

Herstelstrategie H1320: Slijkgrasvelden

Smits, N.A.C., P.A. Slim & H.F. van Dobben

Leeswijzer

Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het hele habitatype.

Dit habitatype betreft pionierbegroeiingen waarin slijkgrassoorten domineren op periodiek met zout water overspoelde slikken. Meestal vormt het slijkgras open structuren van grote pollen. De begroeiingen kunnen echter ook aaneengesloten vegetaties vormen. Slijkgrasvelden komen van nature voor op zilte wadvlakten en in slibrijke kommen en prielen van kwelders. Op veel plaatsen komt het type daarom voor in combinatie met onder andere habitatype Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal) (H1310_A). Net als in enkele andere West-Europese landen is in Nederland de oorspronkelijk kenmerkende, inheemse soort Klein slijkgras (*Spartina maritima*) vrijwel verdwenen. De soort kwam vroeger voor in het zuidwestelijke kustgebied maar is daar (nagenoeg) verdwenen als gevolg van areaalverlies (samenhangend met de uitvoering van de Deltawerken) en verdringing door Engels slijkgras (*Spartina anglica*) dat in het verleden aangeplant werd als slibbinder. Omdat de vegetatie nu (nagenoeg) geheel bestaat uit een ingeburgerde slijkgrasoort, komt het habitatype in ons land (nagenoeg) alleen nog voor in matige vorm. In deze vorm komt het type nu ook voor in het Waddengebied en in een bredere zone in het intergetijdengebied van de Delta; daarnaast komt het soms voor langs zoute afgesloten zeearmen en in sloten met zoute kwel.

In de Slijkgrasvelden komen geen soorten voor van de Vogelrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Daarnaast zijn er ook geen typische diersoorten, waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht.

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument

(http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_1320.pdf).

2. Ecologische randvoorwaarden

Voor de abiotische randvoorwaarden (Runhaar et al. 2009) wordt uitgegaan van de omstandigheden van het kwalificerende type: de Associatie van Klein slijkgras (24Aa01; Schaminée et al. 1998).

2.1 Zuurgraad

Het kernbereik van de zuurgraad van het habitatype is gedefinieerd als basisch (pH >7,5 (Runhaar et al. 2009).

2.2 Voedselrijkdom

Het kernbereik van de voedselrijkdom van het habitatype is gedefinieerd als uiterst voedselrijk (Runhaar et al. 2009).

2.3 Vochttoestand

Het kernbereik van de vochttoestand van het habitatype is gedefinieerd als ondiep droogvallend tot inunderend (Runhaar et al. 2009).

2.4 Landschapsecologische processen

Kwelders kunnen ontstaan op plaatsen langs de kust met voldoende hoogte, met beschutting tegen golven en stroming en met voldoende aanvoer van sediment en diasporen (plantendelen, zaden). Op slik- en zandplaten kan Engels slijkgras zich vestigen tussen de gemiddelde hoogwaterlijn en ca. 1 m daaronder (Schaminée et al. 1998). Engels slijkgras komt doorgaans voor in de vorm van verspreide pollen op de overgang van kaal slik en begroeide kwelder. Ongeveer op dezelfde hoogte kan Zeekraal zich vestigen. Naast Zeekraal kan Engels slijkgras een gesloten vegetatie vormen en zo de eerste vorming van kreken en vestiging van het meerjarige Gewoon kweldergras mogelijk maken. Aan de rand van kreken kunnen nog steeds pollen Engels slijkgras voorkomen. De vegetatieontwikkeling van eilandkwelders en de invloed van beweiding worden beschreven door bijvoorbeeld Dijkema et al. (2007) en Oiff et al. (1997). De ontwikkeling van de kwelders op het vasteland verloopt anders door veel hogere input van sediment en daarmee stikstof (Dijkema et al. 2001, Arens et al. 2009).

De sterke achteruitgang van dit habitatype met het inheemse Klein slijkgras (*Spartina maritima*) is vooral het gevolg van de opmars van de invasieve exoot Engels slijkgras. Bovendien zijn in het Deltagebied veel geschikte standplaatsen verloren gegaan door uitvoering van de Deltawerken. Uitdieping van vaargeulen in het Deltagebied leidde tot een vergroting van de getijdeslag en daarmee tot verhoging van de platen en erosie van de geulen. In het Oosterscheldebekken trad juist een sterke erosie van platen op door verkleining van de getijdeslag en afname van de aanvoer van sediment na de aanleg van de Oosterschelddedam (Storm 1999). Hierdoor kwamen steeds meer wortels van slijkgras-planten bloot kwamen te liggen (sheet erosion) en stoelden de planten niet verder uit of stierven af (Beeftink 1987). Daarbij is van belang dat slijkgras zich vrijwel alleen vegetatief (via wortels) verspreidt. Bovendien is mogelijk ook de ligging van ons land aan de rand van het verspreidingsgebied van betekenis door de gevoeligheid voor strenge vorst.

Het habitatype komt onder natuurlijke omstandigheden alleen voor in kustgebieden waar dagelijks overstroming met zout water optreedt en daarvoor is getij nodig. Maar het type komt soms ook voor in de oeverzone van zoute afgesloten zeearmen en kwelsloten.

Zie de informatie uit de landschapsdoorsneden in Deel III (Nat Duin- en kustlandschap gradiënttype 6).

2.5 Regulier beheer

Dit type behoeft geen regulier beheer.

3. Effecten van stikstofdepositie

De empirische range voor de 'Pioneer and low-mid saltmarshes' is bij de laatste review van empirische ranges (Bobbink & Hettelingh 2011) naar beneden bijgesteld tot 20-30 kg N/ha/jaar. Deze range wordt gezien als expert judgement voor EUNIS type A2.54 en A2.55.

De kritische depositiewaarde voor de Nederlandse situatie komt daarmee uit op 23 kg N/ha/jr (1643 mol N/ha/jr; Van Dobben et al. 2012) en is gebaseerd op de modeluitkomst, passend binnen de empirische range.

3.1 Vermesting

Kwelders in brede zin, dus inclusief de pionierbegroeiingen en slijkgrasvelden worden gezien als gelimiteerd door stikstof (Mitsch & Gosselink 2000) en N-limitatie is aangetoond in Europese kweldervegetatie door Jefferies & Perkins (1977), Lendertse (1995), Kiehl et al. (1997), Van Wijnen & Bakker (1999), Tessier et al. (2003). Deze experimenten werden uitgevoerd op de lage en hoge kwelder, maar niet in de pionierzone. Deze zone wordt twee keer per dag overstromd en leent zich daardoor niet voor bemestingsexperimenten.

In het water van de Waddenzee zijn plantenvoedende stoffen aanwezig aangevoerd door de grote rivieren Rijn, Maas, Weser en Elbe. Deze zijn positief gecorreleerd met de hoeveelheid chlorophyl in de Waddenzee. Dat leidt er toe dat de gedurende de laatste 20 jaar dalende hoeveelheden totaal N resulteren in minder phytoplankton in de Waddenzee. De specifieke N-belasting (totaal N gedeeld door totale afvoer van rivieren op jaarbasis) bedraagt in 2005 voor de Waddenzee rond 4000 mg N/m³ (Van Beusekom et al. 2009). Hoe deze getallen eruit zien voor de schorren in ZW-Nederland en de Schelde is niet duidelijk (kennislacune).

3.2 Fauna

Er zijn geen typische diersoorten, waarvoor effecten van stikstofdepositie zijn te verwachten. Verder komen er geen soorten voor van de Vogel- of Habitatrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied.

4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

4.1 Bodemdaling

Bodemdaling versnelt het effect van zeespiegelrijzing. De bodem van de Nederlandse kustzone daalt als gevolg van allerlei geologische en antropogene processen (isostasie, tektoniek, compactie, ontwatering), maar lokaal ook door gaswinning. De bodemdaling boven het reusachtige Groningse gasveld Slochteren strekt zich uit onder de kwelders en het wad en bedraagt maximaal circa 40 cm sinds het begin van de winning begin jaren '60. Kleinere velden zijn Ameland, Zuidwal, Blija, Moddergat en Lauwersoog. Op Ameland bedroeg de bodemdaling in 2009 maximaal circa 30 cm sinds het begin van de winning in 1986 (Ketelaar et al. 2011), in de andere kleine velden slechts enkele cm. De recent gestarte winningen (dit zijn alle velden behalve Slochteren en Ameland) gebeuren onder voorwaarde dat dit niet leidt tot ecologische schade door bodemdaling, maar voor de langer bestaande locaties is dit principe van 'hand aan de kraan' niet verplicht. Tot nog toe is er ondanks uitgebreide monitoring en onderzoek echter geen duidelijke schade aan de natuur geconstateerd. Dit is waarschijnlijk vooral een gevolg van het feit dat bodemdaling in de Waddenzee bijna volledig door opslibbing wordt gecompenseerd (Dijkema et al. 2011).

4.2 Zeespiegelrijzing

Zeespiegelstijging leidt, wanneer de opslibbing deze niet kan bijhouden, tot een verminderde droogvalduur van slikken en platen en een beperking van de foerageertijd voor wadvogels. Mogelijk leidt dit uiteindelijk tot het geheel onder water verdwijnen van de platen. Momenteel wordt de drempelwaarde van relatieve zeespiegelstijging, waarbij de Waddenzee 'verdrinkt', geschat op zo'n 60 cm per eeuw, maar er is variatie tussen getijdebekkens (30 cm) en kwelders (90 cm). Deze kritische waarden liggen dicht bij de verwachte snelheid van zeespiegelstijging (85–120 cm in de komende eeuw, plus 10 cm bodemdaling, totaal 95–130 cm) (Dijkema et al. 1990, www.natuurkennis.nl).

4.3 Erosie

In het Waddengebied is de pionierzone voor kwelders met kwelderwerken afhankelijk van het onderhoud van de rijshoutdammen. Als onderhoud achterwege wordt gelaten treedt erosie op. In het Zuidwestelijk deltagebied (en met name in de Oosterschelde) treedt op grote schaal erosie van kwelders op door bedijking, verkleining van de getijdeslag en vermindering van de aanvoer van sediment (Storm 1999, Jacobse et al. 2008). In het Westerschelde bekken treedt erosie op door uitdieping van vaargeulen maar hier treedt in Saeftinghe juist groei van het kwelderareaal op die de erosie compenseert.

4.4 Engels slijkgras (*Spartina anglica*)

Waarschijnlijk is de belangrijkste oorzaak voor de afname (of de matige vorm) van dit habitatype de verdringing van Klein slijkgras door Engels slijkgras. In de twintiger jaren van de vorige eeuw is Engels slijkgras (*Spartina anglica*; toen nog *Spartina x townsendii* genaamd) aangeplant vanwege het brede blad om slib te vangen. De soort heeft door zijn snellere groei en sterke laterale expansie het oorspronkelijke Klein slijkgras in Nederland (vrijwel) geheel verdrongen. Deze aanplant kan als tegenhanger worden beschouwd van de landaanwinningswerken (later kwelderwerken) in het Waddengebied. Feit is dat het voorkomen van Engels slijkgras in het Waddengebied minder dominant is dan in ZW-Nederland.

5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

De aan- of afwezigheid van dit habitatype is volledig afhankelijk van processen in een grotere temporele en ruimtelijke landschappelijke context.

6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

6.1 Dynamisch kustbeheer

Hieronder valt het iets ruimer hanteren (dus niet persé loslaten) van de basiskustlijn. Voor behoud van hun areaal, verspreiding en kwaliteit is het van belang dat kwelders en schorren in voldoende mate onder invloed blijven staan van natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen. Daarnaast moeten er meer kansen komen voor natuurlijke verjonging. Natuurlijke verjonging van kwelders bij de Waddeneilanden vond ook vroeger plaats achter de zogenaamde washovers, waar zand vanaf de Noordzeekust tijdens stormvloed werd afgezet op de achterliggende kwelders. En dit gebeurt nu nog steeds door natuurlijke verlegging van geulen, die lokaal tot zowel sterke erosie (Slim et al. 2011) als sterke sedimentatie kan leiden. Dynamisch kustbeheer kan de vorming van groene stranden bevorderen, en daarmee bijdragen aan de instandhouding of uitbreiding van dit type. Hiervoor wordt verwezen naar Deel III.

Voor dynamisch kustbeheer is beschikbaarheid van voldoende sediment (zand en slib) nodig. Daarnaast moet er worden gezorgd voor luwe zones (om slib vast te leggen) en anderzijds voor de vrije toegang van wind en water, de natuurlijke transporteurs van sediment naar de juiste plekken. De strategie zal zich moeten richten op manieren om het natuurlijke systeem te ondersteunen (bijv. met zandsuppleties en verminderen van het baggervolume) en om met eenmalige ingrepen de natuurlijke processen op gang te brengen (zoals het weghalen van zomerkaden aan de landzijdige kant van kwelders en het creëren van meer doorbraakgeulen op de staarten van de eilanden). Soms moeten ook eerdere menselijke ingrepen, waardoor de natuur zijn werk niet meer kan doen, ongedaan worden gemaakt (www.natuurkennis.nl). Vooral nog lijkt de zeespiegelrijzing in voldoende mate te worden gecompenseerd door natuurlijke verhoging van de kwelders (opslibbing). In dat geval wordt de successie tegengehouden en dragen zeespiegelstijging en bodemdaling dus bij aan de instandhouding van dit type.

7. Uitbreiding van oppervlakte

Uitbreiding van oppervlakte kan op dezelfde manier plaatsvinden als beschreven onder paragraaf 6. Duurzaam behoud is alleen gegarandeerd op locaties waar de voor het type noodzakelijke dynamiek aanwezig is, dus is het belangrijk dat potentiële uitbreidingslocaties hierop worden beoordeeld. Naast genoemde maatregelen in paragraaf 6, kan tevens uitbreiding plaatsvinden door uit te polderen (Van Oevelen et al. 2000, Wolters 2006) of het aanleggen van een kwelderrandverdediging (Arens et al. 2009, Van Loon-Steensma & Slim 2013), op enige afstand van de kwelderrand (Van Loon-Steensma et al. in prep.). Bij dergelijke maatregelen zal het habitatype echter meestal niet zeer lang in stand blijven, vanwege spontane successie richting de hoge kwelder. Door Van Duin & Dijkema (2012) worden de randvoorwaarden beschreven waaraan

een kwelder in de Waddenzee bij voorkeur moet voldoen. Deze randvoorwaarden zouden een hulpmiddel kunnen zijn bij actieve stimulering van kwelders of verbetering van kwelders. Erosie met een klif als resultaat kan gepaard gaan met gelijktijdige spontane ontwikkeling van Engels slijkgras vegetatie vóór het klif (Van de Koppel et al. 2005).

Voor het Schelde-estuarium is door Nolte et al. (2011) ook gekeken naar hypothetische buitendijkse (procesgerichte) herstelmaatregelen zoals verondiepen en versmallen van de geulen. Volgens dit rapport verdienen (combinatie)alternatieven waarin (binnendijkse) procesgerichte maatregelen een substantieel onderdeel zijn, de voorkeur boven (buitendijkse) habitatgerichte maatregelen, omdat zij structureler en duurzamer bijdragen aan natuurherstel in de Westerschelde.

Voor de Oosterschelde is veel studie gedaan naar manieren om de 'zandhonger' van dit bekken (die de oorzaak is van de kweldererosie) weg te nemen (Van Zanten & Adriaanse 2008). De meest kansrijke maatregel wordt momenteel geacht het suppleren van platen met zand uit de Oosterschelde zelf, eventueel in combinatie met oeververdediging. De oeververdediging kan in de vorm van stenen dammen (eventueel 'getrapt' aan te brengen), maar ook schelpenbanken (oesters of mosselen) kunnen hiervoor worden overwogen (Witteveen+Bos & Rijkswaterstaat Zeeland 2011).

8. Effectiviteit en duurzaamheid

Zilte pionierbegroeiingen met slijkgras bestaan uit een overblijvende soort, die zich vegetatief uitbreidt. Voor een duurzaam voortbestaan van deze gemeenschappen is het van essentieel belang dat zoutwatergetijdengebieden intact blijven en dat opslibbing en erosie in evenwicht zijn zodat steeds weer nieuwe biotopen kunnen ontstaan, en de begroeiing in tijd en ruimte kan variëren (Schaminée et al. 1998).

9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

Maatregel	Type	Doel	Potentiële effectiviteit	Randvoorwaarden / succesfactoren	Vooronderzoek	Herhaalbaarheid	Responstijd	Mate van bewijs
Dynamisch kustbeheer	H/U	Start successie	Groot	Afwezigheid van een beschermende functie voor het achterland; in de praktijk alleen toepasbaar op de oostpunten van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog	Niet noodzakelijk	Zo lang als nodig	Even geduld tot vertraagd	H
Ontpolderen / wisselpolders	U	Vergroten areaal	Groot	Polder moet geschikte hoogteligging hebben; maatschappelijk draagvlak	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld tot vertraagd	B/V
Aanleg kwelderrand	U	Vergroten areaal	Groot	Voorland moet geschikte hoogteligging hebben	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld tot lang	B

Verklaring kolommen:

Maatregel: soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5 en 6

Type: H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

Doel: beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

Potentiële effectiviteit: klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

Randvoorwaarden / succesfactoren: de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

Vooronderzoek: niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).

Herhaalbaarheid: eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

Responstijd: dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

Mate van bewijs:

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgeprobeerd, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

10. Literatuur

- Arens, S.M., A.B. van den Burg, P. Esselink, A.P. Grootjans, P.D. Jungerius, A.M. Kooijman, C. de Leeuw, M. Loffler, M. Nijssen, A.P. Oost, H.H. van Oosten, P.J. Stuyfzand, C.A.M. van Turnhout, J.J. Vogels & M. Wolters 2009. Preadvies Duin- en Kustlandschap. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede. 171 p.
- Beeftink, W.G. 1987. Vegetation responses to changes in tidal inundation of salt marshes. In: J. van Andel, J.P. Bakker & R.W. Snaydon (eds.) *Disturbance in grasslands*. Junk Publishers, Dordrecht, 97–117.
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds.) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23–25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.
- Dijkema, K., A. Nicolai, J. de Vlas, C.J. Smit, H. Jongerius & H. Nauta 2001. Van Landaanwinning naar Kwelderwerken. Leeuwarden: Rijkswaterstaat, Directie Noord-Nederland / Texel: Alterra, 68p.
- Dijkema, K.S., Bossinade, J.H., Bouwsema, P. & de Glopper, R.J. 1990. Salt marshes in the Netherlands Wadden Sea: rising high-tide levels and accretion enhancement. In: J.J. Beukema, W.J. Wolff & J.J.W.M. Brouns (red.). *Expected effects of climate change on marine coastal ecosystems*. Kluwer Academic publishers: p. 173–188.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, P.W. van Leeuwen, 2007. Monitoring van Kwelders in de Waddenzee. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1574. 63 blz.; 18 fig.; 5 tab.; 58 ref.
- Dijkema, K.S., van Dobben, H.F., Koppenaar, E.C., Dijkman, E.M., van Duin, W.E. 2011. Kweldervegetatie Ameland 1986–2010: effecten van bodemdaling en opslibbing op Neerlands Reid en De Hon. In: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland (ed.), *Monitoring Effecten van Bodemdaling op Ameland-Oost: Evaluatie na 23 Jaar Gaswinning*, pp. 1–167. http://www.interwad.nl/Rapportage_201.2785.0.html.
- Jacobse, S., O. Scholl, J. van de Koppel 2008. Prognose van schor- en slikontwikkeling in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat Rapport 9T4814.BO
- Jefferies, R.I. & N. Perkins 1977. The effects on the vegetation of the additions of inorganic nutrients to salt marsh soils at Stiffkey, Norfolk. *Journal of Ecology* 65: 867–882.
- Ketelaar, G., W. van der Veen & D. Doornhof 2011. Bodemdaling. In: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland (ed.), *Monitoring Effecten van Bodemdaling op Ameland-Oost: Evaluatie na 23 Jaar Gaswinning. Deel 1*. Assen, the Netherlands: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, pp. 9–28. http://www.interwad.nl/fileadmin/content/Bodemdaling/2011/pdf/Rapport_Deel_1_Bodemdaling.pdf.
- Kiehl, K., Esselink, P. & J.P. Bakker 1997. Nutrient limitation and plant species composition in temperate salt marches. *Oecologia* 111, 325–330.
- Leendertse, P.C. 1995. Impact of nutrients and heavy metals on salt marsh vegetation in the Wadden Sea. Dissertatie, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Mitsch, W.J. & J.P. Gosselink 2000. *Wetlands*, 3rd edn. Wiley, New York.
- Nolte, A.J. e.a. 2011. *Natuurherstel in de Westerschelde: De mogelijkheden nader verkend*. Deltares Hoofdrapport 1204087–000.
- Oloff, H., J. de Leeuw, J.P. Bakker, R.J. Platerink, H.J. van Wijnen & W. de Munck 1997. Vegetation succession and herbivory in a salt marsh: changes induced by sea-level rise and silt deposition along an elevational gradient. *Journal of Ecology* 85: 799–814.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09–018, 45 pp.

- Schaminée, E.J. Weeda & V. Westhoff 1998. De Vegetatie van Nederland deel 4. Kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Slim, P.A., R.M.A. Wegman, M.E. Sanders, H.P.J. Huiskes & H.F. van Dobben 2011. 2.7 Monitoring kwelderrand Oerderduinen; Onderzoek naar de effecten van bodemdaling door gaswinning op de morfologie en vegetatie van de kuststrook ten zuiden van Het Oerd en de Oerderduinen op Oost-Ameland: 125–176. In: Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland–Oost; evaluatie na 23 jaar gaswinning. Deel 1. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, [Assen] (http://www.waddenzee.nl/Rapportage_2011.2785.0.html).
- Storm, K. 1999. Slinkend Onland: over de omvang van zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Achtergronddocument bij de Rijkswaterstaat Zeeland beheersvisie voor de schorren in de Westerschelde en Oosterschelde: ‘balanceren op de schorrand’. Rapport Rijkswaterstaat Zeeland NOTA AX–99.007
- Tessier, M., J.P. Vivier, A. Quin, J.C. Gloaguen & J.C. Lefeuvre 2003. Vegetation dynamics and plant species interactions under grazed and ungrazed conditions in a western European salt marsh. *Acta Oecologia* 84: 103–111.
- Van Beusekom, J.E.E., P.V.M. Bot, J. Carstensen, J.H.M. Goebel, H. Lenhart, J. Pätsch, T. Petenati, T. Raabe, K. Riese & B. Wetsteijn 2009. Eutrophication. Thematic Report No. 6. In: Marencic, H. & De Vlas, J. (eds). Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat. Trilateral Monitoring and Assessment Group. Wilhelmshaven, Germany.
- Van de Koppel, J., D. van der Wal, J.P. Bakker & P.M.I. Herman 2005. Self-organization and vegetation collapse in salt-marsh ecosystems. *The American Naturalist* 165:E1–E12.
- Van der Molen, P.C., G. Baaijens, A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2010. Landschapsecologische Systeemanalyse. Online rapport Regiebureau Natura 2000.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.
- Van Duin, W.E. & K.S. Dijkema 2012. Randvoorwaarden voor kwelderontwikkeling in de Waddenzee en aanzet voor een kwelderkanskaart. *Imares Rapport C076/12*
- Van Loon–Steensma, J.M. & P.A. Slim 2013. The Impact of Erosion Protection by Stone Dams on Salt-Marsh Vegetation on Two Wadden Sea Barrier Islands. *Journal of Coastal Research* 29 (4): 783–796 (<http://www.jcronline.org/doi/abs/10.2112/JCOASTRES-D-12-00123.1>).
- Van Loon–Steensma, J.M., H.F. van Dobben, P.A. Slim & R. Huiskes in prep. Restoration of salt marsh vegetation by the construction of stone dams.
- Van Oevelen, D., E. van den Bergh, T. Ysebaert & P. Meire 2000. Literatuuronderzoek naar ontpolderingen. Instituut Voor Natuurbehoud / Universitaire Instellingen Antwerpen, Brussel / Wilrijk. 50 p. + 3 bijl.
- Van Wijnen, M. & J.P. Bakker 1999. Nitrogen accumulation and plant species replacement in three salt-marsh systems in the Wadden Sea. *Journal of Coastal Conservation* 3: 19–26.
- Van Zanten, E. & L.A. Adriaanse 2008. Verminderd getij: verkenning van mogelijke maatregelen om de erosie van de platren, slikken en schorren van de Oosterschelde te beperken. Rijkswaterstaat Zeeland, Rapport RWS/2008.
- Witteveen+Bos, Rijkswaterstaat Zeeland 2011. MIRT Verkenning Zandhonger Oosterschelde: Notitie Reikwijdte en Detailniveau.
- Wolters, H.E. 2006. Restoration of salt marshes. Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen. 168 p. www.natuurkennis.nl. Website Ontwikkeling + Beheer Natuurkwaliteit.