©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Kieler Notiz. Pflanzenkd. Schleswig-Holstein Hamb. **31**: 57-71, Kiel 2003

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Treibselmengen und Vorlandnutzung an der Westküste Schleswig-Holsteins

- Sabine Gettner, St. Peter-Ording -

Kurzfassung

An den Seedeichen der Wattenmeerküste werden bei Sturmfluten große Mengen Treibgut angespült, das zur Erhaltung der Deichsicherheit mit hohem Aufwand abgefahren und entsorgt werden muss. Vor dem Hintergrund, dass im Winter 1999 / 2000 bei Sturmfluten mit westlicher Windrichtung ein starker Anstiegs der Treibselmengen auftrat, sollte untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen der Menge des anfallenden Treibsels und der Bewirtschaftung der Deichvorländer besteht.
Zu diesem Zweck wurde eine kombinierte Untersuchung der Zusammensetzung der Salzmarschen-Phytomasse im Vorland und des Treibsels am Deich durchgeführt. Um einen Bezug zwischen dem Treibsel und den Probeflächen mit ihrer bekannten Nutzung herzustellen, wurden an den jeweiligen Probenahmestellen schwimmfähige Markierungsstäbe ausgebracht.
Die Ergebnisse erlauben den Schluss, dass die Menge des über einen mehrjährigen Zeitraum am Deich angelandeten Treibsels aus unbeweideten Salzmarschen zumindest in der oberen Salzmarsch pro Flächeneinheit mit hoher Wahrscheinlichkeit größer ist als aus intensiv beweideten Flächen.

Abstract: On the relationship between driftline material accumulation on seewalls and saltmarsh grazing intensity on the west coast of Schleswig-Holstein

During storm tides huge amounts of driftline material accumulate at the seawalls of the Wadden sea coast. In order to maintain the seawalls, the driftline material has to be removed with high efforts. As the amount of driftline material increased strongly during the winter of 1999 / 2000 it should be investigated, if a relation between the amount of material at the seawall and the type of landuse (lifestock grazing) in the saltmarshes could be found.

In a combined study the composition of both plantbiomass in the saltmarshes and in the driftline material were investigated. Marking sticks as floatable tracers were deposited at the sampling plots and relocated later in the driftlines in order to determine the relation between saltmarsh grazing intensity and the amount of driftline material at the seawall.
The results allow to conclude, that the amount of driftline material from ungrazed saltmarshes reaching the seawall over a period of several years is greater per area with than the amount of material from heavyly grazed marshes.

Keywords: driftline material, saltmarsh, biomass, land use

1 Anlass und Fragestellung

An den Nordsee-Deichen wird vor allem im Herbst und Winter bei hoch auflaufenden Fluten Treibgut angespült, das sogenannte Treibsel oder Teek. Treibsel muss aus Gründen der Deichsicherheit von den Seedeichen entfernt werden und verursacht aufgrund des hohen An-teils an Handarbeit bei der Abfuhr und anschließender Verwertung oder Deponierung in Schleswig-Holstein hohe Kosten von über 15 €/m³ (Herr PETERSEN, Amt für ländliche Räume Husum, pers. Mitt: 1999; PROBST, 1999).
Im Winter 1999/2000 führten vermehrte Sturmflutereignisse in Schleswig-Holstein zu einem gegenüber den Vorjahren wesentlich erhöhten Treibselaufkommen. Besonders große Mengen

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

landeten mit 111.924 m^3 allein an den Deichen der Unterelbe an (Haseldorfer Marsch, Seestermüher Marsch, Kremper Marsch, Wilster Marsch). Vor dem Winter 1999/2000 lag der langjährige Mittelwert (1978 – 1999) für die schleswig-holsteinischen Küstengebiete (Unterelbe, Dithmarschen und Nordfriesland) zusammen dagegen bei 107.954 m^3. Die langjährigen Treibselabfuhr-Statistiken[1] der Ämter für Land- und Wasserwirtschaft bzw. des heutigen Amtes für ländliche Räume (im Folgenden: AlR) zeigen, dass im Zusam-menhang mit außergewöhnlichen Sturmflutereignissen auch in einzelnen früheren Jahren große Treibselmengen anfielen, die aber nur im „Katastrophenjahr" 1976 die Treibselmen-gen des Winters 1999/2000 überstiegen. Für Dithmarschen und Nordfriesland zusam-men liegt der Jahresmittelwert – gemittelt über 27 Jahre (1974 bis 1999) – bei 61.222 m^3. Die Mengen weisen insgesamt eine leicht sinkende Tendenz auf (s. Tab. 1), was auf über-greifende Ostwindwetterlagen der jüngsten Zeit zurückzuführen ist (K. Petersen, schriftl. Mitt.).

Tab. 1: Treibselmengen von 1973 bis 1999 für die beiden Westküsten-Kreise Nordfriesland und Dithmarschen (erstellt aus Treibselabfuhrdaten des AlR Husum durch Herrn HAMANN, Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning). Die südliche Grenze des in dieser Statistik erfassten Bereiches liegt in der Nähe von Brunsbüttel (Herr UNBEHAUN/AlR Husum, pers. Mitt., 2000).

Zeitraum	**Nordfriesland [m^3]**	**Dithmarschen [m^3]**	**Westküste [m^3]**
1974 – 1979	59.318	26.545	85.863
1980 – 1989	34.299	21.146	55.446
1990 – 1999	33.982	18.230	52.213
Gesamt: 1974 – 1999	39.951	21.271	61.222

Vor dem Hintergrund der starken Kostensteigerung im Winter 1999 / 2000 für die Abfuhr und Entsorgung des Treibsels erteilte das Amt für ländliche Räume Husum den Auftrag für eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Treibselmengen und der Bewirtschaftung der Deichvorländer (GETTNER 2002a). Ziel der Untersuchung war die Gewinnung einer aktuellen und gebietsspezifischen Datenbasis für Nordfriesland und Dithmarschen als Entscheidungsgrundlage für ein integriertes Küstenzonenmangement (vgl. z. B. KANNEN 2001).
Von rund 10.000 ha Salzmarschen an der gesamten schleswig-holsteinischen Westküste (innerhalb und außerhalb des Nationalparks) wurden zwischen 1990 und Ende 1998 42 % aus der landwirtschaftlichen Nutzung entlassen. 33 % der Salzmarschen werden nach wie vor intensiv beweidet und 25 % extensiv (STOCK 1998). Die durchgeführten Nutzungsexten-sivierungen in den Salzmarschen sind politisch gewollt und stehen nicht zur Disposition. Sie beruhen auf folgenden gesetzlichen Grundlagen:

- Landesnaturschutzgesetz (INNENMINISTER DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN, Hrsg., 1993, § 15a): Grundsätzliches Verbot der Salzwiesenbeweidung im Nationalpark
- Nationalparkgesetz (NPG, § 2 (3), § 2 (2), §6 (1) 5.): Ausnahmen vom Verbot der Salzwiesenbeweidung sind im Nationalpark nur für Erfordernisse des Küstenschutzes oder des Naturschutzes zulässig.

[1] Bei der Beurteilung der Treibselabfuhrmengen ist zu beachten, dass erst seit einigen Jahren ein präzises Messverfahren besteht. Davor wurden die Mengen geschätzt. Nach Vermutungen von Herrn K. PETERSEN, AlR Husum, sind damals möglicherweise Übermengen notiert worden, da die Abrechnung der Arbeit nach Menge erfolgte.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

2 Ergebnisse früherer Untersuchungen

Die Menge des angelandeten Treibsels ist in hohem Maße abhängig von der Anzahl und Stärke der Sturmflutereignisse. Die Sturmflutaktivität wie auch die Treibselmengen variieren stark von Jahr zu Jahr (MOCK et al. 1998). Häufigkeit und Intensität der Sturmfluten nehmen tendenziell zu (HOFSTEDE 1994). Weitere Parameter, die die Treibselmenge beeinflussen, sind die vorherrschende Windrichtung, die Lage des Deiches zur herrschenden Windrichtung, die Strömungs- und Tidenstromverhältnisse, die Größe des Vorlandes, die Zusammensetzung der Vorlandvegetation sowie „Buchteneffekte“ (NIEDERS. AG 1996).
Die Auswirkungen von Nutzungsextensivierung im Vorland auf die Treibselmenge werden von verschiedenen Bearbeitern als offensichtlich angesehen (DENKINGER 1989; MOCK et al. 1998; GERLACH, pers. Mitt., 2000; PERSICKE, pers. Mitt., 2000). Umfangreiche Untersuchungen der Treibselereignisse zwischen 1995 und 1997 an der schleswig-holsteinischen Westküste zeigten, dass in vier von sieben auswertbaren Treibselereignissen die geringste Menge an Treibsel aus intensiv genutzten Salzmarschen angelandet wurden. Bei zwei dieser sieben Treibselereignisse kam die geringste Menge aus Vorländern mit extensiver Beweidung bzw. Mischnutzung und in einem Fall von unbeweideten Vorländern. Zum Teil lagen die Treibselmengen aus mäßig genutzten Salzmarschen höher als die aus unbeweideten Vorländern. Bislang konnten Unterschiede bezüglich der Vorlandnutzung allerdings nicht statistisch abgesichert nachgewiesen werden. MOCK et al. 1998 führten dies auf zu geringe Stichprobenumfängen zurück, aufgrund derer die Ergebnisse sehr große Standardabweichungen aufwiesen, die zum Teil sogar die Mittelwerte überstiegen.
Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, das am Deich angelandete Treibsel einer bestimmten Vorlandfläche und damit einer Nutzung zuzuordnen, da ein Teil des Treibsels von Strömungen verdriftet wird, so dass an vielen Deichstrecken „Mischtreibsel“ anlandet, das nicht eindeutig einem Vorlandbereich bzw. einer Nutzung zuzuordnen ist. Außer der Exposition und der Hauptwindrichtung überlagert zudem die Größe des Vorlandes die Auswirkungen unterschiedlicher Nutzungen: Grundsätzlich nimmt die angelandete Treibselmenge pro Hektar mit steigender Größe des Vorlandes ab. Starke Schwankungen der Sturmfluthäufigkeit und –stärken verhindern eine Vergleichbarkeit verschiedener Treibselereignisse untereinander.

3 Die Untersuchungsgebiete

Für Dithmarschen (vorwiegend obere Salzwiese) und Nordfriesland (vorwiegend untere Salzwiese) wurden anhand pflanzensoziologischer Vegetationskarten des Vorlandmonito-rings aus dem Jahr 2001 (GETTNER 2002b) je ein repräsentatives Gebiet ausgewählt. De facto gibt es in Schleswig-Holstein keine wirklich gut geeigneten Untersuchungsgebiete, weil entlang der gesamten Westküste entweder die Nutzung zu kleinräumig wechselt, die Strömungen ungünstig sind oder Sondersituationen vorliegen.
Am besten geeignet war in Dithmarschen das Vorland des Kaiser-Wilhelm-Koogs, in Nordfriesland das Vorland von Westerhever. Da Zweifel an der Eignung des Westerhever-Vorlands für die Versuchsanordnung (s. Kap. 4) bestanden, wurde hier zur Absicherung im Januar 2001 ein weiterer Vorversuch mit Markierungsstäben erfolgreich durchgeführt.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

4 Material und Methoden

4.1 Hypothesen

Um den Einfluss der Nutzung getrennt von den übrigen, stark divergierenden Einflüssen beurteilen zu können, wurde ein Experiment geplant und durchgeführt, das bereits vor dem Treibselanfall bei der oberirdischen Phytomasse im Vorland ansetzt. Es wurden folgende Hypothesen aufgestellt mit dem Ziel, diese mittels eines geeigneten Probennahme-Designs empirisch zu überprüfen:

1.1) Nullhypothese H_o:	Der Austrag an Phytomasse im Winter ist für unbeweidete und intensiv beweidete Salzmarschen gleich groß.
1.2) Alternativ-Hypothese (zweiseitig):	Der Austrag an Phytomasse im Winter aus unbeweideten Salzmarschen unterscheidet sich von dem Austrag aus intensiv beweideten Salzmarschen.

Geplant war, durch den Vergleich von Herbst- und Frühjahrs-Phytomasse sowie weiterer organischer und anorganischer Bestandteile auf den Probeflächen[2] im Deichvorland die Differenz zu bestimmen, also die maximale Menge des „potentiellen Treibsels“. Nach geeigneten Hochwasserereignissen sollte in den Untersuchungsgebieten der Treibsel am Deich in ähnlicher Weise auf seine Zusammensetzung untersucht werden. Um einen Bezug zwischen dem Treibsel und den Probeflächen mit ihrer bekannten Nutzung herzustellen, sollten an den jeweiligen Probenahmestellen schwimmfähige Markierungsstäbe deponiert werden. Der Zusammenhang zwischen der Artenzusammensetzung im Treibsel und in den zugehörigen Phytomasseproben wurde anhand folgender Hypothesen überprüft:

2.1) Nullhypothese H_o:	Die Zusammensetzung der Phytomasse ist nicht mit der des Treibsels zur gleichen Jahreszeit korreliert.
2.2) Alternativ-Hypothese:	Zwischen der Zusammensetzung der Phytomasse und der des Treibsels zur gleichen Jahreszeit besteht ein linearer Zusammenhang (=Korrelation).

4.2 Beprobung der Phytomasse im Vorland und des Treibsels

Auf ausreichend großen und möglichst gut vergleichbaren Flächen unterschiedlicher Nutzung wurde die oberirdische Phytomasse in Bezug auf ihre Menge und Artenzusammensetzung untersucht. Die Untersuchung wurde zunächst in der ersten Oktober-Hälfte vor Einsetzen der größeren Sturmfluten durchgeführt und Anfang Februar wiederholt, um über die Differenz die Menge des „potentiellen Treibsels“ zu bestimmen.
An den Flächen der Phytomasse-Untersuchungen wurden Markierungsstäbe ausgebracht, um den Weg losgerissener Salzmarschen-Phytomasse bei Sturmfluten nachvollziehen zu können. Die Stäbe sollten anzeigen, ob und wo aus der jeweiligen Versuchsfläche Treibsel am Deich angelandet wurde, um dort die Zusammensetzung des Treibsels zu untersuchen. Der am Deich angetriebene Treibsel wurde zwischen den beiden Phytomasse-Probenahmen an zwei verschiedenen Terminen untersucht, um die jahreszeitliche Variabilität zu berücksichtigen.
Im Winter 2000 wurde ein Vorversuch zur Schwimmfähigkeit und Wiederauffindbarkeit der geplanten Markierungsstäbe erfolgreich durchgeführt.

[2] Diese Bestandteile wie Schafkot, Tange, Federn, Krebspanzer oder Abfall werden im Folgenden unter dem Begriff „Phytomasse“ subsummiert und nur dort explizit aufgeführt, wo es von besonderer Bedeutung ist.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Sowohl für Nordfriesland als auch für Dithmarschen (s. Kap. 3) wurde je eine intensiv beweidete und eine unbeweidete Versuchsfläche ausgewählt, die jeweils vergleichbare Exposition und Entfernung vom Deich aufwiesen. Pro Versuchsfläche wurden sowohl im Herbst als auch im Frühjahr auf je sechs Probeflächen von je 0,25 m^2 die gesamte oberirdische Phytomasse abgeerntet. Insgesamt vier Wertepaare (zwei aus der unbeweideten unteren und zwei aus der unbeweideten oberen Salzmarsch) mussten verworfen werden, da die Werte für die Frühjahrs-Phytomasse höher waren als die der Herbst-Phytomasse.
Pro Probefläche wurden zwei (in Dithmarschen) bzw. drei (in Nordfriesland) Markierungsstäbe ausgebracht (das heißt 12 Stäbe pro Nutzungsart im Kaiser-Wilhelm-Koog-Vorland und 18 Stäbe pro Nutzungsart im Westerhever-Vorland).
Beim ersten größeren Treibselereignis, das sich im Herbst 2001 in dem jeweiligen Untersuchungsgebiet ereignete, wurde der Treibsel aus den mit Markierungsstäben gekennzeichnete Spülsäumen beprobt. Eine zweite Probennahme erfolgte im zeitigen Frühjahr beim ersten Treibselanfall nach einer erneuten Ausbringung von Markierungsstäben an den alten Probeflächen. Aus den markierten Treibselsäumen wurden je sechs Parallelproben von je 2 l Menge entnommen.

4.3 Laborarbeit

Sowohl die Phytomasse-Proben wie auch die Treibselproben wurden nach Pflanzenarten und sonstigen Bestandteilen sortiert. Die Treibselproben wurden MOCK et al. (1998) folgend bis zur Bearbeitung tiefgefroren. Proben, die überwiegend aus kleinen bis sehr kleinen Teilen bestanden, wurden auf einem Tablett ausgebreitet und dort eine repräsentative Teilprobe zum Sortieren abgetrennt. Die Identifizierung der Pflanzen (-teile) erfolgte an der frischen bzw. aufgetauten Phytomasse mit Hilfe gängiger Bestimmungsliteratur (ROTHMALER 1988; RAABE 1975; HUBBARD 1985; KÖNIG 1948; V. GLAHN 1987; GARVE 1982). Zudem wurde im Herbst nach dem Vorschlag PERSICKES (1996) ein Treibsel-Vergleichsherbar angelegt, das bei dem späteren Sortieren des Treibsels wertvolle Dienste leistete. Die einzelnen Fraktionen wurden 24 Stunden bei 80° C getrocknet (GERLACH et al. 1999). Über das Trockengewicht wurden die Gewichtsprozente der Arten an der Phytomasse bzw. Treibselmasse bestimmt.

4.4 Statistische Methoden

Um zu beurteilen, ob die innerhalb der Proben beobachteten Unterschiede tatsächlich auf den vermuteten Ursachen beruhen oder auf anderen Ursachen oder Zufall, ist es notwendig, statistische Tests durchzuführen. Das Ergebnis eines Hypothesentests gilt als statistisch signifikant, wenn die Annahme berechtigt ist, dass ein theoretisch angenommener und in den Daten vorgefundener Zusammenhang nicht allein durch die Unschärfe erklärt werden kann, die mit der Stichprobenziehung verbunden ist. Die Berechtigung dieser Annahme kann nie mit Sicherheit erwiesen werden, sondern nur mit einer gewissen, vorab festzulegenden Irrtumswahrscheinlichkeit. Für die vorliegende Untersuchung wurde eine Irrtumswahr-scheinlichkeit von 5 % (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$) angestrebt
Da der Stichprobenumfang ($n = 6$) unter statistischen Gesichtspunkten als klein einzustufen ist, war es sinnvoll, die Hypothesen mittels verteilungsfreier Tests zu überprüfen. Für Stichproben mit einem Umfang von $n = 6$ wurden Tests nach Kolmogoroff und Smirnoff (KS-Test) durchgeführt, da dieser als schärfster Homogenitätstest gilt hinsichtlich der Frage, ob zwei unabhängige Stichproben aus derselben Grundgesamtheit stammen (SACHS 2002). Sofern der Umfang einer der beiden zu testenden Stichproben durch unplausible Werte auf unter sechs sank, wurde stattdessen der U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney durch-geführt. Um mögliche Korrelationen zwischen der Zusammensetzung der Phytomasseproben und der Treibselproben in

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

bezüglich der Anteile der Sortierfraktionen zu ermitteln, wurde der Rang-Korrelationskoeffizient nach Spearmann berechnet, wegen des häufigen Auftretens von Bindungen (d. h. gleichen Werten) als „Spearmannsche Rangkorrelation bei Bindungen“ r_{SB} (SACHS 2002).

4.5 Messung markierter Spülsäume durch das AlR

Nach den erfolgreichen Wiederfunden der Marker im Spülsaum der Herbstfluten im Oktober wurden im Frühjahr zusätzlich zu bisherigen Versuchsanordnung die Spülsaum-Strecken markiert, in der einheitliche Markierungsstäbe gefunden werden würden, um das Volumen des Treibselsaums pro laufendem Meter Deichstrecke zu bestimmen.
Im Kaiser-Wilhelm-Koog-Vorland wurden vor Abfuhr des Spülsaums die Länge der beiden gekennzeichneten Strecken hinter der Weide und der Brache von den Mitarbeitern des Baubetriebs 4 gemessen. Danach wurde das Material zusammengeschoben und nach Kubikmetern bestimmt (KATH, AlR, pers. Mitt. 2002). Aus Länge und Volumen des markierten Treibselsaums wurde die Treibselmenge pro Meter Deichstrecke berechnet. Im Westerhever-Vorland dagegen konnte aufgrund der während des Hochwassers am 20.1.2002 herrschenden Strömungsverhältnisse keine sinnvolle Vergleichsmessung durchgeführt werden.

5 Ergebnisse

5.1 Phytomasse

Die Phytomasse-Werte zeigten vor allem in unbeweideten Salzmarschen eine große Variabilität selbst innerhalb pflanzensoziologisch homogener Bestände (s. Tab. 2).
In den sechs unbeweideten Probeflächen in der oberen Salzmarsch (Kaiser-Wilhelm-Koog-Vorland) waren drei Grasarten die mit Abstand wichtigsten Phytomasse-Bildner: Haupt-Bestandsbildner war *Elymus athericus agg.* mit einem durchschnittlichen Herbst-Aufwuchs von 519 g/m^2, während *Festuca rubra agg*. mit 223 g/m^2 und *Agrostis stolonifera* mit 109 g/m^2 deutlich niedriger lagen. In den intensiv beweideten Vergleichsflächen trug *Festuca rubra agg.* mit 133 g/m^2 am stärksten zum herbstlichen Aufwuchs bei, gefolgt von *Agrostis stolonifera* 87 g/m^2. Den gewichtsmäßig zweitgrößten Anteil noch vor *Agrostis stolonifera* allerdings nahm in der beweideten oberen Salzmarsch die Fraktion „Schafkot“ ein, deren durchschnittliches Gewicht im Herbst bei 88 g/m^2 lag.
In der unteren Salzmarsch (Westerhever-Vorland) standen im Herbst auf den unbeweideten Probeflächen durchschnittlich (= arithmetisches Mittel des Trockengewichts aller sechs Probeflächen) 493 g/m^2 *Atriplex portulacoides*. Die drei nächstgrößten, aber deutlich geringeren Beiträge zur oberirdischen Phytomasse lieferten *Puccinellia maritima* (66 g/m^2), *Spartina anglica* (56 g/m^2) und *Aster tripolium* (45,36 g/m^2). Auch in den intensiv beweideten Probeflächen trug im Herbst *Atriplex portulacoides* durchschnittlich am meisten (232 g/m^2) zur Trockensubstanz bei, gefolgt von *Puccinellia maritima* (195 g/m^2). Größere Anteile lieferten darüber hinaus *Limonium vulgare* (77 g/m^2), *Salicornia ramosissima* (49 g/m^2) und *Artemisia vulgaris* (46 g/m^2). Bestandteile, die wie Schaf- und Gänsekot nicht zur oberirdischen Phytomasse zählten, waren insgesamt eher unbedeutend: Der einzige Anteil von über 1 % waren „Erde und Rhizome“ (2,5 %) in den intensiv beweideten Probeflächen.
Die höchsten Gesamt-Biomassen traten – sowohl im Herbst wie auch im Frühjahr – in der unbeweideten oberen Salzmarsch (Kaiser-Wilhelm-Koog) auf, gefolgt von der unbeweideten unteren Salzmarsch (Westerhever, s. Abb. 1). Die beweideten Salzmarschen bauten in der Regel deutlich weniger Biomasse auf als die unbeweideten, abgesehen vom Herbst-Aufwuchs in der unteren Salzmarsch, der nur unwesentlich höher war als in der beweideten Vergleichsfläche.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Ohne Beweidung produzierte die obere Salzmarsch mehr Phytomasse als die untere. Bei Beweidung dagegen war die Produktion in der unteren Salzmarsch höher als in der oberen.

Tab. 2: Gesamt-Phytomasse an den vier untersuchten Salzmarschen-Standorten im Herbst und im Frühjahr. Die Differenz aus beiden Werten stellt die maximale Menge an Phytomasse dar, die potentiell als Treibsel am Deich angelandet worden sein könnte.

	Stichproben-Umfang *n*	**Wertebereich [g/m²]**	**Standard-Abweichung *s***	**arithmetisches Mittel [g/m²]**	**arithmetisches Mittel [kg/ha]***
untere Salzmarsch, unbeweidet, Herbst	4	527,00 – 988,60	206,85	684,58	
untere Salzmarsch, unbeweidet, Frühjahr	4	453,87 – 874,36	193,78	604,69	
untere Salzmarsch, unbeweidet, Differenz: Herbst – Frühjahr	**4**	**8,72 – 143,73**	**60,69**	**79,89**	**798,90**
untere Salzmarsch, intensiv beweidet, Herbst	6	419,17 – 791,48	142,26	675,06	
untere Salzmarsch, intensiv beweidet, Frühjahr	6	159,96 – 692,40	186,09	471,00	
untere Salzmarsch, intensiv beweidet, Differenz: Herbst – Frühjahr	**6**	**51,16 – 294,36**	**88,05**	**204,06**	**2.040,60**
obere Salzmarsch, unbeweidet, Herbst	4	864,04 – 1.366,36	220,32	1.064,50	
obere Salzmarsch, unbeweidet, Frühjahr	4	672,92 – 737,24	30,73	718,88	
obere Salzmarsch, unbeweidet, Differenz: Herbst – Frühjahr	**4**	**22,56 – 634,88**	**212,40**	**345,62**	**3.456,20**
obere Salzmarsch, intensiv beweidet, Herbst	6	279,80 – 436,64	58,24	368,63	
obere Salzmarsch, intensiv beweidet, Frühjahr	6	89,77 – 234,12	47,33	161,73	
obere Salzmarsch, intensiv beweidet, Differenz: Herbst – Frühjahr	**6**	**141,08 – 268,08**	**64,89**	**206,89**	**2.068,80**

* = errechnet aus den Werten der Probeflächen. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass die Menge pro Flächeneinheit gebildeten Treibsels mit zunehmender Größe des Vorlandes abnimmt (MOCK et al. 1998).

In der oberen Salzmarsch unterschieden sich die Phytomasse-Mengen in den unbeweideten von denen der intensiv beweideten Probeflächen sowohl im Herbst wie auch im Frühjahr statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\leq$ 1 %. In der unteren Salzmarsch unterschieden sich die Phytomasse-Mengen weder im Herbst noch im Frühjahr auf dem angestrebten Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$. Erst bei Inkaufnahme einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\leq$ 10 % war im Frühjahr ein statistischer Unterschied nachweisbar.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

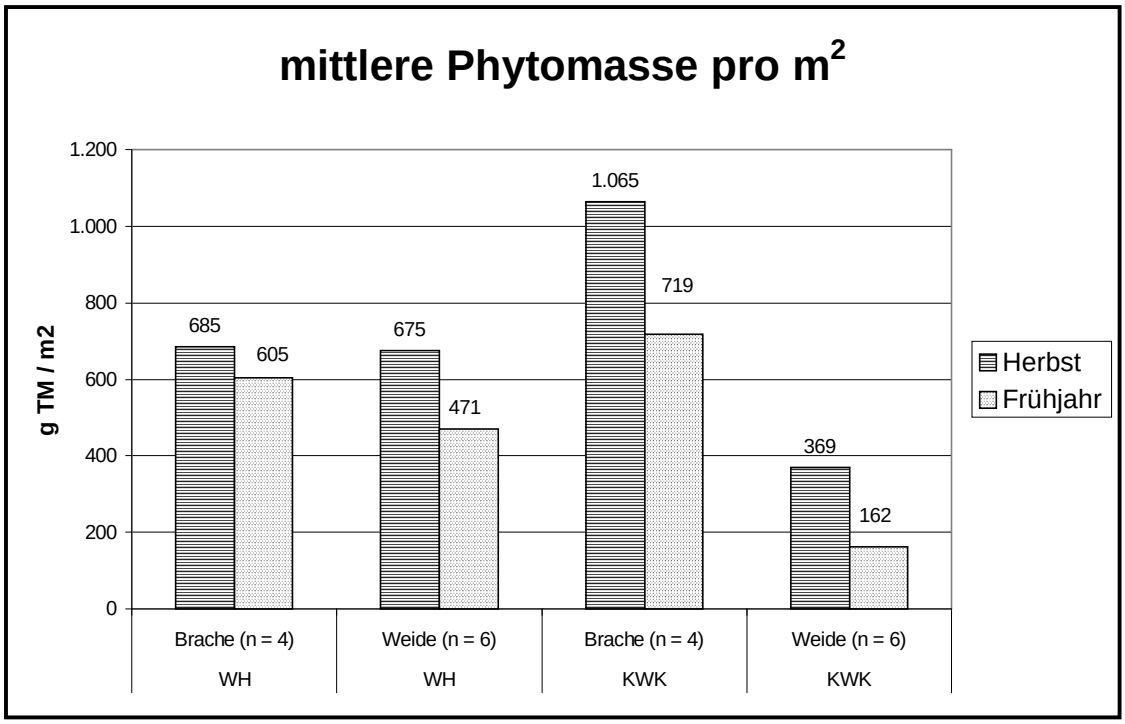


Abb. 1: Übersicht über die durchschnittliche Phytomasse [g/m^2] an den vier verschiedenen Standorten im Herbst 2001 sowie im Frühjahr 2002. WH = Westerhever; KWK = Kaiser-Wilhelm-Koog.

Tab. 3: Ergebnisse der statistischen Überprüfung der Mittelwerte für die Phytomasse der unbeweideten und der intensiv beweideten Probeflächen (n. s. = nicht signifikant, KS-Test für Stichproben mit $n \geq 6$ und U-Test für Stichproben mit $n < 6$).

Probefläche	**Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Brachen: n = 4; Weiden: n = 6)**	**größte Differenz zwischen F_1 und F_2**	**Signifikanzniveau (angestrebt: $\alpha \leq 0{,}05$)**
untere Salzmarsch (Herbst)	Brache um 1,41 % höher als Weide	0,333	n. s.
untere Salzmarsch (Frühjahr)	Brache um 28,38 % höher als Weide	0,667	$\leq 0{,}1$
obere Salzmarsch (Herbst)	Brache um 188,77 % höher als Weide	1	$\leq 0{,}01$
obere Salzmarsch (Frühjahr)	Brache um 444,49 % höher als Weide	1	$\leq 0{,}01$

5.2 Treibsel

53,5 % aller Markierungsstäbe wurden im Treibsel wiedergefunden. In sechs von acht Fällen ermöglichten die Stäbe eine eindeutige Zuordnung des Treibsels zur jeweiligen Nutzung der Salzmarsch. In einem Fall blieben die Marker samt Treibsel in der unbeweideten oberen Salzmarsch hängen und in einem anderen Fall zeigten die Marker Mischtreibsel aus unterschiedlich genutzten Salzmarschen an.
Zwischen 51,1 % und 100 % (durchschnittlich 85,5 %) des Treibsels konnten einer Pflanzenart oder einer der sonstigen Sortierfraktionen zugeordnet werden. Den größten Anteil bilden Pflanzenarten des jeweils vorgelagerten Vorlandbereiches, wobei diese 77,1 % des Brache-Treibsels stellten, aber nur 57,6 % des Weide-Treibsels. Entsprechend nahmen Treibselbestandteile mit

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Herkunft außerhalb der Salzmarschen (Meeresalgen, Federn, Lahnungsreste, Driftpflanzen etc.) im Weide-Treibsel mit 10,9 % einen deutlich höheren Anteil ein als im Brache-Treibsel mit 3,3 % (s. Tab. 4 und 5).
Gräser sind in der Regel im Treibsel unterrepräsentiert, Kräuter dagegen überrepräsentiert. Ausnahmen sind Salzmelde (*Atriplex portulacoides*) und Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*) die im Treibsel stets unterrepräsentiert waren.

Tab. 4: Prozentuale Anteile der Salzmarschenpflanzen, angedriftete Pflanzen von außerhalb der Salzmarsch und anderer Treibselbestandteile unterschiedlicher Herkunft in den Treibselproben aus (teilweise) unbeweideten Salzmarschen (arithmetisches Mittel aus je sechs Proben).

Jahreszeit	**Gebiet und Nutzung**	**Salzmarschen-Pflanzen [%]**	**angedriftete Pflanzen [%]**	**schwer sortierbare Pflanzen-reste [%]**	**Schaf- und Gänse-Kot [%]**	**Sediment und Rhizome [%]**	**Meeresalgen, Lahnungsreste, tierische Reste und Müll [%]**
Herbst	Westerhever, Mischnutzung	80,69	0,00	14,40	3,66	0,33	0,93
Herbst	Kaiser-Wilhelm-Koog, Mischnutzung	64,84	1,31	16,94	13,20	0,08	3,60
Frühjahr	Westerhever, unbeweidet	84,81	5,65	0,20	0,00	1,12	8,22
Frühjahr	Kaiser-Wilhelm-Koog, unbeweidet	78,02	2,66	18,45	0,10	0,17	0,60
	arithmetisches Mittel	**77,09**	**2,41**	**12,50**	**4,24**	**0,42**	**3,34**
	Standard-abweichung	**8,63**	**2,42**	**8,37**	**3,34**	**0,47**	**3,52**

Tab. 5: Prozentuale Anteile der Salzmarschenpflanzen, angedriftete Pflanzen von außerhalb der Salzmarsch und anderer Treibselbestandteile unterschiedlicher Herkunft in den Treibselproben aus intensiv beweideten Salzmarschen (arithmetisches Mittel aus je sechs Proben).

Jahreszeit	**Gebiet und Nutzung**	**Salzmarschen-Pflanzen [%]**	**Driftpflanzen [%]**	**schwer sortierbare „Restpflanzen“ [%]**	**Schaf- und Gänse-Kot [%]**	**Sediment und Rhizome [%]**	**Meeresalgen, Lahnungsreste, tierische Reste und Müll [%]**
Herbst	Westerhever, intensiv beweidet	74,32	0,00	15,22	6,87	0,33	3,13
Herbst	Kaiser-Wilhelm-Koog, intensiv beweidet	54,53	4,10	6,83	17,68	0,38	16,44
Frühjahr	Westerhever, intensiv beweidet	78,20	0,00	10,41	1,69	2,63	7,07
Frühjahr	Kaiser-Wilhelm-Koog, intensiv beweidet	23,55	19,90	33,76	0,34	5,45	16,99
	arithmetisches Mittel	**57,65**	**6,00**	**16,55**	**6,65**	**2,23**	**10,91**
	Standard-abweichung	**24,98**	**9,47**	**11,97**	**7,88**	**2,38**	**6,90**

Zwischen der (Art-) Zusammensetzung der Phytomasse der unbeweideten Probeflächen und der des Treibsels am Fundort der zugehörigen Marker ließ sich in drei von vier Fällen ein signifikan-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

ter Zusammenhang nachweisen (s. Tab. 6). Im Herbst konnte in Westerhever anstelle von Treibsel aus unbeweideten Flächen nur Misch-Treibsel aus beweideten und unbeweideten Flächen beprobt werden. Dieses unterschied sich lediglich auf dem 10 %-Niveau von dem Treibsel aus beweideten Flächen statt auf dem angestrebten 5 %-Niveau. Der Treibsel, der im Herbst unmarkiert hinter den unbeweideten Flächen Kaiser-Wilhelm-Koog angeschwemmt und beprobt wurde, unterscheidet sich signifikant von dem aus der Weide, so dass davon ausgegangen werden kann, dass es zumindest zum großen Teil aus den unbeweideten Flächen stammte.
Für die beweideten Flächen ließ sich nur an einem von vier Standorten ein signifikanter Zusammenhang zwischen der (Art-) Zusammensetzung der Phytomasse und des Treibsels nachweisen (s. Tab. 6).

Tab. 6: Korrelationen zwischen der (Art-) Zusammensetzung der Phytomasse und des Treibsels (r_{SB} = Spearmannsche Rangkorrelation mit Bindungen; n.s. = nicht signifikant).

Probefläche	$\mathbf{r_{S,B}}$	**Signifikanzniveau (angestrebt: $\alpha \leq 0{,}05$)**
unbeweidete + beweidete untere Salzmarsch (Herbst)	0,41	< 0,1
unbeweidete untere Salzmarsch (Frühjahr)	0,24	n. s.
beweidete untere Salzmarsch (Herbst)	0,24	n. s.
beweidete untere Salzmarsch (Frühjahr)	0,56	< 0,05
unbeweidete obere Salzmarsch (Herbst)	0,53	< 0,05
unbeweidete obere Salzmarsch (Frühjahr)	0,41	< 0,05
beweidete obere Salzmarsch (Herbst)	0,14	n. s.
beweidete obere Salzmarsch (Frühjahr)	-0,21	n. s.

Die einmalige Messung markierter Treibselstrecken durch das AlR am Deich des Kaiser-Wilhelm-Kooges ergab im Januar eine Treibselmenge von 0,611 m^3 pro laufendem Deichmeter aus den unbeweideten Probeflächen und von 0,156 m^3 pro Deichmeter aus den beweideten Flächen. Hierin waren auch Reste früherer Treibselereignisse enthalten, u. a. der Treibsel, der im Oktober mitsamt der Marker von der hohen Vegetation der unbeweideten Flächen zurückgehalten worden war. Bei dem Treibsel aus den beweideten Flächen dagegen handelte es sich ausschließlich um neuen Treibsel.

6 Diskussion

6.1 Phytomasse

Während der Untersuchung der Salzmarschen-Phytomasse wirkten unterschiedliche äußere Einflüsse wie Überschlickung, Übersandung und mindestens in einem Fall eine Auskolkung auf die Probestellen ein, die eine Erklärung dafür bieten, dass sich die Unterschiede zwischen den untersuchten Standorten im durchschnittlichen Aufwuchs – zumindest mit der gegebenen Probenanzahl von 6 – nicht in jedem Falle signifikant nachweisen ließen. In der unteren Salzmarsch kommt erschwerend hinzu, dass durch die wesentlich häufigeren Überflutungen in der Salzmarsch anfallende Bestandteile – Phytomasse ebenso wie Schaf- und Gänsekot –auf zahlreiche Termine verteilt am Deich angespült werden. Der Nachweis von etwaigen Unterschieden zwischen Treibsel aus beweideten und unbeweideten Flächen ist daher schwerer zu erbringen als für die obere Salzmarsch und erfordert offensichtlich die Beprobung von mehr als zwei Treibselereignissen.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten ergab sich folgendes Bild:
Von den vier untersuchten Standorten wies während des Untersuchungszeitraums die unbeweidete obere Salzmarsch mit 3.450 kg / ha den höchsten Austrag an Phytomasse auf. Die erwähnten Unsicherheiten deuten darauf hin, dass dieser Austrag möglicherweise noch etwas höher gewesen sein könnte.
Die Austräge aus der intensiv beweideten oberen Salzmarsch waren nach den Messungen der oberirdischen Phytomasse um mindestens 40 % geringer als aus den unbeweideten Vergleichs-Flächen. Vermutlich lieferte dieser Standort aber sogar noch weniger Treibsel, da starke Übersandung der beweideten Probeflächen die Werte für den oberirdischen Frühjahrs-Aufwuchs geringer erscheinen ließ und damit den Unterschied zur Herbst-Phytomasse vergrößerte.
Die Ergebnisse der Phytomasse-Bestimmung waren in der unteren Salzmarsch uneinheitlich und ermöglichten keine klare Antwort auf die Fragestellung dieser Untersuchung. In der unteren Salzmarsch nehmen aufgrund des aktuellen Sukzessionsgeschehens die Unterschiede zwischen intensiv beweideten und unbeweideten Flächen bezüglich Arteninventar und Phytomasse ab: Beweidungsempfindliche Arten wie *Atriplex portulacoides*, *Aster tripolium* und *Artemisia maritima* breiten sich zunehmend auch in den intensiv beweideten Salzmarschen aus. Parallel nimmt in einigen intensiv beweideten Flächen die Heterogenität der Vegetationshöhe zu, da nicht mehr jeder Pflanzenbestand in den intensiv beweideten Flächen kurz gefressen wird (GETTNER 2003).
Die im Vergleich der Standorte zweithöchste Phytomasse im Herbst auf der unbeweideten unteren Salzmarsch stellt ein hohes Potential für die Treibselbildung dar. Allerdings wurde dieses zumindest auf den untersuchten Probeflächen nicht realisiert, sondern der Phytomasseverlust zwischen Herbst und Frühjahr war geringer als an allen übrigen Standorten. Ein möglicher Grund könnte der Umstand sein, dass die holzigen und damit schwersten Teile der in fünf von sechs Proben dominanten Art *Atriplex portulacoides* relativ zäh sind und – zumindest in Jahren ohne Eisgang – relativ wenig zur Treibselbildung beitragen, sondern überwiegend die leichteren Samen und Blätter. In erster Linie aber wird für die geringe (und teilweise sogar negative) Aufwuchsdifferenz die große Variabilität in der Phytomasse verantwortlich gemacht, durch die möglicherweise ein – verglichen mit der Gesamtfläche – zu geringer durchschnittlicher Herbstaufwuchs ermittelt wurde. Für einen unterdurchschnittlichen Herbstaufwuchs spricht die Tatsache, dass unterschiedliche Autoren (HANSEN 1982, JENSEN 1980, EISCHEID et al. 1994, Zusammenfassung s. DIERßEN et al. 1991 sowie DIERßEN 1996, BREDEMEIER 1997) für die beiden Hauptbestandsbildner, *Atriplex portulacoides* und *Puccinellia maritima*, in der unbeweideten unteren Salzmarsch ganz überwiegend höhere Phytomasse-Werte ermittelten als in der vorliegenden Untersuchung. Um die Variabilität an diesem Standort ausreichend zu erfassen, wäre vermutlich ein mindestens doppelt bis dreifach so großer Stichprobenumfang für die Phytomasse-Untersuchung erforderlich gewesen.

6.2 Treibsel

86,1 % der Treibselproben waren höhere Pflanzen (Salzmarschen-Arten, verdriftete Pflanzen aus Biotopen außerhalb der Salzmarschen sowie schwer sortierbare Pflanzenreste). Arten der Salzmarschen dominierten eindeutig und stellten alleine durchschnittlich 68,4 % des untersuchten Treibsels (s. Tab. 4 und 5). Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen von GERLACH et al. (1999), die im Treibsel an niedersächsischen Festlandsdeichen Anteile von Pflanzenmaterial zwischen 75 % und 95 % feststellten (von denen zum Vergleich Anteile an Algen von bis zu 4,5 % abgerechnet werden müssen). Das Arteninventar des von GERLACH et al. untersuchten Treibsels wies große Übereinstimmung mit dem der direkt vorgelagerten Vorländer auf.
Beim Vergleich der Zusammensetzung der Salzmarschen-Phytomasse und des Treibsels konnte für unbeweidete Salzmarschen in drei von vier Fällen ein signifikanter Zusammenhang festge-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

stellt werden. Für intensiv beweidete Salzmarschen bestand nur in einem von vier Fällen eine Korrelation.
Dies ist zum einen damit zu erklären, dass Gräser – die in Intensivweiden vorherrschen – im Treibsel verglichen mit ihrem Vorkommen in der Phytomasse in der Regel unterrepräsentiert sind. GERLACH et al. (1999) errechneten für das niedersächsische Vorland Verhältnisse der Biomasse zur Treibselmasse, die artspezifisch zwischen 0,07 % und 4,9 % variierten. Die Unterschiede liegen in der Wuchsform, Größe, strukturellen Beschaffenheit und Phänologie der Arten begründet. Kleinwüchsige Gräser wie Rotschwingel und Andel traten in Niedersachsen im Verhältnis zu ihrer im Vorland vorhandenen Phytomasse im Spülsaum nur mit geringer Masse auf (0,07 % bis 0,09 %). Für Queller (*Salicornia spec*.) wurde mit 0,12 % ein ähnlich niedriger Wert ermittelt. Quecken-Arten (0,97 % bis 1,29 %) dagegen sowie die krautigen Meldenarten *Atriplex prostrata, A. littoralis* und *A. portulacoides* wurden mit deutlich höheren Anteilen (1,17 % bis 4,9 %) ihrer Biomasse im Vorland am Deich angeschwemmt als die niedrigwüchsigen Gräser. Als Gründe benennen die AutorInnen neben der späten Entwicklung der genannten Kräuter ihre sehr beständigen Sprosse. Kräuter waren daher im niedersächsischen Treibsel überproportional vertreten (GERLACH et al. 1999).
Zum anderen nehmen im Treibsel aus den beweideten Flächen Bestandteile, die nicht aus dem Vorland stammen wie Meeresalgen, Müll und Lahnungsteile, relativ größere Anteile ein als im Treibsel aus unbeweideten Flächen. Derartige Unterschiede konnten bei der Phytomassebeprobung nicht festgestellt werden, so dass in der Weide signifikante Zusammenhänge zwischen Phytomasse und Treibsel seltener auftraten. Hierfür wären zwei Erklärungen denkbar: Wenn man aufgrund der geringen Entfernung der verglichenen Gebiete unterschiedlicher Nutzung annimmt, dass jeweils gleiche Mengen von Algen, Reisig, Müll u. ä. angetrieben wurden, deutet dieses Ergebnis darauf hin, dass die Gesamtmenge des Treibsels aus Intensivweiden geringer ist als aus unbeweideten Salzmarschen, da diese Bestandteile in einer größeren Gesamtmenge einen kleineren Anteil einnehmen würden. Diese Erklärung würde die Alternativ-Hypothese stützen.
Die Ergebnisse dieser Untersuchung deuten darauf hin, dass es zulässig ist, aus den in der oberen Salzmarsch gemessenen höheren Phytomasse-Austrägen aus unbeweideten Flächen auf einen höheren Beitrag dieser Flächen zum Treibselaufkommen am Deich zu schließen. Einige Vorbehalte begründen sich auf unterschiedliche Strömungsbedingungen und Sedimentationsraten in den Probeflächen sowie vermutlich zu geringe Probenumfänge für die Bedingungen in der unteren Salzmarsch, aufgrund derer einige Werte keine signifikanten Unterschiede aufwiesen.
Gleichzeitig wurde festgestellt, dass die höhere Vegetation unbeweideter Vorländer bei einer bestimmten Überflutungshöhe außer als Treibsellieferant auch als Treibselfänger fungieren kann. In solchen Fällen kann sich der Zusammenhang für einzelne Treibselereignisse und Gebiete umkehren, wie im Oktober auf den Probeflächen im Kaiser-Wilhelm-Koog zu beobachten war. Unter geeigneten Umständen können nachfolgende, höher auflaufende Fluten das abgefangene Treibsel später doch noch an den Deich spülen, wie es im genannten Gebiet der Fall war. Abhängig von der Dauer der Rückhaltungsphase im Vorland verringern bis dahin Sackung und Zersetzung das Volumen des Treibsels, so dass die am Deich zu bergende Gesamtmenge geringer ist, als wenn es bereits früher an den Deich gespült worden wäre.

Mehrere frühere Untersuchungen in verschiedenen Vorländern kamen zu dem Ergebnis, dass nur ein kleiner Bruchteil der Vorlandpflanzen als Treibsel am Deich angespült wird. Die Schätzungen für den Anteil der Phytomasse, die zu Treibsel wird, liegen alle im Bereich zwischen kleiner 1 % und maximal 10 % und damit recht nah beieinander (WOLFF et al. 1979, zit. in DANKERS et al. 1984; DAME 1982; DANKERS et al 1984; HOBERG 1997; MOCK et al. 1998, GERLACH et al. 1999). Der Anteil des Phytomasse-Verlustes (= potentieller Treibsel), der in dieser Untersuchung errechnet wurde, ist höher und beträgt je nach untersuchtem Standort zwischen 11,7 % und 56,12 % der Herbst-Phytomasse (s. Tab. 7). Der tatsächlich angelandete Treibsel dürfte aber –

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

wie von den oben genannten Autoren angenommen – geringer sein, da ein Großteil der verlorenen Phytomasse nicht an den Deich angespült wird, sondern teils in der Salzmarsch zersetzt wird und teils – wie vermutlich auch ein Teil der nicht wieder aufgefundenen Markierungsstäbe – ins Meer verdriftet wird.

Tab. 7: Anteil des Phytomasse-Verlustes an der Herbst-Phytomasse

	Stichproben-Umfang	Phytomasse im Herbst [kg/ha]	Phytomasse-Verlust zwischen Herbst und Frühjahr [kg/ha]	Anteil in %
untere Salzmarsch, unbeweidet	4	6.845,8	798,9	11,7
untere Salzmarsch, intensiv beweidet	6	6.750,6	2.040,6	30,2
obere Salzmarsch, unbeweidet	4	10.645,0	3.456,2	32,5
obere Salzmarsch, intensiv beweidet	6	3.686,3	2.068,8	56,12

Infolge der Beweidungsextensivierungen seit 1991 haben an der schleswig-holsteinischen Westküste fünf der acht Haupt-Treibsellieferanten zugenommen, während die übrigen drei abgenommen haben (s. Tab. 8). Dies stützt die Alternativ-Hypothese, dass der Treibselanfall infolge der Beweidungsextensivierungen gestiegen ist.

Tab. 8: Zu- und Abnahme der Haupt-Treibsellieferanten in Schleswig-Holstein zwischen 1988 und 2002 (Beginn der Beweidungs-Extensivierung: 1991).

Haupt-Treibsellieferanten in Schleswig-Holstein	prozentuale Bestandesänderungen von 1988 bis 1996 im Großraum Hamburger Hallig / Sönke-Nissen-Koog-Vorland (GETTNER et al. 2000)	Veränderungen der Vorkommen von 1988 bis 2001 in den gesamten Vorland-Salzmarschen der Festlandsküste (GETTNER & HEINZEL 1997; GETTNER 2002b)
Flussästuare, Sand-Salzmarschen und Geestküste		
Gemeine Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus*)	– (kommt im Teilgebiet Hamburger Hallig nicht vor)	↘ stellenweise stabil, stellenweise leichte Abnahme
offene Küsten und Salzwasser-Buchten:		
Queckenarten (*Elymus spec.*)	Ausbreitung von 0,6 % auf 1,4 % der Fläche (Hamb. Hallig + SNK)	↑ Zunahme
Salzmelde (*Atriplex portulacoides*)	Ausbreitung von 0,4 % auf 7 %	↑ Zunahme
Andel (*Puccinellia maritima*)	Rückgang von 72 % auf 48 %	↓ Abnahme
Schlickgras (*Spartina anglica*)	Ausbreitung von 6,4 % auf 8 %	↑ Zunahme
Queller (*Salicornia spec.*)	keine Angaben	↓ Abnahme
Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*)	keine Angaben	↑ Zunahme
Strand-Beifuß (*Artemisia maritima*)	Ausbreitung von 0,1 % auf 2,3 %	↑ Zunahme

6.3 Fazit

Beim Vergleich der Zusammensetzung der Salzmarschen-Phytomasse und des zuzuordnen-den Treibsels in den entsprechenden Gebieten konnte in 50 % der Fälle ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden, so dass es mit gewissen Vorbehalten als zulässig ange-sehen wird, aus

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

den in der oberen Salzmarsch gemessenen höheren Phytomasse-Austrägen aus unbeweideten Flächen auf einen höheren Beitrag dieser Flächen am Treibselaufkommen am Deich zu schließen.
Die Ergebnisse erlauben insgesamt betrachtet den Schluss, dass die Menge des am Deich angelandeten Treibsels (möglicherweise nicht bei jedem Treibselereignis, aber zumindest über einen mehrjährigen Zeitraum) aus unbeweideten Salzmarschen zumindest in der oberen Salzmarsch mit hoher Wahrscheinlichkeit pro Flächeneinheit größer ist als aus beweideten Flächen.
Die langjährige Treibselabfuhr-Statistik (s. Tab. 1) zeigt allerdings bislang noch keine generelle Zunahme der Treibselmengen seit der Stillegung bzw. Extensivierung großer Salzmarschenflächen ab 1991.

Einer Rückkehr zur flächendeckenden intensiven Beweidung zur Vermeidung von Kostensteigerungen bei der Treibselabfuhr und -entsorgung stehen andere Ziele im Wattenmeer entgegen und wäre daher sehr fraglich im Sinne eines Integrierten Küstenzo-nenmanagement (IKZM). Die in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse können als Datenbasis für Entscheidungsprozesse dienen, aber Kommunikation, Kooperation und Partizipation als zentrale Schlüsselelemente des IKZM nicht ersetzen. Grundprinzip inte-grierter Planung ist die Zusammenführung der verschiedenen Interessen im Sinne einer holistischen Betrachtung der Probleme und Konflikte in Küstengebieten (KANNEN 2001).

Danksagung

An dieser Stelle sei all jenen herzlich gedankt, die zum Gelingen dieser Untersuchung hilfreich beitrugen: Herr Jacobs und Herr Hildebrandt (Nationalpark-Service gGmbH), die Zivildienstleistenden der Schutzstation Wattenmeer in Westerhever sowie Herr Littek (AlR Husum) lieferten Hinweise auf angetriebene Markierungsstäbe mit genauer Fundortangabe. Herr Kath (AlR Husum) führte eine getrennte Volumenmessung markierter Spülsaum-abschnitte durch.
Dr. A. Gerlach, U. Persicke, Prof. Dr. J. v. Willert, Dr. A. Mieth sowie K. Mock-Hofeditz und F. Hofeditz überließen mir dankenswerterweise die Ergebnisse ihrer Untersuchungen über Treibsel, K. S. Dijkema und Dr. D. Hansen waren mir behilflich bei der Beschaffung weiterer Literatur.
Ein besonderer Dank gilt Prof. Dr. K. Dierßen vom Ökologiezentrum der Christian-Albrechts-Universität Kiel, der dieses Projekt beratend begleitete und die Durchführung der Laborarbeiten in seiner Abteilung ermöglichte. Bei Dr. K. Kiehl und K. Petersen (AlR) bedanke ich mich herzlich für die kritische Durchsicht des Manuskripts und bei G. Stolley, F. Schürmann, T. Hansen und K. Heinzel für die zuverlässige Mithilfe bei der Laborarbeit.

7 Literatur

BREDEMEIER, B. (1997): Die Beeinflussung der Salzwiesenvegetation auf dem Vorland der Hamburger Hallig / Nordfriesland durch das Fraßverhalten von Gänsen. Diplomarbeit im Fach Geographie an der CAU Kiel, 85 S., Kiel.

DANKERS, N., M. BINSBERGEN, K. ZEGERS, R. LAANE & M. V. D. LOEFF (1984): Transportation of Water, Particulate and Dissolved Organic and Inorganic Matter between a Salt Marsh and the Ems-Dollard Estuary, The Netherlands. Estuarine, Coastal and Shelf Science (1984) 19, 143-165, London.

DAME, R.F. (1982): The flux of floating Macrodetritus in the North Inlet estuarine ecosystem. Estuarine Coastal an Shelf Science 15, 337-344.

DENKINGER (1989): Untersuchungen zur Zusammensetzung des Treibsels der Westküste Schleswig-Holsteins. INUF, Verein Jordsand, 50 S. + Anhang, Wulfsdorf.

DIERSSEN, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. 838 S., Stuttgart.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

DIERSSEN, K., I. EISCHEID, W. HÄRDTLE, H. HAGGE, U. HAMANN, K. KIEHL, P. KÖRBER, F. LÜTKE TWENHÖVEN, J. WALTER (1991): Geobotanische Untersuchungen an den Küsten Schleswig-Holsteins. Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. 3, 129-155, Hannover.

EISCHEID, I., S. GETTNER, A. HAASE, K. KIEHL, H. MEYER, H. D. REINKE & I. TULOWITZKI (1994): Die Beweidungsexperimente im Sönke-Nissen-Koog- und Friedrichskoog-Vorland. UBA Forschungsbericht 10802085/01, Band C: Wachstum und Produktion in der Salzwiese und ihre Veränderung durch Beweidung, 188 S., Kiel.

GARVE, E. (1982): Die *Atriplex*-Arten (*Chenopodiaceae*) der deutschen Nordseeküste. Tuexenia 2, 287-333.

GERLACH, A., K. BRÜNING & TH. BRÜNING (1999b): Untersuchung zur Zusammensetzung und Herkunft von Getreibsel („Teek“) an der niedersächsischen Nordseeküste. Fachbereich Biologie, Carl v. Ossietzky-Universität Oldenburg, 98 S., Oldenburg.

GETTNER, S. & K. HEINZEL (1997): Kartierung der realen Vegetation der Festland-Salzmarschen an der Westküste Schleswig-Holsteins sowie des Vorlandes von Oland, Langeneß, Föhr und Pellworm (im Maßstab 1 : 5.000). Unveröff. Forschungsgutachten des Ökologiezentrums der CAU Kiel im Auftrag des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 106 S., Kiel.

GETTNER, S., K. HEINZEL & J. KOHLUS (2000): Entwicklung der aktuellen Vegetation der Hamburger Hallig nach Änderung der Nutzung. Eine GIS-gestützte Analyse großflächiger Vegetationskartierungen. – In: Stock, M. & Kiehl, K. (Hrsg.): Die Salzwiesen der Hamburger Hallig. – Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 11, 24-33, Tönning.

GETTNER, S. (2002a): Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Treibselmengen und Vorlandnutzung an der Westküste Schleswig-Holsteins. Unveröff. Forschungsgutachten des Büros Heinzel & Gettner im Auftrag des Amtes für ländliche Räume Husum, 59 S., St. Peter-Ording.

GETTNER, S. (2002b): Kartierung der realen Vegetation der Festland-Salzmarschen an der Westküste Schleswig-Holsteins sowie des Vorlandes von Oland und Langeneß (im Maßstab 1 : 5.000). Unveröff. Forschungsgutachten des Ökologiezentrums der CAU Kiel im Auftrag des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 100 S., St. Peter-Ording.

GETTNER, S. (1993): Vegetationsänderungen in Festland-Salzmarschen an des Westküste Schleswig-Holsteins – elf Jahre nach Änderung der Nutzung. Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schl.-Holst. u. Hamb., 30, 69-83, Kiel.

GLAHN, H. V. (1987): Zur Bestimmung der in Norddeutschland vorkommenden Quecken (Arten, Unterarten und Bastarde der Gattung *Agropyron* s. l.) nach vegetativen Merkmalen unter besonderer Berücksichtigung der Küstenvegetation. Drosera ´87 (1): 1-25, Oldenburg.

HANSEN, D. (1981): Entwicklung und Nettoprimärproduktion salzbeeinflusster Vegetation und Möglichkeiten der Beeinflussung durch verschiedene Nutzungen untersucht auf dem Vorland des Nordfriesischen Wattenmeeres und im Vogelschutzgebiet Hauke-Haien-Koog. Schr.R. Inst. Wasserw. Landsch.Ökol. 4, 170 S., Kiel

HOBERG, M. (1997): Beitrag der Makrophyten zu den Schwebstoffen der Tide-Elbe. Dissertation an der Uni Hamburg, Inst. f. Angew. Botanik. Auszug aus der Internetseite der Uni Hamburg vom 20.03.00: www.physnet.uni-hamburg.de/botany/personal/mhoberg/makro-de.htm

HOFSTEDE, J. (1994): Meeresspiegelanstieg und Auswirkungen im Bereich des Wattenmeeres. In: Lozan, J.L., E. Rachor, K. Reise, H. v. Westernhagen & W. Lenz (1994, Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. - Blackwell, Berlin: 17-23.

HUBBARD, C.E. (1985): Gräser. UTB, 475 S., Stuttgart.

INNENMINISTER DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN, Hrsg. (1993): Gesetz zur Neufassung des Landschaftspflegegesetzes (Gesetz zum Schutz der Natur – Landesnaturschutzgesetz –

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

LNatSchG -) und zur Anpassung anderer Rechtsvorschriften. Vom 16. Juni 1993. Gesetz- u. Verordnungsblatt S.-H. Nr. 9/1993, 215-254, Kiel.

JENSEN, A. (1980): Seasonal changes in near infrared reflectance rtio and standing crop biomass in a salt marsh community dominated by *Halimione portulacoides* (L.) Aellen. New Phytol. 86, 57-68.

KANNEN, A. (2001): Wege zur Entscheidungsstützung im Integrierten Küstenzonenmanagement. Bamberger Geographische Schriften 20. S. 117-128. Bamberg.

KÖNIG, D. (1963): Beiträge zur Kenntnis der deutschen *Salicornien*. In: Mitteilungen der floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft N. F. 8, 58 S.

LUDWIG-MAYERHOFER, W. (1999): ILMES – Internet-Lexikon der Methoden der empirischen Sozialforschung. http://www.lrz-muenchen.de/~wlm/ilm_m2.htm vom 25.04.02.

MOCK, K., F. HOFEDITZ & E. Hartwig (1998): Untersuchung zur Zusammensetzung des Treibsels an ausgewählten Küstenabschnitten der Westküste Schleswig-Holsteins. INUF, Verein Jordsand, 97 S., Wulfsdorf.

NIEDERS. AG (Niedersächsische Arbeitsgruppe zum Treibselproblem), 1996: Treibselproblematik an den Hauptdeichen der niedersächsischen Nordseeküste und der von der Tide beeinflussten Flussläufe. - Bericht, Nds. Umweltministerium, 150 S., Hannover.

PERSICKE, U (1996): Die botanische Zusammensetzung von Treibselmaterial aus Winterspülsäumen der südlichen Nordseeküste. Diplomarbeit, Uni Oldenburg, 63 S.

PROBST, B. (1999): Zitat aus der Niederschrift der 49. Sitzung des Agrarausschusses vom 20.5.1999. http://www.sh-lyndtag.de/infothek/wahl14/aussch/agrar/niederschrift/1999/14-0490-99.html vom 23.5.2002.

RAABE, E. (1975): Gramineen-Bestimmungsschlüssel. Kieler Notizen z. Pflanzenk. SH 7 (2), 44 S., Kiel.

ROTHMALER, W., J. JÄGER & K. WERNER (1988): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 3: Atlas und Bd. 4: Kritischer Band. 7. Aufl., 811 S., Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin.

SACHS, L. (2002): Angewandte Statistik. 10. Aufl., Springer, 882 S., Berlin Heidelberg.

STOCK, M., K. KIEHL & H. D. REINKE (1997): Salzwiesenschutz im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. – Schriftenreihe des Nationalparkamtes, Heft 7, 50 S., Tönning.

STOCK, M. (1998): Salzwiesen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer: Langfristige Nutzungsänderungen. – In: NPA (Hrsg.) Wattenmeermonitoring 1988. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Sonderheft, 8-10, Tönning.

WOLFF, W.J., M. VAN EEDEN & E. LAMMERNS (1979): Primary production and import of particulate organic matter on an saltmarsh in the netherlands. Netherlands Journal of Sea Research 13 (2), 242-255.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Kieler Notizen zur Pflanzenkunde

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: 31

Autor(en)/Author(s): Gettner Sabine

Artikel/Article: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Treibselmengen und Vorlandnutzung an der Westküste Schleswig-Holsteins 57-71