

Ökologisch wertvolle Deckschichten für Seedeiche

Stand der Technik, Zielvegetation und aktuelle Untersuchungen

Babette Scheres, Annelie Graunke, Nicole Wrage-Mönnig, Jochen Michalzik, Sven Liebisch, Torsten Schlurmann, Holger Schüttrumpf

Zusammenfassung

Die Integration von Ökosystemen in Küstenschutzkonzepte und die Nutzung der damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen bieten wertvolles Potenzial zur Steigerung des ökologischen Wertes und der Leistungsfähigkeit des Küstenschutzes. Seedeiche sind hierbei nicht nur als Küstenschutzbauwerk zu betrachten, sondern als Ökosystem mit komplexen Wechselwirkungen zu verstehen. Aktuelle Bemessungs- und Planungsempfehlungen für Seedeiche behandeln die Bauwerksstabilität und die Hauptfunktion des Überflutungsschutzes, während der ökosystemare Wert für gewöhnlich zurückgestellt wird. Dabei kann die Deichdeckschicht bereits durch eine gezielte Anpassung der gängigen Ansaatmischungen ökologisch aufgewertet werden. In diesem Zusammenhang wurden Testvegetationen und ein umfassendes Versuchskonzept zur Untersuchung des Widerstands neuer Saatgutmischungen und der Vegetationsentwicklung unter Küstenbedingungen (Wellen- und Salzeinfluss) entwickelt. Dies dient der Erarbeitung von Planungsgrundlagen, die schließlich die Umsetzung ökologisch wertvoller Deckschichten für Seedeiche unter Berücksichtigung der Deichsicherheit ermöglichen.

1 Einleitung

Klimawandel und wachsendes Umweltbewusstsein machen eine Anpassung bestehender Bemessungsgrundlagen und Küstenschutzstrategien erforderlich, um gesteigerten Bauwerksbelastungen einerseits und erhöhten Umweltschutzanforderungen andererseits gerecht zu werden (Cheong et al. 2013). Die Integration von natürlichen Prozessen, Ökosystemen und deren Ökosystemdienstleistungen in Küstenschutzkonzepte gewinnt dabei mehr und mehr an Bedeutung (Spalding et al. 2014; de Vriend 2014). Insbesondere die wellendämpfenden Eigenschaften von Ökosystemen im Deichvorland und ihre Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Bedingungen (z. B. steigender Meeresspiegel) stellen für den Küstenschutz wertvolle Optionen dar (Millenium Ecosystem Assessment 2005; Barbier et al. 2011).

Die heutige Planung und Konstruktion von Seedeichen erfolgt gemäß einschlägiger Empfehlungen, z. B. EAK (2007), unter Berücksichtigung der hydraulischen, geotechnischen und weiteren örtlichen Randbedingungen. Ökologische Aspekte werden nicht oder nur unzureichend berücksichtigt. Das BMBF-Verbundprojekt EcoDike hat sich

daher zum Ziel gesetzt, Empfehlungen zur Erhöhung des ökosystemaren Werts von Seedeichen und Deckwerken unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Deichsicherheit zu entwickeln. Der vorliegende Beitrag betrachtet den Teilaspekt der „grünen Deichdeckschichten“.

2 Stand der Technik und des Wissens

Zum Schutz der bindigen Deichdeckschicht vor Oberflächenerosion durch Witterungseinflüsse oder mechanische Belastungen haben sich dichte Grasnarben bewährt. Als Standard-Saatgutmischung zur Deichbegrünung wird für die deutsche Nord- und Ostseeküste eine Ansaatmischung bestehend aus Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*), Wiesenrispe (*Poa pratensis*) und Rotschwingel (*Festuca rubra* ssp. *trichophylla* und *Festuca rubra* ssp. *rubra*) mit optionaler geringfügiger Zugabe von Wiesenscharfgarbe (*Achillea millefolium*) empfohlen (EAK 2007).

Die Stabilität grüner Deckschichten wird maßgeblich von dem Wurzelwerk der Vegetation bestimmt. Pflanzenwurzeln halten Bodenaggregate zusammen und führen somit zur Bodenbewehrung. Dabei beeinflussen u. a. Wurzelform und Wurzeldichte den Erosionswiderstand. Chemische, zementierende Prozesse können zu weiteren Stabilitätserhöhungen führen (TAW 1997; Trung 2014).

Die Vegetationsentwicklung und die damit verbundene Leistungsfähigkeit der Grasdeckschichten sind u. a. von der Unterhaltung (Sprangers 1999) und den hydraulischen Randbedingungen abhängig. Die Wellenbelastung kann die Wurzelentwicklung und das oberirdische Wuchsverhalten von Vegetation beeinflussen (Blanchette 1997; Eisenmann 2015; Silinski et al. 2017). Darüber hinaus wirken Wellenschlag, Überflutungsdauer und -häufigkeit selektierend auf die Artenzusammensetzung der Vegetation (Coops und van der Velde 1996; Sundermeier und Schröder 2012).

Für gut unterhaltene, dichtbewachsene Grasdeckschichten wird bei der Bemessung ein maximal zulässiger mittlerer Überlauf von 5 l/(s·m) bei signifikanten Wellenhöhen H_{m0} zwischen 1 - 3 m empfohlen (EurOtop 2016). Druckschläge durch Wellen mit Wellenhöhen bis 0,75 m können ohne Schäden von Grasdeckwerken guter Qualität aufgenommen werden (TAW 1997). Auf das tatsächliche Erosionsschutzpotential grüner Deckschichten weisen die Untersuchungsergebnisse von Überlaufsimulationen hin, bei denen mittlere Überlaufsraten von bis zu 75 l/(s·m) (van der Meer et al. 2010) und 370 l/(s·m) (Thornton et al. 2012) keine Schäden initiierten. Produktentwicklungen im Bereich der Bodenbewehrung, z. B. hochleistungsfähige Grasverstärkungsmatten, sogenannte High Performance Turf Reinforcement Mats (HPTRMs) (Pan et al. 2015), ermöglichen eine gezielte Erhöhung des Erosionswiderstands grüner Deckschichten und bieten neue Möglichkeiten bei der konstruktiven Gestaltung von Seedeichen.

Der aktuelle Kenntnisstand zum Erosionswiderstand grüner Deckschichten basiert vorwiegend auf Untersuchungen mit Gräsern. Wissenschaftlich fundierte Aussagen zum

Erosionswiderstand kräuterbasierter und artenreicher Seedeichvegetation können bislang nicht getroffen werden.

3 Zielvegetation

Deiche und Deckwerke haben nicht nur eine wichtige Funktion für den Küstenschutz, sondern sind auch Elemente in der Landschaft, die Lebensräume verbinden und selbst Lebensraum schaffen. Bisherige Empfehlungen für Ansaatmischungen sind sehr eingeschränkt in der Vielfalt der genutzten Arten und funktionellen Gruppen und bieten daher z. B. auch nur wenig Nahrungsangebot für blütenbesuchende Insekten und andere Tiere. Das Ziel der aktuellen Untersuchungen ist es, eine Ansaatmischung („Zielvegetation“) für grüne Deiche und Deckwerke zu erarbeiten, die die ökosystemaren Dienstleistungen im Vergleich zu den bisher genutzten Mischungen aufwertet, und diese in Bezug auf Aspekte der Ökologie und der Deichsicherheit hin zu untersuchen. Dabei muss die Zielvegetation bestimmte Anforderungen wie Schutz vor Oberflächenerosion, Widerstand gegen mechanische Belastungen, Stressresistenz und Steigerung des ökosystemaren Werts erfüllen.

Als Basis für die Definition potentieller Zielvegetationen („Testvegetation“) dienen Literatur- und Datenbankrecherchen sowie eigene botanische Aufnahmen auf ausgewählten Deichen. Hieraus ergibt sich eine neue Datenbank mit Informationen zu Pflanzenarten, die auf Deichen, Salzgrünland, Dünen und im Küstenmoor vorkommen, und deren Eigenschaften wie Trittbeständigkeit, Durchwurzelungstiefe, Futterwert, Ausläuferbildung und Futterangebot für Schmetterlinge. Auf Grundlage der multivariaten Auswertung dieser Datenbasis bestehend aus 382 Vegetationsaufnahmen mit insgesamt 280 Arten konnten schließlich die folgenden sechs Testvegetationen (inklusive der EAK-Mischung als Referenz) definiert werden:

- Testvegetation 1: Standard nach EAK (Referenzvegetation)
- Testvegetation 2: Standard nach EAK mit anderen Gräsern
- Testvegetation 3: Standard nach EAK mit höherem Kräuteranteil
- Testvegetation 4: Gräser und Kräuter nach Testvegetation 2 und 3
- Testvegetation 5: Bienenweide eigene Mischung
- Testvegetation 6: Bienenweide Fertigmischung

4 Aktuelle Untersuchungen

Zur Untersuchung der Testvegetationen in Hinblick auf ihre Eignung als Zielvegetation für grüne Deichdeckschichten wurde das in Abb. 1 dargestellte Versuchskonzept entwickelt. Dieses beinhaltet die Analyse und Bewertung der Vegetationseigenschaften und deren zeitlichen Entwicklung sowie die Untersuchung des Erosionswiderstands und der

Vegetationsentwicklung unter Überflutungs- und Welleneinfluss. Die Testvegetationen werden unter simulierten Küstenbedingungen, d. h. ortstypisches Substrat, Salzeintrag und Überflutungssimulationen, etabliert (Aussaat Frühjahr 2018) und schließlich den verschiedenen Versuchen ausgesetzt.

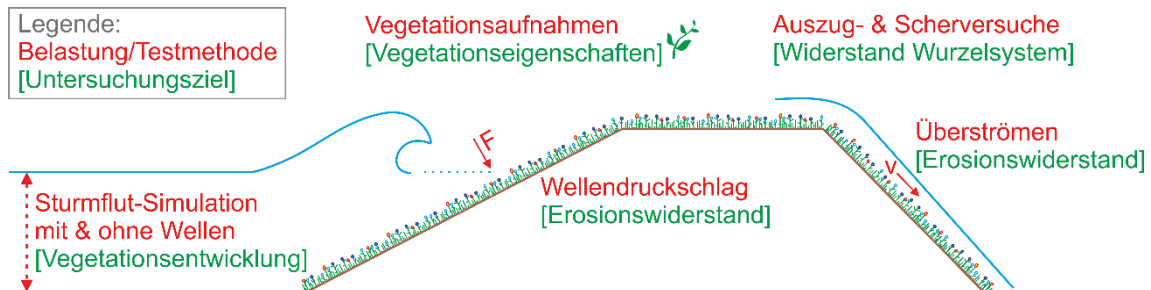


Abb. 1: Gesamtkonzept der experimentellen Untersuchungen mit den Testvegetationen

Ein großflächiges Freiland-Experiment an der Universität Rostock dient der Ermittlung relevanter Vegetationseigenschaften wie Etablierung, Bodenbedeckung, Durchwurzelung, Stickstofffixierung der Leguminosen, Konkurrenz zwischen den Arten und Blütenangebot. Es ermöglicht die Bewertung des ökosystemaren Werts der Deckschicht sowie die Korrelation der Wurzelparameter zum Deckschichtwiderstand (Erosionswiderstand).

Der Erosionswiderstand gegen welleninduzierte Druckschläge und Überströmen wird im Rahmen von Wellendruckschlag-Simulationen nach Stanczak (2008) respektive naturmaßstäblichen Überströmversuchen an der RWTH Aachen University untersucht.

Im Außenwellenbecken der Leibniz Universität Hannover erfolgt die Untersuchung des Einflusses der Wellenbelastung auf die Vegetationsentwicklung und Widerstandskraft von Grasdeckwerken mithilfe von Sturmflut-Simulationen. Auszug- und Scherversuche geben Aufschluss über den Widerstand des Wurzelsystems und können mit dem Deckschichtwiderstand korreliert werden.

5 Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Förderung des KFKI-Forschungsvorhabens EcoDike (FKZ: 03F0757A-F) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durch den Projektträger Jülich (PTJ).

6 Literaturverzeichnis

Barbier, E. B.; Hacker, S. D.; Kennedy, C.; Koch, E. W.; Stier, A. C.; Silliman, B. R. (2011): The value of estuarine and coastal ecosystem services. In: *Ecological Monographs* 81 (2), S. 169–193.

- Blanchette, C. A. (1997): Size and survival of intertidal plants in response to wave action. A case study with *fucus gardneri*. In: *Ecology* 78 (5), S. 1563-1578. DOI: 10.2307/2266149.
- Cheong, S.-M.; Silliman, B.; Wong, P. P.; van Wesenbeeck, B.; Kim, C.-K.; Guannel, G. (2013): Coastal adaptation with ecological engineering. In: *Nature Climate Change* 3 (9), S. 787–791. DOI: 10.1038/nclimate1854.
- Coops, H.; van der Velde, G. (1996): Impact of hydrodynamic changes on the zonation of helophytes. In: *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30 (2-3), S. 165–173. DOI: 10.1007/BF02272236.
- de Vriend, H. J. (2014): Building with Nature: Mainstreaming the concept. In: Rainer Lehfeldt und Rebekka Kopmann (Hg.): ICHE 2014. Proceedings of the 11th International Conference on Hydroscience & Engineering. Hamburg, S. 29–36.
- EAK (2007): Empfehlungen für Küstenschutzwerke. Korrigierte Ausgabe 2007. In: Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) (Hg.): Die Küste, Bd. 65. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau (BAW).
- Eisenmann, J. (2015): Weidenspreitlagen an Binnenwasserstrassen. Untersuchungen zur geotechnischen Standsicherheit. Dissertation. Universität für Bodenkultur Wien, Wien.
- EurOtop (2016): Manual on wave overtopping of sea defences and related structures. An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application. Unter Mitarbeit von J. W. van der Meer, N. W. H. Allsop, T. Bruce, J. de Rouck, A. Kortenhaus, T. Pullen et al. Online verfügbar unter www.overtopping-manual.com.
- Millenium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and human well-being. Synthesis: A report of the Millenium Ecosystems Assessment. Washington, DC: Island Press (The Millennium Ecosystem Assessment series).
- Pan, Y.; Li, L.; Amini, F.; Kuang, C. (2015): Overtopping erosion and failure mechanism of earthen levee strengthened by vegetated HPTRM system. In: *Ocean Engineering* 96, S. 139–148. DOI: 10.1016/J.OCEANENG.2014.12.012.
- Silinski, A.; Schoutens, K.; Puijalon, S.; Schoelynck, J.; Luyckx, D.; Troch, P. et al. (2017): Coping with waves. Plasticity in tidal marsh plants as self-adapting coastal ecosystem engineers. In: *Limnology and Oceanography* 78. DOI: 10.1002/lno.10671.
- Spalding, M. D.; Ruffo, S.; Lacambra, C.; Meliane, I.; Hale, L. Z.; Shepard, C. C.; Beck, M. W. (2014): The role of ecosystems in coastal protection. Adapting to climate change and coastal hazards. In: *Ocean & Coastal Management* 90, S. 50–57. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2013.09.007.
- Sprangers, H. (1999): Vegetation dynamics and erosion resistance of sea dyke grassland. Dissertation, Wageningen, The Netherlands.

Stanczak, G. (2008): Breaching of sea dikes initiated from the seaside by breaking wave impacts. Dissertation. University of Braunschweig; University of Florence, Braunschweig, Florence.

Sundermeier, A.; Schröder, U. (2012): Zur Wirkung des Wellenschlags auf die Ufervegetation der Unteren Havel-Wasserstraße. Regionaler Naturschutztag - Naturschutz und Wassertourismus. Brandenburg an der Havel, 03.11.2012.

TAW (1997): Erosion resistance of grassland as dike covering. Technical Report. Hg. v. Technical Advisory Committee for Flood Defence in The Netherlands (TAW). Delft, The Netherlands.

Thornton, C.; Hughes, S.; Scholl, B. (2012): Full-scale testing of levee resiliency during wave overtopping. In: Proceedings of the 6th International Conference on Scour and Erosion, S. 1215–1222.

Trung, L. H. (2014): Overtopping on grass covered dikes. Resistance and failure of the inner slopes. Dissertation. Technische Universiteit Delft, Delft, The Netherlands.

van der Meer, J.; Schrijver, R.; Hardeman, B.; van Hoven, A.; Verheij, H.; Steendam, G. J. (2010): Guidance on erosion resistance of inner slopes of dikes from three years of testing with the Wave Overtopping Simulator. In: William Allsop (Hg.): Coasts, marine structures and breakwaters: Adapting to change, Bd. 2. London: Thomas Telford Ltd, S. 460-473.

Anschrift der Verfasser

Babette Scheres, M.Sc., Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf
Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen University
Mies-van-der-Rohe-Straße 17
52056 Aachen

Annelie Graunke, M.Sc., Prof. Dr. Nicole Wrage-Mönnig
Grünland und Futterbauwissenschaften
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät Universität Rostock
Justus-von-Liebig-Weg 6
18059 Rostock

Jochen Michalzik, M.Sc., Dr.-Ing. Sven Liebisch, Prof. Dr.-Ing. habil. Torsten Schlurmann
Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, Ästuar- und Küsteningenieurwesen der Leibniz
Universität Hannover
Nienburger Straße 4
30167 Hannover