Charakteristische Meeresspülsäume des Nord-Atlantiks (einschließlich ausgewählter Küstenbereiche des Europäischen Nordmeeres sowie der Barents-See) und des Nord-Pazifiks

Von Karl-Peter Hellfritz

Inhalt

I. Einleitung
II. Die physiogeographischen Grundlagen der Untersuchungsgebiete
III. Allgemeine Betrachtung der Meeresspülsäume
1. Die Vegetation und einige ökologische Besonderheiten der nordatlantischen Meeresspülsäume
2. Die Vegetation und einige ökologische Besonderheiten der nordpazifischen Meeresspülsäume
3. Die Bedeutung der Meeresspülsäume als globale Bioindikatoren
IV. Zusammenfassung
V. Summary
VI. Literatur

I. Einleitung

Während der fünf Vegetationsperioden der Jahre 1979–1983 konnte der Verfasser sowohl die nordnorwegische Eismeerküste (Barents-See), fast die gesamte isländische Küste (Nord-Atlantik sowie Europäisches Nordmeer), als auch weite Bereiche der westkanadischen Pazifikküste pflanzensoziologisch und geoökologisch bearbeiten (Abb. 1). So wurden 1979 und 1983 von der ungefähr 1850 km (vgl. STATISTISK SENTRALBYRÅ, 1977) langen Eismeerküste Ost-Finnmarkens (Nord-Norwegen) etwa 1000 km zu Fuß kontrolliert und an mehr als 800 repräsentativen Standorten dort Untersuchungen durchgeführt. 1980 wurde dann in Island an fast 300 unterschiedlichen Küstenabschnitten, was insgesamt einen Fußmarsch von 600 km erforderte, umfassendes Material gesammelt.* Dadurch kann die ca. 6000 km lange isländische Küstenlinie mit ihren Meeresspülsäumen ebenfalls als bearbeitet gelten. 1981 und 1982 hat der Verfasser die 22000 km lange westkanadische Pazifikküste (British Columbia) bereist. Über 800 Einzeluntersuchungen an der z.T. sehr einsamen Küste verlangten 1500 km Wanderung, sowie 5500 km zusätzliche Kontrolle, die allerdings dann mit dem Auto oder bei unzugänglicher Wildnis per Schiff oder gar per Flugzeug durchgeführt werden mußten.

So sind zusammengenommen mehr als 3000 km Küste der Holarktis genauestens bearbeitet worden, wobei nahezu 2000 repräsentative Detailuntersuchungen auch einen Überblick über die Vegetation und Ökologie subarktischer und (nord-)borealer Meeresspülsäume heute möglich machen. Zusätzlich wurden die Meeresdünengebiete und die ausgedehnten Salzwiesen (Seemarschen) eben dieser Regionen bearbeitet, was in einer gesonderten Publikation veröffentlicht werden soll.

Das besondere Interesse gilt jetzt erst einmal der typischen halo-nitrophilen (salztolerierenden und stickstoffliebenden) Vegetation der Meeresspülsäume, wobei die geo-ökologischen Besonderheiten dieses Teilökosystems und die es aufbauenden und stabilisierenden organischen und anorganischen Festkörper einen tiefen Einblick in die Bioindikatorfunktion dieser Meeresablagerungen bieten. Der enge Naturkontakt zwischen dem jahrelang beobachtenden Menschen an den unterschiedlichen Küsten der Nordhemisphäre und den natürlichen Gegebenheiten dieser amphibischen Kontaktzone zwischen Meer und Land sollte dabei bewußt im Mittelpunkt der Arbeit stehen. Die unmittelbare (unvergeßliche) Naturnähe hat einen prägenden Einfluß auf die gewonnenen Erkenntnisse

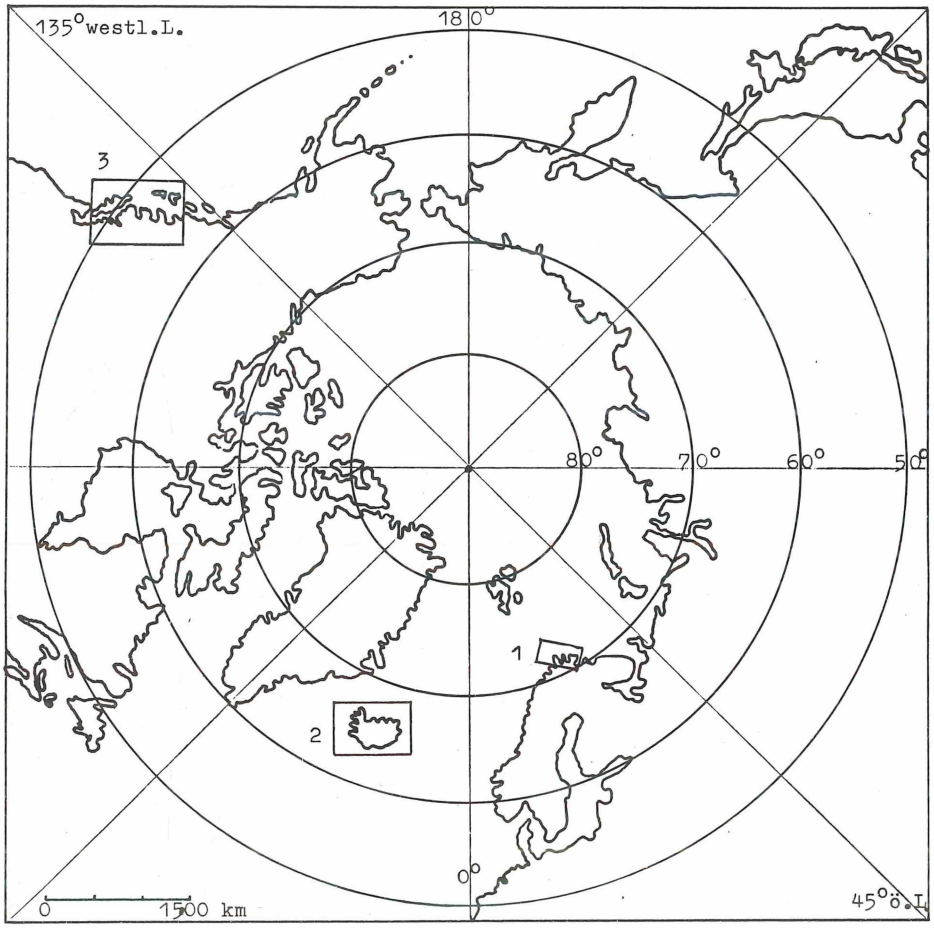


Abb. 1: Die Lage der drei Untersuchungsgebiete in der subarktisch und nordborealen Zone:
1. Finnmarken, Nordnorwegen
2. Island
3. British Columbia, Westkanada

Erweiterter Vortrag anläßlich des 17. Silvester-Colloquiums der Vogelwarte Helgoland, Inselstation 1983/1984

* Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dietbert Thannheiser, ohne den diese Reise nicht durchgeführt worden wäre.

Treibholzansammlung (Driftwood-Zone) an der pazifischen Küste der Queen-Charlotte-Islands, Westkanada. Einer der grandiosesten Meeresspülsäume der Erde. Foto: K.-P. Hellfritz

ausgeübt, die nun für die Beurteilung unserer und anderer südlicherer Küsten und Meeresspülsäume maßgebend und unverzichtbar mit herangezogen werden dürfen.

II. Die physiogeographischen Grundlagen der Untersuchungsgebiete

Grundsätzlich kann man für die obigen drei Küstenbereiche (Abb. 1) eine morphologische Grobeinteilung vornehmen und enorme Übereinstimmungen erkennen. Allen Gebieten gemeinsam ist, daß v.a. zwei Langzeitprozesse hier als formende, landschaftsgestaltende Kräfte wirkten. Einerseits erfuhren besonders die gebirgigen Küstenbereiche während der Eiszeiten eine starke Überformung, andererseits haben sich durch die Landhebungen sowie Meeresspiegelschwankungen die Küstenlinien vom Postglazial bis in die Jetztzeit laufend verändert. Im gesamten Untersuchungsgebiet weisen zahllose Strandterrassen (Strandlinien) darauf hin, daß v.a. die Landmassen phasenweise emporstiegen (in den Innerfjordgebieten Nordnorwegens z.B. um 75 m, in Westkanada allerdings seltener zu beobachten), was insbesondere an den Küsten auffällt, da nun der Meerwassereinfluß nicht mehr so weit ins Land hineinreicht. In Island jedoch sind die Verhältnisse oft schwieriger auseinanderzuhalten, weil das Land unter der Last der vulkanischen Förderprodukte sediment-isostatisch sowohl abgesenkt worden sein kann, als auch durch Neuaufschüttungen aus dem Meer »herausgewachsen« ist (Surtsey und Heimaey). Auf beiden Kontinenten haben zudem fluvioglaziale Ablagerungen Flachküstenabschnitte mit Sand- (und Kies-)Stränden entstehen lassen, die durch noch immer stattfindende fluviatile Sedimentation, Strandverschiebungsprozesse, Meereseinwirkungen und äolische Kräfte (Wind) ständig umgeformt werden.

Insgesamt kann man an der nordpazifischen Küste Westkanadas als auch an der nordatlantischen Küste Islands und Nordnorwegens mehr als 75% Fels-(-Steil)küsten feststellen, meist in Form von Fjordküsten oder Klippen-(Schären)-Küsten. Der Rest wird von Flachküsten eingenommen, wobei die auffälligste Flachküste der Untersuchungsgebiete an der isländischen Südküste anzutreffen ist. Sie besteht aus ausgedehnten Sand- und Kiesstränden, deren Entstehung den unzähligen Gletscherflüssen zuzuschreiben ist. Der Sand hier ist schwarz, da er aus Lavaverwitterung stammt und kein Quarz enthält. Weitere Flachküstenbereiche lassen sich dann auch noch in Nordnorwegen insbesondere an der E- und N-Küste der Varanger-Halbinsel (z.B. Komagvaer) finden, wo relativ häufig großartige echte Dünenlandschaften aus z.T. hoch aufgewehtem Sandmaterial sich mit Hilfe der hier siedelnden spezialisierten Pionierpflanzengesellschaften bilden konnten. Auch an der westkanadischen Küste, wo sonst ebenfalls übersteilte Küstenformen vorherrschen, sind einige ausgedehnte sandig-kiesige Flachküsten doch immer wieder anzutreffen, hauptsächlich an der Ostküste der Vancouver-Insel (z.B. bei Parksville und Qualicum Beach) v.a. aber bei Long Beach im Pacific Rim National Park an der Westküste (Außenküste) von Vancouver Island. Die gewaltigsten flachwelligen Dünenlandschaften Westkanadas liegen allerdings an der NE-Spitze der Queen-Charlotte-Islands, zwischen Tow Hill-Rose Point und Tjell.

Neben diesen vorwiegend sandigen Flachküsten ist in den Untersuchungsgebieten das Vorkommen großflächiger Schlickflächen, auf denen vorzugsweise ausgedehnte Salzwiesen (Seemarschen) anzutreffen sind, vor allem an die weiten Flußmündungsgebiete oder an die inneren Fjordenden gebunden.

Bezüglich der Gezeitenunterschiede, die ja maßgeblich auf die Meeresspülsäume einwirken, gibt es in den Untersuchungsgebieten enorme Unterschiede. Während in Nord-Norwegen und Island der Tidenhub normalerweise zwischen 1–2 m schwankt, erreichen die Wasserstände zwischen Ebbe und Flut an der Pazifikküste Westkanadas im Durchschnitt 3–4 m, stellenweise sogar 8–9 m (THOMSON 1981). Dadurch erhöht sich oft genug die Transportkraft des Meerwassers und wirkt sowohl auf die Neu- und Umbildung als auch auf die Zerstörung und Wiederanlagerung von Meeresspülsaummaterial unterschiedlichsten Ausmaßes und Gewichtes.

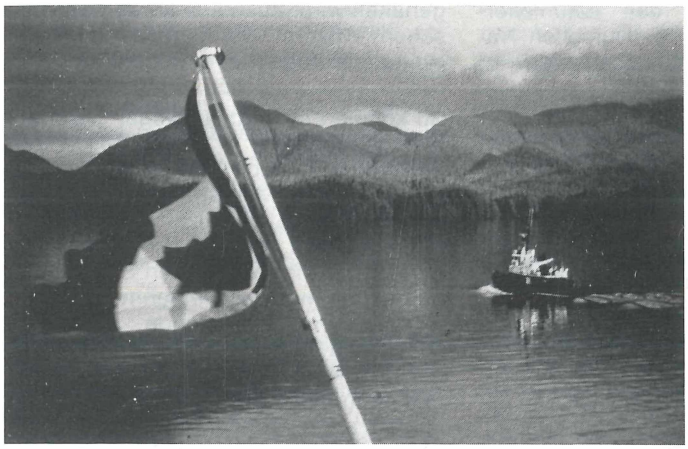
Auch die klimatischen Unterschiede zwischen den nordeuropäischen und den nordamerikanischen Küsten sind, bedingt durch die verschiedenen geographischen Breiten der Untersuchungsgebiete (Nordnorwegen um 70°n.Br., Island zwischen ca. 63–66°n.Br. und Westkanada zwischen 48–56°n.Br.) natürlich bedeutend. So betragen die mittleren Jahrestemperaturen in Nord-Norwegen nur etwa +1 bis +2°C, in Island ca. +4 bis +6°C und in Westkanada ca. +6 bis +10°C. Gleichwohl sorgen an allen drei Küsten warme Meeresströmungen (Golfstrom im Nordatlantik und Japanstrom im Nordpazifik) grundsätzlich für relativ milde Jahresmitteltemperaturen, so daß sie dadurch auch nahezu immer eisfrei bleiben.

Vor allem sind die Variationen der Jahresniederschlagsmengen erheblich. Nord-Norwegen erreichte Werte, die gemittelt nur bei knapp 600 mm/Jahr liegen (Mehamn = 763 mm, Vardö = 545 mm und Kirkenes = 424 mm). In Island hingegen werden an den nördlichen Küsten 500–800 mm Niederschlag pro Jahr gemessen, an der Südküste jedoch oft mehr als 2000 mm/Jahr (Vik = 2258 mm) erreicht. Noch extremer sind die gemittelten Jahresniederschläge an der westkanadischen Pazifikküste, wo z.B. in Victoria nur 695 mm Niederschlag pro Jahr fallen, in Herderson Lake (Vancouver Island) bzw. an der Westküste der Queen-Charlotte-Islands aber mehr als 6000 mm (!) Niederschlag pro Jahr gemessen werden.

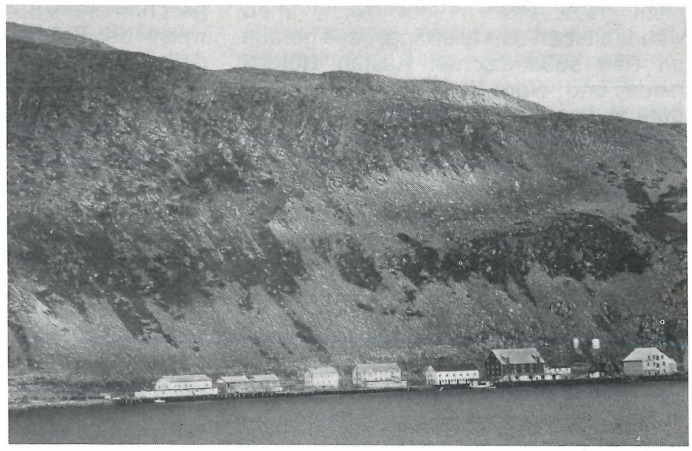
Die damit verbundene unterschiedliche Aussüßung der eigentlich ja salzhaltigen Meeresspülsäume führt zu ökologisch-standörtlichen Differenzierungen, auf die insbesondere die Vegetation reagiert, die diese Meeresspülsäume besiedelt.

III. Allgemeine Betrachtung der Meeresspülsäume

An den Küsten der Untersuchungsgebiete (und weltweit) werden insbesondere durch die Sturmfluten, hauptsächlich im Winterhalbjahr, Spülsäume v.a. aus Tang (Algen), Treibholz und Resten der Meeresfauna aufgeworfen. Vornehmlich sind es hier Braunalgen (z.B. häufig *Fu-*



Übersteilte Küstenformen verhindern häufig, sowohl in Westkanada... Foto: K. Pietsch



...als auch in Nordnorwegen, die Bildung großflächiger Meeresspülsäume. Foto: K.-P. Hellfritz

cus-Arten, seltener *Laminaria*-Spezies), die sowohl in Nord-Norwegen, Island als auch in Westkanada auf den Strand gespült werden und als »Flutmarken« die jeweilige Höhe der unterschiedlichen Hochwasserstände anzeigen. Das Gemeine Seegras *(Zostera marina)* fehlt im äußersten Norden Europas fast vollkommen (nördliche Verbreitungsgrenze), läßt sich für Island vereinzelt nachweisen und ist in den westkanadischen Meeresspülsäumen relativ häufig beigemengt.

Meist 1 bis 3 perlschnurartig strandparallel angeordnete Tangwälle ziehen sich mit einer durchschnittlichen Breite von 1 bis 5 m, bei normalerweise nur geringer Mächtigkeit (1 bis 2 m, sehr selten höher) und oft unterbrochen, die Küste entlang. Je nach Exposition der Strandpartien allerdings können die Meeresalgenwälle fehlen oder aber an geschützten Stellen eines Strandes großflächig aufgeworfen sein. Auch findet sich Driftmaterial in Küstendünengebieten oder relativ gleichmäßig verteilt in Salzwiesen. Selbst Strände aus grobem Geröll können Dank solcher organischer Ablagerungen vereinzelt von halo-nitrophytischen Pflanzenarten (Pflanzengesellschaften) besiedelt werden.

Da die Bevölkerung Nord-Norwegens, Islands und West-Kanadas die Tange oder Algen kaum noch zur Dünung benutzen (wie allgemein früher üblich), sind nahezu alle Meeresspülsäume hier naturbelassen, ökologisch intakt und in ihren Altersstufen deutlich zu unterscheiden. Allerdings ist im gesamten Untersuchungsgebiet, insbesondere in der Nähe menschlicher Siediungen, die sichtbare und nicht sichtbare anthropogene Umweltverschmutzung stellenweise an den Meeresspülsäumen zunehmend deutlich ablesbar bzw. zu messen. Es handelt sich jedoch fast ausschließlich um lokale Abfälle, die von den einheimischen Siedlern (Isländern, Norwegern, Lappen, Kanadiern und Indianern) selbst direkt am Strand abgelagert wurden und dadurch kaum Rückschlüsse auf die allgemeine Belastung der angrenzenden Meeresbereiche erlauben (siehe auch III. 3. Die Bedeutung der Meeresspülsäume als globale Bioindikatoren.)

Die jüngsten und frischesten Ablagerungen werden periodisch bei fast jeder Flut vom Meerwasser gerade noch durchfeuchtet und teilweise umgeschichtet, so daß diese extrem instabilen Spülsäume noch vegetationslos sind. Die älteren Tangwälle sind schon mehr zusammengesunken; das organische Material ist stärker in Zersetzung begriffen und mit Sand vermischt. Diese Spülsäume liegen im »Mittelstrand« (nahe der Springtidenhochwasserlinie) und werden häufig von ein- oder zweiartigen Pflanzenbeständen – fast ausnahmslos sommerannuelle (im Frühjahr rasche Keimung, im Sommer dann schon Blüte und Samenreife) Arten, die salztolerant und stickstoffliebend sind – besiedelt. Die oberen, am weitesten zurückliegenden Tangwälle sind oft stark übersandet, meist mehrere Jahre alt und bilden daher relativ stabile Standorte, die eben nur bei Extremhochwasser beeinflußt werden. Nach langen, intensiven Gärungs- und Verwesungsprozessen haben diese heterogenen organischen Ablagerungen ein reiches Nährstoffangebot im Boden hinterlassen. Auch hier finden insbesondere nitrophile Pflanzengesellschaften, allerdings mit geringerer Salztoleranz, verbesserte Lebensbedingungen vor, so daß es zu einer großen Artenvielfalt kommt, die sich von der einförmigeren Vegetation des Vor- und Mittelstrandes abhebt und durch mögliche Süßwasserinfiltrationen aus dem Landinneren noch weitere Variationen erfahren kann. Mit zunehmendem Alter indessen werden diese Tangwälle sowohl durch den regional unterschiedlichen starken Niederschlag als auch durch Grundwasserzufuhr (z. B. während der Schneeschmelze) ausgelaugt (NORDHAGEN 1940).

Bei den halo-nitrophilen Spülsaumpflanzengesellschaften entwickeln sich normalerweise keine Sukzessionsreihen, die zu Klimaxgesellschaften (Endgesellschaften) führen, da das Tangmaterial natürlich oft bei Sturmfluten wieder mit fortgerissen wird, und es sich ja fast ausnahmslos um einjährige Arten handelt. Ihre Gesellschaften erscheinen nur während der Vegetationsperioden, überwintern als Samen und wachsen im nächsten Frühjahr unter Umständen an völlig anderer Stelle des Strandes. Das Wiederauftreten der Pflanzenbestände hängt davon ab, wohin die winterlichen Sturmfluten und die Meeres- und Gezeitenströme ihre Samen verlagern und wo frische Tangwälle, die ja später als »Keimbett« dienen, neu aufgeworfen werden. Dabei können letztendlich ganze Serien von Driftwällen am Strand liegen, wobei hier ein örtliches Hintereinander gar nicht unbedingt immer auch ein chronologisches Nacheinander zu bedeuten braucht. Diese spezialisierten Meeresspülsaum-Phytozönosen sind als eine Sonderform der Dauergesellschaften betrachtet worden, da sie sich zum einen durch sporadisches Auftreten an immer wieder neuen, aber ähnlichen Standorten auszeichnen, und da sie zum anderen eben diesen Pioniercharakter haben, was dazu führte, daß TÜXEN (1962) sie als »Migratorische-Dauer-Pioniergesellschaften« bezeichnete (vgl. THANNHEISER 1981). Grundsätzlich bleibt es für viele Pflanzen schwierig, auf den Spülsäumen rasch Fuß zu fassen. Zwar wirft das Meer immer wieder Samen (die in dieses riesige Reservoir hineingeweht oder -geschwemmt wurden) auf die Spülsäume, aber längst nicht alle überstehen einen langen Aufenthalt im Salzwasser. Sie sind so auch auf die Transportkraft des Windes, der Vögel oder der Menschen angewiesen. *Atriplex littoralis* (Strand-Melde) allerdings und in besonderm Maße vor allem *Cakile maritima* (Europäischer Meersenf) erweisen sich als resistent oder erhöhen sogar noch ihre Keimfähigkeit, selbst wenn sie monatelang im Salzwasser liegen (vgl. ELLENBERG 1982).

Sie keimen dort erst im Spätfrühling, wenn sich der Boden, genauer gesagt, die Braunalgenwälle – die das Sonnenlicht dank ihrer dunklen Farbe natürlich besonders gut absorbieren können – stark erwärmen, entwickeln sich dann aber rasch. Denn in den mit Sand vermischten »modernen Tangbeeten« herrscht eine lebhafte Nitrifikation, d. h. die Verrottung des organischen Spülsaummaterials führt zur Anreicherung mit Nährstoffen, besonders mit Stickstoff, aber auch mit Kali, Phosphor, Jod, Cal-

cium (NORDHAGEN 1940). Nicht unerwähnt bleiben darf allerdings, daß gerade an den subarktischen Küsten Nordislands und Nord-Norwegens insbesondere in den Innerfjordgebieten, dort, wo Meeresspülsäume überwiegend anzutreffen sind, einerseits im Frühjahr Eis in der Strandvegetation akkumuliert und kaltes Schmelzwasser weite Strandpartien durchfeuchtet und andererseits kühle Seewinde noch im Frühsommer ungehindert die Vegetationsentwicklung beeinträchtigen, genauso, wie die Frühjahrssturmfluten durch weiträumige Überschwemmungen und Umlagerungen, insbesondere natürlich der Meeresspülsäume, die Keimung auch verzögern können.

Eine für West-Kanada (und NW-USA, hier die Staaten Washington und Oregon sowie Alaska, hier der »Panhandle«) einzigartige Besonderheit stellen die Treibholzansammlungen, das sog. »Driftwood«, dar. Es dürfte wohl zu den auffälligsten Spülsaumerscheinungen gehören, die weltweit zu finden sind. Viele Millionen Baumstämme, die z.T. einen Durchmesser von bis zu 3 m(!) und einer Länge von bis zu über 60 m(!) aufweisen, können dabei zu fast 100 m breiten, viele Kilometer langen und manchmal haushohen kreuz und quer übereinanderliegenden, natürlichen Schutzwällen strandparallel angeschwemmt worden sein und bieten einen immer wieder überwältigenden Anblick (z.B. Tjell und Rose Point auf den Queen-Charlotte-Islands). Viele dieser abgestorbenen Baumriesen liegen hier schon mehrere hundert Jahre und sind damals – als Sturmfluten den dicht an den Pazifischen Ozean heranreichenden Nadelwald an seiner vordersten »marinen Front« fortrissen – hier irgendwann als Meeresspülsaum »gestrandet«. In den letzten Jahren kommen jedoch auch Baumstämme in zunehmend größerer Zahl hinzu, die entweder beim Transport verlorengehen oder aber bei Waldrodungsaktivitäten, die sowohl direkt an der Küste oder an größeren Flußläufen (z.B. Mündungsgebieten) durchgeführt werden, anfallen. Zu erkennen sind diese »neuen« Spülsaumstämme an ihren Sägeschnittflächen, die den natürlicherweise bei Sturmfluten entwurzelten Nadelbäumen selbstverständlich fehlen.

1. Die Vegetation und einige ökologische Besonderheiten der nordatlantischen Meeresspülsäume

Island wird sowohl vom Nordatlantik als auch vom Europäischen Nordmeer umspült, wohingegen die nordnorwegische sog. Eismeerküste der Barentssee zuzurechnen ist. In beiden Untersuchungsgebieten – hier der Einfachheit halber zusammen als nordatlantische Küsten bezeichnet – sind einerseits die Vegetationsverhältnisse der Meeresspülsäume recht ähnlich und andererseits ihre ökologischen Besonderheiten gut vergleichbar.

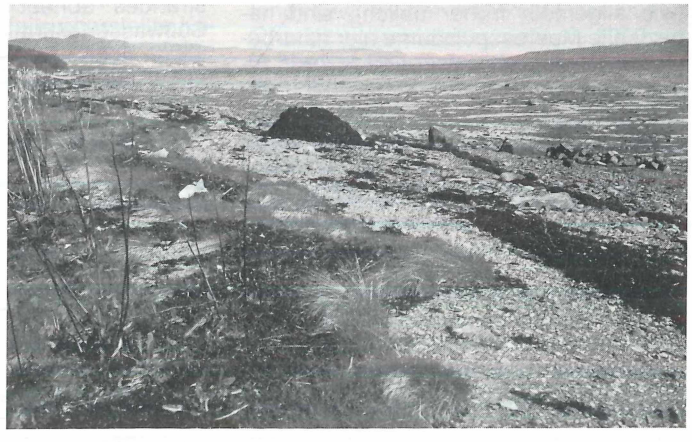
Der hauptsächlich auffallende Unterschied kann darin bestehen, daß insbesondere an der isländischen Südküste v.a. nach Vulkanausbrüchen, leichte, z.T. schwimmfähige Bimssteinreste und Tephra-Asche-Partikel sowohl direkt durch den Wind als auch vom Meer zusätzlich in den Meeresspülsäumen abgelagert werden. Auch ist der isländische Sand, der oft die Tangwälle durchsetzt bzw. überlagert, schwarz-grau, da er aus vulkanischem Material, d.h. überwiegend aus zerriebener Lava besteht und nur geringfügig weißliche Muschelschalenreste enthält. Grundsätzlich lassen sich die Meeresspülsäume beider Länder jedoch in folgende Grobzonierung unterteilen:

Zone A: Die frisch abgelagerten Tangwälle, die fast bei jeder Flut noch umgeschichtet, überspült bzw. fortgerissen werden können, stellen extrem instabile Standorte dar und sind natürlich (fast) stets vegetationslos. Sie sind allerdings eine Ansammlung organischen Algenmaterials, durchsetzt mit unzähligen Meerestieren, die nach dem Zurückweichen der Flut hier »hängengeblieben« sind. Wir wissen heute sehr genau, daß v.a. die marine Makrofauna (über 1 mm Körpergröße), die täglich mit den Meeresalgen abgelagert bzw. siebartig von ihnen festgehalten wird, auch hier an den subarktischen Küsten Nordeuropas für eine Reihe von Vögeln eine wesentliche Nahrungsquelle darstellen.

So konnten in Nord-Norwegen mehrfach Zwergstrandläufer – einschließlich ihrer Jungvögel –, auch Temminckstrandläufer, v.a. aber Meerstrandläufer, Alpenstrandläufer, Steinwälzer, Rotschenkel, Austernfischer (um nur einige Arten zu nennen), in den vordersten Spülsäumen oft bei der Nahrungsaufnahme beobachtet werden. Selbt junge Küstenseeschwalben finden auf ihren ersten Ausflügen in dieser Zone bereits Jungfische, und Graugänse äsen auf Island nicht nur in den angrenzenden Salzwiesen, sondern fressen auch den frischen Tang eben dieser jüngsten Meeresablagerungen. Neben Meerstrandläufer, Alpenstrandläufer, Steinwälzer, Rotschenkel, Austernfischer u.a., die natürlich auch in Island in den vordersten Spülsäumen nach Nahrung suchten, konnten dort noch z.B. Knutt und Regenbrachvogel festgestellt werden. Selbst die meist freilaufenden Schafe und sogar Rinder und (Isländer-)Pferde sowie Rentiere nutzen in beiden Ländern die abwechslungsreiche, »gutgewürzte«, wohlschmeckende Kost dieser Algenbeete.

Zone B: Die nachfolgende Zone an den Nord-Atlantik-Küsten stellen diejenigen Meeresspülsäume dar, die während der Vegetationsperiode kaum noch vom direkten Meerwasser überflutet werden. Hier im Mittelstrand liegen dann kompakte Tangwälle, die durch ihre Zersetzungsvorgänge ein erhöhtes Nährstoffangebot schaffen, das für einige salztolerante, (stark) nitrophile einjährige Pflanzengesellschaften bei Neubesiedlung zur Verfügung steht. Es handelt sich zwar um noch sehr artenarme Phytozönosen, doch tragen die oft teppichartigen bzw. fragmentarisch-gürtelförmig-langgezogenen Bestände durch ihre z.T. hohe Individuenzahl und damit oft beachtlicher Vegetationsbedeckung dazu bei, den vegetationslosen Vorstrand entscheidend zu beleben (vgl. SASSE 1981). Sind diese meist vorjährigen Tangbeete stark übersandet, so finden wir hier v.a. den Isländi-

In weiten Buchten (hier: Außenküste vor Vancouver-Island, Westkanada) kann sich dagegen Treibholz ablagern und bildet einen abwechslungsreichen Lebensraum – z.B. für Seevögel – sowie einen natürlichen Küstenschutz. Foto: K.-P. Hellfritz



In den waldlosen Innerfjordgebieten Islands und Nordnorwegens (Foto) findet man jedoch hauptsächlich Braunalgen, die zu hintereinanderliegenden, küstenparallelen Meeresspülsäumen bei Hochwasser aufgeworfen wurden. Foto: K.-P. Hellfritz

schen Meersenf (*Cakile edentula* ssp. *islandica*), der mit seinen herrlich weiß-violetten Blüten und den fleischigen (sukkulenten) – wenig gelappten – grünen Blättern fast reine Bestände bildet. Dabei lassen sich die *Cakile*-Bestände häufig noch in zwei phänologisch zu unterscheidende Zonen aufteilen. Anfang August ist *Cakile* in der oberen Zone bereits verblüht und beginnt schon voll zu fruchten, wobei sie ihre charakteristische – von weitem gut sichtbare – vergilbte Färbung annimmt. Die *Cakile*-Bestände, die auf dem mehr seewärts liegenden Meeresspülsaumbereichen wachsen, sind dagegen noch grün und stehen in voller Blüte. Diese verschiedenen phänologischen Zustände innerhalb eines Bestandes lassen sich durch die schnellere Erwärmung des höher gelegenen und damit trockeneren Spülsaums gegenüber dem feuchteren, tiefer gelegenen Teil erklären. Damit fallen zu unterschiedlichen, versetzten Zeiten Unmengen von Blüten (und übrigens sehr großen Früchten) hier in der sonst relativ vegetationsfeindlichen Zone an, und gerade der Meersenf dient dann als wichtigste Nektarquelle einigen spezialisierten Insektenarten dieses extremen Lebensraumes, die wiederum als Nahrungsgrundlage den folgenden Konsumenten, einigen Vogelarten wie z.B. Bachstelze, Rotkehlpieper, Strandpieper (= *Anthus spinoletta littoralis/A. s. petrosus*), um nur einige beobachtete Spezies zu nennen, zugute kommen. (Die anschließende landeinwärts wachsende Süßwasservegetation gehört oft zu den subarktischen Zwergstrauchheiden, z.B. *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* [Krähenbeere] und *Arctostaphylos alpina* [Bärentraube] etc., die selten auffällige Blüten produzieren.) Das Verbreitungsgebiet von *Cakile edentula* ssp. *islandica* ist – im Gegensatz zu unserem Meersenf (*Cakile maritima*) – nur auf Nord-Norwegen, Island, Färöer und Nord-Kola (1x Spitzbergen) beschränkt. Auch auf der jungen Vulkaninsel Surtsey, südlich von Island, hat sich u.a. als 1. Vorposten einer beginnenden Vegetation diese Meeresspülsaumart angesiedelt. Bisher gilt *Cakile edentula* ssp. *islandica* als nordeuropäischer Endemit.

Zone C: Entweder auf gleicher Höhe über der Mittleren-Tiden-Hochwasserlinie (MTHW) wie die Meersenf-Gesellschaft, meist jedoch höher gelegen, aber auf nicht oder nur kaum übersandeten Meeresspülsäumen leben die verschiedensten *Atriplex*-Gesellschaften (Melden-Gesellschaften). Es sind die wichtigsten Besiedler der Tangwälle Nord-Norwegens und Islands. Häufig ziehen sie sich als durchschnittlich 2–5 m breite und 100–300 m lange, z.T. unterbrochene »Gürtel« küstenparallel den Strand entlang. Selbst auf zwei hintereinanderliegenden Meeresspülsäumen können diese Gesellschaften perlschnurartig wachsen und meerwärts eine Initial- sowie höher gelegen eine Optimalphase ausbilden. *Atriplex*-Arten kommen aber auch in kleineren Beständen auf altem Angespül in flächendeckender, üppiger Ausbildung vor. Sogar zwischen den zahlreichen Geröllen haben sich kiesig-sandige, durch Tang natürlich stark gedüngte Substrate ablagern können, auf denen sie immer wieder vereinzelt anzutreffen sind. Die z.T. unglaublich hohe Biomassenproduktion dieser Meeresspülsaumarten, einschließlich der im Herbst anfallenden Millionen von Früchten (Nüßchen), ist insbesondere auf die (sehr) gute Nährstoffversorgung und vielerorts optimale Bodendurchfeuchtung dieser Tangwälle zurückzuführen. Folgende interessante Florenfunde in der Gattung *Atriplex* sind für Nord-Norwegen (1979) zum Teil erstmalig nachgewiesen worden:

1. *Atriplex praecox* Hülphers (12x)
2. *Atriplex lapponica* Pojarkova (3x)
3. *Atriplex glabriuscula* Edmondston (1x) = *A. kuzenevae*
4. *Atriplex glabriuscula* x *A. praecox* (1x) (Erstnachweis)
5. *Atriplex littoralis* L. (1x)
6. Weitere *Atriplex*-Arten, die der *Atriplex prostrata*-Gruppe (*Hastata*-Komplex) zugeordnet werden müssen, konnten recht oft (47x) nachgewiesen, aber leider nicht exakt bestimmt werden.

Durch Polymorphismus und häufige Bastardisierung treten unterschiedlichste Formen auf, die selbst von Spezialisten (mein Dank gilt hier besonders Herrn P. TASCHERAU, Institute for Resource and Experimental Studies, Halifax Nova Scotia) mühevoll und nur mit Hilfe der ausgereiften Früchte und einer Stereolupe bestimmt werden können. Interessanterweise sind die eigentlich für Nord-Norwegen bekanntesten Spülsaumarten *Atriplex patula* L. und *Atriplex latifolia* Wahlenb. niemals sicher wiedergefunden worden!

Für Island steht eine genaue Artenliste wegen oben erwähnter Schwierigkeiten noch aus; sicher konnten bisher erst *Atriplex patula* L. (häufig) und *Atriplex praecox* Hülph. (selten) nachgewiesen werden. Ob z.B. auch *Atriplex glabriuscula* Edmonst., *Atriplex longipes* Drej. oder die aus Nord-Norwegen bekannten Arten dort zu finden sind, muß erst noch die Auswertung des gesammelten Herbarmaterials ergeben.

In den oft salzhaltigen, NaCl-angereicherten Meeresspülsäumen des Mittelstrandes kommt es, v.a. in Perioden der Trockenheit, zu einer Konkurrenz um das Wasser – zwischen dem Salz und dem Protoplasma der Pflanzen. So enthält der Zellsaft einiger Meeresspülsaumarten verständlicherweise gerade auch NaCl – insbesondere zur osmotischen Angleichung –, damit sie eine mindestens gleich große Saugkraft wie das umgebende Substrat entwickeln können. Da nun jedoch eine meist schon geringe Salzkonzentration toxisch wirken kann, müssen die Pflanzen der Meeresspülsäume möglichst über Mechanismen verfügen, zuviel aufgenommenes Salz wieder abzugeben.

Hier kann man erstens an eine Salzausscheidung über eine erhöhte Transpirationsrate denken, wo zwar primär die Wasserabgabe das Entscheidende ist, sekundär aber Salze mitgerissen werden. (Diese Salzkristalle sind manchmal außen auf der Pflanze sichtbar.) Ferner sind viele Halophyten (Salzpflanzen) der Meeresspülsäume sukkulent, d.h. sie haben dicke, fleischige Sprosse und Blätter. Durch die Sukkulenz soll ein Ausverdünnen des zuviel aufgenommenen Salzes erzielt werden, was im Prinzip natürlich nur klappt, wenn das Wachstum der Zellen schneller vorangeht als die NaCl-Aufnahme. Neben diesen beiden oben genannten Mechanismen des Salzschutzes verwirklichen einige *Atriplex*-Arten zusätzlich noch die Sekretion von NaCl in speziell gebaute Haare, die den Blättern aufsitzen. Diese, natürlich nur mikroskopisch-kleinen Sekretionshaare, bestehen aus einer Blasenzelle mit einer großen Vakuole, die mit dem Plasma der Blattzellen verbunden ist. Es ist noch unklar, wie der Transport von NaCl in diese Vakuole erfolgt; sicher ist nur, daß dieser Mechanismus der Salzabgabe dadurch effektiv ist, daß die Sekretionshaare häufig abgeworfen und erneuert werden.

Zone D: In der nächst höher gelegenen Zone über MTHW finden wir die *Matricaria-maritima*-Gesellschaft (Strand-Kamille), die in flächendeckender, optimaler Ausbildung allerdings nur sehr selten in Nord-Norwegen und Island vorkommt. Häufiger sind einige Einzelpflanzen, entweder viele Meter weit auseinander liegend oder aber auch gänzlich isoliert stehend, anzutreffen, so daß aufgrund des wenig umfangreichen Materials noch nicht sicher von einer Gesellschaft gesprochen werden sollte. Vornehmlich wächst *Matricaria inodora* var. *maritima* auf relativ kompakten Tangwällen oder zwischen den einzelnen Steinen der nahezu vegetationslosen (aber typischen) Geröllstrände, wo eben feinsandiges Substrat, das stets durch verwesende Algenreste gedüngt wird, als Misch-Nährboden sich ablagern konnte. Bei Sturmfluten kann diese Gesellschaft vom Meerwasser beeinflußt werden; es gilt jedoch als sicher, daß diese tiefwurzelnde, mehrjährige Pionierpflanze salztolerant ist. Die in hohem Grade Sonnenlicht absorbierenden dunkelbraunen »Tang-Mistbänke« schaffen zusätzlich Temperaturverhältnisse, die, dieser anscheinend Sommerwärme liebenden Meeresspülsaumpflanze, hier Standortvorteile bieten. Ihre Blätter sind nicht so fadenförmig dünn wie bei *Matricaria inodora* (Duftlose Kamille), sondern bis zu 3 mm breit, fast fleischig wirkend, wobei jedoch Übergangsformen gefunden wurden. Es kann sich natürlich auch um bereits erwähnte Blattsukkulenz handeln, die für salztolerierende Pflanzen ja nicht untypisch wäre, oder aber es ist ein allgemeinpolymorphistisches Problem.

Schon im letzten Jahrhundert machte man darauf aufmerksam, daß die »Strandformen« gewisser mehrjähriger Ackerunkräuter, wie z.B. auch der kritischen Art *Matricaria inodora* var. *mari-*

tima, (möglicherweise) die mutmaßlichen Stammformen – und nicht durch das marine Milieu hervorgerufene Varietäten – jener Arten wären. Daß sie heute viel seltener an den Küsten vorkommen – dafür aber z.T. weit verbreitet nun der Kulturerde angehören – und auf ihr (auch durch Züchtung) ein verändertes Aussehen (Habitus) erlangten, darf aber über ihre eigentliche Herkunft nicht hinwegtäuschen. Hauptsächlich durch die Zug- und Strichvögel sind zahlreiche Samen dieser ursprünglichen Meeresspülsaumpflanzen (allg. auch: Küstenpflanzen) zoochor ins Inland transportiert worden; und nicht zuletzt die seit Jahrhunderten betriebene Düngung der Felder mit Tangmaterial hat für eine derartige Verbreitung gesorgt.

Zone E: Dort, wo sich die durch extreme Sturmfluten am weitesten landeinwärts transportierten Tangreste ansammeln konnten, die meist auch noch fast völlig sandüberweht sind, findet man in Nord-Norwegen und Island in der Regel einige niederliegende Meeresspülsaumpflanzen, die übersetzt und zusammengefaßt als »Norwegische Knöterich-Gesellschaft« (Polygonetum raii norvegici) zu bezeichnen sind. Sie besiedelt in der Regel die ältesten Tangwälle in den obersten Zonen der Sandstrände und muß als ausgesprochen psammophiler (sandliebender), salztoleranter Nitrophyt angesehen werden. Das Auftreten von *Elymus arenarius* (Strandroggen) und *Honckenya peploides* (Salz-Miere) in dieser Meeresspülsaumgesellschaft impliziert, daß hier eine Verzahnung mit der häufig anschließenden Dünenvegetation möglich ist, da eben diese ältesten Tangwälle als Kontaktzonen den angrenzenden Meeresdünengebieten direkt vorgelagert sind und zu den reinen, typischen Meeresdünengesellschaften überleiten können.

2. Die Vegetation und einige ökologische Besonderheiten der nordpazifischen Meeresspülsäume

Die westkanadische Küste, die ausschließlich British Columbia zugeordnet werden muß, wird vom Nord-Pazifik umspült. Vieles, was bisher über die nordatlantischen Meeresspülsäume gesagt wurde, trifft auch in modifizierter Form für diese nordpazifischen Meeresspülsäume zu (instabile Standorte, relativ stickstoffreiches und zusätzlich salzhaltiges Milieu, bedingt durch organische Meeresablagerungen mit anschließenden Verwesungsprozessen, Lebensraum für hochspezialisierte Pionierpflanzen, Nahrungsteilgrundlage für viele Vögel etc.).

Die ca. 1000 km messende Nord-Süd-Ausdehnung des Untersuchungsgebietes von der »Strait of Juan de Fuca« an der Grenze zur USA (Staat: Washington) bis hinauf nach Stewart am nördlichen Ende des Portland Canal (Portland Fjord), der bereits in den alaskanischen »Panhandle« hineinreicht, läßt allerdings erwarten, daß sich das Artenspektrum der Meeresspülsaumvegetation entsprechend verändert. Das Verbreitungsgebiet einiger, noch aus dem kalifornisch-mediterranen Raum stammender Spülsaumpflanzen klingt hier stufenweise nach Norden aus. Andererseits erreichen manche subarktische Pflanzenvertreter an der westkanadischen Küste ihre südliche Verbreitungsgrenze, so daß es immer wieder zu interessanten (synchorologischen) Überschneidungen kommt, da sich eben temperate, boreale und subarktische Elemente hier vermischen können.

Die Ost-West-Erstreckung, von der extrem vorgelagerten Außenküste der Queen-Charlotte-Islands bis in die innersten geschützt liegenden Fjordengebiete, z.B. bei Bella Coola, kann ca. 400 km betragen und wirkt sich insbesondere auf die Zusammensetzung des Meeresspülsaummaterials aus. An der exponierten Westküste sind v.a. Braunalgen zu finden, hauptsächlich *Fucus*- und *Laminaria*-Arten, aber auch Riesentange, z.B. *Nereocystis luetkeana*, die einen bis zu 33 m (max. 100 m!) langen, seilartigen Thallusabschnitt tragen, an dem sich eine große Schwimmblase befindet, der wiederum ein Bündel von »Blättern« ansitzt. Hier können natürlich wesentlich »voluminösere« Tangwälle aufgeworfen sein als vergleichsweise in den stillen Fjorden, wo z.T. nur das zarte Seegras *(Zostera marina)* Spülsäume bildet.

Hauptsächlich aber sind es die Treibholzansammlungen, das sog. »Driftwood« (siehe auch: III. Allgemeine Betrachtung der Meeresspülsäume), die wohl zu den auffälligsten Spülsaumerscheinungen gehören, die weltweit zu finden sind, worauf jedoch später noch näher eingegangen werden soll.

An der westkanadischen Küste kann die Vegetation der Meeresspülsäume des Nord-Pazifik in folgender Grobzonierung küstenparallel angesiedelt sein: (Vgl. auch Abb. 2)

Zone A: Häufig sind auch hier die vordersten, insbesondere Braun- und auch Grünalgen- sowie Seegrasablagerungen, die zu instabilen Tangwällen aufgeworfen sind, vegetationslos, da sie täglich noch vom Meerwasser bei Flut erreicht und umgeschichtet werden. Z.T. liegen diese frischen Meeresspülsäume auf den Salzwiesen, deren Pionierpflanzen allerdings eine periodische Überflutung ausgezeichnet vertragen, weil sie u.a. durch ihr Wurzelwerk im Schlickboden bestens verankert sind. Unter diesen frischen Algenbeeten sterben, wenn die Überschichtung (Licht-, Luft- und Platzmangel) zu lange dauert, die Salzpflanzen jedoch ab, so daß im Laufe der Zeit wannenartige Vertiefungen entstehen, in denen 1. immer wieder neues Tangmaterial bevorzugt abgelagert werden kann und dadurch 2. eine dauernde zusätzliche Düngung erfolgt. Auf diese – durch die frischen Meeresspülsaumablagerungen hervorgerufenen – veränderten Bodenverhältnisse reagiert die Salzwiesenvegetation derart, daß ihre Erstbesiedler, die sonst weiter vorne an der Meerwasserkante im Watt zu finden wären, hier neu Fuß fassen, weil diese Standorte ja tiefer und feuchter als die Umgebung liegen und damit den ökologischen Bedingungen weiter seewärts entsprechen. Meeresspülsaumablagerungen verändern also die »Makrozonierung« der Salzwiesen entlang der Küsten dahingehend, daß immer wieder oben erwähnte »Mikrozonierungen« ihr sonst relativ einförmiges Vegetationsbild mosaikartig auflokkern.

Zone B: Vereinzelt wachsen – jedoch auch bis an die mittlere Hochwasserlinie hinunterreichend – entweder *Suaeda maritima* (Strand-Sode) oder *Suaeda depressa* (kein deutscher Name existent), zwei oft extrem artenarme Pflanzengesellschaften (Assoziationen) auf den vordersten Meeresspülsäumen. Das Suadetum depressae zieht sich, oft kümmernd, als schmales aufgelockertes Band den tanggedüngten, meist kiesigsandigen Strandpartien entlang. Das Suaedetum maritimae hingegen steht in kleinen Beständen – flickenteppichhaft – zwischen den Salzwiesenarten, auf nitrophytischen (auch schlickigen) Wattböden. Hier in diesen Salzwiesen tritt *Suaeda maritima*, ähnlich wie in Ostkanada (vgl. THANNHEISER 1981), oft in Kontakt zu verschiedenen anderen Assoziationen wie z.B. dem Atriplicetum (Melden-Gesellschaft), dem Puccinellietum (Andel-Rasen), dem Salicornietum (den beiden Quellern: *Salicornia pazifica* und *Salicornia europaea*) und dem Distichlidetum spicatae, in deren Schutz es kräftig aufrecht wachsen kann, obwohl die Wurzeln dieser Meeresspülsaumgesellschaft fast täglich überflutet werden.

Obwohl die beiden Assoziationen an der westkanadischen Küste nicht häufig nachgewiesen wurden, läßt sich doch allgemein sagen, daß sich die Verbreitung von *Suaeda maritima* auf die südliche Hälfte des Untersuchungsgebietes beschränkt, wohingegen *Suaeda depressa* ihren Verbreitungsschwerpunkt anscheinend in der Nordhälfte der kanadischen Pazifikküste hat. Durch die Tatsache allerdings, daß die Samen fast aller an der Westküste Kanadas gefundenen *Suaeda*-Spezies nur zwischen 1,0–1,3 mm Länge schwanken, das Samenmaterial der ostkanadischen und europäischen *Suaeda*-Arten, die alle eindeutig als *Suaeda maritima* identifiziert sind, jedoch meist eine Größe von 1,5–2,2 mm erreichen, muß kontrolliert werden, ob diese Meeresspülsaumpflanze nicht letztlich als nur *eine* westlich-pazifische Art aufgefaßt werden sollte, nämlich als *Suaeda depressa* oder der entsprechenden Assoziation, dem Suaedetum depressae.

Zone C: Auf den nächst höher liegenden Spülsäumen, die – wie in Nordeuropa – im Sommerhalbjahr nur noch selten von Überschwemmungen bei Flut beeinflußt

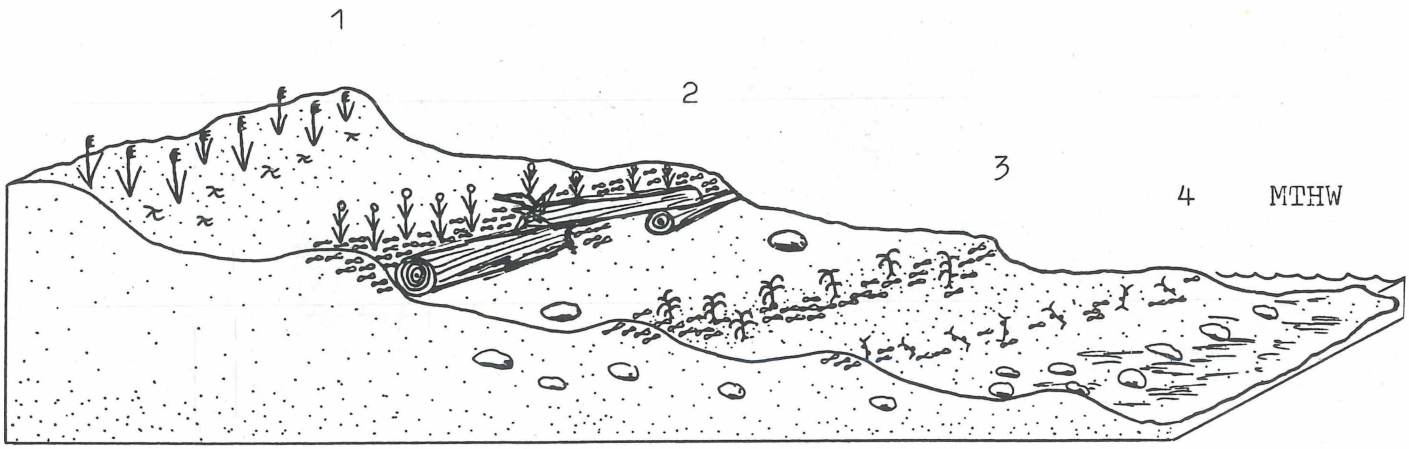


Abb. 2: Schematische Darstellung der Vegetationszonierung auf unterschiedlich alten Meeresspülsäumen an der w.-kanadischen Küste.
1 = Primärdüne mit *Elymus mollis* und *Honckenya peploides*
2 = Alter Treibholzspülsaum (Driftwood-Zone) mit *Atriplex*-Gesellschaften
3 = Mittlerer Meeresspülsaum mit *Cakile edentula*
4 = Frischer Meeresspülsaum mit *Suaeda depressa*
MTHW = Mittlere Tidenhochwasserlinie
Spülsaummaterial (Algen/Tange)

werden, dafür aber oft der aerohalinen Gischt (»saltwater-spray«) ausgesetzt sind, siedeln die beiden Meersenfarten *Cakile edentula* ssp. *edentula* und *Cakile maritima.* Hier im Mittelstrand wachsen diese offenen Pioniergesellschaften auf vom Sand halb oder ganz verdeckten, stets schon in Zersetzung befindlichen, organischen Resten. Unter jedem *Cakile*-Bestand stößt man, auch wenn das nicht unbedingt immer sichtbar ist, beim Nachgraben auf einen versandeten Meeresspülsaum. So sind diese Meersenfarten, die mit ihren z.T. mehr als 1 m langen Pfahlwurzeln tief in den Boden reichen, gut in der Lage, Sand abzufangen und anzuhäufen. Diese kleinen »Dünen« bieten zwar guten Wind- und Sichtschutz für brütende Seevögel, sind aber nur vorübergehende Erscheinungen, da sie von der nächsten Sturmflut wieder zerstört werden. Außerdem verschwinden im Winter die Sandanhäufungen ohnehin nach dem Absterben dieser sommerannuellen Blütenpflanzen, die ja nur als Samen überwintern (vgl. THANNHEISER 1981).

Für Mitteleuropa stellt ELLENBERG (1982) fest, daß die Keimfähigkeit vom Europäischen Meersenf *(Cakile maritima)* durch Salzwasser von 57 auf 100% erhöht wird. Auch ausgewachsene Pflanzen, die häufig einzeln – kreisförmig niederliegend – einen Durchmesser von 1–3 m erreichen können, nehmen durch einige gelegentliche Überflutungen keinen Schaden. Gleiches dürfte auch für die nordamerikanische, in Europa nicht vorkommende Meersenfart *Cakile edentula* ssp. *edentula* zutreffen.

An der ganzen westkanadischen Pazifikküste konnte *Cakile edentula* häufig und *Cakile maritima* vereinzelt, jedoch nicht so selten, wie bisher in der Fachliteratur beschrieben, nachgewiesen werden. So sind insgesamt für beide Meeresspülsaumgesellschaften wesentlich mehr Standorte – v.a. auf den Queen-Charlotte-Islands – kartiert und aufgenommen worden, als bisher veröffentlicht worden sind.

Zone D: Interessanterweise sind die typischen Meeresspülsaum-Pionierpflanzen, die *Atriplex*-Arten (Melden), die in den Untersuchungsgebieten des Nord-Atlantik recht häufig vorkommen, laut neuester Literatur, an der westkanadischen Pazifikküste selten. (Vgl. Agriculture Canada, Monograph No. 31; The genus *Atriplex, Chenopodiaceae* in Canada; 1983.) Nur *Atriplex gmelinii* (7x) und *A. subspicata* (9x) sind zusammen an maximal 16 Küstenstandorten kartiert worden, wobei diese beiden Arten dort dann stellenweise als verbreitet gelten. Der Verfasser hat hingegen 131 *Atriplex*-Standorte gefunden, so daß diese Spülsaumgesellschaften jetzt für die westkanadische Küste als häufig und charakteristisch gelten müssen. Auch in Salzwiesen lassen sich – im Gegensatz zu Nordeuropa – oft *Atriplex*-Bestände finden, die eine tägliche Überflutung unbeschadet überstehen. Auffällig ist ferner, daß diese halo-nitrophilen Pioniergesellschaften auch dort anzutreffen sind, wo sich Seevogel-Rastplätze befinden, auf denen durch Vogelkot eine zusätzliche »Düngung« stattfindet. Diese ornithokoprophile Vegetation ist ja auch von den Vogelfelsen bekannt, wo z.T. durchaus vergleichbare ökologische Bedingungen herrschen.

Die exakte Bestimmung der 131 gesammelten Herbarpflanzen ist noch nicht vorgenommen worden. Es ist allerdings mit Sicherheit zu erwarten, daß dabei wesentlich mehr *Atriplex*-Arten nachgewiesen werden, als bisher für Westkanada bekannt sind.

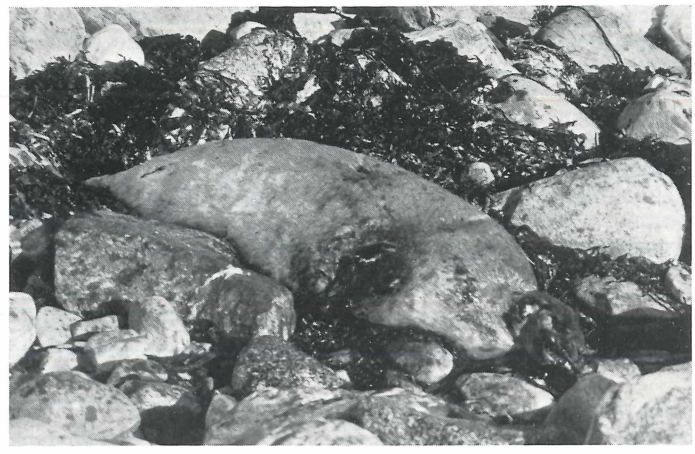
Neben der Besiedlung schon sehr junger, weit vorgelagerter Meeresspülsäume sind v.a. die Tangbeete von *Atriplex* bewachsen, die dadurch entstanden sind, daß gewaltige Baumstämme weit oben am Strand küstenparallel abgelagert wurden, hinter denen sich dann Algenmaterial im Laufe der Zeit hat ansammeln können. Wie eine natürliche Barriere halten sie die vom Meer bei Sturmflut »herübergespülten« organischen Bestandteile fest, so daß sich bald 1 m dicke, verwesende, nährstoffreiche Tangbeete bilden können, die ideale Wachstumsbedingungen für *Atriplex* schaffen, der hier dann auch tatsächlich optimal gedeiht.

Zone E: Die höchst gelegene Spülsaum-Gesellschaft an der westkanadischen Küste ist die – allerdings nur selten anzutreffende – *Polygonum fowleri*-Gesellschaft. Sie scheint sandigen, stickstoffangereicherten Boden zu bevorzugen und erinnert im Habitus sowie durch den Standort an das Polygonetum raii norvegici Nordeuropas. Diese Knöterich-Gesellschaft ist nur an den Küsten Nordamerikas verbreitet und wurde bisher für die Atlantikküste (vgl. THANNHEISER, 1981) und nun auch für die Pazifikküste Kanadas nachgewiesen.

Zone F: Die wohl interessantesten Spülsaumbereiche Westkanadas sind die gewaltigen, manchmal 100 m breiten und viele Kilometer langen Treibholzansammlungen, das sog. »Driftwood« (siehe auch Abschnitt III.). Abertausende, ja, Millionen von insbes. Nadelbaumstämmen sind im Laufe der Jahrzehnte und Jahrhunderte in den oberen Strandpartien vom Meer bei extremer Sturmflut dauerhaft abgelagert worden. Western Red Cedar *(Thuja plicata)*, Alaska Yellow Cedar *(Chamaecyparis nootkatensis)*, Western Hemlock *(Tsuga heterophylla)* und Sitka Spruce *(Picea sitchensis)*, um nur einige Hauptvertreter zu nennen, harren hier ihrer Zersetzung durch salzhaltige Winde, Meerwassergischt, Sand- und Eisgebläse, mikrobiellen Abbau etc..

Durch die unvorstellbaren Gewichte einzelner Stämme, die z.T. einen Durchmesser von 3 m und eine Länge von max. 60 m erreichen können, werden für die Meeresspülsaumzone vergleichsweise sehr stabile Standortverhältnisse geschaffen. Das zwischen dem Treibholz abgelagerte Tangmaterial und der häufig hineingewehte Sand bleiben hier lange liegen und bieten sowohl den Meeresspülsaumpflanzen als auch der Dünenve-

Gerade auch hinter den angespülten Nadelbaumstämmen kann sich das Algenmaterial sammeln und in Verwesung übergehen. Diese nährstoffreichen »Keimbeete« werden dann von der typischen Vegetation der Meeresspülsäume besiedelt. Foto: K.-P. Hellfritz



Seehunde (Foto) und viele andere Tiere des Meeres und der Küstenzone werden in den Spülsäumen angeschwemmt und können Aufschluß über die Intaktheit der angrenzenden Ökosysteme geben. Foto: K.-P. Hellfritz

getation geeignete Substrate. Selbst *auf* den Stämmen, die z. B. durch Austrocknung oder Frosteinwirkungen »gerissen«/ »gespalten« sind, entstehen Vertiefungen und Hohlräume, die rasch mit organischem Material gefüllt werden, auf dem dann wiederum, nun allerdings 0,5–2 m über Strandniveau, sowohl typische Spülsaumarten, als auch schon süßwasserliebende Pflanzen – wie in einem natürlichen »Blumenkasten« – wachsen können.

Windgeschützt, schattig, aber dennoch die Wärme speichernd, existiert hier zwischen dem Treibholz ein Mosaik von Kleinstlebensräumen, mit weit günstigeren Wuchsbedingungen als sonst am Meeresstrand üblich. Dadurch ist hier eine Artenvielfalt anzutreffen, die überrascht und der eigentlich recht monotonen Küstenvegetation entgegensteht.

Neben allen oben beschriebenen Spülsaumgesellschaften, die hier – je nach Exposition des »Driftwoods« am Strand – natürlich auch siedeln, findet man häufig farbenfrohe Vertreter der typischen Dünenvegetation, wie z. B.: *Elymus mollis* (Strandroggen), *Mertensia maritima* (Mertensie), *Franseria chamissonis, Honckenya peploides* ssp. *major* (Strand-Salzmiere), *Lathyrus japonicus* (Strand-Platterbse), *Ammophila breviligulata* (Strandhafer), *Carex macrocephala* (Segge), *Polygonum paronychia* (Knöterich), *Glehnia littoralis, Fragaria chiloensis* (Erdbeere), *Vicia gigantea* (Wicke), *Abronia latifolia, Lathyrus littoralis* (Platterbse), *Lupinus littoralis* (Lupine), *Convolvulus soldanella* (Winde), *Poa macrantha* (Rispengras) u. a. (Bei den nordamerikanischen Artnamen ist eine deutsche Übersetzung nicht immer exakt möglich.)

Die Vielzahl der Küstenpflanzen in diesen imposanten Meeresspülsäumen bedingen auch, daß eine Fülle von Tieren hier geeignete Lebensmöglichkeiten vorfinden. Neben zahlreichen brütenden und rastenden Seevogelarten sind sowohl im Treibholz als auch in der dazwischen stehenden Vegetation überaus reiche Insektenvorkommen anzutreffen, und zwar im Sommerhalbjahr (Nahrungsstätte und Brutplatz) wie auch in der kalten Jahreszeit (Winterquartier im Holz). Unter den Reptilien war u. a. die dunkle, ca. 1 m lange Schlange Coast Garter Snake (*Thamnophis* spec.) häufig, ebenso wie eine Reihe von Kleinsäugern, die stets dort beobachtet werden konnten. Auf die unterschiedlichen Nahrungsbeziehungen und die vielseitigen Jäger- und Gejagten-Systeme dieser sehr interessanten Meeresspülsaumzone kann hier an dieser Stelle allerdings nicht näher eingegangen werden.

3. Die Bedeutung der Meeresspülsäume als globale Bioindikatoren

Alle Meeresküsten dieser Erde, so auch die nordatlantischen und nordpazifischen Strände werden wochenlang von den tobenden, winterlichen Wellen gepeitscht, kommen dann aber schließlich doch zur Ruhe. Dunkelbraune, glänzende Wälle aus Tangen liegen am flachen Sandstrand. Weiße Möwen suchen wieder ihre Nahrung dort im Spülsaum, und zwischen den glatten Steinen erblickt man Wrackgut und Treibholz. Bald tauchen Pferde und Karren auf. Männer und Frauen, mit großen Forken in den Händen, laden die schweren, feuchten Braunalgen auf die Wagen, die zu den Trockenplätzen gefahren werden. Einige Tage später wirbelt Qualm aus unzähligen Tangmeilern gegen den Himmel; es wird Tangasche gebrannt (nur aus *Laminarien)*, und der scharfe Rauch hüllt die ganze Gegend ein. Aber gleichzeitig werden unzählige Fuhren zu den Höfen verfrachtet, wo sie entweder sofort über die Äcker gestreut oder als Komposthaufen gelagert werden. Auch ist Tangmaterial als Unterlage für Strohdächer sowie als Heizmaterial verwendet worden, wobei z. B. zusätzlich *Alaria esculenta* zum Füttern von Rindvieh und *Ascophyllum nodosum* (Knotentang, *Fucaceae)* als Schweinefutter dienten. Grünalgen sind in dieser Verbindung weniger wichtig, vor allem, weil sie rasch austrocknen und zusammenschrumpfen.

Das sind alles alte Sitten und Gebräuche, die von NORDHAGEN (1940) z. B. aus Südnorwegen beschrieben wurden, aber auch sonst rings um die Nordsee verbreitet waren.

Heute hat sich das Bild der Meeresspülsäume grundlegend verändert. Zwar wurde noch 1979 vom Verfasser in Nordnorwegen beobachtet, daß Braunalgenwälle zusammengeharkt und dann abtransportiert wurden, aber einer echten Nutzung unterliegen die Tangbeete am Nordatlantik und am Nordpazifik nun nicht mehr. So sind in den subarktischen und nordborealen Untersuchungsgebieten die Meeresspülsäume nahezu alle naturbelassen, ökologisch intakt und in ihren Altersstufen deutlich zu unterscheiden. Durch diese relative Ungestörtheit können die Vegetationsverhältnisse hier genauestens Aufschluß darüber geben, welche Pflanzengesellschaften z. B. pionierhaft als Erstbesiedler die Meeresspülsäume erobern, wie einzelne Bestände auf Überflutung, Salzsprayeinfluß und Übersandung reagieren, welche Vergesellschaftungen und Sukzessionen sich im Laufe der Jahre *wie* auf die eigentlich recht lebensfeindlichen Bedingungen der Küste einstellten. Fragen, die einem Pflanzensoziologen und Ökologen tiefe Einblicke in ein sich ständig änderndes, sehr dynamisches Teilökosystem gewähren (siehe oben).

Nun sammeln sich in den Meeresspülsäumen nicht nur Algen und Seegräser, auf denen dann die typische halo-nitrophile Vegetation anzutreffen ist, sondern herantransportiert werden auch Unmengen organischer Reste der Meeresfauna, insbesondere Molluskenschalen, die als »Nester« oft im Untergrund vieler Tangwälle enthalten sind. Dabei wird das Substrat dieser relativ stickstoffreichen Standorte nun auch noch sehr kalkreich und bietet dadurch einen zusätzlichen Gunstfaktor, der natürlich der Spülsaumvegetation zugute kommt. Vor allem aber kann durch die Kontrolle dieser »Nester«

die Molluskenfauna der angrenzenden Meeresbereiche recht genau erfaßt werden, was durch Tauchexkursionen in diesen oft sehr einsamen Küstenabschnitten, bei z.T. recht kalten Temperaturen und stark bewegtem Wasser, sonst nur schwer möglich ist. Und – man braucht kein einziges Tier dabei zu töten.

Zu den Resten der Meeres- und Küstenfauna gehören natürlich auch die vielen Vogeltotfunde, die regelmäßig in den Meeresspülsäumen anzutreffen sind und dort abgesammelt werden können. So wurden 1979 an der ca. 1000 km langen kontrollierten nordnorwegischen Küste innerhalb von 16 Wochen folgende Vogelarten tot aufgefunden und äußerlich kurz untersucht:

1. Eissturmvogel	51 Exemplare
2. Kormoran	3 Exemplare
3. Eiderente	4 Exemplare
4. Eisente	1 Exemplar
5. Austernfischer	3 Exemplare
6. Kampfläufer	6 Exemplare
7. Schmarotzerraubmöwe	2 Exemplare
8. Mantelmöwe	12 Exemplare
9. Silbermöwe	39 Exemplare
10. Eismöwe	1 Exemplar
11. Sturmmöwe	14 Exemplare
12. Dreizehenmöwe	72 Exemplare
13. Trottellumme	16 Exemplare
14. Grylleiste	4 Exemplare
15. Papageitaucher	1 Exemplar
16. Nebelkrähe	4 Exemplare
17. Kolkrabe	2 Exemplare
	Total: 235 Exemplare

Von den insgesamt 235 Totfunden zeigte – soweit noch feststellbar – kein Vogel grobe äußere Verletzungen oder Verölungen. Auch war kein Vogel beringt. Die Todesursache war in keinem Fall bestimmbar, und sie muß vielleicht als »normaler Ausfall« bewertet werden. Interessanterweise wurden dort wesentlich mehr tote Eissturmvögel gefunden, als lebende beobachtet (in 16 Wochen!).

Folgende zusätzliche Totfunde konnten für Nordnorwegen ebenfalls noch in den Meeresspülsäumen registriert werden:

1. Seehund	56 Exemplare
2. Sattelrobbe	1 Exemplar
3. Ringelrobbe	1 Exemplar
4. Rentier	4 Exemplare

(Beim Äsen an der Küste abgestürzt oder beim Hinüberschwimmen zu Inseln ertrunken?)

Da einige der oben genannten Säugetiere fast nur noch als Skelette vorhanden waren, kann in diesen Fällen auch die Nutzung durch den Menschen nicht vollkommen ausgeschlossen werden.

In Island hingegen wurden nur Grindwalschädel im Spülsaum gefunden sowie vergleichsweise wenige Seevögel:

1. Silbermöwe	3 Exemplare
2. Küstenseeschwalbe	6 Exemplare
3. Trottellumme	2 Exemplare
4. Papageitaucher (nahe Brutfelsen)	27 Exemplare

Alle Tiere wiesen ebenfalls keine Ölspuren auf und waren nicht beringt. In den pazifischen Meeresspülsäumen Westkanadas wurden fast keine Totfunde registriert. Ausnahme: 1 Exemplar Black Oystercatcher *(Haematopus bachmani)* und 1 Exemplar Western Gull *(Larus occidentalis).*

Die Länge der untersuchten Meeresspülsäume/Küstenabschnitte und die Kontrollzeiten waren für alle 3 Untersuchungsgebiete ungefähr vergleichbar.

1979 konnten an der Eismeerküste Nordnorwegens in den Meeresspülsäumen noch keine Ölspuren gefunden werden. 1983 hingegen wurden hier – an den äußersten Vorposten nordeuropäischer Strände (z.B. in Hamningberg) – bereits Teerklumpen (tar-balls) und Ölfladen im Spülsaum entdeckt, wobei zwischenzeitlich am Varangerfjord sogar eine lokale Ölpest vielen Seevögeln zum Verhängnis wurde. Wenn die Offshore-Ölbohrungen Norwegens nun auch noch den nördlichen Kontinentalsockel ihres Landes erfassen, wie ja geplant, dann besteht für eines der letzten bisher intakten Refugien europäischer Seevögel die eindeutige Gefahr, daß die jetzt schon nachgewiesenen kleinen Ölverschmutzungen auch hier rasch zunehmen werden und die einzige subarktische Küstenzone des Festlandeuropas (Westteil) mit ihren Spülsäumen, Salzwiesen und Meeresdünen ernsthaft bedroht ist.

Die Meeresspülsäume der isländischen Küsten, die vom Verfasser 1970 und 1980 kontrolliert wurden, zeigten zu diesem Zeitpunkt noch keine Ölverschmutzungen. Es muß aber bedacht werden, daß die Entfernung der nordwestlich der Shetland-Inseln liegenden Erdölfördertürme zur Südostküste Islands nur ca. 750 km beträgt, also etwa genauso weit, wie die Distanz zwichen der deutschen Wattenmeerküste und den englischen Erdölfeldern, z.B. Piper und Claymore, wobei die unterschiedlichen Strömungs- und Windverhältnisse des Nordatlantiks und des Europäischen Nordmeeres einerseits und die der Nordsee andererseits natürlich mit bedacht sein wollen.

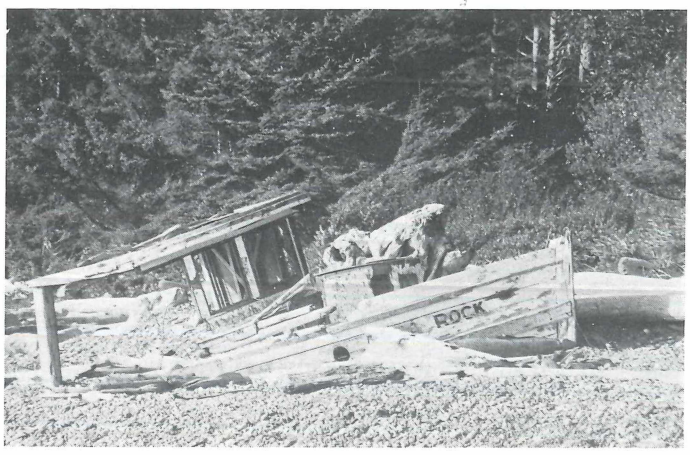
Durch den Bau der Ölpipeline von der Prudhoe Bay quer durch Alaska nach Valdez, wo das Öl dann in alaskanische Supertanker gepumpt wird, die täglich entlang der ganzen westkanadischen Pazifikküste südlich nach Cherry Point im Staate Washington (USA) fahren, besteht nun auch hier die dauernde Gefahr eines Ölunfalls größten Ausmaßes. Zusätzlich ist der weltgrößte Aluminiumhersteller, die Stadt Kitimat – in den Fjorden British Columbias gelegen –, bedeutender Abnahmehafen für alaskanisches und indonesisches Öl.

So liegen insbesondere die sehr einsamen Queen-Charlotte-Inseln nahe dieser 3 Haupttankerlinien; und wenn man weiß, daß die außergewöhnlich rauhe Pazifikküste dort (z.B. Hecate Strait) schon immer unzählige Schiffsunglücke verursacht hat, dann ist es eigentlich nur eine Frage der Zeit, wann die phantastischen Driftwood-Spülsäume dort mit ihren imposanten Baumriesen bald ebenfalls mit angeschwemmtem Öl verseucht sein könnten. Denn »Oilspills« (Ölflecken) wurden schon jetzt in den Meeresspülsäumen der westkanadischen Pazifikküste vom Verfasser mehrfach gefunden und deuten darauf hin, daß die lokalen Wind- und Strömungsverhältnisse die Strände eher belasten als schützen werden.

Neben den Ölspuren, die bisher zwar nur in sehr geringem Ausmaß in den Meeresspülsäumen, der ja zum überwiegenden Teil sehr einsamen Küsten des Untersuchungsgebietes, gefunden wurden, belastet in zunehmendem Maße auch der lokale Müll dieses eigentlich hier noch ökologisch weitgehend intakte Teilökosystem. Die einheimischen Bewohner der oft sehr kleinen und isoliert liegenden nordeuropäischen und westkanadischen Siedlungen sowie die Indianer- und Fischerlappendörfer benutzen sowohl den Strand als auch das Meer zuoft als Abfalldeponie, wobei über kurz oder lang der gesamte anthropogene »Dreck« sich fast ausschließlich auf den Meeresspülsaumbereich konzentriert – hier durch die Meeresströmungen und v.a. von den Hochwassern letztendlich »zusammengeschoben« wird.

Diese festen Bestandteile geben genauestens Aufschluß über das Konsumverhalten der »Anlieger«, wobei genau wie in Mitteleuropa die unbedenklicheren Materialien wie Holz, Hanfseile (Netzwerk) und Glas (»Fischerkugeln«) in zunehmendem Maße von Kunststoffen (z.B. Plastikplanen, Styropor, Nylonnetze etc.), Metallteilen (Öfen, Nägeln, Draht, Kriegsmaterial des 2. Weltkrieges/Nordnorwegen) und flüssigkeitsgefüllten Fässern und Kanistern (Lacke, Farben etc.) verdrängt werden. Im Gegensatz zu den z.T. hundertfach dichter besiedelten Gebieten weiter im Süden (Mitteleuropa, Südwestkanada und USA) könnte der bisherige Abfall hier jedoch durch eine 1- bis 2malige Aktion von den Meeresspülsäumen abgesammelt werden (was auch vom Verfasser beobachtet wurde – allerdings mit anschließendem Verbrennen), und wenn sich parallel dazu die »Wegwerfmentalität« der Anwohner schlagartig ändern würde, wäre das Teilökosystem Meeresspülraum in den Untersuchungsgebieten wieder weitgehend ökologisch intakt, d.h. von anthropogener (sichtbarer) Verschmutzung unbelastet.

Ganz anders die Situation z.B. an unserer Nordseeküste. Nicht nur jeder einzelne deutsche Küstenbewohner kann theoretisch als Verantwortlicher für die zunehmende Belastung der hiesigen Meeresspülsäume durch anthropogene Abfälle mitherangezogen werden, sondern auch und v.a. die Industrie und viele Städte und Gemeinden aller Anliegerstaaten der Nordsee, die Länder, die an den großen Flüssen liegen, die in das Wattenmeer münden, sowie die nationale und internationale Seeschiffahrt einschließlich der Ölförderfelder kommen als potentielle Verursacher dieser perma-



Noch sind die anthropogenen »Abfälle« hier in den Meeresspülsäumen an den meist einsamen subarktischen/nordborealen Küsten durchaus akzeptabel, aber schon mehren sich Plastikmüll, Ölreste und andere giftige Substanzen in diesem so interessanten Teilökosystem und weisen warnend in die Zukunft. Foto: K.-P. Hellfritz

nenten Müllbelastungen nachweislich häufig genug in Frage.

Die Befürchtung, daß wir Mitteleuropäer dadurch unsere biologisch intakten Meeresspülsäume, die ursprünglich ja ein interessantes und wertvolles Teilökosystem darstellten, verlieren, hat sich bereits bestätigt. Wir haben diese Meeresspülsäume weitgehend zu einem ökologisch und ästhetisch unzumutbaren Küstenstreifen umfunktioniert, und man muß heute weit fahren, um diesen Lebensraum in seiner vielfältigen Schönheit noch vorzufinden und genießen zu können.

IV. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit sind die charakteristischen Meeresspülsäume des Nord-Atlantiks (einschließlich ausgewählter Küstenbereiche des Europäischen Nordmeeres sowie der Barents-See) und des Nord-Pazifiks als ökologisch (noch) intaktes Teilökosystem untersucht und vorgestellt worden. Diese meist 1–3 hintereinanderliegenden Meeresspülsäume, die ja vorwiegend das Ergebnis winterlicher Hochwässer sind, setzen sich aus großen Mengen angetriebener Tange (Algen), Treibholz und Resten der Meeresfauna etc. zusammen, und ziehen sich perlschnurartig strandparallel, oft unterbrochen, die Küste entlang.

Durch den ständigen Einfluß des Meerwassers, bedingt ausgeglichen von dem relativen Reichtum organischer Substanz, haben sich auf diesen z. T. sehr instabilen Standorten nur halo-nitrophile (salztolerierende und stickstoffliebende) Pionierpflanzengesellschaften eingestellt, die das sonst oft monotone Bild der Strände farbig unterbrechen. Diese Meeresspülsaumvegetation, die sich mit zunehmender Entfernung von der mittleren Tidenhochwasserlinie in ihrem Gesellschaftsinventar den veränderten ökologischen Bedingungen »sensibel« anpaßt, wird für alle Untersuchungsgebiete vergleichend beschrieben. Gleichzeitig wird die große Bedeutung dieses floristisch interessanten Teilökosystems als Rast-, Nahrungs- und Brutbiotop vieler nordischer Seevogelarten herausgestellt.

Neben natürlichem Treibsel belastet auch hier im einsamen Norden der Erde schon zunehmend anthropogener Müll lokal die Meersspülsäume. Bei genauer Kontrolle der unterschiedlichen »Abfallprodukte«, die ja vom Meer z. T. über weite Strecken kontinuierlich herantransportiert werden, sind Prognosen der zukünftigen Gefährdung der auf diesen Lebensraum angewiesenen Pflanzen und Tiere recht genau möglich und beweisen die wichtige Bioindikatorfunktion, die Meeresspülsäume weltweit besitzen. Durch die v. a. während des Vortrags gezeigten Bilder von den ökologisch (noch) intakten Meeresspülsäumen der Untersuchungsgebiete soll an die Schönheit dieses Teilökosystems erinnert werden, damit der mitteleuropäische Mensch sich nicht allzu schnell an die »Abfallstrände« seiner Heimat anpaßt, sondern aktiv dagegen vorgeht.

V. Summary

This present treatise investigates and represents the characteristic littoral fringes (marine drift walls) of the North Atlantic (including selected coastal areas of the European Arctic Ocean as well as the Barents Sea) and the North Pacific as an ecologically (still) intact partial ecosystem. These littoral fringes, 1–3 in succession from the shoreline, which are in particular the result of wintry high tides, consist of a great abundance of seaweed (algae), driftwood and remainders of marine animals etc. washed ashore. They stretch along the coast parallel to the

Die Früchte von *Cakile edentula* ssp. *edentula* (Meersenf), einer typischen halonitrophilen Pionierpflanze der westkanadischen Meeresspülsäume. Foto: K.-P. Hellfritz

Auf den dunkelbraunen, Sonnenwärme absorbierenden »Tangbeeten« Islands wachsen als Erstbesiedler vornehmlich die *Atriplex*-Arten (Melden). Foto: K.-P. Hellfritz

beach like a string of pearls, with many interruptions.

Due to the conitnuous influence of seawater, though conditionally compensated by the large richness of organic material, only halo-nitrophile (salt-tolerating and nitrogen-prefering) pioneer plant associations, which colourfully interrupt the often monotonous sight of the beaches, have settled here inspite of these sometimes rather unstable local conditions. This littoral zone vegetation, which »sensitively« adapts – with increasing distance from the medium high tide level – its inventory of associations to the altered ecological conditions, is comparatively described for all study areas. Simultaneously the great importance of this floristically interesting partial ecosystem is emphasized as a biotope for rest, food and brood for many northern seabirds.

In addition to natural drift material more and more anthropogene refuse is already locally polluting even the lonesome northern coasts of the earth. Looking more thoroughly at the different waste products which are continually delivered by the sea, sometimes having covered long distances, quite exact predictions about the future jeopardy of those plants and animals dependent on this life space can be made and they emphasize the important function the littoral zones have as a bioindicator all over the world. The photographs which were especially shown during the lecture, presenting the ecologically (still) intact littoral fringes of the study areas, are to call to mind the beauty of this partial ecosystem in order that the Middle European inhabitant does not adapt too quickly to »junk beaches« in his native country, but will proceed against it actively.

VI. Literatur

Benutzte und weiterführende Literatur

CALDER, J. A. et R. L. TAYLOR (1968): Flora of the Queen Charlotte Islands (Part 1). – Research Branch, Canada Department of Agriculture, Monograph No. 4. – Ottawa, Canada

ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. – Stuttgart

FORWARD, C. N. (Ed.) (1979): Vancouver Island, Land of Contrast. – Western Geographical Series, Volume 17. – Victoria, Canada

HELLFRITZ, K.-P. (1980): Zur Küstenvegetation von Ost-Finnmark/Norwegen. – 1. Staatsexamensarbeit. – Münster

HENLEY, T. (1980): Baselines – Cataloguing What We've Got Before It's Gone. In: All Alone Stone, Volume IV: 68–69. – Masset, Canada

HITCHCOCK, C. L. et A. CRONQUIST (1978): Flora of the Pacific Northwest. – Seattle, USA

HULTEN, E. (1971): Atlas över växternas utbredning i Norden. – Stockholm, Schweden

KORNMANN, P. u. P. H. SAHLING (1978): Meeresalgen von Helgoland. – Hamburg

LID, J. (1974): Norsk og Svensk Flora. – Oslo, Norwegen

LÖVE, A. (1977): Islenzk Ferdaflóra. – Reykjavik, Island

NASSAUER, G. (1981): Untersuchungen zur Müllbelastung von Stränden der deutschen Nordseeküste. – Seevögel 3: 53–57

NORDHAGEN, R. (1940): Studien über die maritime Vegetation Norwegens (Teil 1). Die Pflanzengesellschaften der Tangwälle. – Bergens Museums Årbok 1939–40. Naturv. rek. 2: 1–123

NORDHAGEN, R. (1970): Norsk Flora. Bd. 1–3. – Oslo, Norwegen

SASSE, E. (1981): Zur Küstenvegetation zwischen Bodø und Narvik/Norwegen. – 1. Staatsexamensarbeit. – Münster

SCHMEIL-FITSCHEN (1982): Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. – Heidelberg

SÖMME, A. (Hrsg.) (1974): Die Nordischen Länder. – Braunschweig

STATISTISK SENTRALBYRÅ (1977): Fylkeshefte for Finnmark. – Vadsö, Norwegen

STEFANSSON, S. (1948): Flóra Islands. – Akureyri, Island

STEINDORSSON, S. (1974): Skrá um íslensk gró = durhverfi. (A List of Icelandic Plantsociations). – Research Institute Nedri Ás, Hveragerdi, Island 17: 1–23

SZCZAWNISKI, A. F. et A. S. HARRISON (1973): Flora of the Saanich Peninsula. In: Occasional Papers of the British Columbia Provincial Museum No. 16. – Victoria, Canada

TASCHEREAU, P. M. et al. (1983): The genus Atriplex (Chenopodiaceae) in Canada. – Agriculture Canada, Monograph No. 31. – Ottawa, Canada

THANNHEISER, D. (1981): Die Küstenvegetation Ostkanadas. – Münstersche Geographische Arbeiten, Bd. 10. – Paderborn

THANNHEISER, D., T. WILLERS u. G. LEYDAG (1983): Island, Exkursionsbericht, Heft 2, Institut für Geographie. – Münster

THOMSON, R. E. (1981): Oceanography of the British Columbia Coast. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 56. – Ottawa, Canada

TÜXEN, R. (1962): Zur systematischen Stellung von Speziaiisten-Gesellschaften. – Mitt. flor.-soz. ArbGem. N. F. 9: 57–59

TÜXEN, R. (1966): Über nitrophile *Elymus*-Gesellschaften an nordeuropäischen, nordjapanischen und nordamerikanischen Küsten. – Ann. Bot. Fennici 3: 358–367

VAUK, G. (1983): Rettet der geplante Nationalpark das Wattenmeer? – In: Niedersächsischer Jäger 23: 1257–1265

Anschrift des Verfassers:

Karl-Peter Hellfritz
Vogelschutzgebiet
NSG Oehe-Schleimünde
2341 Maasholm

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: 5_SB_1984

Autor(en)/Author(s): Hellfritz Karl-Peter

Artikel/Article: Charakteristische Meeresspülsäume des Nord-Atlantiks (einschließlich ausgewählter Küstenbereiche des Europäischen Nordmeeres sowie der Barents-See) und des Nord-Pazifiks 81-91