

Deichsicherheit und eine artenreiche Deichvegetation an der Nordseeküste*

Kirchmann I.

Zusammenfassung

Das Ziel der Masterarbeit war es, herauszufinden, ob eine alternative Bepflanzung zur Steigerung der Diversität auf Seedeichen möglich ist, ohne die Deichsicherheit zu beeinträchtigen. Dafür wurden zunächst die allgemeinen Anforderungen an einen Seedeich in Niedersachsen anhand einer Literaturauswertung dargelegt und sich dann auf den Schardeich Norden-Westermarsch konzentriert. Der aktuelle Forschungsstand zum Thema Diversität auf Seedeichen und Binnendeichen gibt Einblicke in die derzeitige Vegetationsstruktur auf verschiedenen Deichen. Aus den Ergebnissen einer Kartierung von 2018 und den Ergebnissen des aktuellen Forschungsstands konnte sich auf die Pflanzengesellschaften *Magere Flachland-Mähwiesen* und *Artenreiches Weidegrünland* konzentriert werden. Die Artenzusammensetzung und deren biotechnischen Eigenschaften der kartierten Arten und der beiden Pflanzengesellschaften werden in drei Tabellen aufgelistet. Durch die Datenauswertung über SPSS kann festgehalten werden, dass eine hohe Artenvielfalt verschiedene Wurzelsysteme und Triebe mit sich bringt, die die Scherfestigkeit der Deichoberfläche erhöhen. Neben der höheren Stabilität erhielt die Deichoberfläche eine naturschutzfachliche Aufwertung. Eine Kombination aus der artenreicheren *Magere Flachland-Mähwiesen* und dem *Artenreichen Weidegrünland* stellen, mit Hilfe von beigemischten Pionierpflanzen, eine ernsthafte Alternative zu der üblichen Ansaatmischung dar.

Summary

The aim of this master's thesis was to find out if an alternative greening of the dikes may increase the biodiversity of the see dikes without affecting their security. For that reason it was first necessary to focus on the exacting general requirements for a see dike in Lower-Saxony and then, with the help of a literature evaluation thereof, to focus on the dike in Norden-Westermarsch directly along the waterway. The current state of research regarding the biodiversity on the see dikes and the inland dikes reveals the actual vegetation structure on the different dikes. Based on the results of a mapping in 2018 and on the results of the current state of research it is possible to concentrate on the plant communities „lowland – hay meadows“ as well as the „highly biodiverse grasslands“. The composition and the biotechnical properties of the mapped species as well as both plant communities are recorded on three lists. Thanks to the data evaluation via SPSS it is possible to see that a high species biodiversity fosters different root systems and shoots, which boost the shearing resistance of the dike surface. In addition to the increased stability, the surface of the dike has been upgraded in nature conservation. Therefore, a combination of highly biodiverse species for „lowland – hay meadows“ and „grasslands“ mixed with pioneer plants will be a real alternative to the usual seed-mixtures.

Résumé

Le but de ce mémoire de maîtrise était de déterminer si la mise en place d'une végétation alternée sur les digues de mer pouvait en augmenter la biodiversité sans pour autant en affecter leur sécurité. Pour ce faire, on s'est tout d'abord concentré sur les conditions générales existantes sur une digue en Basse-Saxe, pour ensuite, après avoir analysé les évaluations bibliographiques, se concentrer sur la digue de Norden-Westermarsch directement construite au bord de la mer. L'état actuel des recherches sur la biodiversité sur les digues de mer et les digues intérieures met en évidence la structure actuelle de la végétation sur les différents digues. Suite aux résultats obtenus grâce à une cartographie établie en 2018 et aux résultats de nos recherches actuelles, on a pu se concentrer sur les formations végétales des „prairies maigres – prairies de fauche“ et aussi sur les „pâturages riches en espèces“. On a par la suite fait un tableau avec trois colonnes comprenant tout d'abord la composition et les propriétés biotechniques des espèces cartographiées, puis les „prairies maigres – prairies de fauche“ et enfin les „pâturage riche en espèces“. Grâce à l'évaluation des données ainsi obtenues via SPSS on constate qu'une grande biodiversité favorise différents systèmes d'enracinement et de pousses, ce qui permet d'améliorer la résistance au cisaillement et à la compression de la surface des digues. On peut également constater que la surface de la digue révèle non seulement une plus grande stabilité, mais qu'elle est aussi révalorisée de façon naturelle et écologique. Une combinaison des espèces issues des „prairies maigres – prairies de fauche“ et des „pâturages“, enrichies des espèces pionnières, sont une alternative sérieuse aux mélanges traditionnels.

* Der Beitrag basiert auf den Ergebnissen der Masterarbeit an der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, KIRCHMANN (2020)

Einführung

Die Hauptdeichlinie an der Nordseeküste in Niedersachsen umfasst circa 610 km (NLWKN, 2007). Der Hauptdeich kann bis zu 100 m breit und 9 m hoch sein (NLWKN, 2007). Diese enormen Flächen sind üblicherweise mit einer Grasnarbe versehen. Die Mischung der Ansaat besteht aus einem optimierten, artenarmen Landschaftsrasen (DIN, 1973), der den extremen Bedingungen an und auf einem Deich Stand halten kann. Die Ansaatmischung besteht aus den Arten *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra trichophylla* und *Festuca rubra rubra* (KFKI, 2002). Sie müssen zeitweise Trockenheit und Überflutungen mit Meerwasser widerstehen, Trittbelastungen aushalten, sich schnell regenerieren können und salzverträglich sein. Gepflegt werden die Deichflächen mit einer Schafbeweidung und stellenweise durch die Mahd (NLWKN, 2007). Die Erhaltung des Deiches ist ein ständiger Prozess. Damit dies auch so bleibt, muss der Deich in regelmäßigen Abständen kontrolliert, regelmäßige Pflege vorgenommen und schadhafte Stellen ausgebessert werden. Da stellt sich die Frage, ob der Bauzustand nicht optimiert werden kann? Darüber hinaus befindet sich der Deich in naturschutzfachlich wertvollen Gebieten, so dass zusätzlich die Fragen aufkommen, ob ein Küstendeich diverser gestaltet werden und somit eine ökologische Aufwertung erhalten und neben dem Schutzziel auch ein ökologisches Ziel angestrebt werden kann?

Material und Methoden

Um diese Fragen zu beantworten, musste die Bepflanzung verschiedene Kriterien erfüllen. Neben dem Hauptkriterium, dass mindestens dieselbe Standfestigkeit des Deichs bestehen bleibt, sollte die ökologische Aufwertung über eine höhere Artenanzahl erzielt werden und dabei aus Gräsern und Kräutern bestehen. Hierfür wurden die Bedingungen und die Ausführung eines standfesten Deichs anhand des Beispiels Schardeich Norden-Westermarsch erläutert. Ein Schardeich besitzt kein schützendes Vorland, sondern grenzt direkt an das Watt an (KFKI, 2002). Er ist somit besonders dem Seegang ausgesetzt. Aus dem Grund ist auf der Seeseite vom Deichfuß bis weit über dem mittleren Tidehochwasser die Deichoberfläche mit Asphaltbeton und wellenbrechenden Betonhöckern



Foto 1: Deichböschung wasserseits mit Trampelfaden Richtung Süd-Osten.

(Alle Fotos: I. Kirchmann)



Foto 2: Binnenseite nahe der Deichkrone Richtung Nord-Westen. Blühende Vegetation mit Trampelpfad.



Foto 3: Trampelfade (binnenseits) am Deichfuß Richtung Süd-Osten.

befestigt. Die Grasnarbe beginnt hier bei einer Höhe von fünf Meter über NN. Somit wird die Deichoberfläche der Außenböschung, der Deichkrone und der Innenböschung durch die Vegetation als Deckwerk gehalten. Dafür wurden zunächst die allgemeinen Anforderungen an einen Seedeich in Niedersachsen anhand von Literatur dargelegt. Aufgrund der Variabilität des Deichs, erfolgte eine Konzentration auf den Schardeich Norden-Westermarsch.

Der aktuelle Forschungsstand zum Thema Diversität auf See- und Binnen-deichen gibt Einblicke in die derzeitige Vegetationsstruktur auf verschiedenen Deichen. Das Projekt EcoDike ist noch nicht abgeschlossen, allerdings wurden die Kartierungsergebnisse des Deichs in Leybucht von 2018 zur Verfügung gestellt (GRAUNKE, 2018). Der Leybuchter Deich grenzt unmittelbar an den Schardeich Norden-Westermarsch, so dass keine ausschlaggebenden Unterschiede erwartet werden. Die Ergebnisse aus dieser Kartierung und den Forschungen und Versuchsflächen an Binnendeichen im Süden Deutschlands ebnete die Grundlage für die Konzentration auf konkrete Pflanzengesellschaften. Hier rückten die *Mageren Flachland-Mähwiesen* in den Vordergrund. Das Beispiel eines Binnendeichs am Rhein zeigte, wie effektiv die Saatgutübertragung durch das Heudruschverfahren war (BLOEMER et al., 2007). Für eine erfolgreiche Saatgutübertragung ist die Regionalität besonders wichtig. Allerdings sind *Magere Flachland-Mähwiesen* im Nordwestdeutschen Raum nicht stark vertreten, deshalb wurde aufgrund des regionalen Bezugs das *Artenreiche Weidegrünland* hinzugezogen. Ein solches Grünland befindet sich beispielhaft auf den Wiesen am Larrelter Tief bei Emden (NLWKN, 2011b). Die Artenzusammensetzung der kartierten Arten und der beiden Pflanzengesellschaften wurden in drei Tabellen eingetragen und nach verschiedenen biotechnischen Eigenschaften analysiert. Die Auswahl dieser Eigenschaften stützten sich in erster Linie auf die Untersuchungen von HACKER u. JOHANNSEN (2012) und wurden mit weiteren Untersuchungspunkten ergänzt. In den Übersichten A, B, C (Kirchmann, 2020) sind die biotechnischen Eigenschaften von Gräsern und Kräutern nach Bewurzelung, Bewurzelungsdetails, Triebe, Wuchshöhe, Gesamtwirkung und Hangstandorte in Mitteleuropa, Keimbedingungen, Samenlebensdauer und Lebensdauer, Blühmonate, Laubrhythmus, vegetationsstechnische Bedingungen, Tritts- und Schnittfestigkeit und Futterwert,

Salztoleranz, ökologische Strategie, Nährstoffbedarf, kritische Aspekte, Quellen und Besonderheiten unterteilt. In der Übersicht A: Arten aus dem aktuellen Forschungsstand werden die kartierten und empfohlenen Arten von KFKI (2002), GRAUNKE (2018) und DIN 19657 (1973) aufgelistet. In der Übersicht B werden die charakteristischen Pflanzenarten und dessen Untertypen der *Mageren Flachland-Mähwiesen* mit Pflanzengesellschaften der Glatthaferwiesen (NLWKN, 2011b) und in der Übersicht C das *Artenreiche Weidegrünland* mit den Pflanzengesellschaften der Weidelgras-Weiden (NLWKN, 2011a) aufgelistet. Für die Datenauswertung werden anschließend die Daten so konvertiert, dass sie in das Statistikprogramm IBM SPSS eingetragen und ausgelesen werden können. Um missverständlichen Ergebnissen und scheinbaren Zusammenhängen entgegenzuwirken, dürfen die Ergebnisse der Interpretation nicht isoliert betrachtet werden.

Ergebnisse

Untersucht werden die Häufigkeiten und Korrelationen innerhalb der Pflanzengesellschaft bzw. innerhalb der jeweiligen Übersichten. Dies erfolgt entweder über ein Punkt- und Streudiagramm, Häufigkeits- oder Kreuztabellen. Nach einer allgemeinen Häufigkeitsverteilung der Variablen werden die Variablen mithilfe von Kreuztabellen in Beziehung gesetzt. Fokussiert wird sich dabei auf die Lebensbedingungen am untersuchten Deich Norden-Westermarsch und die Anforderungen der Vegetation.

Übersicht A*:

Arten aus dem aktuellen Forschungsstand (KIRCHMANN, 2020)

In der Übersicht A sind alle Arten aufgelistet, die im aktuellen Forschungsstand empfohlen oder 2018 im Abschnitt Leybucht kartiert wurden. Der Deichabschnitt Norden-Westermarsch besteht in seiner Form seit 1974/75 und hat damit bisher seine Standfestigkeit bewiesen. Es handelt sich dort um eine Vegetation, die sich über Jahrzehnte festigen konnte und sich dem jährlichen Bewirtschaftungs-Rhythmus angepasst hat. Insgesamt handelt es sich dabei um 21 Arten mit 14 Gräsern und 7 Kräutern (Abbildung 1).

Die Standortbedingungen auf dem Deich kommen dem Hangstandort lehmig und gut wasserversorgt am nächsten. Die Wasserversorgung wird allerdings durch die Niederschläge generiert. Bei längeren Trockenperioden und anhaltenden Winden kann der kalkhaltige Klei austrocknen und sehr hart werden. In diesem Fall ähnelt, besonders die südöstlich ausgerichtete Deichseite, eher einem basischen und wärmebegünstigten Hangstandort.

Interpretation

Inzwischen sind statt den empfohlenen vier Arten 21 Arten auf dem Deich etabliert. Die Ergebnisse zeigen, dass auch diese Pflanzenzusammensetzung ein Produkt jahrzehntelanger Pflege aus Schafbeweidung und Mahd ist. Zu den Pflegearbeiten gehören zwar auch das Entfernen von unerwünschtem Aufwuchs, allerdings scheinen die flächig etablierten Arten nicht dazu zu zählen.

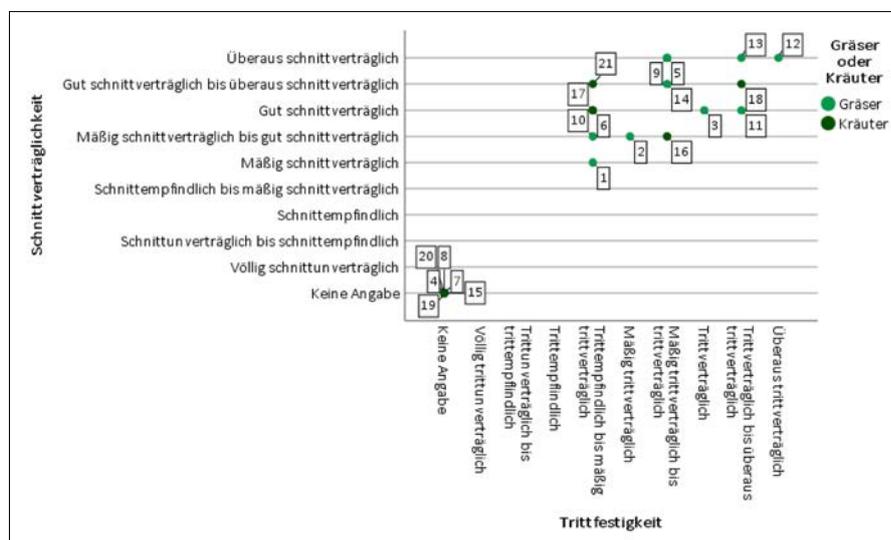


Abb. 1: Gruppieretes Streudiagramm der Übersicht A von Schnittverträglichkeit und Trittsverträglichkeit. Die Ziffern stehen für die Arten aus der Übersicht A. (KIRCHMANN, 2020)

Auch die Erwartung, dass ein Großteil der Pflanzen salzertragend sein muss, damit eine wüchsige Vegetation vorhanden ist, kann nicht bestätigt werden. Das der vorherrschende Salzgehalt nicht zu hoch für die vorhandenen nicht salzertragende Pflanzen ist, liegt wahrscheinlich daran, dass sowohl die Salzausschwemmungen aus dem Sandkern beendet sind, als auch das Meerwasser die Vegetationsdecke bei einer Sturmflut nur im geringen Maße beeinflusst. Bei einer Sturmflut reicht das Meerwasser bis zum BHW (Bemessungshochwasserstand), der im Fall Norden-Westermarsch bei 5,40 m über NN liegt.

**Übersicht B*:
Die Mageren Flachland-Mähwiesen
(KIRCHMANN, 2020)**

In der Übersicht B sind die Arten des FFH-Lebensraumtypus *Magere Flachland-Mähwiesen* aufgelistet. Die Liste beinhaltet die Arten der Pflanzengesellschaften der Glatthaferwiesen mit den charakteristischen Arten und deren Untertypen nach NLWKN (2011b). Die Übersicht ist nach Gräsern und Kräutern sortiert. Von den insgesamt 62 Arten sind es 10 Gräser und 52 Kräuter. Die Bewurzelung zeigt, dass 32 der 62 Arten (51,6 %) ein flaches bis mittleres Wurzelsystem ausbilden. Außerdem bilden 19 Arten unterirdische Ausläufer aus, davon 12 kurze und 7 lange Ausläufer. Ein tiefes Wurzelsystem bilden 11 Arten aus. 59 der 62 Arten bilden kategorisierbare Triebe aus. 34 (57,6 %) von den 59 Arten sind Halbrosettenpflanzen. 16 Arten bilden oberirdische Ausläufer, davon 13 kurze und 3 lange Ausläufer. Es zeigt sich, dass die Halbrosettenpflanzen verschiedene Wurzelsysteme entwickeln. 16 der Halbrosettenpflanzen haben ein flaches bis mittleres, 8 Pflanzen ein tiefes Wurzelsystem und 9 Pflanzen Pfahlwurzeln. Durch die Kombination von verschiedenen Wurzel- oder Triebssystemen entsteht ein verzweigtes und verzahntes ober- und unterirdisches Netz. Die Schnittverträglichkeit verteilt sich von einer Schnittempfindlichkeit bis mäßig schnittverträglich bis zur guten Schnittverträglichkeit. Ausreißer sind die *Potentilla erecta* (40) und *Anthriscus sylvestris* (61), die schnittempfindlich sind (Abbildung 2).

Von den 33 Arten des lehmig und gut wasserversorgten Standorts sind 24 Pflanzen mäßig schnittverträglich oder mehr schnittverträglich und von den 19 Arten des lehmig, steinig, basischen und wärmebegünstigten Standorts sind 15 Arten mäßig schnittverträglich oder

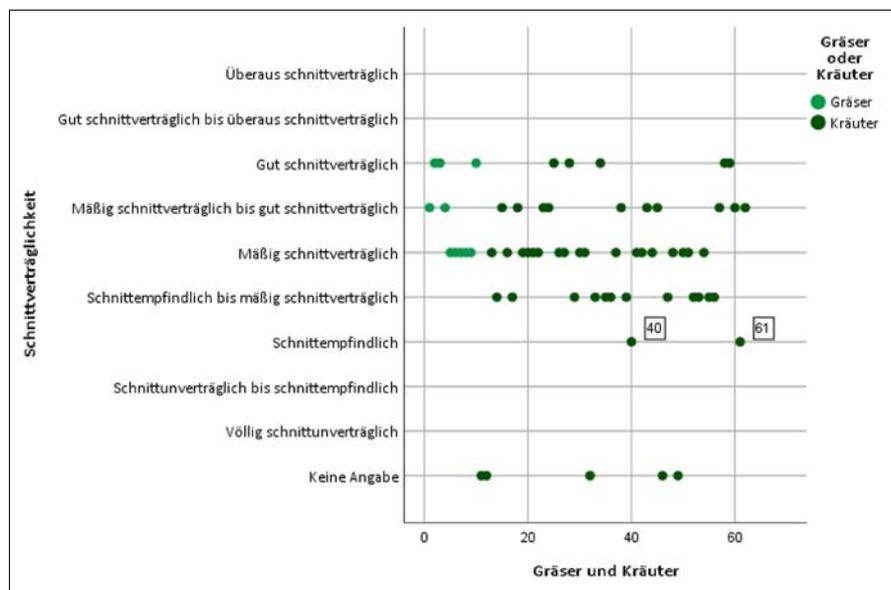


Abb. 2: Gruppieretes Streudiagramm der Übersicht B und ihrer Schnittverträglichkeit. (KIRCHMANN, 2020)

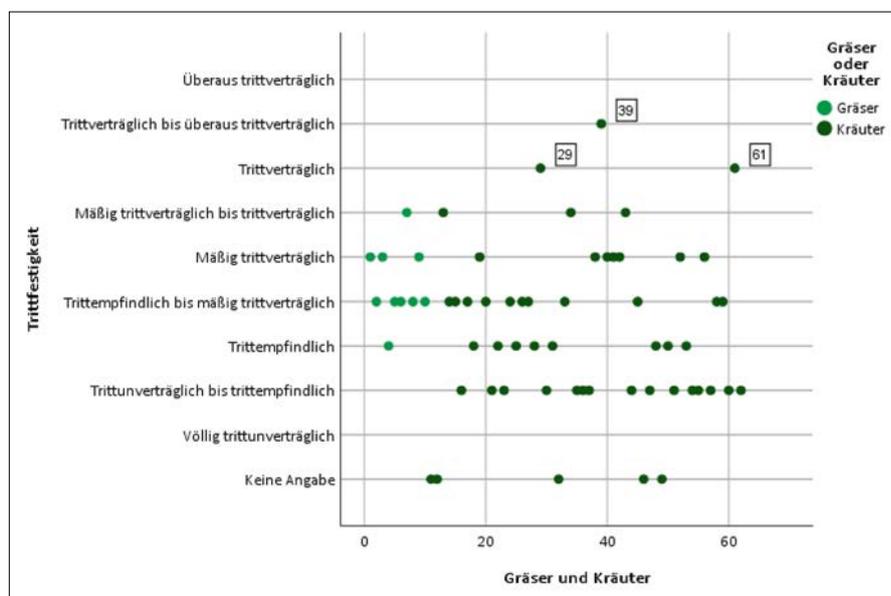


Abb. 3: Gruppieretes Streudiagramm der Übersicht B und ihrer Trittfestigkeit. (KIRCHMANN, 2020)

mehr schnittverträglich. Auch bei der Trittfestigkeit verteilen sich die Arten im mittleren Segment. Ausreißer sind die Kräuter *Hieracium pilosella* (29), *Plantago media* (39) und *Anthriscus sylvestris* (61), die trittverträglich bis überaus trittverträglich sind (Abbildung 3).

Interpretation

Bei den Arten aus dieser Pflanzengesellschaft, die auf dem Deich gedeihen könnten, sind ein großer Teil Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen oder Konkurrenz-Strategen. Erstere entsprechen einem intermediären Typ, oft Rosettenpflanzen oder kleinwüchsige, ausdauernde Arten, die räumlich-zeit-

liche Nischen gut nutzen können und meist nur eine mittlere Lebensdauer aufweisen und zweitere entsprechen krautigen Arten mit hoher Konkurrenz-kraft, bedingt durch spezifische morphologische und physiologische Eigenschaften. Diese beiden Strategen zusammen bilden eine konkurrenzstarke und ausdauernde Vegetation, die auf Ereignisse wie Mahd oder Zerstörung der Vegetationsdecke schnell reagieren kann. Zwar sind einige intermediäre Typen dabei, allerdings gibt es nur einen tatsächlichen Ruderal-Strategen, wobei immer ein bis drei Pionierarten von Vorteil wären (HACKER u. JOHANNSEN, 2012). Während der Vegetationsperiode vom Frühjahr bis Herbst

wird der Deich mit Schafen beweidet. Um dieser Schafbeweidung standhalten zu können, muss die Trittfestigkeit der Vegetation zwischen trittempfindlich und trittverträglich liegen. Bei den 33 Arten, die auf dem lehmig und gut wasserversorgten Standorten wachsen, sind 10 Arten, die trittunverträglich bis trittempfindlich sind. Diese werden sich in stärker frequentierten Bereichen des Deichs, wie auf der Deichkrone oder am Deichfuß, nicht erfolgreich etablieren können. Andererseits entspricht die Deichkrone eher dem lehmig, steinig, basischen und wärmebegünstigten Standort. Von den 19 Arten, die auf diesem Standort vorkommen, sind 12 Arten trittempfindlich bis mäßig trittverträglich bis trittverträglich. Somit könnten diese Arten die stärker frequentierten Bereiche besetzen. Wird zu den beiden Standorten und der Trittfestigkeit noch die Bewurzelung hinzugezogen, ist auffällig, dass beim lehmig und gut wasserversorgten Standort mit 33 Arten ein breites Spektrum verschiedener Wurzelsysteme vorhanden ist. 18 Arten bilden ein flaches bis mittleres Wurzelsystem aus und 9 Arten unterirdische kurze Ausläufer. Auch beim lehmig, steinig, basischen und wärmebegünstigten Standort ist ein breites Bewurzelungsspektrum vorhanden. Neben der Schafbeweidung wird die Deichvegetation auch gemäht. Die Schnittverträglichkeit sollte zwischen einer mäßigen und einer guten Schnittverträglichkeit liegen, da der Deich zwei bis drei Mal im Jahr gemäht wird. Dem Hauptteil der Pflanzen macht die zwei bis dreimalige Mahd im Jahr nichts aus. Die Mahd ist nicht nur charakteristisch für eine *Flachland-Mähwiese*, sondern auch notwendig, um diese artenreich zu erhalten. Durch die Mahd werden die hochwüchsigen Gräser reduziert und die niedrigen Untergräser und Kräuter können sich wieder erholen (ELLENBERG, 1996). Im gesamten Eindruck scheinen die *Mageren Flachland-Mähwiesen* durchaus eine Alternative zu der üblichen Ansaat mit vier bis fünf Arten dazustellen. Auch das Austrocknen des Oberbodens im Sommer bei längeren Trockenperioden scheint den Glatthaferwiesen nicht viel auszumachen. Einerseits befindet sich der Deich geographisch in Nordwest-Deutschland, wo der Oberboden seltener austrocknet, andererseits stellt der Deich als entwässertes exponiertes Bauwerk einen eher trockenen Standort dar. Laut ELLENBERG (1996) kommen die Glatthaferwiesen besser mit einer trockenen Periode zurecht, als mit dauerhaften oder häufigen Durchfeuchtungen des Oberbodens.

**Übersicht C*:
Das Artenreiche Weidegrünland
(KIRCHMANN, 2020)**

In der Übersicht C sind die Arten des *Artenreichen Weidegrünlands* aufgelistet. Die Liste beinhaltet die Arten der Pflanzengesellschaften der Weidelgras-Weiden mit den charakteristischen Arten und dessen Untertypen nach NLWKN (2011a). Die Übersicht ist nach Gräsern und Kräutern sortiert. Von den insgesamt 46 Arten sind es 11 Gräser und 35 Kräuter. Vom *Artenreichen Weidegrünland* bevorzugen 30 Arten (65,2 %) den lehmig gut wasserversorgten Standort und 13 (28,3 %) den lehmig, steinig, basischen und

wärmebegünstigten Standort. 5 Pflanzen besiedeln beide Standorte. Die Bewurzelung zeigt, dass 28 der 46 Arten (60,9 %) ein flaches bis mittleres Wurzelsystem ausbilden. Außerdem bilden 13 Arten unterirdische Ausläufer aus, davon fünf kurze und acht lange Ausläufer. Ein tiefes Wurzelsystem bilden sechs Arten aus. 45 der 46 Arten bilden kategorisierbare Triebe aus. 18 (40 %) von den 45 Arten sind Halbrosettenpflanzen, 11 (24,4 %) sind Horstpflanzen oder rosettenlos und 7 (15,6 %) sind Rosettenpflanzen. 20 Arten bilden oberirdische Ausläufer davon 11 kurze und 9 lange Ausläufer. Durch die Kombination von verschiedenen Wurzel- oder Triebssystemen entsteht ein

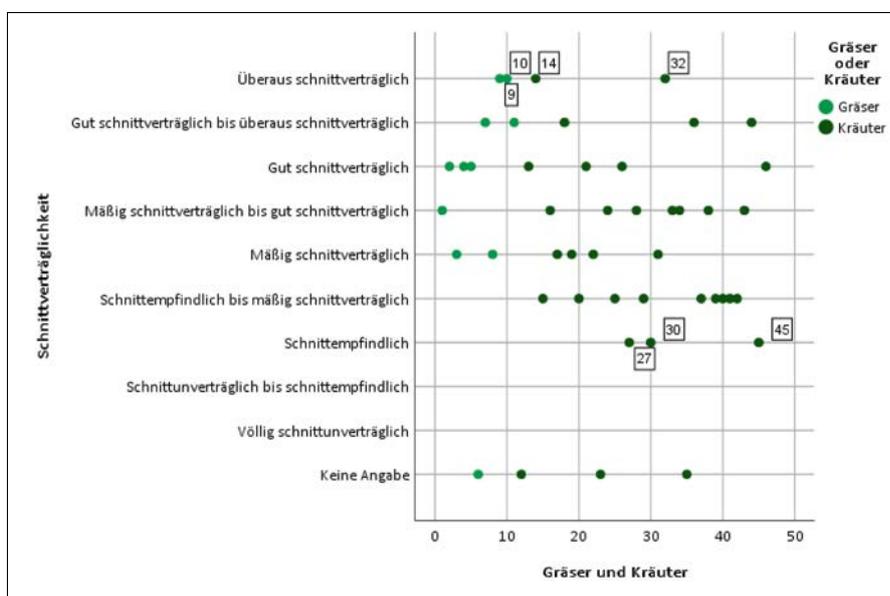


Abb. 4: Gruppieretes Streudiagramm von Übersicht C und ihrer Schnittverträglichkeit. (KIRCHMANN, 2020)

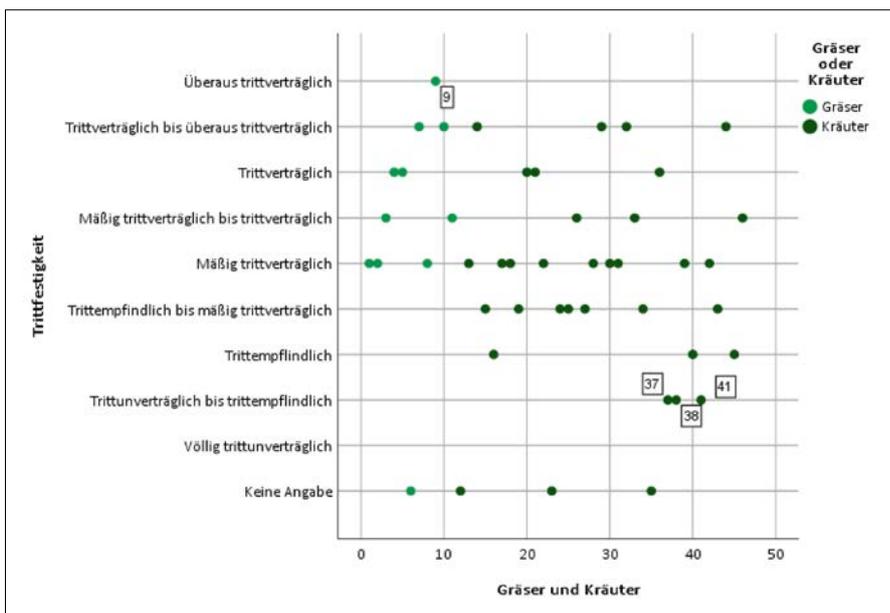


Abb. 5: Gruppieretes Streudiagramm von der Übersicht C und ihrer Trittfestigkeit. (KIRCHMANN, 2020)

verzweigtes und verzahntes ober- und unterirdisches Netz. Dies zeigt sich auch in der Gesamtwirkung. Zwar haben nur 23 der 46 Arten einen Eintrag zur Gesamtwirkung, allerdings sind 10 Arten dabei, die eine oberirdische Flächenabdeckung aufweisen, und acht Arten dabei, die schnell auflaufen. Die Schnittverträglichkeit verteilt sich von einer Schnittempfindlichkeit bis einer überaus Schnittverträglichkeit. Überaus schnittverträglich sind *Poa annua* (9), *Poa pratensis* (10), *Bellis perennis* (14) und *Prunella vulgaris* (32), hingegen sind *Ononis spinosa* (27), *Potentilla erecta* (30) und *Triglochin palustris* (45) schnittempfindlich (Abbildung 4).

Von den 30 Arten des lehmig und gut wasserversorgten Standorts sind 20 Pflanzen mäßig schnittverträglich oder mehr schnittverträglich und von den 13 Arten des lehmig steinig basischen und wärmebegünstigten Standorts sind 9 Arten mäßig schnittverträglich oder mehr schnittverträglich. Auch bei der Trittfestigkeit verteilen sich die Arten im mittleren Segment. Ausreißer ist das Gras *Poa annua* (9), das überaus trittverträglich ist und die Kräuter *Rhinanthus angustifolius* (37), *Rumex acetosa* (38) und *Silene flos-cuculi* (41) (Abbildung 5).

Die Trittfestigkeit ordnet sich genauso wie die Schnittverträglichkeit im oberen Mittel ein, zwischen Trittunverträglichkeit bis Trittempfindlichkeit und von Trittverträglichkeit bis zur einer äußersten Trittverträglichkeit. Die Pflanzengesellschaft setzt hauptsächlich auf die Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen (65,2 %) und die Konkurrenz-Strategen (13 %). *Poa annua* ist der einzige Ruderal-Strategie, der als Pionierpflanze schnell offene Stellen im Oberboden besiedeln kann. *Hordeum secalinum* und *Triglochin palustris* sind die einzigen Stress-Strategen, die in ihrer morphologisch-physiologischen Anpassung an bestimmte Faktoren, z.B. Salzgehalt in zu hoher Intensität, am Standort wirken. 21 der 30 Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen und alle Konkurrenz-Strategen bevorzugen auch den lehmig und gut wasserversorgten Standort und 7 der 30 Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen und 2 der 6 Konkurrenz-Strategen bevorzugen auch den lehmig, steinig, basisch und wärmebegünstigten Standort. Wie auch schon bei den *Mageren Flachland-Mähwiesen* zeigt sich bei dem *Artenreichen Weidegrünland* ein gefächertes Spektrum. Die Verteilung der Salztoleranz ist deutlich verträglicher als bei den *Mageren Flachland-*

Mähwiesen. *Poa annua* (9), *Poa trivialis* (11), *Achillea millefolium* (12), *Ononis spinosa* (27), *Ranunculus sardous* (35), *Ranunculus repens* (36) und *Trifolium repens* (44) sind salzertragend, *Triglochin palustris* (45) wächst bis zu einer β -mesohalinen Konzentration im Wurzelbereich, *Hordeum secalinum* (5) und *Trifolium fragiferum* (43) bis zu einer α/β -mesohalinen Konzentration und *Juncus gerardii* (6) sogar bis zu einer polyhalinen Konzentration.

Interpretation

Das *Artenreiche Weidegrünland* zeichnet sich dadurch aus, dass durch die Beweidung eine Selektion vorgenommen wird. Aus morphologischen, geschmacklichen oder toxischen Gründen werden bestimmte Pflanzen gemieden und deshalb im Wuchs gefördert. Während trittempfindliche Pflanzen eher zurückgedrängt werden, profitieren Pflanzen mit bodennahem Wuchs und guter Regenerationsfähigkeit von der Beweidung. Hervorzuheben ist, dass es fließende Übergänge zwischen dem Lebensraumtyp *Mageren Flachland-Mähwiesen* und dem *Artenreichen Weidegrünland* gibt (NLWKN, 2011a). Obwohl eine Überschneidung in der Artenzusammensetzung in manchen Teilen besteht und ähnliche Ergebnisse wie bei den *Mageren Flachland-Mähwiesen* zu erwarten gewesen sind, gibt es in bestimmten Untersuchungspunkten relevante Unterschiede. In der Übersicht C sind die Charakterarten und die Untertypen von feucht, salzbeeinflusst, mager trocken, mager kalkarm und mager kalkreich aufgelistet. Wie auch schon in der Interpretation der *Mageren Flachland-Mähwiesen* beschrieben, zeigt die Kategorisierung in Untertypen den bevorzugten Standort an und es lässt sich im Vorfeld durch die Bodenverhältnisse am Deich ablesen, welche Arten sich dort erfolgreich etablieren könnten. Bei den Arten aus dieser Pflanzengesellschaft, die auf dem Deich gedeihen könnten, sind ein großer Teil Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen oder Konkurrenz-Strategen. Ersteres entspricht einem intermediären Typ, oft Rosettenpflanzen oder kleinwüchsige, ausdauernde Arten, die räumlich-zeitliche Nischen gut nutzen können und meist nur eine mittlere Lebensdauer aufweisen, und zweiteres entspricht krautigen Arten mit hoher Konkurrenzkraft, bedingt durch spezifische morphologische und physiologische Eigenschaften. Diese beiden Strategen bilden zusammen eine konkurrenzstarke und ausdauernde Vegetation, die auf Ereignisse wie Mahd

oder Zerstörung der Vegetationsdecke reagieren kann. Neben den intermediären Typen gibt es nur *Poa annua* als tatsächlichen Ruderal-Strategen. Dabei wären immer ein bis drei Pionierarten von Vorteil (HACKER u. JOHANNSEN, 2012). Besonderheiten sind die beiden Stress-Strategen *Hordeum secalinum* und *Triglochin palustris*. Die beiden Arten haben jeweils den ökologischen Zeigerwert der Salztoleranz im höheren Bereich. *Ranunculus sardous* ist der einzige Stress-Ruderal-Strategie, weil er mit einer relativ kurzen Lebensdauer von zwei oder mehr Jahren und seiner Salzverträglichkeit in den Übergangstyp fällt.

Während der Vegetationsperiode vom Frühjahr bis Herbst wird der Deich mit Schafen beweidet. Um dieser Schafbeweidung standhalten zu können, muss die Trittfestigkeit der Vegetation zwischen trittempfindlich und trittverträglich liegen. Von den 30 Arten, die auf dem lehmig und gut wasserversorgten Standorten wachsen, sind fünf Arten, die trittunverträglich bis trittempfindlich sind. Diese werden sich in stärker frequentierten Bereichen des Deichs, wie auf der Deichkrone oder am Deichfuß, nicht erfolgreich etablieren können. Die restlichen 25 Arten sind von trittempfindlich bis überaus trittverträglich verteilt, so dass es auch an den stärker frequentierten Bereichen nicht zu Ausfällen an der Vegetationsdecke kommen sollte. Auch wenn die Deichkrone eher dem lehmig, steinig, basischen und wärmebegünstigten Standort entspricht, stellt dies kein Problem dar. Von den 13 Arten, die auf diesem Standort vorkommen, sind alle Arten trittempfindlich bis mäßig trittverträglich bis überaus trittverträglich. Diese hohe Trittverträglichkeit verwundert nicht, da die Beweidung ein wesentliches Erhaltungsmittel dieser Pflanzengesellschaft darstellt (NLWKN, 2011a). Wird zu den beiden Standorten und der Trittfestigkeit noch die Bewurzelung hinzugezogen, ist auffällig, dass beim lehmig und gut wasserversorgten Standort mit 30 Arten ein breites Spektrum verschiedener Wurzelsysteme vorhanden ist. 20 Arten bilden ein flaches bis mittleres Wurzelsystem aus und sieben Arten unterirdische lange Ausläufer. Bei ihnen ist auch die Trittverträglichkeit ausreichend. Auch beim lehmig steinig basischen und wärmebegünstigten Standort, wo die Trittverträglichkeit im ausreichenden Bereich liegt, ist ein breites Bewurzelungsspektrum vorhanden. Fünf Arten haben ein flaches bis mittleres und vier Arten ein tiefes Wurzelsystem.

Da der Deich zwei bis drei Mal im Jahr gemäht wird, sollte die Schnittverträglichkeit zwischen einer mäßigen und einer guten Schnittverträglichkeit liegen. Den Hauptteil der Pflanzen macht die zwei bis dreimalige Mahd im Jahr nichts aus. Die Mahd ist auch bei dem *Artenreichen Weidegrünland* unerlässlich, um einer Verbuschung und der Ausbreitung einzelner Arten entgegen zu wirken (NLWKN 2011a). Im gesamten Eindruck scheinen das *Artenreiche Weidegrünland* ebenso wie die *Mageren Flachland-Mähwiesen* durchaus eine Alternative zu der üblichen Ansaat mit vier bis fünf Arten dazustellen. Gerade die Pflegeaspekte eines *Artenreichen Weidegrünlands* stimmen mit den derzeitigen Pflegemaßnahmen eines Deiches überein. Mahd und Beweidung sind wesentliche Erhaltungsmittel dieser Gesellschaft.

Diese Pflanzengesellschaft kommt zurzeit in einem nahegelegenen Gebiet bei Emden vor. Obwohl der Deich als exponiertes Bauwerk durchaus einen trockeneren Standort als das umgebende Flachland darstellt, findet sich trotzdem eine Artenauswahl aus dem *Artenreichen Weidegrünland*, die auf trockenen mageren Standorten vorkommt. Wie auch bei der *Mageren Flachland-Mähwiese* stellt die größte Herausforderung die Standfestigkeit und Stabilität während einer Sturmflut dar, wenn das Wurzelsystem den Oberboden für eine gewisse Zeit halten muss. Aber auch hier geht der Einflussbereich des Meerwassers nicht über die Außenberme hinaus. Die Besonderheit stellt die Salztoleranz einiger Arten dar, die diese Pflanzengesellschaft noch passender für den Deich macht. Falls Meerwasser auf die Vegetation treten sollte und durch den Einfluss des salzhaltigen Meerwassers die Pflanzen, die nicht salzverträglich sind, schwächt, muss trotzdem eine Stabilisierung des Oberbodens gegeben sein. Von den salzverträglichen Pflanzen, die auf dem lehmig gut wasserversorgten Standort oder an der Küste vorkommen, haben *Ranunculus repens*, *Ranunculus sardous*, *Juncus gerardii*, *Hordeum secalinum* und *Trifolium repens* ein flaches bis mittleres Wurzelsystem, *Achillea millefolium* und *Triglochin palustris* sind zwei Arten mit langen unterirdischen Ausläufern. *Achillea millefolium* hat zusätzlich ein weitreichendes Wurzelsystem und *Trifolium repens* und *Trifolium fragiferum* haben adventive Halme und *Poa trivialis* ist adventiv an Ausläufern. Durch die Kombination dieser Wurzelsysteme kann eine Stabilisierung des Bodens erwartet werden.

Diskussion

In den *Mageren Flachland-Mähwiesen* und im *Artenreichen Weidegrünland* befinden sich deutlich mehr Arten als zurzeit auf dem Deich wachsen. Die Deichvegetation ist hauptsächlich durch Gräser geprägt. Gerade das Gras *Festuca rubra* mit seinen Unterarten, die aktuell auf dem Deich stark vertreten sind, fehlen in den anderen Pflanzengesellschaften gänzlich. Diese Grasart wurde wahrscheinlich wegen ihrer vielfältigen Ausbildungen in horstiger Form, mit kurzen und langen Ausläufern und ihrer mäßig bis guten Tritts- und Schnittfestigkeit, ihrem schnellen Aufwuchs und teppichartigen Wuchs ausgewählt. Zwar wird die Art im Gebrauchs-, Zier- und Golfrasen geschätzt, allerdings verträgt sich die Art auch mit Kräutern auf Wiesen oder im Kräuterrasen (DRG, 2020). Diese vielschichtigen positiven Eigenschaften, dieser einen Art, die auf dem Deich benötigt werden, können aber auch von anderen Arten übernommen werden.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich verschiedene ober- und unterirdische Ausbildungsformen gerade in den variationsreichen Pflanzengesellschaften wiederfinden. Somit werden die benötigten Eigenschaften auf mehrere Pflanzen verteilt und machen die Vegetation dadurch flexibler. Wichtige Punkte sind die Salztoleranzen und die Auflaufzeiten bzw. die Eigenschaft der Pionierpflanze. Bezüglich der Salztoleranz zeigte sich, dass auch artenreichere Gesellschaften wie das *Artenreiche Weidegrünland* eine gewisse Salztoleranz besitzen kann und gleichzeitig verschiedene Ausbildungsformen ober- und unterirdisch entwickeln. Auch wenn die *Mageren Flachland-Mähwiesen* und das *Artenreiche Weidegrünland* ein hohes Spektrum an verschiedenen Arten mit unterschiedlichen Eigenschaften besitzen, fehlen in diesen Gesellschaften einige Ruderal-Strategen, die notwendig sind, damit Offenstellen schnell besetzt werden können.

An dieser Stelle sollte das Artenspektrum erweitert werden. Die *Mageren Flachland-Mähwiesen* haben eine geringe Auswahl an Arten, die mindestens salzertragend sind. Das *Artenreiche Weidegrünland* hingegen weist ein größeres Spektrum an salzverträglichen Pflanzen auf, so dass auch hier eine Kombination dieser Gesellschaften oder das Artenspektrum erweitert werden muss. Für die Deichsicherheit

ist die Verwendung von verschiedenen Wurzelsystemen von Bedeutung. Hier zeigt sich auch, dass beide Pflanzengesellschaften durch ihr hohes Artenspektrum eine ausreichend tiefe und verzweigte Bewurzelung überzeugen. Die tief wurzelnden Arten sind außerdem auch vor längeren Trockenperioden geschützt und bleiben vital. Gerade beim *Artenreichen Weidegrünland* sind zusätzlich viele immergrüne Pflanzen enthalten, die außerhalb der Wachstumsperioden nicht oberirdisch absterben, so dass der Deich auch im Winter ausreichend begrünt ist. Die Bedingungen an den Deichelementen sind nicht überall gleich. Während die Deichkrone, der Deichfuß binnenseits und die Deichböschung außen besonders durch Trittsbelastung werden, ist die Deichböschung außen im Falle einer schweren Sturmflut dem Meerwasser ausgesetzt. Da die Beweidung im Frühjahr nach den starken Stürmen beginnt und im Herbst vor der nächsten Sturmperiode endet, besteht nicht die Gefahr, dass der Deich gleichzeitig vom Zertreten und einer Flut betroffen ist. Die offenen Trittsstellen sind im Sommer der Sonne direkt ausgesetzt. Gerade bei der Sonnenseite der Deiche sind die Trittsstellen besonders trocken und fest. Diese Offenstellen sollten sich so schnell wie möglich durch Pionier- und ausläuferbildende Pflanzen schließen.

„Für Ansaaten ist es sinnvoll, immer mehrere Arten und möglichst mit unterschiedlichen Strategien anzusäen. Fünf Arten sind hier sicher das Minimum. Es sollten immer ein bis drei Pionierarten (...) dabei sein, um eine schnelle Vegetationsdecke zu initiieren“ (HACKER u. JOHANNSEN, 2012). Wenn das berücksichtigt werden soll, müssen zu den schnell auflaufenden Pflanzen noch Ruderal-Strategen gemischt werden. Wie *Veronica persica* oder Ammenarten wie *Bromus hordeaceus* und *Bromus secalinus*. Ansonsten besteht gerade das *Artenreiche Weidegrünland* aus Arten, die den Anforderungen an einem Deich gerecht werden. Da es fließende Übergänge zwischen den *Mageren Flachland-Mähwiesen* und dem *Artenreichen Weidegrünland* gibt, kann die Einsaat über das Heudruschverfahren geschehen und entsprechend mit Arten erweitert werden. So kann sich ein größeres Artenspektrum etablieren. Folgenden Arten aus den *Mageren Flachland-Mähwiesen* können zu dem *Artenreichen Weidegrünland* dazu gemischt werden, die entweder eine positive Bewurzelung haben oder eine positive Triebentwicklung aufweisen:

Alopecurus pratensis, *Arrhenatherum elatius*, *Briza media*, *Luzula campestris*, *Achillea ptarmica*, *Bistorta officinalis*, *Centaurea jacea*, *Centaurea scabiosa*, *Daucus carota*, *Galium album*, *Heracleum sphondylium*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus pratensis*, *Phyteuma nigrum*, *Phyteuma spicatum*, *Primula elatior*, *Salvia pratensis*, *Tragopogon pratensis*, *Vicia cracca*, *Vicia sepium*.

Die Arten *Campanula patula*, *Crepis biennis*, *Heracleum sphondylium*, *Ranunculus auricomus* agg., *Sanguisorba officinalis*, *Trifolium dubium* fallen zwar nicht durch eine besondere Bewurzelung oder die Triebe ins Gewicht, allerdings haben sie einen schönen Blühaspekt. Dieser ist nicht nur im Hinblick auf die insektenfördernde Funktion interessant, sondern gerne für Erholungssuchende ein optischer Anreiz. Darüber hinaus ist *Trifolium dubium* einer der wenigen Ruderal-Strategen, der dringend in der Zusammensetzung benötigt wird. Durch die Mischung kann die Artenauswahl auf mindestens 69 Arten erweitert werden.

Um eine erfolgreiche Etablierung und eine stabile Vegetation dieser Pflanzengesellschaft zu erzielen sind gewisse Pflegemaßnahmen im Jahr nötig. Die Grünlandnutzung ist zum Erhalt unerlässlich. Gemäht werden sollte zwei Mal pro Jahr zwischen Juni und Oktober. Dabei ist es sinnvoll, den Deich in kleinräumige Mosaik aufzuteilen und die Mahd zeitlich zu staffeln. Auch die Schafbeweidung lässt sich mit dieser Pflanzengesellschaft vereinbaren. So können die gemähten Flächen nachbeweidet werden. Falls aus Witterungsgründen der Deich nicht für die Mahd befahrbar ist, kann der Deich partiell intensiv beweidet werden, um eine mögliche Selektion so gering wie möglich zu halten. Trotzdem ist ein Pflegeschnitt im Jahr unumgänglich, um einer Verbuschung entgegen zu wirken. Der Boden sollte mäßig bis gut mit Phosphor, Kalium und Kalzium versorgt sein. Auch wenn Kahlstellen auftreten sollten, ist es nicht zu empfehlen, mit konkurrenzstarken Gräsern nachzusäen (NLWKN 2011b). Die Pflanzengesellschaft kann durch unregelmäßige Nutzung z. B. Beweidung oder Mahd sowie durch zu intensive oder zu geringe Nutzung negativ beeinträchtigt werden. Dadurch kann sich entweder ein artenarmes Intensivgrünland oder eine Verbuschung einstellen (NLWKN, 2011b). Da der Deich zurzeit schon eine Vegetationsdecke besitzt, kann der Prozess zu einer artenreicheren Pflanzengesellschaft mithilfe der Heu-

druschsaat und den genannten Pflegemaßnahmen beschleunigt werden.

Schlussfolgerung

Aus der Datenerhebung ging hervor, dass kräuterreiche Vegetationen nicht minder für eine Deichvegetation geeignet sind. Die Vielfalt trägt dazu bei, dass die genannten Anforderungen an die Grasnarbe erfüllt werden können. Gerade das *Artenreiche Weidegrünland* überzeugt mit seiner Tritt- und Schnittverträglichkeit und seiner außerordentlichen Anpassungsfähigkeit auch an salzbeeinflussten Böden. Besonders zu beachten war, dass bei dem gezeigten Schardeich Norden-Westermarsch die Grasnarbe erst über dem Meeressereinfluss beginnt und somit der Salzeinfluss in seiner Bedeutung minderte. Die Artenvielfalt bringt eine hohe Bandbreite an verschiedenen Wurzelsystemen und Trieben mit sich, die besonders wichtig für die Scherfestigkeit einer Deichoberfläche ist. Auch die Wetterbedingungen wie heiß und trocken oder feucht und windig stellen durch die verschiedenen Wurzelsprünge oder unterschiedlichen Höhenstufungen und verschiedenen Kräutern kein Problem dar. Gerade die Anforderungen an die Pflege für den Erhalt solcher Lebensräume entsprechen den aktuellen Pflegemaßnahmen auf einem Deich, so dass keine großen Umstellungen in der Pflege zu erwarten sind. Eine Kombination aus der artenreicheren *Mageren Flachland-Mähwiese* und dem *Artenreichen Weidegrünland* stellt, mit Hilfe von beigemischten Pionierpflanzen, eine ernsthafte Alternative zu der üblichen Ansaatmischung aus vier bis fünf Gräserarten dar.

Weiterführende Literatur

- AICHELE, D. und H.-W. SCHWEGLER, 1991: Unsere Gräser. Süßgräser, Sauergräser, Binsen. 10. überarb. u. erw. Aufl. Stuttgart: Franckh-Kosmos (Kosmos Naturführer).
- BLOEMER, S., S. EGELING und U. SCHMITZ, 2007: Deichbegrünungsmethoden im Vergleich: Sodenerpflanzung, Heudrusch-Verfahren und Handelsaatgut im Hinblick auf Biodiversität, Natur- und Erosionsschutz. In: Natur und Landschaft 82 (6), 276-283.
- Botanische Staatssammlung München: Botanischer Informationsknoten Bayern (BIB). Botanischer Informationsknoten Bayern als Datenportal der Bayernflora (BFL) <http://daten.bayernflora.de/de/index.php>.
- DIN, 1973: Sicherungen von Gewässern, Deichen und Küstendünen. DIN 19657: 1973-09. <https://www.beuth.de/de/norm/din-19657/635202>.

- DRG, 2020: Rotschwingel *Festuca rubra*. Deutsche Rasengesellschaft e.V., <https://www.rasengesellschaft.de/rotschwingel.html>.
- ELLENBERG, H., 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht; 170 Tabellen. Unter Mitarbeit von Christoph Leuschner. 5. Aufl. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer (UTB Botanik, Ökologie, Agrar- und Forstwissenschaften, Geographie).
- ELLENBERG, H. und C. LEUSCHNER, 2010: Zeigerwerte der Pflanzen Mitteleuropas. Zusatzmaterialien zur Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: Verlag Eugen Ulmer.
- GRAUNKE, A., 2018: Vegetationsaufnahme Leybucht, Verbundprojekt. Unter Mitarbeit von Nicole Wrage-Mönnig. Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, unveröffentlicht.
- HACKER, E. und R. JOHANNSEN, 2012: Ingenieurbioogie. Stuttgart: Ulmer (UTB, 3332).
- KFKI, 2002: EAK 2002. Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken. Heide: Westholsteinische Verl.-Anst. Boyens (Die Küste, 65.2002).
- KIRCHMANN, I., 2020: Deichsicherheit und eine artenreiche Deichvegetation an der Nordseeküste. Eine vergleichende Analyse zweier naturschutzfachlich wertvollen Pflanzengesellschaften am Beispiel des Schardeichs Norden-Westermarsch. Masterarbeit, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover.
- NLWKN, 2007: Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/ Bremen. Festland. Band 1. Niedersachsen, Bremen.
- NLWKN (Hg.), 2011a: Vollzugshinweise zum Schutz der FFH-Lebensraumtypen sowie weiterer Biotoptypen mit landesweiter Bedeutung in Niedersachsen. Biotoptypen mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Artenreiches Weidegrünland mittlerer Standorte. Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz. Hannover.
- NLWKN (Hg.), 2011b: Vollzugshinweise zum Schutz der FFH-Lebensraumtypen sowie weiterer Biotoptypen mit landesweiter Bedeutung in Niedersachsen. FFH-Lebensraumtypen und Biotoptypen mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Magere Flachland-Mähwiesen. Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz. Hannover.
- JÄGER, E., 2017: Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland: Grundband, 21. Aufl. Heidelberg, Springer Spektrum.
- SCHÜRENKAMP D., T.K. HOFFMANN u. P. JORDAN, 2019: EcoDike Zur ökologischen Aufwertung von See- und Ästuardeichen an der deutschen Küste. 24. KFKI-Seminar 2019. Präsentation. Schürenkamp, David; Paul, Maik; Jordan, Philipp; Keimer, Kara; Soltau, Felix; Arns, Arne et al. o.O., 21.11.2019.
- UFZ und BFN (Hg.), 2020: BioFlor. Datenbank biologisch-ökologischer Merkmale der Flora von Deutschland, <http://www.ufz.de/bioflor/index.jsp>.

Autorin:

Inken Kirchmann M. Sc.
Planungsbüro
Pätzold+ Snowatzky GbR
Katharinenstr. 31
49078 Osnabrück
kirchmann@ps-planung.de