

Grazers in Vlielands duin

Grazers in Vlielands duin

Evaluatie van runderbegrazing in duinvalleien op Vlieland

Deel 2: Onderzoek in 2001

**W.K.R.E. van Wingerden
M. Nijssen
P.A. Slim
J. Burgers
R.J.M. van Kats
H. F. van Dobben
A.P. Noordam
G.F.P. Martakis
H. Esselink
G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis**

Alterra-rapport 626

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

Wingerden, W.K.R.E. van, M. Nijssen, P.A. Slim, J. Burgers, R.J.M. van Kats, H. F. van Dobben, A.P. Noordam, G.F.P. Martakis, H. Esselink, G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis 2002. *Grazers in Vlielands duin. Evaluatie van runderbegrazing in duinvalleien op Vlieland; deel 2: onderzoek in 2001*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 626. 100 blz. 14 fig.; 16 tab.; 29 ref

We evaluated seven years of light cattle grazing of dune valleys (Wadden island of Vlieland) as to management objectives and effects on vegetation, flora and fauna. We compared data from 1993 and 2000 in a Before-After/Control-Impact design of 14 grazed and 14 ungrazed plots which were randomly selected from the vegetation strata 'grass encroached moist dune valleys' and 'intact *Empetrum* vegetation'. To elucidate effects on vegetation and fauna extra data were collected on heavy grazed sites, xerothermobiont fauna species, vertebrate fauna species, raised groundwater tables and historic vegetation descriptions. Development towards shrub- and woodland is tempered, but not stopped, as a consequence of cattle browsing on *Prunus avium* and *Betula pubescens*. Cattle forms bare patches and trails in the dense and high field layers of *Calamagrostis epigejos* and *Carex arenaria* and mean vegetation height of these layers was stabilised. Due to light grazing a clear gradient in grazing activity was found in the field which shifted between years. Grazing had only light to neutral effects on vegetation and fauna diversity. Changes in plant and fauna species composition and diversity were most related to a general change to moist conditions due to several years with high precipitation.

Trefwoorden: *Betula pubescens*, browsing, *Calamagrostis epigejos*, *Carex arenaria*, dune, dune valleys, *Empetrum nigrum*, eutrophication, grazing, invertebrate diversity, plant diversity, *Prunus avium*, rabbit, Scottish highland cattle, trampling, vegetation structure, vertebrates.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €21 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 626. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Dankwoord	9
Samenvatting	11
1 Inleiding	15
2 Analyse van insectengegevens uit de vangpotbemonsteringen in juli 2001, met speciale aandacht voor thermofiele soorten	19
2.1 Univariante regressieanalyse	21
2.1.1 Methode	21
2.2 Resultaten	21
2.2.1 Behandeling (begrasd vs. onbegrasd)	23
2.3 Multivariate analyse	24
2.3.1 Methode	25
2.3.2 Resultaten	25
2.4 Discussie en conclusies	29
3 Analyse van grondwaterstandgegevens	33
3.1 Methode	33
3.2 Resultaten	34
3.3 Conclusie	38
4 Analyse van oude vegetatiegegevens	39
4.1 Vegetatiebeschrijving	39
4.1.1 Methode	39
4.1.2 Resultaten	39
4.2 Vegetatie-opnamen	40
4.2.1 Methode	40
4.2.2 Resultaten	41
4.3 Conclusie	42
5 Multivariate analyse van gegevens over vegetatie (pq's 1993/2000), bodem en begrazing	45
5.1 Methode	45
5.2 Resultaten	46
5.3 Conclusie	50
6 Synthese van (oude) gegevens over zoogdieren, vogels, reptielen en amfibieën	51
6.1 Inleiding	51
6.2 Methode	51
6.3 Resultaten	51
6.3.1 Het Konijn	51
6.3.2 Reptielen en amfibieën	52
6.3.3 Vogels	55

6.4 Conclusie	61
7 Dynamiek in ruimtelijke begrazingspatronen	63
Discussie en conclusies	65
Literatuur	73
Bijlagen	77

Woord vooraf

In 1993 heeft Staatsbosbeheer besloten om de voortgaande verbossing en vergrassing in de Vallei van het Veen op Vlieland aan te pakken. Begrazing leek hiervoor de beste maatregel, waarbij werd gekozen voor een lichte graasdruk in een groot gebied. Tevens besloot Staatsbosbeheer tot evaluatie van de effecten van het begrazingsbeheer. Ecologen en statistici van ALTErrA (toen nog IBN) stelden een zogenaamde BACI-proefopzet voor, die het mogelijk maakt om de effecten van de maatregel te scheiden van autonome veranderingen die in het onderzoeksgebied plaatsvinden. Zowel de keuze voor een lage graasdruk als voor een gedegen statistische proefopzet komen tot op heden zelden voor, waarmee dit onderzoek een grote bijdrage levert aan de kennis over de mogelijkheden van begrazingsbeheer. Dit was een belangrijke reden waardoor de proef de belangstelling kreeg van beleidsmakers en onderzoekers die betrokken zijn bij het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN). Door een co-financiering van OBN en Staatsbosbeheer en onder begeleiding van het Deskundigenteam Fauna van het OBN, kwam een evaluatie van de effecten in 2000 en een vervolgonderzoek in 2001 van de grond. Hierbij ging de opdrachtverlening uit naar een consortium van ALTErrA en Stichting Bargerveen, en werd nauw samengewerkt met andere organisaties verenigd onder het Nederlands Centrum voor Natuuronderzoek (NCN), te weten SOVON, RAVON en de afdelingen Dierecologie en Aquatische Ecologie & Milieubiologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen (KUN).

Het voor u liggende rapport is het derde in een reeks over het effect van begrazing op landschap, vegetatie én fauna in de Vallei van het Veen. In 1993 werd de uitgangssituatie voorafgaand aan begrazing beschreven. Vorig jaar verscheen de eerste evaluatie van de effecten van zeven jaar runderbegrazing. Dit rapport is het resultaat van het aanvullend onderzoek in 2001, waarop antwoord wordt gegeven op een aantal vragen die de evaluatie in 2000 opriep. In dit aanvullend onderzoek zijn de effecten van begrazing onderzocht op de warmte- en droogteminnende diersoorten en op vogels, reptielen en amfibieën. Daarnaast zijn historische vegetatiegegevens verzameld om de floristische potenties van het gebied in kaart te brengen en zijn waterstandsgegevens geanalyseerd die de waargenomen effecten op vegetatie en fauna verhelderen. Hiermee levert dit rapport een zeer substantiële bijdrage aan de kennisontwikkeling die nodig is om natuurgebieden in Nederland op een verantwoorde én effectieve manier te herstellen en te beheren.

Dr. H. Siepel,
Hoofd van de Afdeling Ecologie en Milieu.

Dankwoord

Tijdens het onderzoek en bij het schrijven van dit rapport is een aantal mensen zeer behulpzaam geweest die wij hier graag willen bedanken. Ten eerste zijn dit de mensen van Staatsbosbeheer Vlieland die ons tijdens het veldwerk hebben ondersteund en onderdak hebben geboden in 'De Zwaluw'. Ben Koks en Chris van Turnhout (SOVON) leverden de broedvogelgegevens aan, gaven mondelinge toelichting en hebben een eerdere versie van de teksten over broedvogels nagekeken. Frank Spikmans (RAVON) leverde de gegevensbestanden van reptielen en amfibieën en hielp bij het maken van de verspreidingskaartjes. De VZZ leverde telefonisch informatie over zoogdieren op Vlieland. Ten slotte willen we Dick Groenendijk, Michiel Wallis de Vries (beiden van de Vlinderstichting), Dick Bal (EC-LNV) en Evert Jan Lammerts (SBB Leeuwarden) bedanken voor het kritisch doornemen van de conceptversie van dit rapport.

De auteurs

Samenvatting

In de Vallei van het Veen op Vlieland is in 1993 jaarrondbegrazing ingezet met als doel het tegengaan van verbossing en verstruweling, de vorming van laagbegroeide of kale plekken in dichte vegetatiepakketten en de facilitatie van konijnen, zodat deze weer als natuurlijke grazer van het duinsysteem kunnen functioneren. Begrazing wordt uitgevoerd met gemiddeld 9 Schotse Hooglandrunderen en 25 Soay-schape op 220 ha. De gemiddelde graasdruk is hiermee 0,08 GVE (grootvee-eenheden per hectare). In 1993 is in de valleien een proef aangelegd met te begrazen proefvlakken en onbegaasde controlevlakken (Van Wingerden et al., 1993). In 2000 zijn de effecten van zeven jaar begrazing bepaald op de vegetatie en ongewervelde fauna (Van Wingerden et al., 2001). In 2001 is aanvullend onderzoek uitgevoerd om de gevonden effecten beter te kunnen interpreteren. In deze samenvatting worden de resultaten van 2000 en 2001 geïntegreerd.

Realisatie van beheersdoelstellingen

De beheersdoelstellingen zijn gedeeltelijk gehaald. De verstruweling wordt geremd. Verwacht wordt dat de vorming van duinbos door de huidige begrazing sterk wordt vertraagd en de vorm krijgt van een tamelijk open duinstruweel. In de begraasde delen nemen de grassen niet significant in hoogte toe, in de onbegaasde delen wel. Ook wordt plaatselijk de vegetatie geopend in de vorm van loopsporen, graas- en ligplekken. Deze opening van de vegetatie heeft nog geen facilitatie van konijnenbegrazing tot gevolg, waarschijnlijk omdat door de virusziekte VHS de populatieomvang te klein is. Pas als de konijnenpopulatie in de toekomst weer toeneemt zal de facilitatie tussen vee en konijnen ook daadwerkelijk op kunnen gaan treden.

Gradiënten in begrazing

Zoals verwacht bij extensieve begrazing treedt er een duidelijke begrazingsgradiënt in het terrein op. Opvallend is dat ondanks de zeer lage begrazingsdruk in elke plot begrazingseffecten van runderen zijn gevonden. De begrazingspatronen blijken tussen twee opeenvolgende jaren onderhevig te kunnen zijn aan sterke verschuivingen. De belangrijkste sturende factor hiervoor lijkt een verhoogde grondwaterspiegel, waardoor sommige plots onbegaanbaar worden en anderen juist intensiever worden begraasd. Daarnaast treedt er door bemesting van vogels een sterke wisselwerking op tussen begrazingsdruk en meeuwenactiviteit.

Veranderingen in vegetatiesamenstelling

De veranderingen in de vegetatie tussen 1993 en 2000 zijn gering en toe te schrijven aan een verhoging van de grondwaterspiegel. Deze factor lijkt belangrijker dan begrazing of verschillen in bodemcondities. Wanneer de huidige vegetatiesamenstelling wordt vergeleken met historische vegetatieopnamen, blijkt dat er de laatste decennia een duidelijk floristische verarming heeft plaatsgevonden. Historische gegevens wijzen niet op het voorheen voorkomen van soortenarme vegetaties als gevolg van zure omstandigheden, anders dan door zure depositie. De floristische achteruitgang komt overeen met de algemene teloorgang van de

botanische waarden in de duinen van het waddengebied. Ongewenste neveneffecten van het begrazingsbeheer op intacte Kraaiheidevegetaties en de zeldzame Rijsbes zijn nauwelijks aanwezig.

Effecten op de fauna

Neveneffecten van begrazingsbeheer op de ongewervelde fauna blijken te wisselen tussen licht positief en licht negatief, maar zijn in alle gevallen zeer gering. Er zijn geen faunasoorten aangetroffen die als zeer karakteristiek voor het duinsysteem kunnen worden aangemerkt. Daarnaast zijn er geen faunasoorten die alleen in begraasde of alleen in onbegraasde terreinen zijn gevonden. Geconcludeerd moet worden dat de huidige begrazing geen negatieve neveneffecten op de ongewervelde fauna heeft, maar ook geen karakteristieke soorten faciliteert. Veranderingen in soortensamenstelling die bij de fauna zijn waargenomen, kunnen sterker dan bij de vegetatie, worden toegeschreven aan verschillen in hoogteligging en de daarmee samenhangende verschillen in vochtigheid en temperatuur. Extensieve begrazing versterkt eerder de faunadiversiteit die gerelateerd is aan reliëf, dan dat deze genivelleerd wordt.

Beschikbare gegevens over gewervelde diersoorten op Vlieland bleken over het algemeen schaars en onvolledig. Voor de meeste soorten gewervelden konden geen positieve dan wel negatieve effecten van begrazing worden ontdekt. Alleen de Blauwe Kiekendief lijkt door versturende effecten van grazend vee uit het gebied verdwenen te zijn. Daarnaast lijken enkele meeuwensoorten de verstoring door grazend vee te vermijden door net buiten het raster te gaan nestelen.

Wisselingen in de grondwaterspiegel

Het grondwaterpeil in het onderzoeksgebied is in de afgelopen eeuw 50 á 100 cm gedaald. Wisselingen in grondwaterstand in de afgelopen 25 jaar blijken echter een natuurlijk verloop te hebben. De verschuivingen in vegetatie- en faunasamenstelling die hiervan het gevolg zijn, moeten daarom worden toegeschreven aan een reeks van natte jaren en niet vernattingsmaatregelen die in het verleden zijn uitgevoerd.

Evaluatie en mogelijkheden voor beheer

Hoewel met het begrazingsbeheer een deel van de doelstellingen is gehaald, moet ook worden geconcludeerd dat het tot nu toe geen herstel van karakteristieke fauna en vegetatie van kalkarme duinen tot gevolg heeft gehad. De vraag of extensieve begrazing een geschikte maatregel is om dit te bereiken, is nog niet te beantwoorden. Het achterweg blijven van herstel van vegetatie en fauna kan namelijk twee oorzaken hebben:

- het beheer heeft nog te kort plaatsgevonden om de verwachte of gewenste diversiteit en natuurwaarden op te leveren. Er is nog geen enkele kennis over lange-termijneffecten van zeer extensieve begrazing. Aangezien effecten van begrazing overal aanwezig zijn en er verschuivingen in graasdruk worden waargenomen, zijn de lange-termijneffecten wellicht groter dan de korte-termijneffecten.
- extensieve begrazing schiet tekort om de sterk verruigde terreinen zonder aanvullend of intensiever beheer te herstellen. Intensivering van het graasbeheer is een optie, maar de kans bestaat dat een intensivering negatieve neveneffecten

op fauna en vegetatie met zich mee brengt. Daarvoor in de plaats kan ook kleinschalig beheer worden uitgevoerd.

Mogelijkheden voor vervolgonderzoek

Om lange-termijneffecten van begrazing met een lage graasdruk te leren kennen, is het van groot belang dat de huidige proefopzet wordt gehandhaafd en het onderzoek in de toekomst ongestoord wordt voortgezet.

Teneinde kennis over de mogelijkheden om met begrazing duingebieden te beheren te vergroten, is het noodzakelijk soortgelijk onderzoek uit te voeren in andere duingebieden, met verschillende typen grazers en verschillen in graasdruk.

1 Inleiding

Achtergrond

Het voor u liggende rapport is het derde in een reeks rapporten over het effect van begrazing op vegetatiestructuur, planten en dieren in het duingebied 'Vallei van het Veen' op Vlieland. De valleien van dit gebied zijn in het recente verleden sterk vergrast door Zandzegge en Duinriet, en Amerikaanse vogelkers, Zachte Berk en Kruiwilg breidden zich sterk uit. Daarom heeft de beheerder Staatsbosbeheer in 1993 begrazing ingezet. In tegenstelling tot veel andere begrazingsprojecten is toen gekozen voor een lichte begrazing. Het idee was dat deze geleidelijk over het gebied kon plaatsvinden, zodat planten en dieren tijd zouden hebben om zich aan het nieuwe beheer aan te passen. Een snelle realisatie van de doelen woog niet op tegen een mogelijk verlies aan dier- en plantensoorten. Om de effecten van de extensieve begrazing te volgen is een onderzoeksprogramma opgezet

In het eerste rapport (Van Wingerden et al., 1993) is de proefopzet uitgebreid beschreven en beargumenteerd en zijn de resultaten van vegetatiekartering en faunabemonsteringen voorafgaand aan begrazing gepresenteerd. In het tweede rapport worden de herhalingen van de kartering en bemonsteringen in 2000, dus na zeven jaar begrazing beschreven (Van Wingerden et al., 2001). Deze resultaten gaven antwoord op enkele vragen, maar tegelijkertijd riepen ze enkele nieuwe vragen op die belangrijk zijn voor de evaluatie van het begrazingsbeheer. Dit rapport beschrijft de resultaten en conclusies van het aanvullende onderzoek dat in 2001 is uitgevoerd om ook op deze vragen een antwoord te vinden.

Beheer en onderzoek in de Vallei van het Veen

In de Vallei van het Veen op Vlieland - het gebied tussen het Pad van 20 en het Pad van 30 - is in 1993 begrazing ingesteld. Het directe doel van het begrazingsbeheer is het tegengaan van vergrassing, verstruweling en verbossing en het creëren van open ruimten in de homogene Duinriet en Zandzeggevegetaties, teneinde de toegankelijkheid van de valleien voor konijnen (de natuurlijke grazers van het duinsysteem) te verhogen. Het uiteindelijke beheersdoel is het herstellen en/of behouden van karakteristieke planten- en diergemeenschappen die thuishoren in een gevarieerd - afwisselend open én meer gesloten - duinlandschap in het waddendistrict. Het beheer betreft extensieve jaarrondbegrazing met gemiddeld 9 Schotse Hooglandrunderen en 25 Soay-schape op 220 ha. De gemiddelde graasdruk is hiermee 0,08 GVE/ha (Groot Vee Eenheden per hectare), wat voor Nederlandse begrippen zeer laag is. Aangezien de runderen een voorkeur vertonen voor de valleien in het zuiden en midden van het gebied en de schape voor de droge duinen aan de noordzijde treden er verschillen op in effectieve graasdruk binnen het gebied. Overigens zijn tegelijkertijd met het instellen van begrazing in 1993 ook enkele maatregelen genomen om de grondwaterstanden te herstellen.

In 1993 is in de valleien een veldproef aangelegd met te begrazen proefvlakken en onbegraste controlevlakken. Het onderzoek had tot doel om na te gaan of de beheersdoelen gehaald worden en of er negatieve neveneffecten optreden op intacte

Kraaiheide vegetaties en/of op de ongewervelde fauna. Het onderzoek richt zich op de valleien die met name door runderen worden begraasd.

Voorafgaand aan de introductie van de grazers is de uitgangssituatie bepaald van de samenstelling en structuur van de vegetatie, de sprinkhanenfauna en de ongewervelde bodembewonende fauna. In 2000 zijn deze waarnemingen op identieke wijze herhaald zodat de effecten van begrazing bepaald konden worden. Deze proefopzet, ook wel BACI-opzet genoemd (Before-After-Control-Impact), maakt het mogelijk om de effecten van begrazing los te koppelen van de effecten van 'autonome' factoren die in tijd en ruimte veranderen (Van der Voet & Van Wingerden, 1997). De resultaten van het onderzoek in 2000 zijn gepubliceerd in Van Wingerden et al. (2001). Het onderzoek in 2000 leverde naast antwoorden ook een aantal nieuwe vragen op, wat heeft geresulteerd in een vervolgonderzoek in 2001.

Begrazing in het complexe duinlandschap

Het duingebied is door zijn reliëf een complex landschap. Plant- en diersoorten die onder droge en warme omstandigheden leven, komen voor naast soorten die juist aan vocht zijn gebonden. De voorwaarden voor beide groepen wisselen elkaar zowel over de oppervlakte als in de hoogte af in grillige patronen die gepaard gaan met steile en vlakke gradiënten van uiteenlopende (a)biotische factoren. Het ligt derhalve voor de hand om bij herstelbeheer te kiezen voor begrazing in plaats van plaggen of maaien, omdat de laatste nivellerend werken op patronen en gradiënten. In theorie kan begrazing zorgen voor extra variatie, met name als de gradiënt in graasdruk haaks staat op andere gradiënten en voorts niet te steil is. Deze laatste voorwaarde is gemakkelijker te realiseren naarmate de graasdruk lichter is en/of het gebied groter. Over de daadwerkelijke effecten van (extensieve) begrazing in de duinen is - met name op het gebied van de fauna - overigens nog zeer weinig bekend (Van Wingerden et al., 1997; Van Turnhout et al., 2001).

Resultaten en nieuwe vragen uit eerder onderzoek

Uit het onderzoek in 2000 bleek dat de beheersdoelstelling met de huidige vorm van begrazing gedeeltelijk worden gehaald (Van Wingerden et al., 2001). Zelfs met een lage begrazingsdruk wordt de vegetatiegroei grotendeels geremd. Hoewel de hoogte van struiken gelijk blijft of afneemt, neemt het aantal struiken ondanks begrazing toe. Wel wordt de bos- en struweelvorming door de begrazing sterk vertraagd. De begrazing opent plaatselijk de vegetatie. Dat de facilitatie van konijnenbegrazing desondanks (nog) niet optreedt, heeft te maken met de sterk afgenomen konijnenpopulatie, waarschijnlijk als gevolg van de virusziekte VHS.

De neveneffecten op intacte Kraaiheidevegetaties bleken in 2000 zeer gering. Ook de effecten van begrazing op de vegetatiesamenstelling en de ongewervelde fauna bleken gering en ondergeschikt aan 'autonome' effecten die in de loop van zeven jaar zijn opgetreden. Gezien de verschuivingen in samenstelling van vegetatie en ongewervelde fauna lijkt een stijging van de grondwaterspiegel de belangrijkste factor van de 'autonome' veranderingen te zijn.

De resultaten van het onderzoek in 2000 riepen enkele nieuwe vragen op die in dit rapport zullen worden behandeld. Hieronder zijn deze vragen op een rij gezet en worden ze kort toegelicht:

- Hoe reageren warmte- en droogteminnende faunasoorten van hoger gelegen terreindelen op de ingestelde begrazing?
In 1993 en 2000 is de ongewervelde fauna bemonsterd in de nazomer en zijn - als gevolg van de proefopzet in 1993 - vrijwel alleen lage (en dus vaak vochtige) terreindelen bemonsterd. Hierdoor is de warmte- en droogteminnende fauna tot nu toe buiten beeld gebleven, terwijl de veranderingen in de vegetatiestructuur – en daarmee in microklimaat – juist deze groep sterk zou kunnen beïnvloeden. In feite is de BACI-proef niet op de beantwoording van deze vraag ingericht. De begraasde en onbegraasde plots zijn immers random-stratified geselecteerd uit de valleien, niet uit de hogere delen. Maar ook de valleien zijn op kleine schaal een golvend landschap met lagere (nattere) en hogere (drogere en warmere) delen die specifiek zijn voor het duinlandschap. Daarom is besloten om binnen de plots die geselecteerd zijn binnen de BACI-proef, een bemonstering uit te voeren waarin vangpotten op verschillende hoogte werden geplaatst. De bemonstering heeft plaatsgevonden in het vroege zomerkwartal 2001 (begin juli), omdat in de zomer de grootste activiteit van dieren die leven onder warme en droge omstandigheden (de zgn. thermoxerobionte fauna) werd verwacht.

- Door de random keuze van de onderzoeksplots in het terrein liggen er geen plots in de meest zwaar begraasde terreindelen. Komen er in deze zwaar begraasde delen andere faunasoorten voor, ofwel zorgt het extreme einde van de huidige begrazingsgradiënt voor een hogere soortendiversiteit?
In de bemonstering in 2001 zijn hiervoor vier extra plots met een – op het oog – relatief zware begrazingsdruk bemonsterd.

- De belangrijkste factor die de veranderingen in vegetatie en fauna tussen 1993 en 2000 kan verklaren, lijkt een verhoging van de grondwaterspiegel. Is deze verhoging inderdaad opgetreden en zo ja, is deze toe te schrijven aan de in 1993 uitgevoerde vernattingsmaatregelen en/of aan weersveranderingen?
Peilbuisgegevens van grondwaterstanden binnen én buiten het begrazingsgebied zijn geanalyseerd en vergeleken met gegevens van Ameland om interpretatie van begrazingseffecten tegen de achtergrond van fluctuaties hierin mogelijk te maken.

- Op basis van de huidige vegetatieopnamen kan de vegetatie in de proefvlakken als vrij soortenarm worden omschreven. Is de vegetatie de laatste decennia (als gevolg van verdroging, vermessing, verzuring en veranderd landgebruik) soortenarmer geworden of kende het gebied al een soortenarme vegetatie vóórdat deze factoren een rol speelden? Wat is de floristische potentie van het gebied?
Voor de vorming van een referentiekader zijn oude vegetatiebeschrijvingen en -opnames geanalyseerd.

- Kunnen de verschillen in vegetatie tussen de onderzochte permanente quadraten verklaard worden aan de hand van verschillen in bodemgesteldheid?
In 2001 zijn bodemmonsters genomen en geanalyseerd op chemische en fysische eigenschappen. Hiermee zijn de vegetatiegegevens (pq's) uit 1993 en 2000 verder geanalyseerd.

- Kunnen aan de hand van telgegevens effecten van begrazing op de gewervelde fauna (konijnen, reptielen, amfibieën en vogels) aangetoond worden?
Beschikbare gegevens over vogels, reptielen, amfibieën en konijnen zijn verzameld en geanalyseerd.

Daarnaast bleken er tijdens het veldwerk zeer duidelijke verschuivingen in begrazingsintensiteit te bestaan tussen 2000 en 2001. De dynamiek en mogelijke oorzaken van deze verschuivingen wordt kort besproken.

Leeswijzer

De hierboven opgesomde vragen komen successievelijk aan de orde in de hoofdstukken 1 t/m 7. Elk hoofdstuk wordt afgesloten met een korte conclusie. In het hoofdstuk 'conclusie' worden deze geïntegreerd en worden er ideeën over (veranderingen in) beheer en vervolgonderzoek geformuleerd. Daar waar mogelijk vindt een synthese plaats met de resultaten uit het eerdere rapport uit 2001 (Van Wingerden et al., 2001). Vooraan in dit rapport vindt u een korte samenvatting van het gehele rapport.

2 Analyse van inktengegevens uit de vangpotbemonsteringen in juli 2001, met speciale aandacht voor thermofiele soorten

Vooraf

De gegevens over fauna (uit de vangpotten) zijn exploratief geanalyseerd met een tweetal methoden, n.l. met univariate en met multivariate analyse. De resultaten van deze analyses moeten als hypothesen voor verder onderzoek worden beschouwd om een aantal redenen:

1. Er is geen voorbereiding voorafgaande aan de introductie van de grazers (terwijl er wel een voorbereiding was voor de vangpotvangsten van september 2000 (Van Wingerden et al., 2001)). Zonder voorbereiding, immers, blijft het effect van begrazing verstrengd met andere factoren die in de tijd veranderen.
2. De begraasde plots zijn onderling niet onafhankelijk. Immers, als de runderen in één plot grazen, kunnen ze niet tegelijkertijd in een andere grazen. In het rapport van 2001 is een analyse uitgevoerd die rekening houdt met deze afhankelijkheid; in de voorliggende analyse is hiermee geen rekening gehouden
3. Door toevoeging van vier intensief begraasde plots, zie fig. 1, (die bovendien niet random-geselecteerd zijn) is de verdeling van de aantallen plots over de behandelingen begraasd en onbegraasd ongelijk; in deze plots ontbreekt een aantal soorten. Door de ongelijkmatige verdeling over de plots moeten de relaties van deze soorten met omgevingsvariabelen voorzichtig worden geïnterpreteerd.
4. De verdeling van de drie verschillende hoogteliggingen over behandeling en vegetatiestrata is ongelijk (tabel 1).

Het bovenstaande houdt in dat een aantal voorwaarden voor de statistische toetsing niet zijn vervuld. Derhalve dienen resultaten van de analyse beschouwd te worden als verkennend en de resultaten als hypothesen-genererend voor verder onderzoek.

Tabel 1. Structuur van de vangpotbemonstering in juli 2001.

Factor	Categorie	Aantal plots of subplots	Categorie	Aantal plots of subplots
Vegetatietype	Vergraste vochtige duinvalleien (v)	22 * plots	Intacte Kraaiheide vegetaties (K)	8 plots
Behandeling	Begraasde plots	17 (13* v + 4 K)	Onbegraasde plots	13 (9* v + 4 K) plots
Hoogteligging vangpotten	Hoog (duin)	Komt 9 x voor	Hoog (duin)	Komt 8 x voor
Idem	Middel (duinvoet)	Komt 19 x voor	Middel (duinvoet)	Komt 5 x voor
Idem	Laag (Vallei)	Komt 14 x voor	Laag (vallei)	Komt 5 x voor

* twee plots die onder water stonden, konden niet bemonsterd worden

Er zijn twee analyses uitgevoerd: 1. Univariate regressieanalyse, en 2. Multivariate analyse.

In de univariate analyse wordt voor elke soort apart geanalyseerd. Aangenomen wordt dat een aantal soorten afhankelijk van elkaar voorkomt, d.w.z. dat het voorkomen en de aantallen van sommige soorten zijn met elkaar gecorreleerd.

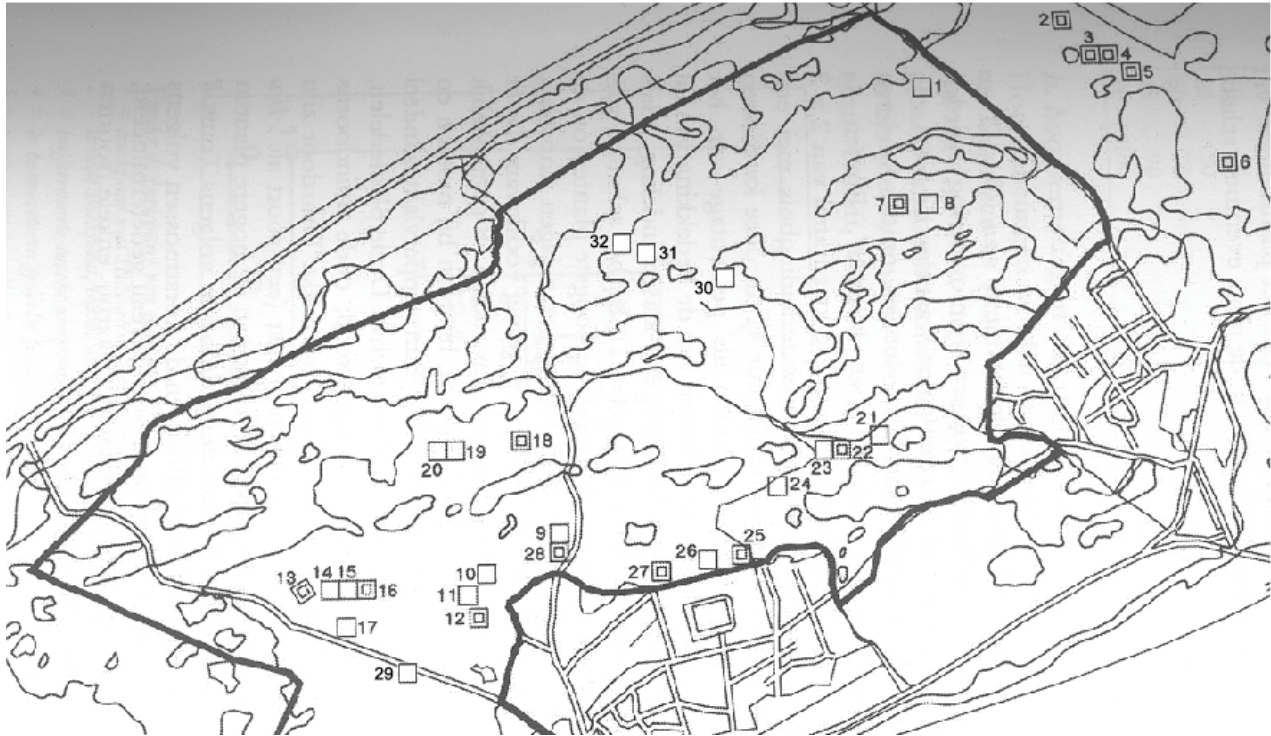


Fig. 1. Kaartbeeld van de Vallei van het Veen met daarin de ligging van de plots. Stratum 'vergraste duinvalleien' plots 1 t/m 11, 13 t/m 20, 28; stratum 'intacte vochtige duinheiden': plots 12, 21 t/m 27; begraasde plots 1, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 26; onbegraasde plots 2 t/m 7, 12, 13, 16, 18, 22, 25, 27, 28. Extra begraasde plots 29, 30, 31, 32. Open vierkant = begraasde plots

Binnen een levensgemeenschap (het levende deel van een ecosysteem) bestaan er uiteenlopende relaties tussen de soorten, waarbij soorten elkaar in positieve of negatieve zin beïnvloeden, met gevolgen voor de aantallen waarin de soorten voorkomen. Zulke wederzijdse effecten kunnen afgeleid worden uit positieve en negatieve correlaties tussen de aantallen in series proefvlakken of aantalsmetingen in de tijd. Een theoretisch voorbeeld van een negatieve correlatie betreft soorten die met elkaar concurreren om schaarse levensvoorwaarden (ruimte, voedsel). Een voorbeeld van positieve correlatie soorten die elkaar eten (predatie, parasitering) of structurele voorwaarden voor andere soorten scheppen (b.v. facilitatie).

Deze correlaties worden evenwel binnen univariate analyse genegeerd. Het voordeel van de univariate boven multivariate analyse in dit onderzoek is, dat zowel effecten van behandeling (= begrazing), vegetatie-strata, als hoogteligging vangpot, alsmede interacties tussen deze factoren kunnen worden getoetst.

Als gevolg van ongelijke aantallen plots per vegetatiestratum kon in de multivariate analyse (programma CANOCO) alleen het effect van het hoofdeffect hoogteligging en de interactie hiervan met vegetatiestratum en behandeling (begraasd vs. onbegraasd) worden getoetst. De toetsing van effecten van de hoofdfactoren vegetatiestratum en behandeling is niet juist.

De conclusies over effecten uit dit beschrijvend onderzoek – die toch al per definitie het karakter hebben van hypothesen – dienen tegen deze achtergronden met voorzichtigheid bediscussieerd en geïnterpreteerd te worden.

2.1 Univariante regressieanalyse

2.1.1 Methode

Voor elke soort zijn de individuen aantallen per vangpot getransformeerd naar $(\ln(a+0.5))$ teneinde een benadering van een normale verdeling te verkrijgen. Op deze getransformeerde gegevens is voor elke soort apart een regressieanalyse uitgevoerd, met het doel significante effecten vast te stellen van de volgende omgevingsvariabelen:

- op het eerste niveau: de plot-variabele vegetatiestratum ('intacte Kraaiheide vegetaties' (8 plots), en 'vergraste Vochtige duinvalleien' 22 plots). Er is echter geen rest (residual) voor deze variabele, en geen vrijheidsgraden om te toetsen. Daarom is getoetst via de rest van het tweede niveau, de behandeling: begraasd vs. onbegraasd)
- op het tweede niveau: de plot-variabele behandeling (begraasde plots (16 plots), onbegraasde referenties (14 plots))
- op het derde niveau: de sub-plotvariabelen vangpotten ((1) hooggelegen (duin)(in 17 plots), (2) middengelegen (duinvoet)(in 24 plots), (3) laaggelegen (vallei))(in 19 plots)

2.2 Resultaten

Tabel 2. Omgevingsvariabelen met de aantallen soorten waarop zij een significant effect hebben (zie voor effecten per soort: **Tabel A in bijlagen**)

Parameter	N significant effect
Vegetatiestratum (Kraaiheide, vergraste vallei)	13
Behandeling (begraasd, onbegraasd)	17
Hoogteligging vangpot (hoog (duin), midden (duinvoet), laag (vallei))	36
Interactie Vegetatiestratum*Behandeling	5
Interactie Hoogteligging*Vegetatiestr	16
Interactie Hoogteligging*Behandeling	6
Interactie VegetatiestratumBehandeling*Hoogteligging	4
Totaal aantal soorten die een significant effect ondervinden	49

In totaal werden 250 soorten ongewervelden gedetermineerd, verdeeld over drie groepen, nl. Spinnen (Araneida) (100 soorten), kevers (Coleoptera) (142 soorten) en Hooiwagens (Opiliona) (8 soorten).

In de univariate regressieanalyse bleken 49 van de 250 soorten één of meer significante effecten van de onderzochte parameters (tabel 2) te ondervinden. In het vervolg worden de effecten van zeven omgevingsvariabelen successievelijk beschreven. Paragrafen over effecten van behandeling (begraasd vs. onbegraasd) zijn in bold aangegeven.

Hoogteligging

36 van de 49 (250) soorten ondervonden een significant effect van de hoogteligging van de vangpot. 30 soorten hadden de hoogste aantallen op de hoogste ligging van de vangpot, nl. duin; 1 soort had het hoogste aantal op de middelste ligging (duinvoet) en slechts 5 hadden de hoogste aantallen op de laagste ligging (vallei). Mogelijk is deze scheve verdeling het gevolg van de ongewoon hoge waterstanden voorafgaande en tijdens de bemonstering. In sommige plots stond het water tot boven het maaiveld. De 30 soorten waarvoor significant hogere aantallen werden gescoord bij de hoogste ligging van de vangpot (categorie duin), worden – binnen dit rapport - beschouwd als soorten van relatief warme en droge milieus (relatief thermoxerobionte soorten). Voor de overzichtelijkheid rekenen we ook de soort met het hoogste aantal in duinvoet daarbij, omdat deze ook in duin hoge aantallen heeft, waardoor het aantal (relatieve) thermoxerobionten op 31 komt. De 5 soorten waarvoor significant hogere aantallen gescoord werden bij de laagste ligging worden binnen het kader van dit rapport beschouwd als (relatieve) hygrobionte soorten d.w.z. soorten van relatief vochtige milieus (zie kader). In het hoofdstuk discussie wordt nagegaan of deze labels ondersteund worden door verspreidingsgegevens uit andere onderzoeken.

Vangpotvangsten vangen vooral ongewervelde soorten die actief zijn op het bodemoppervlak (edafische soorten). Hun milieu bestaat grofweg uit het bodemoppervlak, de bovenste bodemlaag (1 tot soms enkele cm) en het onderste deel van de vegetatielaag. Belangrijke omgevingsvariabelen als temperatuur (ongewervelden zijn koudbloedige dieren) en vochtigheid worden in dit milieu bepaald door bodemvochtigheid en dichtheid van de vegetatie. Bodemvochtigheid wordt bepaald door grondwaterstand, afstroming van regenwater en grootte van bodemdeeltjes (een oppervlakkige sliblaag laat water minder snel door en houdt water langer vast dan wanneer de oppervlakkige laag uit zand bestaat). Hoe opener de vegetatie, hoe hoger de bodemtemperatuur overdag kan oplopen door instraling. Omdat op vochtige bodems de temperatuur (o.i.v. instraling) langzamer oploopt dan op droge bodems mag aangenomen worden dat soorten van vochtige bodem (hygrobionten) kunnen leven onder minder warme omstandigheden dan soorten van droge zandgrond (thermoxerobionten). Hoe dichter de vegetatie, hoe vochtiger de omstandigheden aan het bodemoppervlak, en hoe lager de temperatuur overdag

Vegetatiestratum

13 soorten kwamen in één van beide vegetatiestrata in significant hogere aantallen voor: 11 in 'intacte Kraaiheide vegetaties en (slechts) 2 in 'vochtige vergraste valleien'. Dit verschil is mogelijk het gevolg van de ongewoon hoge waterstand, omdat Kraaiheide gemiddeld wat hoger ligt. De overige 36 (253) soorten vertonen dit effect niet. Hieronder bevinden zich 21 thermoxerobionte soorten en 4 hygrobionte soorten.

Verdeling over thermoxerobiont en hygrobiont (binnen het kader van deze studie)..

9 soorten die talrijker zijn in het 'Kraaiheide-stratum' zijn tevens thermoxerobiont en 1 is tevens hygrobiont. Deze correlatie tussen 'Kraaiheide-stratum' en 'hoogteligging vangpot' is eenvoudig te verklaren uit het feit dat Kraaiheide kwetsbaar is voor overstroming en derhalve in een duingebied niet in de laagste valleigedeelten

voorkomt (zie ook vegetatie analyse, p. 62 Van Wingerden et al., 2001). 1 soort die talrijker is in het stratum 'vochtige vergraste valleien' is thermoxerobiont.

2.2.1 Behandeling (begrasd vs. onbegrasd)

17 soorten hebben significant hogere aantallen in één van de beide behandelingen, nl. in onbegraste plots 12 soorten en in begraste plots 5 soorten. De overige ondervinden geen significant effect van de behandeling. Deze gegevens leiden tot de voorzichtige conclusie dat er een klein negatief effect van begrazing is. Het veronderstelde effect is klein omdat het surplus van soorten die significant talrijker zijn in onbegrasd, slechts 7 van de 49 (250) soorten bedraagt.

Verdeling over thermoxerobiont en hygrobiont

Hoe zijn deze aantallen verdeeld over thermoxerobiont en hygrobiont soorten? Een opmerkelijk analyseresultaat is dat de binnen dit onderzoek als thermoxerobiont of hygrobiont soorten gedefinieerde soorten vrijwel geen soorten zijn die een significant effect ondervinden van begrazing. De significant beïnvloede soorten die ondervinden, óf een significant effect van de hoogteligging van de vangpot (32 soorten), óf een significant effect van begrazing (13 soorten). Er zijn slechts 4 soorten die een significant effect van beide ondervinden, nl. 2 thermoxerobiont met significant hogere aantallen in de begraste plots, en 2 soorten met dito in de onbegraste plots. Dit geringe aantal suggereert dat begrazing een nivellerend effect zou kunnen hebben op de ongelijke (scheve) verdeling tussen aantallen per soort over de hoogteligging.

Interactie tussen vegetatiestrum en behandeling (begrasd vs. onbegrasd)

Er zijn 5 soorten die een significant effect ondervinden van de interactie tussen vegetatiestrum en behandeling (begrasd vs. onbegrasd). Dit betekent dat de richting van het effect van de behandeling voor de 2 vegetatiestrata verschillend is. 4 soorten zijn significant talrijker in de begraste plots in de 'intacte Kraaiheide' (g-K), en in de onbegraste plots in de 'vochtige vergraste duinvalleien' (o-V). Bij 1 soort, de hooiwagen *Nemostoma lugubre* is het interactie-effect omgekeerd: de aantallen zijn significant hoger in de onbegraste plots in 'Kraaiheide' (o-K), en in de begraste plots in 'vergraste duinvalleien' (g-V). Op grond van deze interactie-effecten kan voorzichtig de hypothese geformuleerd worden van een zeer klein positief effect van begrazing in de 'intacte Kraaiheide vegetaties'. Voorzichtig omdat er geen voorbemonstering is om de aantallen aan te ijken. Een zeer klein effect omdat het slechts 5 van 49 soorten betreft.

Interactie hoogteligging en vegetatiestrum

Er zijn 16 soorten die een significant effect ondervinden van de interactie tussen vegetatiestrum en hoogteligging van de vangpot. Dat betekent dat het effect van vegetatiestrum gekoppeld is aan de hoogteligging, en slechts geldt voor een of twee hoogteliggingen, of voor verschillende hoogteliggingen een tegengestelde richting heeft. 14 van deze 16 soorten zijn significant talrijker in de-hoogste-ligging-in-'intacte Kraaiheide', slechts 2 in de hoogste-ligging-in-'vergraste vochtige duinvalleien' en/of laagste-ligging-in-'intacte Kraaiheide'. Dit resultaat is eenvoudig te verklaren uit het

feit dat Kraaiheide kwetsbaar is voor overstroming en derhalve in een duingebied niet in de laagste valleigedeelten voorkomt (zie ook vegetatie analyse, p. 62 in Van Wingerden et al., 2001).

Opvallend én onverklaarbaar is dat wel 7 van deze 16 soorten significant talrijker zijn in de hoogste ligging én in de laagste ligging in het vegetatiestrum 'intacte Kraaiheide' én in de middelste ligging in 'vergraste vochtige valleien'. Je zou immers verwachten dat het effect van vegetatiestrum juist tegengesteld was tussen hoogste en laagste ligging en de middelste ligging hiertussen in ligt.

Interactie hoogteligging en behandeling (begrasd vs. onbegrasd)

Er zijn slechts 6 soorten die een significant effect ondervinden van de interactie tussen hoogteligging van de vangpot en de behandeling. Deze 6 soorten zijn alle thermoxerobionte soorten, en slechts één ervan, *Trechus obtusus*, wordt tevens significant beïnvloed door begrazing, nl. positief; waar dan bovendien de significant hogere aantallen op het hoogste ligging nog bijkomt. Bij 5 hiervan heeft het interactie-effect dezelfde richting, nl. talrijker bij begrasd op de hoogste hoogteligging en/of (of uitsluitend) op de laagste of middelste hoogteligging bij onbegrasd. Voor deze soorten kan voorzichtig de hypothese geformuleerd worden dat zij op het hoogste niveau door begrazing positief worden beïnvloed, en/of op het laagste niveau negatief. Voor één spinnensoort, *Drassodes cupreus*, is het net andersom; die wordt door begrazing positief beïnvloed in laag en negatief in midden.

2.3 Multivariate analyse

Vooraf

Wanneer we de gehele dataset (zonder waarden voor omgevingsvariabelen) in één keer willen analyseren ligt een Principale Component analyse (PCA) voor de hand. Omdat we lineaire regressie willen uitvoeren op de diergegevens in relatie tot de drie 'stratum' variabelen (vegetatiestrum, behandeling, hoogteligging vangpot) en hun interacties, is Redundantie Analyse (RDA) de geschikte extensie van PCA, omdat de diergegevens worden uitgedrukt in som van absolute aantallen. Zouden deze gegevens uitgedrukt zijn in percentages (zoals bij de plantbedekkingen), dan zou Canonieke Correspondentie Analyse de geschikte methode zijn.

Bij een BACI-proef worden de te begrazen plots en de onbegrasde referenties geselecteerd voorafgaande de invoering van de begrazing. Een random selectie van beide categorieën garandeert een representatieve steekproef. Niettemin kan die zo uitvallen dat er uiteindelijk geen zwaar begrasde plots in zitten, met name als het begrazingsregime licht is, zoals in het huidige gebied (9 runderen in 220 ha). Daarom zijn in de bemonstering van 2001 vier extra plots bemonsterd die op basis van vegetatielengte en loop- en ligsporen als zwaar begrasd werden aangemerkt.

In rapport 2001 is het effect van begrazing onderzocht door de vangstgegevens in begrasde plots met die van onbegrasde te vergelijken. Nu in de bemonstering van 2001 ook vier zwaarbegrasde plots bemonsterd zijn, ligt het voor de hand om de maat begrazingsintensiteit als verklarende variabele te gebruiken.

2.3.1 Methode

Voor elke soort zijn de individuen-aantallen (a) per vangpot ten behoeve van normalisatie getransformeerd met $(\ln(a + 0.5))$. Op deze getransformeerde gegevens is een analyse uitgevoerd.

De individuen-aantallen per soort uit de vangpot-vangsten zijn geanalyseerd met Redundantie analyse (RDA), in relatie tot drie categorieën van omgevingsvariabelen:

- plotvariabele begrazing (onbegrasd (1) begraasd (2))
- vegetatie-stratum (intacte Kraaiheide vegetaties (1), vochtige Vergraste duinvalleien (2))
- subplotvariabele hoogteligging vangpotten
hoog (1) : duin
middel (2) : duinvoet en laag duintje
laag (3) : vallei.

Drie sets van Redundantie-analyse

De Redundantie-analyse is uitgevoerd aan de aantalsgegevens van de diersoorten in de vangpotten enerzijds, en de omgevingsvariabelen **stratum**, **hoogteligging vangpotten** en **intensiteit van begrazing** anderzijds, en met **plotnummer** (1 t/m 32, met uitzondering van onbemonsterde plots 18 en 20) als co-variabele. Door plotnummer als co-variabele aan te merken, wordt de ruis als gevolg van verschillen tussen plots, anders dan door stratum, begrazing en hoogteligging vangpotten uitgesloten.

Vervolgens is RDA driemaal uitgevoerd op de interactie **vegetatiestratum x begrazing** met drie verschillende **sets van hoofdfactoren** als co-variabelen. Het doel hiervan is om het percentage verklaarde variantie door dit interactie effect zo zuiver mogelijk te schatten, dat wil zeggen met uitsluiting van ruis door de factoren die als co-variabelen zijn aangemerkt: plotnummer, vegetatiestratum, hoogteligging, en begrazing in drie verschillende combinaties.

2.3.2 Resultaten

Verklaarde variantie op de hoofdassen

Tabel 3. Percentages verklaarde variantie op de eerste vier hoofdassen uit RDA (Redundantie-analyse)

	1^e as (%)	2^e as (%)	3^e as (%)	4^e as (%)
a. Hoofdeffecten: vegetatiestratum, hoogteligging, begrazings; co-variabele: plot	8,5	3,8	0,9	-
b. Vegetatiestratum x begrazing; co-variabele: plot	8,9	3,8	1,0	0,4
c. Vegetatiestratum x begrazing; co-variabelen: plot, vegetatiestratum, begrazings-intensiteit	8,6	0,5	-	-
d. Vegetatiestratum x begrazing; co-variabelen: plot, vegetatie-stratum, hoogteligging, begrazings-intensiteit	1,7	1,1	0,7	-
e. Hoogteligging x begrazings; co-variabelen: plot, hoogteligging, begrazings-intensiteit	4,2	0,8	-	-
f. Hoogteligging x begrazings; co-variabelen: plot, hoogteligging, vegetatie-stratum	2	1,0	-	-

De verklaarde percentages variantie op de eerste en tweede hoofdas zijn relatief hoog voor de analyses met de **drie hoofdfactoren**, als de variatie door plots wordt uitgesloten (8,5, respectievelijk 3,8). Hetzelfde geldt voor de **interactie vegetatiestratum x begrazings-intensiteit**, als plot-variantie wordt uitgesloten (8,9, resp. 3,8). Alleen het percentage verklaarde variantie door de eerste hoofdas is hoog in de analyse voor dit interactie effect (**vegetatiestratum x begrazing**), als de variatie door plotnummer en door stratum en begrazing wordt uitgesloten (8,6).

Het percentage verklaarde variantie door de eerste hoofdas is tamelijk hoog in de analyse naar het **interactie hoogteligging x begrazing** als variatie door plotnummer, hoogteligging en begrazing worden uitgesloten (4,2).

Significante omgevingsvariabelen

Op grond van de percentages verklaarde variantie op de hoofdassen 1 t/m 4 werd besloten het volgende model te toetsen:

Soortensamenstelling en individuen aantallen = a. vegetatiestratum + b. hoogteligging + c. begrazing + d (stratum x begrazing)

Tabel 4. T-values van de regressiecoëfficiënten (tussen de vier omgevingsvariabelen en soortensamenstelling en aantallen) met elk van de vier hoofdassen. N uni = aantal soorten significant in univariate regressie analyse (zie tabel A **als bijlage**)

	1 ^e as	2 ^e as	3 ^e as	4 ^e as	N uni
Vegetatiestratum	- 0,9	- 1,0	0,6	- 2,3	13
Hoogteligging	6,1	1,1	- 0,2	- 0,4	36
Begrazing	- 0,5	- 0,1	2,1	- 1,3	17
Interactie vegetatiestratum x begrazing	1,4	- 0,0	- 1,0	2,2	5

Als we 2,0 aanhouden als een grenswaarde voor significantie van t (t-tabel Student t-test), krijgen we de volgende significante relaties van de omgevingsvariabelen en één van de vier hoofdassen:

- We zien dat de hoogteligging van de vangpot sterk gerelateerd is aan de eerste hoofd-as (tabel 4) die ook al een hoog percentage verklaarde variantie heeft (tabel 3).
- De factor intensiteit heeft een significante relatie met de derde hoofdas (tabel 4), die een lager percentage variantie verklaart (tabel 3).
- De factoren vegetatiestratum en interactie vegetatiestratum x begrazing hebben een significante relatie met de vierde hoofd as (tabel 4), die een laag percentage variantie verklaart (tabel 3).

Soorten die significant gerelateerd zijn met begrazingintensiteit

Omdat het onderzoek is gericht op de effecten van begrazing, wordt de verdere analyse beperkt tot soorten die significant gecorreleerd zijn met de derde hoofdas.

Het overall-effect van begrazingsintensiteit wordt afgeleid uit:

- De verdeling van deze soorten over de verschillende vlakken die de derde hoofdas met de andere drie hoofdassen vormt (tabel 5).

- De verdeling over de multidimensionale ruimte die gevormd wordt door de hoofdasen 1 t/m 4 (tabel 5).
- De verhoudingen tussen soorten met een positief en met een negatief effect (tabel 5) leren dat het aantal soorten dat significant negatief beïnvloed wordt door begrazing, iets groter is dan het aantal soorten dat significant positief beïnvloed wordt (35 vs. 33, 74 vs. 58, en 68 vs. 51 soorten in drie verschillende vlakken met 3^e as, zie tabel 5). Het aantal soorten dat significant gecorreleerd is met de assen 1 t/m 4 is in deze context verwaarloosbaar klein. Het andere, in tabel 3, beschouwde interactie effect, nl. begrazingsintensiteit x hoogteligging was voor geen enkele soort significant.

Tabel 5. Aantal soorten die significant beïnvloed worden door begrazingsintensiteit

	Door begrazing beïnvloede soorten	Positief	Negatief
Vlak 1 ^e as en 3 ^e as	68	33	35
Vlak 2 ^e as en 3 ^e as	132	58	74
Vlak 3 ^e as en 4 ^e as	119	51	68
Multidimensionale ruimte assen 1 t/m 4	8	4	4

Soortsamenstelling in zwaar begraasde plots

Ten opzichte van de in 1993 20 random geselecteerde plots binnen het vegetatiestrum 'vochtige vergraste duinvalleien' zijn in 2001 nog 4 extra (matig) zwaarbegraasde plots geselecteerd (nrs. 29, 30, 31 en 32). De vangpotbemonsteringen leverden geen soorten op die niet in de 18 andere bemonsterde plots in dit stratum voorkwamen.

Algemene faunistische opmerkingen over kevers

Tabel 6. Aantal soorten en individuen van kevers (Coleoptera)

	Aantal soorten	Aantal individuen
Herfst 1993	53	4592
Herfst 2000	73	3781
Zomer 2001	142	7847

Er werden veel meer exemplaren en soorten gevangen dan in de herfst bemonstering in 1993 en 2000 (tabel 6). In de vroege zomer is de keverfauna dus soortenrijker en talrijker in de nazomer/herfst. Meer dan de helft van de gevangen exemplaren 4397, behoren tot de loopkeverfamilie (Carabidae). Dit is te verklaren door de aard van de bemonstering (potvallen). Enkele loopkeversoorten werden in grote aantallen (>300) gevangen (tabel 7), nl.: *Dyschirius globosus*, *Harpalus latus*, *Poecilus versicolor*, *Pterostichus diligens* en *Oxypselaphus obscurus*. Enkele minder algemene, maar wel bijzondere loopkeversoorten: *Notiophilus germinyi*, *Harpalus neglectus*, *Acupalpus dubius*, *Oodes helopioides* en *Amara lucida*.

Binnen de familie van de loopkevers zijn er geen opzienbarende vondsten gedaan. De soortensamenstelling vormt wel een afspiegeling van de natuurlijke gradiënten dynamiek in het gebied: hoog-laag; droog-nat; warm-koel; begroeid-kaal; etc..

Tabel 7. Talrijke en bijzondere soorten loopkevers (Coleoptera - Carabidae)

Loopkeversoorten	N	Opmerkingen
<i>Dyschirius globosus</i>	1040	een zeer kleine graafloopkever die voorkomt op zandige plekken en leeft in ondergrondse gangen. Komt overal in NL voor.
<i>Harpalus latus</i>	412	een soort van enigermate begroeide zandige bodems in heide-, graslanden en matig vochtige terreinen. Algemene soort in NL, maar wordt juist in duinbiotopen minder gevonden dan elders.
<i>Poecilus versicolor</i>	580	algemene graslandsoort
<i>Pterostichus diligens</i>	398	hygrofiel, zeer algemeen in duinbiotopen
<i>Calathus fuscipes</i>	304	In voorgaande jaren een van de top-2: zeer algemeen in open, droge terreinen.
<i>Oxyypselaphus obscurus</i>	577	Zeer algemeen zowel op droge als vochtige plekken.
<i>Notiophilus germinyi</i>	15	Een dagjager met grote ogen. Heeft een beperkte verspreiding in NL, voornamelijk in zandige gebieden zoals heide- en duinbiotopen.
<i>Harpalus neglectus</i>	8	Zeldzamere soort, uitermate xerofiel. Bekend van op door korstmossen vastgelegde stuifzanden (o.a. Hoge Veluwe). In de duinen plaatselijk, zoals waddengebied. Belangrijke soort voor het gebied!
<i>Acupalpus dubius</i>	25	Niet zo algemene soort in NL, i.t.t. vorige een soort van oevers en natte heiden.
<i>Oodes helopioides</i>	33	Algemeen voorkomend in NL, maar uitsluitend in zeer natte biotopen!
<i>Amara lucida</i>	1	Slechts 1 ex., maar het is wel een soort die vooral voorkomt in de duinstreek, rivierduinen en stuifzandgebieden. Komt altijd in lage dichtheden voor op droog zandig terrein met een ijle vegetatie.

Tabel 8. Andere talrijke of bijzondere keversoorten (orde Coleoptera)

<i>Agabus labiatus</i>	Dytiscidae - waterkevers	122	Vrij zeldzame soort van Oost- en Zuid NL, maar ook op de Waddeneilanden. Komt voor in semi-permanente of temporaire wateren in heide- of hoogveenstreken.
<i>Occypus olens</i>	Staphylinidae-Kortschildkever	6	Er werden slechts enkele adulte exx. van deze in voorgaande jaren zeer dominante soort gevonden.
<i>Agriotes obscurus</i>	Elateridae-Kniptorren	1137	Komt in zeer hoge aantallen voor. De larven leven ondergronds en knagen aan wortels.
<i>Agrypnus murina</i>	Elateridae-Kniptorren	338	Minder voorkomend, maar duidelijk volop aanwezig. Levenswijze als boven
<i>Otiorhynchus ovatus</i>	Curculionidae-Snuitkevers	110	Algemeen voorkomend in NL op allerlei loofhout.
<i>Strophosoma capitatum</i>	Curculionidae-Snuitkevers	362	Idem
<i>Scaphium immaculatum</i>	Scaphidiidae-Bootkevers	2	Typische duinsoort Warme biotopen op paddestoelen en schimmelend hout.
<i>Xantholinus semirufus</i>	Staphylinidae-Kortschildkevers	4	Komt voor op kalkrijke bodems,
<i>Phylan gibbus</i>	Tenebrionidae-Zwartlijven	17	Komt alleen langs de kust voor, vooral op de laatste duinenrij.
<i>Lamia textor</i>	Cerambycidae-Boktorren	8	De Weverboktor is een opvallende grote boktor.

Vervolg tabel 8

<i>Philopeton plagiatus</i>	Curculionidae-Snuitkever	80	Komt in het binnenland voor, maar is toch een uitgesproken duinsoort. Komt voornamelijk voor op Helm (<i>Ammophila arenaria</i>).
<i>Limobius mixtus</i>	Curculionidae-Snuitkever	1	Op o.a. Reigersbek (<i>Erodium cicutarium</i>), een algemene plant in duinen. Atlantische soort t/m NL.

2.4 Discussie en conclusies

Discussie resultaten univariate regressieanalyse en redundantieanalyse begrazing

Uit de resultaten van de spinnen en kevers bemonstering uit de BACI-proef van 2000 (Van Wingerden et al., 2001). kon een licht positief effect van begrazing op soortenaantal afgeleid worden. In het huidige vergelijkbare onderzoek vinden we daarentegen een iets hoger aantal soorten, dat negatief gecorreleerd is met de intensiteit van begrazing, zowel in de univariate analyse (12 soorten negatief vs. 5 positief beïnvloed) als in de redundantie-analyse (35 vs. 33; 74 vs. 58 en 68 vs. 51).

De ad-hoc hypothese is dat dit mogelijk wordt veroorzaakt door de 2 zwaar en 2 matig begraasde plots, m.a.w. dat een eventueel negatief effect van begrazing hierin dominant is over een neutraal of positief effect in de 14 begraasde plots uit de BACI-proef. Om het effect van de 2 zwaar en 2 matig begraasde plots te onderzoeken is een Redundantie analyse uitgevoerd aan a. hoofdeffecten en b. interactie-effecten, aan 1) alle plots, respectievelijk 2) alle plots met uitsluiting van de plots 30 en 31 (zwaar begraasd) en 21 en 29 (matig begraasd). Hieruit blijkt dat de F-waarden veranderen, maar dat de P-waarden (significanties van effecten) identiek blijven, zie tabel 9. De ad-hoc hypothese wordt door deze toetsingsresultaten niet ondersteund.

Tabel 9. Effecten van 4 omgevingsvariabelen op soortensamenstelling en aantallen in alle plots, en met uitsluiting van zwaar en matig begraasde plots.

Omgevingsvariabele n	Alle plots		Alle plots minus 21, 29, 30 en 31	
	P-waarde	F-waarde	P-waarde	F-waarde
Hoogteligging	***	4,9	***	5,9
Vegetatiestratum	***	2,6	***	1,3
Begrazing	***	0,8	***	0,9
Vegetatiestr. *hoogteligging	n.s.	0,9	n.s.	0,2
Vegetatiestr. * begrazing	***	0,6	***	0,9
Hoogteligging * begrazing	n.s.	0,4	n.s.	0,4

De vraag of begrazing de differentiatie door hoogteligging en vegetatiestratum beïnvloedt wordt behandeld in de volgende twee paragrafen:

Hoogteligging

Opvallend in de multivariate analyse is het sterk significante effect van de hoogteligging van de vangpotten op soortensamenstelling en -aantallen. Dit komt overeen met het relatief hoge aantal soorten met een significant effect van hoogteligging in de univariate

analyse (tabel A in bijlagen). Wat dat betreft wijzen de resultaten van de twee analyses in dezelfde richting. Hieruit kan worden afgeleid dat de drie categorieën uit deze parameter tot een sterke diversificatie van soorten en aantallen leiden. Waarschijnlijk hebben we in de vangpotten van duinvoet en lage duintjes (gescoord als 2) en hogere duinen (gescoord als 1) een andere groep soorten uit een ander habitat te pakken dan in de bemonstering van september 2000, ook in 2000 was de hoogteligging en belangrijk verklarende factor, waarin wij voornamelijk de laagte (gescoord als 3) bemonsterden. Dit spoort met het doel van de bemonstering van juli 2001, nl. het begrazingseffect meten op de relatief xerothermebionte fauna.

Begrazing en hoogteligging

Het is heel begrijpelijk dat – in een duinlandschap met natte valleien en droge duinen - de hoogteligging (1° as) een groter effect heeft op de fauna dan de behandeling (begrast vs. onbegrast) (3° as). Stel het geval dat de begrazing een groter effect zou hebben, dan zou dit kunnen betekenen dat de diversificatie in de fauna door hoogteverschillen door de begrazing tenietgedaan is.

Ook de resultaten van de univariate analyse wijzen erop dat een eventueel nivellerend effect van begrazing op hoogteligging niet groot is. In de univariate regressieanalyse is vastgesteld dat slechts een gering aantal soorten (4) beïnvloed wordt door zowel hoogteligging als begrazing. Voorts is vastgesteld, dat een groot aantal soorten (45) slechts door één van beide effecten beïnvloed wordt. 32 Soorten hiervan worden beïnvloed door hoogteligging en niet door begrazing. Een viertal soorten dat zowel door hoogteligging als begrazing beïnvloed wordt, houdt de ongelijke verdeling van aantallen over de hoogteligging ook onder een significant begrazingseffect in stand. De 13 soorten die uitsluitend beïnvloed worden door begrazing zouden kunnen wijzen op een klein nivellerend effect van begrazing op de scheve verdeling van aantallen over de hoogteligging verondersteld worden.

Voor slechts 5 soorten blijkt begrazing een significant positief effect op de hoogste ligging van de vangpotten (duin), en/of negatief op middelste (duinvoet) en/of laagste (vallei) ligging (interactie begrazing x hoogteligging in univariate analyse). Voor 1 soort was dit net andersom. Dit effect is klein (het betreft slechts 6 van de 49 (250), zelfs zo klein dat deze interactiefactor niet in het te toetsen model op basis van de multivariate analyse opgenomen is. Bij deze 6 soorten zijn de aantallen op verschillende hoogte juist méér verschillend onder invloed van begrazing.

Dit resultaat samen met het in de redundantie-analyse gevonden dominantie van hoogteligging (1° hoofdas (> 8% verklaarde variantie) boven begrazing (3° hoofdas, 1.1%) leidt tot de voorzichtige eindconclusie dat een eventueel nivellerende werking van begrazing op de verschillen in hoogteligging klein tot verwaarloosbaar is.

Van de soorten die significant beïnvloed worden door de hoogteligging (36 van de 49 soorten met een significant effect, en van de in totaal 250 verzamelde soorten), zijn 30 significant talrijker in de hoogstgelegen vangpotten. Binnen het kader van deze studie hebben wij deze soorten beschouwd als relatief thermoxerobionte soorten. Wanneer we in de literatuur de habitatbeschrijving en het verspreidingsgebied nagaan blijken de meeste van deze soorten beschreven te zijn als soorten van koele en vochtige milieus. Dat

betekent dus dat we de echte thermoxerobionten van het hoge stuivende duin niet binnen de aangepaste bemonstering in de zomer van 2001, nl. op verschillende hoogteniveaus, gevangen zijn. Om de effecten van begrazing voor deze soorten te meten, is een andere proef nodig met een BACI-opzet. Daarnaast is het ook mogelijk dat deze thermoxerobionte fauna in het proefgebied nauwelijks voorkomt, vanwege dichte bedekkingen door grassen, mossen en kruiden (zie tabel B in bijlagen).

Begrazing en vegetatiestratum

Begrazing is - omdat het gekoppeld is aan 3^e as - waarschijnlijk wel dominantanter dan de aan de 4^e as gerelateerde factoren **vegetatiestratum**, en **interactie vegetatiestratum x begrazing** (Tabel 4). Op grond hiervan kan de hypothese geformuleerd worden dat begrazing de faunaverschillen tussen de vegetatiestrata in geringe mate nivelleert. In geringe mate, omdat het effect van deze drie omgevingsvariabelen wel significant, maar relatief klein is ten opzichte van hoogteligging (1^e as).

3 Analyse van grondwaterstandgegevens

3.1 Methode

Voor een analyse van vroegere en huidige grondwaterstanden is gezocht naar oude literatuurreferenties, en naar meetreeksen van bestaande grondwaterstandbuizen.

In 2000 zijn van de plots waarvan in 1993 en 2000 de vegetatie is opgenomen, de x- en y-coördinaten bepaald met een eenvoudige GPS. Hiermee kon niet voldoende nauwkeurig de z-coördinaat (hoogte) worden bepaald. Gedacht was om met de x- en y-coördinaten en het AHN-bestand (Algemeen Hoogtebestand Nederland), wel de hoogte in NAP te kunnen bepalen van het maaiveld van deze plots.

Het AHN-bestand heeft in de hoge duinen van Vlieland een punt dichtheid van 16 punten per 16 m² en in de rest van Vlieland 3-5 punten per 16 m². De hoogte van de punten wijkt gemiddeld 5 cm af van de werkelijke maaiveldhoogte met een standaardafwijking van 15 cm. Dit zou van de plots een voldoende nauwkeurigheid op kunnen leveren van de maaiveldhoogte in NAP, waarmee een verband kan worden gelegd naar de waterstanden van nabije grondwaterstandbuizen (als van het maaiveld daarvan ook de hoogte in NAP bekend is). Helaas bleek bij controle in de TOP10vector, van vier tegelijkertijd met GPS bepaalde coördinaten van referentiepunten, de fout in de plaatsbepaling 20-26 m te bedragen. Naar ons inzicht zou deze onnauwkeurigheid in het duinterrein een te grote onnauwkeurigheid in de hoogteligging van de plots opleveren. Daarom is afgezien van een koppeling van grondwaterstanden en vegetatie-opnamen, en daarmee ook van een nadere analyse van grondwaterstand en vegetatie.

Meetreeksen van grondwaterstanden zijn gevonden in het DINO-bestand van NITG-TNO te Delft. Daarbij is een selectie van buizen gebruikt die aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen, de zgn. OLGA-buizen. De gegevens van deze buizen zijn wel geschikt om in algemene zin iets te zeggen over de grondwaterstanden in het onderzoeksgebied. Van de volgende buizen (tabel 10), zijn meetreeksen gebruikt.

Tabel 10. Geselecteerde grondwaterbuizen middenin en ver buiten het onderzoeksgebied.

Buisnummer	Waarnemingsperiode	X- en Y-coördinaten	Locatie	Opmerking
04FP0010	1974-2001	130840-589240	Pad van Dertig	Onderzoeksgebied (noordoostzijde)
04EP9002	1994-2001	129700-588000	Pad van Twintig, Waddenzeezijde	Onderzoeksgebied (zuidwestzijde)
04EP9003	1994-2001	128580-588590	Pad van Twintig, Noordzeezijde	Onderzoeksgebied (zuidwestzijde)
04GL0001	1974-2000	128330-587360	Dodemansbol	W. van onderzoeksgebied; geen beïnvloeding
04GL0002	1974-2000	127700-587400	Bomenland	W. van onderzoeksgebied; geen beïnvloeding

Bij de analyse van de vegetatie- en faunagevens is verondersteld dat er een vernatting heeft plaatsgevonden (Van Wingerden et al., 2001). Bij gebrek aan nadere gegevens kon toen niet worden nagegaan of dit een weerseffect was of een gevolg was van omstreeks 1993 door Staatsbosbeheer uitgevoerde anti-verdrogingsmaatregelen. De buizen 04EP9002, 04EP9003 & 04FP0010 staan middenin het onderzoekterrein, maar registreren ook eventuele effecten van de vernattingsmaatregelen. De buizen 04GL0001 & 04GL0002 liggen ver buiten het onderzoeksgebied, geen recente artificiële beïnvloeding van de grondwaterstand, en kunnen dus dienen als referentie van de relatief ongestoorde situatie van de laatste decennia. Hier en daar missen data in de waarnemingsreeksen (onder andere 1989), hetgeen geen bezwaar lijkt te zijn.

3.2 Resultaten

Aan het begin van de 20^e eeuw is reeds sprake van een duidelijke verlaging van het grondwaterpeil op het eiland: voorheen 'uitgesproken natte valleien waren verder in die tijd de Vallei van het Veen,'. Reeds toen beseftte men 'dat de dennenaanplant een sterke verlaging van het grondwaterpeil ten gevolge heeft gehad'. Men had 'ook kunstmatig het grondwaterpeil sterk verlaagd om de dennenaanplant mogelijk te maken'. 'Bovendien heeft men ten behoeve van de werkzaamheden van het Staatsbosbeheer vier afwateringssloten aangelegd, die alle met behulp van duikersluisjes het 'overtollige' water uit de duinen aan de zuidzijde op het wad afvoeren' (De Vries, 1961: 10-11).

Meer in het algemeen geldt dit 'op alle (Wadden)eilanden, maar vooral op Vlieland en Terschelling'. Er kwamen 'tallose uitgestrekte natte valleien voor, die een groot deel van de winter onder water stonden en in de zomer lang nat bleven.' 'In het algemeen is sinds het einde van de vorige (19^e) eeuw het grondwater op de meeste Waddeneilanden sterk gedaald. De gevolgen voor de vegetatie van de duinvalleien zijn aanzienlijk geweest, te meer als men bedenkt dat, mede door de geringe stijghoogte van het grondwater in duinzand, een daling van enkele decimeters een niet te verwaarlozen verandering in de vegetatie van natte en vochtige valleien betekent' (Van Oosten, 1986).

'Sinds het eind van de vorige (19^e) eeuw zijn de grondwaterstanden in het middegebied (van Vlieland) door kustafslag en aanplant van bossen, gepaard aan enige ontwatering, met 0,5-1 m gedaald.' 'Hierdoor is een aantal vroeger natte valleien, o.a. bij de Rug van het Veen, zo sterk verdroogd, dat deze nu Gt (grondwatertrap) VI hebben (GHG 40-80 cm -mv en GLG >120 cm -mv)' (Van Oosten, 1986: 68).

Met behulp van de waarnemingen aan de TNO-buizen zijn we in staat om het verloop van de grondwaterstand over de afgelopen 25 jaar meer in detail na te gaan. Uit de buizen 04EP9002 & 04EP9003 (figuren 2 en 3) komt duidelijk het effect van de natte jaren 1994/1995, 1998/1999, 1999/2000 en 2000/2001 naar voren. Na de vegetatie-opname in 1993 is de grondwaterstand ca. 20 cm gestegen. Het grondwater fluctueert in de loop van de tijd 100 à 140 cm.

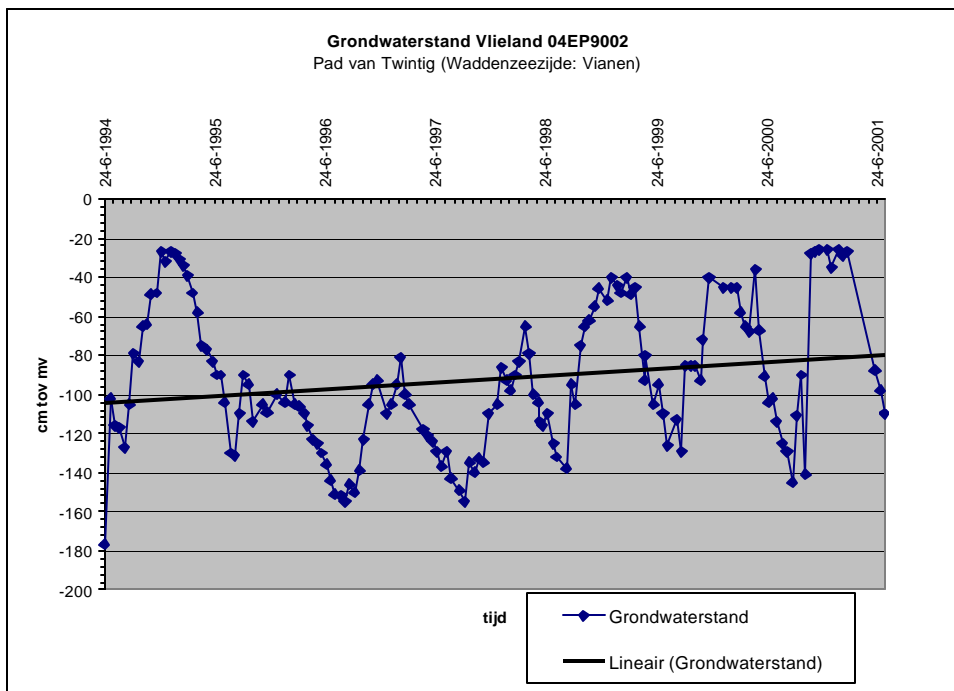


Fig 2. Grondwaterstanden aan de Waddenzeezijde van het onderzoeksterrein gedurende de periode van runderbegrazing

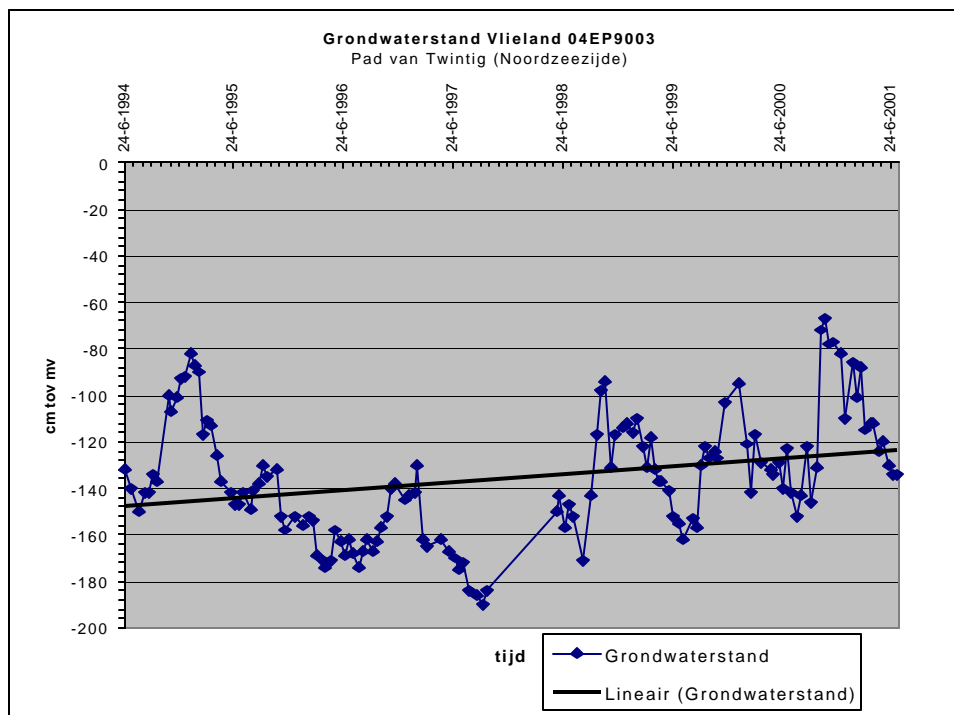


Fig 3. Grondwaterstanden aan de Noordzeezijde van het onderzoeksterrein gedurende de periode van runderbegrazing

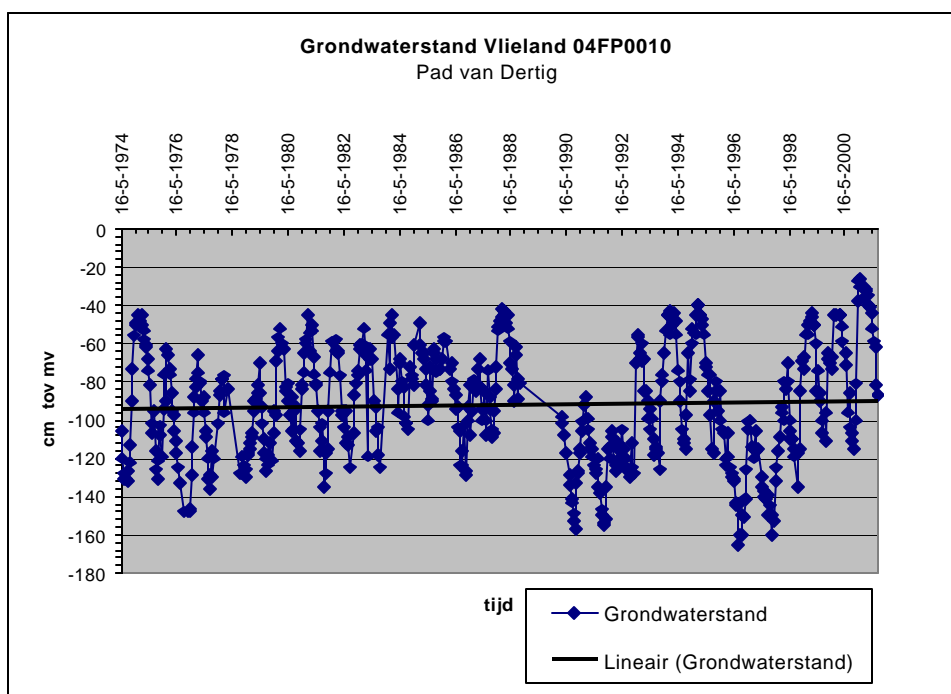


Fig. 4. Grondwaterstanden in het onderzoeksterrein gedurende de laatste (ruim) 25 jaar.

Om te bezien of de geconstateerde vernatting wordt veroorzaakt door een weereffect of door de anti-verdrogingsmaatregelen beschouwen we buis 04FP0010 (figuur 4) die een waarnemingsperiode van >25 jaar kent. Er is in die periode weliswaar een trendmatige stijging van enige cm's, maar het beeld wordt vooral bepaald door weereffecten.

Dit is geheel vergelijkbaar met andere Waddenlocaties (b.v. Ameland): het grondwater piekt in de neerslagrijke perioden 1992/1993 tot 1994/1995 en 1998/1999 tot 2000/2001. Het grondwater fluctueert ook hier ca. 100 cm. In de laatste 20 jaar is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) 72 cm en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) 130,5 cm beneden maaiveld (op de locatie van de buis), hetgeen in overeenstemming is met Van Oosten (1986: 68).

Vergelijking van de trends over >25 jaar waarnemingen aan de ongerepte grondwaterstanden van de referentiebuizen 04GL0001 & 04GL002 ver buiten het onderzoeksterrein (figuren 5 en 6), laat een (bijna) onveranderde grondwaterstand zien.

De grondwaterstand in het onderzoeksgebied blijkt niet wezenlijk anders te zijn dan die in de referenties is (pieken van regenrijke perioden, langjarige fluctuaties van 120 à 140 cm, jaarlijkse amplitudo van 80 à 100 cm).

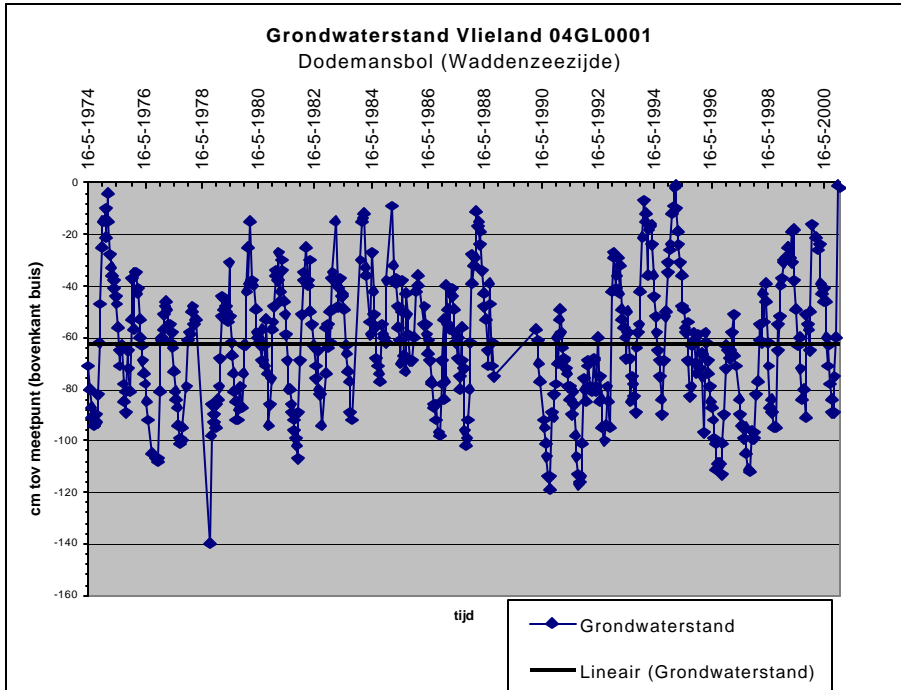


Fig. 5. Grondwaterstanden aan de Waddenzeezijde ver buiten het onderzoeksterrein gedurende de laatste (ruim) 25 jaar.

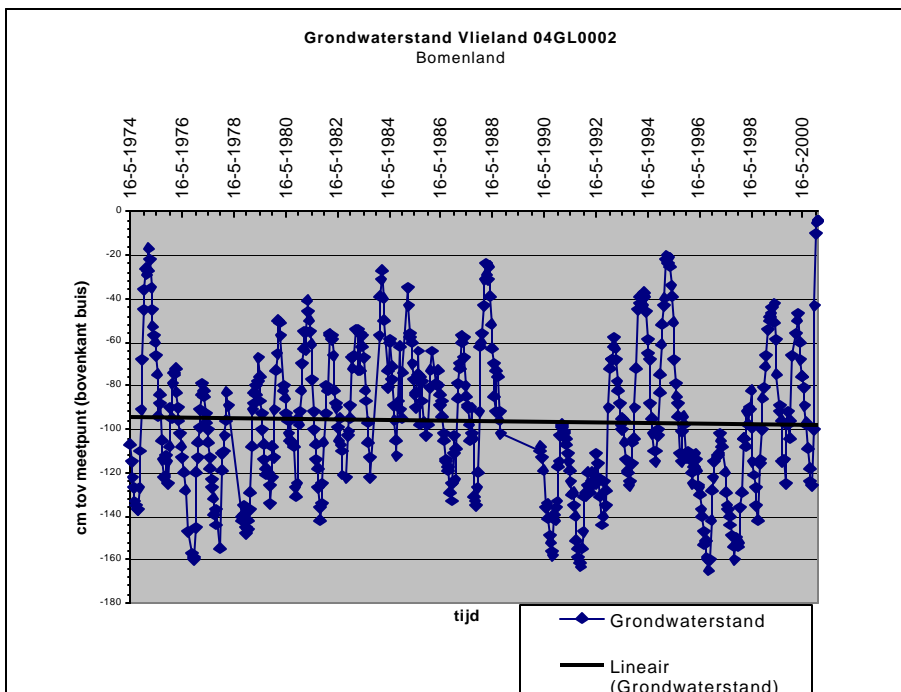


Fig. 6. Grondwaterstanden ter hoogte van het Bomenland, ver buiten het onderzoeksterrein gedurende de laatste (ruim) 25 jaar.

3.3 Conclusie

Onder invloed van bosaanleg en daarmee gepaard gaande ontwatering van het duingebied is het grondwaterpeil in het onderzoeksterrein de afgelopen eeuw 50 á 100 cm gedaald. Veranderingen van de grondwaterstand in de afgelopen 25 jaar blijken een natuurlijk verloop te hebben. Veranderingen op de korte termijn (7 jaar) laten louter weerseffecten zien.

De uit de vegetatieverandering tussen 1993 en 2000 geconstateerde vernatting blijkt dus een weerseffect. De in 1993 waargenomen vegetatie reflecteerde mogelijk nog niet geheel het natte seizoen 1992/1993; de in 2000 waargenomen vegetatie vormt de weerslag van twee natte seizoenen met een 20 cm hogere grondwaterstand.

Door het ontbreken van goede data over de hoogteligging van de plots, kon geen verdere analyse worden uitgevoerd op grondwaterstand en vegetatie.

4 Analyse van oude vegetatiegegevens

4.1 Vegetatiebeschrijving

4.1.1 Methode

Om een beeld te verkrijgen van de vroegere vegetatie van het onderzoeksgebied in relatie tot de huidige vegetatie, is gezocht naar relevante informatie over Vlieland voor de periode tot de 50-er en 60-er jaren.

Volkert de Vries (1950), destijds bij uitstek kenner van de vegetatie van Vlieland, publiceerde een prachtige monografie over het eiland die, hoewel zich richtend 'tot de botanisch geïnteresseerde vacantienganger voor ons doel zeer bruikbaar is. De dissertatie van hem (De Vries, 1961), hoewel ook zeer de moeite waard, is voor ons minder relevant omdat die de westpunt van Vlieland behandelt.

Brielsman (1968) geeft als bijlage een serie grondfoto's uit mei 1966 met overzichten van de Vallei van het Veen en de Rug van het Veen. Verder presenteert zij een kartering van windkuilen, juist van beide genoemde gebieden, en daarmee bijna de gehele huidige begraasde oppervlakte dekkend.

4.1.2 Resultaten

De Vries (1950: 33, 94) beschrijft een dichte bezetting met gevlekt zonneroosje (*Tuberaria guttata*) van hellingen 'van kleinere overgangsduintjes' langs de rand van 'de grote droge valleien in het Kooisplekklid' (d.i. ruim ten oosten van het 'Pad van Dertig'), als kenmerkende soort van het '*Festuco-Galietum*', 'bijna steeds samen met een combinatie van planten als' o.a. wondklaver (*Anthyllis vulneraria*). Het zijn 'slechts zwak zure terreinen,' 'dit in tegenstelling tot de valleien, die door deze kleine duintjes omringd worden.' 'Bijna alle hellingen van de lage kopjes aan de voet van het Kooisplekklid zijn voorzien van een randzone van wondklaver'.

Verder geeft hij aan dat t.o.v. de jonge terreinen aan de westpunt van het eiland, de duinvalleien in het midden van het eiland bij 'Oude Kooi' (d.i. ten westen van het 'Pad van Twintig'), zuur zijn (pH 4,1-4,6 bovenin het profiel; pH 5,3-5,7 op het grondwater) (De Vries, 1950: 75).

De natte dophei-valleien benoorden de Oude Kooi, maar ook 'de golvende heidevlakte daar beoosten van' worden door De Vries (1950: 88; zie ook onder 'Vegetatie-opnamen') beschreven als 'natte zure valleien'. Nabij het 'Pad van Twintig' kwam in een klein dophei-terreintje destijds nog wat welriekende nachtorchis (*Plantanthera bifolia*) voor (De Vries, 1950: 95).

Uit Brielsman (1968) komt het beeld naar voren van een landschap met veel meer plekken open zand; met minder begroeiing en meer stuivend zand. Kortom: op de

hogere delen veel minder helm (*Ammophila arenaria*) en veel meer vegetaties van de klasse der droge graslanden op zandgrond (*Koelerio-Corynephoretea*), met name de duinbuntgras-associatie (*Violo-Corynephoretum*) en de duin-struisgras-associatie (*Festuco-Galietum veri*), dan thans. In de lagere valleien zien we 'hei en cranberry' (*Erica tetralix* en *Oxycoccus macrocarpos*).

4.2 Vegetatie-opnamen

4.2.1 Methode

Om de huidige vegetatie, zoals beschreven met de vegetatie opnamen in en buiten de exclusures uit 1993 en 2000, meer in detail te kunnen vergelijken met die van vroeger, is gezocht naar vegetatie opnamen van vóór 1951.

Gekozen is de periode tot en met 1950 omdat bij allerlei onderzoek naar veranderingen in flora en vegetatie veelal die cesuur wordt aangehouden. In het algemeen wordt de periode tot en met 1950 voor de flora beschouwd als referentie voor de vroegere, relatief ongerepte situatie (Koolstra et al., 1999).

In de Nationale Vegetatie Databank van Alterra met 365.732 opnamen, zijn met behulp van TURBOVEG tenslotte 19 vegetatie opnamen gevonden die betrekking hebben op het in 1993 en 2000 onderzochte begraasde en onbegraasde gebied. De opnamen zijn gemaakt door V. de Vries in augustus 1940 met de oorspronkelijke opnameschaal van Braun-Blanquet (Schaminée et al., 1995: 72). De opnamen maken deel uit van het IVON-archief (nrs. 885 t/m 903). Bij vergelijking van de opnamen uit beide perioden moet voorzichtigheid worden betracht. De opnamen zijn niet van exact dezelfde locaties (het zijn immers geen permanente proefvakken of pq's), maar zijn globaal wel van hetzelfde gebied. Ze zijn met een ander oogmerk geselecteerd, er zijn verschillende opnemers, verschillende opnameschalen, er is een verschillend aantal opnamen en een andere opnamegrootte (1940: 19 opnamen van 16 m² vs. 2000: 56 van 4 m²), er is sprake van voortschrijdend taxonomisch inzicht, etc.

Locatiebenamingen op de opnameformulieren uit 1940 zijn 'heide achter stuifkuil bij Oude Eendenkooi' (dit is ten westen van het 'Pad van Twintig'), 'Rijsbes in natte Dophei', 'W van de weide, Rijsbes in natte Dophei', 'heide', 'valleien Z van fietspad' en 'Rijsbesvallei Z van fietspad'. Een deel van de opnamelocaties is gemaakt om vegetaties met de destijds al zeer zeldzame rijsbes (*Vaccinium uliginosum*) te beschrijven (De Vries, 1950: 88); deze soort komt ook nu nog in het onderzoeksgebied voor.

Voor een globale vergelijking van de vroegere en recente vegetaties lijken de vegetatie opnamen uit 1940 geschikt te zijn, zowel voor de valleien als voor de drogere delen. Verlenging van de zoekperiode tot 1961 levert voor het onderzoeksgebied geen extra vegetatie opnamen op.

4.2.2 Resultaten

In tabel 11 is een TWINSPAN-clusterindeling gegeven van de opnamen uit 1940 met de oorspronkelijke notering van de abundantie (zodat vergelijking van de cijfers van de tegenwoordig gebruikte abundantieclassen met die uit 1993 en 2000 niet geheel opgaat). Zoals ook voor de recente data (Van Wingerden et al., 2001: 66) brengt TWINSPAN weer een hoofdscheiding aan tussen natte en droge opnamen.

Mossen en korstmossen buiten beschouwing latend, is in z'n algemeenheid evenwel de overeenkomst in voorkomen en bedekking (abundantie) van de hogere planten toch erg frappant, en is de vegetatiesuccessie in de afgelopen 60 jaar kennelijk niet heel erg groot geweest.

Meer in detail kan het volgende worden opgemerkt.

Mogelijk zijn in 1993 en 2000 drogere en nattere habitats bemonsterd dan in 1940: voorkomen in het recente materiaal van b.v. vroege haver (*Aira praecox*), schapezuring (*Rumex acetosella*), geel walstro (*Galium verum*), schermhavikskruid (*Hieracium umbellatum*), zandhoornbloem (*Cerastium semidecandrum*) en buntgras (*Corynephorus canescens*), respectievelijk moerasrolklaver (*Lotus pedunculatus* (syn. *L. uliginosus*)), moeraswalstro (*Galium palustre*), watermunt (*Mentha aquatica*), maar ook duinrus (*Juncus alpinoarticulatus* subsp. *atricapillus*) wijst hierop.

Naast de reeds in 1940 aanwezige zachte berk (*Betula pubescens*), typeert het huidig voorkomen van zomereik (*Quercus robur*) en vooral Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*) de verstruweling van het duingebied, waarvan vroeger nog geen sprake was. Nieuwkomer is uiteraard ook het mos grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*), een neofyt die pas in 1961 in Nederland is aangetroffen, en waarvan de uitbreiding naast die van Amerikaanse vogelkers, eveneens veelal als problematisch wordt ervaren.

Kraaihei (*Empetrum nigrum*) kwam in 1940 ook al veel voor, mogelijk met wat lagere bedekking. Gewone dophei (*Erica tetralix*) lijkt tegenwoordig minder aanwezig. Daarentegen komt grote veenbes (*Oxycoccus macrocarpos*) in de recente opnamen veel meer voor. Overigens kwam kraaihei volgens De Vries (1950: 89-90) eind 19^e eeuw nog niet op Vlieland voor, en werd volgens hem pas in 1912 gemeld 'in de onmiddellijke nabijheid van zilvermeeuwennederzettingen' (endozoöchorie).

Het voorkomen van helm (*Ammophila arenaria*), alsmede de evidente toename van zandzegge (*Carex arenaria*) en duinriet (*Calamagrostis epigejos*) wijzen op verruiging (vergrassing); de laatste twee ook in de nattere delen van het terrein. Deze verruiging, eerder in de vastelandsduinen gesignaleerd, zet de laatste tijd ook door op de Waddeneilanden.

Over het voorkomen in 1940 van gewone brunel (*Prunella vulgaris*), rode klaver (*Trifolium pratense*) en witte klaver (*T. repens*) meldt De Vries in zijn originele formulieren: 'heide/Misschien nog invloed van beweiding geiten (20 jaar terug)'. Gewone brunel komt ook nu nog in een opname voor. De referentie over geitenbeweiding op originele opnameformulieren bevestigt opnieuw het vroegere meer

intensieve gebruik van de duinen door de lokale bevolking. Hieraan had het open duinlandschap deels ook zijn botanische kwaliteiten te danken.

Bijzondere soorten die nu gemist worden, zijn heidekartelblad (*Pedicularis sylvatica*), gewone vleugeltjesbloem (*Polygala vulgaris*), Orchis spec. en rond wintergroen (*Pyrola rotundifolia*). De orchidee is in De Vries (1950: 90) opgewaardeerd tot 'waarschijnlijk de welriekende nachtorchis (*Plantanthera bifolia*)'. Het zijn tegenwoordig Rode Lijstsoorten die ook elders zijn achteruitgegaan en waarvan de oorzaak moet worden gezocht in de voortschrijdende achteruitgang van de kwaliteit van het milieu als gevolg van vermesting, verzuring en verdroging en in de voortgaande natuurlijke vegetatiesuccessie in het gebied.

4.3 Conclusie

Flora en vegetatie van het onderzoeksgebied waren vroeger soortenrijker en meer gevarieerd dan nu het geval is. De afname van voorheen voorkomende bijzondere soorten lijkt overeen te komen met de algehele teloorgang van de botanische diversiteit in de duinen van ook het Waddengebied.

In het onderzoeksgebied lijkt niet sprake te zijn geweest van reeds oorspronkelijk soortenarme vegetaties als gevolg van destijds reeds zure omstandigheden.

Tabel 11. TWINSPAN-clusterindeling van opnamen uit 1940 met de oorspronkelijke notering van de abundantie.

Tabelnummer	1	11	111				111	1			
	89	45	678	1245	6	9123	0	37			
Opmenummer	77	77	777	7777	7	7777	7	77			
	77	77	777	7777	7	7777	7	77			
	22	22	222	2222	2	2222	2	22			
	34	44	444	2333	3	3344	3	33			
	67	23	456	9023	4	7901	8	15			
Auteur (code)	00	00	000	0000	0	0000	0	00			
	77	77	777	7777	7	7777	7	77			
	00	00	000	0000	0	0000	0	00			
	33	33	333	3333	3	3333	3	33			
Jaar	11	11	111	1111	1	1111	1	11			
	99	99	999	9999	9	9999	9	99			
	44	44	444	4444	4	4444	4	44			
	00	00	000	0000	0	0000	0	00			
Maand	00	00	000	0000	0	0000	0	00			
	88	88	888	8888	8	8888	8	88			
Dag	12	22	222	1111	1	2222	2	11			
	32	22	222	9999	9	0011	0	99			
Bloknummer	00	00	000	0000	0	0000	0	00			
	44	44	444	4444	4	4444	4	44			
				3333	3			33			
				6666	6			66			
Syntaxoncode Westhoff	33	33	333	3333	3	2333	2	33			
	00	00	000	0000	0	9000	9	00			
	BB	BB	BBB	BBBB	B	ABBB	A	BB			
	BB	BB	BBB	BBBB	B	ABBB	A	BB			
Opp. proefvlak (m ²)	11	11	111	1111	1	1111	1	11			
	66	66	666	6666	6	6666	6	66			
Aantal soorten	11	11	122	2222	2	112	1	11			
	99	97	802	1368	5	8581	8	74			

Pseudoscleropodi puru	..	..	..	++	+	....	..	..	Groot laddermos		
Brachytheci rutabulum	..	..	..	+++	+	....	..	..	Gewoon dikkopmos		
Pedicularis sylvatica	+	..	..	+++	..	....	..	..	Heidekartelblad		
Polygala vulgaris	..	..	..	+++	..	....	..	..	Gewone vleugeltjesbloem		
Eurhynchium striatum	..	..	..	+++	..	....	..	..	Geploid snavelmos		
Poa pratensis	..	..	..	+++	..	....	..	..	Veldbeemdgras		
Mnium hornum	..	+	..	+1	+	....	..	..	Gewoon sterremos		
Dicranum affine	+	..	..	+++	..	....	..	..	Veen-gaffeltandmos		
Veronica officinalis	..	..	..	+++	+	....	..	..	Mannetjesereprijs		
Viola canina	+	..	..	+++	+	....	..	..	Hondsviooltje		
Hypnum cupressiforme	..	+	..	+++	+	....	..	..	Gewoon klauwtjesmos		
Cladina arbuscula	+1	21	+++	....	+	....	..	..
Cladonia pyxidata	..	+	..	....	+	....	..	..
Hypogymnia physodes	..	21	+1	....	+	....	..	..
Pleurozium schreberi	+3	++	++	....	..	....	..	..	Bronsmos		
Cladonia species	+	+	..	....	..	....	..	..
Dicranum scoparium	+3	23	3.2	21++	+	....	..	..	Gewoon gaffeltandmos		
Hypnum jutlandicum	31	22	311	11..	..	....	+	+	Heide-klauwtjesmos		
Peltigera canina	++	+	+++	+++	..	....	..	..
Carex arenaria	..	..	+1	+++	..	....	+	+	Zandzegge		
Empetrum nigrum	42	+3	334	4433	2	+++2	+	2	Kraaihei		
Festuca ovina	23	+1	+++	2112	2	+++	..	..	Schapegras		
Hypochaeris radicata	+1	+	.11	++++	..	....	..	++	Gewoon biggekruid		
Carex trinervis	21	22	+++	1212	+	1111	2	+1	Drienervige zegge		
Lot cornic ssp cornic	1.	..	++	++++	+	+++	+	..	Gewone rolklaver		
Luzula campestris	++	++	..	++++	+	1+++	..	++	Gewone veldbies		
Danthonia decumbens	.1	..	+++	++++	2	.+1	..	..	Tandjesgras		
Holcus lanatus	..	..	..	+++	+	....	..	+	Gestreepte witbol		
Erica tetralix	44	42	332	1333	2	4234	4	44	Gewone dophei		
Potentilla erecta	+2	1+	11+	+11+	2	222+	2	21	Tormentil		
Agrostis canina	12	..	..	+++	..	+++	..	1.	Moerasstruisgras		
Agrostis stolonifera	..	..	+++	1.++	+	+++1	+	..	Fioringras		

<i>Calamagrostis epigejos</i>	++	..	.1+	+22+	1	++++	2	21	Duinriet
<i>Vaccinium uliginosum</i>	.1	22	2+	2132	3	3.32	3	22	Rijsbes
<i>Salix repens</i>	21	11	++1	.122	3	2311	3	21	Kruipwilg
<i>Carex panicea</i>	..	..	...	++..	.	...++	.	..+	Blauwe zegge
<i>Oxycoccus macrocarpos</i>	..	..	...	..+	.	....	.	..+	Grote veenbes
<i>Aulacomnium palustre</i>	..	..	+	....	.	....	.	..+	Veen-knopjesmos
<i>Lophocolea bidentata</i>	..	..	+	....	.	....	.	..+	Gewoon kantmos
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	..	..	...	....	.	...+	1	12	Gewone waternavel
<i>Drepanoclad uncinatus</i>	..	..	...	..1.	.	...+	+	3+	Geplooid sikkemos
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	..	..	...	..+	+	..21	1	1.	Gewoon maanmos
<i>Cephalozia divaricat</i>	..	..	...	....	.	..+21	.	..2	Gewoon draadmos
<i>Pohlia nutans</i>	..	..	...	....	.	+1.	+	..	Gewoon peermos
<i>Gymnocolea inflata</i>	..	..	...	....	.	..11	+	..	Broedkelkje
<i>Betula pubescens</i>	..	..	...	....	.	...+	+	..	Zachte berk
<i>Prunella vulgaris</i>	..	..	...	....	+	....	.	..	Gewone brunel
<i>Trifolium pratense</i>	..	..	...	....	+	....	.	..	Rode klaver
<i>Carex flacca</i>	..	..	...	..+	.	....	.	..	Zeegroene zegge
<i>Nardus stricta</i>	..	..	...	..+	.	....	.	..	Borstelgras
<i>Eurhynchium species</i>	..	..	...	..+	.	....	.	..	Snavelmos (G)
<i>Orchis species</i>	..	..	...	..+	.	....	.	..	Orchis (G)
<i>Trifolium repens</i>	..	..	...	...+	.	....	.	..	Witte klaver
<i>Agrostis capillaris</i>	..	..	..+	....	.	....	.	..	Gewoon struisgras
<i>Hieracium pilosella</i>	..	..	..+	....	.	....	.	..	Muizeoor
<i>Pyrola rotundifolia</i>	..	..	..+	....	.	....	.	..	Rond wintergroen
<i>Carex species</i>	+	..	...	....	.	....	.	..	Zegge (G)
<i>Pohlia species</i>	..	..	...	....	.	....	.	..+	Peermos (G)
<i>Polytrichum commune</i>	..	..	...	....	.	...+	.	..	Gewoon haarmos
<i>Sphagnum palustre</i>	..	..	...	....	.	...+	.	..	Gewoon veenmos
<i>Campyli chrysophyllum</i>	..	..	...	....	.	....	1	..	Kalk-goudmos
<i>Cephaloziella hampeana</i>	..	..	...	....	.	....	+	..	Grof draadmos

5 Multivariate analyse van gegevens over vegetatie (pq's 1993/2000), bodem en begrazing

Vooraf

Dit hoofdstuk handelt over de vegetatie opnamen in permanente kwadraten van 2*2 m in 1993 en herhaald in 2000.

De vegetatie van de permanente kwadraten kan naar ons inzicht globaal worden gerekend tot de Associatie van Kruipwilg en Kraaiheide (*Salici repentis-Empetretum*) en tot de Associatie van Kraaihei en Gewone dophei (*Empetro-Ericetum gymnocoleetosum*). Daarnaast is nog een aantal opnamen tot andere syntaxa te rekenen. Indeling vond plaats met het identificatieprogramma ASSOCIA in TURBOVEG. Voor een overzicht van syntaxa en veranderingen daarin zie tabel 12.

Tabel 12. Indeling van de 56 vegetatie-opnamen uit 1993 en 2000 volgens ASSOCIA in syntaxa De Vegetatie van Nederland (DVN)

Code DVN	Syntaxon	Aantal opnamen 1993	Aantal opnamen 2000
11AA03B	Empetro-Ericetum gymnocoleetosum	10	12
14RG01	RG Carex arenaria-(Koelerio-Corynephoretea)	2	4
14RG03	RG Dicranum scoparium-(Koelerio-Corynephoretea)	2	2
14RG10	RG Salix repens-(Polygalo-Koelerion)	2	0
20AB02	Polypodio-Empetretum	3	3
20AB03	Salici repentis-Empetretum	35	35
23RG01	RG Ammophila arenaria-Carex arenaria-(Ammophiletea/Koelerio-Corynephoretea)	2	0

Er liggen twee pq's per plot, binnen elke plot op dezelfde plaats (zie Van Wingerden et al., 2001, p. 23, figuur 4). In het eerdere rapport worden kort de resultaten van Principalecomponentenanalyse vermeld (p. 63 en 64). In de zomer van 2001 zijn bodemmonsters genomen die op fysische en chemische factoren geanalyseerd zijn. Deze twee datasets vormen samen met de factor behandeling (begrasd, onbegrasd) de basis voor een uitgebreidere multivariate analyse, nl. Redundantieanalyse (RDA).

5.1 Methode

In september 2001 zijn in alle pq's bodemmonsters verzameld. Elk monster bestaat uit een mengmonster van 8-10 steken, genomen met een bodemguts. Twee bodemlagen zijn bemonsterd: 0-5 cm -mv en 20-25 cm -mv. De bodemmonsters zijn geëxtraheerd met zowel water als met een zoutoplossing. De bemonstering heeft in september 2001 plaatsgevonden en de analyse in de zomer van 2002 bij Afdeling Aquatische Ecologie en Milieubiologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen. Voor de data wordt verwezen naar tabel C in de bijlagen.

De vegetatie-opnamen van de pq's in 28 plots zijn uit 1993 en 2000. De plots 29 t/m 32 zijn pas in 2001 aangelegd als aanvulling op de plots uit 1993, om de effecten van zware begrazing te meten op ongewervelde diersoorten. Er zijn wel bodemonsters genomen, maar geen vegetatie opnamen gemaakt in kwadraten van 2*2 m. Derhalve zijn deze 4 extra begraasde plots uit deze analyse weggelaten. Het analysemateriaal van plot 28 is in het ongereede geraakt. De plots 18 t/m 20 stonden ten tijde van de monsternamen onder water.

Het databestand van de bodemonsters (tabel C in de bijlagen) is t.b.v. de analyse van de vegetatie als volgt bewerkt. Si, Mn en Zn zijn als voor de vegetatie irrelevant weggelaten. Voor waarden beneden de detectiegrens is deze detectiegrens/2 aangehouden. Voor een 'missing value' bij o-PO₄-H₂O is het overall-gemiddelde genomen. Vanwege de te scheve verdeling (logaritmisering hielp niet) zijn de volgende bodemvariabelen verwijderd: hNO₃-H, ho-PO₄-H, hStot-H, hNO₃-N, hCa-N, hMg-N, hFe-N, hStot-N, mNO₃-H, mNa-H, mK-H, mo-PO₄-H, mFe-H, mPtot-H, mAl-H, mNO₃-N, mK-N, mPtot-N en mAl-N (waarbij de prefix h of m staat voor de bemonsterde bodemlaag (h=0-5 cm, m=20-25 cm), en de suffix -H of -N staat voor de wijze van extractie (H=H₂O, N=NaCl)).

Alle variabelen zijn per plot gemiddeld; dus voor de twee bodemlagen en voor de twee pq's. Daarna zijn de variabelen gekoppeld aan de behandeling in het veld, d.w.z. begraasd of onbegaasd (tabel D in de bijlagen) of in termen van de vegetatiedata ref(erentie=begraasd) of exc(losure=onbegaasd). De hoogteligging van de plots (tabel D in de bijlagen), als proxyvariabele voor hun positie t.o.v. het grondwater, is gecodeerd als: 1=laagte, 2=verhoging, 3=duinvoet en 4=duin. Deze waarden van de pq's zijn gemiddeld over de plots.

Van de vegetatie opnamen zijn de data van de pq's binnen de plots ook samengenomen en gemiddeld per soort, voor 1993 en voor 2000. Er is gemiddeld omdat de 2 pq's in een plot niet als onafhankelijk kunnen worden beschouwd.

Allereerst zijn analyses uitgevoerd in CANOCO op het effect van de abiotische variabelen (inclusief de begrazing) op de vegetatiedataset van 2000, met voorwaartse selectie van de omgevingsvariabelen op RDA ($r < 0,5$; $P > 0,1$). Plot 28 doet niet mee wegens ontbrekende data.

Hierna is het effect van de begrazing en de tijd (1993-2000) nagegaan in de hele vegetatiedataset. De abiotische variabelen zijn nu jaar, behandeling (begaasd of onbegaasd) en pq (alle als dummyvariabelen).

5.2 Resultaten

Details van de voorwaartse selectie van de omgevingsvariabelen in RDA staan in (tabel E in de bijlagen.) De soortenplot van de analyse is gegeven in figuur 7, de plot van de omgevingsvariabelen (vnl. bodemfactoren) in figuur 8.

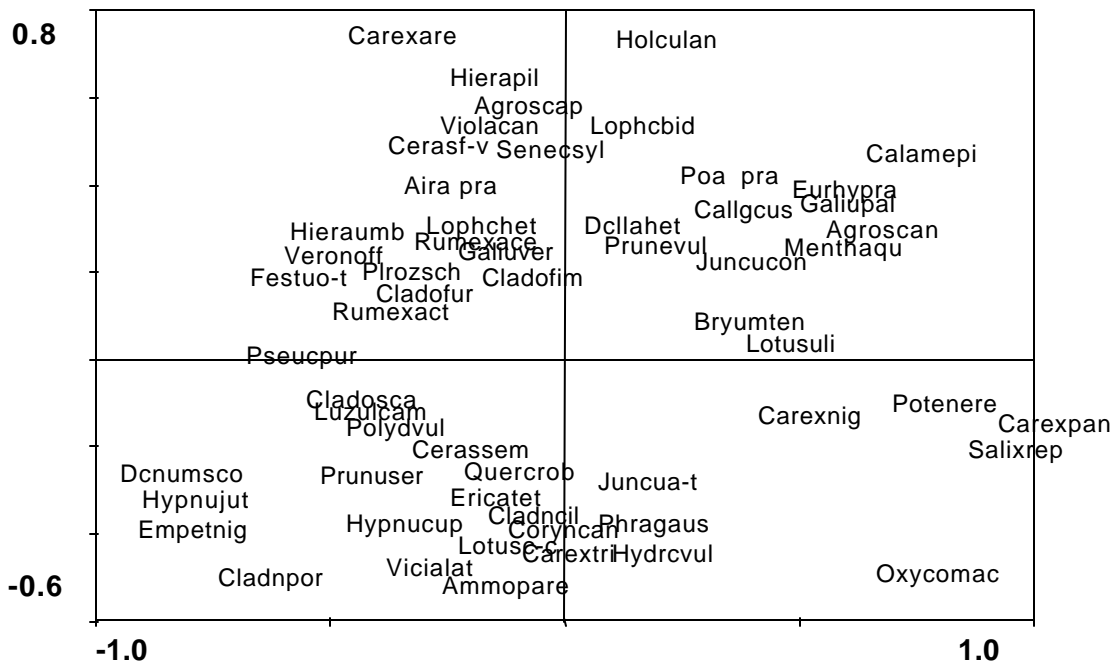


Fig. 7. Analyse effect omgevingsvariabelen in de 2000-data: soortenplot.

Het effect van de omgevingsvariabelen is lastig te duiden. Er zijn bij de gegeven criteria 7 variabelen met een significant effect, in volgorde van afnemend belang: hpH_H, mCl_H, mNH4_H, hMg_H, mFe_N, hoogte en mCa_N. Uit de plaats van de soorten in de plot van figuur 7 kan afgeleid worden dat, de eerste as van figuur 7 correspondeert met de gradiënt droog-nat (van links naar rechts). De andere assen zijn moeilijker interpreteerbaar, ook in relatie tot de omgevingsfactoren (figuur 8): Positie en richting van de factoren hoogte en pH kloppen nog wel enigszins met de positie van de soorten in het assenstelsel (figuur 7). Als voorbeeld voor hoge plekken gelden bijvoorbeeld Kraaiheide (Empetnig) en drie korstmossen van het geslacht (Cladnpor, Cladncil, Cladosca), voor soorten van licht zure bodem *Agrostis canina*. Positie en richting van de andere factoren uit figuur 8 komen niet overeen met de posities van die-factoren-indicerende soorten in het assenstelsel (soortenplot, figuur 7). In de soortenplot (figuur 7) zijn wel te onderscheiden (van rechtsboven, via de onderkant, naar linksboven): minder zure natte duinvalleien, natte zure duinvalleien, wat jongere droge duinen, droge heide-achtige vegetaties, en oudere droge duinen. De vierde as (niet in figuur) scheidt heideachtige vegetaties en vegetaties van meer open zand, en tevens van struweel/ruigte en cranberry-valleien. Het effect van begrazing (bijlage 3b; beh_exc) is niet significant ($P=0,55$) en maakt een formele BACI-test al bijna overbodig. De aanname dat de pq's in begraasde plots aanvankelijk verschillend waren maar door de begrazing meer op elkaar zijn gaan lijken, is dan immers erg onwaarschijnlijk.

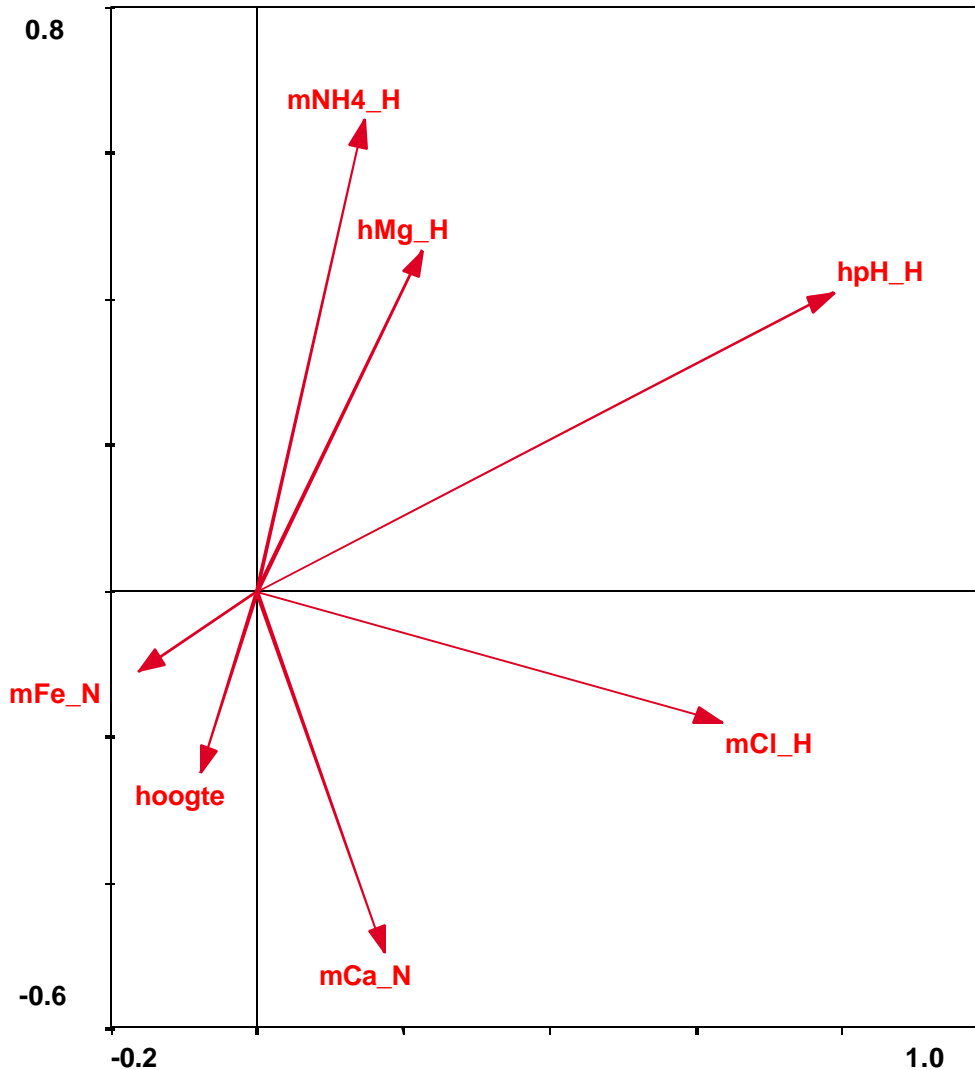


Fig. 8. Analyse effect omgevingsvariabelen in de 2000-data: significante omgevingsfactoren.

Het effect van de begrazing en de tijd levert de volgende resultaten op.

De nulhypothese voor het effect van begrazing is dat begrazing geen effect heeft, maar jaar wel; met andere woorden: onder de nulhypothese zijn de pq's uitwisselbaar tussen de plots, maar de vegetatie opnamen in verschillende jaren (vooraf (in 1993) en 2000) zijn niet uitwisselbaar. Dit is een 'split-plot'-analyse met de pq als 'whole-plots' en de opnamen van elk pq als 'split-plots'. In CANOCO zijn de pq's en de jaren co-variabelen en wordt alleen tussen de pq's (= 'whole-plots') gepermuteerd. Getest is de significantie van het effect van de interactie jaar*behandeling. M.a.w. is de temporele verandering verschillend tussen de onbegraasde (exc) en de begraasde (ref) plots. Dit blijkt niet zo te zijn. Het effect is niet significant ($P=0,84$).

De nulhypothese voor de veranderingen in de tijd is dat de pq's verschillen tussen de plots, maar dat binnen de pq's de opnamen in verschillende jaren (vooraf (1993) en 2000) uitwisselbaar zijn. Het contrast begraasd (ref) vs. onbegraasd (exc) speelt geen rol want dit is volledig gestrengeld met pq-in-de-plots. Nu worden dus de 'split-plots' gepermu-

teerd en de 'whole-plots' niet, en wordt het effect van jaar (vooraf in 1993 en 2000) getest. Dit blijkt significant te zijn ($P < 0,01$). Er zitten enige artefacten (genera in plaats van soorten) in de soortentabel (zie voor nadere details bijlage 1 in Van Wingerden et al., 2001), maar bij verwijdering hiervan is het effect nog steeds significant ($P < 0,01$).

Tenslotte zijn de resultaten van de analyse naar alle veranderingen van de interactie jaar*behandeling (zonder hoofd-effecten en zonder co-variabelen) weergegeven in figuur 9 (soortenplot) en figuur 10 (factorenplot). Het lijkt er op dat in de begraasde plots wat meer korstmossen van open bodem zitten (*Cladonia fimbriata*, *Pohlia nutans*, *Peltigera rufescens*) maar ook zachte berk (*Betula pubescens*), en in de onbegraasde plots onder andere meer zomereik (*Quercus robur*), mannetjesereprijs (*Veronica officinalis*), smalle stekelvaren (*Dryopteris carthusiana*) en gewoon biggekruid (*Hypochaeris radicata*).

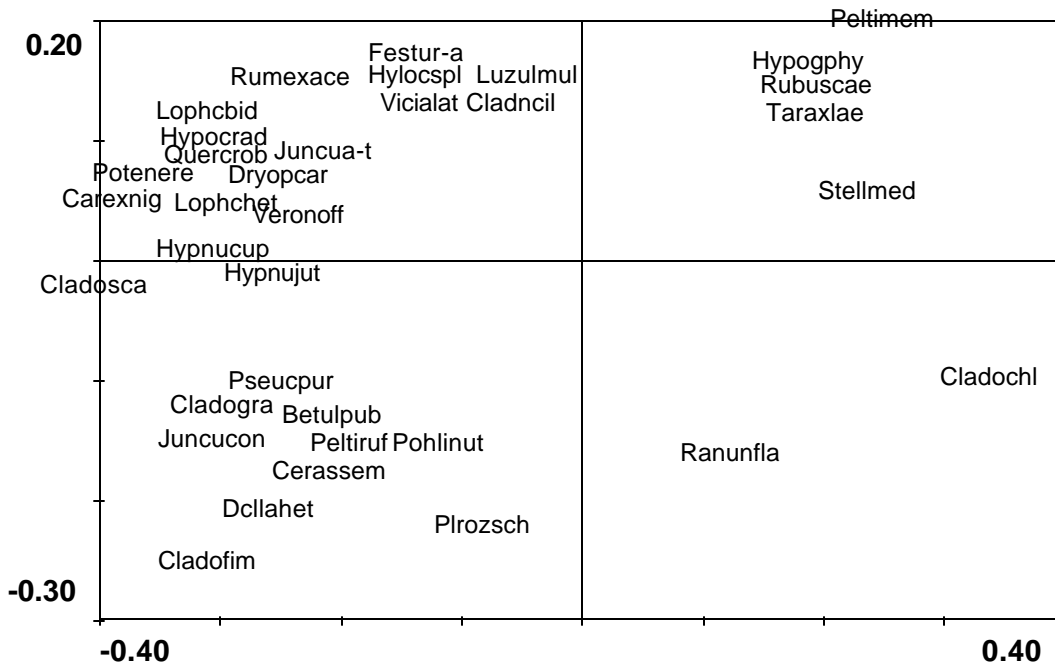


Fig. 9. Temporele verandering: soortenplot.

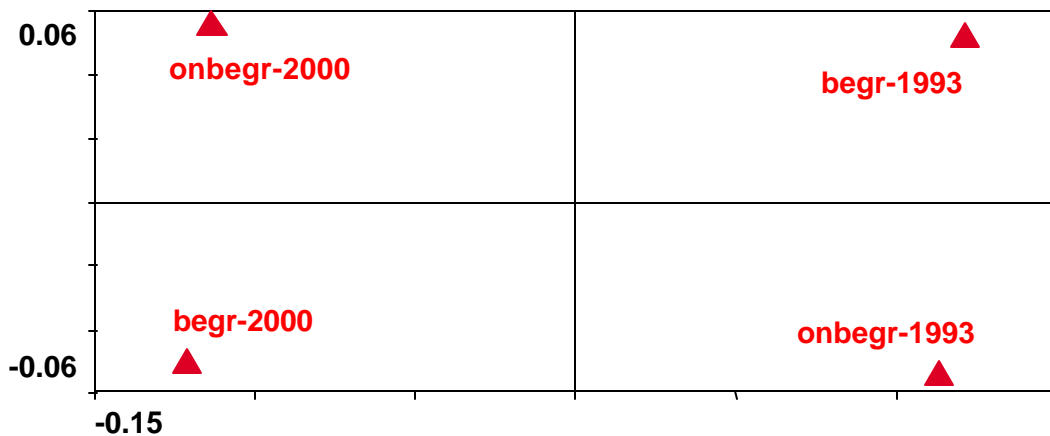


Fig. 10. Temporele verandering: plot posities jaar*behandeling.

5.3 Conclusie

Het effect van de bodemfactoren is moeilijk te duiden en het effect van de begrazing is niet significant. De verandering in de vegetatie door de jaren heen is wel significant: het effect van natte jaren is voor de vegetatie de dominante ecologische factor geweest. Voor wat betreft de vegetatie is deze conclusie in lijn met de eerdere rapportage over het onderzoek uit de periode 1993-2000 (Van Wingerden et al., 2001).

6 Synthese van (oude) gegevens over zoogdieren, vogels, reptielen en amfibieën

6.1 Inleiding

Bij de opzet van het begrazingsexperiment in de Vallei van het Veen is van de gewervelde fauna alleen het konijn - of beter gezegd, de invloed van begrazing door konijnen - opgenomen in het onderzoek. Daarnaast werden (in 1993 nog buiten het officiële onderzoekskader) waarnemingen aan de Zandhagedis en de Rugstreepad verricht (Van Wingerden et al., 1993). Om de effecten van begrazing op de gewervelde fauna beter in beeld te brengen is besloten om in dit rapport (oude) gegevens over konijnen, reptielen, amfibieën en vogels op te sporen en deze te analyseren.

6.2 Methode

Tijdens het onderzoek bleek dat voor Vlieland weinig bruikbare gegevens van gewervelden voorhanden zijn, laat staan dat er datareeksen bestaan waaruit trends afgeleid kunnen worden. Voor konijnen zijn verspreidings- en afschotgegevens opgevraagd bij de VZZ (Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming) te Arnhem en de jachtvereniging op Vlieland. Deze gegevens bleken echter zeer onvolledig te zijn en daarnaast niet op korte termijn leverbaar, zodat ze niet in deze rapportage zijn opgenomen. Voor reptielen en amfibieën zijn verspreidingsgegevens opgevraagd bij Stichting RAVON (Reptielen, Amfibieën en Vissen Onderzoek Nederland) te Nijmegen. Daarnaast zijn waarnemingen van reptielen en amfibieën in het veld en bijvangsten in potvallen meegenomen. Gegevens over broedvogels zijn opgevraagd bij SOVON te Beek-Ubbergen.

6.3 Resultaten

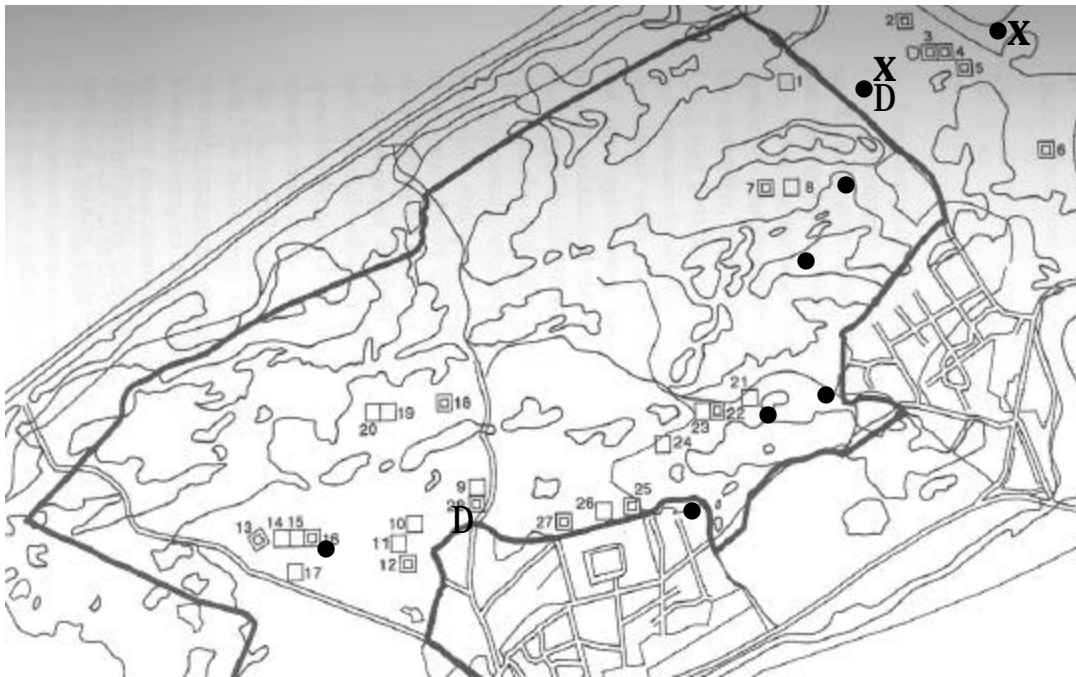
6.3.1 Het Konijn

Voor het Konijn (*Oryctolagus cuniculus*) zijn geen goede gegevens beschikbaar over verspreiding, dichtheden en trends van de populatie op Vlieland (mondelijke mededeling VZZ). Wel is duidelijk dat het Konijn vrijwel overal voorkomt op het noordoostelijke deel van Vlieland en dat de totale populatiegrootte sinds het begin van de jaren negentig sterk is afgenomen (mondelijke mededeling SBB Vlieland). Ook in de onderzoeksplots van dit onderzoek in de Vallei van het Veen bleek tussen 1993 en 2000 een sterke afname van sporen, zoals keutels, graafsporen, kortgegrasde vegetaties en holen (Van Wingerden et al., 2001). Plaatsen waar de konijnenpopulatie zich nog enigszins kan handhaven, zijn uitgestrekte droge delen zoals het terrein langs het Zeeduinenpad ten noorden van de Vallei van het Veen (mondelijke mededeling SBB Vlieland en eigen waarnemingen).

Hoewel ook landelijk een sterke afname van de konijnenpopulatie wordt geconstateerd, ontbreken telgegevens hierover vrijwel geheel. Alleen transecttellingen in de Hollandse vastelandsduinen geven vanaf 1990 een duidelijk achteruitgang te zien van de konijnenpopulatie met 10 tot 30% per jaar. Deze afname lijkt dichtheidsafhankelijk en is sterker bij hogere initiële dichtheden in 1990 (Olf & Boersma, 1998; Drees & Olf, 2001). Op de waddeneilanden kunnen, door het ontbreken van de Vos (*Vulpes vulpes*), de dichtheden van konijnen hoger en de aantalschommelingen sterker zijn dan in de vastelandsduinen (schriftelijk commentaar M. Drees in Van Turnhout et al., 2001). Als belangrijkste oorzaak voor de achteruitgang van konijnenpopulaties wordt de nieuwe virusziekte VHS gezien.

6.3.2 Reptielen en amfibieën

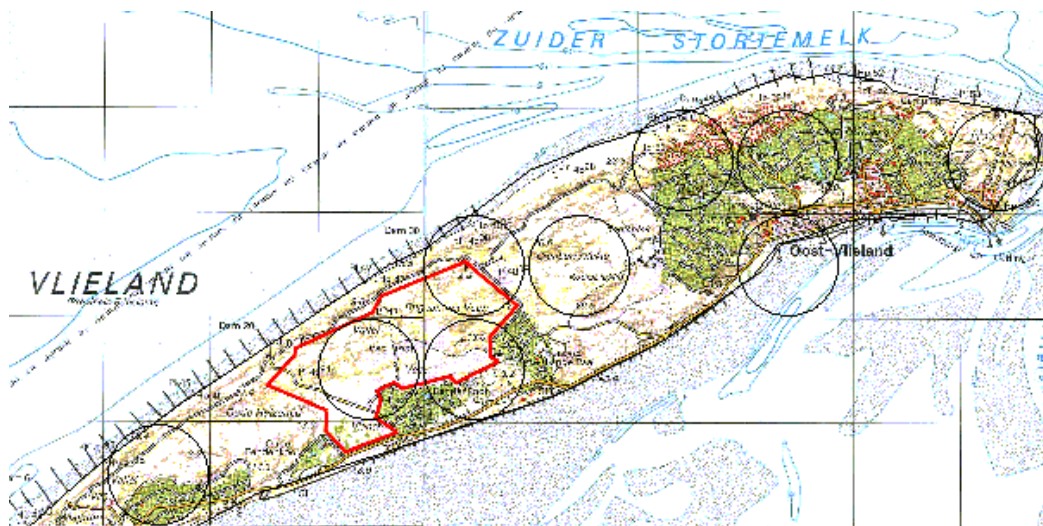
Op Vlieland komen drie soorten amfibieën en één reptielensoort voor: de Bruine Kikker (*Rana temporaria*), de Kleine Watersalamander (*Triturus vulgaris*), de Rugstreeppad (*Bufo calamita*) en de Zandhagedis (*Lacerta agilis*). Voor alle soorten geldt dat er (deels onvolledige) verspreidingsgegevens voorhanden zijn, maar dat er geen betrouwbare gegevens zijn over populatiegrootte of trends. De Bruine Kikker is slechts bekend van enkele vindplaatsen rondom het dorp en van de Kroonspolders en wordt hier buiten beschouwing gelaten.



Figuur 11. Veldwaarnemingen van herpetofaunasoorten in 2000 en 2001 binnen het onderzoeksgebied
· = Zandhagedis, X = Kleine Watersalamander en D = Rugstreeppad.

Kleine Watersalamander

De Kleine Watersalamander komt voor op alle waddeneilanden (Bergmans & Zuiderwijk, 1986). Op Vlieland zijn van de Kleine Watersalamander 28 waarnemingen bekend tussen 1981 en 2000 (figuur 12). De verspreiding is hiermee onderbelicht; de soort komt waarschijnlijk voor in geheel Noordoost Vlieland. Hoewel de Kleine Watersalamander in het voortplantingsseizoen aan water is gebonden, overwintert deze soort op het land en kan met name bij vochtig weer gaan zwerven. De soort kan daarom waarschijnlijk in vrijwel ieder uurhok worden aangetroffen. Ook uit het begrazingsgebied zijn meldingen. Zowel in 2000 als in 2001 zijn Kleine Watersalamanders in potvallen aangetroffen (figuur 11). Binnen het onderzoeksgebied lijkt de soort zich hoofdzakelijk te bevinden in en nabij de Cranberryvallei.



Figuur 12. Verspreiding van de Kleine Watersalamander op Noordoost Vlieland. De grenzen van het begrazingsgebied zijn aangegeven op de kaart.

Rugstreppad

De Rugstreppad komt voor op alle waddeneilanden. Op Vlieland zijn van de Rugstreppad 27 meldingen bekend tussen 1981 en 2001. De verspreiding is hiermee zeker onderbelicht. Waarschijnlijk komt de soort verspreid voor op Noordoost Vlieland (figuur 13) en kan waarschijnlijk in ieder uurhok worden aangetroffen. Ook uit het begrazingsgebied zijn meldingen bekend. Tijdens het onderzoek is 1 individu in de potvallen aangetroffen en is 1 individu waargenomen tijdens het veldwerk (figuur 11).

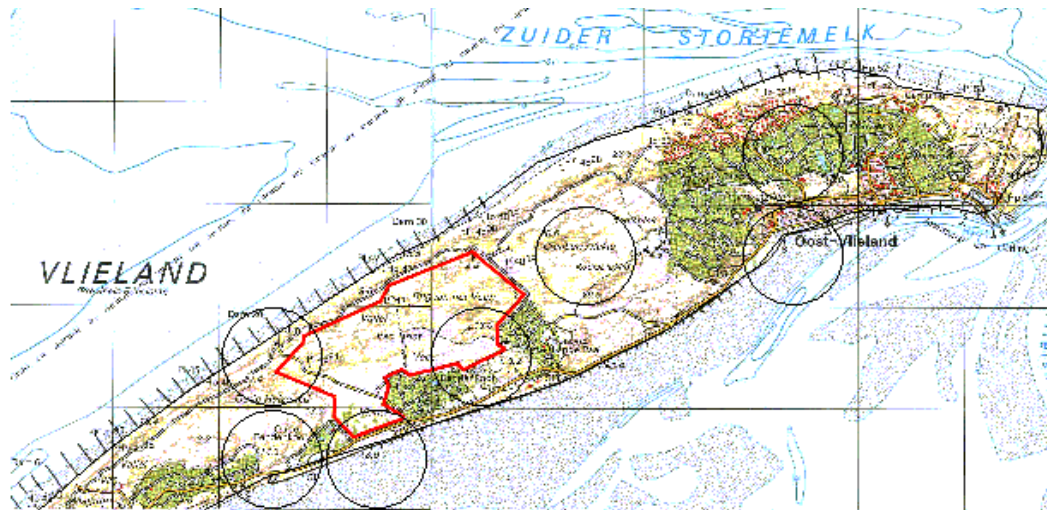
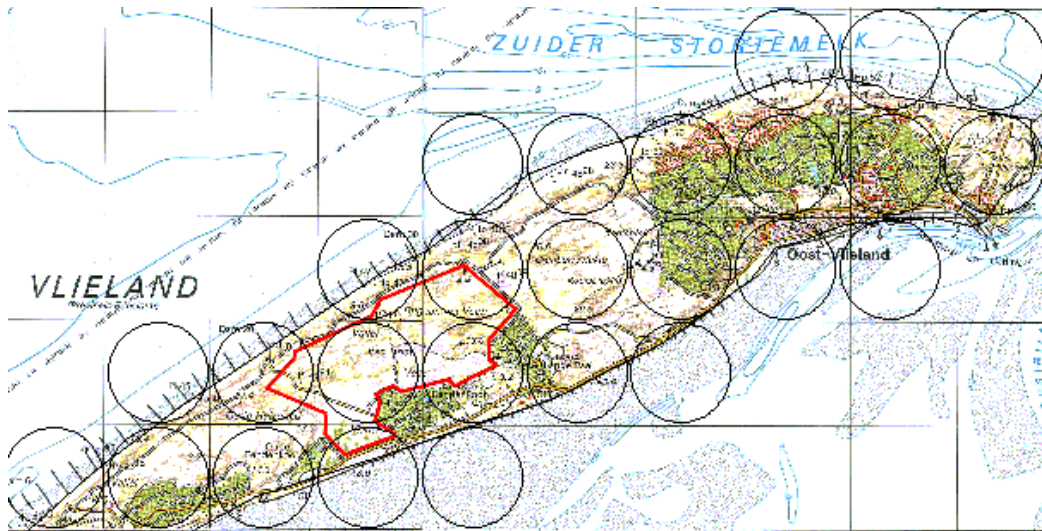


Fig. 13. Verspreiding van de Rugstreppad op Noordoost Vlieland. De grenzen van het begrazingsgebied zijn aangegeven op de kaart.

Zandhagedis

De Zandhagedis kwam voorheen op alle waddeneilanden voor, met uitzondering van Texel. Momenteel herbergen alleen Vlieland en Terschelling nog Zandhagedissen (Bergmans & Zuiderwijk, 1986; Overleg Duinhagedis, 1999). Op Vlieland zijn van de Zandhagedis 210 waarnemingen bekend tussen 1970 en 2001. Van vrijwel ieder uurhok op Noordoost Vlieland zijn waarnemingen bekend, zo ook uit het begrazingsgebied. De soort is voor zijn voortplanting gebonden aan open zandige plekken, maar kan buiten dichte bossen en zeer natte valleien overal worden aangetroffen. De Zandhagedis lijkt echter op Vlieland nergens in hogere dichtheden voor te komen, zoals plaatselijk het geval is in de vastelandsduinen (mondelijke mededeling SBB, eigen waarnemingen). In 2000 en 2001 zijn 8 Zandhagedissen waargenomen in het veld of in potvallen aangetroffen, verspreid over het gehele begrazingsgebied (figuur 14).



Figuur 14. Verspreiding van de Zandhagedis op Noordoost Vlieland. De grenzen van het begrazingsgebied zijn aangegeven op de kaart.

6.3.3 Vogels

Broedvogelkarteringen binnen de Vallei van het Veen zijn uitgevoerd in 1992 en in de periode 1994 t/m 2000 (tabel 13). Ook in 2001 is een kartering uitgevoerd, maar deze gegevens waren nog niet beschikbaar. De beschikbare tijd in dit project was te kort om een volledige analyse van de gegevens uit te voeren. In dit rapport zijn enkel de trends van afzonderlijke vogelsoorten binnen het begraasde gebied vergeleken met trends in onbegaasde gebieden op Vlieland en Terschelling (karteringen tussen 1987 en 2001, zie tabel 13). Aangezien de grenzen van het karteringsgebied Vallei van het Veen niet geheel overeenkomen met de grenzen van het daadwerkelijke begrazingsgebied geven sommige trends een vertekend beeld. In deze gevallen worden de trends toegelicht met extra informatie die opgevraagd is bij de coördinator van de karteringen (Ben Koks, SOVON).

Tabel 13. Schema van broedvogelkarteringen in de Vallei van het Veen en vergelijkbare gebieden op Vlieland (V) en Terschelling (T).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen (V)	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-
Cranberryvallei (V)	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Kooisplek (V)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-
Koegelwiek (T)	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X
Douwkesplek (T)	-	X	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Vogelsoorten in het begrazingsgebied

Tussen 1987 en 2001 zijn er 43 soorten broedvogels vastgesteld in de Vallei van het Veen (tabel 15). Hiervan kunnen 31 soorten als meer of minder algemene broedvogel worden gezien. De overige 12 soorten zijn onregelmatige broedvogels, waarvan vaak slechts één broedgeval is vastgesteld. Deze laatste soorten worden hier verder buiten beschouwing gelaten. De soorten die een duidelijke trend vertonen worden hieronder

verder uitgewerkt. In tabel 14 zijn voor deze soorten de aantals-ontwikkelingen weergegeven in het begrazingsgebied en in enkele referentieterreinen.

Trends binnen het begrazingsgebied

Van de min of meer algemene broedvogelsoorten laat alleen de Scholekster (*Haematopus ostralegus*) tussen 1992 en 2001 een zeer duidelijke neerwaartse trend zien. Echter, ook in andere gebieden is de Scholekster sterk achteruit gegaan. De oorzaken van de achteruitgang moeten dan ook buiten begrazing gezocht worden, zoals een verminderd voedselaanbod in de waddenzee en een (deels daaraan gekoppelde) grote wintersterfte (mondelijke mededeling Ben Koks).

De Blauwe Kiekendief (*Circus cyaneus*) is altijd een vrij schaarse broedvogel van de Vallei van het Veen geweest, maar is vanaf 1992 achteruit gegaan en vanaf 1998 uit het terrein verdwenen. Blauwe Kiekendieven nestelen vaak in dicht Kruiwilgstruweel, een vegetatietype dat runderen soms prefereren bij het grazen. Enkele malen is waargenomen dat een nest van de Blauwe Kiekendief is verstoord door grazende runderen, wat zeer waarschijnlijk heeft geleid tot het mislukken van het broedsel (mondelijke mededeling Ben Koks). Hoewel de Blauwe Kiekendief het ook in de andere gebieden slecht doet, is het niet onwaarschijnlijk dat begrazing voor deze vogelsoort de nekslag is geweest in de Vallei van het Veen. De Bruine Kiekendief (*Circus aeruginosus*) is een minder algemene, maar stabiel blijvende broedvogel in de onderzochte gebieden. Wel zijn er verschillende nesten van Bruine Kiekendieven gevonden binnen de voor de begrazingsexperiment aangebrachte exclusies van 40x40 meter. Het is niet waarschijnlijk dat hiermee 'bewust' verstoring door grazend vee wordt ontweken. Logischer lijkt dat de kiekendieven aangetrokken worden door de iets hogere en ruigere begroeiing binnen de rasters.

De Veldleeuwerik (*Alauda arvensis*) is zowel binnen als buiten het begrazingsgebied de afgelopen jaren licht achteruit gegaan. Voortschrijdende verruiging van de vegetatie wordt als mogelijke oorzaak genoemd. Echter in de onbegraasde Cranberryvallei lijkt de soort toe te nemen. Een mogelijke oorzaak hiervoor is niet bekend.

De Roodborsttapuit (*Saxicola rubicola*) is in alle terreinen een schaarse broedvogel. Pas vanaf 1996 is de soort (weer) een broedvogel van de Vallei van het Veen en lijkt zich te kunnen handhaven. Ook op de Koegelwiek is de soort pas sinds korte tijd (weer) een jaarlijkse broedvogel. Deze ontwikkelingen volgen de landelijke trend van de laatste jaren waarin de Roodborsttapuit een lichte toename laat zien. De oorzaken hiervoor zijn onbekend en moeten wellicht buiten de broedgebieden worden gezocht (mondelijke mededeling Chris van Turnhout, SOVON)

De Eidereend is de enige vogelsoort die vanaf 1992 absoluut én ten opzichte van andere terreinen sterk vooruit is gegaan in de Vallei van het Veen. Echter, vanwege verschillen in territorium interpretaties tijdens inventarisaties blijken gegevens van Eidereenden zeer moeilijk te analyseren en kunnen zodoende alleen op grote (landelijke) schaal goed worden uitgevoerd (mondelijke mededeling Chris van Turnhout, SOVON). Aan het toegenomen aantal territoria van de Eidereend kunnen daarom geen conclusies worden verbonden.

Enkele meeuwensoorten, zoals de Kleine Mantelmeeuw (*Larus graellsii*) en de Zilvermeeuw (*L. argentatus*) zijn sinds 1992 toegenomen in de Vallei van het Veen. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat de meeste nesten van deze soorten én van de Stormmeeuw (*L. canus*) in de loop van de tijd buiten het begrazingsgebied zijn komen te liggen. Het lijkt er dus sterk op dat op de grond broedende meeuwen de grazende runderen en schapen ontwijken (mondelinge mededeling Ben Koks).

Hoewel de konijnenpopulatie sinds 1990 sterk terugloopt, gaat de Tapuit (*Oenanthe oenanthe*) als enige van de vogelsoorten die (vaak) in konijnenholen broeden achteruit. Dit vindt zowel binnen als buiten het begrazingsgebied plaats. In 2001 is de soort zelfs vrijwel verdwenen uit de Vallei van het Veen (mondelinge mededeling Ben Koks). Andere holenbroeders als de Holenduif en Bergeend laten sterk wisselende aantallen zien, echter zonder een duidelijke neerwaartse trend. Een mogelijke afname van broedgelegenheid lijkt daarom niet de belangrijkste reden voor de achteruitgang van de Tapuit. Volgens Brooke (1979) is verruiging van korte vegetaties funest voor de Tapuit, aangezien de soort een echte oogjager is die met name lopend foerageert. Een ruigere vegetatie zou de foerageeractiviteit van de Tapuit remmen en de beschikbaarheid van prooidieren beperken.

Tabel 14. Onderstaande tabel geeft overzicht van aantalsontwikkelingen van enkele broedvogelsoorten in de Vallei van het Veen en vergelijkbare gebieden op Vlieland en Terschelling.

Blauwe Kiekendief

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	3	-	1	2	1	1	0	0	-	-
Cranberryvallei	-	-	3	-	-	1	-	-	1	2	1	-	-	-	-
Kooisplek	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	-	-	0	-
Koegelwiek	-	3	-	-	3	-	-	3	4	-	-	-	-	-	2
Douwkesplek	-	3	-	-	3	-	3	4	3	3	3	2	2	1	1

Eidereend

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	12	-	66	57	56	94	94	105	-	-
Cranberryvallei	-	-	2	-	-	3	-	-	5	7	0	-	-	-	-
Kooisplek	-	27	0	0	0	2	2	15	2	22	0	-	-	6	-
Koegelwiek	-	0	-	-	0	-	-	1	-	0	-	-	-	-	0
Douwkesplek	-	0	-	-	0	-	1	1	1	0	1	0	3	0	0

Scholekster

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	233	-	120	131	94	70	79	60	-	-
Cranberryvallei	-	-	34	-	-	42	-	-	22	14	17	-	-	-	-
Kooisplek	35	29	28	30	27	47	18	12	27	16	20	-	-	18	-
Koegelwiek	-	37	-	-	32	-	-	31	-	24	-	-	-	-	14
Douwkesplek	-	43	-	-	36	-	41	42	39	32	20	26	21	21	16

Veldleeuwerik

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	8	-	7	6	5	3	4	4	-	-
Cranberryvallei	-	-	1	-	-	3	-	-	2	3	8	-	-	-	-
Kooisplek	3	4	2	1	2	6	2	2	2	1	3	-	-	0	-
Koegelwiek	-	11	-	-	13	-	-	15	12	-	-	-	-	-	5
Douwkesplek	-	13	-	-	15	-	15	15	10	8	9	13	10	5	4

Zilvermeeuw

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	37	-	78	71	117	80	115	234	-	-
Cranberryvallei	-	-	2	-	-	4	-	-	29	78	28	-	-	-	-
Kooisplek	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-
Koegelwiek	-	0	-	-	0	-	-	0	-	0	-	-	-	-	0
Douwkesplek	-	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Grasmus

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	2	-	1	0	2	2	5	5	-	-
Cranberryvallei	-	-	2	-	-	2	-	-	2	3	3	-	-	-	-
Kooisplek	2	1	2	2	1	0	1	0	1	2	1	-	-	0	-
Koegelwiek	-	11	-	-	12	-	-	13	-	17	-	-	-	-	10
Douwkesplek	-	10	-	-	4	-	3	10	4	13	9	9	14	8	8

Roodborstapuit

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	0	-	0	0	1	1	2	1	-	-
Cranberryvallei	-	-	0	-	-	0	-	-	0	0	0	-	-	-	-
Kooisplek	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	-	0	-
Koegelwiek	-	0	-	-	2	-	-	0	-	0	-	-	-	-	1
Douwkesplek	-	0	-	-	0	-	0	0	0	0	2	2	1	1	1

Tapuit

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	11	-	4	13	15	17	11	8	-	-
Cranberryvallei	-	-	0	-	-	2	-	-	0	1	1	-	-	-	-
Kooisplek	2	1	2	2	2	0	0	0	0	0	2	-	-	1	-
Koegelwiek	-	3	-	-	3	-	-	3	-	3	-	-	-	-	0
Douwkesplak	-	3	-	-	4	-	1	2	2	3	7	3	5	2	3

Holenduif

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	6	-	6	9	15	10	13	7	-	-
Cranberryvallei	-	-	1	-	-	2	-	-	1	2	2	-	-	-	-
Kooisplek	2	4	2	1	2	3	0	1	3	2	2	-	-	2	-
Koegelwiek	-	5	-	-	4	-	-	7	-	9	-	-	-	-	2
Douwkesplak	-	4	-	-	3	-	4	4	4	2	2	4	4	3	3

Bergeend

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	17	-	15	19	25	20	25	23	-	-
Cranberryvallei	-	-	2	-	-	3	-	-	5	5	7	-	-	-	-
Kooisplek	7	8	5	4	4	2	3	3	5	8	13	-	-	10	-
Koegelwiek	-	10	-	-	5	-	-	9	-	11	-	-	-	-	8
Douwkesplak	-	8	-	-	7	-	3	7	9	5	7	4	18	11	12

Stommeeuw

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	249	-	305	354	394	419	402	310	-	-
Cranberryvallei	-	-	77	-	-	98	-	-	3	1	2	-	-	-	-
Kooisplek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-	-	1	-
Koegelwiek	-	0	-	-	0	-	-	0	0	-	-	-	-	-	0
Douwkesplek	-	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Winterkoning

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	5	-	3	6	2	2	6	6	-	-
Cranberryvallei	-	-	2	-	-	4	-	-	7	11	10	-	-	-	-
Kooisplek	1	1	1	2	1	1	3	1	2	3	1	-	-	9	-
Koegelwiek	-	0	-	-	2	-	-	9	-	4	-	-	-	-	26
Douwkesplak	-	1	-	-	2	-	4	6	10	1	0	10	9	15	17

Bruine Kiekendief

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vallei van het Veen	-	-	-	-	-	1	-	2	2	1	1	2	2	-	-
Cranberryvallei	-	-	1	-	-	3	-	-	2	2	2	-	-	-	-
Kooisplek	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	0	-
Koegelwiek	-	1	-	-	2	-	-	2	3	-	-	-	-	-	2
Douwkesplek	-	2	-	-	1	-	0	0	1	0	2	1	2	2	1

Tabel 15. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de broedvogelgegevens binnen Vallei van het Veen, gerangschikt naar trend binnen het begrazingsgebied. De aantallen en trends zijn gebaseerd op broedvogelkarteringen van SOVON (zie tabel 14)

Broedvogelsoort	Gem. aantal broedpaar (\pm s.d.)	Trend
Scholekster	112 (\pm 59)	Afname
Blauwe Kiekendief	1 (\pm 1)	Afname
Veldleeuwerik	5 (\pm 2)	lichte afname
Stormmeeuw	348 (\pm 62)	Gelijk
Graspieper	45 (\pm 7)	Gelijk
Bergeend	21 (\pm 4)	Gelijk
Wulp	18 (\pm 2)	Gelijk
Fazant	12 (\pm 4)	Gelijk
Tapuit	11 (\pm 4)	Gelijk
Tureluur	5 (\pm 1)	Gelijk
Kievit	4 (\pm 1)	Gelijk
Winterkoning	4 (\pm 2)	Gelijk
Wilde Eend	4 (\pm 1)	Gelijk
Kneu	3 (\pm 2)	Gelijk
Sprinkhaanzanger	2 (\pm 2)	Gelijk
Bruine Kiekendief	2 (\pm 1)	Gelijk
Koekoek	1 (\pm 1)	Gelijk
Zwarte Kraai	1 (\pm 1)	Gelijk
Rietgors	1 (\pm 0)	Gelijk
Roodborsttapuit	1 (\pm 1)	Lichte toename
Zilvermeeuw	105 (\pm 63)	Toename
Kleine Mantelmeeuw	3 (\pm 4)	Toename
Grasmus	2 (\pm 2)	Toename
Eidereend	69 (\pm 32)	Sterke toename
Holenduif	9 (\pm 4)	Wisselend
Kauw	7 (\pm 4)	Wisselend
Fitis	3 (\pm 2)	Wisselend
Witte Kwikstaart	3 (\pm 2)	Wisselend
Houtduif	2 (\pm 2)	Wisselend
Kokmeeuw	2 (\pm 1)	Wisselend
Slobeend	1 (\pm 2)	Wisselend
Ekster	1 (\pm 1)	Onregelmatig
Meerkoet	1 (\pm 1)	Onregelmatig
Wintertaling	1 (\pm 1)	Onregelmatig
Braamsluiper	0 (\pm 1)	Onregelmatig
Waterral	0 (\pm 0)	Onregelmatig
Boompieper	0 (\pm 0)	Onregelmatig
Gele Kwikstaart	0 (\pm 0)	Onregelmatig
Goudhaantje	0 (\pm 0)	Onregelmatig
Groenling	0 (\pm 0)	Onregelmatig
Kwartel	0 (\pm 0)	Onregelmatig
Paapje	0 (\pm 0)	Onregelmatig
Roodborst	0 (\pm 0)	Onregelmatig

6.4 Conclusie

Konijn

Het belangrijkste effect van de achteruitgang van het Konijn op de vegetatie betreft het dichtgroeien van vegetatie en open zandige plekken met als gevolg het verloren gaan van open soortenrijke duingraslandvegetaties. Indien vegetaties eenmaal sterk zijn verruigd, zijn Konijnen zelden in staat om deze vegetatie weer terug te dringen en te 'heroveren' (Van Turnhout et al., 2001). Verwacht werd dat begrazing door het openen van de vegetatie de invloed van Konijnen op de vegetatie zou faciliteren. Een mogelijke verklaring van het feit dat deze facilitatie tussen vee en Konijnen niet optreedt (Van Wingerden et al., 2001), is dat VHS waarschijnlijk resulteert in een populatieomvang die kleiner is dan de draagkracht van het gebied op basis van de beschikbare hoeveelheid voedsel. Pas als de populatiegrootte in de toekomst weer gaat toenemen zal deze facilitatie tussen vee en Konijnen ook daadwerkelijk op kunnen gaan treden (Van Turnhout et al., 2001).

Amfibieën en reptielen

De effecten van begrazing op amfibieën en reptielen in de duinen zijn slecht bekend en verre van eenduidig (Van Turnhout et al., 2001). De dichtheden waarmee op Vlieland wordt begraasd zijn echter zo laag dat er geen negatieve effecten verwacht worden op de herpetofauna binnen het begrazingsgebied. Daar komt nog bij dat van geen van de gevonden soorten de kernpopulatie zich binnen het begrazingsgebied lijkt te bevinden, waardoor er geen sprake is van een kwetsbare situatie.

Er moet ook geconstateerd worden dat de begrazing waarschijnlijk ook geen positief effect heeft op de herpetofauna. De belangrijkste reden voor de algehele achteruitgang van de Zandhagedis is het dichtgroeien van open zandige plekken en korte vegetaties (Overleg Duinhagedis, 1999). De extensieve begrazing leidt momenteel echter niet tot het openen van de vegetatie en er ontstaan geen extra open zandige plekken voor de Zandhagedis of geschikter foerageergebied voor de Rugstreppad. Ook zorgt de extensieve begrazing niet voor dynamiek waardoor uitgestoven valleien met ondiepe, semi-permanente wateren kunnen ontstaan die functioneren als voortplantingshabitat voor de Rugstreppad. De sterke stijging van de grondwaterstand van de afgelopen jaren heeft waarschijnlijk een positieve invloed op de voortplantingsmogelijkheden voor Rugstreppad en Kleine Watersalamander.

Vogels

De invloed van begrazing op de broedvogels van de Vallei van het Veen is niet eenduidig, maar kan als licht negatief worden omschreven. Op de meeste vogelsoorten lijkt begrazing weinig invloed te hebben. Soorten die afhankelijk zijn van open en/of gevarieerde vegetatiestructuur, zoals de Tapuit, worden niet gefaciliteerd doordat de lage begrazingsdruk de verruiging niet terugzet. Ondanks deze lage graasdruk lijken enkele grondbroeders echter af te nemen of te verdwijnen als gevolg van verstoring door grazend vee. Enkele soorten verschuiven hun broedplaats naar de onbegraasde gebieden. Zolang deze uitwijkmogelijkheden voorhanden zijn lijkt de huidige begrazing geen grote effecten te hebben op de broedvogelbevolking van

Vlieland. Alleen voor de kleine populatie Blauwe Kiekendieven op Vlieland heeft de begrazing waarschijnlijk een ingrijpend effect gehad.

7 Dynamiek in ruimtelijke begrazingspatronen

De graasdruk wordt bepaald aan de hand van het aantal faecalieën, het aantal meter loopspoor gemaakt door runderen en het aantal en oppervlak door runderen veroorzaakte open plekken in de vegetatie. Deze gegevens zijn samengevat in de term graasintensiteit die gebaseerd is op het aantal faecalieën en het totale oppervlak aan opengewerkte vegetatie (zie tabel 14). De graasintensiteit is ingedeeld in de klassen 0 (niet begraasd) t/m 4 (zwaar begraasd).

Zoals vermeld in Van Wingerden et al, (2001) lag in onderzoeksseizoen 2000 het zwaartepunt van begrazing in het stratum intacte Kraaiheidevegetatie in het zuiden van het begrazingsgebied (plot 21, 24 en 26) en rond plot 8. De graasintensiteit in het westelijke deel van het terrein langs het pad van 20 (plot 14, 15 en 17) was gering. In 2001 blijkt er een verandering in graasintensiteit opgetreden. Gemiddeld is de graasintensiteit in de plots hoger geworden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de hoge waterstanden, waardoor de lage delen van het terrein minder geschikt zijn geworden en de hogere delen (waar de meeste plots liggen) intensiever door de runderen worden bezocht. Bij de plots 19 en 20 is de verandering als gevolg van de hoge waterstand goed te zien. Plot 20 heeft het hele jaar volledig onder water gestaan, waardoor de graasintensiteit daar zeer gering tot afwezig was. De runderen hebben zich geconcentreerd op de grotendeels droog gebleven plot 19.

De grootste veranderingen in graasintensiteit doen zich voor in het stratum vergraste vochtige duinvalleien. Van de 10 begraasde plots zijn er in 2001 6 intensiever begraasd dan in 2000, 3 zijn er even intensief begraasd en 1 is er minder intensief begraasd. Er is een duidelijke verschuiving te zien in het patroon van de graasintensiteit. Zoals voorspeld (Van Wingerden et al., 2001) is de graasintensiteit met name bij de westelijk gelegen plots 14, 15 en 17 toegenomen, waarschijnlijk omdat de runderen daar vaak naar de nieuw gegraven drinkpoel komen. Het effect op de graasintensiteit wordt hier echter versterkt doordat meeuwen zich in de poel wassen en drinken om vervolgens te rusten in of vlakbij de daar aanwezige plots. Dit levert een bemesting en bekalking (door schelp- en schaaldierresten in braakballen) op van de aanwezige vegetatie. Stikstofminnende storingssoorten als Gestreepte Witbol en Boskruiskruid gaan hierdoor domineren over voedzame Duinriet en Zandzegge. Deze stikstofminnende soorten zijn waarschijnlijk zeer voedsaam voor grazers, waardoor ze - in ieder geval een deel van het seizoen - geprefereerd worden boven andere plantensoorten die onder minder voedselrijke condities groeien. Het directe effect op de graasintensiteit is met name duidelijk waar te nemen in plot 14 en de aangrenzende onbegraasde plot 13.

De verschillen in graasintensiteit in de plots in het stratum intacte droge Kraaiheide zijn zeer gering. In dit stratum is een geringe afname van de graasintensiteit waargenomen.

Tabel 16. Verschillen in graasintensiteit tussen 2000 en 2001 in de begraasde plots. Loopsporen zijn vermeld in meters, oppervlakte open vegetatie in vierkante meters. De graasintensiteit is een in 4 klassen verdeelde gemiddelde waarde van het aantal droppings (verdeeld in de klassen 1-4, 5-7, 8-11, >11) en het totale oppervlak aan opengetrapte vegetatie (verdeeld in de klassen 1-11, 12-16, 17-25, >25). De trend geeft het verschil in graafintensiteit aan tussen de jaren 2000 en 2001

Plot nr.	2000					2001					2000	2001	Trend
	Drop-pings	Loop-Spoor	Aantal Plekken	Opper-vlak Plekken	Totaal open veg.	Drop-pings	Loop-spoor	Aantal plekken	Opper-vlak Plekken	Totaal open veg.	Inten-siteit	Inten-siteit	
1	3	40	4	0,6	8,6	11	86	0	0	17,2	1	2	+
8	11	35	0	1	8	5	57	1	5	16,4	2	2	0
9	1	52	9	1	11,4	2	39	0	0	7,8	1	1	0
10	6	60	12	0,8	12,8	25	68	0	0	13,6	2	3	+
11	1	0	0	0,5	0,5	5	35	1	2	9,0	1	1	0
14	0	20	6	0,3	4,3	5	107	1	4	25,4	1	2	+
15	0	5	3	0,2	1,2	1	50	1	4	14,0	1	2	+
17	1	21	5	1	5,2	3	103	3	9	29,6	1	3	++
19	5	56	7	0,3	11,5	20	100	2	12	32,0	2	4	++
20	1	50	9	1	11	Onder water, dus 'onbegraasd'					1	0	-
21	11	62	15	2	14,4	3	65	3	12	24,8	3	2	-
23	1	30	0	1,2	7,2	0	22	0	0	4,4	1	1	0
24	13	75	4	0,8	15,8	9	60	1	18	30,0	3	3	0
26	19	0	5	1	1	3	68	2	8	21,6	3	2	-
29	niet bemonsterd in 2000					10	126	0	0	25,2	nb	3	
30	niet bemonsterd in 2000					4	94	0	0	18,8	nb	2	
31	niet bemonsterd in 2000					50	overal	1	360	360,0	nb	4	
32	niet bemonsterd in 2000					15	overal	1	120	120,0	nb	3	

Discussie en conclusies

Inleiding

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van het onderzoek dat is uitgevoerd in 2001 naar de effecten van begrazing op de fauna en vegetatie van de Vallei van het Veen. Dit onderzoek is een aanvulling op het onderzoek van 2000, waarin de effecten van zeven jaar runderbegrazing zijn geëvalueerd (Van Wingerden et al., 2001). In dit hoofdstuk zal eerst kort worden ingegaan op de doelen van het beheer en dit onderzoek. Vervolgens zullen de resultaten van het onderzoek in 2000 en 2001 worden besproken met betrekking tot deze doelen. Ten slotte worden de resultaten besproken in relatie tot de huidige kennis over begrazingsbeheer in de duinen en worden mogelijkheden voor (veranderingen in) het beheer en mogelijkheden voor vervolgonderzoek aangegeven.

Beheers- en onderzoeksdoelen

Bij het instellen van begrazing in 1993 zijn door de beheerder (Staatsbosbeheer) drie doelstellingen geformuleerd, te weten:

- het tegengaan van verbossing en verstruweling;
- de vorming van laagbegrunde of kale plekken in dichte vegetatiepakketten;
- en de facilitatie van konijnen, zodat deze weer als natuurlijke grazer van het duinsysteem kunnen functioneren (Van Wingerden et al., 1993).

Dit zijn de directe doelen voor het beheer. Het uiteindelijke - en impliciet aanwezige - doel is behoud en/of herstel van de voor de kalkarme duinen van het waddendistrict kenmerkende planten- en diergezelschappen. In termen van natuurdoeltypen zijn dit 'droge kalkarme duingraslanden' (type 3.34), 'droge duinheide' (type 3.45), 'natte duinheide' (type 3.42) en plaatselijk 'stuiwend duin' (type 3.48) (Bal et al., 2001). De beheerder heeft in 1993 voor een lage veebezetting gekozen om de begrazing geleidelijk over het gebied te laten plaatsvinden, zodat populaties van dieren en planten tijd zouden hebben zich aan het nieuwe beheer aan te passen. Een snelle realisatie van de doelen woog niet op tegen een mogelijk verlies aan dier- en plantensoorten.

De afgelopen jaren zijn in Nederland de aandachtspunten van het onderzoek naar effecten van beheersmaatregelen gedeeltelijk verschoven onder invloed van de kennis die is opgebouwd in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN). Met name de fauna - die tot voor kort sterk onderbelicht was - heeft de laatste jaren meer aandacht gekregen. Zowel de vraag of beheer faunasoorten faciliteert, als de vraag of beheersmaatregelen negatieve neveneffecten hebben op de fauna wordt gesteld. Dit geldt ook voor het onderhavige onderzoek en dat is één van de hoofdredenen geweest om het 'reguliere' evaluatieonderzoek in 2000 een verlenging te geven in 2001. Immers, de proefopzet die in 1993 is opgezet, was 'slechts' bedoeld om de realisatie van de oorspronkelijke beheersdoelstellingen te evalueren. Daarnaast zijn er onderdelen in de proefopzet opgenomen om eventuele neveneffecten op intacte Kraaiheidevegetaties en op de fauna te bepalen. Getracht wordt om met de

beschikbare resultaten ook uitspraken te doen over het herstel en de facilitatie van faunasoorten door het begrazingsbeheer.

Realisatie van beheersdoelstellingen

Zoals reeds omschreven in Van Wingerden et al. (2001) zijn de beheersdoelstellingen, zoals die geformuleerd zijn bij het instellen van begrazing gedeeltelijk gehaald. De verstruweling wordt geremd, maar niet volledig tegengegaan. Wel neemt met begrazing de hoogte van de struiken en bomen af. Verwacht wordt dat de vorming van duinbos door de huidige begrazing sterk wordt vertraagd en de vorm krijgt van een tamelijk open duinstruweel. De begrazing heeft ook een duidelijk effect op vergrassing. In de begraasde delen nemen de grassen niet significant in hoogte toe, in de onbegraasde delen wel. Van een algemene afname in vegetatiehoogte door begrazing is geen sprake. Wel wordt plaatselijk de vegetatie geopend in de vorm van loopsporen, graas- en ligplekken. Deze opening van de vegetatie heeft nog geen facilitatie van konijnenbegrazing tot gevolg. De konijnenstand op Vlieland is – in overeenkomst met de rest van het Nederlandse duingebied - vanaf het begin van de jaren negentig van de vorige eeuw gedecimeerd. De belangrijkste oorzaak hiervan lijkt het konijnenvirus VHS. De meest waarschijnlijke verklaring van het feit dat de verwachte facilitatie tussen vee en konijnen niet optreedt, is dat VHS resulteert in een populatieomvang die kleiner is dan de draagkracht van het gebied op basis van de beschikbare hoeveelheid voedsel. Pas als de konijnenpopulatie in de toekomst weer gaat toenemen zal de facilitatie tussen vee en konijnen ook daadwerkelijk op kunnen gaan treden (Van Turnhout et al., 2001).

Gradiënten in begrazing

Zoals mag worden verwacht met extensieve begrazing, treedt er een duidelijke begrazingsgradiënt in het terrein op. Opvallend is daarbij dat ondanks de zeer lage begrazingsdruk in elke plot begrazingseffecten van runderen zijn gevonden. De runderen blijken gedurende het jaar dus overal te komen. Daarnaast blijken de begrazingspatronen zelfs tussen twee opeenvolgende jaren onderhevig aan sterke verschuivingen. De belangrijkste sturende factoren hiervoor lijken de verhoogde grondwaterspiegel, waardoor sommige plots onbegaanbaar worden en anderen juist intensiever worden begraasd, veranderingen in drinkwatervoorziening voor het vee in de zomer en een sterke wisselwerking met meeuwenactiviteit. Op plaatsen waar veel meeuwen komen om te rusten of te poetsen, treedt een sterke bemesting door vogels op. Dit heeft blijkbaar een positief effect op de voedselkwaliteit van de aanwezige vegetatie, want deze plekken worden zeer kort afgegraasd door het vee. Dit effect was reeds opgemerkt in een vallei waarin zich geen onderzoeksplots bevonden, maar in 2001 bleek plotseling eenzelfde effect op te treden bij enkele plots nabij het Pad van 20, die tot 2000 nauwelijks begraasd werden. Vlakbij deze plots is enkele jaren geleden een drinkpoel gegraven, waardoor de begrazingsdruk in de omgeving waarschijnlijk licht is toegenomen. Echter, doordat hier veel meeuwen komen drinken en wassen, en in de buurt van de onderzoeksplots gaan rusten en poetsen, treedt plaatselijk een sterke eutrofiëring op. Hierdoor ontstaat een sterke toename van de graasdruk en vormen zich zeer interessante verschuivingen in begrazingspatronen.

Veranderingen in vegetatiesamenstelling

De veranderingen in aantallen soorten en de soortensamenstelling van hogere planten, mossen en korstmossen tussen 1993 en 2000 zijn gering en nauwelijks toe te schrijven aan begrazing. De belangrijkste sturende factor voor de veranderingen lijkt een verhoging van de grondwaterspiegel te zijn. Deze factor lijkt tevens belangrijker dan verschillen in bodemcondities als pH en nutriëntenstatus. Overigens zijn de effecten van de gestegen grondwaterspiegel op de vegetatie minder duidelijk dan die op de ongewervelde fauna, wat spoort met het idee dat ongewervelde dieren sneller veranderingen in het milieu indiceren dan hogere planten.

Het begrazingsgebied is van oudsher kalkarm en vegetatietypen van kalkrijkere standplaatsen kwamen in de laatste helft van afgelopen eeuw niet meer voor. Echter, wanneer de huidige vegetatiesamenstelling vergeleken wordt met historische vegetatieopnamen blijkt dat er de laatste halve eeuw een duidelijke floristische verarming heeft plaatsgevonden. De beschikbare historische gegevens wijzen niet op het voorheen voorkomen van soortenarme vegetaties als gevolg van zure omstandigheden, anders dan door zure depositie. Met name plantensoorten van zwakgebufferde, droge en vochtige habitats, zoals Wondklaver, Heidekartelblad, Gewone vleugeltjesbloem en Welriekende nachtorchis zijn uit het gebied verdwenen. De meest waarschijnlijke reden hiervoor zijn de effecten van verzuring, vermisting en verdroging en een afname in dynamiek. Deze floristische achteruitgang komt overeen met de algemene teloorgang van de botanische waarden in de duinen van het Waddengebied.

Ongewenste neveneffecten op intacte vegetaties

De neveneffecten van het extensieve begrazingsbeheer op de intacte Kraaiheidevegetaties lijken gering. Kraaiheidestruiken worden slechts zeer plaatselijk losgetrokken. Loopsporen ontbreken nagenoeg geheel in de Kraaiheidevegetaties. Blijkbaar is de veerkracht van de struiken groot. In de vochtige delen, waar de vegetatie (met name door de waterstandsverhogingen van de laatste jaren) een belangrijk deel van het jaar geïnundeerd wordt, vindt wel een afname van vitaliteit en afsterving plaats van Kraaiheidestruiken. Hier heeft betreding door runderen wellicht een groter effect.

De huidige begrazing lijkt ook geen negatief effect te hebben op de Rijsbes. Deze in Nederland zeldzame plantensoort komt in de Vallei van het Veen zowel in begraasde als onbegraasde plots voor en lijkt zich ten opzichte van vroeger te hebben uitgebreid.

Effecten op de ongewervelde fauna

Voor de ongewervelde fauna die in de nazomer van 2000 in de valleien is bemonsterd, bleken de neveneffecten van begrazingsbeheer licht positief, maar zeer gering te zijn. Ook de effecten op de meer warmte- en droogteminnende fauna, die in juli 2001 op de hogere terreindelen aanvullend is bemonsterd, zijn zeer gering, zij het dat hier een licht negatieve trend aanwezig is. In beide bemonsteringsperiodes zijn geen faunasoorten gevonden die als zeer karakteristiek voor het duinsysteem aangemerkt kunnen worden. Daarnaast zijn er geen faunasoorten die alleen in

begraasde of alleen in onbegaasde terreinen zijn gevonden. Omdat de plots random zijn verdeeld over het terrein lag in 1993-2000 geen enkele plot in de meest zwaar begraasde delen van het terrein. In 2001 zijn daarom 4 extra plots bemonsterd die wel in deze zwaar begraasde delen lagen. De bemonsteringen van ongewervelden in deze nieuwe plots leverden geen nieuwe soorten op in vergelijking met de overige plots in hetzelfde vegetatie-stratum. Geconcludeerd moet worden dat de huidige begrazing geen negatieve neveneffecten op de ongewervelde fauna heeft, maar ook geen karakteristieke soorten faciliteert. Verhoging van de graasdruk door inzet van meer vee leidt in de valleien waarschijnlijk niet tot een meer diverse ongewervelde fauna.

Veranderingen in soortensamenstelling die bij de fauna zijn waargenomen kunnen, sterker dan bij de vegetatie, worden toegeschreven aan verschillen in hoogteligging en daarmee samenhangende verschillen in vochtigheid en temperatuur. De stijging van de grondwaterspiegel heeft de verschillen tussen de faunasamenstelling van hoge en van lage delen versterkt. Enkele faunasoorten blijken onder invloed van begrazing algemener te zijn op hoog gelegen plekken dan op laag gelegen plekken in het duin. De extensieve begrazing versterkt dus eerder de faunadiversiteit die gerelateerd is aan verschillen in reliëf, dan dat deze wordt genivelleerd.

Verwacht werd dat de droogte- en warmteminnende fauna van de hoge delen een groter effect zou ondervinden van begrazing. Ten eerste vormen de droge terreindelen een meer kwetsbare habitat dan de vochtige terreindelen (Van Turnhout et al., 2001). Ten tweede zou juist deze faunagroep moeten reageren op veranderingen in het microklimaat wanneer de vegetatie opener wordt of niet verder dicht groeit. Dat dit niet het geval is kan twee mogelijke oorzaken hebben, die deels door elkaar heen kunnen spelen. De eerste oorzaak kan zijn dat de begrazing de vegetatie te weinig terugdringt om deze voor de warmte- en droogteminnende fauna geschikt te maken. Echter, ook op plekken waar de vegetatie wel kort wordt gegraasd worden geen duidelijk effect op deze soorten gevonden. Wellicht wordt de vegetatie weliswaar kort gegraasd maar blijft de mat te dicht om de gewenste veranderingen in het microklimaat te bewerkstelligen, zoals wordt geopperd in Nijssen et al. (2001a). Een tweede oorzaak kan zijn dat de gewenste faunasoorten door de vergaande vegetatiesuccessie uit het gebied zijn verdwenen en de – relatief kleine – plekken waar de vegetatie wordt geopend nog niet hebben kunnen herkoloniseren.

Effecten op de gewervelde fauna

De beschikbare gegevens over gewervelde diersoorten op Vlieland bleken over het algemeen schaars en onvolledig, en daardoor grotendeels ongeschikt voor de evaluatie van het begrazingsbeheer. Voor de meeste soorten gewervelden konden geen positieve danwel negatieve effecten van begrazing worden ontdekt. Alleen de Blauwe Kiekendief lijkt door versturende effecten van grazend vee uit het gebied verdwenen te zijn. Daarnaast lijken enkele meeuwensoorten de verstoring door grazend vee te vermijden door net buiten het raster te gaan nestelen.

Zoals eerder is vermeld is de konijnenstand op Vlieland zeer sterk teruggelopen, waarschijnlijk als gevolg van VHS. Telgegevens om deze achteruitgang te documen-

teren ontbreken echter. Hoewel de begrazing de dichte vegetatie plaatselijk opent zal facilitatie van konijnenbegrazing waarschijnlijk pas gaan optreden wanneer de konijnenpopulatie weer gaat toe nemen.

Wisselingen in de grondwaterspiegel

Onder invloed van bosaanleg en de daarmee gepaard gaande ontwatering van het duingebied is het grondwaterpeil in het onderzoeksgebied in de afgelopen eeuw 50 á 100 cm gedaald. Wisselingen in grondwaterstand in de afgelopen 25 jaar blijken echter een natuurlijk verloop te hebben. Uit de analyse blijkt een stijging van de grondwaterspiegel op te treden van zo'n 20 cm vanaf 1994 tot heden. De invloed van de vernattingsmaatregelen die in 1993 binnen en in de buurt van het begrazingsgebied zijn genomen: het dempen van een sloot en het plaatsen van een kwelscherm, blijken tot nu toe niet aantoonbaar. Buiten het begrazingsgebied en op Ameland zijn vergelijkbare veranderingen in de grondwaterstand waargenomen. De verschuivingen in vegetatie- en faunasamenstelling moeten daarom op dit moment worden toegeschreven aan een reeks van natte jaren en niet aan de genomen maatregelen. Dit alles wil niet zeggen dat de vernattingsmaatregelen helemaal geen effect hebben. Met name in droge jaren is het belangrijk om te bezien of het gebied langer water vasthoudt dan gebieden waar geen maatregelen zijn genomen.

Begrazingsbeheer in de duinen

De Nederlandse duinen zijn van oudsher al gebruikt om vee te laten grazen. Omdat overbegrazing tot grootschalige verstuivingen leidde, is eind 19^e eeuw de begrazing beperkt. Door beplantingen van bossen en Helm in het begin van de vorige eeuw, het vrijwel verdwijnen van duinbegrazing in de jaren '50 en de effecten van VER-factoren vanaf de jaren '70 zijn de duinen veranderd van een onnatuurlijk stuivend landschap in een onnatuurlijk vastgelegd landschap (Van Turnhout et al., 2001). De laatste decennia is men ervan overtuigd geraakt dat de duinen opener horen te zijn en wordt o.a. begrazing ingezet als middel om dit doel te bereiken. In principe biedt begrazing goede perspectieven om natuurlijke overgangen te vormen en is makkelijk uitvoerbaar in reliëfrijke terreinen zoals duinen (o.a. Van Dijk, 1992). Daarnaast werkt begrazing, zeker als deze extensief wordt uitgevoerd, zeer geleidelijk, waardoor planten- en diersoorten de tijd hebben om zich aan te passen aan de veranderende omstandigheden als gevolg van het beheer en zodoende kunnen ontsnappen aan eventuele negatieve effecten (Ten Haaf, 1989).

Hoewel over de effecten van begrazing als beheersmaatregel veel is geschreven, zijn de resultaten allesbehalve eenduidig en zijn er nog veel vraagtekens (Van Wingerden et al., 1997; Kooijman et al., 1999; Stuijzand et al., 2000; Van Turnhout et al., 2001). Algemeen kan worden gesteld dat het uiteindelijk effect van begrazing afhankelijk is van de graasdruk, het type grazer en de uitgangssituatie. Hierbij geldt dat hoogproductieve systemen minder kwetsbaar zijn dan laagproductieve systemen en vochtige of natte duinen minder kwetsbaar zijn dan droge duinen. In kalkarme duingebieden is de koppeling tussen biomassa-productie en stikstofmineralisatie veel sterker dan in kalkrijke duingebieden. Hierdoor zou een afname van de strooiselininput door begrazing eerder tot een afname in de biomassa leiden in de kalkarme duinen van het Waddendistrict, dan in de kalkrijke duinen van het Renodunaal district

(Kooijman et al., 1999). Kalkrijke duinsystemen blijken echter minder kwetsbaar te zijn voor begrazing dan kalkarme duinsystemen, die wat gevoeligheid voor begrazing betreft, beter kunnen worden vergeleken met binnenlandse heideterreinen. Begrazing in kalkrijke duinen lijkt voor vegetatie én fauna dan ook succesvoller te zijn dan in de kalkarme duinen (Van Turnhout et al., 2001). Overigens zijn de effecten van zeer extensieve begrazing, zoals die wordt toegepast in de Vallei van het Veen, eerder nauwelijks onderzocht. Over de effecten van begrazing op de fauna van de kalkarme duinen van het Waddendistrict is nog zeer weinig bekend. Het onderhavige onderzoek is naast Nijssen et al. (2001b) het enige onderzoek dat de effecten van begrazing op vegetatie én diverse faunagroepen in de duinen van dit district heeft onderzocht.

Evaluatie en mogelijkheden voor beheer

Uit de onderzoeksresultaten kan worden geconcludeerd dat het huidige begrazingsbeheer vergrassing tegengaat, de verstruweling vertraagd en dat plaatselijk de vegetatie wordt geopend. Hiermee is een deel van de geformuleerde doelstellingen gehaald. De neveneffecten van de begrazing op de fauna zijn gering en niet eenduidig positief of negatief. De ingestelde begrazing heeft – in tegenstelling tot een aantal andere begrazingsprojecten in Nederland met een hogere graasdruk – nauwelijks aanwijsbare negatieve effecten op de fauna en er treedt geen nivellering op van de faunadiversiteit die bestaat als gevolg van verschillen in bodemreliëf en wisselende grondwaterstanden. Er moet echter ook geconcludeerd worden dat het extensieve begrazingsbeheer tot nu toe ook geen herstel van karakteristieke fauna- en vegetatie van kalkarme duinen tot gevolg heeft gehad, zoals in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) wenselijk is. De vraag of extensieve begrazing een geschikte maatregel is om de doelen van het OBN te bereiken is moeilijk te beantwoorden. Het achterweg blijven van een herstel van vegetatie en fauna kan namelijk twee oorzaken hebben:

- het beheer heeft nog te kort plaatsgevonden om de verwachte of gewenste diversiteit en natuurwaarden op te leveren;
- extensieve begrazing schiet tekort om de sterk verruigde terreinen zonder aanvullend of intensiever beheer te herstellen.

Er is nog geen enkele ervaring met zeer extensieve begrazing in natuurgebieden op lange termijn. Zeker gezien het feit dat effecten van begrazing - ondanks de lage graasdruk - overal aanwezig zijn en tussen de jaren sterke verschuivingen in graasdruk worden waargenomen, is het mogelijk dat de lange termijn effecten groter zullen zijn dan de effecten die tot nu toe worden waargenomen. Op basis van de huidige gegevens is het nog te vroeg om een 'eindoordeel' over de effectiviteit van extensieve begrazing te vellen.

Afgaande op de resultaten ligt het niet voor de hand dat extensieve begrazing op korte termijn vergrassing en verruiging terug kan dringen. Intensivering van het graasbeheer is een optie. Echter, aangezien de kalkarme duinen van het Waddengebied relatief kwetsbaar zijn voor een hoge graasdruk, bestaat de kans dat het verhogen van de veedichtheid negatieve neveneffecten op de vegetatie of de fauna

met zich mee brengt. Dit effect is in veel andere terreinen met een hogere graasdruk waargenomen (Van Wingerden et al., 1997). Daarnaast zal een verhoging van de graasdruk de tot nu toe ontstane begrazingspatronen en de verschuivingen in graasintensiteit teniet kunnen doen. Een hogere begrazingsdruk in droge en vochtige valleien lijkt momenteel ook niet tot een verhoging van de faunastische diversiteit te leiden.

Indien toch wordt besloten voor een uitbreiding van begrazing kan wellicht het bestaande begrazingsgebied worden uitgebreid, met behoud van de huidige rasters, waardoor er buiten het gebied mogelijkheden ontstaan om met begrazing te experimenteren, bijvoorbeeld met hoge dichtheden op kleine schaal. In plaats van een hogere graasdruk is het ook mogelijk om plaatselijk kleinschalig beheer uit te voeren waarmee vegetatie en nutriënten worden verwijderd, zoals maaien, plaggen en chopperen, of waarmee de dynamiek wordt verhoogd, zoals het reactiveren van stuifkuilen. Op deze manier worden mogelijke neveneffecten van een hoge graasdruk vermeden en worden waarschijnlijk sneller de zwakgebufferde milieucondities voor de interessante, soortenrijkere vegetaties gerealiseerd. Wanneer kleinschalig beheer uitgevoerd gaat worden, is het wenselijk om dit niet in of vlakbij de bestaande onderzoekplots uit te voeren teneinde het enige bekende onderzoek naar de effecten van langdurige extensieve begrazing op de vegetatie en fauna niet te verstoren. Daarbij is een goede verkenning van de herstelmogelijkheden van het terrein op basis van abiotische condities en de plaats in de begrazingsgradiënt noodzakelijk om te komen tot een effectief beheer.

Mogelijkheden voor vervolgonderzoek

De BACI-proefopzet heeft bewezen een goede methode te zijn om de effecten van beheersmaatregelen te onderzoeken en deze te scheiden van de effecten van autonome processen in het onderzoeksgebied, zoals vernatting. Om lange termijn-effecten van begrazing met een lage graasdruk te leren kennen, is het van groot belang dat de huidige proefopzet wordt gehandhaafd en het onderzoek in de toekomst ongestoord wordt voortgezet.

Wanneer wordt gekozen voor aanvullend beheer met kleinschalige ingrepen is het van belang om ook de effecten hiervan te volgen, met name in combinatie met de effecten van extensieve begrazing. Voor onbegraasde controleplots kunnen kleinschalige maatregelen juist buiten het begrazingsraster worden uitgevoerd.

Tenslotte is het noodzakelijk, teneinde de kennis van herstel en beheer van duingebieden met behulp van begrazing te vergroten, om ook (soortgelijke) onderzoeken uit te voeren in andere duingebieden, met verschillende typen grazers en verschillen in graasdruk. De keuze van de duingebieden is daarbij zeer belangrijk, aangezien het type duinterrein, de ontstaansgeschiedenis, mate van aantasting en uitgangssituatie van vegetatie en fauna van groot belang zijn op de effecten van begrazing.

Literatuur

Bal D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal, F.J. van Zadelhoff, 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Rapport Expertisecentrum LNV nr. 2001/020, Wageningen.

Bergmans, W. & A. Zuiderwijk, 1986. Atlas van de Nederlandse amfibieën en reptielen en hun bedreiging. Vijfde herpetografisch verslag. Uitgave KNNV, Hoogwoud & Lacerta.

Brielsman, M., 1968. VLIELAND; een landschapsgeografische en morfologische studie van een Waddeneiland. Rijks Universiteit, Utrecht. 70 p. + 9 bijl.

Brooke, M.L., 1979. Differences in the quality of territories held by weathars (*Oenanthe oenanthe*). *Journal of Animal Ecology* 48: 21-32.

Dijk H.W.J. van, 1992. Grazing domestic livestock in Dutch coastal dunes: Experiments, experiences and perspectives. In: *Coastal Dunes*. Carter, Curtis & Sheehy-Skeffington (Eds.) Balkema, Rotterdam, pp. 235-250.

Drees, M. & H. Olf, 2001. Rabbit grazing and rabbit counting. In: *Coastal Dune Management. Shared Experience of European Conservation Practice*, Houston JA et al. (Eds.) Liverpool University Press, pp. 86-94.

Freude, H., K.W. Harde, G.H. Lohse, 1981. *Die Käfer Mitteleuropas*. Band 1t/m 15. Goeke & Evers Verlag.

Grasshoff, H. & H. Johanssen, 1977. A new sensitive method for determination of ammonia in seawater. *Water Res.* 2: 516.

Haaf, C. ten , 1989. Begrazing in de duinen. *Duin* 4: 152-155.

Henriksen, 1965. An automated method for determining low-level concentrations of phosphate in fresh and saline waters. *Analyst (London)* 90: 29-34.

Kamphake, L.H., S.A. Hannah, & J.M. Cohen, 1967. Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction. *Water Res.* 1: 206.

Kooijman A.M, M. Besse & R. Haak., 1999. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in eutrofiëring in open droge duinen. Eindrapport fase 2. 1996-1999. IBED-Fysische Geografie, Universiteit van Amsterdam.

Koolstra, B.J.H., R.J.F. Bugter, J.P. Chardon, C.J. Grashof, J.D. van Kuijk, R.M.G. Kwak, A.A. Mabelis, R. Pouwels & P.A. Slim, 1999 (2000). Graadmeter natuurwaarde

terrestrisch; verslaglegging van de uitgevoerde werkzaamheden. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 51 p.

Nijssen M, K. Alders, N. van der Smissen, H. Esselink, 2001a. Effects of grass-encroachment and grazing management on carabid assemblages on dry dune grasslands. Proc. Exper. Appl. Entomol. 12: 113-120.

Nijssen, M., H. Esselink, G.J. Van Duinen, M. Geertsma, J. Jansen, J. Kuper, 2001b. Gevolgen van vermessing, verzuring en verdroging en van beheersmaatregelen op de fauna, vegetatie en abiotiek van duingebieden op Ameland en Terschelling. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.

O'Brien, 1962. Automatic analysis of chlorides in sewage wastes. Engineering 33: 670-672.

Olf, H. & S.F. Boersma, 1998. Langetermijn veranderingen in de konijnenstand van Nederlandse duingebieden: oorzaken, en gevolgen voor de vegetatie. Landbouwuniversiteit Wageningen, 90 p.

Oosten, M.F. van, 1986. Bodemkaart van Nederland Schaal 1:50 000; toelichting bij de kaarten van de Waddeneilanden Vlieland Terschelling Ameland Schiermonnikoog. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 129 p.

Overleg Duinhagedis, 1999. De Duinhagedis voor de toekomst behouden. Over duinbeheer, versnippering en monitoring. Verslagen en Technische Gegevens 79: Instituut voor Systematiek en Populatiebiologie, Universiteit van Amsterdam.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & V. Westhoff, 1995. De Vegetatie van Nederland, deel 1; inleiding tot de plantensociologie – grondslagen, methoden en toepassingen. Opulus Press, Uppsala. 296 p.

Stuijzand S.C, C.A.M. Van Turnhout & H. Esselink, 2001. Gevolgen van verzuring, vermessing en verdroging en de invloed van beheer op heidefauna. 2. Basisdocument. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Turin, H., 2000. De Nederlandse Loopkevers, verspreiding en ecologie. (Coleoptera: Carabioidea). Nederlandse Fauna 3. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV. Uitgeverij & EIS Nederland, Leiden. 666, 16 platen met CD-ROM.

Van Turnhout, Ch., S. Stuijzand, M. Nijssen & H. Esselink, 2001. Gevolgen van verzuring, vermessing en verdroging en invloed van herstelbeheer op duinfauna. Basisdocument (concept) Inhaalslag OBN-Fauna Duinen. Rapport Stichting Bargerveen, SOVON, VOFF en Alterra. 258 p.

Vries, V. de, 1961. Vegetatiestudie op de Westpunt van Vlieland. Noorduijn, Gorinchem. 187 p. + bijl.

Vries, V. de, 1950. Vlieland; landschap en plantengroei. Brill, Leiden. 119 p.

Wingerden, W.K.R.E. van, M. Nijssen, P.A. Slim, J. Burgers, G.J.A.M. Jagers op Akkerhuis, A.P. Noordam, G.F.P. Martakis, H. Esselink, W.J. Dimmers & R.J.M. van Kats 2001. Evaluatie van zeven jaar runderbegrazing in duinvalleien op Vlieland. Alterra/Katholieke Universiteit Nijmegen/Stichting Bargerveen, Wageningen / Nijmegen. 102 p.

Wingerden W.K.R.E. van, F.A. Bink, D.A. Jonkers, F.J.J. Niewold, A.L.J. Wijnhoven, 1997. Gedomesticeerde grote grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie. II. De effecten van begrazing. Rapport IBN-DLO no. 258, Wageningen, 128 p.

Wingerden, W.K.R.E. van, A.H.P. Stumpel & J.W.G. van Osch, 1993. Vegetatie en fauna van de vallei van het Veen (Vlieland) voorafgaande aan begrazing. IBN-rapport 042. 45 p. en 3 bijlagen.

Bijlagen

Bijlage:Tabel A

bij een significant effect wordt via de volgorde van de letters de hoogte van *de modelpredicties van de aantallen* aangegeven.

alleen K : aantallen bij Kraaiheide groter dan bij Vergraste duinvallen

alleen g: aantallen bij begraasd significant hoger dan bij onbegraasd

hm l : de waarden voor hoogte en middel zijn hoger dan voor laag

hl - K: bij Kraaiheide zijn de aantallen bij hoog en laag hoger, en bij middel niet erg verschillend

soort	vegetatiestratum	behandeling	hoogteligging vangpot	interacties			
				begr* *stratum	hoogt* vegetatiestr	hoogt * behandel	hoogt*beh* vegetatiestr
Agriotes obscurus (Col.)			h=hoog(duin) m=midd(duinvoet) l=laag(vallei)				
Agroeca proxima (Aran.)			*** hm l				
Agropyus murina (Col.)	** K		* h m l				
Agyneta conigera (Aran.)			*** hm l		* hl-K		
Calathus fuscipes Col.)	* K	** g	** h m l		* hl-K		*
Calathus micropterus (Col.)			** h m l		* h-K; m-V	** h-g, lm-o	
Centromerus dilutus (Aran.)		* o	* hm l		* h-K; ml-V		
Dalopus marginatus (Col.)		* o	** m h l				
Diplostyla concolor (Aran.)		* o					
Drassodes cupreus (Aran.)			* h m l		** lh-K; m-V	* l-g; m-o	
Drusilla canaliculata (Col.)			* hm l		** hl-K; m-V		
Euophrys frontalis (Aran.)			** h m l				
Harpalus latus Col.)			** h m l		*** hl-K; m-V		
Harpalus neglectus (Col.)			* h m l				
Ischnosoma splendidum (Col.)			* h ml				
Nemastoma lugubre (Opil.)	** K		** h ml	* o-K; g-V			
Oxypselaphus obscurus (Col.)	* K		*** hm l		** hl-K; m-V		
Pardosa nigriceps (Aran.)			* h m l		** m-V; l-K	* hl-g;m-o	
Pterostichus diligens (Col.)	* K		*** l m h		* lh-K		
Pterostichus oblongopunctatus (Col.)		* o					
Strophosoma capitatum (Col.)	** K		*** h m l		** lh-K; m-V	* ml-o	
Trochosa terricola (Aran)	** K		** h m l				
Walckenaeria acuminata (Aran.)			* h v m		* hl-K; m-V		
Walckenaeria spec. (Aran.)			*** h lm		**h-V; l-K		*
Zelotes spec. (Aranj.)	* K		** h m l		* hl-K; m-V		

(vervolg Tabel A)

soort	vegetatiestratum	behandeling	hoogteligging vangpot	interacties			
				begr* *stratum	hoogt* vegetatiestr	hoogt * behandel	hoogt*beh* vegetatiestr
	V=vergraste duinvall K=intacte Kraaiheide	g=begraasd o=onbegraasd	h=hoog(duin) m=midd(duinvoet) l=laag(vallei)				
<i>Centromerus spec. (Aran.)</i>		** o					
<i>Agabus bipustulatus (Col.)</i>			* l h m				
<i>Saaristoa abnormis (Aran.)</i>	* K	* o					
<i>Alopecosa cuneata (Aran.)</i>	** K		** h v m		** h-K		*
<i>Neon reticulatus (Aran.)</i>			** h m l			* h-g	
<i>Oligolophus spec. (Opil.)</i>			*** h m l	g-K; o-V			
<i>Pardosa pullata (Aran.)</i>			** l m h				
<i>Paroligolophus agrestis (Opil.)</i>		* g					
<i>Philopodon plagiatus (Col.)</i>	* K		* h m l		* h-K;m-V		
<i>Pterostichus reaticus (Col.)</i>			* l h m				
<i>Syntomus truncatellus (Col.)</i>		* g					
<i>Trechus obtusus (Col.)</i>		* g	** h m l			* h-g	
<i>Xysticus erraticus (Aran.)</i>			*** h m l				
<i>Metopobactrus prominulus (Aran.)</i>		* o		** g-K; o-V			
<i>Ceratinella brevis (Aran.)</i>		* g					
<i>Oxyptila atomaria (Aran.)</i>		* o		* o-V; g-K			
<i>Argenna subnigra (Aran.)</i>			* h l m				
<i>Zora spinimana (Aran.)</i>		* o		* o-V; g-K			
<i>Tachyporus chrysomelinus (Col.)</i>	* V		* h m l				
<i>Dismodicus bifrons (Aran.)</i>			* h m l				
<i>Loricera pilicornis (Aran.)</i>		* o					
<i>Oedothorax retusus (Aran.)</i>		* o					
<i>Oedothorax fuscus (Aran.)</i>	* V		** l h m				
<i>Ephistemus globulus (Col.)</i>		* o					
	13	17	36	5	16	6	4
		12	32				

Bijlage:Tabel B

Habitatbeschrijvingen m.b.t. temperatuur en vochtigheid van relatief thermoxerobionte en relatief *hygro*bionte soorten. overige soorten (0) zijn talrijker zijn in begraasde plots (0); beschrijvingen verzameld uit literatuur en eigen bemonsteringen door A. Noordam (spinnen en hooiwagens) en J. Burgers (kevers).

	1	2	3
	relatief		
	thermoxerobiont	habitatbeschrijving	habitatbeschrijving
	(significant) X;	m.b.t. temperatuur	m.b.t.droogte
soort	0 = n.s.		habitatbeschrijving
			m.b.t. vochtigheid
bold = talrijker in l of m (sign.)			
<i>Agriotes obscurus</i> (Col.)	X	koel en warm	matig vochtig
<i>Agroeca proxima</i> (Aran.)	X	matig	matig vochtig (dichte kruidlaag)
<i>Agrypnus murina</i> (Col.)	X	warm	droog
<i>Agyneta conigera</i> (Aran.)	X		vochtig, strooisel van kruipwilg
<i>Calathus fuscipes</i> Col.)	X	warm	droog
<i>Calathus micropterus</i> (Col.)	X	warm	droog
<i>Centromerus dilutus</i> (Aran.)	X	nee. schaduw	vochtig, strooisel
<i>Dalopus marginatus</i> (Col.)		koel en warm	matig vochtig
<i>Diplostyla concolor</i> (Aran.)	0		vochtig
<i>Drassodes cupreus</i> (Aran.)	X		vochtige heide
<i>Drusilla canaliculata</i> (Col.)	X	warm	matig vochtig
<i>Euophrys frontalis</i> (Aran.)	X		vochtig
<i>Harpalus latus</i> Col.)	X	koel	droog
<i>Harpalus neglectus</i> (Col.)	X	warm	droog
<i>Ischnosoma splendidum</i> (Col.)	X	koel	matig vochtig
<i>Nemastoma lugubre</i> (Opil.)			vochtig
<i>Oxyopselaphus obscurus</i> (Col.)	X	koel	matig vochtig
<i>Pardosa nigriceps</i> (Aran.)		koel	vrij droog (in lagere aantallen)
<i>Pterostichus diligens</i> (Col.)		koel	matig vochtig
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Col.)	0	koel	matig droog
<i>Strophosoma capitatum</i> (Col.)	X	koel en warm	matig vochtig
<i>Trochosa terricola</i> (Aran.)	X	koel	vrij droog tot tamelijk vochtig, strooisel
<i>Walckenaeria acuminata</i> (Aran.)	X		vrij droog tot tamelijk vochtig, strooisel
<i>Walckenaeria spec.</i> (Aran.)	X		
<i>Zelotes spec.</i> (Aranj.)	X		

(vervolgTabel B)

Habitatbeschrijvingen m.b.t. temperatuur en vochtigheid van relatief thermoxerobionte en relatief *hygro*bionte soorten. overige soorten (0) zijn talrijker zijn in begraasde plots (0); beschrijvingen verzameld uit literatuur en eigen bemonsteringen door A. Noordam (spinnen en hooiwagens) en J. Burgers (kevers).

Agabus bipustulatus (Col.)		koel	niet droog	water
<i>Saariostoa abnormis (Aran.)</i>	0	schaduw	vrij droog tot	tamelijk vochtig, strooisel
<i>Alopecosa cuneata (Aran.)</i>	X	warm, maar niet te	vrij droog tot	vrij vochtig
<i>Neon reticulatus (Aran.)</i>	X	vrij koel, schaduw		vochtig
<i>Oligolophus spec. (Opil.)</i>	X			
Pardosa pullata (Aran.)		vrij koel		vochtig
<i>Paroligolophus agrestis (Opil.)</i>	0	licht loofbos	droog tot	matig vochtig
<i>Philopodon plagiatus (Col.)</i>	X	koel en warm	droog	
Pterostichus r h eaticus (Col.)	X	koel	niet droog	vrij vochtig
<i>Syntomus truncatellus (Col.)</i>	0	koel	minder droog	tot matig vochtig
<i>Trechus obtusus (Col.)</i>	X	koel en warm	matig droog	
<i>Xysticus erraticus (Aran.)</i>	X			
<i>Metopobactrus prominulus (Aran.)</i>	0	vrij koel		vochtig
<i>Ceratinella brevis (Aran.)</i>	0	koel		vochtig
<i>Oxyptila atomaria (Aran.)</i>	0		droog tot	matig vochtig(dicht gras en kruiden)
<i>Argenna subnigra (Aran.)</i>	X	matig warm	vrij droog	niet te vochtig
<i>Zora spinimana (Aran.)</i>	0	koel	niet te droog tot	zeer vochtig
<i>Tachyporus chrysomelinus (Col.)</i>	X	koel en warm	matig droog tot	matig vochtig
<i>Dismodicus bifrons (Aran.)</i>	X	vrij koel		zeer vochtig
<i>Loricera pilicornis (Aran.)</i>	0	koel		
<i>Oedothorax retusus (Aran.)</i>	0	koel		vochtig
Oedothorax fuscus (Aran.)		koel		vochtig
<i>Ephistemus globulus (Col)</i>	0	koel	niet te droog tot	vrij vochtig

Bijlage:Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

De codes zijn als volgt opgebouwd: plotnummer - PQ nummer - bodemdiepte.

(h=hoog= bovenste 5 cm; m=midden= 20-25 cm diepte)

Voorbeeld: 04-2h is dus het bodemonmonster van de bovenste 5 cm van PQ 2 in plotnr. 4

Alle gegevens zijn vermeld in $\mu\text{mol/l}$

Code	pH_H2O	pH_NaCl	NO3_H2C	NH4_H2O	Na_H2O	K_H2O	Cl_H2O
01-1h	4,72	3,61	0,01	0,14	1,34	0,34	1,17
01-1m	4,89	3,96	0,04	0,04	1,34	0,15	1,21
01-2h	4,77	3,59	0,02	0,22	1,64	0,22	2,19
01-2m	4,79	3,94	0,01	0,01	0,79	0,10	1,05
02-1h	4,75	3,42	0,06	0,65	1,14	0,33	0,89
02-1m	5,22	4,06	0,01	0,07	0,37	0,07	0,39
02-2h	5,99	4,81	0,03	0,51	0,78	0,22	1,02
02-2m	5,75	4,71	0,01	0,15	0,52	0,08	0,48
03-1h	4,72	3,96	0,00	0,01	1,10	0,92	2,27
03-1m	4,72	3,77	0,01	0,27	4,17	0,21	4,50
03-2h	4,94	3,93	0,01	0,27	2,25	0,29	2,49
03-2m	5,25	4,12	0,01	0,03	0,74	0,07	0,72
04-1h	4,42	3,19	0,02	0,02	0,64	0,23	0,59
04-1m	4,71	3,61	0,02	0,02	0,24	0,06	0,22
04-2h	5,49	4,25	0,01	0,05	2,28	0,41	2,08
04-2m	5,63	4,53	0,01	0,02	0,63	0,14	0,44
05-1h	5,82	4,83	0,06	1,00	2,39	0,26	2,40
05-1m	5,76	4,82	0,04	0,06	1,18	0,27	1,05
05-2h	5,83	4,96	0,01	1,48	2,41	0,50	2,64
05-2m	6,26	5,54	0,07	0,14	0,56	0,18	0,63
06-1h	4,99	3,62	0,01	0,32	0,42	0,11	0,53
06-1m	4,87	3,80	0,01	0,02	0,47	0,10	0,60
06-2h	5,04	3,66	0,02	0,39	0,68	0,19	0,96
06-2m	5,11	3,96	0,01	0,04	0,45	0,09	0,45
07-1h	4,92	3,70	0,03	0,80	0,71	0,54	1,63
07-1m	5,17	3,82	0,09	0,16	0,33	0,09	0,31
07-2h	4,20	3,74	1,40	0,51	1,01	0,48	1,13
07-2m	4,91	3,94	0,27	0,44	0,69	0,18	0,86
08-1h	5,69	5,36	1,51	0,15	1,26	0,65	1,12
08-1m	5,10	4,53	0,49	0,08	0,48	0,19	0,55
08-2h	4,37	3,52	1,79	0,55	0,96	0,55	0,59
08-2m	5,22	3,78	0,23	0,26	0,31	0,12	0,26
09-1h	4,40	3,10	0,01	0,07	0,61	0,17	0,50
09-1m	4,58	3,42	0,00	0,02	0,23	0,09	0,29
09-2h	4,16	3,01	0,01	0,09	0,59	0,21	0,57
09-2m	4,45	3,20	0,00	0,03	0,34	0,09	0,33
10-1h	4,41	3,29	0,01	0,09	0,69	0,22	0,68
10-1m	4,40	3,55	0,01	0,03	0,53	0,17	0,66
10-2h	4,77	3,58	0,01	0,19	0,56	0,35	0,46
10-2m	4,83	3,69	0,00	0,02	0,16	0,06	0,17
11-1h	4,13	3,14	0,01	0,09	1,68	0,19	1,69
11-1m	4,87	3,77	0,01	0,03	0,27	0,13	0,15
11-2h	4,62	3,36	0,03	0,14	0,89	0,31	0,60
11-2m	4,60	3,54	0,04	0,48	4,96	1,50	3,41
12-1h	4,81	3,74	0,01	0,14	1,28	0,32	1,20
12-1m	5,30	4,22	0,00	0,05	0,71	0,14	0,54
12-2h	4,49	3,46	0,01	0,17	0,42	0,22	0,33
12-2m	4,75	3,76	0,01	0,03	0,21	0,08	0,23
13-1h	4,83	4,02	0,22	0,34	1,34	1,36	2,61
13-1m	4,73	3,97	0,06	0,10	0,57	0,13	0,61

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	pH_H2O	pH_NaCl	NO3_H2O	NH4_H2O	Na_H2O	K_H2O	Cl_H2O
13-2h	4,66	3,86	0,64	0,65	0,82	0,26	0,45
13-2m	5,20	3,94	0,01	0,18	0,38	0,14	0,38
14-1h	4,51	3,33	0,01	0,58	0,67	0,16	0,79
14-1m	4,52	3,80	0,02	0,15	0,92	0,19	0,96
14-2h	4,69	3,49	0,01	0,71	0,67	0,13	0,82
14-2m	5,06	3,85	0,01	0,14	0,44	0,06	0,30
15-1h	5,37	4,35	0,02	0,22	1,10	0,32	1,49
15-1m	5,50	4,22	0,02	0,09	0,32	0,08	0,33
15-2h	4,54	3,30	0,02	0,77	0,72	0,20	1,03
15-2m	5,36	3,98	0,01	0,07	0,24	0,13	0,33
16-1h	4,53	3,57	0,05	0,70	1,08	0,21	1,14
16-1m	4,78	3,87	0,02	0,08	0,63	0,12	0,72
16-2h	5,08	3,45	0,06	0,75	0,66	0,14	0,80
16-2m	5,10	3,90	0,01	0,12	0,54	0,11	0,56
17-1h	5,23	4,09	0,02	0,93	0,63	0,16	1,11
17-1m	4,97	3,99	0,01	0,21	0,59	0,12	0,63
17-2h	4,93	3,84	0,01	0,90	0,98	0,21	1,47
17-2m	5,08	3,99	0,01	0,33	0,81	0,11	0,96
18-1h	5,19	3,64	0,01	0,69	0,69	0,15	0,93
18-1m	4,96	3,91	0,01	0,20	0,53	0,13	0,55
18-2h	4,49	3,39	0,02	0,72	1,56	0,39	2,36
18-2m	4,60	3,95	0,01	0,07	1,32	0,32	1,44
19-1h	4,85	3,52	0,02	0,90	0,68	0,17	0,72
19-1m	4,94	3,83	0,01	0,17	0,38	0,13	0,43
19-2h	4,76	3,60	0,01	0,52	0,78	0,24	0,76
19-2m	5,06	3,93	0,01	0,04	0,19	0,09	0,23
20-1h	4,80	3,85	0,01	0,21	1,36	0,33	1,51
20-1m	4,92	3,89	0,00	0,16	0,56	0,80	1,70
20-2h	5,38	4,05	0,01	0,83	0,97	0,20	1,55
20-2m	5,36	4,23	0,01	0,11	0,82	0,26	0,81
21-1h	4,18	3,32	0,01	0,19	1,23	0,43	1,04
21-1m	4,79	3,75	0,01	0,03	0,23	0,07	0,20
21-2h	4,60	3,47	0,01	0,10	0,52	0,25	0,38
21-2m	4,86	3,81	0,00	0,02	0,15	0,05	0,15
22-1h	4,46	3,19	0,01	0,40	0,94	0,29	0,86
22-1m	4,82	3,49	0,00	0,00	0,44	0,13	0,51
22-2h	4,50	3,16	0,09	0,24	0,93	0,19	0,66
22-2m	4,64	3,58	0,01	0,16	0,35	0,44	0,74
23-1h	4,36	3,00	0,02	0,15	0,58	0,21	0,65
23-1m	4,74	3,47	0,02	0,02	0,27	0,10	0,25
23-2h	4,69	3,28	0,02	0,13	0,28	0,14	0,29
23-2m	5,16	4,00	0,01	0,01	0,17	0,08	0,17
24-1h	4,23	3,16	0,01	0,00	0,65	0,25	0,62
24-1m	4,89	3,80	0,00	0,00	0,18	0,07	0,16
24-2h	4,36	3,41	0,04	0,63	1,04	0,49	1,86
24-2m	5,00	3,81	0,01	0,15	0,49	0,12	0,49
25-1h	4,39	3,07	0,01	0,00	0,79	0,17	1,10
25-1m	4,69	3,67	0,01	0,01	0,64	0,20	0,71

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	pH_H2O	pH_NaCl	NO3_H2C	NH4_H2O	Na_H2O	K_H2O	Cl_H2O
25-2h	4,59	3,51	0,12	0,04	0,75	0,24	0,58
25-2m	5,06	4,30	0,07	0,04	0,24	0,07	0,21
26-1h	4,78	3,33	0,02	0,28	0,56	0,14	0,54
26-1m	5,15	3,83	0,11	0,08	0,46	0,07	0,32
26-2h	4,14	2,97	0,01	0,01	0,38	0,35	0,68
26-2m	4,54	3,47	0,00	0,00	0,17	0,12	0,27
27-1h	4,17	3,05	0,02	0,34	0,81	0,22	0,80
27-1m	4,73	3,57	0,01	0,09	0,38	0,07	0,37
27-2h	4,40	3,16	0,06	0,29	1,19	0,16	0,89
27-2m	4,81	3,74	0,01	0,08	0,43	0,09	0,37
28-1h	niet bemonsterd						
28-1m	niet bemonsterd						
28-2h	niet bemonsterd						
28-2m	niet bemonsterd						
29-1h	5,00	3,86	0,01	0,14	0,83	0,28	0,63
29-1m	4,82	3,82	0,00	0,13	0,33	0,10	0,28
29-2h	6,80	5,72	1,70	0,08	1,05	0,26	0,64
29-2m	5,61	4,86	<0.00003	0,00	0,19	0,08	0,33
30-1h	4,47	3,22	0,01	0,22	0,50	0,24	0,52
30-1m	4,94	3,74	0,00	0,00	0,27	0,22	0,34
30-2h	5,63	4,09	0,02	0,96	0,88	0,49	1,57
30-2m	5,84	4,23	0,01	0,44	0,56	0,28	0,92
31-1h	niet bemonsterd						
31-1m	niet bemonsterd						
31-2h	niet bemonsterd						
31-2m	niet bemonsterd						
32-1h	5,23	4,12	0,47	0,39	1,48	0,57	1,29
32-1m	5,28	4,05	0,00	0,01	0,22	0,07	0,32
32-2h	5,69	5,30	>1.78	0,93	1,39	0,96	1,16
32-2m	5,29	4,36	>0.16	0,03	0,36	0,08	0,29

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	o-PO4_H2O	Ca_H2O	Mg_H2O	Mn_H2O	Fe_H2O	Si_H2O	Zn_H2O	P(tot)_H2O
01-1h	0,02	0,09	0,06	0,00	0,10	0,53	0,00	0,05
01-1m	0,00	0,11	0,17	0,00	0,11	0,23	0,00	0,03
01-2h	0,02	0,08	0,06	0,00	0,11	0,57	0,00	0,03
01-2m	0,01	0,06	0,06	0,00	0,07	0,73	0,00	0,01
02-1h	0,01	0,10	0,16	0,00	0,10	0,37	0,00	0,05
02-1m	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,16	0,00	0,01
02-2h	0,02	0,10	0,05	0,00	0,06	0,60	0,00	0,06
02-2m	0,01	0,04	0,02	0,00	0,01	0,21	0,00	0,01
03-1h	0,00	0,13	0,14	0,00	0,02	0,51	0,00	0,01
03-1m	0,01	0,10	0,08	0,00	0,04	0,54	0,00	0,03
03-2h	0,01	0,10	0,10	0,00	0,03	0,49	0,00	0,02
03-2m	0,00	0,06	0,05	0,00	0,01	0,19	0,00	0,01
04-1h	0,02	0,03	0,03	0,00	0,03	0,31	0,00	0,04
04-1m	0,01	0,02	0,02	0,00	0,04	0,16	0,00	0,02
04-2h	0,01	0,15	0,12	0,00	0,23	0,42	0,00	0,03
04-2m	0,00	0,04	0,04	0,00	0,03	0,17	0,00	0,01
05-1h	0,01	0,17	0,16	0,00	0,20	0,42	0,00	0,02
05-1m	0,00	0,16	0,25	0,00	0,06	0,17	0,00	0,02
05-2h	0,01	0,20	0,11	0,01	0,15	0,41	0,00	0,02
05-2m	0,00	0,10	0,06	0,00	0,04	0,15	<0.0004	0,01
06-1h	0,01	0,02	0,02	0,00	0,04	0,47	0,00	0,03
06-1m	0,00	0,02	0,03	0,00	0,02	0,74	0,00	0,02
06-2h	0,01	0,05	0,04	0,00	0,06	0,66	0,00	0,04
06-2m	0,00	0,03	0,03	0,00	0,02	0,73	0,00	0,01
07-1h	0,04	0,03	0,03	0,00	0,04	0,39	0,00	0,08
07-1m	0,01	0,03	0,01	0,00	0,03	0,19	0,00	0,01
07-2h	0,01	0,11	0,14	0,01	0,05	0,50	0,00	0,08
07-2m	0,01	0,04	0,04	0,00	0,05	0,25	0,00	0,01
08-1h	0,01	0,63	0,37	0,00	0,02	0,24	0,00	0,05
08-1m	-	0,21	0,08	0,00	0,03	0,13	0,00	0,01
08-2h	0,01	0,08	0,13	0,01	0,04	0,48	0,00	0,06
08-2m	0,01	0,01	0,02	0,00	0,03	0,18	0,00	0,02
09-1h	0,07	0,02	0,03	0,00	0,04	0,17	0,00	0,10
09-1m	0,03	0,01	0,01	0,00	0,05	0,04	0,00	0,04
09-2h	0,09	0,03	0,03	0,00	0,04	0,12	0,00	0,15
09-2m	0,05	0,01	0,01	0,00	0,05	0,07	0,00	0,06
10-1h	0,09	0,04	0,06	0,00	0,05	0,28	0,00	0,12
10-1m	0,02	0,03	0,03	0,00	0,04	0,09	0,00	0,04
10-2h	0,69	0,04	0,04	0,00	0,04	0,22	0,00	0,22
10-2m	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,04	<0.0003	0,03
11-1h	0,09	0,03	0,05	0,00	0,06	0,17	0,00	0,13
11-1m	0,02	0,02	0,02	0,00	0,04	0,11	0,00	0,02
11-2h	0,93	0,10	0,19	0,00	0,05	0,32	0,00	0,17
11-2m	0,32	0,29	0,34	0,01	0,64	1,21	<0.005	0,46
12-1h	0,08	0,06	0,12	0,00	0,02	0,08	0,00	0,09
12-1m	0,01	0,06	0,11	0,00	0,02	0,10	<0.0004	0,03
12-2h	0,11	0,05	0,04	0,00	0,03	0,32	<0.0004	0,15
12-2m	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,07	0,00	0,03
13-1h	0,11	0,16	0,13	0,00	0,04	0,39	0,00	0,12
13-1m	0,01	0,04	0,05	0,00	0,02	0,19	0,00	0,02

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	o-PO4_H2O	Ca_H2O	Mg_H2O	Mn_H2O	Fe_H2O	Si_H2O	Zn_H2O	P(tot)_H2O
13-2h	0,07	0,09	0,08	0,00	0,02	0,24	0,00	0,08
13-2m	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	0,23	0,00	0,03
14-1h	0,06	0,03	0,03	0,00	0,04	0,33	0,00	0,08
14-1m	0,01	0,11	0,19	0,00	0,03	0,26	0,00	0,04
14-2h	0,04	0,03	0,03	0,00	0,03	0,33	0,00	0,06
14-2m	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,19	0,00	0,02
15-1h	0,01	0,12	0,08	0,00	0,03	0,23	0,03	0,02
15-1m	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,13	0,00	0,01
15-2h	0,04	0,04	0,04	0,00	0,12	0,36	0,00	0,05
15-2m	0,00	0,01	0,01	0,00	0,06	0,14	0,00	0,02
16-1h	0,04	0,04	0,05	0,00	0,05	0,33	0,00	0,06
16-1m	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,09	0,00	0,01
16-2h	0,05	0,04	0,02	0,00	0,04	0,26	0,00	0,07
16-2m	0,00	0,20	0,04	0,00	0,10	0,20	0,00	0,01
17-1h	0,03	0,04	0,02	0,00	0,15	0,32	0,00	0,05
17-1m	0,01	0,03	0,03	0,00	0,04	0,37	0,00	0,02
17-2h	0,05	0,03	0,02	0,00	0,07	0,25	0,00	0,05
17-2m	0,01	0,03	0,02	0,00	0,04	0,24	0,00	0,02
18-1h	0,06	0,03	0,02	0,00	0,05	0,31	0,00	0,08
18-1m	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,23	0,00	0,03
18-2h	0,05	0,03	0,03	0,00	0,08	0,34	0,00	0,06
18-2m	0,03	0,09	0,09	0,00	0,11	0,17	0,00	0,05
19-1h	0,10	0,03	0,03	0,00	0,05	0,33	0,00	0,11
19-1m	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,15	0,00	0,03
19-2h	0,01	0,03	0,04	0,00	0,08	0,25	0,00	0,18
19-2m	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	0,00	0,02
20-1h	0,05	0,06	0,06	0,00	0,10	0,20	0,00	0,09
20-1m	0,00	0,02	0,03	0,00	0,01	0,10	0,00	0,01
20-2h	0,01	0,04	0,03	0,00	0,06	0,35	0,00	0,04
20-2m	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,19	0,00	0,01
21-1h	0,29	0,04	0,08	0,00	0,11	0,15	0,00	0,36
21-1m	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01
21-2h	0,05	0,06	0,04	0,00	0,09	0,13	0,00	0,07
21-2m	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01
22-1h	0,05	0,03	0,03	0,00	0,06	0,37	0,00	0,07
22-1m	0,00	0,02	0,01	<0.00006	0,04	0,40	0,00	0,01
22-2h	0,01	0,37	0,08	0,00	0,05	0,55	0,00	0,04
22-2m	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,27	<0.0004	0,03
23-1h	0,02	0,02	0,03	0,00	0,03	0,30	0,00	0,04
23-1m	0,01	0,01	0,01	<0.00006	0,02	0,20	0,00	0,02
23-2h	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03	0,22	0,00	0,04
23-2m	0,01	0,02	0,01	0,00	0,05	0,08	<0.0003	0,01
24-1h	0,03	0,01	0,02	<0.00006	0,04	0,24	0,00	0,04
24-1m	0,01	0,01	0,01	<0.00006	0,03	0,16	0,00	0,01
24-2h	0,14	0,06	0,08	0,00	0,06	0,56	0,00	0,18
24-2m	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,24	0,00	0,02
25-1h	0,01	0,02	0,03	<0.00007	0,06	0,50	<0.0004	0,03
25-1m	0,01	0,02	0,04	0,00	0,02	0,24	0,00	0,02

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	o-PO4_H2O	Ca_H2O	Mg_H2O	Mn_H2O	Fe_H2O	Si_H2O	Zn_H2O	P(tot)_H2O
25-2h	0,05	0,05	0,04	0,00	0,03	0,27	0,00	0,07
25-2m	0,01	0,04	0,02	0,00	0,03	0,10	0,00	0,02
26-1h	0,04	0,04	0,03	0,00	0,03	0,31	0,00	0,06
26-1m	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,22	0,00	0,02
26-2h	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,16	0,00	0,02
26-2m	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,15	0,00	0,02
27-1h	0,05	0,01	0,02	0,00	0,01	0,17	0,00	0,06
27-1m	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,24	0,00	0,02
27-2h	0,01	0,05	0,06	0,00	0,04	0,45	0,00	0,04
27-2m	0,01	0,04	0,02	0,00	0,01	0,21	0,00	0,01
28-1h								
28-1m								
28-2h								
28-2m								
29-1h	0,91	0,03	0,05	0,00	0,05	0,14	0,00	0,16
29-1m	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,19	0,00	0,02
29-2h	0,05	1,34	0,25	0,00	0,01	0,20	0,00	0,08
29-2m	0,01	0,33	0,07	0,00	0,06	0,33	0,00	0,03
30-1h	0,04	0,03	0,03	0,00	0,05	0,32	0,00	0,08
30-1m	0,01	0,01	0,02	0,00	0,03	0,21	0,00	0,04
30-2h	0,02	0,08	0,05	0,00	0,32	0,98	0,00	0,09
30-2m	0,00	0,01	0,01	0,00	0,05	0,31	0,00	0,02
31-1h								
31-1m								
31-2h								
31-2m								
32-1h	0,08	0,22	0,11	0,00	0,02	0,23	0,00	0,13
32-1m	0,01	0,23	0,05	0,00	0,06	0,46	0,00	0,02
32-2h	0,05	0,88	0,29	0,00	0,01	0,21	0,00	0,07
32-2m	0,01	0,08	0,03	0,00	0,02	0,13	0,00	0,02

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	S(tot)_H2O	Al_H2O	NO3	NaCl (µ	NH4_NaCl	K_NaCl	Ca_NaCl	Mg_NaCl
01-1h	0,25	0,12		0,06	0,28	0,74	311,72	2,62
01-1m	0,17	0,09		0,09	0,10	0,71	251,56	0,64
01-2h	0,19	0,15		0,04	0,55	0,31	164,93	2,37
01-2m	0,13	0,21		0,01	0,01	0,54	1605,36	0,54
02-1h	0,21	0,11		0,01	0,80	0,25	60,68	1,69
02-1m	0,05	0,05		0,01	0,09	0,46	133,38	0,49
02-2h	0,10	0,12		0,01	1,23	0,23	86,59	2,43
02-2m	0,08	0,04		0,04	0,25	0,50	234,70	1,04
03-1h	0,21	0,10		0,02	0,01	0,25	3689,47	0,89
03-1m	0,27	0,09		0,01	0,49	0,20	201,96	2,77
03-2h	0,38	0,08		0,01	0,49	0,41	273,10	3,81
03-2m	0,17	0,05		0,01	0,05	0,33	664,44	0,68
04-1h	0,13	0,06		0,01	0,01	0,15	4434,58	2,19
04-1m	0,05	0,05		0,03	0,03	0,74	361,20	0,34
04-2h	0,32	0,25		0,02	0,09	1,96	1140,41	4,97
04-2m	0,15	0,07		0,01	0,01	0,79	2973,71	1,01
05-1h	0,84	0,05		0,03	1,15	0,58	73,78	3,02
05-1m	0,29	0,05		0,01	0,06	0,36	578,72	1,02
05-2h	0,99	0,08		0,02	2,36	0,44	57,84	3,43
05-2m	0,15	0,04		0,02	0,15	0,74	347,28	0,75
06-1h	0,10	0,08		0,01	0,72	0,34	65,47	1,43
06-1m	0,07	0,13		0,01	0,11	0,37	121,33	0,46
06-2h	0,12	0,09		0,01	1,05	0,39	80,54	2,74
06-2m	0,09	0,11		0,01	0,10	0,59	323,95	0,88
07-1h	0,18	0,08		0,02	1,12	0,24	38,29	1,04
07-1m	0,06	0,05		0,07	0,23	0,60	86,10	0,49
07-2h	0,21	0,10		1,17	0,12	0,31	445,74	1,77
07-2m	0,12	0,06		0,25	0,47	0,82	61,40	0,78
08-1h	0,22	0,04		1,47	0,13	0,33	1114,84	1,18
08-1m	0,08	0,06		0,49	0,09	0,89	665,43	0,46
08-2h	0,16	0,08		1,76	1,11	0,36	57,06	1,91
08-2m	0,06	0,05		0,20	0,36	1,02	53,84	0,63
09-1h	0,10	0,07		0,01	0,11	0,38	495,76	1,74
09-1m	0,03	0,04		0,01	0,02	0,53	0,16	0,15
09-2h	0,09	0,06		0,01	0,12	0,19	631,40	2,09
09-2m	0,04	0,06		0,01	0,03	0,59	0,37	0,34
10-1h	0,12	0,09		0,01	0,10	0,35	453,70	1,79
10-1m	0,08	0,08		0,01	0,03	0,53	0,23	0,25
10-2h	0,11	0,08		0,01	0,25	0,61	246,29	1,61
10-2m	0,02	0,05		0,00	0,02	0,28	0,19	0,16
11-1h	0,13	0,08		0,01	0,14	0,20	457,88	2,17
11-1m	0,04	0,06		0,01	0,03	48,82	500,58	0,42
11-2h	0,15	0,10		0,01	0,20	0,78	381,87	2,18
11-2m	0,53	0,83		0,03	0,23	1,83	68,93	3,05
12-1h	0,33	0,07		0,02	0,20	0,78	2,19	2,50
12-1m	0,21	0,09		0,01	0,04	0,25	540,15	1,04
12-2h	0,10	0,09		0,01	0,27	0,65	268,59	1,62
12-2m	0,06	0,03		0,01	0,02	0,18	0,31	0,38
13-1h	0,15	0,06		0,10	0,28	2,29	475,30	2,80
13-1m	0,09	0,04		0,46	0,87	1,74	16,09	2,80

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	S(tot)_H2O	Al_H2O	NO3_NaCl (μ)	NH4_NaCl	K_NaCl	Ca_NaCl	Mg_NaCl
13-2h	0,15	0,04	0,87	0,76	0,70	133,35	2,43
13-2m	0,06	0,05	0,01	0,28	0,38	72,70	0,60
14-1h	0,15	0,06	0,08	6,37	2,95	9,06	11,88
14-1m	0,12	0,04	0,01	0,15	0,15	69,03	0,44
14-2h	0,19	0,06	0,02	1,32	0,38	55,37	2,52
14-2m	0,05	0,05	0,01	0,21	0,14	55,32	0,40
15-1h	0,20	0,04	0,02	0,33	0,80	430,47	2,47
15-1m	0,04	0,05	0,02	0,11	0,18	219,71	0,62
15-2h	0,20	0,10	0,02	1,34	0,61	54,39	2,29
15-2m	0,04	0,06	0,01	0,08	0,16	113,13	0,30
16-1h	0,27	0,07	0,03	0,78	0,36	46,23	1,14
16-1m	0,10	0,04	0,03	0,09	0,25	96,84	0,29
16-2h	0,17	0,05	0,04	1,38	0,42	38,40	1,77
16-2m	0,10	0,07	0,01	0,15	0,23	71,04	0,32
17-1h	0,12	0,09	0,02	2,32	2,39	38,75	1,88
17-1m	0,12	0,08	0,02	0,24	0,19	66,65	0,30
17-2h	0,09	0,05	0,02	1,20	0,54	44,21	1,35
17-2m	0,12	0,05	0,04	0,38	0,25	73,58	0,71
18-1h	0,10	0,06	0,01	1,23	0,52	42,83	1,79
18-1m	0,10	0,04	0,02	0,25	0,27	66,00	0,49
18-2h	0,20	0,11	0,01	0,97	1,00	47,28	1,97
18-2m	0,15	0,19	0,01	0,02	0,38	369,90	0,41
19-1h	0,22	0,07	0,02	1,61	1,03	38,81	2,31
19-1m	0,05	0,04	0,01	0,20	0,30	0,48	0,42
19-2h	0,15	0,09	0,01	0,72	0,83	83,33	2,36
19-2m	0,04	0,02	0,01	0,05	0,44	0,60	0,41
20-1h	0,16	0,09	0,01	0,38	1,22	214,06	2,45
20-1m	0,06	0,02	0,01	0,19	0,28	76,05	0,38
20-2h	0,11	0,07	0,03	1,66	0,65	38,55	2,23
20-2m	0,09	0,03	0,01	0,14	0,27	168,01	0,62
21-1h	0,21	0,10	0,01	0,19	0,85	228,55	2,17
21-1m	0,02	0,04	0,00	0,01	0,13	0,16	0,20
21-2h	0,11	0,10	0,01	0,12	0,59	551,36	1,15
21-2m	0,02	0,03	0,00	0,02	0,14	0,26	0,19
22-1h	0,21	0,09	0,06	0,72	0,84	68,87	2,24
22-1m	0,07	0,09	0,01	0,16	0,25	72,47	0,54
22-2h	0,20	0,13	0,02	0,33	0,53	111,38	1,51
22-2m	0,06	0,07	0,02	0,14	0,35	79,96	0,47
23-1h	0,12	0,06	0,03	0,29	0,67	163,94	1,94
23-1m	0,04	0,05	0,01	0,05	0,30	370,58	0,62
23-2h	0,07	0,05	0,02	0,28	0,52	202,87	1,06
23-2m	0,02	0,05	0,01	0,02	0,27	904,72	0,32
24-1h	0,10	0,05	0,01	0,01	0,56	2254,94	1,06
24-1m	0,03	0,04	0,01	0,00	0,18	1268,93	0,22
24-2h	0,20	0,14	0,01	1,08	0,67	37,18	1,90
24-2m	0,07	0,05	0,01	0,22	0,28	67,48	0,59
25-1h	0,10	0,11	0,03	0,50	0,58	67,36	1,92
25-1m	0,10	0,05	0,01	0,02	0,25	677,69	0,66

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	S(tot)_H2O	Al_H2O	NO3	NaCl (μ NH4_NaCl	K_NaCl	Ca_NaCl	Mg_NaCl	
25-2h	0,09	0,07		0,16	0,11	0,71	1206,93	1,74
25-2m	0,02	0,05		0,07	0,03	0,23	1499,90	0,33
26-1h	0,13	0,06		0,01	0,66	0,49	102,82	2,11
26-1m	0,06	0,05		0,01	0,13	0,21	158,53	0,46
26-2h	0,07	0,04		0,01	0,02	0,68	2288,55	1,76
26-2m	0,02	0,04		0,01	0,01	0,20	1461,64	0,27
27-1h	0,24	0,04		0,01	0,54	0,43	60,30	1,57
27-1m	0,07	0,05		0,01	0,15	0,14	55,80	0,32
27-2h	0,54	0,09		0,01	0,65	0,37	67,74	2,10
27-2m	0,13	0,03		0,00	0,11	0,11	126,86	0,52
28-1h								
28-1m								
28-2h								
28-2m								
29-1h	0,16	0,06		0,01	0,15	0,53	293,42	1,87
29-1m	0,05	0,04		0,01	0,20	0,27	0,34	0,34
29-2h	0,12	0,01	>1.951		0,15	0,73	2815,12	2,06
29-2m	0,07	0,10		0,16	0,01	0,19	5686,34	0,40
30-1h	0,11	0,08		0,01	0,44	0,91	153,39	2,26
30-1m	0,04	0,06		0,01	0,02	0,42	591,39	0,60
30-2h	0,21	0,27		0,01	3,72	2,33	20,90	2,79
30-2m	0,09	0,09		0,02	0,67	0,76	15,08	0,49
31-1h								
31-1m								
31-2h								
31-2m								
32-1h	0,21	0,03		0,52	0,70	1,11	428,98	4,61
32-1m	0,07	0,12		0,03	0,01	0,18	2838,22	0,50
32-2h	0,21	0,01	>1.966		0,92	1,03	277,85	1,91
32-2m	0,04	0,03		0,17	0,10	0,17	637,44	0,52

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	Mn_NaI	Fe_NaC	Si_NaC	Zn_NaC	P(tot)_NaI	S(tot)_NaI	Al_NaCl
01-1h	0,01	0,03	0,31	0,03	0,02	0,21	0,15
01-1m	0,00	0,05	0,19	0,01	0,01	0,13	0,28
01-2h	0,03	0,11	0,22	0,03	0,01	0,14	0,17
01-2m	0,00	0,03	0,12	0,01	0,00	0,11	0,25
02-1h	0,03	0,04	0,55	0,03	0,01	0,10	0,40
02-1m	0,00	0,01	0,39	0,01	<0.001	0,03	0,18
02-2h	0,04	0,02	0,21	0,02	0,03	0,08	0,03
02-2m	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,08	0,02
03-1h	0,01	0,01	0,18	0,00	0,00	0,17	0,12
03-1m	0,01	0,02	0,37	0,01	0,01	0,19	0,10
03-2h	0,01	0,01	0,44	0,03	0,01	0,30	0,06
03-2m	0,00	0,01	0,69	0,00	0,00	0,11	0,07
04-1h	0,04	0,01	0,13	0,02	0,03	0,10	0,20
04-1m	0,01	0,02	0,27	0,00	0,00	0,03	0,34
04-2h	0,04	0,02	1,78	0,02	0,01	0,18	0,15
04-2m	0,01	0,02	0,75	0,01	0,00	0,10	0,07
05-1h	0,03	0,02	0,66	0,02	0,01	0,61	0,02
05-1m	0,00	0,04	0,65	0,01	<0.001	0,18	0,03
05-2h	0,06	0,02	0,87	0,03	0,01	0,93	0,03
05-2m	0,00	0,01	0,25	0,00	0,00	0,13	0,02
06-1h	0,02	0,01	0,20	0,02	0,01	0,05	0,08
06-1m	0,00	0,01	0,17	0,01	0,01	0,04	0,15
06-2h	0,05	0,13	0,20	0,03	0,03	0,06	0,04
06-2m	0,01	0,01	0,16	0,01	0,01	0,08	0,05
07-1h	0,08	0,02	0,31	0,04	0,02	0,12	0,14
07-1m	0,02	0,02	0,07	0,01	0,00	0,04	0,32
07-2h	0,19	0,02	0,12	0,04	0,04	0,19	0,19
07-2m	0,04	0,03	0,19	0,04	0,00	0,11	0,32
08-1h	0,01	0,01	0,74	0,02	0,03	0,17	0,03
08-1m	0,01	0,01	0,89	0,01	0,01	0,06	0,04
08-2h	0,18	0,03	0,02	0,04	0,04	0,17	0,15
08-2m	0,03	0,01	0,33	0,01	0,01	0,05	0,17
09-1h	0,01	0,02	2,86	0,04	0,06	0,12	0,54
09-1m	0,00	0,02	2,65	0,00	0,01	0,02	0,32
09-2h	0,02	0,02	2,92	0,05	0,11	0,12	0,46
09-2m	0,00	0,03	2,57	0,01	0,02	0,03	0,32
10-1h	0,02	0,02	2,94	0,02	0,07	0,12	0,32
10-1m	0,00	0,19	3,17	0,01	0,02	0,06	0,30
10-2h	0,01	0,77	2,42	0,02	0,05	0,09	0,08
10-2m	0,00	0,01	2,52	0,00	0,01	0,01	0,21
11-1h	0,05	0,03	2,94	0,06	0,07	0,13	0,44
11-1m	0,03	0,02	2,74	0,01	0,01	0,04	0,33
11-2h	0,07	0,03	2,85	0,07	0,11	0,12	0,27
11-2m	0,09	0,16	22,25	0,08	0,07	0,18	1,60
12-1h	0,03	0,26	3,85	0,02	0,06	0,29	0,19
12-1m	0,01	0,05	3,25	0,01	0,02	0,22	0,25
12-2h	0,02	0,01	3,42	0,02	0,12	0,13	0,11
12-2m	0,00	0,01	2,61	0,00	0,01	0,04	0,12
13-1h	0,09	0,02	0,73	0,03	0,10	0,16	0,03
13-1m	0,05	0,09	6,45	0,04	0,08	0,53	0,51

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	Mn_NaI	Fe_NaC	Si_NaC	Zn_NaC	P(tot)_NaI	S(tot)_NaI	Al_NaCl
13-2h	0,06	0,01	0,71	0,02	0,06	0,14	0,03
13-2m	0,01	0,01	0,46	0,01	0,02	0,05	0,07
14-1h	0,19	0,08	5,29	0,12	0,15	0,59	0,52
14-1m	0,00	0,01	1,15	0,00	0,01	0,05	0,08
14-2h	0,06	0,02	0,06	0,03	0,03	0,18	0,11
14-2m	0,00	0,02	0,36	0,01	0,01	0,05	0,11
15-1h	0,02	0,02	0,14	0,05	0,02	0,19	0,04
15-1m	0,01	0,01	0,67	0,01	0,00	0,03	0,06
15-2h	0,06	0,03	0,31	0,05	0,02	0,16	0,24
15-2m	0,01	0,01	0,56	0,01	0,00	0,02	0,22
16-1h	0,06	0,02	0,48	0,03	0,02	0,17	0,11
16-1m	0,01	0,02	1,03	0,01	0,00	0,07	0,19
16-2h	0,07	0,02	0,16	0,03	0,03	0,15	0,09
16-2m	0,02	0,01	0,43	0,03	0,00	0,04	0,18
17-1h	0,02	0,65	1,10	0,02	0,02	0,08	0,04
17-1m	0,00	0,01	0,95	0,01	0,00	0,09	0,12
17-2h	0,02	0,04	0,88	0,02	0,02	0,05	0,05
17-2m	0,01	0,02	0,61	0,01	0,01	0,10	0,07
18-1h	0,04	0,04	0,59	0,02	0,03	0,06	0,06
18-1m	0,01	0,01	0,75	0,01	0,01	0,08	0,06
18-2h	0,01	1,07	0,95	0,03	0,04	0,10	0,19
18-2m	0,00	0,05	2,81	0,00	0,01	0,06	0,25
19-1h	0,05	0,03	0,58	0,03	0,05	0,15	0,06
19-1m	0,01	0,01	2,46	0,01	0,01	0,04	0,10
19-2h	0,06	0,02	3,08	0,03	0,07	0,12	0,11
19-2m	0,00	0,01	2,57	0,00	0,03	0,05	0,13
20-1h	0,05	0,03	3,13	0,03	0,18	0,15	0,27
20-1m	0,00	0,01	0,71	0,01	0,01	0,06	0,11
20-2h	0,02	0,03	0,76	0,02	0,02	0,10	0,04
20-2m	0,00	0,01	0,49	0,01	0,01	0,09	0,04
21-1h	0,02	1,64	3,03	0,04	0,30	0,19	0,30
21-1m	0,00	0,02	2,34	0,00	0,01	0,03	0,32
21-2h	0,02	0,04	2,54	0,02	0,03	0,11	0,52
21-2m	0,00	0,01	2,26	0,01	0,01	0,03	0,30
22-1h	0,04	0,02	0,30	0,04	0,03	0,19	0,39
22-1m	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,08	0,45
22-2h	0,03	0,03	0,28	0,02	0,03	0,11	0,42
22-2m	0,01	0,01	0,21	0,01	0,01	0,09	0,43
23-1h	0,04	0,02	0,15	0,02	0,03	0,12	0,31
23-1m	0,01	0,01	0,17	0,01	0,01	0,05	0,24
23-2h	0,04	0,01	0,30	0,05	0,02	0,07	0,20
23-2m	0,01	0,01	0,22	0,01	0,00	0,04	0,18
24-1h	0,02	0,01	0,08	0,01	0,02	0,08	0,44
24-1m	0,01	0,01	0,14	0,00	0,00	0,03	0,35
24-2h	0,04	0,01	0,65	0,02	0,09	0,12	0,07
24-2m	0,01	0,01	0,68	0,01	0,01	0,05	0,07
25-1h	0,02	0,64	0,20	0,03	0,03	0,08	0,26
25-1m	0,01	0,02	0,29	0,01	0,01	0,09	0,23

Tabel C: Bodemanalyse Vlieland, Vallei van het Veen - 2001

vervolg

Code	Mn_NaI	Fe_NaC	Si_NaC	Zn_NaC	P(tot)_NaI	S(tot)_NaI	Al_NaCl
25-2h	0,04	0,01	0,05	0,03	0,05	0,11	0,10
25-2m	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,04	0,06
26-1h	0,07	0,01	0,40	0,03	0,04	0,11	0,12
26-1m	0,01	0,01	0,16	0,01	0,01	0,06	0,14
26-2h	0,02	0,01	0,52	0,03	0,02	0,07	0,30
26-2m	0,01	0,01	0,19	0,01	0,01	0,02	0,34
27-1h	0,02	0,01	0,73	0,02	0,04	0,15	0,18
27-1m	0,00	0,00	0,84	0,00	0,01	0,04	0,15
27-2h	0,01	0,01	0,20	0,02	0,02	0,40	0,31
27-2m	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,10	0,15
28-1h							
28-1m							
28-2h							
28-2m							
29-1h	0,02	0,37	3,00	0,02	0,10	0,14	0,16
29-1m	0,00	0,02	2,52	0,00	0,01	0,03	0,10
29-2h	0,00	0,01	0,11	0,03	0,10	0,22	0,02
29-2m	0,00	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03
30-1h	0,02	0,01	0,57	0,04	0,03	0,08	0,17
30-1m	0,01	0,01	0,15	0,01	0,01	0,04	0,30
30-2h	0,06	0,19	0,13	0,03	0,03	0,10	0,10
30-2m	0,00	0,01	0,23	0,00	0,00	0,07	0,14
31-1h							
31-1m							
31-2h							
31-2m							
32-1h	0,02	0,01	0,12	0,05	0,10	0,25	0,03
32-1m	0,00	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	0,06
32-2h	0,00	0,01	0,09	0,02	0,07	0,27	0,02
32-2m	0,00	0,01	0,07	0,01	0,01	0,04	0,04

Bijlage:Tabel D: Omgevingsvariabelen PQ's BACI-Vlieland vallei van het Veer

	begrazing	begrazingsintensiteit 2000	begrazingsintensiteit 2001	ligging PQ1	ligging PQ2
plot 1	ja	1	2	laagte	duinvoet
plot 2	nee	0	0	laagte	duinvoet
plot 3	nee	0	0	laagte	duinvoet
plot 4	nee	0	0	laagte	laagte
plot 5	nee	0	0	laagte	laagte
plot 6	nee	0	0	duinvoet	duinvoet
plot 7	nee	0	0	verhoging	verhoging
plot 8	ja	2	2	verhoging	verhoging
plot 9	ja	1	1	verhoging	verhoging
plot 10	ja	2	3	duin	duin
plot 11	ja	1	1	verhoging	verhoging
plot 12	nee	0	0	verhoging	verhoging
plot 13	nee	0	0	laagte	laagte
plot 14	ja	1	2	laagte	laagte
plot 15	ja	1	2	laagte	laagte
plot 16	nee	0	0	laagte	laagte
plot 17	ja	1	3	duin	duin
plot 18	nee	0	0	duin	laagte
plot 19	ja	2	4	laagte	laagte
plot 20	ja	1	0	laagte	laagte
plot 21	ja	3	2	verhoging	duin
plot 22	nee	0	0	verhoging	verhoging
plot 23	ja	1	1	verhoging	verhoging
plot 24	ja	3	3	verhoging	verhoging
plot 25	nee	0	0	verhoging	verhoging
plot 26	ja	3	2	verhoging	verhoging
plot 27	nee	0	0	verhoging	duin
plot 28	nee	0	0	verhoging	verhoging
plot 29	ja	niet onderzocht	3		
plot 30	ja	niet onderzocht	2		
plot 31	ja	niet onderzocht	4		
plot 32	ja	niet onderzocht	3		

Bijlage:Tabel E: Voorwaartse selectie omgevingsvariabelen

grenswaarden voor vet: 0,5 -0,5

hpH_N	0,90	1,00															
hNH4_H	0,66	0,60	1,00														
hNa_H	0,57	0,66	0,32	1,00													
hK_H	0,15	0,50	0,03	0,41	1,00												
hCl_H	0,56	0,65	0,43	0,87	0,49	1,00											
hCa_H	0,40	0,61	0,13	0,47	0,57	0,26	1,00										
hMg_H	0,37	0,66	0,06	0,54	0,69	0,34	0,87	1,00									
hFe_H	0,62	0,51	0,44	0,62	-0,10	0,50	0,12	0,07	1,00								
hPtot_H	-0,47	-0,34	-0,23	-0,30	0,01	-0,41	-0,24	-0,06	-0,14	1,00							
hAl_H	0,09	0,02	-0,29	0,32	-0,05	0,19	0,05	0,05	0,47	-0,01	1,00						
hNH4_N	0,36	0,27	0,69	0,03	-0,23	0,13	-0,05	-0,12	0,19	-0,22	-0,29	1,00					
hK_N	0,05	0,04	0,26	-0,08	0,03	0,05	-0,16	-0,24	0,16	0,04	-0,12	0,54	1,00				
hPtot_N	-0,41	-0,28	-0,23	-0,24	0,01	-0,33	-0,20	-0,04	-0,13	0,82	-0,12	-0,01	0,27	1,00			
hAl_N	-0,66	-0,67	-0,50	-0,33	-0,35	-0,51	-0,20	-0,23	-0,18	0,43	0,14	-0,17	-0,14	0,49	1,00		
mpH_H	0,85	0,83	0,58	0,58	0,22	0,54	0,39	0,43	0,60	-0,44	0,05	0,24	-0,04	-0,37	-0,55	1,00	
mpH_N	0,88	0,88	0,62	0,70	0,25	0,64	0,41	0,46	0,65	-0,40	0,09	0,32	0,02	-0,32	-0,61	0,94	1,00
mNH4_H	0,07	0,24	0,46	0,15	0,31	0,31	0,24	0,28	-0,05	-0,04	-0,15	0,30	0,16	-0,06	-0,14	0,07	0,06
mCl_H	0,16	0,22	0,02	0,54	0,24	0,66	0,11	0,23	0,03	-0,21	0,14	0,01	-0,09	-0,14	-0,17	0,00	0,10
mCa_H	0,32	0,41	0,25	0,63	0,19	0,47	0,44	0,58	0,19	-0,16	-0,02	0,17	-0,19	-0,14	-0,22	0,25	0,40
mMg_H	0,27	0,33	0,19	0,65	0,08	0,51	0,23	0,40	0,33	-0,08	0,10	0,26	0,03	0,01	-0,09	0,23	0,40
mStot_H	0,27	0,33	0,17	0,72	0,16	0,65	0,18	0,37	0,26	-0,18	0,16	0,06	-0,10	-0,18	-0,23	0,21	0,35
mNH4_N	0,14	0,36	0,40	0,13	0,70	0,38	0,28	0,31	-0,19	-0,12	-0,28	0,22	0,35	-0,07	-0,40	0,11	0,11
mCa_N	0,04	-0,02	-0,40	0,26	0,00	0,17	0,03	0,04	0,26	-0,41	0,49	-0,30	-0,03	-0,38	-0,10	0,15	0,18
mMg_N	0,17	0,31	-0,03	0,50	0,59	0,54	0,27	0,47	-0,06	-0,13	0,04	-0,14	0,06	-0,07	-0,26	0,18	0,21
mFe_N	-0,16	-0,09	-0,20	0,11	0,15	0,03	-0,03	0,14	-0,02	0,49	0,11	-0,24	-0,01	0,24	0,10	-0,30	-0,17
mStot_N	0,25	0,40	0,18	0,52	0,65	0,58	0,29	0,35	0,06	-0,14	-0,09	-0,03	0,30	-0,04	-0,43	0,20	0,32
beh_ref	-0,25	-0,20	-0,15	-0,32	-0,22	-0,32	-0,14	-0,10	0,00	0,36	-0,19	0,09	0,18	0,38	0,31	-0,25	-0,31
beh_exc	0,25	0,20	0,15	0,32	0,22	0,32	0,14	0,10	0,00	-0,36	0,19	-0,09	-0,18	-0,38	-0,31	0,25	0,31
hoogte	-0,25	-0,24	-0,21	-0,32	-0,19	-0,28	-0,19	-0,19	-0,13	0,25	0,03	-0,22	-0,19	0,02	0,12	-0,41	-0,34
	hpH_H	hpH_N	hNH4_H	hNa_H	hK_H	hCl_H	hCa_H	hMg_H	hFe_H	hPtot_H	hAl_H	hNH4_N	hK_N	hPtot_N	hAl_N	mpH_H	mpH_N

(vervolg Tabel E) Voorwaartse selectie omgevingsvariabelen

grenswaarden voor λ 0,5 -0,5

mNH4_H	1,00																
mCl_H	0,40	1,00															
mCa_H	0,34	0,56	1,00														
mMg_H	0,25	0,57	0,84	1,00													
mStot_H	0,38	0,78	0,80	0,85	1,00												
mNH4_N	0,69	0,24	0,08	0,00	0,13	1,00											
mCa_N	-0,34	-0,01	0,07	0,12	0,10	-0,32	1,00										
mMg_N	0,37	0,67	0,48	0,53	0,70	0,54	0,06	1,00									
mFe_N	0,09	0,25	0,32	0,45	0,38	0,01	-0,11	0,35	1,00								
mStot_N	0,23	0,40	0,32	0,41	0,51	0,64	-0,01	0,78	0,28	1,00							
beh_ref	0,00	-0,11	-0,09	-0,01	-0,26	-0,20	-0,11	-0,31	0,13	-0,42	1,00						
beh_exc	0,00	0,11	0,09	0,01	0,26	0,20	0,11	0,31	-0,13	0,42	-1,00	1,00					
hoogte	0,01	-0,05	-0,23	-0,21	-0,06	-0,12	-0,21	-0,22	0,24	-0,21	0,11	-0,11					
	mNH4	mCl_H	mCa_H	mMg_H	mStot_H	mNH4_N	mCa_N	mMg_N	mFe_N	mStot_N	beh_ref	beh_exc					

Bijlage:Tabel F: Selectie van abiotische variabelen

criterium: $|r| < 0.5$ en $P < 0.1$

	Marginal	Effects
Variable	Var.N	Lambda1
hpH_H	1	0,22
mCl_H	19	0,14
mNH4_H	18	0,08
hMg_H	8	0,07
hAl_H	11	0,07
mCa_N	24	0,05
mFe_N	26	0,04
hoogte	30	0,03
beh_exc	29	0,03

	Condition	Effects		
Variable	Var.N	LambdaA	P	F
hpH_H	1	0,22	0,001	6,98
mCl_H	19	0,1	0,006	3,79
mNH4_H	18	0,1	0,001	3,92
hMg_H	8	0,05	0,046	1,91
mFe_N	26	0,04	0,096	1,59
hoogte	30	0,03	0,089	1,68
mCa_N	24	0,04	0,085	1,65
hAl_H	11	0,03	0,276	1,21
beh_exc	29	0,02	0,549	0,86

in plaatjes 1

Inflatiefactoren:

hpH_H	1,3397
hMg_H	1,3742
hAl_H	1,4803
mNH4_H	1,495
mCl_H	1,3766
mCa_N	1,6344
mFe_N	1,2917
beh_exc	1,1288
hoogte	1,2215

