

Het Oerdswater op Ameland; 78 jaar na Braun-Blanquet revisited

P.A. Slim, J.A.M. Janssen & A.T. Kuiters

INLEIDING

Foto's van eenzelfde locatie uit verschillende jaren illustreren heel goed hoe het Nederlandse landschap in de loop der tijd verandert. Een tweetal foto's van het Oerdswater op Ameland (uit 1962 en 1989) was de aanleiding om dezelfde plek opnieuw vast te leggen en de veranderingen die uit de foto's naar voren komen te beschrijven. Oude en recente opnamegegevens van de locatie laten zien hoe de vegetatie is veranderd. De foto uit 1989 is gemaakt door J. Wiertz om de landschappelijke ligging van enkele proefvlakken (PQ's) vast te leggen. Deze PQ's maken deel uit van het monitoringsprogramma voor bestudering van de effecten van bodemdaling veroorzaakt door gaswinning. Het bleek bij toeval dezelfde situatie te illustreren als een foto uit 1962 van het voormalige Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON). Joop Schaminée (Wageningen Environmental Research) maakte vanuit hetzelfde standpunt opnieuw een foto in 2017.

De foto's zijn gemaakt bij het Oerdswater. Het uitgebreide duincomplex het Oerd (Afbeelding 1, 5) op Oost-Ameland is van oorsprong een apart eiland, en daarmee ouder dan haar omgeving. Hierin liggen enkele duinmeertjes: het Oerdswater. Het gebied wordt zeker vanaf de 19^e eeuw traditioneel beweid met landbouwhuisdieren, tegenwoordig door 'De Vennoot', een boerenorganisatie op Ameland (Brouwer 1936; Heslinga 1989).



Afbeelding 1. Het Oerd met het Oerdswater (donker) ca. 2015 (luchtfoto Bing Kaarten). Linksonder is het gebied kaler vanwege een uitgevoerd 'herstelproject'. Stip en pijl geven opnamelocatie en richting van de foto's aan.

HOE IS HET OERDSWATER IN DE LOOP VAN DE TIJD VERANDERD?

We zien opvallend grote veranderingen in landschap en vegetatie tussen de foto's uit 1962 (Afbeelding 2), 1989 (Afbeelding 3) en 2017 (Afbeelding 4). De opname-richting is steeds van zuid naar noord.



Afbeelding 2. Het Oerdswater op Ameland, juli 1962 (foto: RIVON).



Afbeelding 3. Idem, juli/augustus 1989 (foto: J. Wiertz). Pijltjes markeren de ligging van proefvlakken.



Afbeelding 4. Idem, 1 aug 2017 (foto: J.H.J. Schaminée).

De foto uit 1962 laat een open landschap zien, begraasd door zwartbont rundvee, met hier en daar wat laag struweel van *Hippophae rhamnoides* en *Salix repens*, veel betreding en open plekken met kaal zand, en een uitgebreid duinmeer met lage waterplantengemeenschappen. In 1989 is het duinmeer veel kleiner (met meeuwen op het water), met een uitgebreide oeverzone, en laag struweel van *H. rhamnoides* met hier en daar een wat hogere struik van *Crataegus monogyna*.

Bijna 30 jaar later (2017) ziet het landschap er geheel anders uit. Het duinmeer is op de foto nog kleiner geworden, en er ontstond een indrukwekkend struweel met behalve *H. rhamnoides*, hoge *S. repens*, forse exemplaren van *Rosa canina*, rondom hoge struiken van *Salix cinerea* en vruchtdragende *C. monogyna* met in de top bloeiende *Lonicera periclymenum*. Aan de horizon is een klonaal *Populus tremula*-bosje verschenen. Het gebied 'verstruweelt', groeit dicht. Dit terwijl het nog steeds begraasd wordt door rundvee.

Hoe moeten de ontwikkelingen rond het Oerdswater worden geduid? Als gevolg van gaswinning trad hier bodemdaling op, maar was er mogelijk ook sprake van bodemvorming, natuurlijke successie, veranderingen in het beweidingsregime en

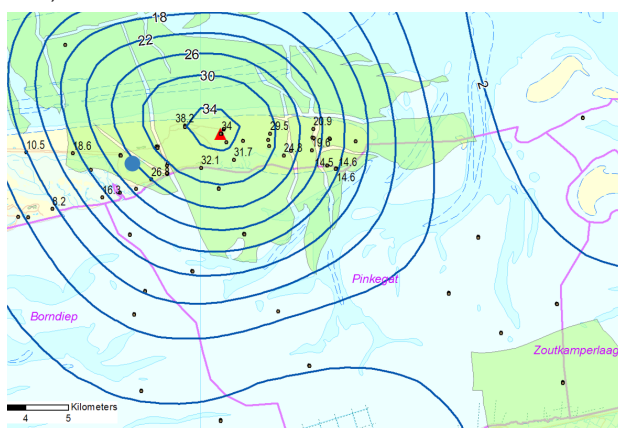
een toename van de stikstofdepositie? We zullen deze factoren successievelijk tegen het licht houden.

BODEMDALING DOOR GASWINNING

Na een lange periode van voorbereidingen, politieke en bestuurlijke bezwaren en procedures startte eind 1985 in het oosten van Ameland de winning van aardgas door de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) (Afbeelding 5).

Na een nulmeting in 1986 (Dankers et al. 1987), startte een monitoringsprogramma om de effecten van de bodemdaling te bestuderen. Vanaf de start was het toenmalige Rijksinstituut voor Natuurbeheer (een van de voorlopers van Wageningen Environmental Research) betrokken bij de monitoring van duin- en kwelderbegeerlingen. De resultaten van het monitoringsprogramma — de abiotiek, en flora en vegetatie van kwelders en duinen — zijn uitgebreid gerapporteerd door Van Dobben & Slim (2012), De Jong et al. (2014), Kuiters et al. (2017) en Elschot et al. (2017) (<http://www.waddenzee.nl/themas/bodemdaling-ameland/>). Dit geldt ook voor de frequente monitoring van de duinvalleien waar de zee nog onregelmatig toegang heeft en die dan, naar gelang er perioden optreden met heftige stormen, veranderen van duinvalleivegetaties naar kwelderachtige vegetaties en terug (Brus et al. 2014, 2016). Het programma loopt nog steeds en zal voorlopig worden voortgezet, aangezien de planning is dat de gaswinning zal doorlopen tot 2035.

Bij aanvang van de gaswinning werd voor een gebied met een diameter van circa 20 km een maximale zakking voorspeld van 2 cm aan de periferie, tot 27 cm in het midden van de bodemdalingskom, even ten westen van de boorlocatie (Dankers et al. 1987). Ondertussen bedraagt de verwachte bodemdaling in het diepste punt van de kom tussen de 40 en 45 cm, waarvan in 2017 34 cm was gerealiseerd (Piening et al. 2017).



Afbeelding 5. Oost-Ameland met de in 2017 gerealiseerde bodemdaling in cm (Piening et al. 2017). Het Oerdswater is met een blauw rondje en de winningslocatie met een rood driehoekje aangegeven. Gasvelden zijn groen gekleurd.

VEGETATIEONTWIKKELING VAN HET OERDSWATER IN HISTORISCH PERSPECTIEF

De veranderingen in de vegetatie, zoals die op de foto's zijn te zien, worden in Tabel 1 geïllustreerd aan de hand van de vegetatieontwikkeling in vier in 1986 aangelegde PQ's. De in een raai gelegen PQ's (nummers 412, 411, 410 en 409) liggen als onderdeel van de monitoring op de oeverzone van het Oerdswater in een gradiënt van laag naar hoog met een hoogteverschil van 34 (1986) en 37 cm (2013), over een afstand van ruim 14 m. De bodem bestaat uit zand, met op de natste delen een venige laag.

De vier onderste pijltjes in Figuur 3 geven de locatie aan van de PQ's in 1986.

De PQ-gegevens in Tabel 1 laten de volgende veranderingen zien:

- De laagstgelegen, zo nu en dan in het water staande, vegetatie van *Schoenoplectus tabernaemontani* met *Eleocharis palustris* is in 27 jaar geheel veranderd in een dichte vegetatie, bijna volledig gedomineerd door manshoge *Phragmites australis*.
- De volgende zone van *E. palustris*, *Agrostis stolonifera* en *Carex nigra* veranderde eveneens in een even soortenarme *P. australis*-vegetatie.
- De 20 cm hoger gelegen vegetatie van *A. stolonifera* en *C. nigra*, met lage struikjes van *Salix repens*, ontwikkelde zich naar een (relatief soortenrijkere) rietvegetatie met *P. australis*, *Calliergonella cuspidata*, *E. palustris* en *S. repens*-struweel.
- Tenslotte evolueerde in het hoogstgelegen PQ het dominante *S. repens*-struweel met *C. nigra* en *C. cuspidata* in 1986 naar een meer dan manshoog struweel van *Salix cinerea* met een ondergroei van *P. australis* in 2013.

Deze successie leidde tot een sterke toename van de hoogte van de vegetatie (tot over 150 cm) en van de biomassa. Dit leidde tot het verdwijnen van veel soorten en het optreden van enkele nieuwkomers, waarmee de totale soortenrijkdom per PQ afnam met 36 tot 70%. We tellen de in 2013 op *Salix* verschenen epifytische lichenen dan nog mee.

Afbeelding 6 en 7 illustreren de vegetatie-ontwikkeling van de laagst en hoogstgelegen PQ's 412 en 409.

Tabel 1. Vegetatietabel van de PQ's 412, 411, 410 en 409, gelegen langs een gradiënt van laag naar hoog, aan de zuidzijde van het Oerdswater, in 1986 en 2013. Van taxa met een bedekking van $\geq 25\%$ zijn de scores in vet aangegeven.

* dalingsmodel AMELAND_GRIDS_2014

Pq-nummer	412	412	411	411	410	410	409	409
Datum (jaar/maand/dag)	19860919	20130808	19860919	20130808	19860919	20130808	19860919	20130808
X-coördinaat	188537.200	188538.170	188539.060	188540.010	188540.770	188541.650	188543.280	188544.170
Y-coördinaat	608015.470	608016.440	608011.630	608012.630	608008.250	608009.310	608002.720	608003.770
Z-coördinaat (hoogte in m NAP)	2,247	2,127	2,337	2,172	2,537	2,329	2,528	2,492
Gemiddelde hoogte vegetatie	5	9	4	9	3	9	6	9
Bedekking kale grond	6	1	5	1	5	3	2	5
Bedekking dood materiaal	4	9	4	3	4	3	5	7
Bedekking levend materiaal	7	9	8	9	8	3	8	8
Daling in cm 2013 gemeten		12,0		16,5		20,8		9,0
Daling in cm volgens dalingsmodel*		26,2		26,2		26,2		26,1
Vocht	nat	nat	vocht	vocht	vocht	vocht	vocht	vocht
Totaal taxa: 70	17	7	23	7	33	21	27	15
Dominante soorten (bedekking ≥ 25%)								
Schoenoplectus tabernaemontani	6		2					
Eleocharis palustris	5		6		3	5		
Agrostis stolonifera	2		5		6	2	4	1
Carex nigra	1		5		6	4	7	
Phragmites australis		9		9	1	6	2	5
Calliergonella cuspidata					3	7	6	2
Salix repens					5	6	7	
Salix cinerea								7
Overige taxa								
Nasturtium microphyllum	5		4		3			
Lycopus europaeus	2	1	1				1	
Galium palustre	3		3	1	3	2	1	1
Myosotis laxa s. cespitosa	2	1	2		2		2	
Veronica scutellata	1		1		1			
Lemna minor	2	1	2	2		1		
Persicaria amphibia	2		3		2	1		
Apium inundatum	2		3		3			
Juncus articulatus	2		3		3	1	2	
Ranunculus flammula	1		2		2			1
Calliergon cordifolium	2					2		1
Drepanocladus aduncus	1		1	2		4		5
Rorippa palustris	1				1			
Mentha aquatica		1	3		3	2	1	
Solanum dulcamara		3		2				
Lemna trisulca		1		1				
Potentilla anserina			2		3	2	3	
Cardamine pratensis			1	1	2	1	1	
Hydrocotyle vulgaris			2		4	4	3	
Glyceria fluitans			2					
Epilobium tetragonum			1		1			
Ranunculus repens					3		2	
Eriophorum angustifolium					2		1	
Poa trivialis					1		1	
Plagiomnium species					1		1	
Carex panicea					3			
Trifolium repens					3			
Cirsium arvense					2			
Calamagrostis epigejos						1	4	3
Juncus effusus						1		4
Epilobium palustre						2		
Rubus sec. Rubus							3	
Cirsium palustre							2	
Ophioglossum vulgatum							2	

Opnameschaal bedekkingpercentage 4° Bosstatistiek (Dirkse 1998):

1=0,1; 2=0,1-1; 3=1-5; 4=5-10; 5=10-25; 6=25-50; 7=50-75; 8=75-90; 9=90-100

Opnameschaal vegetatiehoogte (cm):

1=0-5; 2=5-10; 3=10-20; 4=20-30; 5=30-50; 6=50-70; 7=70-100; 8=100-150; 9=>150

Auteurs:

1986: P.A. Slim & G. Londo; 2013: P.A. Slim & G.M. Dirkse

De volgende taxa komen eenmaal voor met bedekking 1:

Pq 411 1986: *Potamogeton natans*, *Rumex acetosa*

Pq 410 1986: *Lotus pedunculatus*, *Plantago major* s. *intermedia*, *Prunella vulgaris*, *Rumex crispus*, *Sagina procumbens*, *Stellaria palustris*

Pq 410 2013: *Scutellaria galericulata*, *Epilobium hirsutum*

Pq 409 1986: *Carex arenaria*, *Juncus conglomeratus*, *Potentilla anglica*, *Senecio sylvaticus*, *Vicia cracca*, *Senecio jacobaea* s. *dunensis*

Pq 409 2013: *Amandinea punctata* (*Buellia punctata*), *Lecanora chlorotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Xanthoria parietina*, *X. polycarpa*

PQ's: 2 x 2 m; een zijde N-Z gericht; x-, y- en z-coördinaten bepaald in midden PQ; midden gemarkeerd met ijzeren buis



Afbeelding 6. Laagstgelegen PQ 412 in 1986 (links) met dominantie van - begraasde - *Schoenoplectus tabernaemontani*, en in 2013 (rechts) met dominantie van *Phragmites australis* (foto's resp.: P.A. Slim en G.A. de Groot).



Afbeelding 7. Hoogstgelegen PQ 409 in 1986 (links) met dominantie van *Salix repens* en *Carex nigra*, en in 2013 (rechts) met dominantie van *Salix cinerea* (foto's resp.: P.A. Slim en G.A. de Groot).

Gaan we nu een aan 1986-2013 vergelijkbare epoche terug, dan is er een excursierapport van het RIVON over het Oerd, dat toen een intensieve beweiding kende van paarden, runderen en schapen (Van Leeuwen & Schroevers 1962).

In de oudere duinen treffen zij "alle karakteristieke associaties [aan] van droge niet te zeer ontkalkte duinen", en "Ook bestaat neiging tot struweelvorming door duindoorn".

Maar "De plasjes in het Oerd vormen een apart gebied, dat zich overigens laat vergelijken met de andere Amelandse plasjes op zandgrond. Opvallend is vooral de weelderige begroeiing van veenwortel (*Polygonum amphibium* f. *natans*) wat in de bloeitijd een rijk gezicht vormt."

Langs de oevers vinden Van Leeuwen & Schroevers (1962) een mengvegetatie ontstaan uit:

- 1) "Restanten van het *Littorellion*" (refererend aan Braun-Blanquet & De Leeuw 1936, waarover hierna) zonder *Littorella uniflora* zelf nog terug te vinden, maar nog wel met *Apium inundatum*, *Baldellia ranunculoides* en *Juncus bulbosus*.
- 2) "Gezelschappen van contactgordels en storingsmilieu's" als gevolg van sterk wisselende waterstanden, met taxa als *Veronica scutellata*, *Ranunculus flammula*, *R. repens*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Potentilla anserina* en *Persicaria amphibia*, die we ook in onze PQ's, minder in 2013 dan in 1986, aantreffen (Tabel 1). Maar de door hen gevonden *Schoenus nigricans*, *Dactylorhiza incarnata* en *Juncus balticus* zagen we hier niet meer.
- 3) "Eutrafente soorten van vochtige graslanden als" *Cardamine pratensis* en *Lotus pedunculatus*; deze zijn ook nu nog aanwezig.

Van Leeuwen & Schroevers (1962) eindigen met de conclusie: "Ten gevolge van langdurige beïnvloeding door vee is de vroeger ongetwijfeld zeer fraaie en bijzondere duinplas veranderd in een type met een begroeiing, die we meer in Nederland aantreffen. Men zou door een geleidelijk in te voeren andere vorm van beheer een zo goed mogelijk herstel van de oude toestand moeten trachten te bevorderen." De vraag voor ons is of er daadwerkelijk een verarming is opgetreden, of dat de begroeiing – als gevolg van beweiding – al veel langer dit karakter heeft. Om daar meer inzicht in te krijgen gaan we nog een stap terug in de tijd.

We hebben dan geluk met de vegetatiebeschrijvingen van Ameland en dus ook van het Oerdswater, door Braun-Blanquet *himself* (Braun-Blanquet & De Leeuw 1936, pp. 384-388) bij de iconische zomerexcursie van de Nederlandsche Botanische Vereniging in augustus 1935.

Zij beschrijven in de "Hygro-Serie":

- I. Het *Littorellion uniflorae* met een al en niet fragmentair *Samolo-Littorelletum* (overigens zonder *S. valerandi*): "An den tiefsten Stellen der Teiche herrschen, insbesondere am grössten Teich bei Oerd, ausgedehnte Herden von *Heleocharis palustris* mit *Phragmites communis*. [...] Der Teichrand ist von einer Assoziation des *Littorellion*-Verbandes besetzt, die starken Wasserstandschwan kungen unterworfen zu sein scheint."
- II. Op het *Littorellion* volgt dan een gemeenschap van vochtig grasland met een afnemend *Nanocyperion*-karakter dat sterk begraasd is en waarin als belangrijkste taxa voorkomen *Potentilla anserina*, *Trifolium fragiferum*, *Leonto-*

don autumnalis, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus* en *Trifolium repens*. Dit is categorie (3) uit Van Leeuwen & Schroevers (1962), die nu als *Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae* bestempeld kan worden.

- III. Daarna volgen Braun-Blanquet & De Leeuw met: "Die natürliche Fortentwicklung geht zum feuchten *Salix repens*-Gebüsch (*Acrocladieto-Salicetum*)". Als belangrijkste taxa fungeren bij dominante *S. repens*: *Calliergonella cuspidata* (syn. *Acrocladium cuspidatum*), *Drepanocladus* spec., *Hydrocotyle vulgaris*, *Holcus lanatus* en *Carex nigra*, en sporadisch o.a. *Juncus alpinoarticulatus*, *Epipactis palustris* en *Dactylorhiza incarnata*. Deze associatie zouden we nu (in elk geval deels) onder het *Pyrolo rotundifoliae-Hippophaetum* scharen (Haveman et al. 2017).
- IV. Wat hogerop wordt het *S. repens*-struweel opgevolgd door het "Hippophaeto-Salicetum" (tegenwoordig *Hippophaeo-Salicetum arenariae* in Schaminée et al. 2017).

Tenslotte melden Braun-Blanquet & De Leeuw (1936) het sporadisch voorkomen van *Salix aurita* en *S. cinerea* die duiden op "ein Folgestadium, worin diese beiden Arten zur Vorherrschaft gelangen. [...] Auf Ameland kommt der *Salix cinerea*-Busch anscheinend nur hier vor."

Samenvattend is er tussen 1935 en heden op de oevers successie opgetreden van een grazige vegetatie naar biezenvegetatie en rietmoeras en – op de iets drogere delen – naar struweel. De lagere oevers blijven in een rietmoerasstadium steken.

ORZAKEN VAN DE VERANDERINGEN

De belangrijkste factoren die de gesignaleerde veranderingen kunnen verklaren zijn de mate van beweiding met vee en konijnenbegrazing, waterstanden en eutrofiëring. In weerwil van de door de NAM voor het Oerdswater modelmatig berekende bodemdaling van 26 cm, is de op het maaiveld gemeten werkelijke daling tot 2013 in de afzonderlijke PQ's beperkt tot 9-21 cm. Dit betekent dat tenminste een deel van de daling wordt gecompenseerd door bodemvorming. Uit langjarige grondwaterstandsgegevens blijkt hier geen sprake te zijn van een door daling veroorzaakte algehele vernatting. Ook het wateroppervlak lijkt niet vergroot; wel zijn er grote stochastische, seizoens- en weersafhankelijke schommelingen in de waterstanden van het duinmeer.

Deels is de vegetatie veranderd in rietbegroeiingen en duinstruweel, waarbij er vanaf eind jaren 1980 een versnelling in de struweelvorming lijkt te zijn opgetreden (Afbeelding 2, 3 en 4). Vanaf begin jaren 1980 is de graasdruk van landbouwhuisdieren op het Oerd globaal gehalveerd, maar vanaf 2008 neemt deze weer toe (Elschot et al. 2017, p. 212: vak D). Ook de begrazing door konijnen nam in het verleden sterk af door de uitbraak van myxomatose en VHS (RHD). Maar de huidige beweiding met rundvee zal nu zeker niet (meer) in staat zijn de verdergaande verstruweling tegen te houden en al helemaal niet om de opgetreden verstruweling terug te draaien.

Van Leeuwen & Schroevers (1962) zien de beweiding door 'De Vennoot' als oorzaak van de door hen vastgestelde kwaliteitsafname van de vegetatie. Kennelijk is de rol van begrazing als sturende factor toen niet op waarde geschat; dat inzicht kwam wat later (Van Leeuwen et al. 1971). Braun-Blanquet & De Leeuw (1936) voorzagen als "Folgestadium" reeds in 1935 de ontwikkeling van het wilgenstruweel (Tabel 1; Afbeelding 7).

Tegelijkertijd speelt ook eutrofiëring van land en water een rol. Atmosferische depositie is als belangrijke oorzaak aangetoond voor verzuuring van de vegetatie op Oost-Ameland (Van Dobben et al. 2011; Van Dobben & Slim 2012; Kuiters et al. 2017, p. 472). Voor het water van het duinmeer zou ook het toenemend gebruik ervan door meeuwen, eenden en ganzen een rol kunnen spelen.

De lagere beweidingsdruk, lagere dichtheid aan konijnen en verhoogde stikstofdepositie werken alle in dezelfde richting: een versnelde opbouw van de humuslaag, versnelde successie, verzuuring en verstruweling.

We kunnen niet anders dan concluderen dat hier op Oost-Ameland veranderingen in het multifunctionele landgebruik, konijnenstand en luchtvervuiling tezamen een grotere invloed op de vegetatie-ontwikkeling hebben dan bodemdaling door gaswinning.

DANKWOORD

Veel dank gaat uit naar 'De Vennoot' voor de toestemming om op haar terrein al meer dan 30 jaar een deel van het monitoringonderzoek te mogen uitvoeren, naar Tonnie Overdiep (voorheen RWS) voor de uiterst belangrijke klassieke geodetische hulp in 1986, en tenslotte naar Han van Dobben, Joop Marquenie en George Wintermans voor hun inspirerende bijdragen aan het monitoringprogramma. Wij zijn Rense Haveman dank verschuldigd voor zijn syntaxonomische inzichten.

'HET OERDSWATER' AT AMELAND; 78 YEARS AFTER BRAUN-BLANQUET REVISITED

Photos made at the same location from different years very well show how a landscape can change over time. Two pictures of 'het Oerdswater' at the Dutch Wadden Sea island of Ameland (from 1962 and 1989) were the reason to make a new picture in 2017 from the same location and to describe the changes in the landscape. A picture from 1962 shows an open landscape, grazed by cattle from local farmers, with at few places low shrub vegetation dominated by *Hippophae rhamnoides* and *Salix repens*, locations with bare sand and a rather large dune lake bordered by low water plant communities. Although the area has been permanently grazed by domestic stock, more than 50 years later the landscape has largely changed. The dune lake has become much smaller and the vegetation is now dominated by extensive reed beds with *Phragmites australis* and a man-high shrub vegetation with *Salix cinerea*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*, mixed with *H. rhamnoides* and *S. repens*. How can these vegetation changes be ex-

plained? A relevant factor might have been soil subsidence due to gas extraction, which started in 1985 at Ameland, not far from the Oorder dune complex. Additionally, a reduction in grazing pressure by cattle occurred in the early 1980s. Rabbit grazing was strongly reduced due to periodical outbreaks of myxomatosis and VHS, and nitrogen deposition has largely increased over the last decades. By analysing vegetation data from four permanent quadrats in the Oorder dune complex over the period 1986-2013, and additional descriptions from field reports from 1935 and 1962 we conclude that soil subsidence is overruled by the combined effects of lower grazing intensity by both cattle and rabbits and by atmospheric deposition.

LITERATUUR

- Braun-Blanquet, J. & W.C. de Leeuw (1936). Vegetationsskizze von Ameland. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 46: 359-393.
- Brouwer, D.A. (1936). Ameland, een sociaal-geografische studie van een Waddeneiland. Paris, Amsterdam. 171 pp. + 3 bijl.
- Brus, D.J., P.A. Slim, A.H. Heidema & H.F. van Dobben (2014). Trend monitoring of the areal extent of habitats in a subsiding coastal area by spatial probability sampling. *Ecological Indicators* 45: 313–319. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1400137X>.
- Brus, D.J., P.A. Slim, G. Gort, A.H. Heidema & H. van Dobben (2016). Monitoring habitat types by the mixed multinomial logit model using panel data. *Ecological Indicators* 67: 108-116. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X16300644>.
- Dankers, N.M.J.A., K.S. Dijkema, G. Londo & P.A. Slim (1987). De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. RIN, Arnhem/Leersum/Texel. 90 pp. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/full-text/389105>.
- Dirkse, G.M. 1998. The validity of general purpose flora-based classification of vegetation. *IBN Scientific Contributions* 14. IBN-DLO, Wageningen.
- Elschot, K., A. de Groot, K. Dijkema, C. Sonneveld, J.T. van der Wal, P. de Vries, B. Brinkman, W. van Duin, W. Molenaar, J. Krol, L. Kuiters, D. de Vries, R. Wegman, P. Slim, E. Koppenaal & J. de Vlas (2017). 4 Ontwikkeling kwelder Ameland-Oost; Evaluatie bodemdalingsonderzoek 1986-2016. In: J. de Vlas (Ed.). *Monitoring effecten van bodemdaling op Oost-Ameland*. 185-328. https://www.waddenacademie.nl/fileadmin/inhoud/pdf/03-Thema_s/Geowetenschap/Bodemdaling_2017/Hoofdstuk_4_Kwelder.pdf.
- Heslinga, P. (1989). Van Boerenstand tot Venoot te Buren op Ameland. De Printerij, Dokkum. 86 pp.
- Jong, B. de, J.G.S. Keijsers, M.J.P.M. Riksen, J. Krol & P.A. Slim (2014). Soft Engineering vs. a Dynamic Approach; A Case Study on The North Sea Barrier Island of Ameland, The Netherlands. *Journal of Coastal Research* 30 (4): 670-684. <http://www.jcronline.org/doi/abs/10.2112/JCOASTRES-D-13-00125.1>.
- Kuiters, L., D. de Vries, D. Brus, N. Heidema, R. Huiskes, P. Slim, H. van

- Dobben & J. Krol (2017). 6 Vegetatiedynamiek in duinen en duinvallen op Oost-Ameland. In: J. de Vlas (Ed.). Monitoring effecten van bodemdaling op Oost-Ameland. 375-482. http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Bodemdaling/2017/Hoofdstuk_6_Duinen_verkl.pdf.
- Piening, H., W. van der Veen & R. van Eijs (2017). Bodemdaling. In: De Vlas, J. (Ed.). Monitoring Effecten van Bodemdaling op Oost-Ameland, pp. 9–25. www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Bodemdaling/2017/Hoofdstuk_1_Bodemdaling.pdf.
- Haveman, R., I. de Ronde, E.J. Weeda & J.H.J. Schaminée (2017). R38; *Salicetea arenariae*. *Stratiotes* 50/51: 119-137.
- Van Dobben, H.F. & P.A. Slim (2012). Past and future plant diversity of a coastal wetland driven by soil subsidence and climate change. *Climatic Change* 110: 597–618. <http://www.springerlink.com/content/v5062839w7un6314/>.
- Van Dobben, H.F., P.A. Slim, G.W.W. Wamelink & G.M. Dirkse (2011). 4.4 Vegetatieveranderingen in de duinen en hoge kwelder op Oost-Ameland: 323-364. In: Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost; evaluatie na 23 jaar gaswinning. Deel 2. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, [Assen]. http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Bodemdaling/2011/pdf/Rapport_Deel_2_duinvallen.pdf.
- Van Leeuwen, C.G. & P. Schroevers (1962). Excursierapport, Ameland, het Oerd. [Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist]. 4 pp. <http://library.wur.nl/WebQuery/wur-pubs/fulltext/439943>.
- Van Leeuwen, C.G., G. Londo & A. van Wijngaarden (1971). Verslag van een studiereis naar Gotland en Öland in 1971. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 24 pp. <http://edepot.wur.nl/390667>.

Contactgegevens:

Pieter A. Slim

E-mail: pieter.slim@wur.nl