

Detlev Drenckhahn

Zur Vegetation der Seedeiche der Nordseeküste Schleswig-Holsteins – Implikationen für die Umsetzung des Generalplans Küstenschutz

On the vegetation of the sea dikes of the North Sea coast of Schleswig-Holstein – Implications for the implementation of the General Plan for Coastal Protection

Published online: 25 August 2021

© Forum geobotanicum 2021

Abstract Climate change is expected by the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC 2021) to cause a rise in the sea level of up to 63–101 cm by 2100. The general plan for coastal protection in Schleswig-Holstein (GKSH) is to increase in the height of most of the North Sea-dikes and dikes of River Elbe (together 363.3 km with a vegetation cover of ca. 3,500 ha). These actions will be accompanied by a complete loss of old dike vegetation and will result in the release of large amounts of CO₂ from soil carbon. The sea dikes of the North Sea coast (262 km) are covered by a diverse semi-natural grassland (area of 2,600 ha) grazed by sheep and comprising up to 18 grass species, 64 dicotyledonous flowering plant species and 800–1000 invertebrate species (among them 200 beetle species). Plants of the salt marsh communities invade the vegetation on the lower outer slopes. The steeper, warmer, drier and wind-protected inner slopes of the sea dikes (oriented mainly to the East and South) contain frequent ground injuries (by sheep claws) and are preferentially settled by thermophilic and less competitive species such as the following Mediterranean-Subatlantic plants: Knotted hedgeparsley (*Torilis nodosa*), the rare Slender trefoil (*Trifolium micranthum*) and Bird's-foot clover (*Trifolium ornithopodioides*) (only natural sites in Germany, red list categories 1 and 2). Schleswig-Holstein has a great responsibility for the survival of these clover species at their continental North-Western boundary (the current distribution is documented). The following measures are proposed to protect the rich dike vegetation and parts of their invertebrate fauna during dike strengthening within the GKSH: 1. lifting of the turf with root space and re-laying of the old turf (sods) on the new dike profile which is also important for protection of soil carbon storage (climate protection). 2. Seeding of new dike profiles with seeds from species-rich dike sections. 3. Inclusion of substantial research programs/funding on the ecology of sea dikes. Furthermore, the use of herbicides on dikes to control thistles should be avoided.

Kurzfassung Bis zum Jahr 2100 prognostiziert der Weltklimarat (IPCC 2021) einen Anstieg des Meeresspiegels von bis zu 63–101 cm gegenüber heutigen Wasserständen. Im Rahmen des Generalplans Küstenschutz Schleswig-Holstein (GKSH) soll als Klimafolgeanpassung eine Erhöhung und Profiländerung der meisten Nordsee- und Elbedeiche erfolgen (zusammen 363,3 km mit einer Vegetationsfläche

von 3.500 ha). Diese Maßnahmen werden mit einem vollständigen Verlust der alten Deichvegetation einhergehen und zur Freisetzung von großen Mengen an CO₂ aus dem Bodenkohlenstoff führen. Die Seedeiche der Nordseeküste (262 km) zählen zu den artenreichen, semi-natürlichen und von Schafen beweideten Grasländern (Fläche von 2600 ha) in Schleswig-Holstein mit bis zu 18 Gras- und 64 zweikeimblättrigen Blütenpflanzen und an die Vegetation gebundene 800–1000 Arten von Invertebraten (darunter 200 Käferarten). Auf die Außenböschung dringen Pflanzen der Salzwiesengesellschaften vor. Die steileren, wärmeexponierten (überwiegend nach Osten und Süden ausgerichtet) und durch Vertritt lückigen Innenböschungen der Seedeiche sind wertvolle Refugien wärmeliebender, konkurrenzschwacher Arten von Magerstandorten und Trittgemeinschaften wie die folgenden mediterran-subatlantischen Arten: Knotenklettenkerbel (*Torilis nodosa*), Zwergklee/Armlütiger Klee (*Trifolium micranthum*) und Vogelfußklee (*Trifolium ornithopodioides*). Für die Erhaltung beider Kleearten (die aktuelle Verbreitung wird dokumentiert) besitzt Schleswig-Holstein eine nationale und nordwest-europäisch-kontinentale Verantwortlichkeit. Folgende Maßnahmen zum Schutz der reichhaltigen Deichvegetation und Teilen seiner Invertebratenfauna bei der Deichverstärkung im Rahmen des GKSH werden vorgeschlagen: 1. Abheben der Grasnarbe mit Wurzelraum und zeitnahe Wiederverlegung der alten Grasnarbe (Soden) auf das neue Deichprofil; das ist auch wichtig zum Erhalt des Bodenkohlenstoffs (Klimaschutz). 2. Einsaat von neuen Deichprofilen mit Saatgut von artenreichen Deichabschnitten. 3. Aufnahme substanzieller Forschungsprogramme/Forschungsförderung zur Ökologie der Seedeiche. Weiterhin sollte auf den Einsatz von Herbiziden auf Deichen zur Bekämpfung von Disteln verzichtet werden.

Key Words Sea dikes, biodiversity, climate, *Trifolium micranthum*, *Trifolium ornithopodioides*

Prof. Dr. Detlev Drenckhahn
Julius-Maximilians University Würzburg
Department of Anatomy & Cell Biology
D 97070 Würzburg
drenckhahn@uni-wuerzburg.de

Allgemeines – Generalplan Küstenschutz

Das mittlere Tidehochwasser (MThw) in der Deutschen Bucht stieg in der jüngeren Vergangenheit um durchschnittlich 1,8 mm pro Jahr an. Projektionen des Weltklimarats IPCC (2021) lassen wegen des Klimawandels jetzt aber erwarten, dass bis 2100 der Meeresspiegel im extremsten Szenario auf 63–101 cm steigen kann. Der Generalplan Küstenschutz, GKSH (MLUR 2013) geht von einem Maximum von 140 cm bis 2100 aus. Die damit verbundenen hydrologischen Belastungen und möglichen Änderungen der Sturmflutwasserstände in der Deutschen Bucht erfordern nach Einschätzung des GKSH als Anpassungsstrategie eine Verstärkung (Erhöhung) der Deiche und eine Änderung der Deichprofile (Abflachungen der Außenböschungen) aller Landesschutzdeiche. Diese Baumaßnahmen sind im GKSH vorgesehen und würden schwere Eingriffe in die Vegetation der Deiche und ihres Umfeldes bedeuten. Im Regelfall ist eine vollständige Entfernung der Deichvegetation (samt Invertebratenfauna) vorgesehen mit nachfolgender Neueinsaat. Im Folgenden soll auf die spezifischen Vegetationsverhältnisse der Seedeiche eingegangen und daraus abgeleitet, Empfehlungen zum Erhalt und zur Wiederherstellung der Deichvegetation im Rahmen der Deichverstärkung gegeben werden. Die Terminologie der Pflanzengesellschaften richtet sich nach Pott (1995) und Leuschner & Ellenberg (2017). DD: D. Drenckhahn.

Deiche der Westküste Schleswig-Holsteins - Struktur, Geographie



Abb. 1 Landesschutzdeiche der Nordseeküste (rot) und Elbe (violett), die in den nächsten Jahrzehnten erhöht (verstärkt) werden sollen. Auch ein Teil der Mitteldeiche (schwarz) soll ertüchtigt werden. Aus MLUR (2013), verändert
Fig. 1 Land protection dikes of the North Sea coast (red) and River Elbe (purple), which are to be raised (strengthened) in the coming decades. Some of the middle dikes (black) will also to be upgraded. From MLUR (2013), modified

Begriffe (Newig & Petersen 1995) Die Deiche der Festlandküste sind überwiegend Nord-Süd orientiert (Abb. 1) mit einer steileren (1:3), wärmebegünstigen, windgeschützten und niederschlagsärmeren Ostseite (Innenböschung) und einer flacheren (1:6), kälteren, stärker windexponierten, feuchteren und mit Salzaerosolen und partiell Salzwasser ausgesetzten Westseite (Außenböschung) (Abb. 2,3). Das flache landseitige Deichwiderlager (Innenberme) ist landseitig meistens durch einen Graben begrenzt. Der seeseitige, flache Außenberme (1:20) geht bei den Deichen mit vorgelagerter Salzwiese (Vorlanddeiche) kontinuierlich in die Salzwiesevegetation über (Abb. 2, 3, 6) oder ist bei fehlendem Vorland (Schardeich, Abb. 4, 5) durch ein Stein-Asphaltdeckwerk zum Meer hin gesichert.

Die Pflanzendecke der See- und Fluss-Deiche der Westküste zählt zu den wenigen noch verbliebenden artenreichen, halbnatürlichen Graslandflächen in SH, die zwischen Süß- und Salzweiden stehen und auch thermophile, trockenheitstolerante und halophile Elemente beinhalten. Die Deiche werden intensiv bis extensiv von Schafen beweidet (Weidedeiche) und werden im Wesentlichen nicht gedüngt und (meistens) nicht mit Pestiziden behandelt. Einige Deichabschnitte bleiben (vorübergehend) unbeweidet oder schwach beweidet (Abb. 5, 9) und werden teilweise gemäht (Mähdeiche).

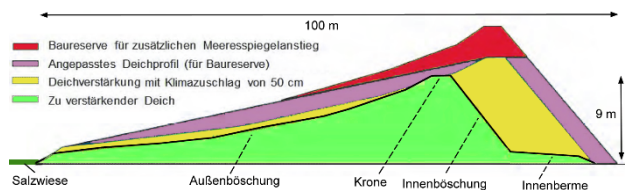


Abb. 2 Heutiges Deichprofil (grün) und geplante Deicherhöhungen (lila, gelb). Zur Erhöhung/Verstärkung wird der alte Deich aufgeschlitzt, mit einem Sandkern aufgespült (Sandkerndeich) und anschließend mit dem zur Seite geräumten Kleiboden des Altdeiches (Klei: dichter, tonartiger aus marinen Sedimenten stammender Marschboden) wieder überdeckt (0,5 bis 1 m Kleiauflage) und eingesät. Mit dem neuen Profil soll eine zusätzliche, spätere Anpassungsmöglichkeit an höhere Meeresspiegel geschaffen werden (rot). Nach MLUR (2013), geändert

Fig. 2 Current dike profile (green) and planned dike profiles (purple, yellow). For raising/strengthening, the old dike will be slit open, flushed with a sand core (sand core dike) and then covered again with the “Klei” soil of the old dike (dense, clay-like marsh soil originating from marine sediments) (0.5 to 1 m thick layer) and sown. The new profile is intended to provide an additional, later adaptation option to higher sea levels (red). According to MLUR (2013), modified

Vegetationsfläche Sie umfasst bei den Seedeichen (263,6 km) und den Deichen der Tide-Elbe (100,7 km) (MLUR 2013) ca. 3.500 ha (auf 100 m Länge ca. 1 ha). Das entspricht etwa 1/3 der gesamten Salzwiesenfläche (9.800 ha, Stock et al. 2021) und 3/4 der beweideten Salzwiesenflächen in SH. Bei Einbeziehung der gesamten zweiten Deichlinie (548 km, MLUR 2013, Abb. 1) erhöht sich die Gesamtlänge der Grasdeiche auf 911 km mit einer Vegetationsfläche von rund 6.000–7.000 ha (die Altdeiche sind niedriger mit schmalere Basis).

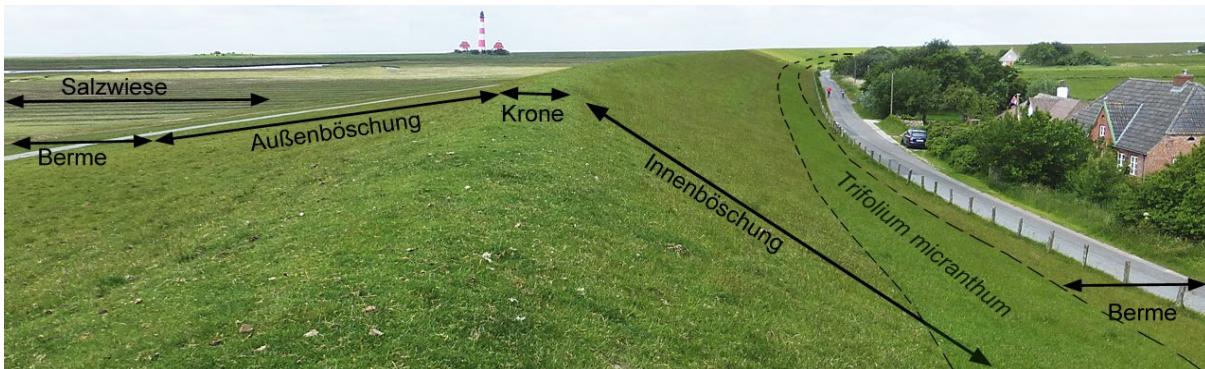


Abb. 3 Intensiv beweideter Seedeich im Süden von Westerhever/ Eiderstedt als Beispiel eines Deiches, dem seeseitig Salzwiesen vorgelagert sind (Vorlanddeich). Die Außenberme ist mit einem asphaltierten Treibselabfuhrweg versehen, der auch touristisch als Fahrradweg genutzt wird. Auf der Innenberme befindet sich hier eine Straße, sonst ein einspuriger Deichverteidigungsweg. Der bräunliche Farbton auf der Innenböschung beruht auf Ähren vom Kammgras (*Cynosurus cristatus*). Die Hauptwuchszone von *Trifolium micranthum* im unteren Deichdrittel der Innenböschung ist hervorgehoben. *T. ornithopodioides* wächst hier auf der nach Süden gerichteten Außenböschung.

Fig. 3 Intensively grazed southern sea dike of Westerhever/Eiderstedt as an example of a dike with salt marshes on the seaward side (salt marsh dike). The outer berm is provided with an asphalted narrow path for removal of marine drift material, which is also used for tourism as a bicycle path. The brownish hue on the inner slope is due to spikes of Crested wheatgrass (*Cynosurus cristatus*). On inner berm there is at this site a public road, but in most cases a narrow paved or asphalted dike defense road. The main growth zone of *Trifolium micranthum* on the lower third of the inner slope is highlighted. *T. ornithopodioides* grows at this place at the south-facing outer slope.



Abb. 4 Außenböschung eines intensiv beweideten Seedeiches (Nord-Westerhever/Eiderstedt, am Horizont Hallig Südfall/Rungholt) als Beispiel eines Deiches, dem seeseitig keine Salzwiesen vorgelagert sind (Schardeich). Der Deichfuß ist seeseitig durch eine etwa 1–2 m hohe Steinpackung gesichert. Vegetation: *Lolio-Cynosuretum cristati* mit Beimischungen von u.a. *Hordeum secalinum*, *Holcus lantus*, *Festuca rubra*, *Bromus hordeaceus*, *Elymus athericus* (hier bis 12 Grasarten)

Fig. 4 Outer slope of an intensively grazed sea dike (North-Westerhever/Eiderstedt, at the horizon Hallig Südfall/Rungholt) as an example of a dike which is not preceded by salt marshes on the seaward side. The base of the dike is secured on the seaward side by a stone pack about 1–2 m high. Vegetation: *Lolio-Cynosuretum cristati* with admixtures of, among others, *Hordeum secalinum*, *Holcus lantus*, *Festuca rubra*, *Bromus hordeaceus*, *Elymus athericus* (at this place up to 12 grass species)

Biodiversität und Klimarelevanz

Die Vegetation von 30 Jahre alten und älteren Deichen zählt zu den artenreichen Graslandflächen in SH mit 8–18 Grasarten und 35–64 (meistens um 40) zweikeimblättrigen Blütenpflanzen (Zählungen von acht Deichquerschnitten im Westen und Norden von Eiderstedt, DD unveröffentlicht, Nick & Linke 2006). Die Invertebratenfauna umfasst 800–1000 Arten (s.u.). Der Bodenkohlenstoffgehalt dürfte (abhängig vom Deichalter) wie im Dauergrünland ca. 50–100 t Carbon pro

ha (100 m Deichlänge) betragen (in Drenckhahn et al. 2020). Das kommt der oberirdischen Holz-Kohlenstoff-Menge von 1 ha Wirtschaftswaldfläche nahe. Die gesamte Kohlenstoffmenge von 363 km Landeschutzdeichlänge (1. Deichlinie) dürfte rund 0,2 Millionen t C betragen. Das entspricht der Größenordnung der jährlichen energiebedingten CO₂-Emission (C x 3,7) einer Großstadt wie Flensburg (Statista 2021) oder einem CO₂-Preis von 40–80 Millionen € (bei 50–100 €/t). Ein Umbruch der Grasnarbe würde eine vergleichbare

Treibhausgas-Emission wie die Brandrodung von 3.500 ha Waldfläche erzeugen und bräuchte – wie Wälder – nach Ein-saat/Bepflanzung etwa 50–100 Jahre für den Neuaufbau ehe-maligen Kohlenstoffreserven (Poeplau et al. 2020). Alle Deichbaumaßnahmen sollten deshalb aus Klima- und Bio-diversitätsschutz-Gründen mit der Vorgabe erfolgen, die Grasnarbe möglichst großflächig zu erhalten. Deiche sind zu-dem nicht-fragmentierte, kontinuierliche, artenreiche Gras-landstrukturen, die als Klimafluchtkorridore eine wichtige Rolle bei Biodiversitätsverschiebungen im Rahmen des Kli-mawandels spielen können.



Abb. 5 Unterschiedliche Beweidungsintensitäten benachbar-ter Deichsektoren; Schardeich mit *Lolio-Cynosuretum-cristati*-Gesellschaft und Steinpackung am Übergang zum Watt, Jordflether Koog

Fig. 5 Different grazing intensities of adjacent dike sectors; Foreshore dike with *Lolio-Cynosuretum cristati* growth and seaward side protection by stone pack, Jordflether Koog

Flora der Seedeiche

Literatur Systematische Untersuchungen zur Vegetation der Nordseedeiche in Schleswig-Holstein sind nicht verfügbar. Raabe (1981) geht in seiner Untersuchung über der Vorlän-der der östlichen Nordseeküste nur kurz auf die Vegetation der Seedeiche ein. Nick & Linke (2006) haben einen Trans-sekt des Seedeiches von St. Peter-Norderdeich analysiert, um den Wuchsort von *Trifolium ornithopodioides* zu charak-terisieren (Abb. 8).

Innenböschung der Seedeiche Sie ist steiler, überwiegend nach Osten und teils nach Süden ausgerichtet, dadurch wär-mer, niederschlagsärmer und weniger windexponiert (s. oben, Abb. 2, 3, 7). Die Innenböschung ist zudem durch Schafvertritt, kleinen Terrassen, Trocknungsrisse und Mikroerosion mit nackten Mikrohabitaten. Die sind u.a. für das herbstliche Keimen von *Trifolium micranthum* und *T. orni-thopodioides* wichtig (Drenckhahn D & H 2018, Nick & Linke 2006).



Abb. 6 Außenböschung eines Vorlanddeiches (Norderhever-Koog) mit Vorkommen vom Zwergklee/Armbblütiger Klee (*Trifolium micranthum*. Ausschnitt). Im Ausschnitt ist auch ein Blütenstand (oben) vom Kleinen Klee/Fadenklee (*Trifo-lium dubium*) und ein Blatt der Schafgarbe (*Achillea millefo-lium*.) zu sehen. Die Pfeile zeigen auf einen Spülsaum mit Treibsel auf der Außenberme voller Samen der Salzwiesen.

Fig. 6 Outer slope of a foreshore dike (Norderhever-Koog) with occurrence of the Slender trefoil, *Trifolium micranthum* (detail). The inset also shows at the upper margin an inflo-rescence of the Lesser trefoil (*Trifolium dubium*) and a leaf of yarrow (*Achillea millefolium*). The arrows point to a fringe with drift material enriched with seeds from the salt marshes.



Abb. 7 Intensiv beweidete Innenböschung des Seedeiches vom Ülvesbüller Kooge/Eiderstedt mit Vorkommen von Zwergklee/Armbblütiger Klee, *Trifolium micranthum*

Fig. 7 Intensively grazed inner slope of the sea dike of Ülvesbüll-Koog/Eiderstedt with occurrence of Slender trefoil, *Trifolium micranthum*

Blütenpflanzen, zweikeimblättrig Die Bodenstörungen werden bevorzugt von bedrohten, konkurrenzschwachen Ar-ten von Pionierfluren, Magerstandorten und Trittgeseilschaf-ten besiedelt: Ackerröte (*Sherardia arvensis*), Nickender Lö-wenzahn (*Leontodon saxatilis*), Knolliger Hahnenfuß (*Ra-nunculus bulbosus*), Zwergklee/Armbblütiger Klee (*Trifolium*

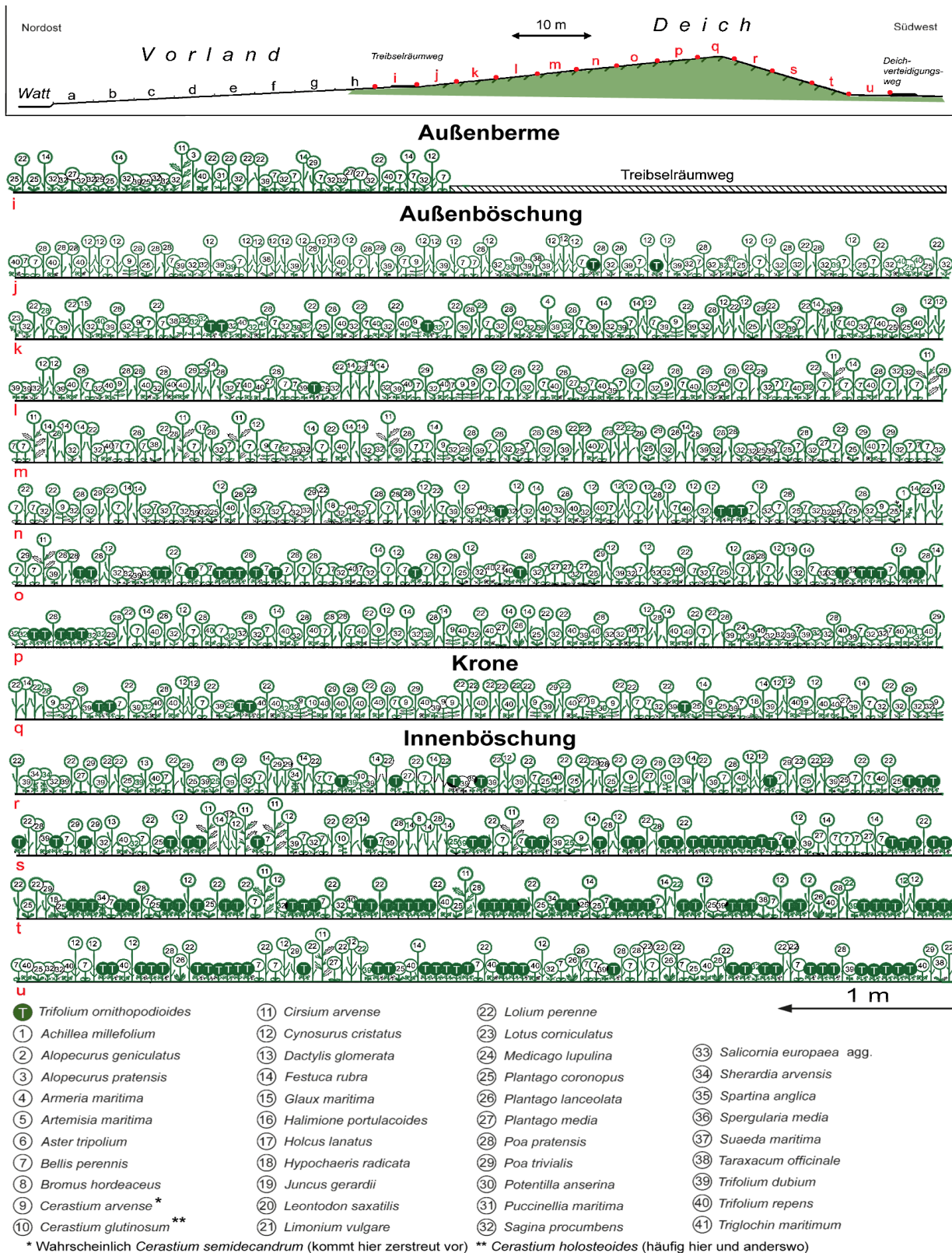


Abb. 8 Transect eines Seedeichabschnitts von St. Peter-Norderdeich mit Kartierung aller gefundenen Pflanzen und deren relative Wuchshöhe. Die Kartierungsergebnisse der Salzwiese (a–h) werden hier nicht gezeigt. Nicht alle an diesem Deichabschnitt wachsenden Pflanzen (DD) wurden kartiert wie *Torilis nodosa*, *Ranunculus bulbosus*, *Geranium molle*, *Scorzoneroidees autumnalis*, *Trifolium micranthum*, *Hordeum secalinum*, *Agrostis stolonifera*, weil sie wohl wegen Verbiss nicht identifiziert werden konnten. Die gelisteten *Cerastium*-Arten kommen auf diesem Standort nicht vor und wurden von DD korrigiert (*, **). Aus Nick & Linke (2006), modifiziert DD

Fig. 8 Transect of a sea dike portion of St. Peter-Norderdeich with mapping of all plants found. The salt marsh mapping results (a–h) are not illustrated here. Various plants growing on this dike portion (DD) were not recorded such as *Torilis nodosa*, *Ranunculus bulbosus*, *Geranium molle*, *Scorzoneroidees autumnalis*, *Trifolium micranthum*, *Cirsium vulgare*, *Hordeum secalinum*, *Agrostis stolonifera* that probably could not be identified due to browsing. The *Cerastium* species listed do not occur at this place and were corrected by DD (*, **). From Nick & Linke (2006), modified by DD

micranthum), Vogelfußklee (*Trifolium ornithopodioides*), Knotenklettenkerbel (*Torilis nodosa*) und lokal Deutschem Filzkraut (*Filago germanica*, u.a. Norderdeich St. Peter 2009, Norddeich auf Pellworm am Schluthweg 2019, Innenberme vom Beltringharder-Koog-Deich 2021), Zwerg-Filzkraut (*Filago minima*) und, auf sandigen Stellen und Fugen von Deichwegen bei St. Peter, auch Knäuel-Pflanzen (*Scleranthus annuus* und *perennis*).

Verbreitet auf **beiden Deichseiten** (mit größerer Häufigkeit auf der Innenböschung) sind Weicher-, Spreizender- und Kleiner Storchenschnabel (*Geranium molle*, *-dissectum*, *-pusillum*), bis acht weitere Kleearten (*Trifolium repens*, *-pratense*, *-dubium*, *-arvense*, *-campestre*, *-pratense*, *-fragiferum*, *Medicago lupulina*, *Lotus corniculatus*), Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*, meist zur Unkenntlichkeit verbissen), Herbstschuppenlöwenzahn (*Scorzoneroidees autumnalis*), Gewöhnliches Ferkelkraut (*Hypochaeris radicata*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Gänsefingerkraut (*Potentilla anserina*), Löwenzahn (*Taraxacum sect. Ruderalia* und teils *sect. Erythrosperma*), Schmalblättriger Wegerich (*Plantago lanceolata*, reichlich), Feld-Ehrenpreis (*Veronica arvensis*) und lokal, bei höherem Sandanteil, Gemeiner Augentrost (*Euphrasia rostkoviana*), Gemeines Hornkraut (*Cerastium holosteoides*), Fünfmänniges Hornkraut (*Cerastium semidecandrum* – besonders im Westen von Eiderstedt) und – an feuchteren Stellen – Quendel-Ehrenpreis (*Veronica serpyllifolia*). Der seltene Gewöhnliche Krähenfuß (*Lepidium coronopus*) wächst bevorzugt an Vertrittstellen im Umfeld von Schaftränken und auf eutrophen Trittpfanden auf der Deichkrone meistens zusammen mit Vogelknöterich (*Polygonum aviculare*), Strahlenloser Kamille (*Matricaria discoidea*) und einjährigem Rispengras (*Poa annua*) (*Coronopo-Matricarietum-discoideae*-Gesellschaft), u.a. St. Peter Süderhöft (Außenböschung an Tränke und Treibselweg), Brösium-Siel (Deichkrone und Tränke), Pellworm-Tammensiel (Deichkrone). Der früher auf Deichen verbreitete Wiesenkümmel (*Carum carvi*) (Raabe 1981) ist fast völlig verschwunden. Der einzige Kümmel-Seedeichabschnitt mit zahlreichen verbissenen, fast stängellos in der Grasnarbe blühenden Exemplaren, wurde 2019 nur noch im Norden von Pellworm gefunden.

Außenböschung (Abb. 3–6) An ihr wachsen auch die meisten Pflanzen der Innenböschung, allerdings die trockenheitsliebenden Arten und Pionier- und Trittpflanzen meistens nicht oder nur vereinzelt. Typisch für die untere Außenböschung ist das Vordringen von Pflanzen der oberen Salzwiesengesellschaft (*Armerio-Festucetum litoralis*) mit Küsten-Rotschwengel (*Festuca rubra* ssp. *litoralis*), Strandgrasnelke (*Armeria maritima*), Strand-Tausendgüldenkraut (*Centaureum litorale*), Strandmilchkraut (*Glaux maritima*), Salzspörgel (*Spergularia marina*), Strandwegerich (*Plantago maritima*), Strand- und Liegendem Mastkraut (*Sagina maritima*, *Sagina procumbens*), Bottenbinse (*Juncus gerardii*), Weißem Straussgras (*Agrostis stolonifera*) (stellenweise als Mischgesellschaft des *Lolio-Cynosuretum Juncetum gerardii* ausgeprägt mit Erdbeerklee, *Trifolium fragiferum*) und Gänsefingerkraut (*Potentilla anserina*, oft in Fluren mit *Elymus*: *Potentillion anserinae*), *Plantago maritima* (kommt auch zerstreut, bevorzugt an gestörten Stellen, auf dem übrigen Deich

vor), Krähenfußwegerich (*Plantago coronopus*, oft auch verbreitet an gestörten Stellen der Innenböschung). Rotschwengel (*Festuca rubra*) und Strand-Quecke (*Elymus athericus*) sind oft über das ganze äußere Deichprofil schütter verbreitet. An den Spülsäumen (Außenberme, Steinpackung und untere Böschung, Abb. 5) siedeln sich vorübergehend Spülsaumgesellschaften an, u.a. Meersenf (*Cakile maritima*), Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*), Strandkamille (*Tripleurospermum maritimum/inodorum*), Spiess-Melde (*Atriplex prostrata*) und stellenweise Strand-Melde (*Atriplex littoralis*) und, selten, der Meerkohl (*Crambe maritima*, St. Peter-Norderdeich seit 2001 üppig auf Steinpackung) und die Wilde Rübe (*Beta vulgaris*), letztere auch auf Steinpackungen wachsend (St. Peter Norderdeich, Tümlauer Hafen, Nord-Westerhever). Auf Steinpackungen siedelt sich neuerdings auch der mediterran subatlantische Meerfenchel (*Crithmum maritimum*) an: 2013 auf Pellworm (Eigner 2014), 2018 auf Eiderstedt/N-Westerhever (DD unveröffentlicht).

An nackten Stellen am Übergang zur Salzwiese kommt gelegentlich auch die aus Südafrika eingeschleppte und auf dem Vorland der Elbemündung häufigere Laugenblume (*Cotula coronopifolia*) (Raabe 1981) vor: Westerhever am Wegbeginn zum Strand/Leuchtturm (ab 2013), Sönke-Nissenkoog an der Überfahrt zur Hamburger Hallig (2021). Die Häufung von Salzwiesenpflanzen auf der Außenböschung oberhalb der Berme wird durch die höhere aerogene Salzfracht (Wind), Sturmfluten (Treibsel) und Samenverschleppung durch Klauen und Exkremente der Schafe aus der Salzwiese verursacht.

Innenberme Der innere Deichfußbereich mit Graben/Entwässerungsrinne verfügt über ein ähnliches Artenspektrum wie die untere Innenböschung und kann an Schaflagerplätzen, schlammigen und nackten Grabenbereichen den Roten und Blaugrünen Gänsefuß (*Chenopodium rubrum* und *glaucum*) und verschiedene Zwergbinsenarten beherbergen (Frosch-, Kröten- und Glieder-Binse, selten auf sandigem Grund auch Zwiebelbinse) und stellenweise auch Sparrige Segge (*Carex muricata spec.*), Knickfuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*) und Kleines Tausendgüldenkraut (*Centaureum pulchellum*). Auf der Innenberme (teils auch Außenberme) kommt stellenweise der im Westen des Landes sehr seltene Salzhornklee (*Lotus tenuis*) vor (St. Peter-Böhl und -Norddeich, Tümlauer Koog, Westerhever, Beltringharder Koog, Sönke-Nissen-Koog Süd, Pellworm Tammensiel). Manche Bermen-Abschnitte sind salzquellig (als Qualmwasser bezeichnet) mit Strandmilchkraut (*Glaux maritima*), Erdbeerklee (*Trifolium fragiferum*), Strand-Wegerich (*Plantago maritima*), Salzspörgel (*Spergularia marina*), Bottenbinse (*Juncus gerardii*) und Weißem Straussgras (*Agrostis stolonifera spec.*). Lokal bildet die Innenberme den Hauptwuchsort des Zwergklee (u.a. auf der Innenberme der westlichen Abzweigung des Bupheverkoogdeiches auf Pellworm, Innenberme nördlich von Lüttmoorsiel des Beltringharder Kooges, Innenberme St. Peter Norderdeich). Am Rand des inneren Deichverteidigungsweges und in dessen Fugen sowie auf Lagerplätzen siedeln oftmals Xerophyten (*Sedum acre*, *Arenaria serpyllifolia* und lokal *Scleranthus annuus* in *W-Eiderstedt*) und Trittpflanzen (*Spergularia rubra*, *Sagina procumbens* s. oben).

Gräser Die Charaktergräser der Deiche sind Kammgras (*Cynosurus cristatus*) und Weidelgras (*Lolium perenne*), dessen Stängel ziemlich verbissresistent sind und die beweidete Grasnarbe deutlich überragen (*Lolio-Cynosuretum*-Gesellschaft). Die Bestände enthalten unterschiedliche Beimischungen von *Hordeum secalinum*, *Holcus lantus*, *Festuca rubra*, *Bromus hordeaceus*, *Poa trivialis*, *Agrostis capillaris*. An der unteren Außenböschung (bis etwa 1.5 m über MThw, Heydemann 1997) sind bei Deichen mit vorgelagerter Salzwiese (Vorlanddeiche, Abb. 3, 6) Übergänge zur Salzwiese ausgebildet mit Ausbildung von *Lolio-Cynosuretum-Juncetum-gerardii*-Mischgesellschaft und *Armerio-Festucetum-litoralis*-Gesellschaft (s. oben). Zu den bemerkenswerten Grasarten der Deiche zählen Wiesen-Gerste (*Hordeum secalinum*) und Goldhafer (*Trisetum flavescens*). Beide Arten können (bei schwacher Beweidung evident) über mehrere Deichkilometer größere Bestände ausbilden: Wiesengersten-Deiche sind in NW Eiderstedt besonders üppig ausgeprägt.

Goldhaferdeiche (Abb. 9) befinden sich stellenweise auf NW-Pellworm, W-Nordstrand, NE Dagebüll, und N Arlauschleuse (Mitteldeich), meistens zusammen *Cynosurus cristatus* (*Trisetum-Cynosurus*-Assoziation) mit Wolligem Honiggras (*Holcus lanatus*), Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*) und teils Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und Knäulgras (*Dactylis glomerata*).



Abb. 9 Unbeweideter Mitteldeich (war bis 1987 Hauptdeich) nördlich der Arlau-Schleuse mit Goldhaferbewuchs (*Trisetum flavescens*) 2017

Fig. 9 Ungrazed old dike (was until 1987 main dike) with Yellow oatgrass growth (*Trisetum flavescens*), Arlau Schleuse 2017

Nationale Verantwortung für den Zwergklee und Vogelfußklee Die Deiche der Westküste von Schleswig-Holstein sind die einzigen naturnahen Wuchsorte von Zwergklee

(Armbültiger Klee, *Trifolium micranthum*) und Vogelfußklee (*Trifolium ornithopodioides*) in Deutschland (Drenckhahn D & H 2018, Netzwerk Phytodiversität Deutschland 2013).

Vogelfußklee (Abb. 10, 11) Sein Vorkommen ist auf die See- deiche der Westhälfte von Eiderstedt beschränkt (zwischen Everschop-Siel und St. Peter-Süderhöft mit lokal starken annuellen Schwankungen, Abb. 12). Er wächst hauptsächlich an den südlichen Deichböschungen, die im Norden von Eiderstedt zugleich die Innenböschungen bilden. In SW Westerhever (Leikenhusen SW-Ecke) und St. Peter-Süderhöft mit nach SW/S ausgerichteten Außenböschungen wächst der Klee hauptsächlich an der Außenböschung. Er keimt teils schon im August, regelmäßig im September (wie *T. micranthum*), kann vereinzelt schon im Dezember blühen und überwintert. Hauptblüte ist von Mai–Juli (August). Die Präferenz der Deichinnenböschungen (Christiansen 1927, Kohn 1958, Kuhbier & Küver 1988, Nick & Linke 2006) ist offensichtlich primär durch die Sonnenexposition bedingt (überwiegend nach Süden und Osten gerichtet) und wird sekundär durch die Bodenstruktur begünstigt. In Westerhever wurde der Vogelfußklee 2016 und 2017 auch im Vorland am Rand des Asphaltweges zum Leuchtturm (ca. 300 NW vom Leuchtturm, DD) gefunden. Das steht mit der bekannten Salztoleranz des Klees in Frankreich und Spanien im Einklang (Guinochet & De Vilmorin 1984, Loucougaray et al. 2004, Marañón et al. 1989). *T. ornithopodioides* ist eine mediterran subatlantische Kleeart, die in Europa nördlich des Ärmelkanals (in Holland sehr selten bis zu den Westfrisischen Inseln) außer auf NW-Eiderstedt nur noch an zwei Lokalitäten in Dänemark vorkommt, wo der Klee im 19. Jhd. über Häfen eingeschleppt wurde (zuerst in Hafengeländen): aktuell in West-Lolland (Deich) und auf NE-Bornholm und den vorgelagerten Inseln Christiansø/Frederikssø, dort auf kleinen Grasflächen zwischen Felsen (Hartvig 2015, NDFF 2017, J. Schou und E. Ljungstrand pers. Mitt.).



Abb. 10 Vogelfußklee (*Trifolium ornithopodioides*) auf der Innenböschung des Deiches von Westerhever-Stuffhusen. Sternchen markieren Blätter vom Knotenklettenkerbel (*Torilis nodosa*).

Fig. 10 Bird's-foot trefoil (*Trifolium ornithopodioides*) on the inner dike slope of Westerhever-Stuffhusen. Asterisks indicate leaves of Knotted hedgeparsley (*Torilis nodosa*).

Zwergklee Diese Kleeart wurde kürzlich monographisch behandelt (Drenckhahn D & H 2018). Inzwischen wurden weitere Wuchsorte im Süden von Nordstrand, rundum Pellworm und am nördlichen Deich des Beltringharder Kooges

von Lüttmoor-Siel (dort schon 2003) bis Sönke-Nissen-Koog gefunden/bekannt, vor allem auf der Innenberme. Auch ein Fund auf einem Mitteldeich liegt vor (Süderheverkoog westlich Nickelswarf/Poppenbüll, DD). Weiter nördlich bis Dagebüll wurde die Art nicht gefunden (Abb. 12). *T. micranthum* kommt in Deutschland sonst nur noch auf Kunstrasen von zwei Friedhöfen in Nordrhein-Westfalen vor. In Dänemark besitzt die Art einen indigenen Bestand auf Strandwiesen der Beltsee bis an die Südspitze Schwedens bei Skanör (Ljungstrand 2019) (westbaltische Population). Das Vorkommen in Holland (Deiche) ist auf unter 2500 Exemplare geschrumpft (in Drenckhahn D & H 2018).

Für den Zwerg- und Vogelfußklee besitzen die Nordseedeiche von Schleswig-Holstein dadurch eine große nationale und zugleich auch eine kontinentale NW-europäische Verantwortlichkeit.



Abb. 11 Vogelfußklee (*Trifolium ornithopodioides*), Blüte und Frucht (Hülse)

Fig. 11 Bird's-foot trefoil (*Trifolium ornithopodioides*), inflorescence and pod

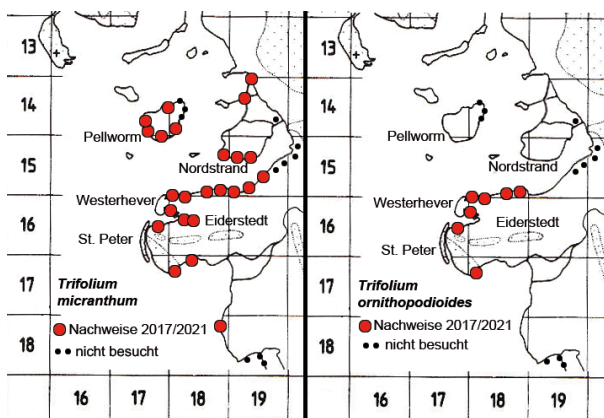


Abb. 12 Verbreitung von *Trifolium micranthum* und *Trifolium ornithopodioides* an den Deichen Schleswig-Holsteins. Die Deiche außerhalb des Ausschnittes sind bisher noch nicht systematisch untersucht worden.

Fig. 12 Distribution of *Trifolium micranthum* and *Trifolium ornithopodioides* on the dikes of Schleswig-Holstein. The dikes outside the map section have not yet been systematically investigated.

Fauna der Seedeiche

Sie umfasst etwa 800–1.000 Tierarten (Invertebraten, darunter 200 Käferarten) mit besonderen ökologischen Merkmalen zwischen Süß- und Salzweiden und thermophilen und xerophilen Elementen (Heydemann 1997). Die Artenzahl ist um 1/3 geringer als die Artenzahl terrestrischer Invertebraten in den angrenzenden Salzwiesen (1.580 Arten) (Heydemann 1997). Die Seedeiche dienen auch als Hochwasserrefugien und Überwinterungshabitate für Salzwiesen-Invertebraten und, im Windschatten (Innenböschung), bieten sie einen Verdüftungsschutz und erleichtern die Rückbesiedelung. Deiche werden auf den Bermen an geeigneten, ungestörten Stellen auch als Brutplätze von Limicolen (Austernfischer, Kiebitz, Rotschenkel) genutzt und sind verbreitete wichtige Nahrungsquellen für Stare (in Ackerkügen eine wichtige Nahrungsquelle zur Aufzucht der Jungen), Rauch- und Mehlschwalben (Fluginsektenfang, bei stärkerem West-Wind im Windschutz der überwiegend nach Osten weisenden Deichinnenböschung). Zu den Zugzeiten dienen Deiche auch als Rast- und Nahrungshabitat für diverse Invertebraten fressende (carnivore) Vogelarten wie Steinschmätzer, Pieper, Stelzen, Lerchen, Drosselvögel, Goldregenpfeifer, Kiebitz und für (herbivore) Gänsevögel, vor allem Graugans und Weißwangengans.

Bedrohungen

Kulturgraseinsaat Bei Deicherhöhungen mit neuen Deichprofilen wird die Vegetationsdecke meistens vollständig entfernt, der Deichkern mit Sand aufgespült und die neuen Deckwerke neuerdings auch mit Kulturgrassorten eingesät. Der neu verstärkte Deich des Hauke-Haien-Kooges bietet ein abschreckendes aktuelles Beispiel: Nördlich von Schlüttsiel wurde das Deckwerk mit einer Kultursorte des Weidelgrases (*Lolium perenne*) eingesät und ist damit aufgrund seiner Vegetation ökologisch stark verarmt. Die Schafe beweideten dort die Kulturgrasdecke nur unvollständig, so dass zusätzliches Mähen erforderlich ist. Es ist zu befürchten, dass dieser auf Monokulturen fokussierte Agrarnutzungsaspekt fortgesetzt wird und im Zuge der bevorstehenden Deichverstärkungs-Programme im Rahmen des GKSH zu einem verbreiteten Verlust der artenreichen Deichvegetation führen könnte.

Herbizideinsatz Aufkommender Distelbewuchs (*Cirsium vulgare* und *Cirsium arvense*) wird teils manuell, teils durch Mahd mit Treckern aber teils auch durch Einsatz von Herbiziden bekämpft (Abb. 13). Herbizideinsatz wurde kleinflächig am Grothusenkoog-Deich 2017 (Drenckhahn D & H 2018) und großflächig am Sönke-Nissen-Koog-Deich 2021 beobachtet. Auf den gespritzten Flächen sterben auch die meisten anderen zweikeimblättrigen Pflanzenarten ab (Abb. 13) und folglich auch die von ihnen abhängigen Invertebraten.

Trend zum Mäh-Deich? Die intensive Beweidung der Deiche mit Schafen ist für die spezifische Zusammensetzung der Vegetation wichtig. Ein Nebeneinander von intensiv und extensiv beweideten sowie abschnittsweise unbeweideten Deichabschnitten (Mähdeiche) ist aus Biodiversitätsgründen wünschenswert. Aber die Intensivbeweidung sollte aus oben

genannten Gründen die dominante Deichnutzung bleiben. Stellenweise lässt sich ein Trend zur Mähdeichnutzung/-pflege erkennen. Bei großem Salzwiesenangebot nimmt die Beweidungsintensität der Deiche ab (u.a. Sönke-Nissen-Koog). Die seltenen Kleearten und Magerstandortarten lassen sich auf Deichabschnitten mit geringer Beweidung und auf Mähdeichabschnitten meistens nicht mehr nachweisen.

Empfehlungen

1. Natur- und Klimaschutzziele: Grasdeckenverpflanzung Eine naturbegleitende Zielsetzung der Deichbaumaßnahmen im Rahmen des GKSH muss darin bestehen, die Vegetationsdecke mit ca. 20 cm tiefem Wurzelraum (Boden, Klei) zu erhalten und damit zugleich auch die klimaschädliche Freisetzung von CO₂ aus den Bodenkohlenstoffvorräten zu vermindern (s. oben). Die Deichvegetation wurde früher durch Verlegung von Grassoden des Altdeiches wiederhergestellt. Das wäre auch heute durch Abplaggen (Sodengewinnung) der Grasdecke möglich mit geeigneter Lagerung und Schutz vor Austrocknung. Das Sodenmaterial sollte anschließend möglichst zeitnah wieder auf das neue Deichprofil aufgelegt werden. Dadurch würde auch die ursprüngliche Vegetation mit ihrem Samenreservoir und ein Teil der Invertebratenfauna erhalten bleiben (Maßnahme gegen Insektensterben). Der damit verbundene größere Arbeits- und Kostenaufwand ist aus Gründen des Klima- und Biodiversitätsschutzes unbedingt gerechtfertigt. Allein die CO₂-Freisetzung aus dem Bodenkohlenstoff würde CO₂-Bepreisungskosten von von 40–80 Millionen Euro bedeuten (s. oben).

2. Einsaat mit autochthonem Samengut Das Samengut könnte durch etablierte Verfahren auf eingezäunten Deichabschnitten (Samenernteflächen/ Spenderflächen) von artenreichen Deich-Innenböschungen gewonnen werden und zur Einsaat nackter Deichprofile genutzt werden.

3. Revitalisierung von Kulturgrasdeichflächen Es sollte versucht werden, monotone Weidelgrasflächen streifenförmig mit geeignetem Gerät aufzubrechen und mit autochthonem Samengut einzusäen (s. oben). Dadurch könnte mittelfristig eine Rediversifizierung der Vegetation erreicht werden.

4. Verzicht auf Pestizideinsatz auf Deichen Der lokal flächenhafte Einsatz von Herbiziden zur Bekämpfung von Disteln (Abb. 13) muss unterbunden werden wegen der erheblichen Kollateralschäden an der Deichvegetation und dadurch auch an der Invertebratenfauna. Gezielte mechanische Bekämpfung oder – in Ausnahmen – punktueller auf Einzelpflanzen gerichteter manueller Herbizideinsatz sind geboten.

5. Heidedeich St. Peter-Böhl Dieser nicht beweidete Deichabschnitt ist kulturhistorisch, landschaftsästhetisch und botanisch besonders wertvoll mit Heide (*Calluna vulgaris*), reicher Dünenvegetation, Schlitzblättrigem Löwenzahn (*Taraxacum lacistophyllum*), Tockenrasen-Fluren (ausgedehnt *Scleranthus annus*-Vorkommen), Haferschmielenrasen (*Airietum praecocis*) und kontinuierlichen Übergängen in Süß-

wasser-Moorwiesen und Brackwassersümpfe mit Quellriedfluren (*Blysmus rufus*, *Carex distans*) und *Lotus-tenuis*-Vorkommen (Salzhornklee). Hier sollten Hinterdeichalternativen des Küstenschutzes (u.a. überdeckte Betonmauer/Spundwand) überlegt werden, die die geobotanischen Verhältnisse der Außenböschung erhalten.



Abb. 13 Bekämpfung von Disteln durch Herbizide (links, *Cirsium vulgare*). Andere zweikeimblättrige Pflanzen (u.a. Kleearten, rechts) sterben auch ab. Grothusenkoog 15. Juni 2017

Fig. 13 Control of thistles by herbicides (*Cirsium vulgare*, left). Other dicotyledonous plants (including clovers, right) also die. Grothusenkoog, June 15, 2017

6. Landesschutzdeiche der Ostseeküste (68,6 km, davon 34,2 km auf Fehmarn) (MLUR 2013). Die Empfehlungen 1 bis 4 gelten im Grundsatz auch für die zu erhöhenden/verstärkenden Seedeiche der Ostseeküste. In vielen Fällen (Strandwallnähe) ist hier allerdings eine intensive Beweidung zu vermeiden und eine einmalige Mahd ab Ende August sinnvoller.

7. Forschungsprogramm zur Ökologie und Biodiversität der Seedeiche Deiche werden traditionell als technische Bauwerke intensiv ingenieurwissenschaftlich beforscht. Eine substanzielle begleitende und vorausschauende Ergänzung des GKSH um interdisziplinäre ökologische und soziologische Forschungsprogramme sollte aufgenommen werden, die Deiche als lebende Organismen beleuchten mit ihren vielfältigen Funktionen für Biodiversität, Klima und Gesellschaft.

Danksagung

Für die Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Anregungen danke ich Frau Sabine Gettner (St. Peter-Ording) und den Herren Dr. Peter Prokosch (Arendal/ Norwegen), Prof. Lenz Meierott (Universität Würzburg), Dr. Franz Dunkel (Karlstadt), Dr. Ingo Uhlemann (Liebenau, Taraxacumbestimmung), Jens Schou (Hobro, Dänemark), Erik Ljungstrand (Hovås, Schweden).

Literatur

- Christiansen W (1927) *Trifolium ornithopodioides* L. in Deutschland wieder aufgefunden. – Allg bot Zeitschr für Systematik, Floristik und Pflanzengeographie 32: 6–8
- Drenckhahn D, Drenckhahn H (2018) (*Trifolium micranthum* Viv. an Nordseeleichen von Schleswig-Holstein – Charakterisierung der Pflanzen und ihrer Habitate, Status in Deutschland und Nachbargebieten. Forum Geobot 8: 1–13. <http://www.forum-geobotanicum.net/>
- Drenckhahn D et al (2020) Globale Biodiversität in der Krise – Was können Deutschland und die EU dagegen tun? Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (Hrsg). https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020_Dokumentationsband_Biodiversitaetskrise.pdf
- Eigner J (2014) Der Meerfenchel (*Crithmum maritimum*) auf Pellworm. Kiel Not Pflanzenkd 40: 53–55
- Guinochet M, De Vilmorin R (1984) Flore de France. Fasc. 5. – Éd. du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 282 S
- Hartvig P (2015) Atlas Flora Danica. Gyldendal, Copenhagen, Denmark
- Heydemann B (1997) Neuer Biologischer Atlas: Ökologie für Schleswig-Holstein und Hamburg. Wachholtz, Kiel
- IPCC (2021): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Kohn, HL (1958): Der Vogelfußartige Klee wieder aufgefunden. – Die Heimat 65: 254–255
- Kuhbier H, Küver B (1988) Der Vogelfußartige Klee (*Trigonella ornithopodioides* Lam. et DC) in Eiderstedt wieder aufgefunden. – Abhandl Naturwiss Ver Bremen 41: 41–48
- Leuschner C, Ellenberg H (2017) Ecology of central European non-forest vegetation: coastal to alpine, natural to man-made habitats. Vegetation ecology of central Europe Vol II. Springer, Switzerland
- Ljungstrand E (2019) Spädklöver äntligen påvisad i Sverige. Svensk Bot Tidskr 113: 270–275
- Loucougaray G, Bonis A, Bouzillé JB (2004) Effects of grazing by horses and/or cattle on the diversity of coastal grasslands in western France. – Biol Conservation 116: 59–71
- Marañón T, Romero JM & Murillo JM (1989): Salt tolerant legumes from the Guadalquivir delta (S.W. Spain). – In: Proceedings of the XVI. International Grassland Congress, 4.–11. October 1989: 1503–1504. Nice
- MLUR Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2013) Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein. Fortschreibung 2012.
- NDDFF (Nationale Datenbank Flora en Fauna) (2017): FLOORON. <https://www.verspreidingsatlas.nl/1304>
- Newig J, Petersen M (1995): Eine Klassifizierung von Deichen an der Nordseeküste - erläutert an Beispielen aus Schleswig-Holstein. Schr Naturwiss Ver Schlesw-Holst 65: 67–106
- Netzwerk Phytodiversität Deutschland, Bundesamt für Naturschutz (2013) Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. BfN Schriftenverstand, Bonn-Bad Godesberg
- Nick H, Linke C (2006) Beiträge zur Biologie und Lebensgeschichte von *Trifolium ornithopodioides* L. (*Fabaceae*). Drosera 2006: 1–26
- Poeplau C, Don A, Vesterdal L, Leifeld J, Van Wesemael B et al (2011) Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach. Global Change Biol 17(7), 2415–2427
- Pott R (1995) Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Ulmer, Stuttgart
- Raabe EW (1981) Über das Vorland der östlichen Nordseeküste. Mitt AG Geobot Schlesw-Holst u Hamb 31: 1–118
- Statista (2021) Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen (CO₂) je Einwohner in Schleswig-Holstein von 1990 bis 2018 (bearbeitet von A. Breitkopf 08.06.2021).
- Stock M, Hofeditz F, Kühn M (2021) Salzwiesenschutz im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Ziele und Erfahrungen mit Weißwangengänsen. Seevögel 42 (Sonderheft): 54–58