

Diversiteit van kweldervegetatie bij verschillende veedichtheden



Doctoraalverslag van: Susan Lijzenga
Haren, juli 1997 t/m maart 1998

Begeleiding: Ir. D. Bos

Rijksuniversiteit Groningen
Laboratorium voor plantenoecologie
Postbus 14
9750 AA Haren

10/10/97

Diversiteit van kweldervegetatie bij verschillende veedichtheden

Doctoraalverslag van: Susan Lijzenga
Haren, juli 1997 t/m maart 1998

Begeleiding: Ir. D. Bos

Rijksuniversiteit Groningen
Laboratorium voor plantenoecologie
Postbus 14
9750 AA Haren

Rijksuniversiteit Groningen
Bibliotheek Biologisch Centrum
Kerklaan 30 -- Postbus 14
9750 AA HAREN

Inhoud

Voorwoord

Samenvatting

1. Inleiding	1
1.1 Diversiteit	1
1.2 Typen kwelders	2
1.3 Beheer	4
1.4 Onderzoekskader	5
1.5 Voorgaand onderzoek	5
1.6 Vraagstelling	5
2. Methode	6
2.1 Studiegebied	6
2.2 Diversiteit in structuur	8
2.3 Diversiteit in soortenrijkdom	9
2.4 Bepaling schaalafhankelijkheid van diversiteit	9
3. Resultaten	11
3.1 Diversiteit in structuur	11
3.2 Diversiteit in soortenrijkdom	12
3.3 Schaalafhankelijkheid van diversiteit	15
4. Discussie	19
4.1 Diversiteit in structuur	19
4.2 Diversiteit in soortenrijkdom	20
4.3 Schaalafhankelijkheid van diversiteit	22
4.4 Keuze van lokaties	23
5. Literatuur	25
6. Bijlagen	28

Voorwoord

Dit onderzoek is gedaan in het kader van het doctoraalprogramma milieubiologie bij de vakgroep Biologie van Planten aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hierbij wil ik de volgende mensen bedanken: Daan Bos voor de enthousiaste begeleiding tijdens het onderzoek. Maarten Loonen die mij tijdens het veldwerk voorzag van een lap-top en een prachtige caravan. Iedereen die mee was bij de Wadden excursie in september 1997 voor het meehelpen met het veldwerk. Tot slot de medestudenten van Plantenoecologie voor alle steun en gezelligheid in de afgelopen maanden.

Samenvatting

Dit onderzoek heeft tot doel het verkrijgen van inzicht in het effect van verschillende beweidingvormen op botanische diversiteit. Beweiding is een van de belangrijkste beheersvormen die toegepast wordt op kwelders. De laatste jaren zijn er grote verschillen ontstaan in het beleid ten aanzien van kwelderbeheer tussen Nederland, Duitsland en Denemarken. Bij dit onderzoek is gekeken of diversiteit afhankelijk is van de lokatie, hoe diversiteit van de verschillende vegetatietypen verandert bij verschillende veedichtheden en of het meten van diversiteit afhankelijk is van de schaal waarop gemeten wordt.

Er zijn verschillende manieren waarop het begrip diversiteit kan worden gedefiniëerd. Zo kan worden gekeken naar soortenrijkdom en variatie in structuur. Er zijn vele verschillende manieren om deze twee soorten diversiteit te beschrijven. Voor de beschrijving van de soortenrijkdom is in dit onderzoek gebruik gemaakt van het aantal soorten, de Shannon diversiteits index en de evenness. Voor de variatie in structuur is de spatial diversity berekend.

Tijdens het onderzoek zijn voor zowel hoge als lage kwelder vegetatietypen op verschillende lokaties langs de Waddenzee kust diversiteitsmetingen gedaan. In gebieden met een homogene vegetatie is het aantal soorten geteld bij een toenemend oppervlak en is op drie oppervlakten de abundantie geschat. Daarnaast is in hetzelfde veld de vegetatiehoogte bepaald .

Het blijkt dat de spatial diversity van de *Puccinellia* en de *Festuca* vegetatie significant hoger is op de onbeweide percelen. Bij de andere vegetatietypen werden geen significante verschillen gevonden tussen de verschillende veedichtheden. Het blijkt dat de spatial diversity niet alleen afhankelijk is van de veedichtheid op de kwelder, maar ook van de leeftijd van de kwelder.

Voor de soortdiversiteit zijn nauwelijks significante verschillen gevonden tussen de verschillende beweidingvormen. Wel bestaat er een tendens dat er een hogere diversiteit bestaat op extensief beweide delen van de kwelder. Het feit dat er geen significante verschillen zijn gevonden kan komen doordat er in het onderzoek mogelijk verschillende percelen gegroepeerd zijn om tot een grotere steekproefgrootte te komen. Er is niet gekeken hoe lang een bepaalde mate van beweiding al plaatsvindt en of de kwelder beweide is door schapen of koeien. Ook zou het kunnen dat bij de verschillende beweidingvormen, de verschillen binnen een enkel vegetatietype niet groot zijn.

Bij volgend onderzoek dient beter rekening te worden gehouden met de typen kwelders waarmee gewerkt. Er zou kunnen worden bestudeerd bij welke veedichtheid de meeste rode lijst soorten voorkomen. De voorkeur gaat er echter naar uit om diversiteit op een grotere schaal te bekijken door te bestuderen welke en hoeveel vegetatietypen voorkomen bij een bepaalde veedichtheid.

1 Inleiding

1.1 Diversiteit

Er zijn verschillende redenen waarom ecologen geïnteresseerd zijn in diversiteit. Diversiteit wordt bijvoorbeeld gezien als een indicator voor het welzijn van een ecologisch systeem en speelt al lange tijd een centrale rol in de ecologie. Er bestaan uiteenlopende meningen over de meting van diversiteit. Diversiteit lijkt op het eerste gezicht een begrip dat gemakkelijk gemeten kan worden. De meeste mensen hebben intuïtief een idee over wat diversiteit inhoudt, en hebben er weinig problemen mee een tropisch regenwoud als een meer divers gebied te beschouwen dan een grasland (Magurran 1988).

Diversiteit is een begrip dat zich moeilijk laat definiëren. Dit komt onder andere doordat het niet uit één maar uit twee componenten bestaat. Namelijk het aantal voorkomende soorten in een gebied en de abundantie van de soorten in dat gebied (Magurran 1988; Huston 1994). Daarnaast bestaan er meerdere mogelijkheden waarop het begrip diversiteit kan worden toegepast. Whittaker (1972) onderscheidde diversiteit op drie verschillende niveau's namelijk alfa, bèta en gamma diversiteit. Alfa diversiteit is het aantal soorten dat binnen een homogeen gebied met een bepaald oppervlakte voorkomt. Bèta diversiteit is een maat hoe verschillend (of gelijk) een aantal habitats zijn in (de mate van) het voorkomen van soorten of het aantal habitats dat voorkomt in een gebied. Er kan worden gekeken hoe soortsdiversiteit verandert langs een gradient of soortsamenstellingen van verschillende gemeenschappen kunnen worden vergeleken. Gamma diversiteit wordt soms beschreven als een analoog aan alfa diversiteit. Het aantal soorten binnen een regio dat een aantal habitats insluit. Daarentegen kan het ook worden beschreven als een analoog van bèta diversiteit op regionale schaal (Huston 1994). Een andere manier waarop diversiteit kan worden gedefiniëerd is de structuur van habitats. Habitats kunnen worden opgedeeld in verticale lagen, bijvoorbeeld bodemflora, struiken en bomen, die een verschillende diversiteit vertonen. Daarnaast kan hoogte van een vegetatietype een maat zijn van diversiteit (Magurran 1988).

Op kwelders wordt de diversiteit onder andere beïnvloed door de mate van beweiding door schapen en koeien. De mate van beweiding beïnvloedt de samenstelling van de op de kwelders voorkomende vegetatietypen en het voorkomen van bepaalde vegetatietypen.

Box 1: Het meten van diversiteit

Een maat voor de diversiteit waar ook de abundantie van de soorten is meegenomen kan veel informatie verschaffen over de structuur en samenstelling van bepaalde vegetatietypen. Eén van de meest gebruikte diversiteitsmaten, die het aantal soorten en de relatieve bedekking meeneemt, is de Shannon diversiteits index (Shannon & Weaver 1949). Een andere veel gebruikte maat is de evenness (Pielou 1969). Hierbij is de Shannon index gedeeld door het aantal voorkomende soorten. Hierdoor is er een maat ontstaan die de verdeling weergeeft in de mate van voorkomen van de soorten. Bij species-area curves kan de hoek met de curve en de x-as bepaald worden. Deze hoek is een maat voor de diversiteit. Als het aantal soorten bij een toenemend oppervlakte snel toeneemt, is de hoek met de x-as groter, en de diversiteit hoger. Een manier om de diversiteit in structuur van een vegetatietype te meten is door berekening van de spatial diversity. Deze maat geeft het gemiddelde verschil aan van de hoogte van een punt in een gebied met zijn omringende punten (Berg et al. 1997).

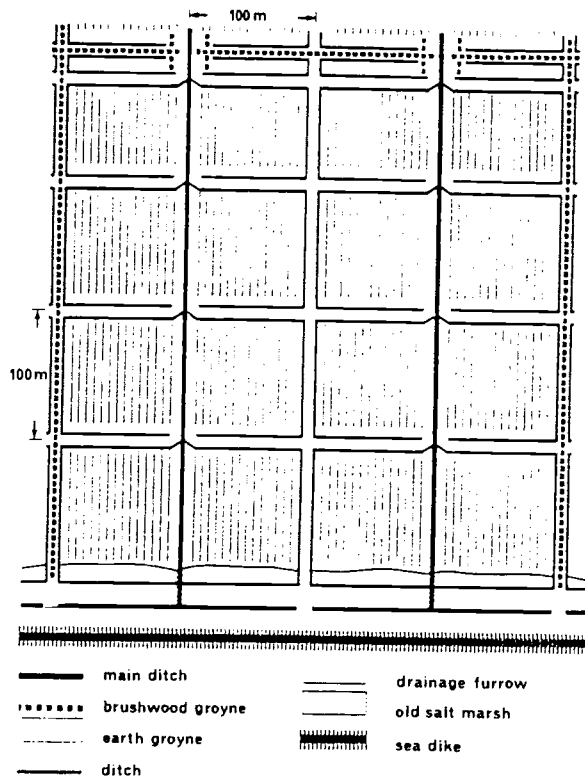
Een probleem dat zich voordoet door de vele verschillende manieren waarop diversiteit gemeten kan worden is, dat de verschillende diversiteits indices verschillende waarden van diversiteit geven. De diversiteit in plantensoorten in een natuurgebied kan bij berekening van twee verschillende diversiteits indices twee heel verschillende uitkomsten hebben. Een enkele maat voor diversiteit zal dus nooit een volledige beschrijving van de diversiteit van een natuurgebied geven (Huston 1994). Door gebruik te maken van meerdere maten voor diversiteit zal er meer informatie beschikbaar zijn om de diversiteit op kwelders nauwkeurig te bepalen.

1.2 Typen kwelders

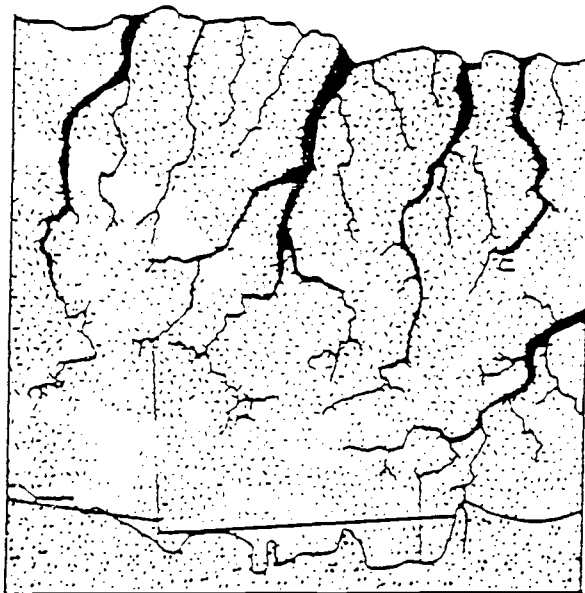
De kwelders aan de Waddenkust hebben een grote natuurwaarde door hun karakteristieke planten- en dierenleven. De Waddenzee kwelders kunnen worden opgedeeld in, veelal door menselijk handelen gevormde, vasteland kwelders en de meer op natuurlijke wijze gevormde eiland kwelders.

De meeste vasteland kwelders waren oorspronkelijk landaanwinningswerken. Door middel van een stelsel van rijzenhouten dammen werden bezinkvelden aangelegd waardoor sedimentatie versneld plaats kon vinden. Met greppels door de bezinkvelden werd de afvoer van water bij eb versneld (Fig 1.1), (Dijkema 1991).

De eilandkwelders zijn veelal op een natuurlijke wijze ontstaan. Toch heeft een groot gedeelte van de eilandkwelders zich pas kunnen ontwikkelen na de aanleg van een stuifdijk (b.v. Schiermonnikoog en Terschelling). Door de beschutting van de stuifdijk kan een versnelde aanwas van kwelder gebied plaatsvinden.



Figuur 1.1: Voorbeeld van een vasteland kwelder.



Figuur 1.2: Voorbeeld van een eilandkwelder

Door de relatief grote sedimentatiesnelheid hebben de vasteland kwelders een dikke kleilaag. De ondergrond van zand zit op een grotere diepte.

Bij de natuurlijk gevormde eiland kwelders vindt een relatief geringe sedimentatie plaats, waardoor de kleilaag dunner is.

Een ander karakteristiek voor eilandkwelders is het patroon met sterk meanderende slenken (fig.1.2), (Verhoeven 1983). Door de verschillen in ondergrond van de eiland en de vasteland kwelders zijn ook verschillen in de vegetatie te verwachten. Zo komt *Limonium vulgare* nauwelijks op vastelandkwelders voor maar wel op eilandkwelders. *Aster tripolium* komt daarentegen op de eiland kwelders in veel mindere mate voor dan op vastelandkwelders (Doing 1983).

1.3 Beheer

De meeste kwelders worden van oudsher beweid door schapen en koeien en worden gebruikt als hooiland. Het gebruik als hooiland wordt tegenwoordig nauwelijks meer toegepast, maar beweiding vindt nog steeds veel plaats (Bakker et al. 1997). Intensieve beweiding werd destijds ook als noodzakelijk gezien. Om erosie te voorkomen werd een dicht vertrapte bodem met een dichte grasmatt noodzakelijk geacht (Kiehl & Stock 1994). Het beleid ten aanzien van natuurbeheer op de kwelders is vandaag de dag in Nederland, Duitsland en Denemarken nogal verschillend.

In Nederland wordt de visie uitgedragen dat bij extensieve beweiding door vee zones ontstaan met intensief begraasde delen en onbegraasde gebieden. Hierdoor zal een grote verscheidenheid in veedichtheden ontstaan, wat resulteert in een kwelder waar alle mogelijke vegetatietypen voorkomen. Bij de vastelandkwelders kan dit worden bewerkstelligd door op verschillende percelen verschillende veedichtheden toe te passen. Op de eilandkwelders en in de pionierzone hoeft minder beweiding plaats te vinden dan op de hoge vastelandkwelders. Grote grazers zouden op deze plek ook 'van nature' niet voorkomen (de Vlas 1990).

In Duitsland heeft men het standpunt dat door zeer intensief agrarisch gebruik de ecologische waarde van de kwelders sterk is afgenomen. Door intensieve beweiding kunnen soorten als *Atriplex portulacoides* zich niet meer vestigen. Daarnaast kunnen in de bodem levende diersoorten zich moeilijk vestigen doordat de bodem door vertrapping door schapen en koeien verdicht wordt (Kiehl & Stock 1994). Om de schade te kunnen herstellen heeft men in Duitsland enkele doelen gesteld: 1) Een ongestoorde ontwikkeling van natuurlijke processen. 2) Bescherming van bepaalde soorten en soortgroepen. 3) Een hogere soortendiversiteit. Het beleid is dus gericht op een ongestoorde ontwikkeling zonder directe menselijke invloed (Prokosch 1989).

In Denemarken zijn de kwelders van oudsher gebruikt voor beweiding, jacht en als hooiland. Bij het meer intensieve gebruik van deze kwelder als hooiland wordt bemesting van de hoge kwelder toegepast (Jensen 1985).

Het huidige beleid is erop gericht dat het traditionele management, waarbij de kwelder gebruikt wordt voor beweiding en als hooiland, te handhaven (Åvang Jensen 1989).

1.4 Voorgaand onderzoek

Voorheen is er al onderzoek gedaan naar de vegetatie op kwelders bij verschillende beheersvormen. Zo hebben Bakker et al. (1989) onder andere uitgebreid de effecten van beweiding en maaien bestudeerd op kwelders en is er onderzoek gedaan naar de verspreiding, kieming en vestiging van halofyten op kwelders (Bakker 1985; Bakker & de Vries 1992). Kiehl et al. (1996; 1997) hebben gekeken naar het effect van beweiding en abiotische factoren op de kweldervegetatie. Berg et al (1997) hebben de variatie in structuur bestudeerd in de *Festuca rubra* vegetatie op Friedrichskoog. De resultaten van dit onderzoek zullen onder andere met de uitkomsten van deze onderzoeken worden vergeleken.

1.5 Onderzoekskader

In september 1996 is aan de Rijksuniversiteit Groningen een project gestart met als doel het bepalen van de draagkracht van het Waddenzeegebied voor de Rotgans bij verschillende beheersvormen. Voor dit project is het van belang te weten wat de samenstelling is van de kweldervegetatie bij de verschillende beheersvormen. Daarnaast is een belangrijk doel van dit project inzicht te verkrijgen in het effect van de verschillende beheersvormen op de biodiversiteit omdat kwelders niet alleen met het oog op ganzen worden beheerd. Beweiding is een van de belangrijkste beheersmaatregelen die op de kwelders worden toegepast. Bij dit onderzoek is ervoor gekozen om het verschil in botanische diversiteit van de kweldervegetatie bij verschillende veedichtheden te bepalen.

1.6 Vraagstelling

De centrale vraag in dit onderzoek is:

Wat is de botanische diversiteit van de verschillende vegetatietypen die aanwezig zijn op de Waddenzeekwelders bij verschillende veedichtheden?

Deze vraag is opgesplitst in de volgende deelvragen.

- 1) Wat is de diversiteit in structuur van de vegetatie op de Waddenzeekwelders?
- 2) Wat is de diversiteit in soortenrijkdom van de vegetatie op de Waddenzeekwelders?
- 3) Is eventueel verschil in de diversiteit afhankelijk van het oppervlak waarop deze gemeten wordt?

2 Methode

2.1 Studiegebied

Het onderzoek is uitgevoerd op de kwelders langs de Nederlandse, Duitse en Deense Waddenkust. In Nederland zijn metingen verricht aan de kust bij het Groningse Noordpolderzijk, op de Oosterkwelder op Schiermonnikoog en op de Groede op Terschelling. In Duitsland zijn de Leybucht, Friedrichskoog en de Sönke-Nissen-Koog en in Denemarken het schiereiland Skallingen bezocht (fig. 2.1). Voor deze gebieden is gekozen omdat hier verschillende beweidingvormen naast elkaar voorkomen en door de grote geografische spreiding kunnen algemene uitspraken worden gedaan. De veedichtheden op de verschillende lokaties staan in tabel 2.1. Aan de kust bij Noordpolderzijk liggen percelen met verschillende vegetatietypen en verschillende veedichtheden. Bij de Duitse Leybucht, Sönke-Nissen-Koog en de Friedrichskoog zijn exclusies met daarin vaste veedichtheden. Schiermonnikoog heeft een oude en een jonge onbeweide kwelder en een extensief beweide kwelder. Terschelling heeft een van oudsher extensief beweide kwelder. Op Skallingen wordt een deel van de kwelder beweid met schapen en koeien en een deel wordt meer dan 25 jaar niet beweid. De kwelders van Schiermonnikoog, Terschelling en Skallingen zijn te beschouwen als natuurlijk gevormde eilandkwelders (voortaan eilandkwelders genoemd). De andere kwelders zijn oorspronkelijk landaanwiningswerken.

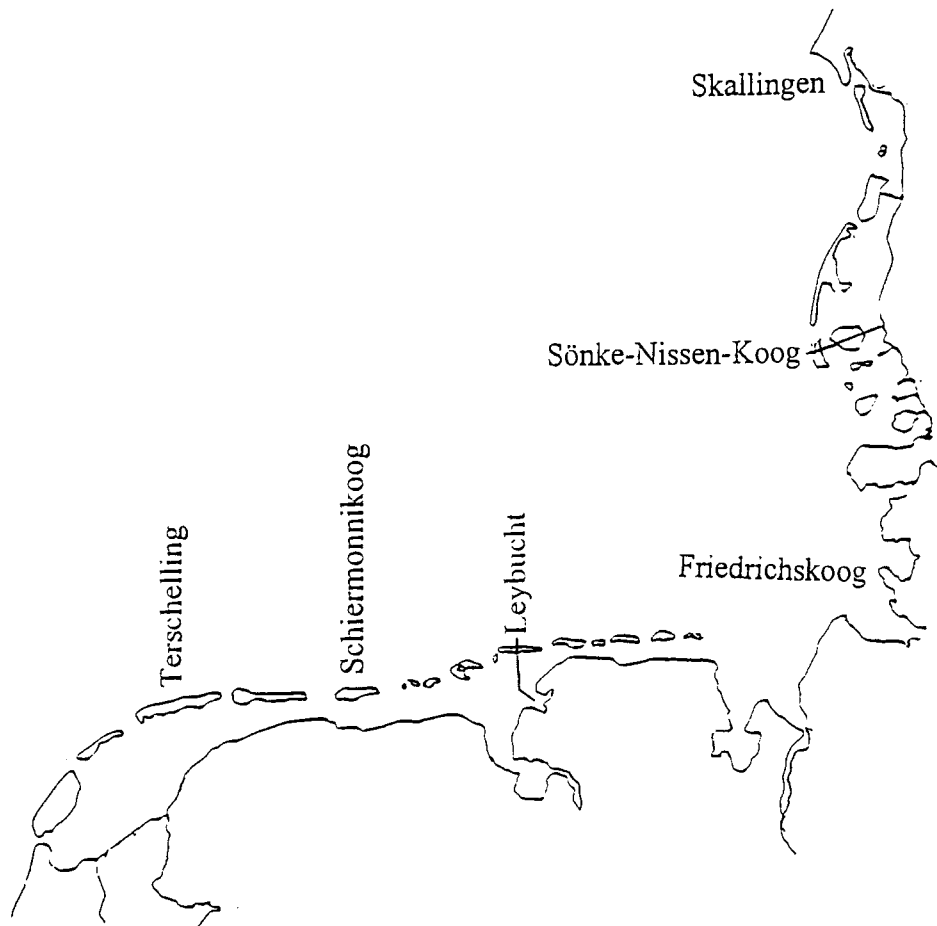
Tabel 2.1: Veedichtheden op de verschillende lokaties met de aanvangsdatum van de verschillende beweidingvormen.

lokatie	veedichtheid
Noordpolderzijk	intensief en extensief beweid (variabel)
Schiermonnikoog	
achtste slenk	onbeweid (+/- 30 jaar oud)
derde en vierde slenk	onbeweid (+/- 80 jaar oud)
nieuw beweide kwelder	extensief beweid (tot 1958 en vanaf 1972)
Terschelling	extensief beweid
Leybucht	0; 0,5; 1; 2 koeien per hectare (sinds 1980)
Friedrichskoog	0; 1,5; 3; 4,5; 10 schapen per hectare (sinds 1988)
Sönke-Nissen-Koog	0; 1,5; 3; 4,5; 10 schapen per hectare (sinds 1988)
Skallingen	onbeweid en extensief beweid (sinds 1971)

De bij dit onderzoek gebruikte nomenclatuur is volgens van der Meijden et al. (1996). Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van non-parametrische testen voor de statistische onderbouwing. Dit was noodzakelijk aangezien de resultaten van de metingen geen normale verdeling vertoonden (Zar 1997). De statistische toetsen zijn uitgevoerd met SPSS PC+ 5.02.

De diversiteit werd bepaald op een gradient van de hoge naar de lage kwelder gestratificeerd naar vegetatietype. Dit zijn vegetatietypen volgens de vegetatieclassificatie van Dijkema en Bossinade (1990).

In Noordpolderzijl en op Schiermonnikoog, zijn de bezochte gebieden vooraf uitgezocht met behulp van vegetatiekaarten (Rijkswaterstaat 1987 & 1992). Op de andere lokaties zijn terplekke geschikte gebieden uitgezocht.



Figuur 2.1: Bezochte lokaties Waddenkust.

2.3 Diversiteit in structuur

De diversiteit in de vegetatiehoogte wordt bepaald door per vegetatietype in het oppervlak van 400 m² elke meter de hoogte van de vegetatie te meten door een polystyreen schijf op de vegetatie te laten vallen. Hierdoor ontstaat er een raster van 21 bij 21 punten met hoogtemetingen. Van deze hoogtemetingen worden de metingen bij de slenken niet meegerekend voor verdere berekening. Bij de slenken is de vegetatie vaak afwijkend van de vegetatie midden op het veld. Hierdoor zou een vertekend beeld kunnen ontstaan van de spatial diversity als de hoogtemetingen bij de slenken worden meegerekend. Aan de hand van deze metingen kan de edge-value berekend worden. De edge value van een punt X is het gemiddelde verschil tussen de waarde van dat punt X en de waarde van de acht omringende punten. Hierbij wordt gecorrigeerd voor het verschil in afstand tussen de aanliggende en de diagonaal liggende punten.

$$\text{edge value} = (\sum |X-Y| + \sum |X-Z| / \sqrt{2}) / (4+4\sqrt{2})$$

Z	Y	Z
Y	X	Y
Z	Y	Z

De gemiddelde edge value is de spatial diversity (Berg et. al. 1997)

Voor het bepalen van het variatie in structuur tussen de vasteland- en de eiland kwelders kon gebruik worden gemaakt van de extensief beweide *Festuca rubra* vegetatie. Hiervan waren voor zowel de vaste land als de eiland kwelder drie replica's beschikbaar. Namelijk Friedrichskoog met 1,5 en 3 schapen per hectare en Sonke-Nissen-Koog met 1,5 schaaap per hectare voor de vaste land kwelders en de Nieuw Beweide Kwelder op Schiermonnikoog, De Groede op Terscheling en Skallingen.

Voor het bepalen van de variatie in structuur op kwelders naar de leeftijd van de kwelders is gebruik gemaakt van de onbeweide kwelders op Schiermonnikoog. De kwelder rond de achtste slenk heeft een leeftijd van ongeveer 20 jaar. De kwelder tussen slenk 3 en 4 is ongeveer 80 jaar oud (Walrecht, 1998).

Er is gekeken naar het verschil in leeftijd van de vegetatietypen *Elytrigia* en *Juncus* en *Seriphidium*. Meer vegetatietypen waren niet beschikbaar omdat niet alle vegetatietypen op beide lokaties voorkomen. Overigens is de oude *Seriphidium* vegetatie jonger dan de oude *Juncus* en *Elytrigia* vegetatie (Walrecht 1998).

Verschillen in spatial diversity tussen de verschillende beweidingvormen bij de afzonderlijke vegetatietypen zijn berekend voor de vegetatietypen *Puccinellia maritima* (Pp), *Limonium vulgare* (L), *Seriphidium maritimum* (Ft), *Elytrigia atherica* (Fe), *Festuca rubra* (F) en *Juncus gerardi* (Jj).

2.4 Diversiteit in soortenrijkdom

Voor het bepalen van de diversiteit in soortenrijkdom is het aantal soorten bepaald bij een toenemend oppervlak. In elf stappen werd de oppervlakte uitgebreid van 0,01 tot 400 m². Daarnaast werd de abundantie van de verschillende soorten per vegetatietype geschat met behulp van de schaal van Londo (1976) bij 1m², 4m² en 25m². Van deze opnamen werden telkens drie replica's gemaakt. Met uitzondering van Schiermonnikoog, waarbij op de NBK en in het gebied bij de achtste slenk maar twee opnamen zijn meegeteld omdat de eerst gemaakte opnamen daar op een afwijkende manier zijn gedaan. De replica's werden gemiddeld per lokatie waardoor er uiteindelijk per perceel één set waarden ontstaat.

Uit deze gegevens kan het totaal aantal soorten per vegetatietype worden berekend. Uit het aantal soorten per vegetatietype en hun bedekkingen wordt de Shannon-diversity index berekend (Shannon & Weaver 1949). Deze diversiteitsindex is een maat voor de heterogeniteit. Daarnaast werd de evenness berekend. Hierbij is de Shannon index gecorrigeerd voor het aantal voorkomende soorten (Pielou 1966).

Shannon's index: $H = - \sum P_i \ln P_i$

Evenness: $I = H' / \ln S$.

P is de bedekking van soort P en S is het totaal aantal soorten.

Voor de bepaling van het verschil in soortenrijkdom is eerst gekeken of er verschillen zijn waar te nemen in de soortenrijkdom van vasteland- en eiland kwelders. Hiervoor is weer de extensief beweide *Festuca rubra* vegetatie gebruikt (zie Hst. 2.4). Bij de bepaling van de soortenrijkdom van de afzonderlijke vegetatietypen is gebruik gemaakt van de gegevens van de zes vegetatietypen waarvan de meeste replica's bestonden (De vegetatietypen die op de meeste lokaties voorkwamen). Dit waren *Puccinellia maritima* (Pp), *Limonium vulgare* (L), *Seriphidium maritimum* (Ft), *Elytrigia atherica* (Fe), *Festuca rubra* (F) en *Juncus gerardi* (Jj). Van deze vegetatietypen is het aantal soorten, de Shannon diversiteits index en de evenness berekend voor de verschillende beweidingvormen bij 4 m².

2.5 Bepaling schaalafhankelijkheid van diversiteit

Om te bepalen of de gemeten diversiteit afhankelijk is van de schaal waarop deze gemeten wordt, is gekeken naar de onbeweide en naar de extensief beweide vegetatie. Bij de Leybucht is een veedichtheid van 0.5 en 1 koe per hectare als extensief beschouwd en op Friedrichskoog en Sonke-Nissen-Koog zijn de veedichtheden van 1.5 en 3 schapen per hectare als extensief beschouwd. Van de vegetatietypen *Salicornia*, *Suaeda*, *Puccinellia*, *Limonium*, *Seriphidium*, *Elytrigia*, *Festuca*, *Juncus* en *Phragmites* is het aantal soorten, de Shannon diversiteitsindex en evenness uitgezet voor de

oppervlakten van 1 m², 4 m² en 25 m². Deze negen vegetatietypen samen geven een representatief beeld van de totale kweldergradient, van laag naar hoog, in de kweldervegetatie.

Daarnaast zijn van de *Puccinellia maritima* en de *Festuca rubra* vegetatie voor de verschillende veedichtheden species-area curves geïnterpreteerd. Bij deze curves is het aantal soorten uitgezet tegen de logaritme van de oppervlakte.

3 Resultaten

3.1 Diversiteit in structuur

De spatial diversity (fig.3.1) is voor de zes vegetatietypen en voor alle beweidingvormen voor alle percelen uitgezet. Verschillen zijn getest met een Kruskal-Wallis test.

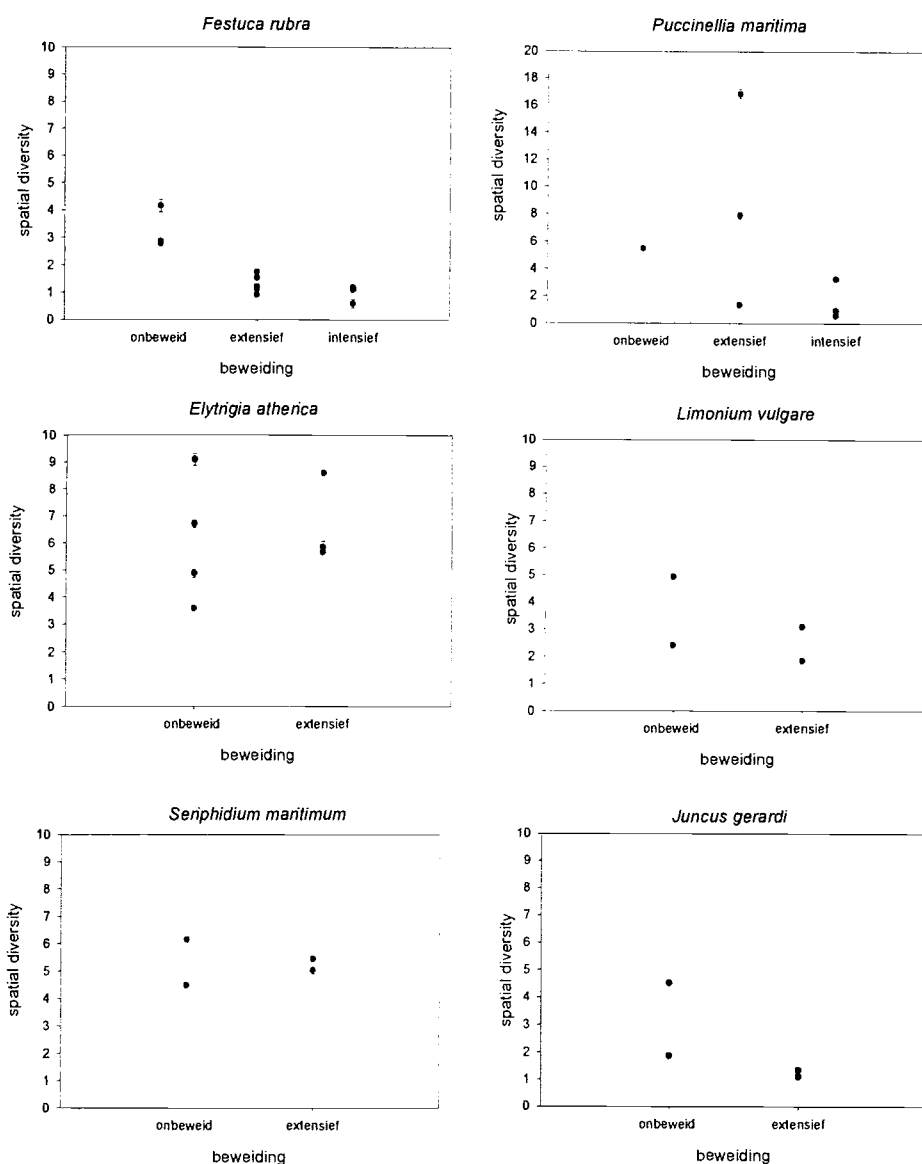
Bij het *Festuca rubra* vegetatietype (a) is de spatial diversity op de intensief beweede percelen het laagst. Uit een Tukey-type test bleek dat de onbeweede en extensief beweede percelen significant verschilden van de intensief beweede percelen (N=12, P<0.05). Bij het *Puccinellia maritima* vegetatietype (b) zijn de spatial diversities van de extensief beweede percelen getest tegen de intensief beweede percelen (N.B: de schaal loopt hier van 0 tot 20). De spatial diversity van de extensief beweede *Puccinellia* vegetatie is significant hoger dan van de intensief beweede *Puccinellia* vegetatie (Mann-Whitney-U test: N=6, P<0.05). Bij de andere vegetatietypen zijn geen significante verschillen waargenomen tussen de verschillende veedichtheden.

Tussen de verschillende veedichtheden zijn geen significante verschillen aanwezig. Maar binnen een bepaalde veedichtheid lijkt de variatie erg groot. Daarom is het verschil getest tussen de verschillende typen kwelders en is gekeken of de verschillen afhankelijk zijn van de leeftijd van de kwelder. Het verschil in spatial diversity tussen de vasteland kwelder en van de eilandkwelder is berekend voor de extensief beweede *Festuca rubra* vegetatie met een Mann-Whitney-U-test. Met N=6 werd geen significant verschil gevonden tussen de twee typen kwelders.

Om het verschil in diversiteit naar leeftijd te bepalen is de spatial diversity voor *Seriphidium*, *Elytrigia* en *Juncus* apart berekend. Voor alle drie vegetatietypen geldt dat de spatial diversity voor het jonge perceel hoger is dan die van het oude perceel. Bij *Seriphidium* werd een significant verschil gevonden met P<0.05 bij een N van 684. Bij *Elytrigia* werd een significant verschil gevonden met P<0.05 bij een N van 722. Tenslotte werd bij *Juncus* een significant verschil gevonden met P<0.05 bij een N van 684 (Tabel 3.2) (Bij de test zijn de edge values van de verschillende percelen genomen in plaats van de spatial diversity waardoor de N groot is.)

Tabel 3.2: Spatial diversity met standard error voor de jonge en de oude onbeweede kwelder op Schiermonnikoog voor drie vegetatietypen.

Vegetatietype	Spatial diversity jong	Spatial diversity oud	replica's en significantie
<i>Seriphidium</i>	6.15 +/- 0.10	4.49 +/- 0.11	N=684 P<0.05
<i>Elytrigia</i>	9.10 +/- 0.22	6.71 +/- 0.14	N=722 P<0.05
<i>Juncus</i>	4.51 +/- 0.07	1.85 +/- 0.05	N=684 P<0.05



Figuur 3.1: Spatial diversity met standard error van Festuca rubra (N=12), Puccinellia maritima (N=7), Elytrigia artherica (N=7), Limonium vulgare (N=4), Seriphidium maritimum (N=4) en Juncus gerardi (N=4). Voor elke beheersvorm is de spatial diversity uitgezet van elk opgenomen perceel.

3.2 Diversiteit in soortenrijkdom

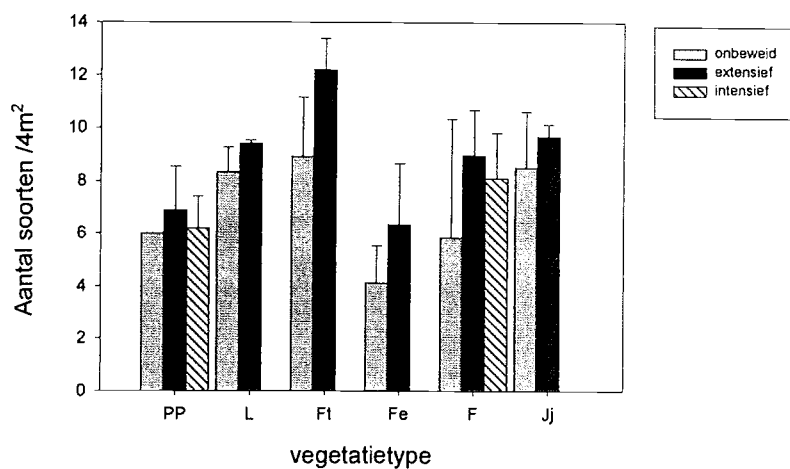
Voordat er gekeken is naar de verschillen in soortsdiversiteit bij de afzonderlijke vegetatietypen, is er gekeken naar het verschil tussen de eiland- en vasteland kwelders voor de *Festuca rubra* extensief beweide vegetatie. Er is gebruik gemaakt van een Mann-Whitney-U-test. Bij een N van 6 zijn er geen significante verschillen gevonden tussen het aantal soorten, de Shannon diversiteits index en de evenness. Verschillen in de soortenrijkdom afhankelijk

van de leeftijd van de kwelder konden niet worden gemeten doordat de steekproefgrootte hier te klein voor was.

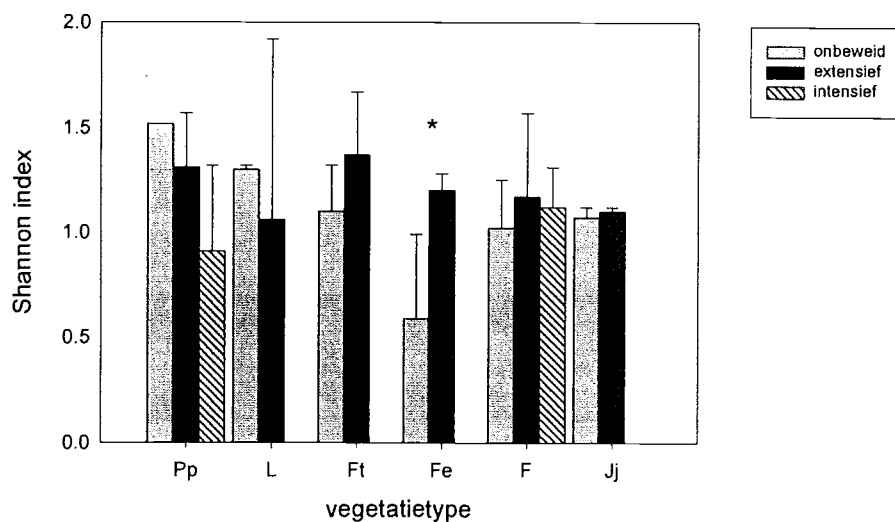
In figuur 3.2 is het aantal soorten bij 4 m² voor de vegetatietypen: *Puccinellia* (Pp), *Limonium* (L), *Seriphidium* (Ft), *Elytrigia* (Fe), *Festuca* (F) en *Juncus* (Jj) voor de onbeweide, extensieve en intensief beweide kwelder. Voor de intensief beweide kwelder zijn er alleen metingen van de vegetatietypen *Puccinellia* en *Festuca* beschikbaar. Van een onbeweide *Puccinellia* vegetatie was slechts één meting aanwezig waardoor hier de error-bar ontbreekt. Met behulp van de Mann-Whitney-U-test werden voor geen van de zes vegetatietypen significante verschillen gevonden tussen de verschillende beweidingvormen. Er is een tendens dat het aantal soorten op de extensief beweide kwelder hoger is dan op de onbeweide kwelder. Dit geldt voor alle zes vegetatietypen.

In figuur 3.3 is voor dezelfde vegetatietypen de Shannon diversiteits index uitgezet. Bij de *Elytrigia* vegetatie is de Shannon index van de extensief beweide percelen significant hoger dan de onbeweide percelen (Mann-Whitney-U test, N=7, P<0.05). De verschillen in de Shannon index bij de verschillende beweidingvormen zijn voor de vegetatietypen *Puccinellia* (N=7), *Limonium* (N=4), *Seriphidium* (N=4), *Festuca* (N=9), en *Juncus* (N=4), niet significant. Hier is wel weer opvallend dat bij de vegetatietypen van de middelhoge- en hoge kwelder de Shannon index bij de extensief beweide percelen hoger lijkt dan bij de onbeweide percelen. Voor de lage kweldertypen (*Puccinellia*, *Limonium*) lijkt de Shannon index voor de onbeweide kwelder hoger.

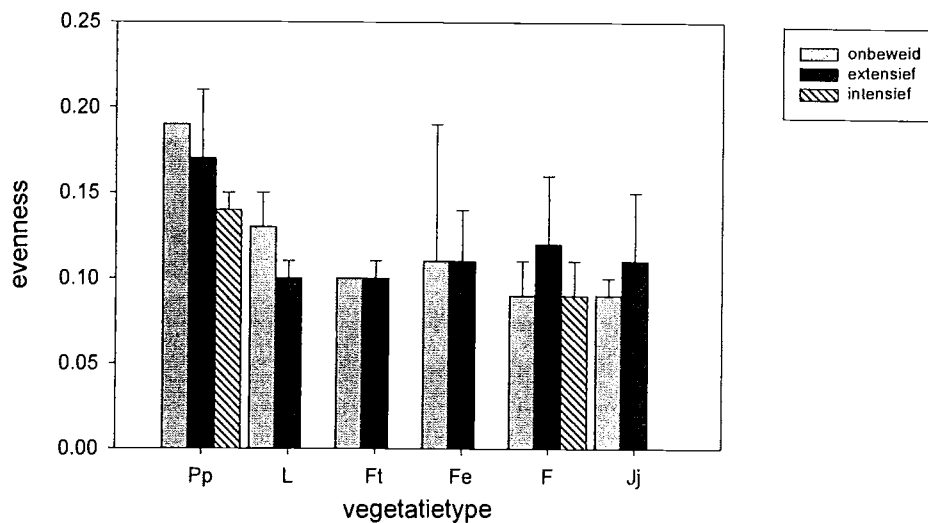
Van de zelfde vegetatietypen is ook de evenness bij de verschillende beheersvormen uitgezet (fig.3.4). Bij geen van de zes vegetatietypen is een significant verschil geconstateerd in de evenness tussen de drie beweidingvormen. Maar ook hier is er een tendens dat de evenness van de lage kweldertypen hoger is bij de onbeweide percelen in vergelijking met de beweide percelen.



Figuur 3.2: Het aantal soorten met standard error bij 4 m² bij de verschillende beheersvormen voor verschillende vegetatietypen (Pp=Puccinellia, L=Limonium, Ft= Seriphidium, Fe= Elytrigia, F= Festuca, Jj= Juncus).



Figuur 3.3: Shannon index met standard error bij 4 m² bij de verschillende beheersvormen voor verschillende vegetatietypen (Pp=Puccinellia, L=Limonium, Ft= Seriphidium, Fe= Elytrigia, F=Festuca, Jj= Juncus).

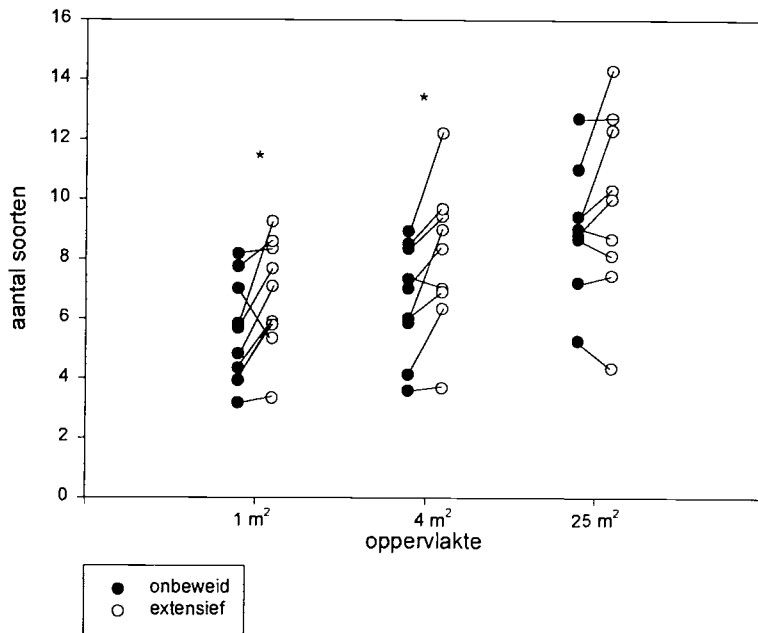


Figuur 3.4: Evenness met standard error bij 4 m² bij de verschillende beheersvormen bij de verschillende vegetatietypen (Pp=Puccinellia, L= Limonium, Ft= Seriphidium, Fe= Elytrigia, F= Festuca, Jj= Juncus).

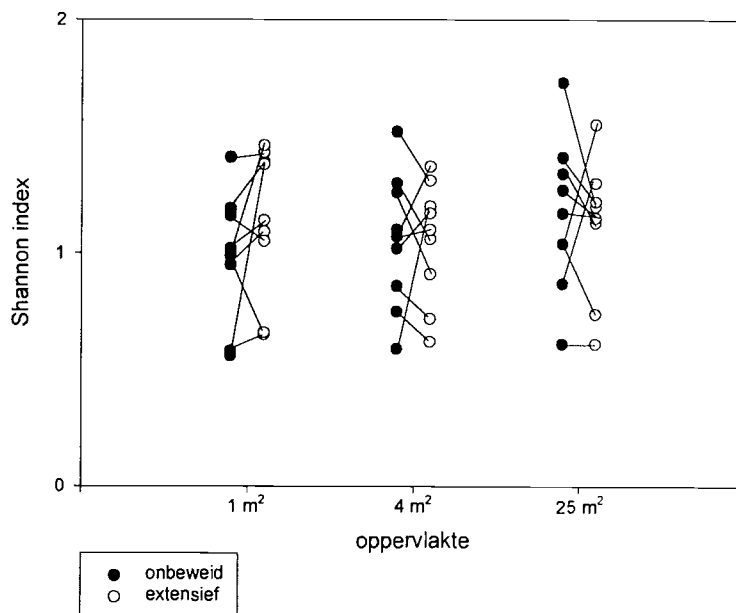
3.3 Schaalafhankelijkheid van diversiteit

Om te bepalen of de diversiteit op kwelders afhankelijk is van de schaal waarop gemeten wordt, is het aantal soorten van negen vegetatietypen (*Salicornia*, *Suaeda*, *Puccinellia*, *Limonium*, *Seriphidium*, *Elytrigia*, *Festuca*, *Juncus* en *Phragmites*) gemeten voor de oppervlakten van 1 m², 4 m² en 25 m². Bij 1 m² en bij 4 m² is er een significant verschil tussen de onbeweide en extensief beweide kwelder te zien (Sign Test: P<0.05). Het aantal soorten bij de extensief beweide kwelder is hoger. Bij een oppervlak van 25 m² is het aantal soorten van beide beweidingvormen nagenoeg gelijk.

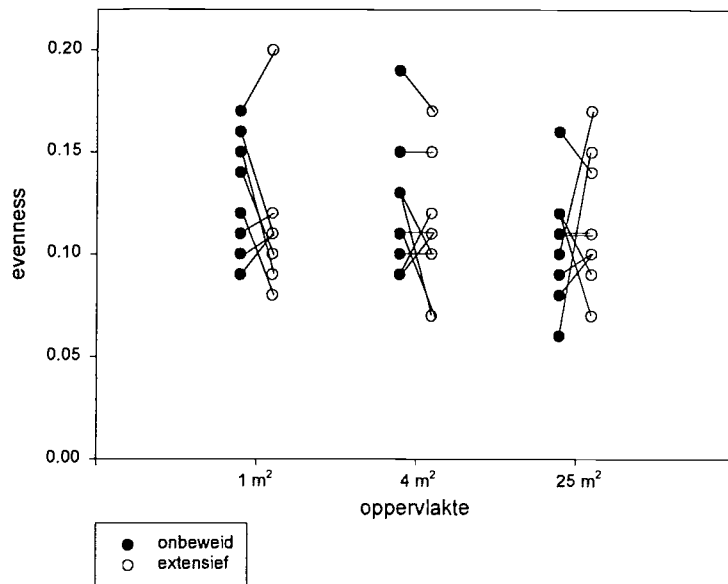
In figuur 3.6 is de Shannon diversiteitsindex voor de beweide en onbeweide vegetatietypen uitgezet bij oppervlakten van 1 m², 4 m² en 25 m². Bij geen van de drie oppervlakten is een significant verschil gevonden. Hetzelfde geldt voor de gemiddelde evenness op de extensief beweide en onbeweide vegetatietypen (fig.3.7).



Figuur 3.5: Aantal soorten voor 9 extensief beweide en onbeweide vegetatietypen bij verschillende oppervlakten. Gelijke vegetatietypen met verschillende veedichtheden zijn met elkaar verbonden.

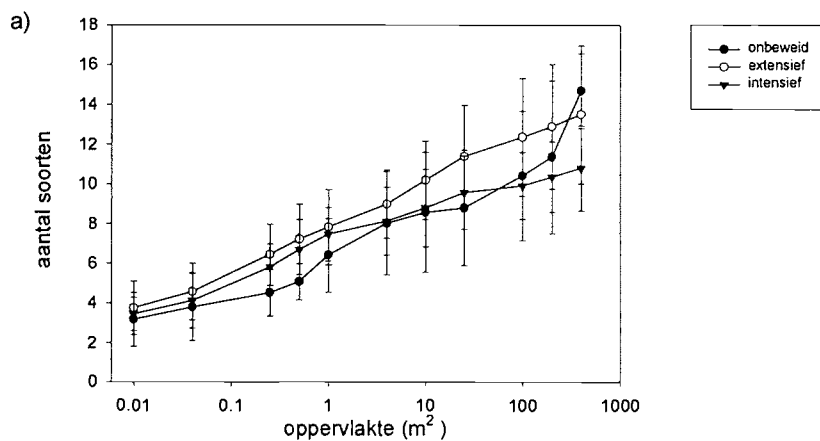


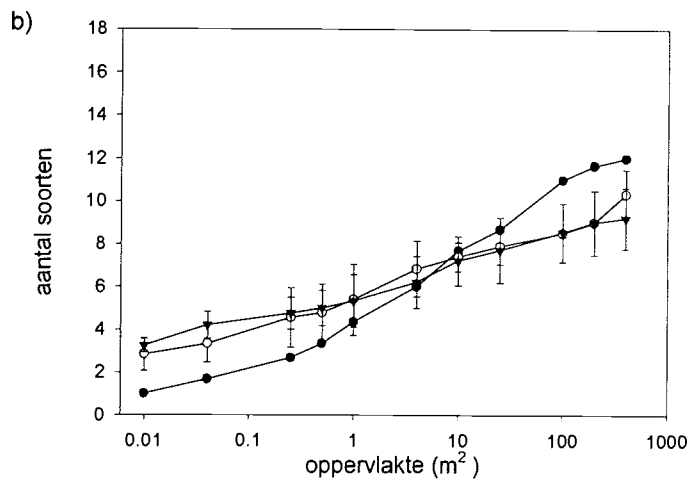
Figuur 3.6: Shannon diversiteitsindex voor 9 extensief beweide en onbeweide vegetatietypen bij verschillende oppervlakten. Gelijke vegetatietypen met verschillende veedichtheden zijn met elkaar verbonden.



Figuur 3.7: Evenness voor 9 extensief beweide en onbeweide vegetatietypen bij verschillende oppervlakten. Gelijke vegetatietypen met verschillende veedichtheden zijn met elkaar verbonden.

Om te beoordelen of er op een andere schaal eventueel verschillen zijn in diversiteit, zijn tevens voor alle vegetatietypen apart de species-area curves geïnterpreteerd bij de verschillende beweidingvormen. In figuur 3.8 staan als voorbeeld de species-area-curves voor de vegetatietypen *Festuca* (a) en *Puccinellia* (b).





Figuur 3.8 a en b: Het aantal soorten per vegetatietype met standard error bij een toenemend oppervlak voor onbeweide, extensief beweide en intensief beweide Festuca vegetatie (a) met resp. N=3, N=6, N=3 en Puccinellia vegetatie (b) met resp. N=1, N=3, N=3.

Doordat er geen significante verschillen zijn gevonden tussen de verschillende beweidingvormen, zijn de hoeken die een verschil tussen de verschillende beheersvormen moesten aangeven niet berekend. Ook deze grafieken geven echter aan dat het erop lijkt dat op kleine schaal het aantal soorten bij de onbeweide vegetatie lager is dan bij de extensief beweide vegetatie. Op grotere schaal is dit niet meer het geval

4 Discussie

4.1 Diversiteit in structuur

Wat bij de structuurmetingen direct in het oog springt, is een hoge waarde van de spatial diversity bij de extensief beweide *Puccinellia maritima* vegetatie. Deze hoge waarde wordt veroorzaakt doordat er in de Leybucht een opname is gemaakt waar ook veel *Elytrigia atherica* voorkwam.

De variatie in de vegetatiestructuur is bij zowel *Festuca rubra* als *Puccinellia maritima* laag op de intensief beweide percelen. Kiehl et al. (1996) vond op een perceel met 10 schapen per hectare op Sönke-Nissen-Koog ook een korte *Puccinellia* vegetatie met maar weinig variatie in de structuur van de vegetatie. *Puccinellia maritima* is een belangrijke voedselplant. Bij beweiding vormt de plant een korte grasmat. Bij de *Festuca rubra* vegetatie op Friedrichskoog is ook een lage spatial diversity gevonden in het veld met een veedichtheid van 10 schapen per hectare (Berg et al. 1997).

Voor de *Festuca rubra* en *Puccinellia maritima* vegetatietypen is de spatial diversity het hoogst op de onbeweide percelen. Kiehl et al. vonden in 1996 ook de grootste variatie in vegetatiehoogte bij een onbeweide *Puccinellia* vegetatie. Andresen et al (1990) verwachtten daarentegen op een grote schaal een hogere spatial diversity op extensief beweide percelen. Zij denken dat op kleine schaal de variatie op de onbeweide percelen echter wel groter kan zijn dan de extensief beweide percelen doordat schapen percelen op kleine schaal regelmatig begrazen. Afwisseling tussen hoge en lage variatie werd door hen binnen 1 m² niet gevonden. Bij grotere oppervlakten is deze afwisseling in hoge en lage vegetatie wel gevonden, wat resulteert in een hogere spatial diversity.

Bij de andere vier vegetatietypen zijn geen significante verschillen gevonden tussen de verschillende beheersvormen. Waarschijnlijk is dit te wijten aan de kleine steekproefgrootte waarmee gewerkt is.

Een reden waarom er geen hogere spatial diversities werden gemeten bij de extensief beweide percelen zou kunnen zijn dat de vegetatiehoogten van de verschillende beweidingvormen niet zijn genormaliseerd. Over het algemeen is de vegetatie op onbeweide kwelders hoger dan op beweide kwelders. Hierdoor kan de variatie in vegetatiehoogte ook groter zijn op onbeweide kwelders. Als voordat de spatial diversity berekend wordt, eerst wordt genormaliseerd voor de vegetatiehoogte dan zou de extensief beweide kwelder relatief een grotere spatial diversity kunnen hebben. Deze waarde samen met de gemiddelde hoogte zou duidelijker informatie verschaffen.

Opvallend is dat tussen de verschillende lokaties binnen een beweidingvorm grote variatie bestaat. Naast de verschillen in spatial diversity tussen de verschillende beweidingvormen zijn er ook verschillen afhankelijk van de leeftijd van de verschillende kwelders gevonden. Verschillen tussen vasteland-

en eilandkwelders werden niet gevonden. Dit zou ook kunnen komen door de kleine steekproefgrootte. Verschillen werden wel verwacht omdat de twee typen kwelders een andere ondergrond hebben (zie Hst. 4.4).

De spatial diversity is niet alleen afhankelijk van de beheersvorm die op een bepaald perceel wordt gevoerd, maar in ieder geval ook van de leeftijd van de kwelder. Om een goed onderscheid te kunnen maken of er verschillen in de structuurdiversiteit bestaan tussen de verschillende beweidingvormen is het belangrijk gebruik te maken van goed vergelijkbare kwelders. Verschillen kunnen het meest nauwkeurig gemeten worden als op een lokatie verschillende velden aanwezig zijn met verschillende veedichtheden waarvan vervolgens de spatial diversity gemeten wordt.

4.2 Diversiteit in soortenrijkdom

Bij het berekenen van het verschil in diversiteit in de soortenrijkdom zijn geen significante verschillen gevonden tussen de eiland- en de vasteland kwelders wat betreft de extensief beweidde *Festuca rubra* vegetatie. Op grond van de verschillen die aanwezig zijn tussen de eiland- en vasteland kwelders werden wel verschillen verwacht. Op de eilandkwelders zijn bijvoorbeeld meer duinsoorten waargenomen tussen de kweldersoorten (zie bijlage). Dit heeft echter niet geleid tot een meetbaar verschil in diversiteit. Een reden waarom er geen verschil is waargenomen kan zijn dat de steekproefgrootte klein was.

Uit de grafieken waar bij 4 m² het aantal soorten, de Shannon diversiteits index en de evenness zijn uitgezet voor de zes verschillende vegetatietypen blijkt dat alleen bij *Elytrigia* een significant waarneembaar verschil is in de Shannon index tussen de onbeweide- en extensief beweidde vegetatie. Bij alle andere vegetatietypen zijn geen significante verschillen gevonden tussen de verschillende beheersvormen. Toch lijkt het erop dat het aantal soorten op de extensief beweidde vegetatietypen hoger is dan op de onbeweide vegetatietypen. Voor de Shannon diversiteits index en de evenness geldt deze tendens alleen voor de hoge kweldertypen *Festuca*, *Elytrigia*, *Seriphidium* en *Juncus*.

Dit is ook wat wordt verwacht op grond van eerder gedaan onderzoek. Over het algemeen bestaat de opvatting dat op extensief beweidde percelen de grootste soortenrijkdom voorkomt. Verklaringen hiervoor zijn dat op onbeweide percelen geen afvoer van dood materiaal plaats vindt. Daarnaast is de begroeiing op de onbeweide percelen dicht. De slechts beperkte hoeveelheid licht die hierdoor tot op de bodem kan doordringen resulteert erin dat annuëlen zoals *Salicornia procumbens* en *Suaeda maritima* nauwelijks de kans krijgen om zich te vestigen (Bakker 1985; Bakker & de Vries 1992). Ook soorten zoals *Armeria maritima* en *Glaux maritima* verdwijnen door hun zwakke concurrentiepositie om licht (Berg et al. 1997). Een onbeweide kwelder zou worden gekarakteriseerd door de dominantie van een enkele soort, waardoor ook een lage evenness gemeten wordt. Door begrazing vindt verwijdering van dood materiaal plaats en er ontstaan lokaal open plekken in

de vegetatie door vraat en vertrapping. Op deze plekken is de vestiging van annuellen mogelijk (Bakker 1985).

Beweiding heeft daarentegen een negatieve invloed op soorten als *Atriplex portulacoides* en *Aster tripolium*. *Atriplex portulacoides* is erg gevoelig voor betreding door schapen en vee. *Aster tripolium* is erg gevoelig voor begrazing doordat deze soort selectief begraasd wordt (Kiehl et al. 1996). Bij extensieve beweiding ontstaat een patroon in het landschap met afwisselend sterk begraasde delen en minder begraasde delen. Hierdoor heeft een groter aantal soorten de mogelijkheid zich te vestigen (Andresen et al. 1991; Bakker 1993 & Bakker et al. 1997). Zo varieert het aantal soorten bij 4 m² op onbeweide kwelders van 3 tot 11 soorten en op extensief beweidde kwelders varieert het aantal soorten van 6 tot 13 soorten.

Puccinellia en *Limonium* lijken onbeweid een hogere Shannon index en evenness te hebben dan extensief beweid. Dit zijn twee vegetatietypen van de lage kwelder. Beweiding kan op de lage kwelder een ongunstig effect hebben op de bedekking in plantensoorten. De grond op de lage kwelder is erg gevoelig voor betreding. Dit resulteert in een lagere Shannon index en een lagere evenness (Bakker 1989; Andresen 1990).

Aanvankelijk werden er verschillen verwacht in het soortsaantal de evenness en de Shannon diversiteitsindex. Dit geldt voor het verschil tussen vasteland- en eilandkwelders, de zes vegetatietypen apart en voor het verschil tussen de kwelders bij de verschillende beweidingvormen. Toch worden deze verschillen nauwelijks gevonden. Een reden hiervoor is de kleine steekproefgrootte waarmee is gewerkt. Om nog een redelijke steekproefgrootte te krijgen zijn er bij de groepering van alle lokaties op vegetatietype en beweidingvorm zeer verschillende kwelders bij elkaar gekomen. Het resultaat hiervan is dat bij de berekening van de diversiteit bij de verschillende beweidingvormen niet alleen de factor beweiding een rol speelde in de gevonden waarde maar ook in wezen de life history van de verschillende kwelders (zie Hst. 4.4).

Dat er geen significante verschillen in soortenrijkdom aanwezig zijn zou ook kunnen komen doordat, als een vegetatietype bij verschillende beweidingvormen of onder verschillende omstandigheden aanwezig is, de verschillen in soortdiversiteit binnen dat bepaalde vegetatietype niet erg groot zijn. Dit zou erop kunnen wijzen dat het verschil in diversiteit bij verschillende beweidingvormen meer tot uitdrukking komt als wordt gekeken naar het aantal en de soort vegetatietypen die bij een bepaalde beheersvorm nog voorkomt, of het relatieve oppervlakte dat een vegetatietype bij een bepaalde beheersvorm kan gaan innemen. Er komen bijvoorbeeld geen *Atriplex portulacoides* en *Elytrigia atherica* vegetatietypen voor onder intensieve beweiding.

Een totaal andere manier waarop verschillen in soortdiversiteit tussen de verschillende beweidingvormen kunnen worden gemeten, is door niet meer naar het aantal soorten of de bedekking te kijken, maar door te bestuderen bij welke mate van beweiding het grootste aantal beschermde soorten voorkomt.

Volgens Scherfose (1993) kan een aantal rode lijst soorten voorkomen doordat beweiding plaatsvindt.

4.3 Schaalafhankelijkheid van diversiteit

Het aantal soorten dat voorkomt op de kwelder is bij de oppervlakten van 1m^2 en 4m^2 significant hoger op de extensief beweidde kwelder dan op de onbeweidde kwelder. Bij een oppervlakte van 25m^2 werd er geen significant verschil meer gemeten. Wat opvalt is dat bij de Shannon diversiteitsindex en de evenness bij geen van de drie oppervlakten een significant verschil wordt gemeten bij de verschillende beweidingvormen.

Bij grotere oppervlakten is het verschil in het aantal soorten tussen de twee beheersvormen dus verdwenen. Een verklaring hiervoor zal kunnen zijn dat het totaal aantal mogelijk aanwezige soorten klein is. Bij een oppervlak van 25m^2 wordt in veel gevallen al het maximaal aantal soorten gescoord. Hierdoor wordt op een groter oppervlakte het aantal voorkomende soorten op zowel de onbeweidde als de extensief beweidde kwelder uiteindelijk gelijk. Bij de evenness is gecorrigeerd voor het totaal aantal soorten dat in de opname voorkomt waardoor er een maat is ontstaan die de mate van gelijke verdeling aangeeft. Waarschijnlijk is de evenness in dit onderzoek niet afhankelijk van de schaal waarin deze gemeten wordt omdat ze is gemeten binnen een vegetatietype. Binnen een vegetatietype blijft de abundantie van de voorkomende soorten meestal nagenoeg gelijk. Hierdoor worden veranderingen in de evenness niet snel verwacht.

Voor de species-area curves bestond aanvankelijk het plan om de hoek met de x-as te bepalen als indicator voor de diversiteit. Maar door het kleine aantal replica's werden er geen significante verschillen gevonden tussen de curves met de verschillende veedichtheden. Toch zouden de curves een toegevoegde waarde kunnen geven aan de diversiteitsgegevens, als er voldoende replica's zijn. Aangezien uit de vergelijking van de drie verschillende oppervlakten blijkt dat bij grotere oppervlakten het aantal soorten bij de verschillende veedichtheden gelijk wordt, kan de hoek worden berekend voor de curve tot 1m^2 . De hoek tussen deze gedeelten van de curve verschaft informatie over het verschil door beweiding op kleine schaal. In theorie zal de hoek van de extensief beweidde kwelder groter moeten zijn aangezien die sneller naar het maximaal aantal soorten loopt. De hoek geeft dan nauwkeurig informatie geven over het aantal soorten op een bepaalde oppervlakte. Daarnaast kan deze hoek ook informatie verschaffen over het verschil in diversiteit tussen de verschillende vegetatietypen. Toch kleeft aan het maken van species-area curves het bezwaar dat de metingen die moeten worden verricht erg tijdrovend zijn. Een zelfde resultaat kan ook worden bereikt als er gebruik wordt gemaakt van een groter aantal replica's bij een oppervlak van 1m^2 .

Eventuele verschillen in soortdiversiteit tussen beweide en onbeweide kwelders kunnen zichtbaar worden als wordt gemeten bij een klein oppervlakte. Dit omdat bij kleine oppervlakten nog wel verschillen in soortsaantallen meetbaar zijn.

4.4 Keuze van lokaties

Het blijkt dat het zowel bij de metingen naar de diversiteit in structuur als bij de soortdiversiteit de keuze van de lokaties erg belangrijk is. In dit onderzoek zijn voor de vergelijking van de verschillende veedichtheden soms percelen gegroepeerd die potentieel verschillend zijn. Bij de keuze van de lokaties waar de metingen worden gedaan is het ten eerste van belang om dezelfde typen kwelder te kiezen. Vergeleken met de vasteland kwelders is de mate van aanslibbing op de eiland kwelders laag (van Wijnen & Bakker 1997). De hoeveelheid stikstof in de bodem is sterk gerelateerd aan de dikte van de kleilaag (Olf et al. 1997). Daardoor is de hoeveelheid stikstof die kan worden verwacht in de bodem van eiland kwelders relatief klein. De plant productie op eiland kwelders kan hierdoor gelimiteerd zijn door de hoeveelheid stikstof (Kiehl et al. 1997; van Wijnen & Bakker 1997). Het verschil in productie kan leiden tot zowel variatie in de structuur als in soortenrijkdom.

Vershillen tussen oude en jonge kwelders kunnen hier ten dele mee verklaard worden. Op jonge kwelders is nog een jonger successie stadium aanwezig. De hoeveelheid nutriënten die beschikbaar is op de jonge kwelder is kleiner dan op de oudere kwelder. Ook is de bedekking aan plantensoorten op de jonge kwelders veelal lager dan op de oude kwelder waardoor vestiging van annuellen mogelijk is. Dit resulteert in een grotere soortenrijkdom op de jonge kwelder. Uit de verhoogde productie zou zijn af te leiden dat de vegetatie gemiddeld hoger is en daardoor een hogere variatie kan vertonen. Dit zou leiden tot een hogere spatial diversity. Dit blijkt echter niet uit de resultaten. De jonge kwelder heeft een hogere spatial diversity. Dit komt doordat de bedekking van de vegetatie minder groot is. Er zijn meer gaps in de vegetatie waardoor de variatie in vegetatiehoogte groter wordt.

Ook is het van belang te weten hoe lang een bepaalde beheersvorm al plaatsvindt op een bepaalde lokatie. Een gebied dat nog maar sinds drie jaar uit beweiding is genomen zal er anders uitzien dan een gebied dat al vijftien jaar niet meer beweid wordt. Voor vergelijking van de diversiteit bij verschillende beheersvormen is het belangrijk gebieden te kunnen vergelijken die al voor een langere tijd een bepaalde beheersvorm hebben (Bakker et al. 1997). Na deze periode zal een gebied de eigenschappen vertonen die karakteristiek zijn voor die manier van beweiding.

Vershillen in begrazing tussen schapen en koeien kan ook leiden tot verschillen in diversiteit. Schapen grazen veel selectiever en langer dan runderen. Ook hebben schapen de neiging om kleine gebiedjes af te grazen waardoor een patroon ontstaat met kort begraasde en langere vegetatie. Koeien

zijn veel minder specifiek bij het grazen en nemen tijdens het grazen een grotere hoeveelheid wortels en dood materiaal mee.

Daarnaast heeft betreding door koeien grotere gevolgen voor de bodem dan betreding door schapen waardoor herstel na betreding door koeien een langere periode in beslag neemt (Jensen 1985; Scherfose 1993).

In dit onderzoek is duidelijk geworden dat de gemeten diversiteit in grote mate afhankelijk is van de lokatie waar gemeten is. Verschillen in soortsaantal kunnen worden gemeten op een kleine schaal (tot 4 m²). Evenness lijkt niet schaalafhankelijk te zijn.

Bij vervolg onderzoek moet worden gewerkt met grotere steekproefgroottes. Bij dit onderzoek lijkt het dat verschillen niet aan het licht zijn gekomen door een te kleine steekproef. Een ander manier waarop diversiteit zou kunnen worden gemeten is het bestuderen bij welke beheersvorm het grootste aantal rode lijst soorten voorkomt.

Het is echter aan te raden diversiteit meer op een grotere schaal te bekijken door te onderzoeken hoeveel en welke vegetatietypen voorkomen bij de verschillende veedichtheden.

5 Literatuur

Andresen, H., Bakker, J.P., Brongers, M. & Irmeler, U. (1990) Long-term changes of salt marsh communities by cattle grazing. *Vegetatio* 89: 137-148.

Åvang Jensen, K. (1995). Status and current problems in salt marsh management in the Danish Wadden Sea region. In: *Saltmarsh management in the Wadden Sea region. Proceedings of the working conference.* eds. Ovesen et al. pp. 27-33. Ministry of the Environment, National Forest and Nature Agency, Copenhagen.

Bakker, J.P. (1985) The impact of grazing on plant communities, plant populations and soil conditions on salt marshes. *Vegetatio* 62: 391-398.

Bakker, J.P. & de Vries, Y. (1992) Germination and early establishment of lower salt marsh species in grazed and mown salt marsh. *Journal of Vegetation Science* 3: 247-252.

Bakker, J.P., Esselink, P., van der Wal, R. & Dijkema, K.S. (1997) Options for restoration management of coastal salt marshes in Europe. In: *Restoration ecology and sustainable development.* eds: Urbanska et al. pp. 286-322 Cambridge University Press, Cambridge.

Bakker, J.P. Esselink, P. & Dijkema, K. (1997) Salt marsh management for nature conservation, the value of long-term experiments. *Wadden Sea News Letter* 1997-1: 19-25.

Berg, G., Esselink, P., Groeneweg, M. & Kiehl, K. (1997) Micropatterns in *Festuca rubra* dominated salt marsh vegetation induced by sheep grazing. *Plant Ecology* 132: 1-114.

Dijkema, K.S. (1983) Use and management of mainland marshes and Halligen. In: *Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas.* eds. K.S. Dijkema & W.J. Wolff. pp. 302-312. Report 9 of the Wadden Sea Working Group. Balkema, Rotterdam.

Dijkema, K.S., Bossinade, J.H., Van de Bergs, J. & Kroeze, T.A.G. (1991) *Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk.* Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.

Dijkema, K.S. & Bossinade, J. (1990) *Vegetatieclassificatie volgens een vast typenstelsel.* Intern rapport. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.

Doing, H. (1983) The vegetation of the Wadden Sea islands in Niedersachsen and the Netherlands. In: Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas. eds. K.S. Dijkema & W.J. Wolff. pp. 137-164. Report 9 of the Wadden Sea Working Group. Balkema, Rotterdam.

Huston, M.A. (1994) The assessment of species diversity. In: Biological diversity, The coexistence of species on changing landscapes. pp. 64-74. Cambridge University Press, Cambridge.

Jensen, A. (1985) The effect of cattle and sheep grazing on salt marsh vegetation at Skallingen, Denmark. *Vegetatio* 60: 37-48.

Kiehl, K. & Stock, M. (1994) Natur oder Kulturlandschaft? Wattenmeersalzwiesen zwischen den Ansprüchen von Naturschutz, Küstenschutz und Landwirtschaft. In: Warnsignale aus dem Wattenmeer. eds. Lozán et al. pp. 190-196. Blackwell, Berlin.

Kiehl, K., Eischeid, I., Gettner, S. & Walter, J. (1996) The impact of different sheep grazing intensities on salt marsh vegetation in Northern Germany. *Journal of Vegetation Science* 7: 99-106.

Kiehl, K., Esselink, P. & Bakker, J.P. (1997) Nutrient limitation and plant species composition in temperate salt marshes. *Oecologia*. 111: 325-330.

Londo, G. (1976) The decimal scale for relevés of permanent quadrates. *Vegetatio* 33: 61-64.

Kiehl, K. (1997) Vegetationsmuster in Vorlandsalzwiesen in Abhängigkeit von Beweidung und abiotischen Standortfaktoren. Proefschrift. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.

Magurran, A.E. (1988) Ecological diversity and its measurement. Cambridge University Press, Cambridge.

Meijden, R. van der, Weerda, E.J., Holverda, W.J. & Hovenkamp, P.H. (1996) Heukels' Flora van Nederland. 22 th ed. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Melman, P.J.M. (1992) Vegetatiekaart Schiermonnikoog. afd.GAT. Meetkundige dienst Rijkswaterstaat, Delft.

Olf, H., de Leeuw, J., Bakker, J.P., Platerink, R.J., van Wijnen, H.J. & de Munck, W. (1997). Vegetation succession and herbivory in a salt marsh: changes induced by sea level rise and silt deposition along an elevational gradient. *Journal of Ecology* 85: 799-814.

Pielou, E.C. (1966) The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 13: 131-144.

Prokosch, P. (1989) German saltmarshes formed by coastal protection, agriculture or nature. In: *Saltmarsh management in the Wadden Sea region. Proceedings of the working conference*. eds. Ovesen et al. pp. 35-41. Ministry of the Environment, National Forest and Nature Agency, Copenhagen.

Scherfose, V. (1993) Zum Einfluß der Beweidung auf das Gefäßpflanzenartengefüge von Salz- und Brackmarschen. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*. 2: 201-211.

Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press; Urbana. 117p

Verhoeven, B. (1983) Geomorphology and soil of salt marshes. In: *Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas*. eds. K.S. Dijkema & W.J. Wolff. pp. 26-37. Report 9 of the Wadden Sea Working Group. Rotterdam, Balkema.

Vlas, J. de (1995) Salt marsh management in the Netherlands. In: *Saltmarsh management in the Wadden Sea region. Proceedings of the working conference*. eds. Ovesen et al. pp. 17-25. Ministry of the Environment, National Forest and Nature Agency, Copenhagen..

Walrecht, G. (1998) *Oosterkwelder Schiermonnikoog: een onderzoek naar relaties tussen bodem, vegetatie en leeftijd*. Stage verslag. R.U.G. Laboratorium voor Plantenoecologie.

Wijnen, H.J. van & Bakker, J.P. (1997) Nitrogen accumulation and plant species replacement in three salt marsh systems in the Wadden Sea. *Journal of Coastal Conservation* 3: 19-26.

6. Bijlagen

Bijlage 1: Codes van de gebruikte vegetatietypen (Dijkema & Bossinade 1990).

- S: *Spartina anglica*
- Q: *Salicornia*
- P: *Puccinellia maritima* pioniervegetatie
- Ps: *Puccinellia maritima* + *Spartina anglica*
- Ph: *Puccinellia maritima* + *Atriplex portulacoides*
- Pas: *Puccinellia maritima* + *Aster tripolium*
- Pp: *Puccinellia maritima*
- Pj: *Puccinellia maritima* + *Festuca rubra*
- H: *Atriplex portulacoides*
- Hf: *Atriplex portulacoides* + *Seriphidium maritimum*
- Ft: *Seriphidium maritimum*
- Fe: *Elytigris maritima*
- F: *Festuca rubra*
- Jj: *Juncus gerardi* + *Festuca rubra*
- Jg: *Festuca rubra* + *Agrostis stolonifera*
- B: *Phragmites australis*
- Lg: *Agrostis stolonifera* + *Lolium perenne*

Lokatie vegetatie type oppervl. (m ²)	Schiermonnikoog jonge onbeweide kwelders			onbeweide kwelders			onbeweide kwelders			onbeweide kwelders								
	Limonium 1	4	25	Seriphidium 1	4	25	Elytrigia 1	4	25	Festuca 1	4	25	Juncus 1	4	25	Salicornia 1	4	25
Ammophila arenaria																		
Armeria maritima							0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50			
Aster tripolium	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50												
Atriplex litoralis				1.00	0.50	0.50			1.00									
Atriplex portulacoides	16.00	6.50	4.00	1.00	1.00	0.50												
Atriplex prostrata				1.00	1.00	0.50												
Bellis perennis							1.00	1.50	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50			
Bolboschoenus maritimus																		
Carex distans																		
Carex extensa																		
Centaurium puchellum									0.50									
Cerastium fontanum									0.50									
Cirsium arvense																		
Cochlearia anglica																		
Cochlearia danica																		
Elytrigia atherica							40.00	40.00	35.00									
Elytrigia repens																		
Festuca rubra				40.00	40.00	25.00												
Glaux maritima	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00	40.00	40.00	40.00	3.00	3.00	3.00			
Hordeum secalinum										1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00			
Juncus gerardi							3.00	3.00	3.00									
Juncus maritimus										35.00	35.00	35.00	70.00	70.00	60.00			
Leontodon autumnalis																		
Limonium vulgare	45.00	50.00	50.00				0.50	0.50	1.00	1.00	1.50	1.50	7.00	7.00	13.50	0.06	0.04	0.03
Linaria vulgaris										0.50								
Lotus corniculatus																		
Potentilla anserina																		
Plantago anseropus																		
Plantago maritima						0.50				12.00	13.50	13.50	9.50	13.50	9.50			
Poa pratensis																		
Puccinellia maritima	2.00	2.00	2.00	0.50	0.50	1.50												
Rumex crispus									2.00									
Odonotus vernus									1.50									
Salicornia spec	4.00	4.00	4.00	1.00	1.00	1.00										0.16	0.16	0.16
Salicornia europaea																		
Salicornia procumbens																		
Sedum acre																		
Seriphidium maritimum	0.50	0.50	1.50	40.00	40.00	50.00			0.50									
Sonchus arvensis																		
Spartina anglica	0.50	0.50	1.00		0.50	0.50												0.01
Spergularia maritima	1.00	1.00	1.00		1.50	2.50												0.01
Spergularia salina																		
Stellaria media																		
Suaeda maritima	23.50	26.00	26.00										1.50	1.00	1.00	0.01	0.01	0.01
Trifolium pratense																		
Trifolium repens																		
Triglochin maritima	0.50	1.00	1.50	0.50	0.50	0.50				1.00	1.00	1.00						

Lokatie vegetatietype beweiding oppervlak (m ²)	Schiermonnikoog nieuw			Beweide kwelder			Juncus extensief			Scriphidium extensief			Limonium extensief		
	Elytiglia extensief	4	25	Festuca/Agrostis extensief	4	25	1	4	25	1	4	25	1	4	25
Agrostis stolonifera				1.00	1.00	1.50				0.50	1.00	1.00			
Ammophila arenaria						0.50				0.50	0.50	0.50			
Armeria maritima	0.50	1.00	1.00	12.00	16.00	16.00								0.50	0.50
Aster tripolium										0.50	0.50	0.50			
Atriplex littoralis															
Atriplex prostrata			0.50	1.00						0.50	0.50	0.50			0.50
Bellis perennis															
Bolboschoenus maritimus															
Carex distans				0.50	0.50	0.50									
Carex extensa															
Centaurium puchellum															
Cerastium fontanum															
Cirsium arvense															
Cochlearia anglica															
Cochlearia danica															
Elytrigia atherica	30.00	30.00	30.00	1.50	1.00	1.00				1.00	1.00	1.00			
Elytrigia repens															
Festuca rubra	7.00	7.00	7.00	50.00	50.00	50.00				45.00	33.50	33.50			
Glaux maritima			0.50							1.00	1.00	1.50		1.00	1.00
Hordeum secalinum															
Juncus gerardi	20.00	20.00	20.00	1.00	10.00	10.50				2.50	1.50	1.50		0.50	0.50
Juncus maritimus	1.00	1.00	1.00												
Leontodon autumnalis															
Limonium vulgare										1.50	1.50	1.50		2.50	3.00
Linaria vulgaris															
Lotus corniculatus				0.50	0.50	1.00									
Potentilla anserina															
Plantago conoropus															
Plantago maritima	1.50	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00				0.50	1.00	1.00		0.50	1.00
Poa pratensis															
Puccinellia maritima															
Rumex crispus															
Odontites vernus															
Salicornia spec										0.50	0.50	1.00		1.00	1.00
Salicornia europaea															
Salicornia procumbens															
Sedum acre															
Scriphidium maritimum	4.00	3.00	4.00							28.50	28.50	26.00			0.50
Sonchus arvensis															
Spartina anglica															
Spargularia maritima															
Spargularia salina										1.00	1.00	1.00		2.50	2.50
Stellaria media										1.00	1.00	0.50		0.50	0.50
Suaeda maritima															
Trifolium pratense										0.50	1.00	1.00		1.00	1.00
Trifolium repens				2.50	2.50	2.50									
Triglochin maritima														1.00	1.00

Lokatie vegetatietype beweiing oppervlak (m ²)	Friedrichskoog					Festuca					Festuca					Festuca					Festuca				
	1	4	25	1	4	25	1	4	25	1	4	25	1	4	25	1	4	25	1	4	25	1	4	25	
Agrostis stolonifera	1	0.01	0.01	2.33	0.67	1.33	0.67	1.00	1.00	1.33	0.33	0.33	1.33	1.67	2.00	2.33	3.33	2.00							
Ammophila arenaria																									
Armeria maritima	0.09	0.10	0.13																						
Aster tripolium																									
Atriplex litoralis																									
Atriplex portulacoides																									
Atriplex prostrata	0.02	0.02	0.03																						
Bellis perennis																									
Bromus mollis																									
Carex distans																									
Centaureum pulchellum																									
Cirsium arvense																									
Cochlearia anglica																									
Cochlearia danica																									
Elytrigia atherica																									
Elytrigia repens																									
Festuca rubra	0.83	0.83	0.80	76.67	86.67	93.33	83.33	83.33	83.33	83.33	80.00	76.67	83.33	76.67	70.00	83.33	76.67	70.00							
Glaux maritima				1.00	1.00	2.00	2.67	0.33	0.33	2.33	2.33	1.33	5.00	3.00	5.00										
Juncus gerardi																									
Juncus maritimus																									
Leontodon autumnalis																									
Limonium vulgare																									
Lolium perenne																									
Phragmites australis																									
Polygonum aviculare																									
Potentilla anserina																									
Plantago coarctata																									
Plantago maritima			0.01	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00							
Poa pratensis																									
Puccinella maritima		0.01	0.01	2.33	2.33	0.33	5.00	1.33	1.00	10.33	17.00	17.33	1.33	4.67	11.33										
Odonthus vernus																									
Sagina maritima																									
Salicornia spec																									
Salicornia europaea				1.67	2.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00										
Salicornia procumbens																									
Sedum acre																									
Seriphidium maritimum																									
Sonchus arvensis																									
Spartina anglica																									
Spergularia maritima	0.02	0.02	0.01	2.33	2.00	3.00	3.00	5.00	5.00	1.33	1.67	2.00	2.33	3.33	2.00										
Spergularia salina																									
Suaeda maritima		0.00	0.02	4.33	4.67	0.67	4.33	2.67	2.33	1.00	1.00	1.00	3.00	4.67	2.67										
Taraxacum spec																									
Trifolium arvense																									
Trifolium fragiferum																									
Trifolium repens																									
Triglochin maritima																									

Lokale vegetation bælg opperv. (m ²)	Skallingen Festuca onbveid			Festuca extensief			Phragmites onbveid			Phragmites extensief			
	1	4	25	1	4	25	1	4	25	1	4	25	
Ammophila arenaria			0.33	3.00	7.67	7.67		6.67	8.33	5.67	17.33	13.67	14.33
Armeria maritima	0.33	0.33	0.33	1.67	2.33	2.33							
Artemisia maritima	0.67	0.67	4.00										
Aster tripolium													
Atriplex litoralis				0.33	0.33	0.33		0.33	0.33	0.67	0.67	0.67	1.00
Atriplex portulacoides	4.33	5.00	7.00	0.67	0.67	0.67		0.33	0.33	0.67	0.33	0.33	0.33
Atriplex prostrata													
Bellis perennis													
Bromus mollis													
Carex distans										0.33			
Centaurium pulchellum													
Cirsium arvense													
Cochlearia danica													
Cochlearia danica													
Elytrigia atherica													
Elytrichia repens													
Festuca rubra	53.33	76.67	70.00	46.67	36.67	43.33		23.33	20.67	27.33	17.00	7.00	16.67
Glaux maritima			0.33	1.00	1.00	1.33		3.33	3.67	5.33	1.67	1.67	2.33
Juncus gerardi	4.33	4.67	8.00	25.67	33.33	26.67		56.67	53.33	50.00	56.67	66.67	56.67
Juncus maritimus													
Leontodon autumnalis													
Limonium vulgare	1.33	1.67	1.67	1.67	2.00	1.33		0.33	0.33		0.33	0.33	0.33
Lolium perenne													
Phragmites australis								3.33	4.33	4.33	3.33	3.67	5.33
Polygonum aviculare													
Potentilla anserina								10.00	10.00	11.00	2.00	1.67	1.33
Plantago conoropus													
Plantago maritima				1.00	1.00	1.00		0.33	0.33	0.33	2.67	3.00	3.00
Poa pratensis											0.33	0.33	0.33
Puccinellia maritima				18.00	14.00	10.67					0.33	0.33	0.33
Odontites vernus	0.67	0.67	1.67										
Sagina maritima													
Salicornia spec													
Salicornia europaea													
Salicornia procumbens													
Sedum acre													
Serriphidum maritimum	1.67	2.67	4.33	0.33	0.67	0.67							
Sonchus arvensis													
Spartina anglica													
Spergularia maritima				0.67	1.00	1.00							
Spergularia salina					0.33	0.33							0.67
Suaeda maritima				0.33	0.67	0.67							0.67
Taraxacum spec													
Trifolium arvense						0.33							0.33
Trifolium fragiferum													
Trifolium repens				0.33	0.33	0.33					2.33	5.00	5.00
Triglochin maritima				0.67	0.67	0.33					0.33	1.00	1.00

Bijlage 3: Aantal soorten bij een toenemende oppervlakte

area (M2)	Sonke-Nissen-Koog					Friedrichs Koog					Skallingen					Terschelling (de Groede)				
	Pucci 0 sh/ha	Festuca 1.5 sh/ha	Pucci 3 sh/ha	Pucci 4.5 sh/ha	Pucci 10 sh/ha	Festuca 0 sh/ha	Festuca 1.5 sh/ha	Festuca 3 sh/ha	Festuca 4.5 sh/ha	Festuca 10 sh/ha	Phragmites onbeweid	Phragmites beweid	Festuca onbeweid	Festuca beweid	Festuca onbeweid	Festuca beweid	Juncus extensief	Limonium extensief	Suaeda extensief	
0.01	1.00	3.33	3.50	3.00	3.00	1.67	2.33	3.33	3.33	4.33	3.67	4.67	3.00	3.67	3.67	6.33	5.33	3.67	1.00	
0.04	1.67	3.67	4.00	4.00	3.50	2.00	3.00	4.33	3.67	5.67	4.67	5.67	4.33	5.33	5.33	7.00	6.67	4.00	1.67	
0.25	2.67	4.67	5.00	4.33	4.00	3.33	5.00	5.33	6.33	6.33	5.00	6.33	5.33	7.67	8.33	8.33	8.00	6.00	3.00	
0.50	3.33	5.33	5.00	4.67	4.00	4.00	5.00	5.67	7.33	7.33	5.33	7.33	5.67	9.67	8.33	8.33	8.00	6.67	4.67	
1.00	4.33	6.33	5.50	4.67	4.00	5.00	5.67	6.33	8.33	8.33	7.67	8.33	5.67	10.00	10.33	10.00	9.00	7.67	5.33	
4.00	6.00	7.33	7.50	6.33	4.50	6.67	7.33	8.33	7.67	9.00	8.33	9.33	6.33	12.67	12.00	12.00	9.33	9.67	7.00	
10.00	7.67	8.00	7.50	8.00	5.50	7.33	8.67	8.33	8.00	10.00	9.33	10.33	8.33	14.33	14.00	13.33	12.00	11.00	8.67	
25.00	8.67	8.33	8.00	8.00	5.50	8.00	9.67	8.33	8.33	11.67	11.00	11.67	8.33	15.33	15.00	15.00	15.00	12.00	10.00	
100.00	11.00	8.67	8.50	8.50	6.50	10.67	11.00	10.33	8.33	11.67	10.33	11.67	8.33	16.67	16.67	16.67	15.67	12.67	11.00	
200.00	11.67	9.33	9.00	9.00	7.00	11.67	11.00	10.33	8.33	12.33	10.33	11.67	8.33	18.00	18.00	18.00	16.67	13.00	11.67	
400.00	12.00	10.00	11.00	11.00	7.50	13.33	11.67	10.33	8.33	12.33	10.33	11.67	8.33	18.00	18.00	18.00	16.67	13.00	11.67	

Bijlage 3 (vervolg):Aantal soorten bij een toenemende oppervlakte

area (M2)	Schier jong onbeweid					schiermonnikoog jong beweide kwelder						
	limonium/seriphidium onbeweid	Seriphidium onbeweid	Festuca onbeweid	Juncus onbeweid	Salicornia onbeweid	Elytrigia onbeweid	Limonium onbeweid	Elytrigia onbeweid	Juncus onbeweid	Festuca/agro onbeweid	Seriphidium onbeweid	Limonium onbeweid
0.01	2.00	4.50	3.50	3.50	0.50	1.00	3.00	5.00	3.00	4.50	2.50	3.50
0.04	3.50	6.50	4.00	4.00	1.00	2.00	4.00	6.50	5.50	7.00	4.00	5.00
0.25	4.00	7.00	4.50	5.50	2.00	5.00	5.00	6.50	6.00	7.50	7.50	6.00
0.50	4.50	7.00	5.50	7.00	2.00	5.00	5.00	7.50	6.50	8.50	9.00	8.50
1.00	5.00	9.50	8.50	8.00	2.00	5.00	5.00	9.00	7.00	9.50	12.00	9.00
4.00	5.50	10.50	11.00	10.00	2.50	5.50	9.00	9.00	8.00	10.00	13.00	9.50
10.00	6.00	11.50	12.00	10.50	4.00	10.00	10.00	10.00	9.00	10.50	14.00	9.50
25.00	7.00	12.00	12.00	12.00	4.50	12.00	13.50	10.50	9.00	12.00	14.50	10.50
100.00	7.50	13.00	13.50	13.50	5.00	15.00	15.00	10.50	10.00	12.00	16.50	11.50
200.00	7.50	15.00	15.00	15.00	5.00	16.50	16.50	10.50	11.50	12.00	17.00	12.00
400.00	7.50	15.50	16.00	15.50	5.00	19.00	19.00	10.50	14.00	12.50	17.00	12.50

area (M2)	Schiermonnikoog oud onbeweid					Limonium onbeweid					Elytrigia onbeweid				
	Salicornia onbeweid	Suaeda onbeweid	Atriplex onbeweid	Limonium onbeweid	Seriphidium onbeweid	Juncus onbeweid	Elytrigia onbeweid	Limonium onbeweid	Seriphidium onbeweid	Juncus onbeweid	Elytrigia onbeweid	Limonium onbeweid	Seriphidium onbeweid	Juncus onbeweid	Elytrigia onbeweid
0.01	1.67	2.00	1.67	3.00	3.33	2.33	2.33	1.33	3.33	2.33	2.33	1.33	3.33	2.33	
0.04	2.00	3.33	2.00	3.67	4.00	3.33	3.33	2.33	5.00	5.33	3.33	3.33	5.33	3.33	
0.25	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.33	6.33	3.67	6.33	7.00	9.00	3.67	7.00	9.00	
0.50	4.00	6.00	4.00	5.67	5.33	6.33	7.00	3.67	7.00	9.00	9.00	3.67	7.00	9.00	
4.00	4.33	7.00	7.00	7.33	6.00	7.33	9.00	3.67	7.33	9.00	9.00	3.67	7.33	9.00	
10.00	4.67	7.33	7.33	7.67	6.33	7.67	9.33	4.67	7.67	9.33	9.33	4.67	7.67	9.33	
25.00	5.67	8.67	8.67	8.33	7.67	8.33	11.67	4.67	8.33	11.67	11.67	4.67	8.33	11.67	
100.00	6.00	9.00	9.00	8.33	7.67	8.33	13.33	4.67	8.33	13.33	13.33	4.67	8.33	13.33	
200.00	6.67	10.33	10.33	8.67	8.67	13.33	15.33	4.67	8.67	15.33	15.33	4.67	8.67	15.33	
400.00	6.67	10.67	10.00	8.67	14.33	17.00	17.00	5.33	8.67	17.00	17.00	5.33	8.67	17.00	
	6.67	11.00	10.00	8.67	15.00	19.33	19.33	8.67	8.67	19.33	19.33	8.67	8.67	19.33	

area (M2)	Leybucht		laag		laag		laag		laag	
	hoog 0 cal/ha	hoog 0.5 cal/ha	laag 0 cal/ha	laag 0.5 cal/ha	laag 1 cal/ha	laag 2 cal/ha	laag 0 cal/ha	laag 0.5 cal/ha	laag 1 cal/ha	laag 2 cal/ha
0.01	1.00	2.67	2.33	2.00	3.00	3.33	3.00	2.00	3.00	3.33
0.04	1.00	2.67	2.33	2.33	3.67	5.00	3.67	2.33	3.67	5.00
0.25	1.67	3.33	4.00	3.00	5.67	5.67	5.67	3.00	5.67	5.67
0.50	1.67	3.33	4.67	3.33	6.00	5.67	6.00	3.33	6.00	5.67
1.00	2.00	3.67	5.00	3.67	7.00	6.00	7.00	3.67	7.00	6.00
4.00	2.33	3.67	5.00	5.33	7.67	6.67	7.67	5.33	7.67	6.67
10.00	3.33	5.67	5.33	6.67	8.00	7.67	8.00	6.67	8.00	7.67
25.00	4.67	6.67	6.00	7.00	8.67	9.00	8.67	7.00	8.67	9.00
100.00	5.33	7.33	6.00	8.33	8.67	9.33	8.67	7.33	8.67	9.33
200.00	6.33	8.00	6.00	9.00	9.00	9.33	9.00	8.00	9.00	9.33
400.00	7.33	9.67	7.00	11.00	9.00	9.33	9.00	9.00	9.00	9.33

Bijlage 5: Aantal soorten op alle lokaties van alle vegetatietypen bij 4m²

	vegetatietype																		
	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Ft	Fe	F	Ji	Jg	B	Lg
lokatie																			
Noordpolderzijl																			
intensief				8.67	6.33	5.67	6.00	7.33											
extensief	5.00	3.67			6.33	7.33	5.67		8.67	6.33	7.33		11.33	7.33		6.67		7.00	7.00
Schiermonnikoog																			
jong onbw		2.50										9.00	10.50	5.50	11.00	10.00			
oud onbw		4.67	7.33							6.33		7.67	7.33	3.67		7.00			
beweid												9.50	13.00	8.00	9.50	10.00			
Terschelling			7.00									9.33			10.33	9.33			
Friedrichskoog																			
0 sh/ha															6.67				
1.5 sh/ha															7.00				
3 sh/ha															8.33				
4.5 sh/ha															7.67				
10 sh/ha															10.00				
Leybucht																			
0 cat/ha												laag	5.00	2.33	0.09				
0.5 cat/ha								5.33				hoog	3.67						
1.0 cat/ha								7.67											
2.0 cat/ha								6.67											
Sonke-Nissenkoog																			
0 sh/ha								6.00											
1.5 sh/ha															7.33				
3 sh/ha								7.50											
4.5 sh/ha								6.33											
10 sh/ha								4.50											
Skaltingen																			
onbeweid															5.67			7.00	
beweid															11.33			8.33	

Bijlage 7: Shannon diversiteits index voor alle lokaties en vegetatietypen bij 1 m².

	vegetatietype																			
lokatie	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Ft	Fe	F	Jj	Jg	B	Lg	
Noordpolderzijl																				
intensief				1.61	1.29	1.17		0.88										1.15		
extensief	0.95	0.65			1.42	1.21	1.18		1.24	0.65	1.22		1.67	1.34					1.29	
Schiermonnikoog																				
jong onbw		0.51										1.42	1.14	0.46	1.26	0.98				
oud onbw		0.66	1.13							0.42		1.39	0.83	0.57		0.91				
beweid												2.04	1.25	1.33	1.00	1.08				
Terschelling			0.62									0.82			1.08	1.11				
Friedrichskoog																				
0 sh/ha															1.00					
1.5 sh/ha															0.75					
3 sh/ha															0.85					
4.5 sh/ha															0.98					
10 sh/ha															0.78					
Leybucht													laag	1.09						
0 cat/ha												hoog	0.13	1.48						
0.5 cat/ha								1.35												
1.0 cat/ha								1.66												
2.0 cat/ha								0.17												0.89
Sonke-Nissenkoog																				
0 sh/ha								1.19												
1.5 sh/ha															1.83					
3 sh/ha																				
4.5 sh/ha															1.11					
10 sh/ha									0.94											
Skallingen																				
onbeweid															0.80				1.16	
beweid															1.36				1.05	

Bijlage 8: Shannon diversiteits index voor alle lokaties en vegetatietypen bij 4m²

vegetatietype

	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Ft	Fe	F	Jj	Jg	B	Lg
plaats																			
Noordpolderzijl																			
intensief				1.04	1.02	1.27		0.98						1.20	1.09		1.44		1.15
extensief	0.93	0.62			1.44	1.22	1.12		1.32	0.73	1.25		1.50						
Schiermonnikoog																			
jong onbw		0.48										1.32	1.20	0.59	1.36	1.08			
oud onbw	0.65	1.01	1.18							0.64		1.28	1.00	0.54		1.07			
beweid												1.13	1.25	1.33	1.00	1.08			
Terschelling			0.72									0.99			1.18	1.12			
Friedrichskoog																			
0 sh/ha															1.01				
1.5 sh/ha															0.64				
3 sh/ha															0.80				
4.5 sh/ha															1.26				
10 sh/ha															1.01				
Leybucht																			
0 cat/ha												laag		1.10					
0.5 cat/ha								0.93				hoog		0.14					
1.0 cat/ha								1.80						1.55					
2.0 cat/ha								0.14											
Sonke-Nissenkoog																			
0 sh/ha								1.48											
1.5 sh/ha															1.93				
3 sh/ha																			
4.5 sh/ha																			
10 sh/ha									1.01										
Skallingen																			
onbeweid															0.71			1.26	
beweid															1.47			0.91	

Bijlage 10: Evenness voor alle lokaties en vegetatietypen bij 1 m²

	vegetatietype																			
lokatie	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Ft	Fe	F	J	Jg	B	Lg	
Noordpolderzijl																				
	intensief				0.15	0.15	0.17		0.13									0.11		0.14
	extensief	0.19	0.16			0.20	0.20	0.17		0.18	0.09	0.15		0.13	0.15					0.13
Schiermonnikoog																				
	jong onbw		0.02														0.13	0.07	0.13	0.10
	oud onbw			0.13	0.19						0.07		0.17	0.10	0.11	0.11		0.08		
	jong bew.											0.10	0.09	0.19	0.11	0.11	0.14			
Terschelling			0.07									0.09				0.07	0.08			
Friedrichskoog																				
	0 sh/ha																0.08			
	1.5 sh/ha																0.09			
	3 sh/ha																0.09			
	4.5 sh/ha																0.12			
	10 sh/ha																0.09			
Leybucht																				
	0 cat/ha											laag		0.22						
	0.5 cat/ha								0.26			hoog		0.03						
	1.0 cat/ha								0.17					0.25						
	2.0 cat/ha							0.17												
Sonke-Nissenkoog																				
	0 sh/ha																0.17			
	1.5 sh/ha																	0.18		
	3 sh/ha								0.19											
	4.5 sh/ha							0.16												
	10 sh/ha							0.13												
Skallingen																				
	onbeweid																0.10			0.15
	beweid																0.09			0.10

Bijlage 11: Evenness voor alle lokaties en vegetatietypen bij 4 m²

	vegetatietype																		
lokatie	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Fi	Fe	F	Ji	Jg	B	Lg
Noordpolderzijl																			
	intensief				0.15	0.16	0.14		0.12							0.11		0.11	
	extensief	0.19	0.15			0.18	0.20	0.16		0.15	0.10	0.14		0.11	0.13				0.10
Schiernonnikoog																			
	jong onbw		0.19													0.11	0.10		
	oud onbw		0.11	0.13						0.07			0.12	0.10	0.07	0.11	0.09		
	jong bew.											0.10	0.10	0.17	0.12	0.13			
Terschelling				0.07												0.07	0.08		
Friedrichskoog																			
	0 sh/ha															0.07			
	1.5 sh/ha															0.12			
	3 sh/ha															0.11			
	4.5 sh/ha															0.07			
Leybucht																			
	0 cat/ha											laag		0.22					
	0.5 cat/ha											hoog		0.03					
	1.0 cat/ha								0.20					0.19					
	2.0 cat/ha								0.18										
Sonke-Nissenkoog									0.14										
	0 sh/ha														0.19				
	1.5 sh/ha															0.19			
	3 sh/ha															0.13			
	4.5 sh/ha														0.14				
	10 sh/ha														0.14				
Skallingen																			
	onbeweid															0.09			0.11
	beweid															0.09			0.08

Bijlage 12: Evenness voor alle lokaties en vegetatietypen bij 25 m²

	vegetatietype																		
lokatie	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Ft	Fe	F	Ji	Jg	B	Lg
Noordpolderzijl																			
intensief				0.14	0.17	0.14		0.12							0.10				
extensief	0.19	0.15			0.18	0.20	0.13		0.15	0.10			0.11	0.12					0.09
Schiermonnikoog																			
jong onbw		0.01											0.11	0.10	0.08	0.11	0.10		
oud onbw			0.10	0.12						0.09			0.13	0.08	0.11		0.07		
jong bew.													0.09	0.10	0.16	0.11	0.11		
Terschelling			0.07										0.08			0.08	0.08		
Friedrichskoog																			
0 sh/ha															0.08				
1.5 sh/ha															0.51				
3 sh/ha															0.09				
4.5 sh/ha															0.17				
10 sh/ha															0.12				
Leybucht													laag	0.20					
0 cat/ha												hoog	0.05						
0.5 cat/ha								0.14						0.14					
1.0 cat/ha								0.16											
2.0 cat/ha								0.12											
Sonke-Nissenkoog																			
0 sh/ha								0.18											
1.5 sh/ha															0.16				
3 sh/ha								0.12											
4.5 sh/ha								0.13											
10 sh/ha								0.15											
Skallingen																			
onbeweid															0.12				0.11
beweid															0.08				0.09

Bijlage 13 a: Spatial diversity +/- S.E. voor alle vegetatietypen voor de lokaties Noordpolderzijl Schiermonnikoog Terschelling en Friedrichskoog (de standard error staat telkens onder de spatial diversity)

	vegetatietype																			
plaats	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Ft	Fe	F	Ji	Jg	B	Lg	
Noordpolderzijl																				
intensief				0.56	2.45			0.56							0.59		0.59			
				0.03	0.08			0.01							0.15		0.02			
extensief	2.91	1.92			3.81	4.79	3.59		2.29	4.11	3.79		5.45	5.67						4.24
	0.11	0.06			0.12	0.14	2.70		0.12	0.12	0.12		0.03	0.02						0.10
Schiermonnikoog																				
jong onbw		3.30										4.93	6.15	9.10	4.16	4.51				
		0.10										0.07	0.10	0.22	0.23	0.07				
oud onbw		1.88	3.33							3.53		2.41	4.49	6.71		1.85				
		0.09	0.09							0.08		0.07	0.11	0.14		0.05				
jong bew.												3.08	5.02	8.59	1.17	1.33				
												0.07	0.12	0.11	0.02	0.03				
Terschelling			4.24									1.85			1.21	1.08				
			0.25									0.05			0.04	0.03				
Friedrichskoog																				
0 sh/ha															2.78					
															0.01					
1.5 sh/ha															1.54					
															0.01					
3 sh/ha															1.11					
															0.03					
4.5 sh/ha															1.19					
															0.00					
10 sh/ha															1.09					
															0.00					

Bijlage 13b: Spatial diversity +/- S.E. voor alle vegetatietypen voor de lokaties Leybucht Sonke-Nissen-Koog, Skallingen. (de standard error staat telkens onder de spatial diversity)

lokatie	S	Q	U	P	Ps	Ph	Pas	Pp	Pj	H	Hf	L	Ft	Fe	F	Jj	Jg	B	Lg
Leybucht	0 cat/ha												Fe laag 4.88	Fe hoog 3.59					
	0.5 cat/ha							7.88					0.15	0.10	5.85				
	1.0 cat/ha							0.25						0.21					
	2.0 cat/ha							16.86											
								0.33											
Sonke-Nissen-koog	0 sh/ha							5.46											
	1.5 sh/ha							0.00							1.75				
	3 sh/ha							1.33							0.01				
	4.5 sh/ha							0.00											
	10 sh/ha							3.25						0.01					
Skallingen								0.93											
	onbeweid							0.00								2.86		4.74	
	beweid														0.07		0.12		
														0.92			3.18		
														0.04				0.08	