Küstenlebensräume des deutschen Ostseeraumes und deren Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 52, BfN Bonn-Bad Godesberg, p. 25-36
- NATIONALPARK VORPOMMERSCHE BODDENLANDSCHAFT (2002): Nationalparkplan, Stadtdruckerei Weidner GmbH Rostock, p. 34-35
- NAUSCH, G. (2005): Der Zustand der Ostsee und die Aktivitäten der Helsinki-Kommission. In: Institut für Ostseeforschung Warnemünde (2005): Ostseesplitter 2005, IOW Rostock
- PRIMACK, R.B. (1995): Naturschutzbiologie, Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg Berlin Oxford, p. 59, 131, 196/197
- RIECKEN, U.; RIES, U.; SSMYANK, A. (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Kilda Verlag Greven
- SCHERNEWSKI, G. (2003): Zentrale Problemfelder für regionales Management und eine nachhaltige Entwicklung der mecklenburgischen Ostseeküste, aus dem Projekt: Interdisziplinäre Forschung zum Küstenzonenmanagement: Tourismus, Naturschutz und Baggertgutverklappung in der Küstenregion Warnemünde-Kühlungsborn, IOW Warnemünde
- SCHERNEWSKI, G. et SCHIEWER, U. (2002): Baltic Coastal Ecosystems, Structure, Function and Coastal Zone Management, Springer Verlag Berlin Heidelberg, p. 3
- SCHMIDT, H. (2005): Rechtsprobleme von Sportboothäfen, Baggertgutverklappung und Strandmanagement. Ergänzungsbericht innerhalb des Projektes "Interdisziplinäre Forschung zum Küstenzonenmanagement: Tourismus, Naturschutz und Baggertgutverklappung in der Küstenregion Warnemünde-Kühlungsborn" - In: IKZM-Oder Berichte 6 (2005), Warnemünde
- TIESEL, R. (1995): Das Wetter. In: RHEINHEIMER, GERHARD (ed.) (1995): Meereskunde der Ostsee, 2. Auflage, Springer Verlag Berlin Heidelberg, p. 46-47
- TURIN, H. (2000): De Nederlandse Loopkevers, Verspreiding en Öcologie, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis Knnv Uitgeverij European Invertebrate Survey – Nederland, p. 129-130
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Umweltpolitik: Wasserwirtschaft in Deutschland, Teil 1 Grundlagen, Bonifatius Paderborn
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Hintergrundpapier „Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen“, Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG, Dessau 2007

- UMWELTBUNDESAMT & MPI METEOROLOGIE (2006): Künftige Klimaänderungen in Deutschland - Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert. Hintergrundpapier, April 2006, aktualisiert im September 2006, p. 4
- UMWELTMINISTERIUM MECKLENBURG-VORPOMMERN (2003): Die Naturschutzgebiete in Mecklenburg-Vorpommern, Demmler Verlag Schwerin, p. 20; 52
- UMWELTMINISTERIUM MECKLENBURG-VORPOMMERN (2003): Gutachtliches Landschaftsprogramm Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, p. 9-10
- WITTE, J.-O. (2004): Bewertung von Baumaßnahmen zum Schutz sandiger Küsten, Eine strukturierte interdisziplinäre Bewertung von Schutzsystemen an sandigen Küsten im Sinne des Integrierten Küstenzonenmanagement (IKZM), Institut für Wasserbau im Fachgebiet Bauingenieurwesen der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (2001): Coastal Ecosystems, WRI Pilot Analysis of Global Ecosystems, Washington DC
- ZAHRADNIK, J. (1985): Käfer Mittel- und Nordwesteuropas, Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin

INTERNETQUELLEN

- Deutscher Wetterdienst (2007): Witterung in den deutschen Küstengebieten. Online unter <http://www.dwd.de> (abgerufen am 21.02.2007)
- <http://www.faunistik.net> (abgerufen am 10.01.2008)
- <http://www.museumsmeile-prora.de/> (abgerufen am 10.09.2007)
- <http://www.ostsee-urlaube.de> (abgerufen am 26.01.2008)
- <http://www.ruegen-kompass.de> (abgerufen am 10.09.2007)
- <http://www.schwedeneck-inside.de> (abgerufen am 25.01.2008)
- <http://www.wetter.com> (abgerufen am Tag der jeweiligen Untersuchung)
- Institut für Ostseeforschung (2001): Aktuelle isostatische Bewegung. Online unter <http://www.io-warnemuende.de> (abgerufen am 10.12.2007)
- Institut für Ostseeforschung (2003): Salzwassereinbruch – Januar 2003. Online unter <http://www.io-warnemuende.de> (abgerufen am 29.05.2007)
- Klimadiagramme (2002). Online unter <http://www.klimadiagramme.de> (abgerufen am 11.12.2006)
- KOLF, C. (2006): Meeres- und Küstentourismus, EUCC – Die Küsten Union Deutschland e.V. Online unter <http://www.eucc-d.de> (abgerufen am 15.08.2007)
- Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (2007): Info-Net Umwelt. Online unter <http://www.umweltdaten.landsh.de/> (abgerufen am 18.02.2007)
- Spiegel online Nachrichten vom 02.04.2007 <http://www.spiegel.de> (abgerufen am 21.11.2007)
- Spiegel online Nachrichten vom 15.03.2005 <http://www.spiegel.de> (abgerufen am 10.09.2007)
- Spiegel online Nachrichten vom 15.05. 2007 <http://www.spiegel.de> (abgerufen am 10.09.2007)
- Statistisches Bundesamt (2006): Tourismus. Online unter <http://www-genesis.destatis.de> (abgerufen am 05.09.2006)
- Wirtschaftsministerium Mecklenburg-Vorpommern (2006): Pressemitteilung Nr. 481/06: Tourismusbranche mit gutem Herbst. Online unter <http://www.mvnet.de> (abgerufen am 20.02.2007)

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abb. 3-1:** Die deutsche Ostseeküste (KLEIWE et STERR 1995)
- Abb. 3.3-1:** Klimadiagramm von Lübeck ([HTTP://WWW.KLIMADIAGRAMME.DE](http://www.klimadiagramme.de))
- Abb. 3.3-2:** Klimadiagramm von Rostock ([HTTP://WWW.KLIMADIAGRAMME.DE](http://www.klimadiagramme.de))
- Abb. 3.4-1:** Naturräumliche Gliederung Schleswig-Holsteins (verändert nach [HTTP://WWW.UMWELT.SCHLESWIG-HOLSTEIN.DE](http://www.umwelt.schleswig-holstein.de))
- Abb. 3.4-2:** Naturräumliche Gliederung M-V (verändert nach UMWELTMINISTERIUM MV 2003)
- Abb. 4-1:** Bezeichnungen der Küste (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)
- Abb. 4.1-1:** Komponenten eines Sandstrandes (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)
- Abb. 4.2-1:** Strandversetzung (LEXIKON DER GEOWISSENSCHAFTEN 2002)
- Abb. 4.2-2:** Flachküste (UMWELTMINISTERIUM MV 2003)
- Abb. 5.1.1-1:** Deich- und Dammbauten vor der Sturmflut vom 13.11.1872 (Quelle: GOOGLE)
- Abb. 5.1.1-2:** Bühnen vor Niederungen bis 1960 (Quelle: GOOGLE)
- Abb. 5.1.2-1:** Bühnenbauweisen auf Hiddensee (KRAMER et ROHDE 1992)
- Abb. 5.1.2-2:** massives Deckwerk bei Heiligendamm 1887 (KRAMER et ROHDE 1992)
- Abb. 5.1.2-3:** Aktivitäten des Historischen Küstenschutzes (Quelle: GOOGLE)
- Abb. 5.3-1:** Badekarren um 1800 ([WWW.BOLTENHAGEN-OSTSEEURLAUB.DE](http://www.boltenhagen-ostseeurlaub.de))
- Abb. 5.3-2:** Feriengroßprojekte an der deutschen Küste bis 1999 (verändert nach DTV 2002)
- Abb. 5.4-1:** Munitionsstandorte ([HTTP://WWW.SPIEGEL.DE](http://www.spiegel.de))
- Abb. 6.1-1:** Küstenverbau in MV ([HTTP://WWW.WRRL-MV.DE](http://www.wrml-mv.de))
- Abb. 6.1-2:** Küstenverbau durch Buhen und sonstiges in MV ([HTTP://WWW.WRRL-MV.DE](http://www.wrml-mv.de))
- Abb. 6.1-3:** Weitere Eingriffe in die Küstenzone in MV ([HTTP://WWW.WRRL-MV.DE](http://www.wrml-mv.de))
- Abb. 6.2-1:** Küstenverbau durch Häfen in Mecklenburg-Vorpommern ([HTTP://WWW.WRRL-MV.DE](http://www.wrml-mv.de))
- Abb. 6.2-2:** Geplante Sportboothäfen an der Außenküste MVs
- Abb. 6.3.3-1:** Öleinträge auf europäischen Meeren zwischen 2000 und 2004 (EEA 2006)
- Abb. 6.3.5-1:** Nährstoffkonzentrationen und -frachten der deutschen Ostseezuflüsse für 1988 bis 2002 (100 % Einzugsgebiet) (BLMP 2005)
- a) Stickstoffkonzentrationen in den deutschen Ostseezuflüssen,
 - b) Stickstofffrachten der deutschen Ostseezuflüsse,
 - c) Phosphorkonzentrationen in den deutschen Ostseezuflüssen,
 - d) Phosphorfrachten der deutschen Ostseezuflüsse
- Abb. 6.5-1:** Bebaute Fläche im 0-1 km Küstenstreifen im Vergleich zu der gesamten 10 km Zone 1990 – 2000 (EEA 2006)
- Abb. 6.5-2:** Flächenverbrauch im 0-10 km Küstenstreifen 1990 – 2000 (EEA 2006)
- Abb. 6.6-1:** aktuelle isostatische Bewegung ([HTTP://WWW.IO-WARNEMUENDE.DE](http://www.io-warnemuende.de))
- Abb. 7.5-1:** *Cicindela*-Larve beim Beuteerwerb:
A Lauerstellung; B Beute optisch ausgemacht, Streckstellung; C Stemmstellung; D Sprung auf Beute, anschl. Rückzug in tieferen Gangteil (HONOMICHL 1998)
- Abb. 7.5-2:** Nahrungsbeziehungen zwischen den gefundenen Strandarten
- Abb. 8.3-1:** Schutzgebiete der Ostseeküste von SH ([HTTP://WWW.UMWELTDATEN.LANDSH.DE](http://www.umweltdaten.landsh.de))
- Abb. 8.3-2:** Schutzgebiete der Küste von MV ([HTTP://WWW.UMWELTKARTEN.MV-REGIERUNG.DE](http://www.umweltkarten.mv-regierung.de))

TABELLENVERZEICHNIS

- Tab. 3.3-1:** Klimadaten für die Monate 09/2005 bis 08/2006 (eigene Tabelle nach Texten auf [HTTP://WWW.DWD.DE](http://www.dwd.de))
- Tab. 5.1.1-1:** Deichbau und Entwässerung vor 1872 (verändert nach KRAMER et ROHDE 1992)
- Tab. 5.1.1-2:** Deich- und Dammbauten insgesamt vor der Sturmflut vom 13.11.1872 (verändert nach KRAMER et ROHDE 1992)
- Tab. 5.1.1-3:** Bühnen vor Niederungen bis 1960 (verändert nach KRAMER et ROHDE 1992)
- Tab. 6.1-1:** Landesschutzdeiche (MLUR SH 2001)
- Tab. 6.1-2:** Deckwerke (MLUR SH 2001)
- Tab. 6.1-3:** Vorhandene Küstenschutzbauwerke in MV (geändert und gekürzt nach MBLU MV 1995)
- Tab. 6.4-1:** Übernachtungen pro Einwohner (STATISTISCHES BUNDESAMT 2006)
- Tab. 6.4-2:** Einwohner je qkm (STATISTISCHES BUNDESAMT 2006)
- Tab. 6.4-3:** Auswirkungen von Strandtourismus (verändert und gekürzt nach BfN 1997)
- Tab. 7.2-1:** Untersuchungsflächen und deren abiotische Daten
- Tab. 7.3.1-1:** Flora der Untersuchungsflächen
- Tab. 7.3.2-1:** Vergleich des Arteninventars zwischen den Untersuchungsflächen
- Tab. 7.4.1-1:** Gefährdungsklassen Flora
- Tab. 7.4.2-2:** Gefährdungsklassen Käfer und Spinnen
- Tab. 8.1-1 :** Bestehende Strandmanagement- und Bewirtschaftungskonzepte (verändert und ergänzt nach SCHMIDT 2005)

DIAGRAMMVERZEICHNIS

- Diagramm 7.3.2-1:** Trockenmasse der Spülsaumprobe im Vergleich zur Arten- und Individuenzahl
- Diagramm 7.3.2-2:** *Cicindela maritima* - Zählung

BILDERVERZEICHNIS

- Bild 4.3-1:** *Salsola kali* auf dem Bug (eigenes Foto 27.06.06)
- Bild 4.3-2:** *Cakile maritima* auf dem Bug (eigenes Foto 27.06.06)
- Bild 6.2-1:** Ein Totalverlust an Sandstrandfläche: der neue Sportboothafen Kühlungsborn
- Bild 7.1-1:** Einheitsflächen auf dem Zingst (eigenes Foto 28.08.06)
- Bild 7.2-1:** Untersuchungsfläche Neubessin (eigenes Foto 06.06.06)
- Bild 7.2-2:** Untersuchungsfläche Gellen (eigenes Foto 26.07.06)
- Bild 7.2-3:** Untersuchungsfläche Bug (eigenes Foto 07.06.06)
- Bild 7.2-4:** Untersuchungsfläche Zingst (eigenes Foto 28.08.06)
- Bild 7.5-1:** *Bothynoderes affinis* auf dem Bug (eigenes Foto 07.06.)
- Bild 7.5-2:** *Cicindela maritima* bei Eiablage auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)
- Bild 7.5-3:** *Cicindela maritima* - Larvenlöcher (eigenes Foto 29.08.)
- Bild 7.5-4:** *Otiorhynchus atroapterus* auf dem Bug (eigenes Foto 07.06.)

- Bild 7.5-5:** *Philopodon plagiatum* auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)
- Bild 7.5-6:** *Arctosa perita* vor ihrer Sandröhre auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)
- Bild 7.5-7:** *Erigone spec.* auf dem Neubessin (eigenes Foto 06.06.)
- Bild 7.5-8:** *Talitrus saltator* auf dem Zingst (eigenes Foto 28.08.)
- Bild 7.5-9:** *Talitrus saltator* beim Verschließen der Höhle auf dem Bug (eigenes Foto 27.06.)
- Bild 7.5-10:** Touristenstrand Markgrafenheide (eigenes Foto 13.06.)
- Bild 7.5-11:** Naturstrand Bug (eigenes Foto 07.06.)

DANKSAGUNG

Zuallererst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Erik Arndt für die Vergabe sowie die stets gute fachliche Betreuung dieses wunderschönen und spannenden Themas bedanken. Durch seine beim Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft erbetene Sondergenehmigung war es überhaupt erst möglich, Untersuchungen in den Kernzonen des Nationalparks durchzuführen.

Mein nächster Dank gilt gleich meinem zweiten Betreuer Herrn Dr. Ingolf Stodian. Er gab mir während der Untersuchungen in Schaprode eine Herberge und stellte sicher, dass ich durch ihn oder die Nationalparkranger an die entlegenen Strandabschnitte gelangte.

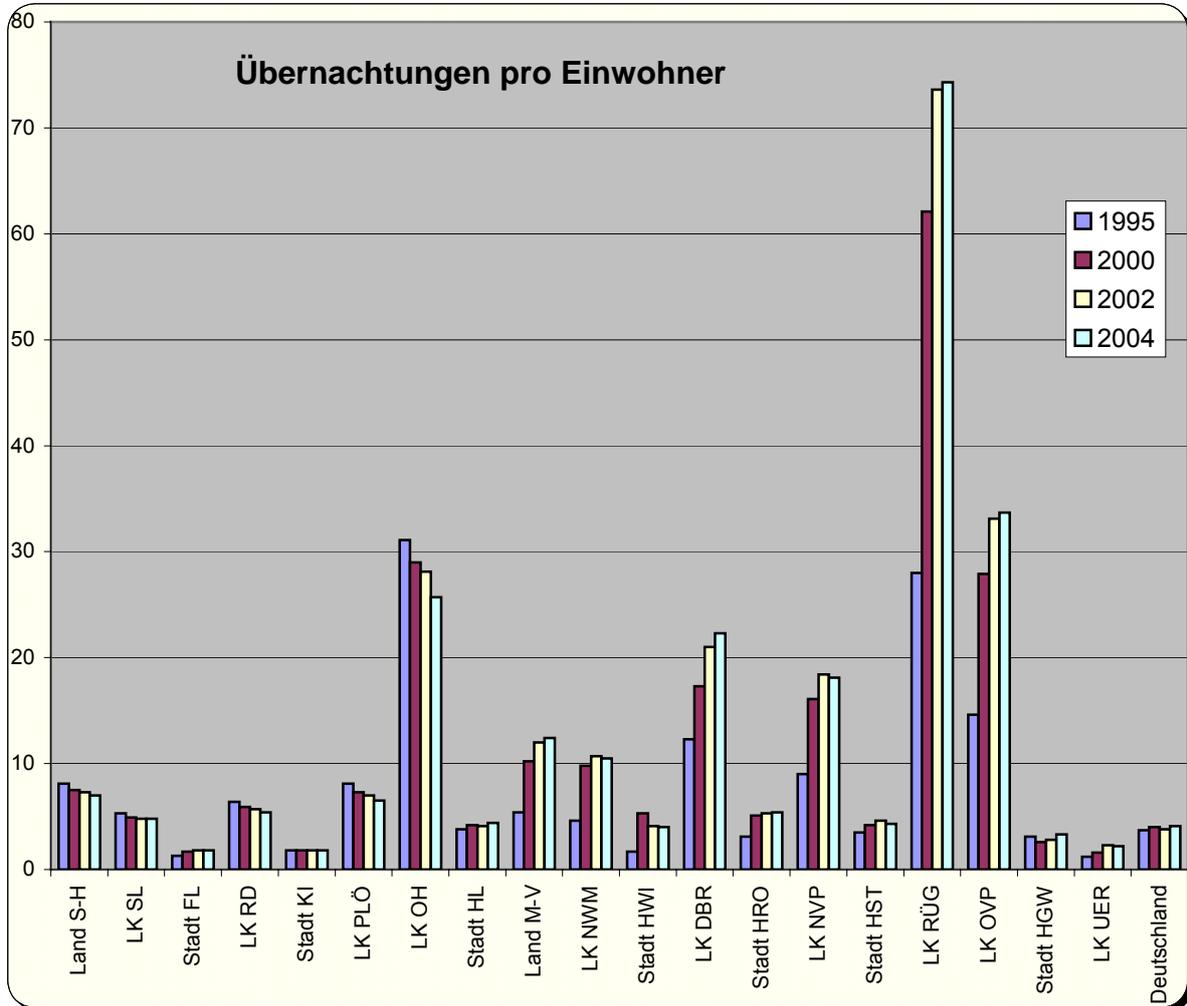
Für die sehr wertvolle Hilfe bei der Bestimmung der Strandarten bedanke ich mich ganz herzlich bei: Prof. Dr. Erik Arndt; Lutz Behne vom Deutschen Entomologischen Institut in Müncheberg; Detlef Tolke; Aileen John und Christoph Muster vom Institut of Biology II in Leipzig.

Dem BUND Rostock und MV sowie der AG Ostseeschutz möchte ich für die vielen fachlichen und ganz praktischen Impulse und Informationen zur Arbeit mit der Ostsee und der Ostseeküste danken.

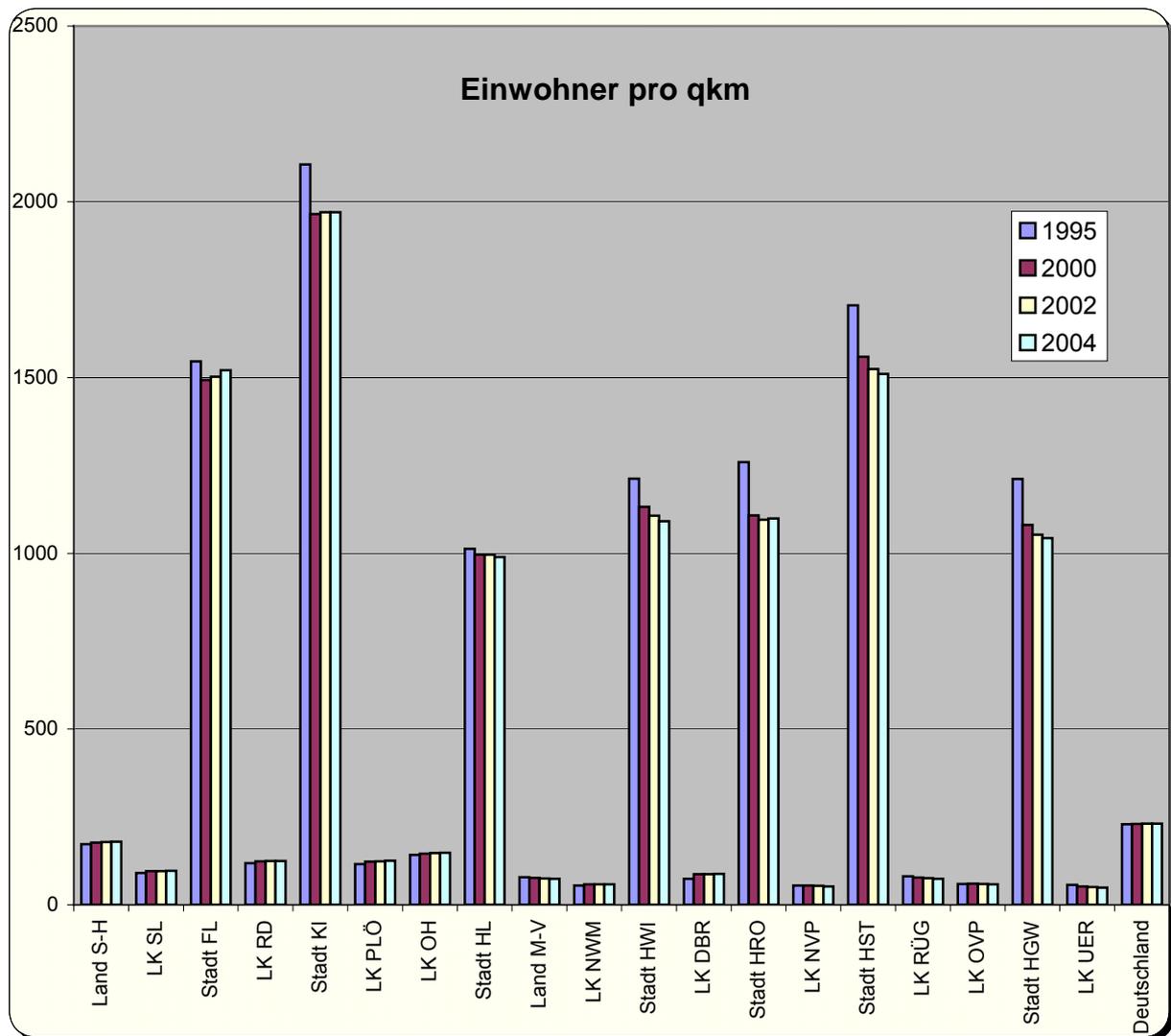
Ein ganz besonderer und persönlicher Dank gilt meinem Mann Michael Schumacher, der mich nicht nur in der Diplomarbeitsphase, sondern durch das ganze Studium hinweg liebevoll und tatkräftig unterstützt hat. Meiner Familie möchte ich ebenfalls für ihre jahrelange Unterstützung, ihr Verständnis und ihre unendliche Geduld danken.

ANHANG

Anhang I: Übernachtungszahlen von Touristen pro Einwohner des jeweiligen Landkreises



Anhang II: Einwohnerzahl pro km² des jeweiligen Landkreises



Anhang III: Fauna der Untersuchungsflächen gesamt*

	Fam.	Ort	Bereich	Individuen am			
COLEOPTERA							
<i>Anthicus spec.</i>	Anthicidae	Gellen	Spülsaum	1	29.08.		
<i>Bembidion pallidipenne</i>	Carabidae	Gellen	Spülsaum	1	26.07.		
<i>Bothynoderes affinis</i>	Curculionidae	Bug	Strandplatte	1	07.06.		
<i>Cafius xantholoma</i>	Staphylinidae	Neubessin	Spülsaum	1	06.06.		
		Bug	Spülsaum	6	07.06.		
		Bug	Spülsaum	35	27.06.		
		Neubessin	Spülsaum	2	25.07.		
		Zingst	Spülsaum	2	28.08.		
		Gellen	Spülsaum	1	29.08.		
<i>Cafius xantholoma</i> (Larve)		Zingst	Spülsaum	1	28.08.		
<i>Cicindela maritima</i> (Larve)	Carabidae	Neubessin	Strandplatte	1	25.07.		
<i>Dyschirius thoracicus</i>	Carabidae	Neubessin	Spülsaum	3	06.06.		
		Bug	Spülsaum	1	07.06.		
		Neubessin	Strandplatte	2	25.07.		
<i>Notoxus spec.</i>	Anthicidae	Gellen	Spülsaum	1	26.07.		
<i>Otiorhynchus atroapterus</i>	Curculionidae	Bug	Strandplatte	x	07.06.		
		Bug	Strandplatte	4	27.06.		
<i>Phaleria cadaverina</i>	Tenebrionidae	Bug	Spülsaum	1	07.06.		
		Gellen	Spülsaum	23	29.08.		
<i>Phaleria cadaverina</i> (Larve)		Zingst	Strandplatte	1	28.06.		
<i>Philopodon plagiatum</i>	Curculionidae	Neubessin	Strandplatte	3	06.06.		
		Zingst	Vordüne	x	28.06.		
<i>Phytosus spinifer</i>	Staphylinidae	Bug	Spülsaum	2	07.06.		
		Bug	Spülsaum	2	27.06.		
ARANEAE							
<i>Arctosa perita</i>	Lycosidae	Neubessin	Strandplatte	2	06.06.		
		Bug	Strandplatte	1	07.06.		
		Markgrafenheide	Dünenrand	2	13.06.		
		Neubessin	Strandplatte	1	25.07.		
<i>Erigone arctica</i>	Linyphiidae	Bug	Strandplatte	2	27.06.		
<i>Erigone atra</i>	Linyphiidae	Zingst	Spülsaum	1	28.08.		
<i>Erigone dentipalpes</i>	Linyphiidae	Bug	Spülsaum	1	07.06.		
		Bug	Spülsaum	1	27.06.		
		Neubessin	Strandplatte	1	25.07.		
		Zingst	Spülsaum	1	28.08.		
Inadulte		Neubessin	Spülsaum	1	06.06.		
		Bug	Strandplatte	1	27.06.		
		Neubessin	Strandplatte	2	25.07.		
		Zingst	Strandplatte	1	28.08.		
		Gellen	Strandplatte	1	29.08.		
AMPHIPODA							
<i>Talitrus saltator</i>	Talitridae	Neubessin	Spülsaum	5	06.06.		
		Bug	Spülsaum	4	07.06.		
		Bug	Strandplatte	4	27.06.		
		Zingst	Strandplatte	2	28.06.		
		Neubessin	Strandplatte	4	25.07.		
		Zingst	Strandplatte	3	28.08.		
		Zingst	Spülsaum	40	28.08.		
		Gellen	Spülsaum	24	29.08.		
		<i>Talitrus saltator</i> juvenil		Bug	Spülsaum	120	27.06.
				Neubessin	Spülsaum	1	25.07.
Gellen	Spülsaum			120	26.07.		
		Zingst	Spülsaum	80	28.08.		

		Gellen	Spülsaum	56	29.08.
DIPTERA					
Chironomidae, Larve	Chironomidae	Neubessin	Spülsaum	1	06.06.
<i>Coelopa spec.</i>	Coelopidae	Zingst	Spülsaum	8	28.08.
<i>Coelopa?</i> , Larve	Coelopidae	Gellen	Spülsaum	1	29.08.
Zufallsfunde					
COLEOPTERA					
<i>Bembidion ?obtusum</i>	Carabidae	Bug	Spülsaum	1	07.06.
<i>Cordalia obscura</i>	Staphylinidae	Bug	Spülsaum	1	07.06.
<i>Demetrias monostigma</i>	Carabidae	Markgrafenheide	Strandplatte	1	13.06.
<i>Harpalus latus</i>	Carabidae	Markgrafenheide	Strandplatte	1	13.06.
<i>Ocypus spec.</i>	Staphylinidae	Gellen	Strandplatte	1	26.07.
?	Tenebrionidae	Zingst	Strandplatte	1	28.08.
OPILIONES					
<i>Phalangium opilio</i>	Phalangiidae	Gellen	Strandplatte	1	26.07.
		Zingst	Strandplatte	1	28.08.
HYMENOPTERA					
<i>Ammophila spec.</i>	Shecidae	Gellen	Strandplatte	1	26.07.
<i>Formica spec.</i>	Formicidae	Zingst	Strandplatte	3	28.06.
		Zingst	Strandplatte	1	28.08.
<i>Myrmica spec.</i>	Formicidae	Gellen	Spülsaum	1	26.07.
		Gellen	Strandplatte	1	29.08.
		Gellen	Spülsaum	2	29.08.
<i>Symphyta-Raupe</i>		Zingst	Strandplatte	1	28.08.
AMPHIPODA					
<i>Gammarus spec.</i>	Gammaridae	Neubessin	Spülsaum	1	25.07.
<i>Gammarus zaddachi</i>	Gammaridae	Neubessin	Spülsaum	1	06.06.

*Die Arten des Bereichs „Spülsaum“ stammen aus den entnommenen 1 m² Spülsaumproben, deren abgewogene Trockenmasse in Anhang V angegeben wird. Die Arten dieser Spülsaumproben wurden sorgfältig abgesammelt und bestimmt. Die Arten des Bereichs „Strandplatte“ stammen aus bestimmten Proben oder sicher bestimmten Arten auf Fotos des jeweils ganzen 500 m langen Strandabschnitts. Die Individuenanzahl „x“ bedeutet ein Massenvorkommen am Ort und zur Zeit der jeweiligen Untersuchung.

Anhang IV: Trockenmasse der Spülsaumproben

Ort	Datum	Trockenmasse (g)	Artenzahl	Individuenzahl
Neubessin	06.06.	280	4	10
	25.07.	270	2	3
Bug	07.06.	1031	6	15
	27.06.	145	4	158
Markgrafenheide	13.06.	kein Spülsaum (geräumt)	0	0
	21.07.	kein Spülsaum (geräumt)	0	0
Warnemünde	21.07.	kein Spülsaum (geräumt)	0	0
	22.07.	kein Spülsaum (geräumt)	0	0
Zingst	28.06.	kein Spülsaum (Sturm)	0	0
	28.08.	1040	5	133
Gellen	26.07.	195	3	122
	29.08.	640	4	105

Anhang V: Individuenzählung des *Cicindela maritima*

Ort	Adulte am	Bemerkung
Neubessin	89	06.06. jagend, 1 Paar bei Eiablage
	24	25.07. jagend
Bug	81	07.06. jagend, 2 Paare bei Paarung
	3	27.06. jagend
Markgrafenheide	3	13.06. jagend am Rand der Dünenbepflanzung
	keine	21.07.
Warnemünde	keine	21.07.
	keine	22.07.
Zingst	keine	28.06. schlechtes Wetter
	keine	28.08. schlechtes Wetter
Gellen	16	26.07. jagend
	keine	29.08. schlechtes Wetter

Anhang VI: Flächenuntersuchung auf einem 1 m breiten Streifen feucht zu trocken

Zingst (28.08.) Streifen	<i>Talitrus saltator</i>
Spülsaum m ² 1040 g	120
Arten des Hangs	7
Arten des m ² -Stücks II	31
Arten des m ² -Stücks III	43
Arten des m ² -Stücks IV	15
Arten des m ² -Stücks V	18
Arten des m ² -Stücks VI	14
Gellen (29.08.) Streifen	<i>Talitrus saltator</i>
Spülsaum m ² 640 g	80
Arten des m ² -Stücks I	175
Arten des m ² -Stücks II	135
Arten des m ² -Stücks III	12

Anhang VII: Touristisch genutzte Sandstrände der deutschen Ostseeküste in km

Länge (km)	Ort	Seebrücke	Promenade
1,7	Holnis		
0,8	Langballigau	x	x
0,6	Westerholz		
1,0	Norgaardholz		
6,0	Falshöft/Oehe		
3,0	Kappeln		
3,0	Schönhagen		x
3,0	Damp		
3,0	Karlsminde		
3,4	Eckernförde	x	x
2,8	Krusendorf		
2,3	Surendorf		x
2,5	Dänisch Nienhof		
3,0	Strande		
1,9	Schilksee	x	x
2,0	Falkensteiner Strand		
2,0	Laboe		
2,0	Wendtorf		
4,0	Heidkate		
6,0	Schönberg	x	x
3,6	Hohenfelde		
1,6	Behrendorf		
3,8	Hohwacht		
4,0	Sehlendorf		
9,0	Weissenhaus	x	
5,5	Heiligenhafen		x
5,0	Flügge		
9,0	Grüner Brink		
1,0	Presen		
2,5	Südstrand/Fehmarn	x	x
1,5	Großenbrode	x	x
8,0	Ostermade	x	x
6,5	Dahme	x	x
3,6	Kellenhusen	x	x
8,0	Grömitz	x	x
11,3	Pelzerhaken	x	x
4,0	Sierksdorf/Haffkrug	x	x
4,0	Scharbeutz	x	x
6,0	Timmendorf/Niendorf	x	x
3,0	Travemünde	x	x
3,8	Barendorf		
3,0	Boltenhagen	x	x
3,0	Insel Poel		
6,5	Rerik	x	x
7,7	Kühlungsborn	x	x
3,2	Heiligendamm	x	x
2,6	Börgerende		
1,6	Nienhagen		
5,0	Warnemünde	x	x
10,0	Markgrafenheide		
6,3	Graal-Müritz	x	x

	Dierhagen bis		x
11,5	Wustrow	x	x
5,0	Ahrenshoop		x
1,1	Darßer Leuchtturm		
9,0	Prerow	x	x
9,0	Zingst	x	x
6,0	Putgarten		
11,0	Schaabe		
5,0	Sassnitz	x	x
5,0	Prora		
5,0	Binz	x	x
1,4	Sellin	x	x
1,4	Baabe		
7,0	Göhren	x	x
4,0	Lobbe/Thiessow		
1,0	Stresow		
11,0	Hiddensee		
1,7	Loissin		
2,8	Gahlkow		
5,0	Lubmin	x	x
3,0	Waldheide		
	Karlshagen bis		x
	Trassenheide bis		
	Zinnowitz bis	x	x
	Zempin bis		
	Koserow bis	x	x
	Kölpinsee bis		
	Bansin bis	x	x
	Heringsdorf bis	x	x
37,5	Ahlbeck	x	x
351,0	Summe		

Anhang VIII: Sandstrandverluste durch Hafenebau in m

Häfen	Totalverlust (m)
Langballigau	Flussmündung
Gelting	440
Kappeln	690
Damp	200
Luisenberg	1240
Eckernförde	120
Strande	370
Schilksee	600
Wendtorf	220
Lippe	Flussmündung
Großenbrode	800
Grömitz	550
Timmendorf	Flussmündung
Travemünde	Flussmündung
Hohen Wieschendorf	50
Wismar	Bucht
Poel	120
Kühlungsborn	440
Warnemünde	780
Darßer Ort	90
Glowe	230
Sassnitz	1300
Mukran	1300
Summe	9540

Anhang IX: Nutzungsformen auf den ermittelten 450 km Sandstrand

