

# VEGETATIE VAN NEDERLANDSE ZEEDIJKEN

plantengemeenschappen in relatie tot  
standplaatsfactoren



J. T. C. M. Sprangers 1989

Informatie t.b.v. bibliotheken:

Vegetatie van Nederlandse Zeedijken : Plantengemeenschappen in relatie tot standplaatsfactoren : deel I: beschrijving van plantengemeenschappen, standplaats en de relatie met beheer, deel II: bodemsamenstelling, doorworteling en dichtheid van de zode / J.T.C.M. Sprangers ; Landbouwniversiteit, vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde. - Wageningen : LUW, november 1989

In opdracht van [Ministerie van Verkeer en waterstaat], Rijkswaterstaat (RWS), Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW)

Korte samenvatting:

Vooruitlopend op een uitgebreid onderzoek naar de relatie tussen vegetatiekwaliteit en erosiebestendigheid van kleitaluds op zeedijken, is een verkennende studie verricht naar botanische samenstelling, standplaatsfactoren en beheer van zeedijkgraslanden in Nederland. Ter bescherming van de onderliggende kleilaag zijn het binnen- en gedeeltelijk ook het buitentalud bekleed met een over het algemeen intensief beheerde (schapenbeweiding, maaien, bemesting) en daardoor soortenarme grasmat (beemdgras-raaigrasweide), waarin open plekken ten gevolge van overbeweiding of mechanische aantasting vaak voorkomen. Bij een minder intensief beheer komen verspreid relatief soortenrijke kamgrasweiden en glanshaverhooidanden voor. Wat betreft textuur en kalkgehalte zijn de bodems van zeedijken geschikt voor de ontwikkeling van dergelijke vegetaties. Er zijn aanwijzingen dat - in overeenstemming met de resultaten voor rivierdijken - de relatief soortenrijke varianten door een betere doorworteling en een dichtere zode de erosiebestendigheid van kleitaluds op zeedijken bevorderen.

Summary:

In order to investigate the relation between vegetation quality and clay surface on Dutch seadikes with reference to erosion stability, a preliminary survey is carried out of floristic composition, habitat factors and management of the seadike grasslands. These consist mostly of species-poor meadows (Poo-Lolietum) which are intensively grazed or mowed together with the use of fertilizer. In this type the vegetation is often damaged due to overgrazing or the influence of salt water. Where the management is less intensive relative species-rich vegetation-types belonging to the Arrhenatheretum elatioris as well as the Lolio-Cynosuretum do occur. Soil-texture and lime-content of the clay-layer in general are suited to develop such vegetation types. There is an indication that - in correspondence to results for river dikes - the species-rich variants ameliorate erosion stability by their larger root-density and more compact sod.

VEGETATIE VAN  
NEDERLANDSE ZEEDIJKEN

Plantengemeenschappen in relatie tot  
standplaatsfactoren

TPN TL  
09-01 m163  
Sper

Bibliotheek TU Delft\CT



1970372

CT -BL M16 B Ser

1989

Drs. J.T.C.M. Sprangers

Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde, Bornsesteeg 69,  
6708 PD Wageningen

In opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Rijkswaterstaat Delft.  
Uitgevoerd door Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde  
(Landbouw Universiteit Wageningen) en Adviesgroep Vegetatiebeheer

Aan het onderzoek werkten verder mee:

- L.M. Fliervoet (AVB) en K.V. Sykora (VPO): coördinatie
- H.J.P.A. Verkaar (DWW), J.J.W. Seijffert (TAW), J.A. Muys (DWW),  
C. van der Watering (DWW), P.J. Melman (DWW): begeleiding vanuit  
Rijkswaterstaat
- M.J. Gardenier (VPO), technische assistentie

Drukwerk: Grafisch bedrijf Ponsen & Looijen, Wageningen

Tweede editie, september 1990

VEGETATIE VAN  
NEDERLANDSE ZEEDIJKEN

Plantengemeenschappen in relatie tot  
standplaatsfactoren

DEEL I : BESCHRIJVING VAN PLANTENGEMEENSCHAPPEN, STANDPLAATS  
EN DE RELATIE MET BEHEER

DEEL II: BODEMSAMENSTELLING, DOORWORTELING EN DICHTHEID VAN DE ZODE

J.T.C.M. Sprangers,  
Landbouwuniversiteit,  
Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en  
Onkruidkunde,  
Bornsesteeg 69, Wageningen

In opdracht van de Dienst Weg-  
en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat

november 1989

## VOORWOORD

Na een succesvol onderzoek aan de vegetaties van dijken in het gebied van de bovenrivieren, gevolgd door een nog lopend onderzoek bij de benedenrivieren, is thans een poging ondernomen een indicatie te verkrijgen van de samenstelling van vegetaties op zeedijken bij uiteenlopende beheersvormen. De vraag naar de erosiebestendigheid van deze vegetaties stond opnieuw centraal, in het bijzonder wat betreft de doorworteling van de bodem bij extensief beheer. De zeedijken vereisen afzonderlijke aandacht, omdat deze problematiek hier, zo mogelijk, nog kritischer moet worden gezien dan bij de rivierdijken.

Dit rapport omvat twee delen. Het eerste geeft een beschrijving van de aangetroffen plantengemeenschappen, hun standplaats en de relatie tot het beheer. In deel II worden de resultaten gegeven van een eenvoudig aanvullend onderzoek naar bodemsamenstelling, doorworteling en dichtheid van de zode.

Als belangrijkste resultaat van deel I geldt dat relatief soortenrijke kamgrasweiden en glanshaverhooilanden ook op primaire zeedijken kunnen voorkomen. Dat dit in de praktijk maar weinig het geval is komt voornamelijk door het intensieve beheer van de zeedijken. Verschillen in standplaatsfactoren zoals bijvoorbeeld binnen- en buitenbeloop komen in de vegetatie nauwelijks tot uiting.

De resultaten van deel II geven aan dat de gronden van zeedijken wat hun textuur en kalkgehalte betreft, geschikt zijn voor ontwikkeling van soortenrijke kamgrasweiden/glanshaverhooilanden met daarin stroomdalsoorten. Een andere belangrijke aanwijzing is dat - in overeenstemming met de resultaten in het bovenrivierengebied - de extensief beheerde, relatief soortenrijke varianten een betere doorworteling en een dichtere zode bezitten dan de intensief beheerde, soortenarme beemdgras-raaigrasweide. Soortenrijke kamgrasweiden of glanshaverhooilanden zouden - mits zorgvuldig beheerd - de erosiebestendigheid van het kleitalud juist kunnen bevorderen. Vanuit civieltechnisch oogpunt is het van belang deze relatie nader te onderzoeken.

Er is dus alle reden om sterk aan te bevelen dit indicatieve onderzoek thans om te zetten in een (reeds aanwezig) nauwkeurig omschreven onderzoek-programma.

Prof. dr. P. Zonderwijk.

# INHOUDSOPGAVE

## VOORWOORD

	pagina
DEEL I: BESCHRIJVING VAN PLANTENGEMEENSCHAPPEN, STANDPLAATS EN DE RELATIE MET BEHEER.	1
1. Inleiding	3
2. Onderzoeksgebied	7
2.1 Overzicht dijktrajecten	7
2.2 Dijkverzwaring en ouderdom grasmat	7
2.3 Beheer/onderhoud	9
2.4 Soortenrijkdom van grasland op zeedijken	10
3. Materiaal en methode	13
3.1 Inventarisatie	13
Onderzoeklocaties	13
Standplaatsfactoren	13
Vegetatie-opnamen	15
3.2 Verwerking van de gegevens	16
3.2.1 Vegetatie	16
Classificatie	16
Plantensociologische samenstelling van de gemeenschappen	17
Naamgeving van de gemeenschappen	17
Ordinatie	17
Soortenrijkdom	18
Structuur (bedekking, hoogte, zode, doorworteling)	18
3.2.2 Standplaatsfactoren	19
Beheer	19
Ligging (helling, expositie, binnen-/buitenbeloop, plaats op talud)	19
Bodem	19
3.2.3 Verspreiding	20
3.2.4 Statistische verwerking	20
4. Resultaten	21
4.1 Vegetatie	21
4.1.1 Plantengemeenschappen	21
Plantensociologische samenstelling	21
Naamgeving en floristische samenstelling	25
4.1.2 Ordinatie	34
4.1.3 Soortenrijkdom	40
4.1.4 Bedekking en hoogte	42
4.1.5 Doorworteling	45

4.2	Standplaatsfactoren	47
4.2.1	Beheer	47
4.2.2	Ligging (helling, expositie, binnen-, buitentalud, plaats op het talud)	49
4.2.3	Bodem	51
4.3	Verspreiding van de gemeenschappen	54
5.	Discussie	55
5.1	Syntaxonomie	55
5.2	Verspreiding en soortenrijkdom	58
5.2.1	Verspreiding	58
5.2.2	Soortenrijkdom	58
5.3	Synecologie	61
5.3.1	Ordinatie	61
5.3.2	Beheer	61
	Kamgrasweiden	61
	Glanshaverhooilanden	62
5.3.3	Ligging	62
5.3.4	Bodem	63
5.4	Civieltechnische aspecten	65
	Erosiebestendigheid	65
	Bedekking en zodebeschadiging	65
6.	Samenvatting en conclusies	66



DEEL II: BODEMSAMENSTELLING, DOORWORTELING EN DICHTHEID VAN DE ZODE.	71
1. Inleiding en vraagstelling	73
2. Materiaal en methode	74
2.1 Bodemonderzoek	74
2.2 Doorworteling	75
2.3 Dichtheid van de zode	75
2.4 Verwerking van de gegevens	76
3. Resultaten	77
3.1 Bodemsamenstelling	77
3.1.1 Granulaire samenstelling	77
3.1.2 Chemische samenstelling	80
3.2 Worteldichtheid en wortelverdeling	83
3.2.1 Wortellengte	83
3.2.2 Wortelgewicht	86
3.3 Bedekking en dichtheid van de zode	89
4. Discussie	93
4.1 Bodem	93
4.2 Doorworteling	94
4.3 Bedekking en zodekwaliteit	95
5. Conclusies	97
AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	99
LITERATUUR	101
BIJLAGEN	105

VEGETATIE VAN  
NEDERLANDSE ZEEDIJKEN

DEEL I: BESCHRIJVING VAN PLANTENGEMEENSCHAPPEN, STANDPLAATS  
EN DE RELATIE MET BEHEER

## 1. Inleiding

Waar duinen ontbreken beschermen kunstmatig opgeworpen dijken van oudsher het lage polderland langs de Nederlandse zee kust. Voor een goede waterkerende functie van de dijk is de bekleding van essentieel belang. Bij de dijkenbouw is hieraan veel aandacht besteed.

Voor aanleg en verhoging van zeedijken vóór en na 1953, zijn steeds verschillende methoden ontwikkeld om de dijklichamen afdoende te beschermen tegen golfslag en stormvloed (cf Priester 1988). Het gaat dan voornamelijk om de stenen bekleding aan het buitenbeloop. Meer recent is uitgebreid onderzoek verricht naar de samenstelling en keuringseisen van de kleiafdeklaag voor het bovenste deel van buiten- en binnentalud (Kruse 1988).

Over de kwaliteit en botanische samenstelling van de groene bekleding van de dijk is minder bekend. In haar rapport "Grasmat op dijken" (Thierry et al. 1958) concludeert de kort na de waternoedsramp ingestelde, gelijknamige werkgroep onder meer: "de grasmat moet egaal en goed gesloten zijn, doch het grasgewas dient niet te kort de winter in te gaan, daar het grasdek dan de golfslag kan dempen" en "de beste beheersvorm is de beweiding met kleinvee".

Algemeen aanvaard is dat voor de minder begreigde delen van de dijk een hechte, gesloten grasmat een goede bijdrage levert aan de waterkerende functie. Zij vormt een eerste bescherming voor de onderliggende kleigrond (Minderhoud 1989). Een dergelijke bekleding is goedkoop in aanleg en onderhoud, en heeft bovendien agrarische en landschappelijke waarde (Hoogerkamp & Huisman 1973, Minderhoud 1989). De grasmat moet bestand zijn tegen de eroderende werking van golfoploop, golfslag, overslaand water en regen, en moet bovendien in zekere mate zout-, vorst- en droogteresistent zijn (Huisman 1976). Een grasbedekking die aan deze voorwaarden moet voldoen zou het best verkregen worden met een intensieve schapenbeweiding, in combinatie met namaaien of bossen maaien en toediening van kunstmest; indien nodig moeten kruiden en mossen met herbiciden worden bestreden (Bouwsema 1978, Huisman 1976). De mat blijft zo kort en gesloten. Twee keer per jaar maaien bijvoorbeeld zou een open, 'onkruidrijke' grasmat tot gevolg hebben, waar de bodem onbeschermd is tegen het water; landschappelijk interessant, maar bezwaarlijk voor dijkbeveiliging (Hoogerkamp & Huisman 1973, Huisman 1976, Bakker 1988, Minderhoud 1989).

Herinzaai met graszaadmengsels (Hoogerkamp & Huisman 1973) na het op deltahoogte brengen van de dijken, tesamen met de algemeen toegepaste beheersvorm heeft ertoe geleid dat het merendeel van de Nederlandse zeedijken nu bedekt is met een tamelijk uniforme grasvegetatie, waarbij de soortenrijkdom is afgenomen (cf. Schendelaar 1986, Bink 1980).

Toch blijkt het creëren van een dichte zode op met name het buitentalud voortdurend problemen te geven. Dit geldt voor zowel oude dijken (vóór 1953) als voor recent aangelegde dijken (cf. Bouwsema 1978, Kruse 1988, Bakker 1988). De grasmat bleek niet overal de ondergrond blijvend te bedekken en men had vaak last van open plekken in de grasmat. Op oude dijken was dit met name het geval net boven de steenglooiing (Bouwsema, 1978). Ook al is op deltadijken nu een asfaltlaag aangebracht tot ver boven de gemiddelde hoogwaterstand, het probleem van open plekken is gebleven, vaak weer net boven de glooiing.

Erosieproeven met graszoden uit zeedijken hebben evenzeer het belang aangetoond van aanwezigheid en kwaliteit van een vegetatiedek voor de erosiebestendigheid van een kleitalud (Anonymus 1984, Kruse 1988). Zonder

grasmat bleken de bemonsterde taluds zeer erosiegevoelig. Daarbij is de interactie tussen grasmat en de grond nog onvoldoende onderzocht (Kruse, 1988). Hoewel uit de erosieproeven niet duidelijk bleek dat zand-, lutumgehalte en dichtheid van de bodem als belangrijke parameters voor erosiebestendigheid gelden, wordt bij de keuringseisen voor klei vooralsnog uitgegaan van erosiegevoeligheid van de onbegroeide bodem (Kruse 1988, zie ook Hoogerkamp & Huisman 1973). Op de zware Zeeuwse klei zou de elders minder gewaardeerde 'holle' grasmat geen gevaar opleveren door de hoge erosiebestendigheid van de kleibekleding zelf. Dat een kruidenrijke grasmat met een op het eerste gezicht minder dichte zode de erosiebestendigheid juist verhoogt is een minder aanvaarde gedachte. Kort na de ramp in 1953 bleek juist dit type kruidenrijk grasland met een 'bossige' structuur op de binnenbelopen het langst te hebben stand gehouden (Thierry et al. 1958).

Recent onderzoek op rivierdijken toont aan dat botanisch waardevolle, kruidenrijke vegetaties een goed gesloten en erosiebestendige bedekking kunnen vormen (Bink 1980, Sykora & Liebrand 1987). Kruiden dragen bij tot een gunstige doorworteling van de bodem, die afhankelijk van een aantal omgevingsfactoren zoals bodemtextuur en beheer, zeker niet minder is dan die van een goed onderhouden erosiebestendige kruidenarme grasmat (Massa & van Rooyen 1979, Sykora & Liebrand 1987). De beste doorworteling van de bodem wordt aangetroffen in een vegetatietype, waarin naast grassen ook een aantal dieper wortelende kruiden aanwezig zijn. Het is aannemelijk dat dit ook geldt voor zeedijkgraslanden.

Uit het rivierdijkenonderzoek is duidelijk naar voren gekomen dat de vegetatie op dijken een hoge natuurwaarde kan hebben (Nijenhuijs 1969, Bink 1980, Sykora & Liebrand 1987). Het riviereengebied vormt het areaal voor de floristisch waardevolle stroomdalgemeenschappen. De dijken in Zeeland dat evenals het riviereengebied tot het fluviaatiele district behoort, vormen ook een geschikte standplaats voor stroomdalplanten en soortenrijke glanshaverhooilanden. Met name op Zeeuwse binnendijken worden goed ontwikkelde glanshaverhooilanden aangetroffen, waarin zeldzame stroomdalplanten voorkomen (Van Haperen 1987, Sykora et al. 1990). Uit eerder onderzoek in Zeeland, maar ook Friesland en Groningen blijkt dat de graslanden op eerste zeekeringen tamelijk soortenrijk zijn met een niet gering aantal thans zeldzamere planten (Thierry et al. 1958, Roeleveld 1965, Kraan 1969, Schendelaar 1985, Buth & Jansen 1985).

Vanuit het oogpunt van natuurtechnisch en civieltechnisch dijkbeheer lijkt het zinvol na te gaan in hoeverre kruidenrijke graslandvegetaties de erosiebestendigheid van de kleibedekking op zeedijken verhogen en op welke wijze het beheer hierop zou kunnen worden aangepast. Uitvoerig onderzoek naar duurzame relaties tussen vegetatietypen, bodemgesteldheid en beheersvormen is daarvoor noodzakelijk. Alvorens een dergelijk onderzoeksproject te starten, is een korte voorstudie verricht met als doel de huidige botanische kwaliteiten van zeedijkvegetaties in Nederland vast te leggen en zo inzicht te verkrijgen in de verscheidenheid aan zeedijkbegroeiingen en hun ontwikkelingsmogelijkheden.

Dit rapport doet verslag van deze studie, waarbij is uitgegaan van de volgende vraagstellingen:

- Welke graslandtypen komen voor op de Nederlandse zeedijken en wat is de botanische samenstelling ervan ?
- Wat is de relatie tussen het beheer en de botanische samenstelling van de aangetroffen graslandtypen ?
- Welke geomorfologische en/of bodemkundige factoren dragen bij tot de verscheidenheid aan typen ?

## 2. Onderzoeksgebied

### 2.1 Overzicht van de dijktrajecten

In deze studie zijn alle zeekeringen betrokken met een primaire waterkerende functie. Meerdijken horen dus niet bij het onderzoeksterrein, hoewel deze door waterschappen doorgaans wel als hoofdwaterkeringen worden beschouwd (persoonlijke mededeling Dhr. Langenberg, Waterschap Fryslan) en als zodanig worden onderhouden. Dit ter onderscheid van de tweede waterkeringen ('slaperdijken') die in een geheel andere onderhoudscategorie vallen (Bakker 1988). Het onderzoek beperkt zich tot de groene bekleding van de dijk. Oevervegetaties op steenglooiingen zijn niet in de inventarisatie betrokken. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de primaire zeedijken langs de Nederlandse kust.

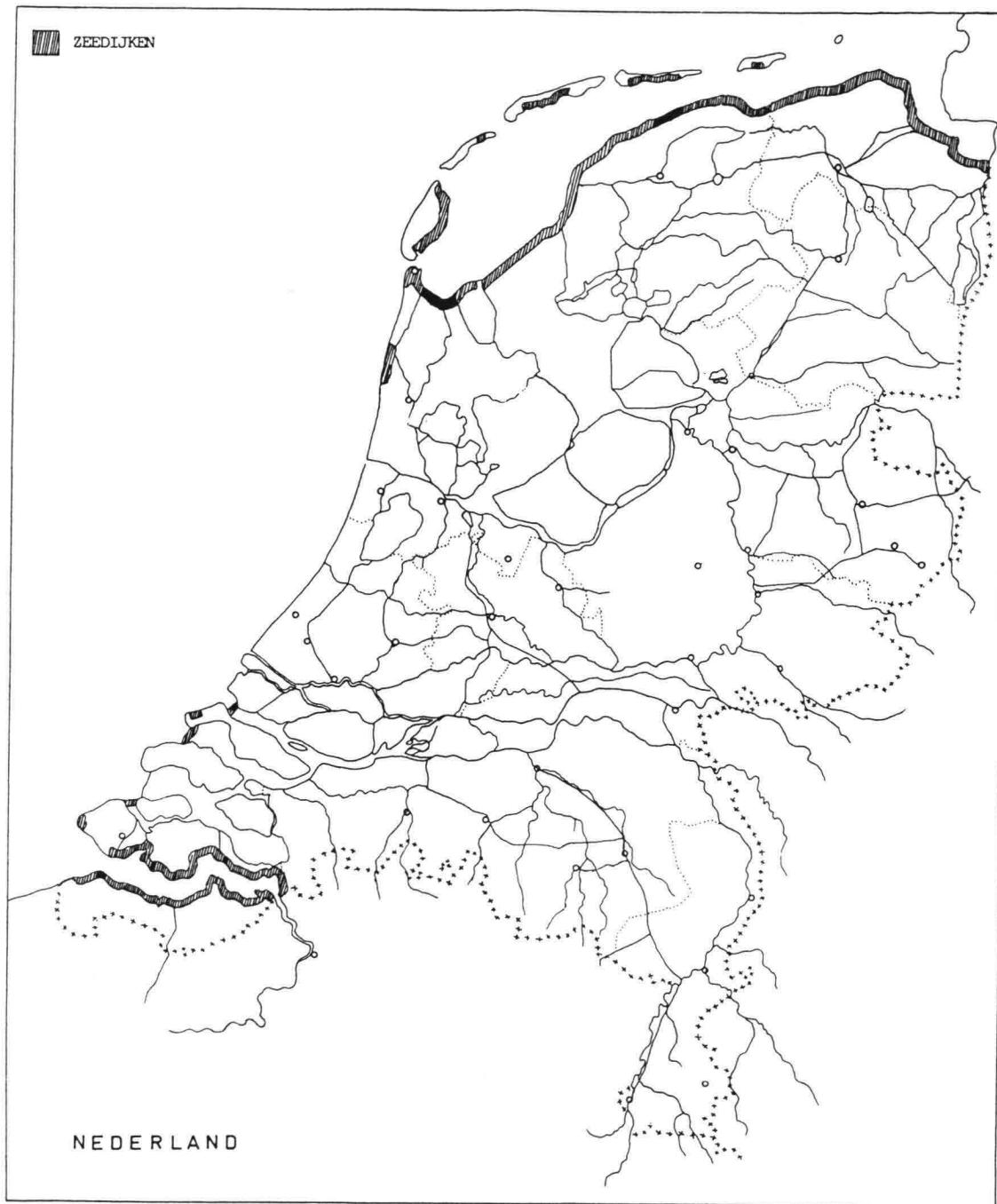
### 2.2 Dijkverzwaring en ouderdom grasmat

Na het van kracht worden van de Deltawet in 1958 zijn nagenoeg alle zeekeringen in Nederland opgehoogd en verzwaard volgens speciale normen. Ten tijde van het onderzoek werden op het traject Den Helder - Den Oever versterkingswerkzaamheden verricht aan de Balgzanddijk en Amsteldiepdiijk. De Deltadijken in Zeeland van voor 1959, het traject Breskens-Nieuwe Sluis en enkele dijkvakken nabij Waarde, en de nog niet verhoogde 'groene dijk' tussen Nieuwe Bildtzijl en Blija in Friesland zullen in 1989 tot op thans geldende hoogten en breedten worden verzwaard (figuur 2.1).

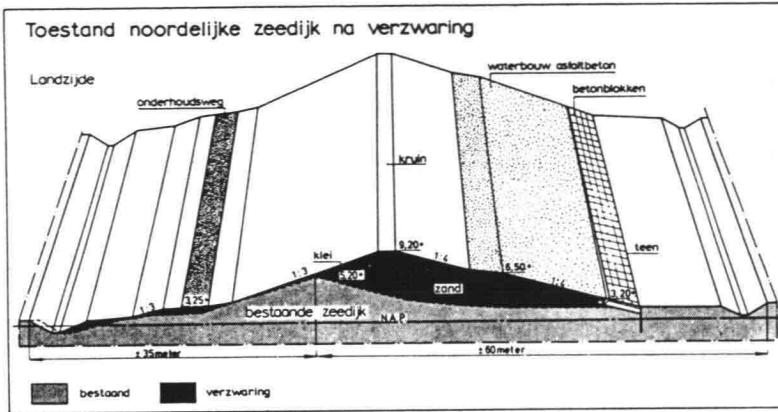
Uitgaande van de Deltanormen, maar afhankelijk van plaatselijke waterstanden worden exacte hoogte en helling van binnen- en buitentalud per dijkvak vastgesteld. In het algemeen is de Deltadijk hoger, zwaarder en breder dan zijn voorganger. Zo is bv. de dijk bij Borssele polder verhoogd van 6,00 m N.A.P naar 11,50 N.A.P., en verbreed van 52 naar 102 m, waarbij de helling is verflauwd van 1:3 tot 1:3,5 (Priester 1988). Konden oude dijken nog geheel bestaan uit klei, de deltdijken hebben een massale kern van opgespoten zand bekleed met een kleilaag, aan de buitenzijde en op de kruin 80 cm, en aan de binnenzijde 60 cm dik. Figuur 2.2 geeft een doorsnede van het dijklichaam na verzwaring (Noord-Groningen).

In Groningen en Friesland en ook Noord-Holland is de klei afkomstig uit het wad of van elders aangevoerd; in Zeeland is gebruik gemaakt van klei afkomstig uit afgraving van oude dijken. In de meeste gevallen zijn oude kleilagen en teelaarde op depôt gezet. Op het buitentalud is boven de teen een glooiing van asfalt of Haringmanblokken (Zeeland) aangebracht met daarboven de kleibedekking die doorloopt op kruin, binnentalud en binnenberm. Na het aanbrengen van de laag teelaarde zijn de taluds ingezaaid met een graszaadmengsel: dijkmenngsels voor landbouwkundig gebruik (D1) of voor een regelmatig maaibeheer (D2) of landbouwmengsel (bijvoorbeeld BG 11). Een enkele keer is bekleed met zoden. Doordat het tijdstip van voltooiing van de verzwaring bekend is, kan de ouderdom van de grasmat over het algemeen vrij nauwkeurig worden vastgesteld.

Regelmatig vinden ook herstelwerkzaamheden plaats aan buitentalud en kruin, de herstelde delen worden dan opnieuw ingezaaid of doorgezaaid.



*Figuur 2.1: Primaire zeedijken langs de Nederlandse kust. De met zwart aangegeven dijkvakken worden in 1989-1990 op Deltahoogte gebracht.*



Figuur 2.2: Dijkprofiel na verzwaring. Uit: "Verbetering kustbescherming in Noord-Groningen", Waterschap Omme-landerzeedijk.

### 2.3 Beheer/onderhoud

Voor de kunstmatige bekleding (asfalt, betonblokken, basalt, koperslak, blokkenbekleding) geldt in het algemeen dat daarop geen begroeiing mag voorkomen. Filterconstructies (Groningen) dienen open te blijven. Hier vindt onkruidbestrijding plaats (Bakker, 1988). Verder wordt eens per jaar aangespoeld materiaal (veek of ruid) geruimd en worden meerdere malen per jaar uitwerpselen van schapen verwijderd ter bescherming van de asfaltdichtingslaag.

Het beheer van de grasmat heeft als doel de zode kort en dicht te houden. Dit wordt doorgaans bereikt middels schapenbeweiding of gazonbeheer. Door het hooien zou een holle zode ontstaan (Huisman 1976, Bakker 1988). Het merendeel van de Nederlandse zeedijken wordt dan ook met schapen beweid, waarbij de grond meestal in pacht is afgegeven aan schapenhouderijen. Alleen in Zeeland wordt op ongeveer de helft van het areaal een uitgesproken hooibeheer toegepast. Nabij bebouwing vindt doorgaans gazonbeheer plaats, waarbij de mat kort wordt gehouden door 4-7 x per jaar maaien.

Op een beperkt aantal dijkvakken, trapopgangen, taluds langs wegovergangen, 'overhoeken' en enkele oudere dijktrajecten nabij Breskens en Waarde in Zeeland vindt een extensief hooibeheer plaats (1-2 x maaien, zonder bemesting, soms onregelmatige afvoer)

De beweiding is intensief ( $\pm 15$  dieren per ha.). Bossen lang gras die na beweiding blijven staan worden gemaaid. Kunstmest wordt 1 tot enkele malen per jaar toegediend in de vorm van mengmest NPK, Kalkammonsalpeter en Superfosfaat, met een gemiddelde stikstofgift van 50-200 kg N/ha.j. Stikstof verhoogt de productie en kali en fosfaat bevorderen de grasgroei waardoor mossen minder kans krijgen. Is de productie zo groot dat de schapen het gras niet korter houden dan 10 - 12 cm, dan wordt gemaaid. Op buitentaluds vindt vaak vòòr de winter een maaibeurt plaats (maaien en klepelen). Bearden met (ontzilte) kwelderklei gebeurt alleen in Groningen voor het egaal houden van het talud en op peil houden van bodemvruchtbaarheid. Ook wordt soms compost gestrooid (Bakker, 1988). Ter bestrijding van ongewenste gewassen wordt in



Groningen gesleept of geëgd. Distels en andere kruiden worden vaak nog gericht chemisch bestreden. Op de Hondsbossche Zeewering worden de distels gestoken. (Chemische) bestrijding van ongedierte (muizen, mollen) wordt ook nodig geacht, in verband met schade die het toebrengt aan de graszode. Gedurende het hele jaar wordt regelmatig veek van het gras geruimd. De hoger opgetrokken asfaltlaag aan het buitenbeloop is in dit opzicht een beheertechnische verbetering ten opzichte van de vroegere situatie, waarbij na elke storm en hoog water aanspoelisel moest worden verwijderd om verstikking van de zode te voorkomen.

Schade aan de zode ten gevolge van beweiding herstellen de beheerders door de kale en vertrapte plekken af te zetten en in het voorjaar in te zaaien of in het najaar te bezoden (Bouwsema 1978).

#### 2.4 Soortenrijkdom van graslanden op zeedijken

Over het algemeen zijn dijken door hun speciale milieu-omstandigheden, waarbij zich vaak gradientsituaties (droog/nat; voedselrijk/voedselarm) voordoen, de groeiplaats van gevarieerde, soortenrijke vegetaties (Bink 1980, Buth & Jansen 1985). Rivierdijken zijn soortenrijker dan zeedijken. Thierry et al. (1958) rapporteert het voorkomen van 143 soorten op 31 rivierdijken, tegen 116 soorten op 38 zeedijken. In een onderzoek van de Scheldedijken in Zeeland (Roelvelde 1965) worden, afhankelijk van het beheer, relatief soortenrijke begroeiingen beschreven met in totaal 151 soorten in 178 opnamen. Opvallend hierbij is dat veel soorten weinig voorkomen en maar weinig soorten talrijk zijn. Als bijzondere soorten worden onder meer genoemd: *Agrimonia eupatoria*, *Origanum vulgare*, *Verbena officinalis*, *Eryngium campestre*, *Torilis nodosa*, *Sherardia arvensis*, *Dipsacus sylvestris*, *Lathyrus tuberosus*, *Ononis spinosa*, *Valerianella locusta*. Deze werden vooral op extensief beheerde taluds aangetroffen.

Door intensief beheer van dijkgraslanden op hoofdwaterkeringen is de soortenrijkdom vermoedelijk afgenomen. De vegetatie wordt thans gedomineerd door een soortenarm Poo-Lolietum (beemdgras-raaigrasweide). Vlak buiten de afrastering en langs op- en afritten worden vaak nog voor dijkvegetaties kenmerkende soorten aangetroffen, meestal samen met storingssoorten.

In een vergelijking van de flora van Den Helder 1900 - 1985 stelt Schendelaar (1985) dat de flora van de zeedijken achteruit is gegaan. Sinds 1900 zijn verdwenen: *Arctium minus*, *Carex distans*, *Chenopodium glaucum*, *Torilis nodosa*, *Cochlearia anglica*, *Crithmum maritimum*, *Cymbalaria muralis*, *Potentilla argentea*, *Filago vulgaris*, *Lepidium campestre* en *Orchis morio*. Op de polderdijken van Schouwen-Duiveland zijn na de ramp in 1953 niet meer teruggekeerd: *Rhinanthus cf. angustifolius*, *Listera ovata*, *Sherardia arvensis*, *Inula conyza* en *Origanum vulgare* (Buth & Jansen 1985). De laatste drie soorten worden overigens wel buiten Schouwen-Duiveland in Zeeland aangetroffen.

In Groningen lijkt de soortenrijkdom van oudsher laag te zijn. Opnamen uit 1946 van de grasmat op het buitenbeloop (Schreven 1947) vertonen weinig verschil met de opnamen van relatief soortenarm grasland die tijdens dit onderzoek zijn gemaakt. Ook van de Emmapolderdijk, aangelegd tussen 1942 - 1947, wordt door Bouwsema (1978) de samenstelling van het grasbestand in de zoden als zeer eenzijdig beschreven (tot  $\pm 80$  % Roodzwenkgras).

Ook na dijkverzwaring in het kader van de Deltawet kunnen we geen al te gevarieerd grasbestand verwachten in de meestal recent ingezaaide graslanden. Als zaad werden dijkmengsels gebruikt: D1 voor landbouwkundig

gebruik en D2 voor gazonbeheer (Minderhoud 1989), beiden bestaande uit verschillende hoeveelheden *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra* en *Trifolium repens*. Ook werden regelmatig landbouwmengsels gebruikt (BG 11 of BG 3 met *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis* en *Phleum pratense*).

Wel zijn op slaperdijken in Zeeland zeer soortenrijke vegetaties aangetroffen (cf. Sykora en Hendriks 1973, Van Haperen 1987). Daarnaast vormt de kuststrook met daarin juist de zeedijken het areaal van een aantal min of meer zeldzame plantensoorten: *Medicago arabica* (in Zeeland vrij algemeen voorkomend), *Torilis nodosa*, *Lithospermum officinale*, *Cirsium eriophorum*, *Verbena officinalis*.

Aanvoer van grond voor dijkverzwaringen in het Delta- en Waddengebied bracht een gebiedsuitbreiding met zich mee van de dijkbeemdvegetatie uit rivierdalen (*Medicagini-Avenetum*) met soorten als *Cynodon dactylon*, *Euphorbia esula*, *Picris hieracioides*, *Carduus nutans*, *Medicago sativa ssp. falcata*, *Salvia pratensis*, *Veronica austriaca* (Mennema et al. 1985). Het is goed denkbaar dat bij aangepast beheer ook op de zeedijktaaluds soortenrijke graslanden tot ontwikkeling kunnen worden gebracht, waarin deze stroomdalsoorten kunnen groeien.

Onderzoek op slaperdijken in de zak van Zuid-Beveland toont aan dat bij extensivering van het beheer soortenrijke glanshaver-hooilanden en kamgrasweiden voorkomen (Sykora et al. 1989). In die zin zou de graslandvegetatie op hoofdzeekeringen een belangrijke bijdrage kunnen zijn aan de natuurwaarde en landschappelijke waarde van het kustgebied. Maar bovendien zou, zoals is aangetoond voor de stroomdalgraslanden in het bovenrivierengebied, ontwikkeling van soortenrijk grasland op zeedijken in civieltechnisch opzicht gunstig zijn door een verbeterde doorworteling en erosiebestendigheid van het talud.

### 3 Materiaal en Methode.

#### 3.1 Inventarisatie

Om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de verscheidenheid aan graslandtypen op de Nederlandse zeedijken is in de maanden juli-oktober 1988 nagenoeg het gehele areaal aan zeedijken bezocht (vergelijk figuur 2.1) en zijn in de vegetatie opnamen gemaakt volgens de Braun-Blanquet methode (Westhoff & Van der Maarel, 1973; Werger 1974). Ook zijn van elke locatie zoveel mogelijk standplaatsgegevens verzameld om het verband tussen regelmatig terugkerende soortencombinaties en abiotische factoren te kunnen leggen.

#### Onderzoekslocaties

De onderzoekslocaties zijn zo gekozen dat het mogelijk werd de totale variatie aan plantengemeenschappen te beschrijven en ook de verspreiding over de verschillende regio's aan te geven. Slechts enkele trajecten zijn niet in het onderzoek betrokken. Dit zijn de zeedijken van Ameland (versterkt van 1984 - 1989), Vlieland en Schiermonnikoog, en in Zeeland de Westkapelse zeedijk (onlangs opnieuw ingezaaid), de Veerse-, Brouwers- en Haringvlietdam, en de dijk ten noorden van Ouddorp.

Om een vergelijking te kunnen maken met de vegetatie op slaperdijken zijn ook daar opnamen gemaakt (43 van de 148 opnamen). In figuur 3.1 is de ligging van de onderzoekslocaties weergegeven. Uit praktische overwegingen is het onderzochte areaal in de volgende regio's verdeeld:

H: Hondsbossche Zeewering, D: Den Helder, W: dijktraject van Den Helder tot Den Oever, A: afsluitdijk, F: Friesland, G: Groningen, Z: Zeeland, T: Texel en Terschelling.

#### Standplaatsfactoren

Voor elke opname zijn standplaatsgegevens verzameld over ligging (binnen-, buitentalud, positie op het talud), expositie, helling, en gegevens over het beheer van het betreffende dijkgedeelte: bemesting, begrazingsdruk en periode, maai-frequentie en het al dan niet afvoeren van het maaisel, herbicidengebruik, ouderdom van de grasmat, het gebruikte graszaadmengsel bij inzaai. Ter plekke is een grove indicatie m.b.t. bodemtextuur (klei, zandige klei, etc.) genoteerd. Voor parameters die niet direct in het veld konden worden verzameld, is contact opgenomen met de beheerders van de dijken. Tabel 3.1 geeft voor de verschillende dijktrajecten een overzicht van de behorende instanties. De waterschappen en diensten van Rijkswaterstaat waren over het algemeen zeer bereidwillig tot medewerking. Gegevens over dijkaanleg, onderhoud, beheer en bodem werden waar mogelijk verstrekt.

Op enkele plaatsen zijn bodemmonsters genomen en is een wortelprofiel gestoken. Deze gegevens zullen in een apart deelrapport worden verwerkt.

• ONDERZOEKSLOCATIES



Figuur 3.1: Ligging van de onderzoekslocaties.

Dijktrajecten	Instanties
Zeeuws-Vlaanderen	Waterschap Het vrije van Sluis, Oostburg Waterschap De Drie Ambachten, Terneuzen
Zuid-Beveland	Waterschap Hulster Ambacht, Hulst
Walcheren	Waterschap Noord- en Zuid-Beveland, Goes
Hondsbosseche Zeewering	Rijkswaterstaat
Den Helder-Den Oever	Hoogheemraadschap Noord-Hollands Noorderkwartier, Alkmaar/Petten
Afsluitdijk	Hoogheemraadschap Noord-Hollands Noorderkwartier, Alkmaar/Den Helder
Friesland	Rijkswaterstaat
Groningen	Waterschap Fryslan, Harlingen/St. Jacobiparochie
Texel	Waterschap Ommelandezeedijk, Onderdendam
Terschelling	Waterschap Texel, Den Burg
*Ameland	Rijkswaterstaat
*Vlieland	Waterschap Terschellingerpolder, Midland
*Veerse Dam, Brouwersdam, Haringvlietdam	Waterschap De Amelander Grieten, Nes Rijkswaterstaat

(\* = niet bezocht)

Tabel 3.1: Beherende instanties

#### Vegetatie-opnamen

Conform de opnamemethode volgens Braun-Blanquet (Westhoff & van der Maarel 1973) werden representatieve proefvlakken gekozen met een homogene vegetatiesamenstelling en een voldoende oppervlaktegrootte. Voor het merendeel van de opnamen varieert de proefvlakgrootte van 12 m<sup>2</sup> (4,0 m x 3,0 m) tot 16 m<sup>2</sup> (4,0 m x 4,0 m). In enkele gevallen is voor smalle stroken vegetaties langs randen en afrasteringen een langgerekt proefvlak opgenomen (4,0 m x 0,6 m). Voor de geschatte bedekking/abundantie van planten in het proefvlak is in het onderzoek gebruik gemaakt van een aangepaste Braun-Blanquet schaal, getransformeerd tot een schaal van 1-9 (van der Maarel 1979); zie tabel 3.2. Per opname is de totale bedekking van de vegetatie geschat alsook de bedekking van grassen, kruiden en mossen afzonderlijk.

ordinale schaal	frequentie	bedekking
1	zeer weinig individuen	< 5 %
2	weinig individuen (2-5)	< 5 %
3	veel individuen (6-50)	< 5 %
4	zeer veel individuen (>50)	< 5 %
5	--	5 - 12,5 %
6	--	12,5 - 25 %
7	--	25 - 50 %
8	--	50 - 75 %
9	--	75 - 100 %

Tabel 3.2: Aangepaste Braun-Blanquet schaal

De gehanteerde nomenclatuur is volgens de Flora van Nederland (van der Meijden et al. 1983).

## 3.2 Verwerking van de gegevens

### 3.2.1 Vegetatie

#### Classificatie

Het opnamemateriaal is numeriek verwerkt met behulp van het computerprogramma TWINSPAN (Hill 1979b, Gauch 1982). Met Twinspan worden de gegevens geordend tot een gestructureerde tabel waarin eenheden kunnen worden onderscheiden. Door middel van een iteratief proces van 'reciprocal averaging' worden de opnamen in een gradiënt geplaatst met de twee meest verschillende opnamen als uitersten, en in het midden van de gradient in twee groepen gesplitst. Beide helften worden weer op dezelfde manier behandeld, het resultaat hiervan wordt weer opgesplitst, totdat het aantal opgegeven splitsingen is bereikt. Soorten worden naar gelang hun preferentie voor de ene of andere groep verdeeld. Het resultaat is een tabel met groepen overeenkomstige opnamen, waarbij soorten die in deze groepen het meest voorkomen zoveel mogelijk bij elkaar zijn geplaatst. De tabel geeft door de diagonale verschuiving in soorten en opnamen een beeld van de ecologische breedte van de verschillende soorten en eventueel van de optima van voorkomen (Sykora & Liebrand, 1987). Zij benadert het resultaat van een classificatie volgens de Braun-Blanquet methode (Hill 1979b, Westhoff & van der Maarel 1973).

Met behulp van het programma CLUTAB (Jongman et al. 1987) is berekend hoe frequent soorten voorkomen in een groep overeenkomstige opnamen. In een synoptische (= samenvattende) tabel (Westhoff & van der Maarel, 1973) zijn zo de opnamengroepen (clusters) elk tot één kolom samengevat. De opnamengroepen stellen de plantengemeenschappen voor die in het opnamemateriaal kunnen worden onderscheiden. Van elke soort is per gemeenschap aangegeven in hoeveel procent van de opnamen deze voorkomt, verdeeld over 5 presentieklassen:

klasse	percentage van voorkomen
I	1 - 20 %
II	21 - 40 %
III	41 - 60 %
IV	61 - 80 %
V	81 - 100 %

Een voordeel van deze weergave is dat de soortensamenstelling van de plantengemeenschappen in één oogopslag zichtbaar wordt.

Om de gemeenschappen plantensociologisch te typeren is de synoptische tabel vervolgens omgezet in een plantensociologische tabel. Uitgaande van de classificatie uit de literatuur (Westhoff & Den Held 1975, Oberdorfer 1979, 1983, Sykora 1983), worden de soorten in plantensociologische groepen ingedeeld. De aldus gemodificeerde synoptische tabel laat dan het aandeel zien van de verschillende plantensociologische groepen in de onderscheiden gemeenschappen. De in totaal 24 plantensociologische groepen zijn later samengevoegd tot 8 hoofdgroepen.

## Plantensociologische samenstelling van de gemeenschappen

Per gemeenschap is het procentuele aandeel van de diverse plantensociologische groepen berekend. Voor elke groep wordt de som van de presentieklassen bepaald en gedeeld door de som van presentieklassen van alle in een gemeenschap aanwezige soorten. Wanneer één of meer plantensociologische groepen - bij voorkeur binnen een klasse, verbond en associatie - een groot aandeel hebben, vertoont de betreffende gemeenschap sterke floristische overeenkomst met de groep uit de literatuur en kan in het gunstigste geval tot op (sub-)associatieniveau worden geïdentificeerd. Een evenredig aandeel van andere, niet tot dezelfde klasse behorende groepen duidt vaak op verstoring of conglomeraat van gemeenschappen (cf. Sykora 1983).

## Naamgeving van de gemeenschappen

Elke gemeenschap wordt genoemd naar de associatie en subassociatie waarmee zij het meest overeenkomt. De naamgeving is volgens Westhoff & Den Held (1975). Worden binnen een subassociatie nog varianten onderscheiden, dan worden die als zodanig aangeduid in combinatie met de naam van een dominante of differentiërende soort (in de synoptische tabel met minstens twee presentieklassen verschil voorkomend ten opzichte van de andere gemeenschappen). Kan een gemeenschap niet tot op het niveau van associatie worden benoemd (fragmentgemeenschap), dan bestaat de naamgeving uit een dominante of differentiërende soort met daarachter tussen haken verbond, orde of klasse, waarmee de gemeenschap de meeste verwantschap vertoont (methode Kopecky & Hejny, 1974)

## Ordinatie

Met behulp van het programma DECORANA zijn de opnamen geordineerd, waarbij soorten of opnamen zodanig worden gerangschikt dat in een twee-assen diagram, op basis van een met soorten- en opnamenscore berekende gradiënt, gelijkende opnamen of soorten bijeen liggen en niet gelijkende ver uit elkaar (Hill 1979a, Gauch 1982). Op deze wijze wordt de belangrijkste variatie in het materiaal tot uitdrukking gebracht. De twee assen kunnen ter interpretatie worden gerelateerd aan bepaalde (milieu)factoren. Het proces kan voor derde en hogere assen worden herhaald door de variantie die verklaard wordt door de voorgaande hypothetische factoren uit het materiaal te verwijderen.

In het ordinatiediagram kunnen zowel soorten als opnamen worden weergegeven. Door nu op de plaats van de opnamen de nummers van de vegetatie-eenheden (clusters) waartoe de opnamen in de Twinspanclassificatie worden gerekend af te drukken, krijgt men een indruk van de homogeniteit binnen een cluster en de plaats ervan in het ordinatiediagram.

Interpretatie van de ordinatie-assen geeft inzicht in de voornaamste met de soortensamenstelling van de vegetatie gecorreleerde factoren. Naast de in het veld verzamelde gegevens kan men hierbij ook gebruik maken van de milieu-indicatiewaarden van Ellenberg (1978), Kruijne et al. (1967) en Kruijne & De Vries (1984). Voor alle in Nederland voorkomende plantesoorten zijn de gegevens voor een aantal milieufactoren, afkomstig uit jarenlang vegetatiekundig en planteneologisch onderzoek, verwerkt in een indicatiecijfer. Het getal geeft aan - middels een schaal van 1-6, 1-9 of 1-12 - of een soort zijn ecologisch optimum heeft bij een hoge dan wel lage waarde van een factor. Door dit cijfer in de plaats van soorten, of -als

gemiddelde indicatiewaarde - in plaats van opnamen in het diagram weer te geven, kan men op grond van het verloop van de indicatiewaarde de gradiënt langs een bepaalde as interpreteren en een uitspraak doen over de vermoedelijke standplaatskwaliteit.

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de indicatiewaarden voor stikstof en een door Sykora & Liebrand (1987) gemodificeerde beweiding-/hooilandindicatie. Voor opnamen werd de gewogen gemiddelde indicatiewaarde berekend op grond van de bedekking en frequentie van de soorten afzonderlijk.

### Soortenrijkdom

Per gemeenschap en ook voor een grotere groep van gemeenschappen is het gemiddeld aantal soorten met het 95 %-betrouwbaarheidsinterval berekend. Ook is het gemiddeld aantal soorten op binnenbelopen, buitenbelopen en slaperdijken voor de diverse gemeenschappen bepaald.

### Structuur (bedekking, hoogte, zode, doorworteling)

Bedekking en hoogte van de vegetatie zijn belangrijke structuurkenmerken. Een gesloten begroeiing draagt bij aan de erosiebestendigheid van de dijk. Het aantal en aard van eventuele open plekken in grasmatten met een dichte zode zijn van groot belang voor de erosiegevoeligheid van een kleitalud (Anonymus, 1984).

In dit deel van het onderzoek zijn dichtheid van de zode en doorworteling niet onderzocht. Om toch op voorhand een indruk te krijgen over mogelijke erosiegevoeligheid zijn in elke opname behalve de totale bedekking in de laag 0 - 10 cm ook opmerkingen over de zodestructuur genoteerd. In enkele opnamen is met behulp van spijkerplanken een wortelprofiel gestoken. Bij de verwerking van de gegevens is onderscheid gemaakt tussen zodestructuur bij beweiding en maaien. Aan de hand van deze veldaantekeningen zijn in combinatie met de totale bedekking een aantal categorieën onderscheiden (tabel 3.3)

Dw = bed. 97 -100 %, tamelijk dichte en vaste zode
dw = bed. 90 - 97 %, zode minder dicht, of met open 'linten'
sw = bed. 85 - 95 %, dichte zode met open plekken
Dh = bed. 95 -100 %, dichte zode, maar niet vast, vaak met strooisellaag
dh = bed. 85 - 95 %, lossere zode
t = bed. < 85 %, open begroeiing

Tabel 3.3: Bedekking/zodestructuur

Vervolgens is in een frequentiediagram voor elke gemeenschap het percentage opnamen per categorie gegeven. Daarnaast zijn gegevens over de bedekking van kruiden afzonderlijk weergegeven (het aantal opnamen van een gemeenschap verdeeld over de verschillende bedekkingsklassen) en is de gemiddelde kruidenbedekking per gemeenschap berekend.

In deel II van dit rapport worden de resultaten besproken van een onderzoek naar bedekking, holheid van de zode en doorworteling in een aantal geselecteerde opnamen.

Gegevens over de gemiddelde hoogte van de vegetatie zijn in een frequentiediagram verwerkt. Ook is de gemiddelde maximumhoogte per gemeenschap bepaald.



### 3.2.2 Standplaatsfactoren

#### Beheer

Om een indruk te krijgen van de relatie tussen het beheer en de vegetatie zijn de geïnventariseerde beheergegevens in verschillende hoofdcategorieën ondergebracht en is in een frequentiediagram per gemeenschap aangegeven hoeveel procent van het totaal opnamen in een bepaalde categorie valt. In een dergelijk diagram kan dan worden afgelezen welke beheersfactor van betekenis is voor een bepaalde gemeenschap.

In tabel 3.4 is de indeling weergegeven die bij het categoriseren van de beheergegevens is gebruikt.

<p>h = 2 x per jaar of minder maaien met afvoer van het maaisel, geen bemesting, maaidatum 15 juni - 15 juli/ 15 september (extensief hooien).</p> <p>h' = 1 - 2 x p. j. maaien zonder of onregelmatige afvoer, doorgaans geen bemesting (onzorgvuldig hooibeheer).</p> <p>H = 1 - 2 x per jaar maaien met afvoer en bemesting 50 - 200 kg N/ha.j in 1 - 3 mengmestgiften in voorjaar en/of vroeg zomer (N.P.K./K.A.S.) (matig intensief tot intensief hooien).</p> <p>G = 4 - 8 x p.j. maaien, zonder afvoer, met bemesting (<math>\pm</math> 150 - 200 kg N/ha.j) In Den Helder geen K.A.S. meer, wel nog triple-superfosfaat [45 % fosforzuuranhydride in ammoniumnitraat, 43 % fosforzuuranhydride in water]. Spuiten tegen distels (gazonbeheer).</p> <p>W = schapenbeweiding (<math>\pm</math> 10 - 16 dieren /ha), meestal omweiden met voor- of namaaien en bossen maaien, bemesting 150 - 250 kg N/ha.j, beweidingsperiode nagenoeg continu, behalve november/december - januari (intensief beweiden).</p> <p>w = beweiding met schapen, rundvee of paarden, enkele dieren per ha., geen bemesting, meestal zonder maaien (extensief beweiden).</p>
--

Tabel 3.4: Beheersvormen

Ligging (helling, expositie, binnen-/buitentalud, plaats op talud)

De helling is bepaald met een optische handmeter voor hoekbepaling. De hellingshoek wordt uitgedrukt in graden. De expositie is bepaald met een kompas en weergegeven in de volgende categorieën: N, NO, O, ZO, Z, ZW, W, NW

Met betrekking tot de invloed vanuit zee ('saltspray', wind, golfoploop) is per gemeenschap aangegeven hoeveel opnamen op het buitentalud en respectievelijk op het binnentalud voorkomen. Opnamen die op dezelfde dijk maar verschillend beloop zijn gemaakt worden vergeleken per de gemeenschap waartoe ze behoren. Op een aantal plaatsen zijn op hetzelfde talud meerdere opnamen gemaakt, omdat de vegetatie een klein verschil in samenstelling vertoonde boven, midden en onder op het talud. Dit verschil wordt per gemeenschap besproken.

#### Bodem

Er is een grove indeling gemaakt op grond van veldwaarnemingen: K = klei; k = klei met geringe zandfractie; z = klei met aanzienlijke zandfractie; Z = overwegend zandige bodem. In een frequentiediagram wordt voor alle gemeenschappen het aantal opnamen gegeven per bodemcategorie. Van enkele onderzoekslocaties zijn uitgebreidere bodemgegevens bekend, geïnventa-

riseerd bij Waterschappen en gegevens uit Kruse (1988) en Rapport Grondmechanica Delft (Anonymus, 1984). Deze worden gerelateerd aan de plantensociologische indeling.

In deel II van dit rapport worden de resultaten besproken van een aanvullend bodemonderzoek.

### 3.2.3 Verspreiding

Aan de hand van de in paragraaf 2 onderscheiden regio's wordt in een frequentiediagram de verspreiding van de gemeenschappen weergegeven. In het diagram wordt tevens het aantal opnamen op tweede dijken of meerdijken binnen een gemeenschap vermeld.

### 3.2.4 Statistische verwerking

Bij de berekening van het gemiddeld aantal soorten en de kruidenbedekking per gemeenschap, groep van gemeenschappen, of dijctype (binnen-/buitentalud, slaperdijk) is het 95%-betrouwbaarheidsinterval bepaald door vermenigvuldiging van de SEM-waarde (Standard Error of the Mean) met de factor 1,96. Twee waarden verschillen significant wanneer de 95%-betrouwbaarheidsintervallen elkaar niet overlappen. Verschillen tussen twee waarden alsook het verloop in een reeks van waarden zijn bovendien op significantie getoetst met behulp van een enkelvoudige variantie-analyse. Hiervoor is gebruik gemaakt van het SPSS-programma ANOVA.

Significante verschillen dan wel significante trends tussen twee of meer gemeenschappen in de procentuele verdeling van het aantal opnamen over verschillende beheersvormen, bedekkings-, hoogte-, bodem- en expositieklassen zijn getoetst met een chi-kwadraat test (CROSSTABS) bij een significantiegrens van 5 %.

## 4. Resultaten

### 4.1 Vegetatie

#### 4.1.1 Plantengemeenschappen

In totaal zijn 148 opnamen gemaakt, waarvan 43 op slaperdijken (inclusief enkele meerdijken). In deze opnamen zijn in totaal 192 plantesoorten aangetroffen. Bijlage 1 (blz. 106) bevat een soortenlijst met in alfabetische volgorde de wetenschappelijke en Nederlandse naam. In het opname-materiaal werden 12 plantengemeenschappen onderscheiden. Tabel 4.1 geeft de verdeling van de opnamen over de onderscheiden gemeenschappen.

gemeenschap	opnamen	aantal
I	4	1
II	47, 59, 78, 110, 111, 112, 126, 142	8
III	9, 10, 15, 20, 21, 74, 118	7
IV	5, 7, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 45, 46, 48, 51, 52, 58, 141, 147	20
V	27, 33, 50, 86, 138	5
VI	1, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 30, 32, 53, 55, 65, 67 68, 69, 71, 72, 104, 130, 131, 133, 140	23
VII	16, 23, 60, 77, 82, 83, 105, 119, 120, 123, 127, 135, 137	13
VIII	26, 42, 43, 44, 54, 56, 57, 62, 64, 66, 70, 73, 101, 102, 103, 109, 113, 132, 143, 148	20
IX	22, 41, 61, 63, 85, 87, 99, 106, 134, 139, 144	11
X	49, 80, 81, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 116, 121, 122, 124, 125, 128, 129, 136	17
XI	6, 18, 24, 25, 75, 76, 79, 84, 92, 94, 96, 97, 98, 114, 145, 146	16
XII	2, 3, 100, 107, 108, 115, 117	7

Tabel 4.1: Verdeling van de opnamen over de onderscheiden gemeenschappen

Gemeenschap I bestaat slechts uit één afwijkende opname; het betreft hier een vegetatie op een met zand overstoven kleitalud, op de overgang tussen dijk en duin. Deze situatie komt vaker voor, maar is in dit onderzoek maar een keer bemonsterd. De soortensamenstelling wordt aan de hand van de opname apart besproken. Bij de verdere analyses wordt de gemeenschap buiten beschouwing gelaten.

#### Plantensociologische samenstelling

Een groot deel van de soorten kon in 24 plantensociologische groepen worden ingedeeld. In tabel 4.2 wordt het procentuele aandeel gegeven van deze groepen in de onderscheiden gemeenschappen. In bijlage 2 (blz. 109) is de volledige synoptische tabel met plantensociologische soortengroepen opgenomen.

Voor bepaalde gemeenschappen is het van belang een goed beeld te hebben van het aandeel van alle tot een klasse behorende soorten. Om bijvoorbeeld een gemeenschap als kamgrasweide dan wel als beemdgras-raaigrasweide te kunnen benoemen, kan men het aandeel soorten van de klasse der vochtige graslanden vergelijken met dat van de weegbreekklasse (cf. Westhoff & den Held, 1975). Ook wanneer de beemdgrasraaigrasweide wordt

PIANTENSOCIOLOGISCHE GROEPEN	PLANTENGEMEENSCHAPPEN										
	XII	XI	X	IX	VIII	VII	V	IV	VI	III	II
MOLINIO-ARRHENATHERETEA	16	12	13	17	16	14	16	15	16	16	11
ARRHENATHERETALIA/-ION (incl. Cynosurion)	13	9	12	12	11	12	8	9	8	10	8
ARRHENATHERETUM ELATIORIS	8	9	9	7	2	3	2	1	1	1	2
Subassociatiegroep A	+	2	1	2	1	2	2	3	1	2	1
Subassociatiegroep B	3	2	4	2	2	2	2	1	1	2	2
picridetosum	+	2	1	1	+	1	1	1	1	1	1
brizetosum	7	3	4	4	6	4	2	3	5	6	3
LOLIO-CYNOSURETUM	5	3	4	7	13	10	11	14	16	10	9
Subassociatiegroep A	5	1	3	2	2	2	1	1	1	1	1
luzuletosum	3	1	2	3	3	3	2	2	1	2	2
Subassociatiegroep B	4	6	4	6	5	7	6	7	4	6	4
plantagnetosum media	3	2	3	3	3	4	4	3	3	2	4
ononidetosum	2	3	1	1	+	1	2	1	1	1	1
ORIGANETALIA VULGARIS	2	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
KOELERIO-CORYNEPHORETEA	3	1	2	3	2	1	2	1	1	1	3
K-C + FESTUCO-BROMETEA	7	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
MESOBROMION	2	2	1	1	+	1	3	1	1	1	1
PLANTAGINETALIA MAJORIS/ LOLIO-PLANTAGINION	1	1	+	1	2	1	5	3	5	2	6
POO-LOLIETUM (kencombinatie)	5	6	6	10	12	14	12	17	17	20	11
ARTEMISIETEA	1	2	3	3	2	5	6	5	3	3	5
CHENOPODIETEA/POLYGONO- CHENOPODIETALIA	1	2	1	1	+	2	1	1	1	3	6
SYMBRIETALIA	1	6	3	1	2	3	2	1	3	8	10
SECALIETEA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ASTERETEA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Overig	8	16	15	14	10	10	8	9	11	10	10

Tabel 4.2: Procentuele aandeel van plantensociologische groepen (Westhoff & Den Held 1969, Oberdorfer 1979, 1983)

opgevat als een verarming van de kamgrasweide (Foerster, 1968, Sykora, 1983) kunnen de eerder genoemde percentages een idee geven van de mate van (floristische) verarming.

De 24 plantensociologische groepen zijn tot de volgende grotere eenheden samengevoegd:

- Glanshavergemeenschappen = Molinio-Arrhenatheretea  
Arrhenatherietalia/-ion + Cynosurion
- Glanshaverhooilanden = Arrhenatheretum elatioris
- Kamgrasweiden = Lolio-Cynosuretum
- Graslanden van zandige  
droge gronden = Koelerio-Coryneporetea  
Koelerio-Coryneporetea + Festuco-Brometea  
Mesobromion
- Struweelzomen = Origanetalia vulgaris
- Beemdgras-raaigrasweiden  
en tredplanten = Plantaginetalia + Lolio-Plantaginion  
Poo-Lolietum

Ruderale ruigtekruiden = **Artemisietea**  
 Ruderaal soorten van open  
 standplaatsen = **Chenopodietea + Polygono-Chenopodion**  
**Sysimbrietalia**  
**Secalietea**

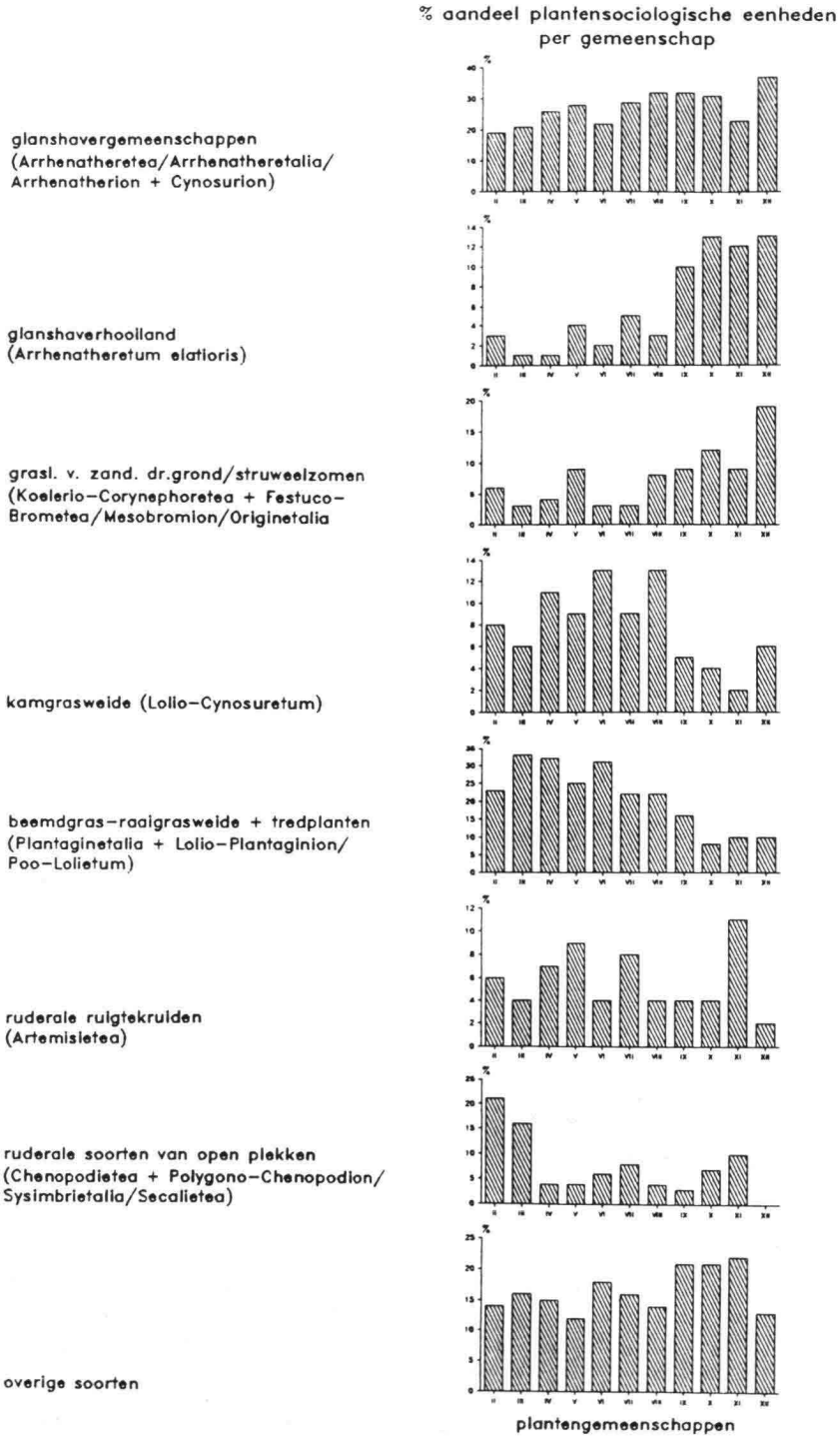
In tabel 4.3 en figuur 4.1 is het percentage aangegeven van het aandeel dat deze soortengroepen hebben in de plantengemeenschappen. De soorten *Poa trivialis*, *Poa pratense*, *Lolium perenne* en *Trifolium repens* die zowel tot de glanshavergemeenschappen worden gerekend als deel uit maken van de kencombinatie van het Poo-Lolietum (zie de plantensociologische tabel in bijlage 2, blz. 109) zijn nu alleen bij het aandeel van het Poo-Lolietum meegerekend. Hierdoor wordt een eventueel groter aandeel van glanshaversoorten ten gunste van het Lolio-Cynosuretum mede door aanwezigheid van voldoende andere kensoorten van het Lolio-Cynosuretum verkregen. Ook zijn de frequenties van soorten uit de subassociatiegroepen van *Arrhenatheretum* en *Lolio-Cynosuretum* in het aandeel van deze associaties niet opgenomen.

PLANTENSOCIOLOGISCHE EENHEDEN	PLANTENGEMEENSCHAPPEN										
	XII	XI	X	IX	VIII	VII	V	IV	VI	III	II
Glanshavergemeensch.	37	23	31	32	32	29	28	26	22	21	19
Glanshaverhooiland	13	12	13	10	3	5	4	1	2	1	3
Kamgrasweide	6	2	4	5	13	9	9	11	13	6	8
Grasl. v. zand. droge grond	17	6	8	7	8	3	9	4	3	3	6
Struweelzomen	2	3	4	2	.	.	.	.	.	.	.
Beemdgr.-raai-gr. weide +tr.	10	10	8	16	22	22	25	32	31	33	23
Ruderale ruigtekruiden	2	11	4	4	4	8	9	7	4	4	6
Rud. art. open standplaats	.	10	7	3	4	8	4	4	6	16	21
Overig	13	22	21	21	16	16	14	15	18	16	14

Tabel 4.3: Procentuele aandeel van 8 plantensociologische eenheden in de plantengemeenschappen.

In gemeenschap IV tot XII overheerst de groep soorten van de *Molinio-Arrhenatheretea* en *Arrhenatheretalia/-ion*. Zij kunnen dan ook als Glanshavergemeenschappen worden beschouwd.

Uit de plantensociologische tabel (bijlage 2, blz. 109) en de tabellen die de plantensociologische spectra van de onderscheiden gemeenschappen weergeven (tabel 4.2 en tabel 4.3; zie ook figuur 4.1) blijkt dat in de gemeenschappen IX - XII ten opzichte van de andere gemeenschappen het aandeel soorten van het *Arrhenatheretum* het grootst is. Opvallend is het aandeel van soorten van *Koelerio-Corynephoretea + Festuca-Brometea* (zandige droge graslanden) in gemeenschap XII. Binnen het *Arrhenatheretum* van gemeenschap IX - XII is de subassociatiegroep B, *brizetosum* redelijk vertegenwoordigd. Gemeenschap IX - XII kunnen worden beschouwd als hooilandgemeenschappen, soms licht voor- of nabeweid, op voedselrijke kleigrond (synecologie overeenkomstig Westhoff & den Held 1975). Gemeenschap XI wordt gekenmerkt door het aandeel van ruderaal ruigtekruidensoorten (*Artemisietea*) en ruderaal soorten van open



Figuur 4.1: Procentuele aandelen van 8 plantensociologische eenheden in de plantengemeenschappen.

standplaatsen (*Chenopodietea*). De lichte toename van het element *picridetosum* is hiermee in overeenstemming. Bij een minder consequent beheer treedt gewoonlijk een verschuiving op van *brizetosum* naar *picridetosum*.

De gemeenschappen IV - VIII worden gekenmerkt door het aandeel van de groep kamgrasweide-soorten (*Lolio-Cynosuretum*). Daarbinnen is de subassociatiegroep B, subassociatie *plantaginetosum mediae* het best vertegenwoordigd. Het aandeel soorten van de kencombinatie van het *Poo-Lolietum* is met name in gemeenschap IV en VI vrij groot (tabel 4.2), maar omdat het procentuele aandeel van het totaal aantal soorten van *Lolio-Cynosuretum*, *Arrhenatherion* en *Molinio-Arrhenatheretea* tesamen groter is dan dat van de groep beemdgras-raaigrasweide + tredplanten (*Plantaginetalia/Plantaginion* + *Poo-Lolietum*; zie tabel 4.3) worden deze gemeenschappen toch tot het *Lolio-Cynosuretum* gerekend (cf. Westhoff & den Held 1975).

In gemeenschap III komen buiten de soorten van de kencombinatie van het *Poo-Lolietum* nauwelijks soorten van andere groepen voor. Hier is ook het totale aandeel van *Plantaginetea* soorten groter dan dat van de *Molinio-Arrhenatheretea* soorten. Deze gemeenschap wordt gerekend tot de beemdgras-raaigrasweiden.

In gemeenschap II komen soorten van de *Molinio-Arrhenatheretea* minder voor en hebben ruderaal soorten van open standplaatsen een belangrijk aandeel. Soorten van kamgrasweide zijn goed vertegenwoordigd en vormen met die van de *Molinio-Arrhenatheretea* de overhand. De gemeenschap kan worden opgevat als een fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met een element van de *Sysymbrietalia* (*Raketorde*), het *Polygono-Coronopion* (*Varkensgrasverbond*) in het bijzonder.

Gemeenschap I (1 opname, zie floristische beschrijving) bestaat voornamelijk uit soorten van de *Festuco-Sedetalia* (*Zandblauwtjesorde* met *Jasione montana*, *Aira praecox*, *Poa compressa*, *Phleum arenarium*, *Anthyllis vulneraria*) en kan als een fragment van dit syntaxon worden opgevat.

#### Naamgeving en floristische samenstelling

Omdat nagenoeg alle gemeenschappen op grond van hun plantensociologische samenstelling - gebaseerd op het aandeel van *kensoorten* behorend tot in de literatuur beschreven syntaxa - tot op (sub)associatieniveau kunnen worden benoemd, kunnen onderlinge verschillen worden beschouwd als varianten binnen de associatie en subassociatie. Aan de hand van *differentiërende soorten* (met tenminste twee presentieklassen verschil ten opzichte van andere gemeenschappen voorkomend), alsook het ontbreken ervan (negatief differentiërend), en de *constante soorten* (niet differentiërend voorkomend met presentieklasse  $\geq 4$ ), kunnen de gemeenschappen worden beschreven.

In tabel 4.4 zijn de soorten weergegeven die de gemeenschappen onderling differentiëren. Het valt op dat de glanshaverhooilandgemeenschap IX geen eigen differentiërende soorten heeft. Dit is ook het geval voor de gemeenschappen IV, V, VI, VII en VIII, die op grond van hun plantensociologische samenstelling tot de kamgrasweiden worden gerekend. Gemeenschap II heeft eigen differentiërende soorten. Gemeenschap III onderscheidt zich positief door het voorkomen van twee soorten.

In tabel 4.5 zijn gemeenschappen samengevoegd. De glanshaverhooilanden vormen nu een groep ( $A = IX + X + XI + XII$ ) en onderscheiden zich positief van de andere gemeenschappen door een aantal differentiërende soorten. De kamgrasweiden ( $B = IV + V + VI + VII + VIII$ ) hebben ook op dit

Gemeenschap	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II
aantal opnamen	7	16	17	11	20	13	23	5	20	7	8
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	5			1							
<i>Avenula pubescens</i>	2										
<i>Campanula rotundifolia</i>	2										
<i>Carex arenaria</i>	2										
<i>Koeleria macrantha</i>	2										
<i>Rumex acetosa</i>	3					+					
<i>Heracleum sphondylium</i>	3	1	1								
<i>Vicia cracca</i>	4	1	2	2							1
<i>Galium verum</i>	4	1	1	1	1						
<i>Agrostis capillaris</i>	5	1	3	1	3	2	1		+		1
<i>Ranunculus bulbosus</i>	5	1	3	2	2	2	1		1		
<i>Centaurea jacea</i>	3	3	3								
<i>Malva sylvestris</i>	3					1					1
<i>Convolvulus arvensis</i>	3	1	1								
<i>Festuca arundinacea</i>	1	5	3	2	+	2					
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	5	5	2		2				1	
<i>Daucus carota</i>	5	2	5	2	1	1	+	3	1		1
<i>Equisetum arvense</i>	1	2	4	2	+						
<i>Prunella vulgaris</i>			3		+	1	+				1
<i>Pulicaria dysenterica</i>		1	3	1							
<i>Senecio erucifolius</i>	3	2	5	2	+			2			
<i>Crepis capillaris</i>	3	3	5	3	3	3	1	3	1	1	2
<i>Dactylis glomerata</i>	5	5	5	5	3	5	1	3	1	3	1
<i>Cerastium fontanum</i>	3	1	4	4	5	4	5	4	5	5	4
<i>Lolium perenne</i>	3	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Hordeum murinum</i>					1		2			4	
<i>Anagallis arv.sp.arv.</i>											2
<i>Matricaria recutita</i>											2
<i>Polygonum aviculare</i>									+	1	4
<i>Potentilla anserina</i>		1				1	+	1	+		3
<i>Senecio vulgaris</i>			1			1					3
<i>Ceratodon purpureus</i>			2		+		+	1	1		4
<i>Barbula convoluta</i>		1	1	1	1		1	1			3

Tabel 4.4: Differentiërende soorten (minstens twee klassen verschil) voor de onderscheiden gemeenschappen. Mossoorten zijn cursief gedrukt.

niveau geen eigen differentiërende soorten. De groep wordt eerder negatief gekenmerkt door het ontbreken van hooilandsoorten. Gemeenschap II (in tabel 4.5 aangeduidt met C) en gemeenschap III (D in tabel 4.5) zijn gehandhaafd en vertonen geen verschil met tabel 4.4

De gemeenschappen kunnen nu op grond van plantensociologische samenstelling, differentiërende en ook constante soorten als volgt worden omschreven (zie ook tabel 4.4, 4.5 en de plantensociologische tabel in bijlage 2, blz. 109). Buiten gemeenschap I werden in totaal vier (sub)associaties onderscheiden met daarbinnen een aantal varianten:

- A) *Arrhenatheretum elatioris*, subassociatiegroep B, *brizetosum* (gemeenschappen IX - XII; glanshaverhooilanden)
- B) *Lolio-Cynosuretum*, subassociatiegroep B, *plantaginetosum mediae* (gemeenschappen IV - VI; kamgrasweiden)
- C) *Fragmentair Lolio-Cynosuretum* [*Arrhenatherion/Polygono-Coronopion*] (gemeenschap II; fragment kamgrasweide met varkensgrasverbond)
- D) *Poo-Lolietum* (gemeenschap III; beemdgras-raaigrasweide)

De gemeenschappen IX - XII (A), IV - VIII (B), en II (C) behoren tot de *Molinio-Arrhenatheretea* (klasse der vochtige graslanden) op grond van aanwezigheid van *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Festuca rubra*, *Cerastium*



Hoofdgroep	A	B	C	D
Gemeenschap	IX-XII	IV-VIII	II	III
Aantal opnamen	51	81	8	7
<i>Centaurea jacea</i>	2			
<i>Pulicaria dysenterica</i>	2			
<i>Convovulus arvensis</i>	2			
<i>Festuca arundinacea</i>	3	+		
<i>Tragopogon pratensis</i> ssp <i>pratensis</i> .	2	+		
<i>Galium verum</i>	2	+		
<i>Equisetum arvense</i>	2	+		
<i>Pastinaca sativa</i>	2	+		
<i>Senecio erucifolius</i>	3	+		
<i>Plantago lanceolata</i>	5	2		
<i>Arrhenatherum elatius</i>	4	+		1
<i>Daucus carota</i>	4	1	1	
<i>Dactylus glomerata</i>	5	2	1	3
<i>Crepis capillaris</i>	4	2	2	1
<i>Ranunculus bulbosus</i>	3	2		
<i>Holcus lanatus</i>	3	2		
<i>Elymus repens</i>	4	4	2	4
<i>Medicago lupulina</i>	2	3	4	
<i>Brachythecium rutabulum</i>	4	3	2	
<i>Festuca rubra</i>	5	5	5	3
<i>Bellis perennis</i>	3	4	4	1
<i>Lolium perenne</i>	3	5	5	5
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp <i>hordeaceus</i>	1	4	2	5
<i>Trifolium repens</i>	1	5	4	1
<i>Poa annua</i>	+	2	4	2
<i>Anagallis arv.</i> ssp <i>arv.</i>			2	
<i>Matricaria maritima</i>	+		2	+
<i>Matricaria recutita</i>			2	
<i>Plantago media</i>			2	+
<i>Polygonum aviculare</i>		1	4	+
<i>Potentilla anserina</i>	+		3	+
<i>Senecio vulgaris</i>	+		3	+
<i>Ceratodon purpureus</i>	1		4	1
<i>Bryum argenteum</i>			2	+
<i>Barbula convoluta</i>	1		3	1
<i>Sonchus asper</i>			2	
<i>Geranium pusillum</i>	+	+		2
<i>Hordeum murinum</i>		+		4
<i>Poa trivialis</i>	2	3	2	5

Tabel 4.5: Differentiërende soorten per hoofdgroep. A = *Arrhenatheretum*, B = *Lolio-Cynosuretum*, C = fragmentair *Lolio-Cynosuretum*, D = *Poo-Lolietum*

*fontanum*, *Holcus lanatus* (niet in II), *Trifolium pratensis*, *Medicago lupulina*, *Plantago lanceolata* (niet in II), *Prunella vulgaris*, *Rumex acetosa* (niet in II), *Rhynchosyris squarrosus* (niet in II), en tot het *Arrhenatherion elatioris* (glanshaververbond) op grond van het voorkomen van *Dactylis glomerata*, *Agrostis capillaris*, *Achillea millefolium*, *Crepis capillaris*, *Taraxacum officinale*, *Lotus corniculatus* en *Trifolium dubium*. Gemeenschap II (C) bevat een fragment van het *Polygono-Coronopion* (varkensgrasverbond) door het voorkomen van *Polygonum aviculare*, *Matricaria maritima*, *Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Sagina procumbens*, *Pohlia nutans*. Gemeenschap III (D) wordt door het voorkomen van *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Taraxacum officinale*, *Poa pratensis*, *Ranunculus repens*, *Trifolium repens*, *Poa annua* en het weinig voorkomen van andere soorten gerekend tot het *Lolio-Plantaginion* (weegbreeverbond) en *Poo-Lolietum* (beemdgras-raaigrasweide).

## A) Arrhenatheretum elatioris, subassociatiegroep B, brizetosum

De gemeenschappen IX - XII worden gerekend tot het Arrhenatheretum elatioris (glanshaverassociatie) door aanwezigheid van *Daucus carota*, *Arrhenatherum elatius*, *Tragopogon pratensis ssp. pratensis*, *Vicia cracca*, *Pastinaca sativa*, *Trisetum flavescens*, *Galium mollugo*, *Lathyrus pratensis*, *Pimpinella major*, *Leucanthemum vulgare*, *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sphondylium*.

Aanwezigheid van *Ranunculus bulbosus*, *Senecio erucifolius*, *Trisetum flavescens*, *Senecio jacobaea var. jacobaea*, *S. jacobaea var. nudus*, *Hypochaeris radicata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Crepis capillaris*, *Agrostis capillaris*, wijst erop dat binnen de associatie sprake is van subassociatiegroep B, brizetosum, ofschoon enkele soorten van de subassociatie ontbreken: *Briza media*, *Linum catharticum*, en *Carex flacca* (Westhoff & den Held 1975).

De groep onderscheidt zich positief ten opzichte van de andere gemeenschappen (tabel 4.5) door het voorkomen van de klassekensoorten *Centaurea jacea*, *Plantago lanceolata*, de verbondskensoorten *Dactylis glomerata*, *Crepis capillaris*, de associatiekensoorten *Daucus carota*, *Arrhenatherum elatius*, *Tragopogon pratensis ssp. pratensis*, *Vicia cracca*, *Pastinaca sativa*, en verder *Senecio erucifolius*, *Galium verum*, *Convolvulus arvensis*, *Equisetum arvensis*, *Festuca arundinacea*, *Pulicaria dysenterica*, *Holcus lanatus* (met groep B), *Ranunculus bulbosus* (met groep B), *Festuca rubra* (met groep B en C), *Bellis perennis* (met groep B en C), *Medicago lupulina* (met B en C), *Elymus repens* (met groep B en D).

De groep wordt negatief gekenmerkt door het nagenoeg ontbreken van *Trifolium repens*, *Geranium molle*, *Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus*, *Poa annua* en het minder voorkomen van *Lolium perenne*.

### - Gemeenschap XII: Arrhenatheretum elatioris, subass.groep B, brizetosum, variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*

De gemeenschap onderscheidt zich van alle andere gemeenschappen (zie bijlage 2, blz.109 en tabel 4.4) door *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis capillaris*, *Daucus carota* (met gemeenschap X), *Centaurea jacea* (met gemeenschap XI en X), *Vicia cracca*, *Heracleum sphondylium*, en een groep soorten van de zandige droge graslanden (*Koeleria-Corynephoretea* en *Festuco-Brometea*) die deze variant vooral kenmerkt: *Ranunculus bulbosus*, *Galium verum*, *Koeleria macrantha*, *Avenula pubescens*, *Campanula rotundifolia*, *Carex arenaria*, *Rumex acetosella*. Positief differentiërend ten opzichte van de andere varianten binnen het Arrhenatheretum zijn *Leontodon autumnalis*, *Leontodon saxatilis*, *Lotus corniculatus* (met gemeenschap X), *Cerastium fontanum* (met gemeenschap X en IX), *Poa trivialis* (met gemeenschap XI en IX). De variant wordt negatief gekenmerkt door *Ranunculus repens*, *Eurhynchium praelongum*. Soorten van *Artemisietea* en *Chenopodietea* ontbreken nagenoeg. De vegetatie is mosrijk met dominantie van *Brachythecium rutabulum*. Andere constante soorten zijn: *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Medicago lupulina*, *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*.

In deze gemeenschap is het aandeel van verbonds- en klassekensoorten het grootst ten opzichte van de andere glanshavergemeenschappen. Zij vertegenwoordigt de goed ontwikkelde glanshaverhooilanden met een element der zandige droge graslanden en vormt zo een habitat voor stroomdalsoorten als *Eryngium campestre*, *Ononis spinosa*, *Pimpinella saxifraga*.

- Gemeenschap XI: *Arrhenatheretum elatioris*, subass.groep B, brizetosum/  
picridetosum, variant met *Festuca arundinacea* en  
*Malva sylvestris*

De gemeenschap wordt positief gedifferentieerd door *Festuca arundinacea*, *Arrhenatherum elatius* (met gemeenschap X), *Centaurea jacea* (met gemeenschap XII en X) en de tot de meer ruderaal gemeenschappen van stikstofrijke en betreden standplaatsen behorende soorten *Convolvulus arvensis* en *Malva sylvestris*. Positief differentiërend binnen het *Arrhenatheretum* zijn *Poa trivialis* (met gemeenschap XII en IX), *Ranunculus repens* (met gemeenschap XI en IX). De variant wordt negatief gekenmerkt door het nagenoeg ontbreken van *Lotus corniculatus*, *Cerastium fontanum*, *Lolium perenne*, *Eurhynchium praelongum*. Constante soorten: *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Plantago lanceolata*.

Binnen de subassociatiegroep neigt deze variant naar het picridetosum, met *Agrimonia eupatoria* en *Pastinaca sativa*. Het aandeel van soorten der *Artemisietea* en *Chenopodietea* is relatief hoog (zie tabel 4.2), terwijl het aandeel van de klassekensoorten relatief laag is. De variant vertegenwoordigt een subruderaal hooilandgemeenschap, waarschijnlijk door een minder zorgvuldig beheer, waar ruigtekruiden en soorten van struweelzomen kunnen groeien. Onder anderen werden aangetroffen: *Agrimonia eupatoria*, *Verbena officinalis*, *Verbascum nigrum*, *Lathyrus tuberosus* (slaperdijk).

- Gemeenschap X: *Arrhenatheretum elatioris*, subass.groep B, brizetosum,  
variant met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica*

De gemeenschap wordt positief onderscheiden van de andere gemeenschappen door *Prunella vulgaris*, *Centaurea jacea* (met gemeenschap XII en XI), *Crepis capillaris*, *Daucus carota* (met gemeenschap XII), *Arrhenatherum elatius* (met gemeenschap XI), *Senecio erucifolius*, *Equisetum arvense*, en *Pulicaria dysenterica*. Binnen het *Arrhenatheretum* zijn positief differentiërend: *Lotus corniculatus* (met gemeenschap XII), *Ranunculus repens* (met gemeenschap XI en IX), *Cerastium fontanum* (met gemeenschap XII en IX) *Agrostis capillaris* (met gemeenschap XII), *Ceratodon purpureus*, *Eurhynchium praelongum*. De variant wordt negatief gekenmerkt door *Poa trivialis*. Constante soorten zijn: *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Trifolium pratense*, *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale*, *Elymus repens*, *Brachythecium rutabulum*.

Soorten van subassociatie, associatie, verbond en klasse zijn goed vertegenwoordigd in deze variant. Zij vertegenwoordigt een goed ontwikkeld, relatief mosrijk en waarschijnlijk extensief beheerd glanshaverhooiland, waardoor hoger opschietende kruiden (*Agrimonia eupatoria*, *Senecio erucifolius*, *Pulicaria dysenterica*) zich kunnen vestigen. In een opname van een binnenberm (Zeeland) werden onder anderen aangetroffen de stroomdalsoorten *Origanum vulgare* en *Pimpinella major*.

- Gemeenschap IX: *Arrhenatheretum elatioris*, subass.groep B, (fragmentair)  
brizetosum, verarmde vorm.

De gemeenschap onderscheidt zich niet door eigen differentiërende soorten. Positief differentiërend ten opzichte van de andere varianten binnen het *Arrhenatheretum* zijn *Lolium perenne*, *Bellis perennis*, *Trifolium dubium*, *Poa trivialis* (met gemeenschap XII en XI), *Cerastium fontanum* (met gemeenschap XII en X), *Ranunculus repens* (met gemeenschap XI en X), *Eurhynchium praelongum*. Zij wordt negatief gekenmerkt door *Centaurea jacea*, *Lotus*

*corniculatus*, *Agrostis capillaris*. Constante soorten: *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Trifolium pratense*, *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale*, *Elymus repens*, *Brachythecium rutabulum*.

Het aandeel van associatie-kensoorten is geringer dan bij de andere hooilandgemeenschappen (tabel 4.2 en 4.3), terwijl het aandeel van kamgrasweide en beemdgras-raaigrasweide iets groter is door het frequent voorkomen van *Lolium perenne*, *Bellis perennis*, *Poa trivialis*, *P. pratensis*. Minder volledig ontwikkeld glanshaverhooiland met een beweidingsinvloed.

#### B) Lolio-Cynosuretum, subassociatiegroep B, plantaginetosum mediae

De gemeenschappen IV - VIII worden gerekend tot het Lolio-Cynosuretum (kamgrasweide) op grond van aanwezigheid van *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Bellis perennis*, *Leontodon autumnalis*, *Leontodon saxatile*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense ssp. pratense*, *Geranium molle*. Door aanwezigheid van *Potentilla reptans*, *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, *Cirsium arvense*, *Trisetum flavescens*, *Carex spicata*, en *Medicago lupulina*, *Ranunculus bulbosus*, *Cirsium vulgare*, *Plantago media*, worden de gemeenschappen beschouwd als varianten van de subassociatie plantaginetosum mediae van subassociatiegroep B.

De groep onderscheidt zich niet door eigen differentiërende soorten. Wel komen positief differentiërende soorten voor in combinatie met de andere groepen (zie tabel 4.5): *Holcus lanatus* (met groep A), *Ranunculus bulbosus* (met groep A), *Trifolium repens* (met C), *Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus* (met D), *Lolium perenne* (met C en D differentiërend ten opzichte van A), *Festuca rubra* (met A en C), *Bellis perennis* (met A en C), *Medicago lupulina* (met A en C), *Elymus repens* (met A en D). Negatief kenmerkend is het nagenoeg ontbreken van soorten van de glanshaverassociatie.

#### - Gemeenschap VIII: Lolio-Cynosuretum, subass.groep B, plantaginetosum mediae, variant met *Cynosurus cristatus*

Positief differentiërende soorten ten opzichte van de andere varianten binnen de subassociatie zijn *Hypochaeris radicata*, *Crepis capillaris* (met gemeenschap VII en V), *Dactylis glomerata* (met gemeenschap VII en V), *Leontodon autumnalis* (met gemeenschap V), *Brachythecium rutabulum* (met gemeenschap VII), *Cynosurus cristatus* (met gemeenschap VIII, VII en VI). De variant wordt negatief gekenmerkt door het nagenoeg ontbreken van *Lotus corniculatus* (evenals gemeenschap VI). Constante soorten: *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Cerastium fontanum*, *Festuca rubra*, *Medicago lupulina*, *Taraxacum officinale*,

In vergelijking met de andere kamgrasweide-varianten is hier het aandeel van klasse-, verbond-, en associatie-kensoorten het grootst (tabel 4.3). Behalve *Cirsium arvense* die in een kwart van de opnamen wordt aangetroffen komen weinig soorten van *Artemisietea* en *Chenopodietea* voor, hetgeen wijst op een zorgvuldig beheer. De gemeenschap vertegenwoordigt een goed ontwikkelde, kruiden- en ook mosrijke kamgrasweide. Wellicht kenmerkend voor zeedijken is het voorkomen van *Torilis nodosa* in deze gemeenschap (in 21 - 40 % van de opnamen). Deze kensoort van het *Helminthion echioidis* (Dubbelkelkverbond) is submediterraan of mediterraan-atlantisch en derhalve in Nederland vooral voorkomend in het deel met de zachtste winters: de kuststrook (Westhoff & den Held 1975).

- Gemeenschap VII: Lolio-Cynosuretum, subass.groep B, plantaginetosum mediae, variant met *Medicago arabica*

Deze gemeenschap onderscheidt zich positief van de andere varianten door *Medicago arabica*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Brachythecium rutabulum* (met gemeenschap VIII) *Crepis capillaris* (met gemeenschap VIII en V), *Lotus corniculatus* (met gemeenschap V en IV), *Cynosurus cristatus* (met gemeenschap VIII en VI). Negatief differentiërend ten opzichte van de andere varianten is *Trifolium repens*. Ten opzichte van gemeenschap VIII en V ontbreken hier *Leontodon autumnalis* en *L. saxatile*. Constante soorten: *Poa pratensis*, *Cerastium fontanum*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale*, *Agrostis stolonifera*, *Elymus repens*.

Deze variant komt wat betreft soortensamenstelling sterk overeen met de variant met *Cynosurus cristatus*. Het aandeel van kensoorten van associatie, verbond en klasse is geringer (tabel 4.3). De gemeenschap is mosrijk, maar minder kruidenrijk.

- Gemeenschap VI: Lolio-Cynosuretum, subass.groep B, plantaginetosum mediae, verarmde variant met *Poa annua*

De gemeenschap onderscheidt zich positief ten opzichte van de variant met *Cynosurus cristatus* en de variant met *Medicago arabica* door *Plantago coronopus* (met gemeenschap IV en V) en ten opzichte van gemeenschap IV en V door *Cynosurus cristatus* en *Brachythecium rutabulum* (beiden met gemeenschap VIII en VII). De variant wordt negatief gekenmerkt door *Trifolium pratense*, *Crepis capillaris* (evenals gemeenschap IV), *Dactylis glomerata* (evenals gemeenschap IV), *Lotus corniculatus* (evenals gemeenschap VIII), *Leontodon autumnalis* (evenals gemeenschap VII, IV en VI). Constante soorten: *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Cerastium fontanum*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale*, *Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus*.

Het aandeel associatie-kensoorten is in deze gemeenschap even hoog als de variant met *Cynosurus cristatus*, maar verbond- en klasse-kensoorten hebben een veel kleiner aandeel, terwijl de bijdrage van soorten van beemdgras-raaigrasweide en weegbree-orde en weegbree-verbond (tredplanten en planten kenmerkend voor een wisselend milieu) is toegenomen (tabel 4.5). Het aantal kruiden is afgenomen. De variant vertegenwoordigt een waarschijnlijk intensiever beweide, kruidenarmere kamgrasweide.

- Gemeenschap V: Lolio-Cynosuretum, subass.groep B, plantaginetosum mediae, variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense*

Positief differentiërend ten opzichte van de andere varianten binnen het Lolio-Cynosuretum zijn *Trifolium pratense*, *Ononis spinosa*, *Daucus carota*, *Senecio erucifolius*, *Leontodon autumnalis* (met gemeenschap VIII), *Dactylis glomerata* (met gemeenschap VIII en VII), *Crepis capillaris* (met gemeenschap VIII en VII), *Lotus corniculatus* (met gemeenschap VII en IV), *Plantago coronopus* (met gemeenschap VI en IV). De variant wordt negatief gekenmerkt door *Poa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Bellis perennis*, *Geranium molle*, *Cynosurus cristatus* (evenals gemeenschap IV). Constante soorten: *Poa trivialis*, *Cerastium fontanum*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale*, *Elymus repens*.

Kenmerkend voor deze variant is het voorkomen van een aantal kruiden die vooral in de hooilandgemeenschappen hun optimum vertonen (*Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Plantago lanceolata*, *Senecio erucifolius*, *Daucus carota*, *Ononis spinosa*) en het ontbreken of minder

voorkomen van enkele typische weilandsoorten (*Bellis perennis*, *Geranium molle*, *Cynosurus cristatus*), waardoor het aandeel van associatiekensoorten in de plantensociologische samenstelling kleiner is (tabel 4.4 en 4.5). Dit kan duiden op een overgang van weide- naar hooibeheer of een onzorgvuldig beheer. De variant vertegenwoordigt een relatief kruidrijke kamgrasweide, waarschijnlijk overgaand in een hooilandgemeenschap.

- **Gemeenschap IV: Lolio-Cynosuretum, subass.groep B, plantaginetosum mediae, verarmde variant met *Plantago coronopus***

De gemeenschap wordt binnen het *Lolio-Cynosuretum* positief onderscheiden door *Lotus corniculatus* (met gemeenschap V en VII), en *Plantago coronopus* (met gemeenschap V en VI), en negatief gekenmerkt door *Poa trivialis*, *Crepis capillaris* (evenals gemeenschap VI), *Dactylis glomerata* (evenals gemeenschap VI), *Leontodon autumnalis* (evenals gemeenschap VII en VI), *Cynosurus cristatus* (evenals gemeenschap V). Constante soorten: *Poa pratensis*, *Cerastium fontanum*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale*, *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Elymus repens*.

Evenals bij de verarmde variant met *Poa annua* (gemeenschap VI) is het aandeel associatiekensoorten relatief gering, en is het aandeel van soorten van beemdgras-raaigrasweide en weegbree-verbond en weegbree-orde vrij groot (tabel 4.4 en 4.5). De gemeenschap is mosarm. Kenmerkend is het ten opzichte van de andere varianten frequenter voorkomen van *Plantago coronopus*, hetgeen duidt op een dynamisch milieu, waarin naast betreding de afwisseling zout-zoet en droog-vochtig van betekenis kunnen zijn. De gemeenschap vertegenwoordigt een relatief soortenarme kamgrasweide, overgaand naar of herstellend van intensief beheerde beemdgras-raaigrasweide.

C) **Fragmentair Lolio-Cynosuretum [Arrhenatherion/Polygono-Coronopion]**

Tot dit type behoort gemeenschap II: fragmentair *Lolio-cynosuretum* met *Polygonum aviculare* en *Poa annua*. Deze fragmentgemeenschap wordt positief onderscheiden van alle andere gemeenschappen (zie bijlage 2, plantensociologische tabel, blz. 109) door: *Cirsium arvense*, *Ceratodon purpureus*, *Potentilla anserina*, *Senecio vulgaris*, *Anagallis arvensis ssp. arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Matricaria recutita*, *Barbula convoluta*. Ten opzichte van glanshaverassociatie, kamgrasweide en beemdgras-raaigrasweide (groep A, B en D; zie tabel 4.5) zijn positief differentiërend *Plantago media*, *Poa annua*, *Sonchus asper*, *Bryum argenteum*, *Festuca rubra* (met groep A en B), *Lolium perenne* (met groep B en D), *Trifolium repens* (met groep B), *Bellis perennis* (met groep A en B) *Medicago lupulina* (met groep A en B). Negatief differentiërend zijn ten opzichte van groep A en B *Holcus lanatus*, *Bromus hordeaceus*, *Plantago lanceolata*, en ten opzichte van A, B en D *Elymus repens*. Constante soorten (bijlage 2, plantensociologische tabel, blz. 109): *Cerastium fontanum*, *Poa pratense*, *Taraxacum officinale*.

Het fragment van het *Polygono-Coronopion* duidt op pioniergemeenschappen van tredplanten op verdichte bodems. Anderzijds duiden soorten van de weegbree-orde als *Potentilla anserina*, *Poa annua* en *Plantago coronopus* op de aanwezigheid van storingsmilieu's met een wisselvallig karakter (Westhoff & Den Held 1975). Het aandeel van soorten van beemdgras-raaigrasweiden te samen met die van weegbree-verbond en weegbree-orde tredplanten is relatief groot (tabel 4.5). De fragmentgemeenschap vertegenwoordigt een relatief open pionier- en tredplantenvegetatie op jonge (recent herstelde en ingezaaide), intensief betreden of verstoorde plaatsen (bijvoorbeeld een door golfslag aangetaste grasmat op het buitentalud met therofyten op de open plekken), als overgang naar kamgrasweide of beemdgras-raaigrasweide.

## D) Poo-Lolietum

Hiertoe behoort gemeenschap III. Positief differentiërend ten opzichte van alle andere gemeenschappen zijn (zie bijlage 2, plantensociologische tabel, blz 109) *Hordeum murinum* en *Geranium pusillum*. Negatief differentiërend zijn *Festuca rubra* en *Medicago lupulina*. Ten opzichte van de glanshaverassociatie, kamgrasweide en de fragmentaire kamgrasweide (groep A, B en C, zie tabel 4.5) zijn positief differentiërend: *Poa trivialis*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus* (met groep B), *Lolium perenne* (met B en C), *Elymus repens* (met A en B). Negatief kenmerkend: *Bellis perennis*, *Brachythecium rutabulum*, *Trifolium repens* (evenals groep A), *Ranunculus bulbosus* (evenals C), *Holcus lanatus* (evenals C), *Plantago lanceolata* (evenals C). Constante soorten (zie bijlage 2): *Cerastium fontanum*, *Taraxacum officinale*.

De gemeenschap vertegenwoordigt een zeer soorten- en kruidenarme, doorgaans intensief beheerde (betreding, bemesting) graslandvegetatie.

Locatie	: nabij gebouw RWS, Den Helder	Oppervlak	: 3x3 m <sup>2</sup>
Expositie	: W, vlak(kruin)	Bodem	: zand
Bedekking	: 60 %	Open	: 10%
Strooisel	: 40 %	Grassen	: 40%
Kruiden	: 60 %	Mos	: 20 %
Hoogte(gem):	10 cm	Hoogte (max):	30 cm
<i>Festuca rubra</i>		2b	(f/v)
<i>Poa compressa</i>		2a	(f/v)
<i>Aira praecox</i>		2a	(f/+)
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hordeaceus</i>		2m	(f/+)
<i>Poa pratense</i>		+	(b/v)
<i>Ammophila arenaria</i>		+	(j/v)
<i>Elymus pycnanthus</i>		+	(v)
<i>Phleum arenaria</i>		+	(f/+)
<i>Anthyllus vulneraria</i>		4	(b)
<i>Hypochaeris radicata</i>		2a	(b/v)
<i>Cerastium semidicandrum</i>		2m	(f/+)
<i>Picris hieracioides</i>		1	(k/v)
<i>Trifolium arvense</i>		1	(b/v)
<i>Leontodon saxatile</i>		+	(v)
<i>Jasione montana</i>		+	(b/v)

(+ = 2-5 individuen, bed. < 5%; 1 = 6-50 individuen, bed. < 5%; 2m = > 50 individuen, bed. < 5%; 2a = bed. 5-12,5 %; 2b = bed. 12,5-25 %; j = juveniel; v = vegetatief; b = bloeiend; f = fructificerend; + = afgestorven).

Tabel 4.6: Fragmentaire opname van de *Festuco-Sedetalia*

Tot slot volgt hier de soortensamenstelling van gemeenschap I: Gemeenschap met *Festuca rubra* en *Anthyllis vulneraria* [*Festuco-Sedetalia*]. Er is slechts één opname gemaakt (zie tabel 4.6), waarin het aandeel van soorten van de *Festuco-Sedetalia* (Zandblauwtjesorde) overheerst. De gemeenschap representeert een open pioniervegetatie op droge zandgrond (hier vaak op de overgang zeedijk-duin).

#### 4.1.2 Ordinatie

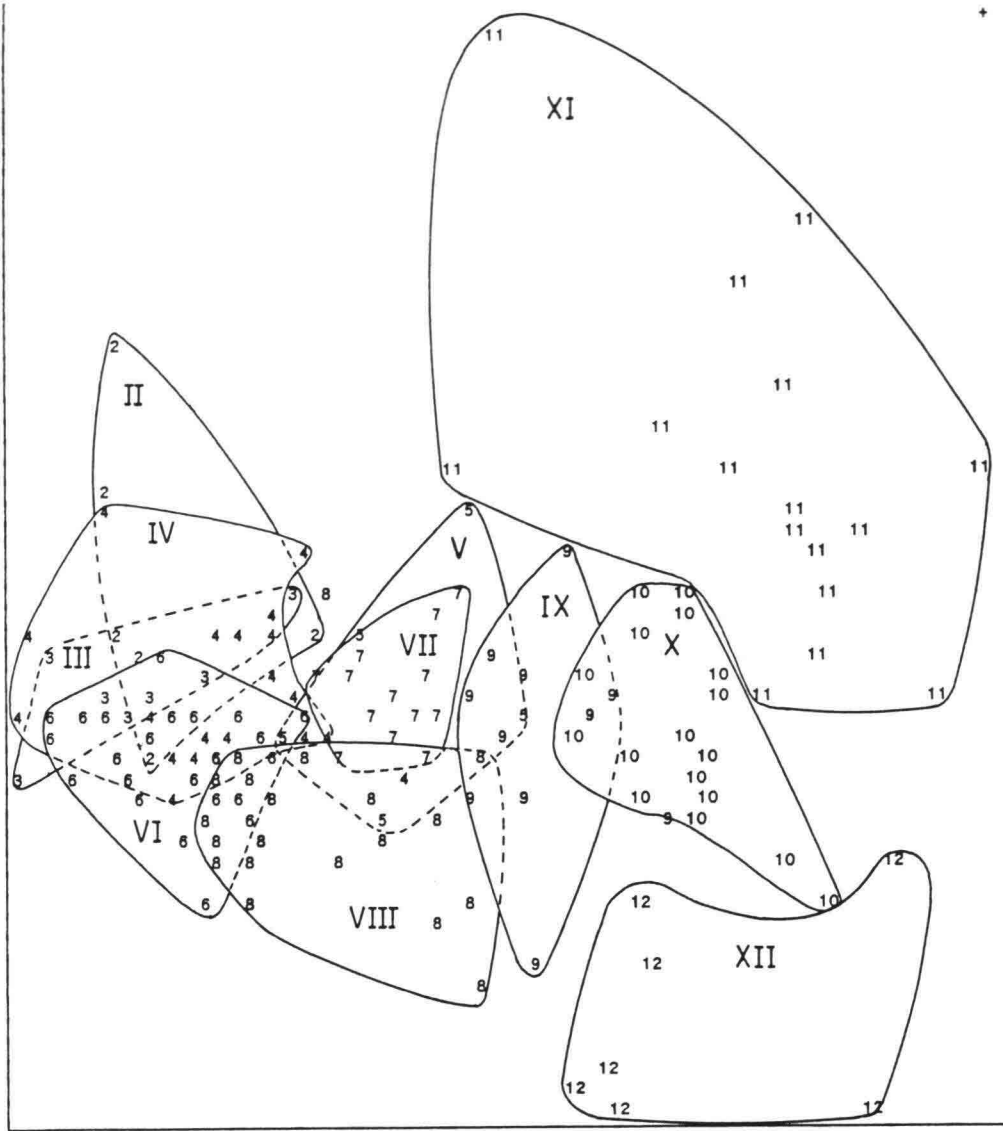
In het ordinatiediagram (figuur 4.2) is de rangschikking van de opnamen weergegeven langs decorana-as 1 tegen decorana-as 2. De opnamen hebben het nummer van de gemeenschap waartoe ze op grond van de Twinspan classificatie zijn gerekend. De opnamen van gemeenschap IX - XII, de glanshaverhooilanden liggen rechts op de x-as, met een aantal opnamen van gemeenschap XI en XII het meest rechts, de opnamen van gemeenschap II - VIII (kamgrasweiden) liggen meer links op de as, met enkele opnamen van gemeenschap III en IV het meest links. De rangschikking langs de y-as vertoont bij de glanshaverhooilanden de meeste spreiding, met onderin het diagram gemeenschap XII, terwijl de opnamen van gemeenschap XI meer bovenin het diagram zijn weergegeven. Bij de kamgrasweiden komen opnamen van gemeenschap VIII onder in het diagram voor.

Figuur 4.3 geeft dezelfde opnamen-ordinatie, waarbij nu de gemiddelde indicatiewaarde voor hooiland/weilandsorten per opname is aangegeven. Van links naar rechts neemt deze waarde gemiddeld toe. De eerste as is gecorreleerd met de factor beweiding/hooien: links de opnamen met veel weilandsorten en rechts opnamen met overwegend hooilandsorten. Dit beeld wordt ondersteund door de ordinatie van soorten waarin op de plaats van de soort het beweiding-/hooigetel is aangegeven (figuur 4.4): links vooral de lage en rechts vooral de hoge waarden.

Waarschijnlijk is voor de rangschikking van de weilanden langs de eerste as de beweidingsintensiteit en de mate van betreding van belang. Van meer naar minder intensief beweid worden zij weergegeven in de volgorde (zie figuur 4.2, as 1) beemdgras-raaigrasweide (gemeenschap III) en de verarmde varianten van kamgrasweiden (gemeenschap II, fragmentair *Lolio-Cynosuretum*, gemeenschap VI, *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum* met *Poa annua*, en gemeenschap IV, *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum* met *Plantago coronopus*), gevolgd door de relatief kruidenrijkere varianten (gemeenschap VII, *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum* met *Medicago arabica*, gemeenschap V, *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum* met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense*, en gemeenschap VIII, *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum* met *Cynosurus cristatus*). Voor de hooilanden is de volgorde van hooien met beweiden naar voornamelijk hooibeheer: *Arrhenatheretum brizetosum*, verarmde vorm (gemeenschap IX), gevolgd door het *Arrhenatheretum brizetosum* met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica* (gemeenschap X) en *Arrhenatheretum brizetosum* met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII) en tot slot het *Arrhenatheretum brizetosum* met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*.

In het ordinatiediagram waar de gemiddelde stikstofindicatiewaarden van Ellenberg (1978) op de plaats van opnamen zijn weergegeven (figuur 4.5) nemen de waarden toe langs as 2. Deze tendens vinden we ook terug in het diagram met de Ellenbergwaarden per soort (figuur 4.6). In dit diagram is er wel een variatie in waarden van 1 tot 9, maar de gemiddelde indicatiewaarde per opname varieert van 4 tot 7 (figuur 4.5), duidend op stikstofarme, matig stikstofrijke tot stikstofrijke standplaatsen. Indicatorwaarden voor uitgesproken stikstofarme en uitgesproken stikstofrijke standplaatsen ontbreken. De tweede as lijkt -ofschoon minder duidelijk - gecorreleerd te zijn met een toename in het nutriëntenniveau. Zeer voedselarme, maar ook zeer voedselrijke situaties doen zich echter niet voor.

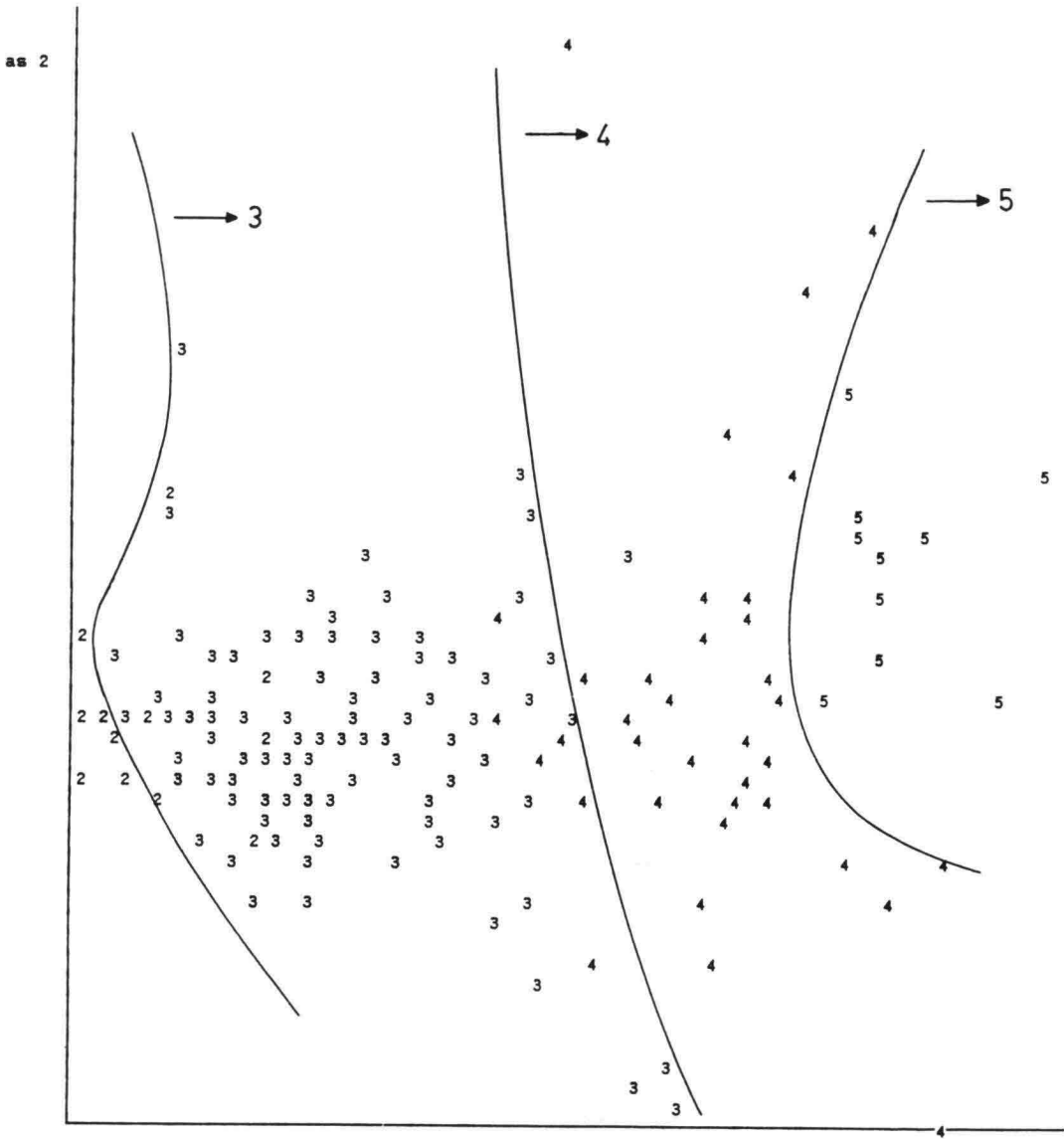




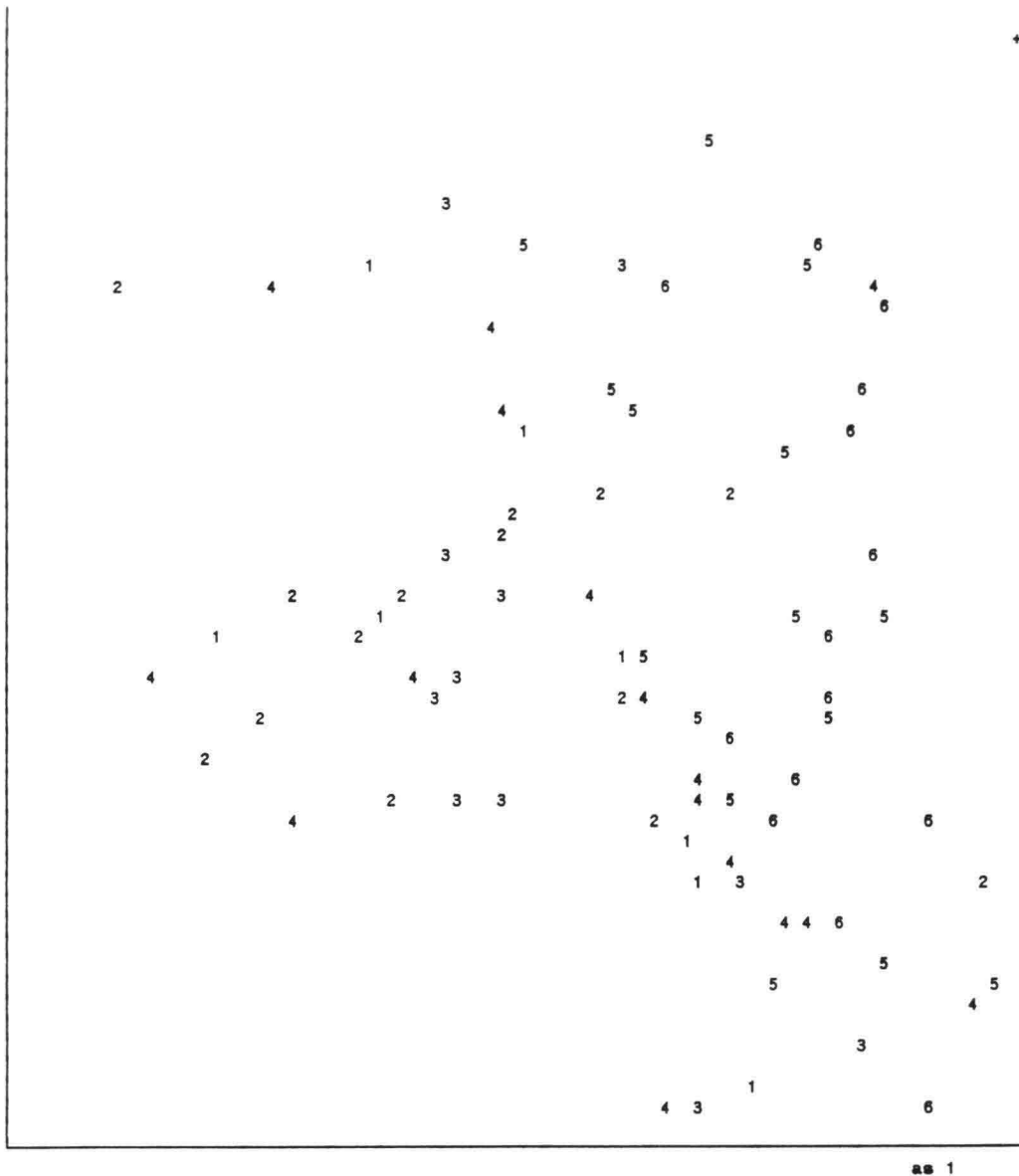
as 1

Figuur 4.2: Ordinatatie van opnamen met het nummer van de gemeenschap waartoe ze behoren.

- II (2) = fragmentaire kamgrasweide/pioniervegetatie  
 III (3) = beemdgras-raaigrasweide  
 IV (4) = kamgrasweide, relatief soortenarme variant met *Plantago coronopus*  
 V (5) = kamgrasweide, variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense*  
 VI (6) = kamgrasweide, verarmde variant met *Poa annua*  
 VII (7) = kamgrasweide, variant met *Medicago arabica* (minder kruidenrijk)  
 VIII (8) = kamgrasweide, relatief soortenrijke variant met *Cynosurus cristatus*  
 IX (9) = glanshaverhooiland, verarmde vorm (met beweidingsinvloed)  
 X (10) = glanshaverhooiland, variant met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica* (goed ontwikkeld, kruidenrijk)  
 XI (11) = glanshaverhooiland, variant met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (subruderaal met ruigtekruiden)  
 XII (12) = glanshaverhooiland, variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (kruidenrijk met stroomdalsoorten)

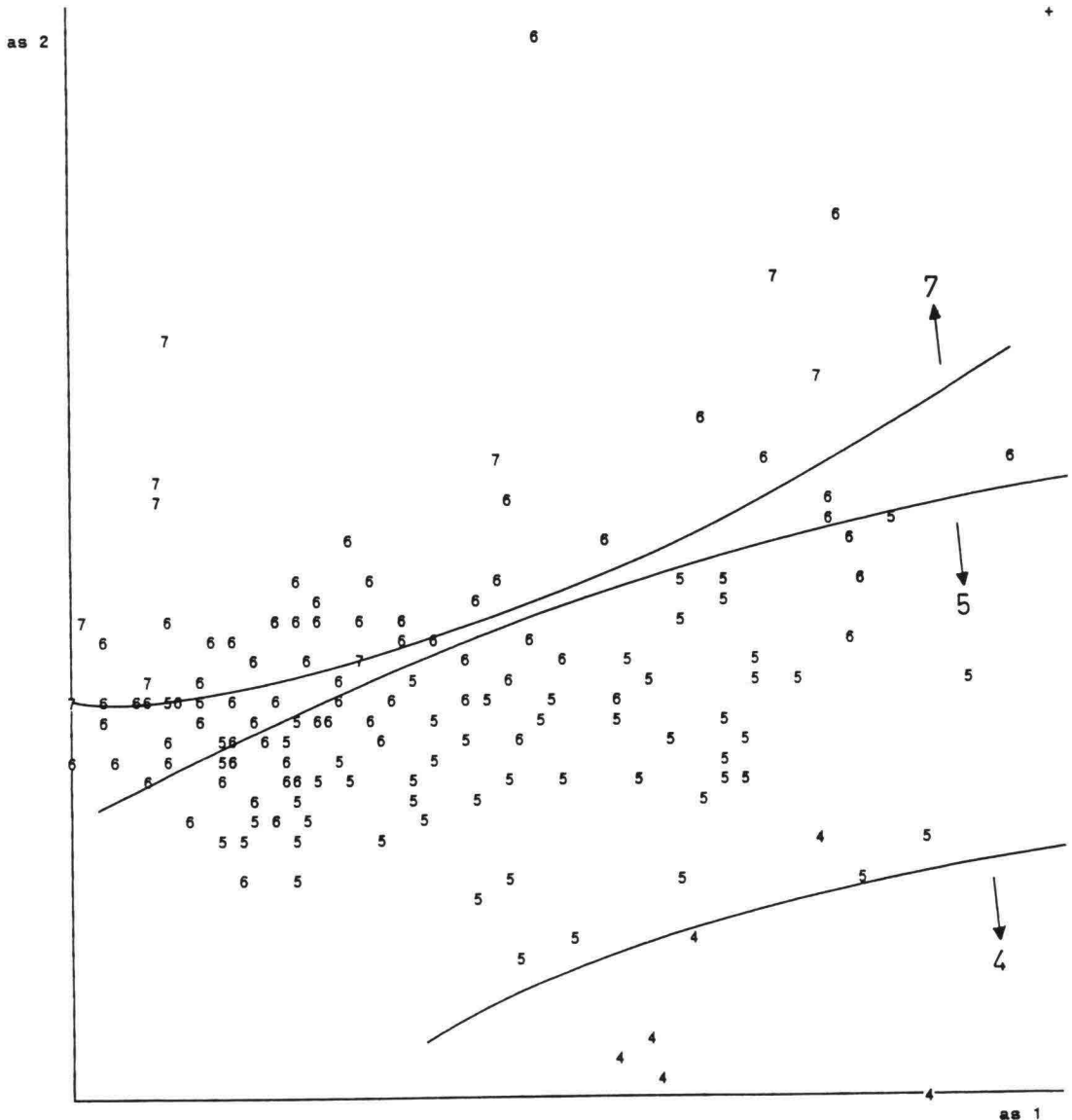


Figuur 4.3: Ordinatie van opnamen met gemiddelde indicatiewaarden voor hooiland/weilandsoorten  
 De gemiddelden zijn afgerond:  $1.6-2.5 = 2$ ;  $2.6-3.5 = 3$ ;  $3.6-4.5 = 4$ ;  
 $4.6-5.5 = 5$ ; 1 = echte weiden (nooit gehooïd); 2 = 1 + 3; 3 = wisselweiden (sommige jaren alleen beweïd, andere jaren ook gehooïd); 4 = hooiweiden (hooiland met na- en eventueel voorbeweïding); 5 = 4 + 6; 6 = echte hooilanden (nooit beweïd).



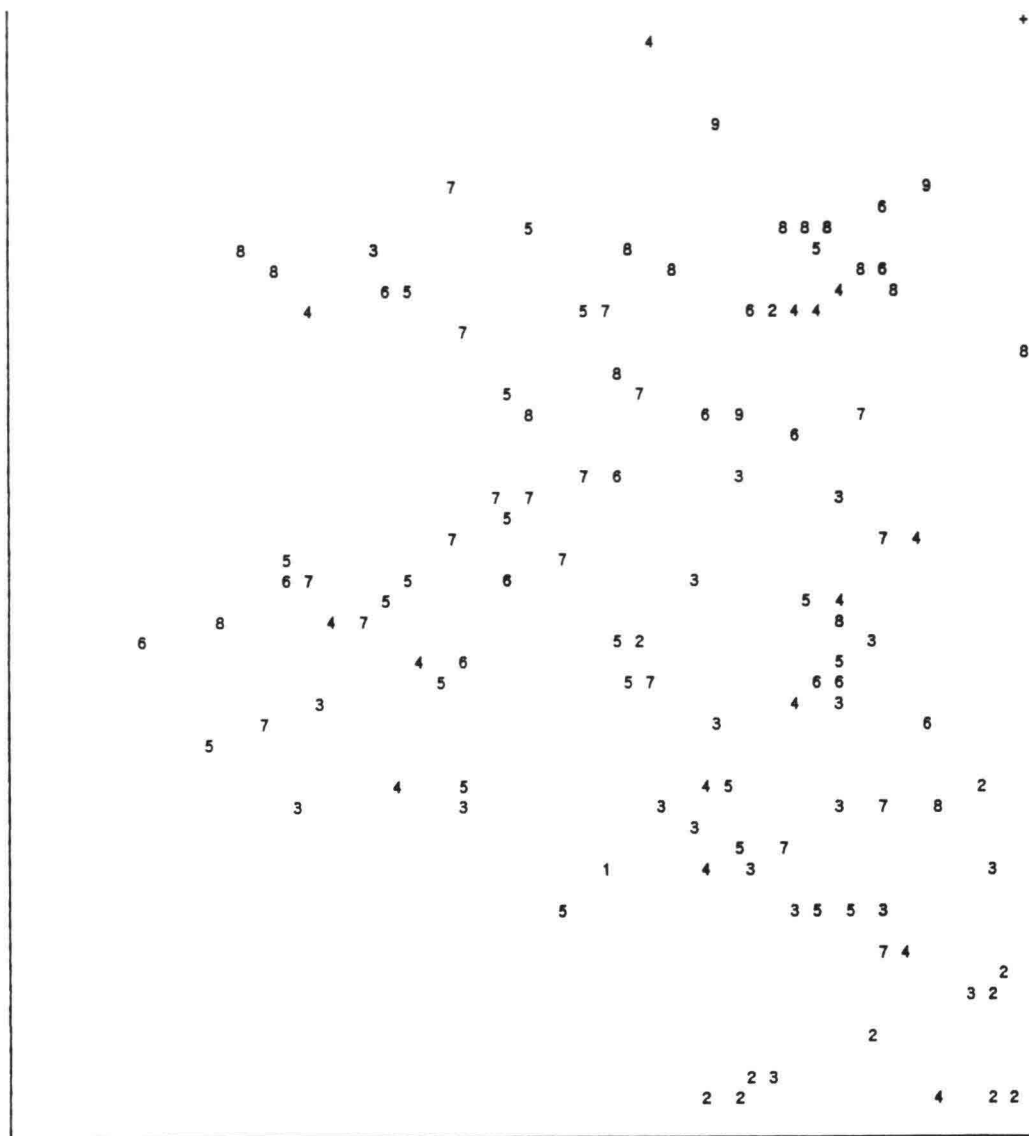
Figuur 4.4: Soortenordinatie met indicatiewaarden voor beweiden/hooien.  
 1 = echte weiden (nooit gehooid); 2 = 1 + 3; 3 = wisselweiden (sommige jaren alleen beweid, andere jaren ook gehooid); 4 = hooiweiden (hooiland met na- en eventueel voorbeweiding); 5 = 4 + 6; 6 = echte hooilanden (nooit beweid); (indifferente soorten zijn niet aangegeven).

Van relatief voedselarm naar relatief voedselrijk (figuur 4.2, as 2) worden de hooilanden weergegeven in de volgorde *Arrhenatheretum brizetosum* met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (kruidenrijk met stroomdalsoorten, gemeenschap XII), gevolgd door het *Arrhenatheretum brizetosum* met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica* (goed ontwikkeld, kruidenrijk hooiland,



Figuur 4.5: Ordinatie van opnamen met gemiddelde stikstofindicatiewaarden. Gemiddelden zijn afgerond:  $6.6-7.5 = 7$ ;  $5.6-6.5 = 6$ ;  $4.6-5.5 = 5$ ;  $3.6-4.5 = 4$ ; 1 = op zeer stikstofarme standplaats wijzend; 2 = tussenvorm van 1 en 3; 3 = kenmerkend voor stikstofarme bodem; 4 = tussenvorm van 3 en 5; 5 = matig stikstofrijke bodem, zelden op stikstofarme plaatsen; 6 = tussenvorm van 5 en 7; 7 = vaker op stikstofrijke standplaatsen; 8 = duidelijke stikstofindicator; 9 = kenmerkend voor stikstofrijke bodem

gemeenschap X) én het Arrhenatheretum brizetosum, verarmde vorm (gemeenschap IX, met beweidings-invloed), en tot slot het Arrhenatheretum brizetosum /picridetosum met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (gemeenschap XI met veel ruderaal soorten).



as 1

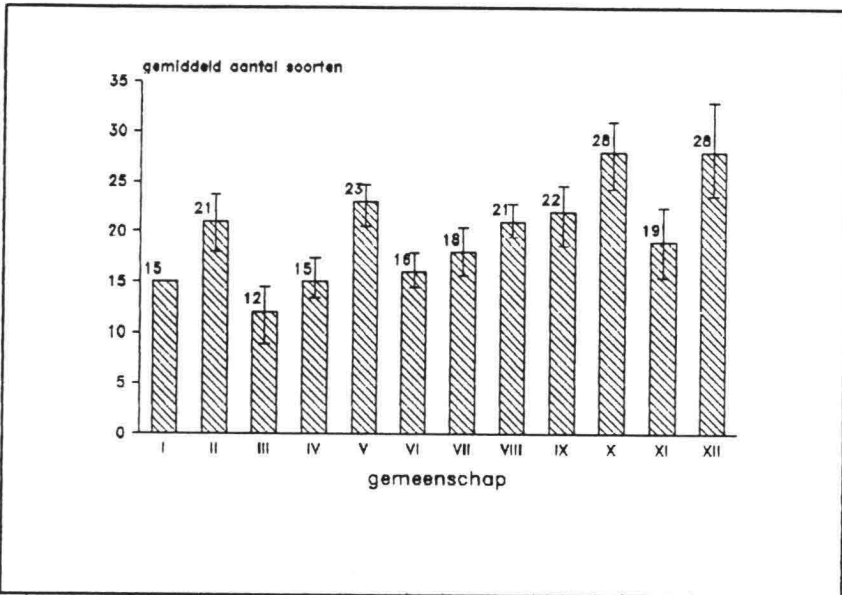
Figuur 4.6: Soortenordinatie met stikstofindicatiewaarden

- 1 = op zeer stikstofarme standplaats wijzend; 2 = tussenvorm van 1 en 3;  
 3 = kenmerkend voor stikstofarme bodem; 4 = tussenvorm van 3 en 5;  
 5 = matig stikstofrijke bodem, zelden op stikstofarme plaatsen;  
 6 = tussenvorm van 5 en 7; 7 = vaker op stikstofrijke standplaatsen;  
 8 = duidelijke stikstofindicator; 9 = kenmerkend voor stikstofrijke bodem;  
 (indifferentie soorten zijn niet aangegeven).

De spreiding in de weilandgemeenschappen is minder groot. Alleen het *Lolio-Cynosuretum*, *plantaginetosum mediae* met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII, relatief soortenrijke variant) komt ten opzichte van de andere gemeenschappen onder relatief voedselarmere omstandigheden voor, bijvoorbeeld door geen of lagere bemesting.

#### 4.1.3 Soortenrijkdom

Om de huidige natuurwaarde van dijkvegetaties te kunnen bepalen zijn soortenrijkdom en het voorkomen van een aantal min of meer zeldzame - aan een specifiek milieu gebonden - soorten, belangrijke parameters. In figuur 4.7 is voor elke gemeenschap het gemiddeld aantal soorten inclusief het 95%-betrouwbaarheidsinterval weergegeven. In tabel 4.7 is het gemiddeld aantal soorten met het minimum en maximum aantal per gemeenschap vermeld. Doordat het verschil in opnamegrootte gering is zijn de getallen onderling vergelijkbaar.



Figuur 4.7: Gemiddeld aantal soorten per gemeenschap inclusief 95%-betrouwbaarheidsinterval

Enkelvoudige variantie-analyse geeft een significante trend aan ( $p < 0,001$ ) in het gemiddeld aantal soorten voor de verschillende gemeenschappen. De beemdgras-raai-grasweide (gemeenschap III) heeft het kleinste soorten-aantal, dat met uitzondering van de verarmde kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) en de verarmde variant met *Poa annua* (gemeenschappen VI), significant verschilt van het gemiddeld aantal soorten van de overige gemeenschappen op grond van het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Binnen de kamgrasweiden is het gemiddeld aantal soorten van de variant met

Gemeen- schap	Gem.aantal soorten	Minimum	Maximum	N
I	15	-	-	1
II	21	17	28	8
III	12	7	15	7
IV	15	6	22	20
V	23	20	24	5
VI	16	11	27	23
VII	18	10	23	13
VIII	21	15	28	20
IX	22	14	29	11
X	28	19	41	17
XI	19	6	33	16
XII	28	19	35	7

Tabel 4.7: Gemiddelde, minimum en maximum soortenaantal per gemeenschap. N = aantal opnamen.

*Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII) en de variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium repens* (gemeenschap V) significant groter dan de eerder genoemde verarmde varianten (gemeenschap IV en VI). In een enkelvoudige variantie-analyse kon dit onderscheid worden aangetoond ( $p < 0,001$ ). Van de glanshaverhooilanden hebben de variant met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica* (gemeenschap X) en de variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII) een significant groter gemiddeld aantal soorten dan alle kamgrasweide-varianten (95%-betrouwbaarheidsinterval) en de glanshaverhooilandgemeenschap met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (variantie-analyse,  $p < 0,001$ ). Het grotere soorten aantal van de fragmentaire kamgrasweide met *Polygonum aviculare* en *Poa annua* (gemeenschap II) wordt veroorzaakt doordat ook soorten van het varkensgrasverbond aanwezig zijn.

Gemeen- schap	Binnentalud				Buitentalud				2 <sup>e</sup> dijk			
	GS	min95	max95	N	GS	min95	max95	N	GS	min95	max95	N
I	-	-	-	-	15	-	-	1	-	-	-	-
II	22	16,9	27,0	5	19	19,0	19,0	3	-	-	-	-
III	11	1,1	20,9	3	14	-	-	1	12	4,1	19,2	3
IV	13	10,9	15,7	12	19	16,1	20,8	8	-	-	-	-
V	22	2,4	40,6	2	24	24,0	24,0	2	22	-	-	1
VI	16	13,9	17,3	17	18	12,1	23,2	6	-	-	-	-
VII	17	13,3	21,1	5	19	12,3	24,8	5	19	8,3	29,0	3
VIII	21	17,5	24,2	8	19	14,7	23,3	3	22	19,5	24,7	9
IX	23	16,5	29,4	4	19	4,5	32,8	3	23	16,6	28,4	4
X	30	16,6	42,4	4	25	21,9	28,4	5	28	21,9	34,5	8
XI	18	10,8	25,4	6	17	-	-	2	20	14,3	25,7	8
XII	-	-	-	-	-	-	-	-	28	23,6	32,9	7
TOTAAL	18	16,4	19,4	66	19	17,9	20,8	39	23	20,8	25,1	43

Tabel 4.8: Gemiddeld aantal soorten inclusief 95%-betrouwbaarheidsinterval op binnentalud, buitentalud en 2<sup>e</sup> zeedijken per gemeenschap en het totaal gemiddelde voor elke categorie. GS = gemiddeld aantal soorten; N = aantal opnamen

Tabel 4.8 geeft het gemiddeld aantal soorten op binnen en buitentalud en tweede dijk per gemeenschap. Over het algemeen is er geen significant verschil in soorten aantal tussen binnen- en buitentalud. Alleen voor gemeenschap IV, de verarmde kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus*, is het soorten aantal op het buitentalud groter (variantie-analyse,  $p < 0,05$ ). Ook blijkt er voor de verschillende gemeenschappen geen significant verschil te zijn tussen de soortenrijkdom op tweede en eerste dijken. Het totaal gemiddelde over alle gemeenschappen is wel significant hoger op tweede dijken. Dit onderscheid wordt voornamelijk veroorzaakt door het ontbreken van de verarmde varianten van kamgrasweiden (gemeenschap IV en VI) en de bijdrage van het relatief soortenrijke glanshaverhooiland met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*, dat alleen op tweede dijken is aangetroffen.

In tabel 4.9 zijn de gemiddelde soortenaantallen gegeven voor de hoofdgroepen A (*Arrhenatheretum*, gemeenschap IX, X, XI en XII) en B (*Lolio-Cynosuretum* (gemeenschap IV, V, VI, VII, VIII)), ook weer verdeeld over binnen-, buitentalud en tweede dijk).

Het *Lolio-Cynosuretum* heeft gemiddeld een kleiner aantal soorten dan het *Arrhenatheretum*. Dit is voornamelijk toe te schrijven aan het verschil in soortenaantal op het binnentalud. Ook binnen de kamgrasweiden (*Lolio-Cynosuretum*) is hier het soortenaantal lager en verschilt het significant met het soortenaantal op tweede dijken. Binnen de glanshaverhooilanden (*Arrhenatheretum*) is er geen significant onderscheid in soortenrijkdom tussen binnen-, buitentalud en tweede dijk.

Met een enkelvoudige variantie-analyse werd geen significant verschil aangetoond tussen het gemiddeld soortenaantal op binnen- en buitentaluds.

Hoofdgroep	Totaal				Binnentalud				Buitentalud				Tweede dijk			
	GS	min95	max95	N	GS	min95	max95	N	GS	min95	max95	N	GS	min95	max95	N
LCY	18	16,9	18,9	81	16	15,1	17,7	44	19	17,0	20,3	24	21	19,1	23,5	13
ARR	24	21,7	25,7	51	23	18,3	27,3	14	22	17,8	25,4	10	25	22,0	27,8	27

Tabel 4.9: Gemiddeld aantal soorten per hoofdgroep inclusief 95%-betrouwbaarheidsinterval. LCY = *Lolio-cynosuretum*, ARR = *Arrhenatheretum*, GS = gemiddeld aantal soorten, N = aantal opnamen

In de soortenlijst (bijlage 1, blz. 106) is aangegeven welke soorten alleen op binnendijken voorkomen. Het betreft hier 39 van de 192 aangetroffen soorten. Ook is vermeld of een soort uitsluitend op het binnentalud of buitentalud is gevonden.

#### 4.1.4 Bedekking en hoogte van de plantengemeenschappen

Een belangrijke parameter voor de erosiebestendigheid van de grasmat vormt de holheid van de zode. In dit onderzoek is deze factor niet gemeten. Wel is de totale bedekking in elke opname genoteerd, naast opmerkingen over de zodestructuur, waarbij is uitgegaan van de vegetatie op maai-veldniveau. Bij de verwerking van de gegevens is onderscheid gemaakt tussen zodestructuur bij beweiding en maaien. In tabel 4.10 wordt van elke gemeenschap de verdeling van opnamen gegeven over de verschillende categorieën voor bedekking/zodestructuur (zie ook § 3.2.2)

Over het algemeen bedraagt de totale bedekking meer dan 85 %, Slechts enkele opnamen vallen onder deze grens: één opname van de open pioniervegetatie met *Festuca rubra* en *Anthyllis vulneraria* (gemeenschap I) met een totale bedekking van 60 %, en twee opnamen van het fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met *Polygonum aviculare* en *Poa annua* (gemeenschap II), waarvan een opname op het buitentalud van de Hondsbosche Zeewering vlak boven de asfaltglooiing (bedekking van 50 %), en een opname op het binnentalud van een dit jaar gerenoveerd deel van de Afsluitdijk. Een opname van het *Lolio-Cynosuretum*



Gemeen- schap	N	weiland			hooiland		t	zode % bed
		Dw 97-100	dw 90-97	sw 85-95	Dh 95-100	dh 85-95		
I	1	-	-	-	-	-	100	
II	8	25	38	-	12	-	25	
III	7	43	29	-	28	-	-	
IV	20	60	15	10	5	10	-	
V	5	20	-	-	60	20	-	
VI	23	70	26	-	4	-	-	
VII	13	46	23	-	15	8	8	
VIII	20	55	15	5	15	10	-	
IX	11	45	9	-	46	-	-	
X	16	-	6	6	63	25	-	
XI	15	6	-	-	67	27	-	
XII	5	20	-	-	80	-	-	

Dw = bed. 97 - 100 %, tamelijk dichte en vaste zode  
 dw = bed. 90 - 97 %, zode minder dicht, of met open 'linten'  
 sw = bed. 85 - 95 %, dichte zode met open plekken  
 Dh = bed. 95 - 100 %, dichte zode, maar niet vast, vaak met strooisellaag  
 dh = bed. 85 - 95 %, lossere zode  
 t = bedekking < 85 %, open vegetatie  
 N = totaal aantal opnamen

Tabel 4.10: Procentuele verdeling van het aantal opnamen per gemeenschap over de verschillende bedekkingscategorieën.

met *Medicago arabica* (gemeenschap VII), een pioniervegetatie op een recent opgehoogd dijktraject in Zeeland (bedekking 75 %), behoort eveneens tot deze categorie.

Zowel bij de kamgrasweiden (gemeenschap IV-VIII) als de glanshaverhooilanden (gemeenschap IX - XII) heeft het merendeel van de opnamen een bedekking van 95 - 100 %. Bij de kamgrasweiden IV, VI, VII en VIII is bij ongeveer een derde van de opnamen de totale bedekking nog wel hoog, maar is de bodem verspreid in de zode (linten), of als open plekken tussen dichtere grasmatten zichtbaar (categorieën dw en sw).

Bij de hooilanden (met name gemeenschap X, XI en XII) is ook bij een bedekking van 95 - 100 % de zodestructuur minder compact dan bij de weiden, maar kan toch als een dichte zode worden omschreven, waarin de bodem niet zichtbaar is (Dh). De lossere zode (dh) komt relatief weinig voor. De *Lolio-Cynosuretum*-variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense* (Gemeenschap V) valt op door de goed bedekkende 'hooilandzode'.

Op een aantal locaties is de bedekking van de vegetatie en dichtheid van de zode nader onderzocht. De resultaten worden in deel II besproken.

Het aandeel kruiden in een vegetatiebedekking speelt een rol bij de beoordeling van de grasmatkwaliteit in cultuurtechnisch én natuurtechnisch opzicht. Tabel 4.11 geeft de bedekking van kruiden per gemeenschap weer, uitgaande van de veldnotities.

Het *Poo-Lolietum* (gemeenschap III) valt op doordat alle opnamen een zeer lage kruidenbedekking hebben. De kamgrasweide-variant met *Poa annua* (gemeenschap VI) heeft ongeveer een derde van de opnamen met een lage kruiden-

bedekking en weinig opnamen met een kruidenbedekking hoger dan 30 %. De variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) omvat meer opnamen met een hogere bedekking. De goed ontwikkelde kamgrasweide (*Lolium-Cynosuretum, plantaginetosum mediae* met *Cynosurus cristatus*, gemeenschap VIII) en glanshaverhooiland (*Arrhenatherum brizetosum* met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica*, gemeenschap X) hebben relatief weinig opnamen met lage kruidenbedekking. Het

*Arrhenatherum brizetosum inops* (gemeenschap IX) alsook het glanshaverhooiland met *Malva sylvestris* en *Festuca arundinacea* hebben een gelijkmatige verdeling van opnamen over de bedekkingsklassen. In de opnamen van de hooilandgemeenschap met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII) alsook de kamgrasweide met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense* (gemeenschap V) bedekken de kruiden meer dan 30 %. Uit het bovenstaande blijkt onder meer dat in een relatief soortenarme kamgrasweide (gemeenschap IV, verarmde kamgrasweide met *Plantago coronopus*) kruiden een aanzienlijke bedekking kunnen hebben, terwijl bij de meer soortenrijke typen (gemeenschap VIII en X) ook lagere kruidenbedekkingen voorkomen.

In tabel 4.12 is de gemiddelde kruidenbedekking per gemeenschap weergegeven. Daarbij is per opname de bedekking van kruiden berekend aan de hand van ordinale waarden van de afzonderlijke soorten (zie tabel 3.2).

De beemdgrasraaigrasweide (gemeenschap III) heeft de laagste kruidenbedekking. Van de kamgrasweiden heeft de verarmde variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) een relatief hoge bedekking. In de variant met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII) en de variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense* (gemeenschap V) hebben de kruiden een significant hogere bedekking dan in de verarmde variant met *Poa annua* (gemeenschap VI). Van de glanshaverhooilanden hebben gemeenschap X (variant met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica*) en gemeenschap XII (variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*) een relatief hoge kruidenbedekking.

Bij een vergelijking tussen binnen- en buitentalud is geen significant verschil aangetoond in de bedekking van kruiden.

Gemeenschap	N	% bedekking kruiden				
		0-10	11-20	21-30	31-50	>50
I	1	.	.	.	.	100
II	8	12	.	50	38	.
III	7	100	.	.	.	.
IV	20	25	15	25	20	15
V	5	.	.	.	60	40
VI	23	35	17	39	9	.
VII	13	31	8	31	23	7
VIII	20	5	35	20	35	5
IX	11	18	37	18	18	9
X	17	.	12	29	47	12
XI	16	25	25	12	19	19
XII	7	.	.	29	57	14

Tabel 4.11: % bedekking van kruiden; procentuele verdeling van het aantal opnamen per klasse.

Gemeenschap	%kruidenbedekking	min95	max95	N
I	64	.	.	1
II	44	33	56	8
III	8	4	13	7
IV	31	25	38	20
V	47	35	58	5
VI	22	18	26	23
VII	29	21	36	13
VIII	31	26	35	20
IX	34	26	41	11
X	42	37	46	17
XI	31	25	38	16
XII	48	38	59	7

Tabel 4.12: Gemiddelde bedekking van kruiden per gemeenschap.

In tabel 4.13 wordt per gemeenschap de procentuele verdeling van het aantal opnamen over de verschillende hoogteklassen gegeven, en de gemiddelde maximumhoogte met tussen haken de grootste hoogte.

Gemeenschap	N	hoogteklassen (gemiddelde hoogte van de vegetatie)				Gem max. hoogte (cm)
		0-10cm	11-20cm	21-35cm	>35cm	
I	1	100	.	.	.	30
II	8	88	.	12	.	25 (50)
III	7	72	.	14	14	40 (70)
IV	20	75	20	.	5	25 (70)
V	5	.	60	40	.	72 (130)
VI	23	65	31	.	4	31 (65)
VII	13	46	46	8	.	45 (90)
VIII	20	65	25	10	.	35 (60)
IX	11	45	37	18	.	48 (105)
X	17	6	47	41	6	75 (120)
XI	16	1	4	2	9	95 (175)
XII	7	1	5	1	.	62 (90)

Tabel 4.13: Procentuele verdeling van het aantal opnamen over hoogteklassen en gemiddelde maximumhoogte per gemeenschap

Van de beweide en betreden gemeenschappen, het *Poo-Lolietum* (III) en de verschillende varianten van het *Lolio-Cynosuretum* (II, IV, VI, VII, VIII) hebben de meeste opnamen een gemiddelde hoogte tot 10 cm met een gemiddelde maximum hoogte tussen de 25 en 45 cm. Dit stemt overeen met het beeld van deze weiden: een zode van ongeveer 10 cm dikte met daaruitstekend, afhankelijk van tijdstip en beweidingsintensiteit, de pluimen. Gemeenschap V, de kamgrasweide-variant met hooilandsoorten valt op door een hogere vegetatie, met een voor deze typen hoge waarde voor de gemiddelde maximumhoogte. De glanshaverhooilanden (*Arrhenatheretum*) vertonen meer spreiding in de gemiddelde hoogte; zij onderscheiden zich vooral door hun gemiddelde maximumhoogte. De hoogste vegetatie treffen we aan bij het door ruderaal kruiden gekenmerkte *Arrhenatheretum*, *brizetosum* met *Malva sylvestris* en *Festuca arundinacea*.

#### 4.1.5 Doorworteling

Met behulp van spijkerplanken zijn wortelprofielen gestoken in glanshaverhooilanden in Zeeland - opname 93 (gemeenschap X: *Arrhenatheretum brizetosum* met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica*), opname 144 (gemeenschap IX: (*Arrhenatheretum brizetosum*, verarmde vorm), opname 98 (gemeenschap XI: *Arrhenatheretum brizetosum* met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*) -, en kamgrasweiden in Friesland - opname 133 (gemeenschap VI: verarmd *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* met *Poa annua*), opname 59 (gemeenschap II: fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met *Polygonum aviculare* en *Poa annua*) -.

Bij een eerste voorlopige inspectie is een verschil in doorworteling zichtbaar tussen glanshaverhooilanden en kamgrasweiden. Het profiel van opname 93 (glanshaverhooiland, gemeenschap X) bijvoorbeeld had een dichte gelijkmatige beworteling over een diepte van 0 - 20 cm, langzaam afnemend en met flinke uitschieters tot over 50 cm. Het wortelprofiel van opname 133

(kamgrasweide, gemeenschap VI) liet een dichte compacte doorworteling zien van 0 - 8 cm met dunne uitschieters tot 50 cm. Binnen de glanshaverhooilanden vertoonde het profiel van de variant met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (opname 98, gemeenschap XI) een lossere structuur met enkele dikkere wortels in vergelijking met de variant met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica* (opname 93, gemeenschap X). Binnen de kamgrasweiden was de doorworteling minder compact bij de fragmentgemeenschap met *Polygonum aviculare* en *Poa annua*.

In een aanvullend onderzoek zijn op diverse, aan de hand van vegetatietype geselecteerde locaties wortelmonsters genomen. De resultaten worden in deel II besproken.

## 4.2 Standplaatsfactoren

### 4.2.1 Beheer

De in het veld verzamelde en door de waterschappen verstrekte gegevens over het beheer zijn in 7 categorieën ingedeeld (zie § 3.2.2). In tabel 4.14 wordt voor elke gemeenschap het aantal opnamen gegeven dat binnen een bepaalde beheersvorm past, uitgedrukt in procenten van het totaal aantal opnamen.

Gemeen- schap	N	W (int be- weiding)	w (ext be- weiding)	G (gazon- beheer)	H (int hooien)	h (ext hooien)	h' (onzorgv hooien)	X (geen beheer)
I	1	-	-	-	-	-	-	100
II	8	76	-	12	12	-	-	-
III	7	72	-	-	-	-	14	14
IV	20	40	5	20	15	15	5	-
V	5	-	-	-	-	40	10	40
VI	23	87	13	-	-	-	-	-
VII	13	62	22	-	8	8	-	-
VIII	20	55	25	5	-	10	5	-
IX	11	9	9	9	18	45	9	-
X	17	-	12	-	-	41	41	6
XI	16	-	-	-	6	31	38	25
XII	7	-	14	-	-	29	29	28

Tabel 4.14: Procentuele verdeling van het aantal opnamen per gemeenschap over de verschillende beheersvormen.

Bij de kamgrasweiden (gemeenschap II, IV, VI, VII en VIII) en de beemdgras-raaigrasweide (III) is in de meeste opnamen sprake van intensieve schapenbeweiding, d.w.z. 10-16 dieren per hectare met voor- of namaaien en een bemesting van 150 - 250 kg N/ha.j<sup>-1</sup>. Vaak vindt ook chemische bestrijding van kruiden plaats. De beweiding is nagenoeg continu met een systeem van omweiden over perioden van ongeveer 3-4 weken. Tussen de verschillende varianten van de kamgrasweiden zijn de volgende verschillen in beheer aan te geven.

De variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense* (V) valt op door het ontbreken van weidebeheer; er is sprake van extensief en onregelmatig hooien en ook 'geen beheer'. Het fragmentair *Lolio-Cynosuretum* (II), het *Poo-Lolietum* (III) en het *Lolio-Cynosuretum* met *Poa annua* (VI) worden bijna uitsluitend gekenmerkt door intensieve beweiding. Bij de variant met *Plantago coronopus* (IV) worden de diverse beheerscategorieën verspreid over de opnamen aangetroffen. De best ontwikkelde kamgrasweide (gemeenschap VIII: *Lolio-Cynosuretum*, *plantaginetosum mediae* met *Cynosurus cristatus*) en in mindere mate de kamgrasweide-variant met *Medicago arabica* (VII) worden ten opzichte van de andere kamgrasweiden onderscheiden door een relatief groter aandeel van opnamen met een extensief beheer van beweiden en ook hooien zonder bemesting (respectievelijk 35 % en 30 %).

Bij de glanshaverhooilanden ligt het accent op de beheersvormen extensief en onregelmatig hooien. De verschillen onderling zijn minder groot. Bij het *Arrhenatheretum*, *brizetosum*, *verarmde vorm*, worden ook beweidelocaties aangetroffen; 4 van de 11 opnamen (36 %) worden bemest. De variant met *Malva sylvestris* en *Festuca arundinacea* (gemeenschap XI) wordt onderscheiden door een minder zorgvuldig beheer (hooien zonder of met onregelmatige afvoer en 'geen beheer') voor tweederde van de opnamen. Bij de variant met

*Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica* (gemeenschap X) is het aantal opnamen gelijk verdeeld over de vormen extensief en onregelmatig hooien. Evenals bij de variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* zijn alle locaties onbemest.

Groep	N	bemest	onbemest
VERARMD LOLIO-CYNOSURETUM (gemeenschap IV+VI)	43	81 % (35)	19 % (8)
MATIG ONTWIKKELD LOLIO-CYNOSURETUM (gemeenschap VII)	13	69 % (9)	31 % (4)
GOED ONTWIKKELD LOLIO-CYNOSURETUM (gemeenschap VIII+V)	25	48 % (12)	52 % (13)
GOED ONTWIKKELD ARRHENATHERETUM (gemeenschap X+XII)	24		100 % (24)
VERARMD/VERRUIGD ARRHENATHERETUM (gemeenschap IX+XI)	27	19 % (5)	81 % (22)

Tabel 4.15: Procentuele verdeling van opnamen per groep over de categorieën 'bemest' (50-250 kg N/ha.j<sup>-1</sup>; 10-50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.j<sup>-1</sup>) en 'geen bemesting'.

Tabel 4.15 geeft de procentuele verdeling van het aantal opnamen over de categorieën 'bemest' (beheersvormen W, G en H) en 'onbemest' (beheersvormen w, h, h' en X) van gemeenschappen, die tot verschillende groepen zijn samengevoegd.

Het verarmd Lolio-Cynosuretum bestaat grotendeels (81 %) uit bemeste opnamen. Bij het goed ontwikkeld Lolio-Cynosuretum is ruim de helft van de opnamen onbemest. Het verschil tussen beide groepen is significant (chi-kwadraat,  $p < 0,001$ ). Bij zowel de goed ontwikkelde als de verarmde/verruigde varianten van het Arrhenatheretum zijn de meeste opnamen onbemest. Het onderscheid tussen beide typen varianten met betrekking tot voedselrijkdom van de bodem kan worden toegeschreven aan het al of niet afvoeren van het maaisel. Van het Arrhenatheretum, brizetosum/picridetosum, met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*, behoort 63 % van de opnamen tot beheersvormen waarbij niet of onregelmatig wordt afgevoerd (zie tabel 4.14).

In tabel 4.16 is het gemiddeld aantal soorten inclusief 95%-betrouwbaarheidsinterval voor verschillende beheersvormen weergegeven. Zowel bij extensief weiden als extensief hooien is het soorten-aantal significant groter dan bij de intensieve beheerscategorieën.

beheersvorm	gemiddeld aant. art	min95	max95	N
intensief weiden (W)	17	15,7	18,1	58
extensief weiden (w)	22	18,2	25,5	17
intensief hooien (H,G)	17	14,2	19,1	16
extensief hooien (h)	23	21,3	25,2	25
onzorgv. hooien (h',X)	23	19,8	25,2	32

Tabel 4.16: gemiddeld aantal soorten per beheersvorm

Onderhoudswerkzaamheden.

De Groninger zeedijken worden bekleid voor het op peil houden van de afdeklaag en voor bemesting. Ter bestrijding van ongewenste kruiden en mossen wordt regelmatig gesleept en geëgd. Het betreft hier vooral de opnamen behorende tot de floristisch verarmde gemeenschappen II (fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met *Polygonum aviculare* en *Poa annua*), III (*Poo-Lolietum*) en VI (verarmd *Lolio-Cynosuretum* met *Poa annua*). In deze opnamen werd opvallend veel *Torilis nodosa* aangetroffen, en verder *Sherardia arvensis* (1 opname, gemeenschap II) en *Elymus repens*.

In de intensief beweeide typen vindt over het algemeen chemische bestrijding van distels plaats (*Cirsium arvense*, *C. vulgare*) door de planten te bespuiten met M.C.P.A.-groeistof. In de percelen op de Hondsbosche Zeewering worden de distels met de hand gestoken. In Friesland en Groningen worden sommige kruiden en ook de grassoort *Hordeum murinum* chemisch bestreden. In Zeeland vindt chemische bestrijding van *Stellaria media* plaats.

#### 4.2.2 Ligging (helling, expositie, binnen-/buitentalud, onder/boventalud)

Tabel 4.17 geeft een overzicht van de verspreiding van opnamen binnen de gemeenschappen over binnen-, buitentalud en tweede zeedijk.

Van alle gemeenschappen op eerste dijken worden opnamen op zowel binnen- als buitentaluds aangetroffen. Van de verarmde kamgrasweide met *Poa annua* (gemeenschap VI) en ook van de goed ontwikkelde kamgrasweide met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII) zijn beduidend meer opnamen gemaakt op een binnentalud.

Afgezien van de hooilandgemeenschap met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII), die alleen op tweede dijken wordt aangetroffen, omvatten de gemeenschappen met opnamen op tweede dijken ook locaties op eerste zeedijken. Van de verarmde kamgrasweide met *Poa annua* (gemeenschap VI) en de kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) zijn in dit onderzoek geen opnamen op tweede dijken bekend.

Gemeenschap	buitentalud	binnentalud	2e dijk/ meerdijk	N
I	1	-	-	1
II	3	5	-	8
III	1	3	3	7
IV	8	12	-	20
V	2	2	1	5
VI	6	17	-	23
VII	5	5	3	13
VIII	3	8	9	20
IX	3	4	4	11
X	5	4	8	17
XI	2	6	8	16
XII	-	-	7	7
<b>Lolio-Cynosuretum:</b> (IV+V+VI+VII+VIII)	24	44	13	81
<b>Arrhenatheretum:</b> (IX+X+XI+XII)	10	16	27	51

Tabel 4.17: Aantal opnamen van binnen-, buitentalud en 2<sup>e</sup> zeedijk per plantengemeenschap. N = totaal aantal opnamen.

In tabel 4.18 worden opnamen vergeleken, die op dezelfde dijk op binnen- en buitenbehoop zijn gemaakt. Aangegeven wordt tot welke gemeenschappen de opnamen behoren.

Bij de kamgrasweiden blijkt gemeenschap VIII (*Lolio-Cynosuretum*,

Regio	opnamen (bu/bi)	gemeenschap		Regio	opnamen (bu/bi)	gemeenschap	
		bu	bi			bu	bi
G	72/73	VI	VIII	H	32/30	VI	VI
G	111/110	II	II	H	38/36	IV	IV
F	10/9	III	III	H	46/48	IV	IV
F	19/20	VI	III	Z	93/94	X	XI
F	133/132	VI	VIII	Z	144/145	IX	XI
D	51/109	IV	VIII	Z	146/99	XI	IX
W	53/54	VI	VIII	Z	121/122	X	X
H	28/27	IV	V	Z	129/136	X	X
H	40/33	IV	V	Z	135/134	VII	IX

Tabel 4.18: Opnamen op binnen- en buitentalud van hetzelfde dijktraject en de plantengemeenschappen waartoe ze behoren.

F=Friesland; H=Hondsbosse Zeewering; D=Den Helder; W=Wieringen; G=Groningen; Z=Zeeland; bu=buitentalud; bi=biententalud

plantaginetosum mediae, met *Cynosurus cristatus*) op de onderzochte locaties alleen op het binnentalud voor te komen. Verder komt de variant met *Ononis spinosa* (gemeenschap V) hier op het binnentalud voor in combinatie met de variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) op het buitentalud. De verschillende varianten van de glanshaverhooilanden komen op de hier onderzochte locaties zowel op binnen- als buitentalud voor.

Het merendeel van de opnamen is op het midden van de taluds gemaakt (2-4 meter onder de kruin van de dijk), omdat de vegetatie op het hele talud als homogeen kon worden beschouwd. In enkele gevallen zijn opnamen gemaakt op verschillende plaatsen van hetzelfde talud. In tabel 4.19 worden deze opnamen weergegeven en wordt vermeld tot welke gemeenschap ze behoren.

Bij de opnamen 35/36/37, 83/82, 89/90 en 128/136 is er geen onderscheid in vegetatietype op het talud. Het verschil tussen opname 30 en 31 berust op varianten binnen de kamgrasweide, waarbij in opname 30 - ingedeeld bij de variant met *Poa annua* - ook *Plantago coronopus* voorkomt. Opname 47 betreft een open, gestoorde vegetatie net boven de asfaltglooiing op de Hondsbosse zeewering, meer naar boven toe overgaand in een minder gestoorde kamgrasweide. Opname 50 representeert de verruigde vegetatie op het kleitalud nabij het gebouw van RWS in Den Helder, vlak onder de met zand overstoven kruin (opname 1, gemeenschap I). Opname 86 is een min of meer verruigde binnenberm net onder het *Arrhenatheretum*, brizetosum, verarmde vorm op het talud nabij de veerhaven Breskens.

opnamen	plaats op talud			
	berm	onder	midden	boven
30/31	.	VI	.	IV
35/36/37	.	IV	IV	IV
47/46	.	II	.	IV
50/4	.	V	.	I
83/82	VII	.	VII	.
86/87	V	.	IX	.
89/90	.	X	.	X
128/136	X	.	X	.

Tabel 4.19: Opnamen op verschillende plaatsen van hetzelfde talud met de gemeenschap waartoe ze behoren.

In tabel 4.20 zijn de gegevens met betrekking tot helling en expositie weergegeven. Voor geen enkele gemeenschap wordt het merendeel van



Gemeenschap	n	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	Helling
I	1	-	-	-	-	-	-	100	-	2°
II	8	-	-	-	25	12	12	13	38	19,7°
III	7	-	-	14	-	29	29	14	14	21,1°
IV	20	5	-	5	30	5	5	30	10	19,7°
V	5	20	-	20	40	-	-	-	20	19,7°
VI	23	4	9	13	35	13	4	13	9	19,6°
VII	12	8	8	-	17	42	8	8	8	22,1°
VIII	20	-	5	-	50	10	20	5	10	22,4°
IX	11	18	18	-	18	27	-	9	9	20,1°
X	17	12	12	-	18	-	18	18	29	22,5°
XI	15	7	-	-	27	40	-	13	13	26,8°
XII	7	-	-	29	29	14	14	-	14	26,6°

Tabel 4.20: Procentuele verdeling van het aantal opnamen over de verschillende exposities en de gemiddelde helling van de locaties per gemeenschap. n = aantal opnamen.

de opnamen aangetroffen bij eenzelfde expositie. De goed ontwikkelde kamgrasweide-variant met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII), de kamgrasweide met *Medicago arabica* (gemeenschap VII), en de hooilandgemeenschap met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (gemeenschap XI) zijn vaak aangetroffen bij een zuidoost tot zuid gerichte expositie, maar het verschil met de andere gemeenschappen is niet significant (chi-kwadraat-toets). Ook de vergelijking van de verdeling van opnamen bij de verarmde kamgrasweiden (gemeenschap IV + VI) en de relatief goed ontwikkelde kamgrasweiden (gemeenschap V + VIII) laat geen significant onderscheid zien.

De hooilandgemeenschappen XI (variant met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*) en XII (variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*, vallen op door een gemiddeld hogere hellingshoek van het talud.

Met een enkelvoudige variantie-analyse werd geen significant verschil aangetoond tussen gemiddelde soortenaantallen van opnamen bij verschillende exposities.

#### 4.2.3 Bodem

Tabel 4.21 geeft de verspreiding van opnamen per gemeenschap over vier, op grond van veldaantekeningen onderscheiden bodemtypen. De verdeling van opnamen over de bodemcategorieën voor alle gemeenschappen verschilt niet significant (chi-kwadraattoets). Wel laat deze grove indicatie zien dat de glanshaverhooilandgemeenschappen (*Arrhenatheretum*) in vergelijking met de kamgrasweiden (*Lolio-Cynosuretum*) vaker voorkomen op bodems met een iets grotere zandfractie. De frequentie-verdeling tussen beide groepen verschilt significant (Chi-kwadraat,  $p < 0,001$ ). Vergelijking van een goed ontwikkelde kamgrasweide (gemeenschap VIII, *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* met *Cynosurus cristatus*) en een verarmde variant (gemeenschap IV, *Lolio-Cynosuretum* variant met *Plantago coronopus*) geeft geen significant onderscheid. Over het algemeen komt maar een klein deel van de opnamen op bodems met een grotere zandfractie voor.

Uit de literatuur (Kruse, 1988; Anonymus, 1984) zijn bodemgegevens bekend voor een aantal locaties (tabel 4.22). Bij de monsters uit Holwerd, Harlingen, Waarde en Barendrecht (respectievelijk fragmentaire, verarmde, matig ontwikkelde en goed ontwikkelde kamgrasweide) is het lutumgehalte hoger dan de 25%-grens (op een diepte van 22 tot 32 cm), waarbij nog soortenrijk

stroomdal grasland wordt aangetroffen op dijken in het bovenrivierengebied (Sykora & Liebrand, 1987). Het kalkgehalte is in vergelijking met het bovenrivierengebied relatief hoog. Door het Waterloopkundig Laboratorium en het Laboratorium voor grondmechanica (Anonymus, 1984) zijn met graszoden van locatie Westhoek en Eemshaven ook erosieproeven verricht. Uit dit erosie- en bodemonderzoek werd onder meer geconcludeerd dat de klei minder zwaar is dan elders (Zeeland/Holland) gebruikelijk is en dat de kale klei minder bestand is tegen erosie dan een kleibekleding met gras.

Gemeenschap	K (klei)	k (klei+zand)	z (zand+klei)	Z (zand)	N
I	-	-	-	100	1
II	75	25	-	-	8
III	86	-	14	-	7
IV	55	45	-	-	20
V	40	40	20	-	5
VI	87	13	-	-	23
VII	77	15	8	-	5
VIII	65	35	-	-	20
IX	46	27	18	9	11
X	59	29	6	6	17
XI	38	38	25	-	16
XII	14	43	14	29	7
LOLIO-CYNOSURETUM (IV+V+VI+VII+VIII)	69	22	2	-	81
ARRHENATHERETUM (IX+X+XI+XII)	43	33	16	8	51
Totaal	61	28	7	3	148

Tabel 4.21: Procentuele verdeling van opnamen over vier bodemcategorieën

Locatie	opname	G	lutum <2µm	silt <16µm	zand >63µm	B	kalk	org.st.	NaCl
Westhoek (F)	130	VI	22,7	35,1	48,4	zz	12,3	2,8	-
Eemshaven (Gr)	112	II	14,6	-	66,8	mlz	11,2	1,45	16,45
Harlingen (F)	13	VI	28,4	42,9	29,5	lk	15,1	3,4	30,9
Holwerd (F)	59	II	33,1	53,8	25,3	lk	19,9	4,8	3981,0
Waarde (Z)	120	VII	26,1	54,7	21,9	lk	25,2	4,7	144,9
Barendrecht (Zh)	143	VIII	27,6	52,3	21,6	lk	18,5	1,5	23,6
Afsluitdijk	58	III	14,5	16,6	68,9	mlz	-	-	-
Afsluitdijk	142	II	12,2	23,0	64,8	zlz	-	-	-

\* Locatie vergraven; ter vergelijking is opname 13 genomen.  
 G = gemeenschap; B = bodemtype; lk = lichte klei; zz = zware zavel; mlz = matig lichte zavel; zlz = zeer lichte zavel; F = Friesland, Gr = Groningen, Z = Zeeland; Zh = Zuid-Holland.

Tabel 4.22: Gehalte aan lutum, silt, zand, kalk, organische stof (in % droge grond) en NaCl (in mg/1000g) voor een aantal locaties (Kruse, 1988). De bodemmonsters zijn geïnclassificeerd met behulp van de kleidriehoek (verhouding lutum-silt-zand).

In Friesland zijn gegevens bekend van de 16µm fracties (= % afslibbaar) in bodemmonsters die in de verschillende dijkvakken regelmatig worden genomen (tabel 4.23). De 16µm-fractie van het nog niet opgehoogde dijktraject tussen Oude Bildtzijl en Holwerd bedraagt gemiddeld 45,3 (vergelijk opname 17). De 16µm fractie in kleimonsters op nieuwe dijken varieert van 12-32 %. Dit is beduidend lager dan de fracties in monsters uit Harlingen, Holwerd, Waarde en Barendrecht (tabel 4.23).

Locatie Friesland	opname	G	% afslibbaar ( $<16\mu$ )	Org.st. (%)
oude dijk	17	VI	41	17,1
tweede dijk	15	III	27	8,1
tweede dijk	16	VII	27	8,1
nieuwe dijk	11	VI	21	5,5
"	12	VI	27	5,7
"	13	VI	16	5,8
"	14	VI	20	6,1
"	130	VI	19	3,7
"	131	VI	12	4,1
"	132	VIII	13	3,4
"	133	VI	13	3,4
"	59	II	24	5,0
"	64	VIII	32	6,3

Tabel 4.23: % afslibbaar en organische stofgehalte in bodemonsters van Friese dijken (gegevens over de periode 1982 - 1988). G = gemeenschap.

Op voorhand kunnen aan bovenstaande bodemgegevens nog geen conclusies worden verbonden met betrekking tot de relatie bodemgesteldheid en vegetatietype. In een aanvullend onderzoek zijn in een aantal, op grond van vegetatietype geselecteerde locaties, bodemonsters genomen en is de samenstelling onderzocht. De resultaten worden in deel II van dit rapport besproken.

### 4.3 Verspreiding van de gemeenschappen

In tabel 4.24 is de geografische spreiding van de onderscheiden plantengemeenschappen weergegeven over de diverse dijktrajecten.

Gemeenschap	Regio/traject							
	H	D	W	A	F	G	Z	T
I	1	-	-	-	-	-	-	-
II	1	-	-	1	1	3	2	-
III	-	-	-	-	3	1	3	-
IV	13	2	2	1	-	-	1	-
V	2	1	-	-	-	-	1/1	-
VI	3	-	3	-	8	6	1	2
VII	-	-	-	-	2	-	9/1	1
VIII	4	1	3	-	2/1	2/2	2	1/2
IX	1	-	-	-	2	-	5/1	2
X	-	1	-	-	-	-	9/7	-
XI	-	-	1	-	-	-	7/8	-
XII	2	-	-	-	-	-	2	3

H = Hondsbossche Zeewering; D = Den Helder;  
W = Den Helder - Den oever; A = Afsluitdijk; F = Friesland;  
G = Groningen; Z = Zeeland; T = Texel + Terschelling.  
Het aantal opnamen op tweede dijken is cursief gedrukt.

Tabel 4.24: Geografische verspreiding van opnamen op eerste en tweede zeekeringen per plantengemeenschap.

De kamgrasweiden worden in vrijwel alle regio's aangetroffen. De variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) komt vooral op de Hondsbossche Zeewering en vandaar tot op de Afsluitdijk voor. Van de verarmde variant met *Poa annua* (gemeenschap VI) ligt het zwaartepunt in Friesland en Groningen, terwijl de variant met *Medicago arabica* (gemeenschap VII) vooral op Zeeuwse dijken wordt aangetroffen. Goed ontwikkelde kamgrasweiden (gemeenschap VIII, *Lolio-Cynosuretum plantagnetosum mediae* met *Cynosurus cristatus*) komen verspreid over de diverse regio's voor, bij de Hondsbossche zeewering overigens alleen op slaperdijken.

De glanshaverhooilanden komen hoofdzakelijk op Zeeuwse dijken voor en daarbuiten slechts sporadisch op tweede dijken. Zeeland heeft de grootste variatie aan vegetatietypen. Afgezien van gemeenschap I worden hier alle gemeenschappen aangetroffen.

## 5. Discussie

### 5.1 Syntaxonomie

Bij de inventarisatie van graslandtypen op zeedijken zijn in totaal 12 gemeenschappen beschreven, waarvan er 11 op hoofdzeeweringen voorkomen. Eén gemeenschap wordt alleen op slaperdijken aangetroffen. Afgezien van gemeenschap I, die slechts uit één opname bestaat en op grond van de ten opzichte van de andere gemeenschappen differentiërende soorten *Jasione montana*, *Aira praecox*, *Poa compressa*, *Phleum arenarium*, als een fragment van de Festuco-Sedetalia kan worden beschouwd (en als zodanig de overgang kleitalud/zandduin markeert), kunnen de gemeenschappen in drie hoofdgroepen worden ingedeeld, die op associatie-niveau worden beschreven. Gemeenschap III moet door het lage aandeel van soorten der Molinio-Arrhenatheretea en Arrhenatheretalia en het daardoor nagenoeg uitsluitend aanwezig zijn van soorten van de kencombinatie (*Lolium perenne*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Poa trivialis*, *Poa pratensis*, *Ranunculus repens*, tot het Poo-Lolietum worden gerekend (Foerster 1964, Bakker 1965, Westhoff & Den Held 1975). De overige gemeenschappen behoren tot de klasse der vochtige graslanden (Molinio-Arrhenatheretea) en daarbinnen tot het glanshaververbond (Arrhenatherion), op grond van het aandeel dat kensoorten van deze klasse en verbond in de plantensociologische samenstelling innemen.

Gemeenschap II, IV, V, VI, VII en VIII worden gerekend tot het Lolio-Cynosuretum door aanwezigheid van de associatiekensoorten (Oberdorfer 1983, Westhoff & den Held 1975) *Trifolium repens*, *Lolium perenne*, *Bellis perennis*, *Leontodon autumnalis*, *Leontodon saxatile*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense*, *Geranium molle*, die - met uitzondering van *Lolium perenne* - in de andere gemeenschappen nauwelijks of minder frequent voorkomen (*Trifolium repens* en *Geranium molle* zijn differentiërend).

Gemeenschap IX, X, XI en XII moeten tot het Arrhenatheretum elatioris worden gerekend; de kensoorten van deze associatie (Westhoff & Den Held, 1975) *Daucus carota* (differentiërend), *Ranunculus acris*, *Arrhenatherum elatius* (differentiërend), *Tragopogon pratensis* ssp. *pratensis* (differentiërend), *Vicia cracca*, *Trisetum flavescens*, *Galium mollugo*, *Heracleum sphondylium*, *Anthriscus sylvestris*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Pastinaca sativa* (differentiërend), *Pimpinella major*, komen in de andere gemeenschappen niet of nauwelijks voor. Ook treffen we uitsluitend in enkele gemeenschappen van deze groep *Heracleum sphondylium*, *Anthriscus sylvestris*, *Symphytum officinale* en *Euphorbia esula* aan, die door Westhoff & den Held (1975) genoemd worden als differentiërende soorten ten opzichte van het Lolio-Cynosuretum. Enkele van de door Westhoff & den Held genoemde kensoorten zijn niet aangetroffen: *Crepis biennis*, *Tragopogon pratensis* ssp. *orientalis*, *Peucedanum carvifolia*, *Knautia arvensis*, *Rumex thyrsoiflorus* en *Geranium pratense*. Het betreft hier soorten die ook elders zeldzaam zijn en gebonden aan specifieke standplaatsfactoren.

Voor alle vier Arrhenatheretum gemeenschappen geldt dat soorten van subassociatiegroep B, subassociatie brizetosum (zie bijlage 2) redelijk zijn vertegenwoordigd, zodat deze gemeenschappen binnen de glanshaverassociatie tot deze subassociatie kunnen worden gerekend. Toch dient men dit eerder te beschouwen als een accent. De soorten komen niet echt differentiërend voor (met uitzondering van *Senecio erucifolius* en *Crepis capillaris*) en er ontbreken enkele soorten van de subassociatie brizetosum (Westhoff & den Held, 1975): *Briza media*, *Linum catharticum*, *Carex flacca*. Gemeenschap XII is in dit

opzicht nog het best ontwikkeld. Bovendien wordt deze gemeenschap gekenmerkt door aanwezigheid van soorten van zandige droge graslanden (*Koelerio-Coryneporetea* en *Festuco-Brometea*: onder andere *Ranunculus bulbosus*, *Galium verum*, *Koeleria macrantha*, *Avenula pubescens*, *Campanula rotundifolia*, *Ononis spinosa*, *Eryngium campestre*) en vertoont daardoor enige verwantschap met de soortenrijke stroomdalgemeenschap *Medicagini-Avenetum pubescentis* (associatie van Sikkelklaver en Zachte Haver). Gemeenschap X is goed ontwikkeld, met een relatief hoog aandeel van klasse, verbonds- en associatiekensoorten, terwijl ook de subassociatiegroep en subassociatiesoorten goed vertegenwoordigd zijn. Hiervan komen *Senecio erucifolius* en *Crepis capillaris* differentiërend voor ten opzichte van de andere gemeenschappen. Gemeenschap XI heeft minder klasse en verbondskensoorten en komen er minder subassociatiesoorten in voor. De gemeenschap wordt bovendien gekenmerkt door een relatief groot aandeel van ruderaal ruigtekruiden en soorten van open plaatsen (*Artemisietea* en *Chenopodietea*). De gemeenschap kan worden opgevat als een ruderaal *Arrhenatheretum* (cf. Fischer 1985). Dit is in overeenstemming met een element van de subassociatie *picriditosum* in deze gemeenschap (met o.a. *Agrimonia eupatoria* en *Pastinaca sativa*); bij een minder zorgvuldig beheer treedt normaal een verschuiving op van *brizetosum* naar *picriditosum*. Gemeenschap IX heeft geen eigen differentiërende soorten en is aangeduid als een *Arrhenatheretum elatioris*, subassociatiegroep B, (fragmentair) *brizetosum*, verarmde vorm.

Binnen de gemeenschappen IV, V, VI, VII en VIII behorende tot het *Lolio-Cynosuretum* zijn de soorten van de Subassociatiegroep B, *plantaginetosum mediae* het best vertegenwoordigd. Zij zijn aan de hand van differentiërende of dominant voorkomende soorten beschreven als varianten van de subassociatie.

Gemeenschap VIII kan door zowel aantal als aandeel van soorten van klasse, verbond, associatie en subassociatie als een goed ontwikkelde en kruidenrijke kamgrasweide worden beschouwd. Bij gemeenschap VII is het aandeel van associatiekensoorten lager. Het aandeel van soorten van de kencombinatie van het *Poo-Lolietum* is vooral in gemeenschap IV en VI vrij groot, maar omdat het procentuele aandeel van het totaal aantal soorten van *Lolio-Cynosuretum*, *Arrhenatherion* en *Molinio-Arrhenatheretea* tesamen groter is dan dat van de groep beemdgras-raaigrasweide + tredplanten (*Poo-Lolietum*, *Lolio-Plantaginion*, *Plantaginetalia majoris*), worden deze gemeenschappen toch tot het *Lolio-Cynosuretum* gerekend (Westhoff & den Held 1975). Hoewel het *Poo-Lolietum* bij een andere klasse, de *Plantaginetea*, is ingedeeld (Bakker 1965, Westhoff & Den Held 1975), gaat het hier niet om een associatie in strikte zin, maar een door intensieve betreding en bemesting verarmd *Lolio-Cynosuretum* (Foerster 1968, Sykora 1983, Oberdorfer 1983). In die zin kan aan de grootte van het *Poo-Lolietum* aandeel in een gemeenschap een conclusie worden verbonden omtrent de toestand waarin de betreffende kamgrasweide verkeert. De gemeenschappen IV en VI kunnen worden opgevat als door intensieve betreding of bemesting minder goed ontwikkelde kamgrasweiden, hetgeen bij gemeenschap VI nog wordt ondersteund door het differentiërend voorkomen van de tredplant *Poa annua*. Bij gemeenschap IV ligt het iets anders; verschillende *Lolio-Cynosuretum* vormen lijken in dit type verenigd, met *Plantago coronopus* als differentiërende soort - duidend op een dynamisch milieu, mogelijk onder invloed van op- en overwaaiend zeewater -, en anderzijds het voorkomen van soorten als *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* en *Ononis spinosa* - wellicht duidend op een minder intensief weidebeheer -.

Gemeenschap II kan op grond van het aandeel van soorten van klasse, verbond en associatie tot de kamgrasweide worden gerekend. Ruderaal

soorten van open standplaatsen hebben echter een even groot aandeel. De gemeenschap wordt derhalve opgevat als een fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met een element van het *Polygono-Coronopion*.

Wanneer buiten de soorten van de kencombinatie van *Poo-Lolietum*, nauwelijks soorten van andere groepen voorkomen, is er sprake van een beemdgras-raaigrasweide. Dit is het geval met gemeenschap III. Hier is ook het totale aandeel van *Plantaginetea*-soorten groter dan dat van de *Molinio-Arrhenatheretea*.

Syntaxonomisch gezien treffen we op zeedijken plantengemeenschappen aan die ook op rivierdijken voorkomen. Het *Arrhenatheretum brizetosum* en het *Lolio-Cynosuretum* worden beschreven als vegetatietypen op rivierdijken (Nijenhuijs 1969) evenals een ruig soortenarm *Arrhenatheretum* en ook *Poo-Lolietum* (Sykora & Liebrand 1987). Het *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* komt voor op zuidelijk geëxponeerde rivierdijken (Anonymus, 1981).

De stroomdalgemeenschap met een hoge oecologische waarde, het *Medicagini-Avenetum pubescentis*, komt op zeedijken niet voor. Het in dit onderzoek beschreven *Arrhenatheretum*, subassociatie *brizetosum* met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII) dat - op grond van het aandeel soorten van *Koelerio-Corynephoretea/Festuco-Brometea* - enige verwantschap met de stroomdalgemeenschap vertoont, komt alleen op tweede dijken voor. Ook met betrekking tot het *Lolio-Cynosuretum* bestaat er verwantschap met de stroomdalgemeenschappen. De hier beschreven subassociatie *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* wordt door Westhoff & Den Held (1975) beschouwd als een syntaxon dat een overgang vormt naar het *Medicagini-Avenetum pubescentis*. De subassociatie wordt overigens ook op slaperdijken in Zuid-Beveland aangetroffen (Sykora et al. 1990). De vegetatie van zeedijken vertoont dus overeenkomst met die van de rivierdijken, maar de oecologische waarde is vooral op primaire dijken veel lager.

Opmerkelijk is dat slechts 7 opnamen als beemdgrasraaigrasweide zijn geïdentificeerd. Bij de inventarisatie is ervan uitgegaan de diverse typen per regio gelijkmatig te bemonsteren. Over het algemeen zijn soortenrijkere, maar zeldzamere vegetatietypen, in verhouding tot de mate van voorkomen, met meer opnamen vertegenwoordigd dan de soortenarme, maar veel voorkomende vegetatietypen. Het kleine aantal opnamen betekent dus niet dat de beemdgras-raaigrasweide weinig voorkomt. Wel geldt dat het merendeel van de opnamen van soortenarme vegetaties nog tot de kamgrasweiden is gerekend en niet tot de beemdgras-raaigrasweide.

## 5.2 Verspreiding en soortenrijkdom

### 5.2.1 Verspreiding

Het grootste deel van het dijkenareaal is vrij recent opgehoogd of verzaard (vanaf 1975), gevolgd door inzaai met speciale zaadmengsels (zie § 2.2). Het merendeel van de dijktafvlakken is bedekt met een over het algemeen intensief beheerde soortenarme kamgrasweide, die bij zeer intensief gebruik overgaat in een beemdgras-raaigrasweide. Soortenrijkere vegetatietypen komen voor, maar hun areaal is niet groot. Goed ontwikkelde kamgrasweiden treffen we aan op enkele eerste en tweede dijken in Groningen, Friesland, Texel en Zeeland en op tweede dijken in Noordholland. Glanshaverhooilanden komen uitsluitend voor in Zeeland op eerste dijken en elders alleen op tweede dijken. In Groningen zijn geen glanshaverhooilanden aangetroffen.

Het aantal opnamen per gemeenschap in elke regio geeft wel een indruk maar is niet representatief voor het totale areaal van een gemeenschap. Van de kamgrasweiden komt de variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) voornamelijk op de dijken in Noord-Holland voor (Hondsbosche Zeeuwing, traject Den Helder - Afsluitdijk) en wordt de variant met *Medicago arabica* (gemeenschap VII) vooral op Zeeuwse dijken aangetroffen.

Twee relatief soortenrijke gemeenschappen (gemeenschap VIII, *Lolio-Cynosuretum plantagnetosum mediae* met *Cynosurus cristatus* en gemeenschap X, *Arrhenatheretum brizetosum* met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica*) worden, wat betreft de hoofdzeeuwing, vooral aangetroffen op de oudere taluds, waarvan er enkele (Breskens, Waarde, Amsteldiepdijs) in 1989-1990 worden opgehoogd of verzaard.

### 5.2.2 Soortenrijkdom

In totaal zijn in dit onderzoek 192 soorten in 148 opnamen (eerste en tweede dijken) aangetroffen. In de 105 opnamen van hoofdzeeuwingen komen in totaal 151 soorten (inclusief mossen) voor. Het merendeel van de soorten komt echter spaarzaam voor en maar weinig soorten zijn talrijk. Roelvelde (1965) treft in 178 opnamen van Zuidhollandse en Zeeuwse dijkvegetaties 152 soorten aan. Ongeveer de helft hiervan komt maar in minder dan 10 % van de opnamen voor. Vergelijken met de situatie in 1966 is dit beeld, gelet op de na dijkverzwaring recent ingezaaide en doorgaans intensief beheerde grasmatten zeker niet verbeterd. Van de 151 soorten werden er 70 in minder dan 5 %, 46 in 5 - 20 % en 35 in meer dan 20 % van de opnamen aangetroffen. De zeedijken zijn als standplaats voor relatief zeldzame soorten ernstig bedreigd.

Rivierdijken zijn rijker aan soorten dan zeedijken. In het rapport Grasmatten op Dijken (Thierry et al. 1958) wordt melding gemaakt van 143 soorten op 31 rivierdijken, tegenover 116 op 38 zeedijken. Gemiddeld per grasmonster (100 plukjes van 1/4 dm<sup>2</sup> per 100 m dijk) werden 44 soorten op rivierdijken en 27 soorten op zeedijken aangetroffen. In een recent onderzoek naar rivierdijkvegetaties (Sykora & Liebrand 1987) worden 174 plantesoorten in 123 opnamen aangetroffen.

Het gemiddeld aantal soorten in de diverse gemeenschappen geeft een duidelijk beeld van het verschil in soortenrijkdom met de gemeenschappen op rivierdijken. In het onderzoek van Sykora & Liebrand (1987) van het bovenriviereengebied varieert het gemiddeld aantal soorten in de gemeenschappen van het *Medicagini-Avenetum pubescentis* van 24 tot 33 per opname, voor het



*Arrhenatheretum inops* is dit aantal 18, en voor het *Poo-Lolietum* 14. Van der Zee (1989) komt voor vegetatietypen in het benedenrivierengebied op een gemiddeld hogere soortenrijkdom uit: 40 voor een soortenrijke kamgrasweide, 39 voor soortenrijk glanshaverhooiland en 17 voor de beemdgrasraaigrasweide.

Het gemiddeld aantal soorten bedraagt in de goed ontwikkelde *Arrhenatheretum*-gemeenschappen op zeedijken 28 en 19 - 22 in de verstoorde of verruigde varianten. Het gemiddelde van 28 soorten, dat ten opzichte van rivierdijken in het bovenrivierengebied als gunstig kan worden beschouwd, moet grotendeels worden toegeschreven aan de opnamen van soortenrijke glanshaverhooilanden op enkele oudere, tussen 1954 en 1964 op deltahoogte gebrachte dijktafsluitingen in Zeeland, die in 1989-1990 zullen verdwijnen door de aanleg van een nieuwe dijk. In de kamgrasweiden varieert het gemiddeld aantal soorten van 15 in de minder ontwikkelde tot 23 in de goed ontwikkelde kamgrasweiden. Het gemiddeld aantal soorten in de beemdgras-raaigrasweide bedraagt 12.

Op tweede dijken is het gemiddeld soortenaantal hoger dan op eerste dijken. Dit onderscheid wordt veroorzaakt door het ontbreken van opnamen van soortenarme kamgrasweide-varianten op tweede dijken en het uitsluitend op slaperdijken voorkomen van de relatief soortenrijke glanshaverhooiland-variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*. Voor de gemeenschappen die op eerste en tweede dijken voorkomen is er geen significant verschil. Ook verschilt het gemiddeld aantal soorten op binnen- en buitentalud niet significant, behalve bij de kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV). Hier is het soortenaantal op het buitentalud groter. Het is mogelijk dat eventuele standplaatsverschillen tussen binnen- en buitentalud, bijvoorbeeld door golfoploop, 'salt-spray' en expositie, niet tot uitdrukking komen in soortensamenstelling of soortenrijkdom ten gevolge van een intensief beheer.

Algemeen kan gesteld worden dat bij een goed ontwikkelde kamgrasweide of glanshaverhooiland ook op zeedijken een redelijke soortenrijkdom kan worden bereikt, afhankelijk van de kwaliteit van de voorkomende soorten.

Het verschil in soortenrijkdom tussen Zeeland en Groningen-Friesland, dat vooral naar voren komt in de soortenrijkere glanshaverhooilanden op de Zeeuwse dijken, kan het gevolg zijn van de plantengeografische verspreiding van soorten. Zeeland ligt in het soortenrijke Fluviaal district. Zeedijken zijn daar van belang als standplaats en 'corridor' voor stroomdalplanten. De dijken van Groningen en Friesland liggen in het Hafdistrict. Wellicht ligt hierin een oorzaak voor het ontbreken van stroomdalplanten die nu niet met de rivieren worden meegevoerd. Een andere reden is dat de klei voor dijkverzwaring in Groningen en Friesland van het wad afkomstig is, terwijl in Zeeland veelal klei wordt gebruikt afkomstig van oude dijken. Glanshaverhooilanden komen in Friesland, Noord-Holland en op Texel echter wel op tweede dijken voor. Het ontbreken van deze gemeenschappen op eerste dijken moet dan in eerste instantie aan factoren als beheer (beweiding, bemesting) of bodemtextuur worden toegeschreven en niet zozeer aan geografische verspreiding van soorten.

De soortenrijkdom van zeedijkvegetaties in Friesland en Groningen is nooit erg groot geweest. Het soortenarmste grasmonster in de inventarisatie van de werkgroep "Grasmat op zeedijken" (Thierry et al. 1958) is afkomstig van de zeedijk bij Paesens (Friesland). Plantensociologische opnamen van zeedijkgraslanden in Groningen uit 1946 (Schreven, 1947) geven een gemiddeld soortenaantal van 23, waarvan 6 zoutminnende planten die nu - na het optrekken van de asfaltglooiing - nergens meer op de dijk voorkomen. Dit gemiddelde

soortenaantal (17) alsook de soortensamenstelling komen goed overeen met soortenrijkdom en type vegetatie, die in dit onderzoek voor de Groningse dijken zijn beschreven (kamgrasweide-variant met *Poa annua*, gemeenschap VI, gemiddeld soortenaantal 16). Thierry et al. (1958) noemt als oorzaken voor deze relatief lage soortenrijkdom een betere bemesting en verzorging van de zeedijkgraslanden in het noorden van het land en ten opzichte van rivierdijken een intensievere beweiding op zeedijken. Toch is de soortenrijkdom niet overal even laag. Bij deze inventarisatie zijn zowel op Friese als Groningse zeedijken ook goed ontwikkelde kamgrasweiden aangetroffen (gemeenschap VIII: *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* met *Cynosurus cristatus*).

Een aantal soorten die ook op rivierdijken redelijk zeldzaam zijn en daardoor een relatief hoge natuurwaarde hebben, komen ook op zeedijken voor. Van de door Bink (1980) en in het TAW-Rapport no.1 van subwerkgroep 9<sup>A</sup> (Anonymus 1981) in dit verband genoemde soorten zijn aangetroffen: *Ononis spinosa* (in het hele areaal, met uitzondering van Friesland en Groningen), *Medicago arabica* (alleen in Zeeland en Den Helder), *Agrimonia eupatoria* (Zeeland). Verder komen op eerste dijken voor: *Torilis nodosa* (in Friesland en Groningen, Texel en Den Helder, in Zeeland alleen op 2e dijken), *Galium verum* (Texel, Zeeland), *Pulicaria dysenterica* (Zeeland), *Ranunculus bulbosus* (hele areaal), *Verbena officinalis* (Zeeland), *Picris echioides* (Zeeland). Ook zijn in een opname van de teen van een binnentalud (Zuid-Beveland) als 2e dijk opgenomen) *Origanum vulgare* en *Pimpinella major* aangetroffen.

*Torilis nodosa* is ook in Den Helder aangetroffen, waar de soort volgens Schendelaar (1985) was verdwenen. *Picris echioides*, *Medicago arabica* en *Torilis nodosa* zijn mediterraan-atlantische soorten die via de kust ons land hebben bereikt. Ze behoren tot de kensoorten van het Dubbelkelkverbond (*Helminthion echioides*), een tamelijk dicht gesloten ruderaal vegetatie op zonnige dijkellingen nabij de zee (Westhoff & Den Held 1975). De soorten komen hier voor in goed ontwikkelde kamgrasweiden of glanshaverhooiland. *Picris echioides* alleen in Zeeland, *Medicago arabica* vooral in Zeeland, maar ook in Den Helder, *Torilis nodosa* vanaf Den Helder langs de Texelse, Friese en Groningse kust, maar in Zeeland alleen op tweede dijken. De soorten zijn gebonden aan plaatsen met zachte winters en hebben hun standplaats vooral op dijken langs de kust.

### 5.3 Synecologie

#### 5.3.1 Ordinatie

Uit de ordinatie van opnamen blijkt de soortensamenstelling van de zeedijkvegetatie in belangrijke mate gecorreleerd te zijn met het beheer (hooien/beweiden) en de vruchtbaarheid van de bodem. Dit komt overeen met de resultaten van Sykora & Liebrand (1987) en Van der Zee (1989) voor het rivierengebied. Voedselrijkdom is bepalend voor het onderscheid binnen de glanshaverhooilanden. De variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII) komt voor op relatief voedselarme bodem, en de subruderaal variant met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (gemeenschap XI) op relatief voedselrijke bodem, hetgeen hier vooral te maken heeft met het al of niet afvoeren van maaisel bij een onzorgvuldig hooibeheer. Bij de kamgrasweiden is de intensiteit van beweiding een differentiërende factor. De verarmde variant met *Poa annua* (gemeenschap VI) en die met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) worden evenals de beemdgrasraaigrasweide (gemeenschap III) op de as van meer naar minder beweiding onderscheiden van de variant met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII), de variant met *Medicago arabica* (gemeenschap VII) en de variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense* (gemeenschap V). Gemeenschap VIII komt in vergelijking met de andere varianten onder minder voedselrijke omstandigheden voor.

#### 5.3.2 Beheer

De resultaten van het ordinatiediagram komen overeen met de voor de gemeenschappen verzamelde gegevens over beheersvormen. De meeste kamgrasweiden worden intensief met schapen beweid en bemest, terwijl het beheer van de glanshaverhooilanden varieert van 2x per jaar maaien met afvoer van maaisel tot een minder zorgvuldig hooiregime en 'geen beheer'.

#### Kamgrasweiden

De veel voorkomende *Lolio-Cynosuretum* variant met *Poa annua* wordt nagenoeg uitsluitend intensief beweid (10-16 schapen/ha;  $\pm 200$  kg N/ha.j<sup>-1</sup>). Dit geldt ook voor de beemdgras-raaigrasweide (gemeenschap III) en het fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met *Polygonum aviculare* en *Poa annua* (gemeenschap II). Alleen bij het *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII) wordt ook extensief beweid (3-7 schapen/ha, geen bemesting) en soms extensief gehooid. Bij de kamgrasweidevariant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV) worden ook andere beheersvormen zoals gazonbeheer en hooibeheer toegepast. Het is goed mogelijk dat we hier te maken hebben met een minder soortenrijke kamgrasweide, die zich ontwikkelt uit een intensief beheerde beemdgras-raaigrasweide.

De variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense* (gemeenschap V) valt op door extensief hooien en 'geen beheer'. Twee opnamen van deze gemeenschap zijn gemaakt op de Hondsbossche Zeewering. Het gaat om een dijkgedeelte dat onlangs (1986) uit beweiding is genomen en nu 1x per jaar wordt gemaaid zonder bemesting. Opvallend is de (toegenomen) soortenrijkdom in dit type (gemiddeld aantal soorten 23) in vergelijking met nabij gelegen opnamen van beweidde percelen, behorende tot de variant met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV, gemiddeld aantal soorten 15). In feite is er dus sprake van een voormalige kamgrasweide die door extensivering van het beheer een overgang vormt naar een hooilandtype. Op de slaperdijk (Zijperzeedijk) vlak achter de Hondsbossche Zeewering wordt de vegetatie 1x per drie jaar gemaaid met afvoer van maaisel. Hier treffen we het soortenrijke *Arrhenatheretum brizetosum* met

*Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII) aan. *Ononis spinosa* bijvoorbeeld komt er veelvuldig voor. Het is niet onwaarschijnlijk dat bij een aangepast beheer (hooiland)soorten zich van hieruit op de eerste zeedijk vestigen.

#### Glanshaverhooilanden

In een aantal opnamen van de glanshaverhooilanden wordt intensief gehooiid (2x per jaar maaien met afvoer en bemesting met 160 - 200 Kg N/ha.j). Deze beheersvorm wordt in Zeeland veel meer toegepast dan nu per opname is geïnventariseerd. Het gaat dan met name om het *Arrhenatheretum (fragmentair) brizetosum*, verarmde vorm (gemeenschap IX). De variant met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (gemeenschap XI) wordt vooral ook gekenmerkt door onzorgvuldig hooibeheer en 'geen beheer'. Deze hoog opschietende vegetatie, waar ruderaal ruigtekruiden kunnen groeien, maakt een verruigde indruk. Het *Arrhenatheretum brizetosum* met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica* (gemeenschap X) die op eerste en tweede zeeweringen voorkomt en de variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* op tweede dijken, worden gekenmerkt door een beheer van extensief hooien zonder bemesting. Echte hooilandsoorten als *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Tragopogon pratensis ssp. pratensis*, *Picris hieracioides*, *Galium mollugo*, e.a. (cf Sykora & Liebrand 1987) komen hier dan ook voor.

Overbegrazing en -bemesting alsook een intensief maaibeheer in combinatie met bemesting leiden tot zeer soortenarme korte grasbegroeiingen met overwegend *Lolium perenne* en *Poa trivialis* (cf. Sykora & Liebrand 1987). Extensieve begrazing is gunstig voor de variatie in de vegetatie (Hendriks et al. 1985, Bakker 1987). Een soort als *Ononis spinosa* wordt bij bepaalde vormen van beweiding bevorderd. Op relatief voedselrijke bodems kunnen soortenrijke hooilanden ontstaan bij 2x per jaar maaien (Bakker & De Vries 1985). Maaitijdstippen spelen daarbij een belangrijke rol (Oomes & Altena 1987). Maaien zonder afvoer of klepelen heeft daarbij hetzelfde effect als 'geen beheer' (Sykora & Liebrand, 1987) en dient te worden afgeraden.

Om daadwerkelijk uitspraken te kunnen doen met betrekking tot ontwikkelingsmogelijkheden van dijkvegetaties bij extensivering en verandering van het beheer is meer studie over langere periode vereist.

#### 5.3.3 Ligging

Met uitzondering van de goed ontwikkelde kamgrasweide-variant met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII) en de variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense* (gemeenschap V), die in de vergelijking van opnamen op het binnen- en buitentalud van hetzelfde dijktraject steeds op het binnentalud worden aangetroffen, bestaat er geen verschil tussen de gemeenschappen in het voorkomen op binnen- en buitentalud. Alle gemeenschappen van eerste zeedijken, inclusief de hierboven genoemde extensief beheerde gemeenschappen, komen op beide zijden van de dijk voor. Hoewel er verschillen bestaan tussen begroeiing op binnen- en buitentalud, waarbij een aantal soorten alleen op binnentaluds werden aangetroffen (*Torilis nodosa*, *Malva sylvestris*, *Rumex acetosa*, *Lathyrus pratensis*, *Trisetum flavescens*, *Verbena officinalis*, e.a.; zie bijlage 1, blz 106), komt dit onderscheid in standplaats niet tot uitdrukking in de floristische samenstelling van de plantengemeenschappen. Ook Thierry et al. (1958) komt tot de conclusie dat situering op binnen- of buitentalud van weinig belang is voor het grassenbestand.

Ook de positie op het binnentalud (onder, midden, boven) vormt geen verschillende standplaats voor de gemeenschappen. Wel werden bovenaan het binnentalud soms minder kruiden aangetroffen. Het is mogelijk dat kleine standplaatsverschillen bij een intensief beheer niet tot uiting komen in de floristische samenstelling. Onderzoek naar de invloed van extensivering verdient ook in dit opzicht aanbeveling.

Waar op het buitentalud net boven de asfaltglooiing schade aan de zode ontstaat, wordt het fragmentair *Lolio-Cynosuretum* aangetroffen met ruderaal soorten van open standplaatsen.

De goed ontwikkelde kamgrasweide-variant met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII), de variant met *Medicago arabica* (gemeenschap VII), en de glanshaverhooilandgemeenschap met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris* (gemeenschap XI) komen relatief meer voor op zuidoost tot zuid geëxponeerde hellingen. Het verschil met de andere gemeenschappen is echter niet significant. Door het op Deltahoogte brengen van de dijken is de helling van eerste zeeweringen nagenoeg gelijk. De gemiddeld steilere helling voor enkele gemeenschappen (VII, VIII, XI en XII) is te wijten aan het aandeel opnamen op tweede dijken en nog niet opgehoogde dijken.

#### 5.3.4 Bodem

In dit deel van het onderzoek zijn nog onvoldoende bodemgegevens verzameld en geanalyseerd. Uit literatuurgegevens blijkt onder meer dat de klei in Groningen en Friesland minder zwaar is dan in Zeeland (Anonymus 1984). Bodemonsters van verschillende dijktrajecten in Friesland laten relatief lage waarden voor het %-afslibbaar (16 µm fractie) zien (Waterschap Fryslan), wat in overeenstemming is met genoemde conclusie. Wel werden in monsters van zeedijken bij Harlingen en Holwerd (Friesland) hogere lutumgehalten aangetroffen dan in een monster van de zeedijk bij Waarde (Zeeland), respectievelijk 28,4 % en 33,1 % in Friesland, en 26,1 % in Waarde (Kruse, 1988). Vergelijking van vegetatietypen was voor deze plekken niet mogelijk; aan de locatie bij Harlingen zijn onlangs herstelwerkzaamheden verricht en de locatie bij Holwerd is pas recent ingezaaid (fragmentair *Lolio-Cynosuretum*, gemeenschap II). Bij Waarde werd de Zeeuwse variant van de kamgrasweide met *Medicago arabica* aangetroffen (gemeenschap VII).

Het is opvallend dat juist in Zeeland, waar de bekleding uit zwaardere klei zou bestaan, goed ontwikkelde glanshaverhooilanden op eerste zeeweringen zijn aangetroffen. Sykora & Liebrand (1987) noemen een lutumgehalte van 23 tot 25 % voor de zwaarste bodems waarop nog een goed ontwikkeld stroomdalgrasland werd aangetroffen. Bij een hoger lutumgehalte treedt een verschuiving op in de richting van glanshaverhooiland (Bakker, 1965). Thierry et al. (1958) merkt op dat de bekledingslaag van zeedijken over het algemeen een lager lutumgehalte heeft dan die van rivierdijken. In dit opzicht is het zeer interessant na te gaan hoe de bodemsamenstelling is van de op zeedijken aangetroffen glanshaverhooilanden.

De structuur van de bodem is onder andere van invloed op de doorworteling. Deze neemt af naarmate de bodem zwaarder is (Sykora & Liebrand 1987). De zwaardere kleibodems in Zeeland zouden in dit opzicht minder 'geschikt' kunnen zijn voor glanshaverhooiland dan bijvoorbeeld de dijkbekledingen in Friesland en Groningen. Afgezien van het beheer en geografische spreiding speelt hier wellicht ook het humusgehalte een rol, dat met klei uit de kwelder wel eens veel lager kan zijn dan bij de 'oudere' klei in Zeeland. Zo is bij het onderhoud van de Emmapolderdijk in Groningen compost toegediend

om door humificatie de bodemstructuur te verbeteren en zo betere groeivoorwaarden te creëren voor het tot dan weinig florissante vegetatiedek (Bouwsema 1978). Ook nu nog wordt in Groningen compost gebruikt (Bakker 1988).

## 5.4 Civieltechnische aspecten

### Erosiebestendigheid

Kwaliteit van de grasmat is bepalend voor de erosiebestendigheid van een kleitalud (Kruse, 1988). Daarbij is de interactie tussen grasmat en de grond nog onvoldoende onderzocht. Afgezien van zoutgehalte en humusgehalte wordt wat betreft de lutumfractie bij de keuringseisen voor klei ten aanzien van erosiegevoeligheid de betekenis van de begroeiing buiten beschouwing gelaten (Kruse 1988, zie ook Hoogerkamp & Huisman 1973). Zo zou de 'holle' grasmat in Zeeland, waar het beheer minder gericht is op het creëren van een korte dichte mat dan in Groningen en Friesland, te tolereren zijn omdat de klei daar zwaarder is en de verdediging van de dijk geheel zou zijn gewaarborgd door de erosiebestendigheid van de afdekkende kleilaag zelf (Anonymus, 1984). Het is inderdaad de vraag in hoeverre het substraat, dan wel het vegetatietype hierbij een rol spelen. Uit de erosieproeven met graszoden afkomstig van buitentaluds in Friesland (Westhoek) en Groningen (Eemshaven) kwam niet duidelijk naar voren dat zand-, lutumgehalte en dichtheid als belangrijke parameters voor erosiebestendigheid gelden (Anonymus, 1984). Wel werd geconcludeerd dat de kale klei nauwelijks bestand is tegen erosie en dat een kleibekleding met gras meer weerstand biedt dan dieper gelegen kleilagen door het effect van graswortels, eventueel in combinatie met een hoger humusgehalte.

Kort na de ramp in 1953 bleek de grootste schade aan de binnenbelopen te zijn opgetreden en dan vooral door afschuivingen, waarbij de zode intact was gebleven (Thierry et al. 1958). De ogenschijnlijk 'slechte' grasmatten (slechte bedekkingsgraad, hol, zeer ongelijk, lang uitgegroeide pollen) boden nog de meeste weerstand tegen afschuivingen. Het is mogelijk dat dit het gevolg is van aanwezigheid van dieper wortelende kruiden in deze 'holle' grasmatten. Om afschuiving tegen te gaan zijn bij de dijkverhogingen met name de binnentaluds minder steil aangelegd. Daarnaast is de doorworteling van belang voor de afschuifweerstand. Uit een eerste inspectie van verschillende wortelprofielen in Zeeland en Friesland, bleek voor de glanshaverhooilanden een gelijkmatige en diepere doorworteling, terwijl voor de floristisch minder goed ontwikkelde kamgrasweide met *Poa annua* in Friesland een hechte doorworteling van vooral de bovenlaag (0-8 cm) was te zien. Nader onderzoek zal moeten uitmaken of de conclusie dat soortenrijke kamgrasweiden of glanshaverhooilanden op zeedijken de erosiebestendigheid van het kleitalud bevorderen, gerechtvaardigd is.

### Bedekking en zodebeschadiging

In het onderzoek naar erosiebestendigheid van gras op kleitaluds (Anonymus 1984) wordt voor een redelijk goede dichtheid een grondbedekking van 75 % oplopend tot 90 % genoemd bij een begroeiing van grassen (3/4) met klavers en andere kruiden (1/4). Uit dit onderzoek is gebleken dat zowel de extensief beheerde soortenrijkere glanshaverhooilanden als de floristisch goed ontwikkelde kamgrasweide worden gekenmerkt door een dichte, goed bedekkende zode (97-100 %), die bij de kamgrasweide compact en bij de hooilanden losser van structuur is. De intensief beheerde, minder kruidenrijke kamgrasweiden hebben ook een dichte zode met hoge bedekking (90-100 %), maar vertonen toch vaker open plekken of 'linten' in het vegetatiedek.

In het algemeen worden invloed van inwaaiend en opspattend zout water en mechanische aantasting van de zode door golfoploop net boven de asfaltglooiing als oorzaken voor schade genoemd. Maar ook een al te intensief beheer kan de zode aantasten. Intensieve bemesting met een hoge bovengrondse productie tesamen met intensieve beweiding verminderen de doorworteling ('t Hart 1976, Sykora & Liebrand 1987, Sibma & Ennik 1989) waardoor de zode minder stevig is en schade kan optreden. Bij hoge N-bemesting en zware sneden (lage maaifrequentie) krijgt de zode een open en pollig karakter (Sibma & Ennik 1989). Ook bodemverdichting bij intensieve beweiding is slecht voor de wortelontwikkeling (Van der Aart 1981). Intensief beheer van de grasmat al dan niet in samenhang met eerder genoemde factoren zou wel eens de voornaamste oorzaak voor schade kunnen zijn die aan buitenbelopen is waargenomen. De werkgroep "Grasmat op dijken" constateert in 1958 voor de buitenbelopen een hogere gemiddelde bedekkingsgraad dan de binnenbelopen (Thierry et al. 1958), terwijl nu de situatie eerder omgekeerd is.

Op een nog niet verhoogd buitenbeloop nabij de veerhaven van Breskens wordt een goed ontwikkeld kruidenrijk glanshaverhooiland aangetroffen, terwijl de invloed van opspattend zout water en mechanische aantasting daar niet bijzonder klein lijkt te zijn. Een vergelijking van twee op het buitenbeloop van de Hondsbossche Zeewering voorkomende vegetatietypen is in dit verband relevant. Een open pioniervegetatie (gemeenschap II: fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met *Polygonum aviculare* en *Poa annua*, bedekking 50 %) komt voor op een gedeelte met gazonbeheer en bemesting. Hier is tevergeefs getracht door herinzaai en bemesting de zode te herstellen (ook is getracht te bezoden met kweldergras). Verderop komt een kamgrasweide voor (gemeenschap IV: *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* met *Plantago coronopus*, bedekking 95 %) - tamelijk kruidenrijk met veel rozetplanten - op een gedeelte dat sinds enkele jaren uit beweiding is genomen en nu 1x per jaar wordt gemaaid met afvoer van maaisel. Het verdient aanbeveling na te gaan hoe de kwaliteit van deze grasmat is in het ongunstige seizoen. Verder onderzoek over een langere periode is echter nodig om de invloeden van beheersintensiteit en andere factoren op de dichtheid van de zode en eventuele schade te bestuderen.



## 6. Samenvatting en conclusies

### Plantengemeenschappen

In een inventarisatie van Nederlandse zeedijkvegetatie zijn 12 plantengemeenschappen onderscheiden, die plantensociologisch als volgt kunnen worden ingedeeld:

#### A) Glanshaverhooilanden

- XII *Arrhenatherum elatioris brizetosum*, variant met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*  
Goed ontwikkeld glanshaverhooiland met een element van Koelerio-Corynephoretea/Festuco-Brometea
- XI *Arrhenatherum elatioris brizetosum/picridetosum*, variant met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*  
Subruderaal hooilandgemeenschap met ruigtekruiden
- X *Arrhenatherum elatioris brizetosum*, variant met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica*  
Goed ontwikkelde relatief kruidenrijke hooilandgemeenschap
- IX *Arrhenatherum elatioris*, (fragmentair) *brizetosum*, verarmde vorm  
Minder goed ontwikkeld glanshaverhooiland met een beweidingsinvloed.

#### B) Kamgrasweiden

- VIII *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae*, variant met *Cynosurus cristatus*  
Binnen het onderzochte materiaal de best ontwikkelde en ook meest kruidenrijke kamgrasweide.
- VII *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae*, variant met *Medicago arabica*  
Minder kruidenrijke variant, voornamelijk op Zeeuwse dijken
- VI *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae*, verarmde variant met *Poa annua*  
Kruidenarme kamgrasweide met tredplanten
- V *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae*, variant met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense*  
Kruidenrijke kamgrasweide waarschijnlijk overgaand naar een hooilandgemeenschap
- IV *Lolio-Cynosuretum* (*plantaginetosum mediae*), verarmde variant met *Plantago coronopus*  
Relatief soortenarme kamgrasweide

#### C) Fragmentgemeenschap van kamgrasweide en varkensgrasverbond

- II Fragmentair *Lolio-Cynosuretum* met *Polygonum aviculare* en *Poa annua* [*Molinio-Arrhenatheretea/Polygono-Coronopion*]  
Relatief open pionier- en tredplantengemeenschap op jonge, intensief betreden of verstoorde plaatsen

D) Beemgras-raaigrasweide

III Poo-Lolietum

Zeer soortenarm weiland

E) Fragmentaire opname van de Zandblauwtjes-orde

I Gemeenschap met *Festuca rubra* en *Anthyllis vulneraria*  
[Festuco-Sedetalia]

Open pioniervegetatie op met zand overstoven kleitalud  
(overgang zeedijk-duin)

**Verspreiding**

Glanshaverhooilanden komen in Zeeland op hoofdzeeweringen en elders alleen op slaperdijken voor. De gemeenschap met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* komt alleen op slaperdijken en meerdijken voor. Kamgrasweiden worden in alle regio's aangetroffen en lijken geografisch niet tot een bepaald gedeelte van Nederland te zijn begrensd. De minder ontwikkelde en kruidenarme typen komen het meest voor, maar worden niet op tweede dijken aangetroffen. De relatief kruidenrijke kamgrasweide-variant met *Cynosurus cristatus* komt in verschillende regio's op eerste en tweede dijken voor.

**Soortenrijkdom**

Zeedijken zijn meestal minder soortenrijk dan rivierdijken. Het gemiddeld aantal soorten per proefvlak (12-16 m<sup>2</sup>) bedraagt 28 in relatief goed ontwikkeld glanshaverhooiland en 21 in de relatief kruidenrijke kamgrasweide. Een aantal min of meer zeldzame soorten uit het rivierengebied (*Ononis spinosa*, *Agrimonia eupatoria*, *Ranunculus bulbosus*) worden ook op eerste zeedijken aangetroffen en dan met name in Zeeland, Texel en Noord-Holland. Ook komen op zeedijken de mediterraan-atlantische soorten *Picris echioides*, *Medicago arabica* en *Torilis nodosa* voor, die typisch zijn voor het kustgebied en elders vrij zeldzaam. De gemiddelde soortenrijkdom in Friesland en Groningen is van oudsher lager dan in Zeeland.

Doordat de meeste zeedijken vrij recent zijn opgehoogd en ingezaaid, is de soortenrijkdom vermoedelijk afgenomen. De soortenrijke gemeenschappen van zowel glanshaverhooiland als kamgrasweide komen op eerste dijken vooral op de oudere taluds voor, waarvan er enkele in 1989-1990 worden verzwaard en opgehoogd (Breskens, Waarde, Amsteldiepdiijk).

**Beheer**

De goed ontwikkelde en soortenrijkere gemeenschappen worden gekenmerkt door een extensief beheer: beweiding met lage veebezetting zonder bemesting of 2x per jaar hooien zonder bemesting. Bij extensief maaien zonder afvoer en 'geen beheer' ontstaan ruige, hoog opschietende vegetaties. De glanshaverhooilanden worden over het algemeen extensief beheerd. De kamgrasweiden intensief met uitzondering van de variant met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII).

Bij extensivering van het beheer lijkt de ontwikkeling naar soortenrijkere vegetaties mogelijk (cf. uit beweiding genomen dijkperceel op Hondsbossche Zeewering).

## Expositie en hellingshoek

Er is geen verschil in floristische samenstelling van de vegetatie van binnen- en buitenbeloop. Ditzelfde geldt voor de positie op het talud. Ook het gemiddeld aantal soorten is niet verschillend. Wel werden enkele vaker voorkomende soorten alleen op het binnentalud aangetroffen (*Torilis nodosa*, *Malva sylvestris*, *Trisetum flavescens*)

De hellingshoek is op zeedijken geen differentiërende factor. De kruidenrijke kamgrasweide en de ruderaal hooilandgemeenschap komen relatief meer voor bij zuid tot zuidoost geëxponeerde hellingen.

## Bodem

Uit literatuurgegevens blijkt dat de samenstelling van de kleibekleding in Groningen/Friesland verschilt met die in Zeeland. In hoeverre er een relatie bestaat met de verschillende vegetatietypen in beide gebieden moet nog worden onderzocht.

## Erosiebestendigheid/zodebeschadiging

Gesuggereerd wordt dat de extensief beheerde kruidenrijke gemeenschappen die thans op enkele zeedijken worden aangetroffen de erosiebestendigheid van het kleitalud bevorderen, overeenkomstig de resultaten voor stroomdalgemeenschappen op rivierdijken. Overmatige beweiding en bemesting kan een oorzaak zijn voor schade aan de grasmat, eventueel in combinatie met mechanische aantasting door golfslag en de invloed van 'saltspray'.

VEGETATIE VAN  
NEDERLANDSE ZEEDIJKEN

DEEL II: BODEMSAMENSTELLING, DOORWORTELING EN  
DICHTHEID VAN DE ZODE

## 1. Inleiding en vraagstelling

Aansluitend op het inventariserend zeedijkenonderzoek (deel I van dit rapport) is in de maanden maart - september 1989 een verkennend onderzoek verricht naar zodestructuur, bodemgesteldheid en doorworteling in de verschillende op zeedijken aangetroffen graslandvegetaties. Aan het onderzoek liggen de volgende vraagstellingen ten grondslag:

- 1) Is er verschil in bodemsamenstelling tussen glanshaverhooiland, kamgrasweide en beemdgras-raaigrasweide en tussen soortenrijke en soortenarme varianten ?
- 2) Is er verschil in bodemsamenstelling tussen locaties in Groningen/Friesland en Zeeland ?
- 3) In hoeverre verschilt de worteldichtheid en wortelverdeling in de verschillende plantengemeenschappen ?
- 4) Is er verschil in doorworteling en zodestructuur tussen extensief en intensief beheerde graslandvegetaties ?
- 5) Zijn er aanwijzingen voor de mate waarin mechanische aantasting door golfslag en 'saltspray' in combinatie met het gevoerde beheer van invloed zijn op bodemgesteldheid, doorworteling en zodestructuur ?

Getracht is de locaties voor bemonstering zo relevant mogelijk te kiezen. In elke plantengemeenschap zijn op een of twee locaties monsters genomen, waarbij ook is gezorgd voor een evenredige verdeling over bijvoorbeeld binnen- en buitentalud. Bij de vergelijking tussen de drie hoofdgroepen glanshaverhooilanden, kamgrasweiden en beemdgras-raaigrasweiden, kan door het aantal waarnemingen de betrouwbaarheid van de resultaten statistisch worden getoetst. Bij de verschillen tussen de varianten (één of twee gegevens per plantengemeenschap) is dit niet mogelijk. De conclusies van dit onderzoek dienen daarom vooral te worden opgevat als belangrijke aanwijzingen voor een uitgebreid vervolgonderzoek.

Op één locatie, een buitentalud aan de Hondsbossche Zeewering, is meer dan één monster gestoken, namelijk in goed bedekkende en in volledig verdorde vegetatie.

## 2. Materiaal en Methode

In totaal zijn in 15 locaties monsters gestoken gedurende de maanden maart-april en zijn bodemsamenstelling, doorworteling en zodestructuur bepaald. Tabel 2.1 geeft een overzicht van deze plekken, met vermelding van plantengemeenschap, opnamenummer, geografische ligging, positie op de dijk en beheer. Voor een beschrijving van de verschillende plantengemeenschappen wordt verwezen naar deel I, § 4.1.1.

gemeenschap		opname	plaats	talud	beheer
Poo-	II verstoord Lolio-Cynosuretum	47	H	bu	g/m+
Lolietum	III Poo-Lolietum	118	Z	bu	w/m+
	IV LC met <i>Plantago coronopus</i>	38	H	bu	w/m+
Lolio-		40	H	bu*	h/m-
Cynosu-	V LC met <i>Ononis spinosa</i>	33	H	bi*	h/m-
retum	VI verarmd LC met <i>Poa annua</i>	133	F	bu*	w/m+
(LC)		68	G	bi	w/m+
	VII LC met <i>Medicago arabica</i>	120	Z	bu	w/m+
	VIII LC met <i>Cynosurus cristatus</i>	132	F	bi*	w/m+
		66	G	2d	w/m+
Arrhena-	IX AR verarmde vorm	134	Z	bi	h+w/m+
theretum	X AR met <i>Pulicaria dysenterica</i>	93	Z	bu	h/m-
(AR)		136	Z	bi	h/m-
	XI AR met <i>Festuca arundinacea</i>	97	Z	bi	h/m-
	XII AR met <i>Galium verum</i>	2	H	2d	h/m-

H=Hondsbosseche Zeewering; Z=Zeeland; F=Friesland; G=Groningen; bu=bu-  
 itentalud; bi=binntentalud (\*= bi en bu op zelfde dijktraject); 2d=twe-  
 ede dijk; w=weiden; h=hogien; g=gazonbeheer; m+=bemest  
 ( $\pm 150 - 250 \text{ Kg N/ha. j}^{-1}$ ); m-=(nagenoeg) onbemest.

Tabel 2.1: Onderzoeklocaties en de gemeenschappen waartoe ze behoren.

### 2.1 Bodemonderzoek

Bij de bodemanalyse zijn de korrelgrootteverdeling (textuur) en een aantal chemische parameters onderzocht (PH,  $\text{CaCO}_3$ , organische stof gehalte, N-totaal,  $\text{N-NO}_3$ ,  $\text{N-NH}_4$ , P-AL, P- $\text{P}_2\text{O}_5$ , K, Mg, Cl).

Bij de bemonstering is gebruik gemaakt van een gutsboor (diameter 3 cm). Per opname zijn 20 deelmonsters gestoken op een diepte van 2 - 12 cm beneden maaiveldniveau en deze zijn vervolgens samengevoegd tot één mengmonster. Na droging (24 uur bij 30 °C) zijn de monsters machinaal fijngemalen en is de fractie groter dan 2 mm afgezeefd.

Korrelgrootteverdeling, humusgehalte en het gehalte aan  $\text{CaCO}_3$  zijn de monsters onderzocht door de afdeling kwaliteitszorg van DWV (zie bijlage 3, blz. 114). Bij de korrelgrootteverdeling zijn de volgende fracties bepaald: zand (63 - 2000  $\mu\text{m}$ ), leem (< 63  $\mu\text{m}$ ) en lutum (< 2  $\mu\text{m}$ ). Door lineaire interpolatie zijn ook de percentages van de fracties 16  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 105  $\mu\text{m}$  en 200  $\mu\text{m}$  bepaald. Tenslotte is aan de hand van de gemeten lutum- en leemfractie de siltfractie (2 - 63  $\mu\text{m}$  en 2 - 50  $\mu\text{m}$ ) berekend en de procentuele aandelen van de fracties zand, silt en lutum bepaald. De monsters zijn geclassificeerd volgens hun positie in de zand-silt-lutum-driehoek (Steur et al. 1987). Daarbij is uitgegaan van de 63  $\mu\text{m}$  grens. In bijlage 3 (blz. 114)

is de classificatie van de monsters volgens ontwerpnorm NEN 5104 (Anonymus 1989a) weergegeven. Het humusgehalte is titrimetrisch bepaald (Kurmies). Ook is het C/N-quotiënt berekend (58 % van het organische-stofgehalte gedeeld door het totale stikstofgehalte). Uit het CaO-gehalte is het gehalte aan CaCO<sub>3</sub> berekend (zie bijlage 3).

In het Bedrijfslaboratorium Voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek zijn een aantal chemische parameters bepaald. Kalium (mg K/kg), magnesium (mg Mg/kg), NO<sub>3</sub>-N (mg N/kg), NH<sub>4</sub>-N (mg N/kg) en beschikbaar fosfor (mg P/kg) zijn geëxtraheerd in een CaCl<sub>2</sub>-oplossing (cf. Houba et al. 1985). Daarnaast zijn bepaald de zuurgraad in gedestilleerd water (pH-H<sub>2</sub>O) en in CaCl<sub>2</sub>-oplossing (pH-CaCl<sub>2</sub>), het vochtgehalte (g H<sub>2</sub>O per 100 g luchtdroog), het totale stikstofgehalte (N-totaal, destructie via fenol-zwavelzuur, g N per 100 g stoofdroog), het totale fosforgehalte (P-Al, ammoniumlactaatazijnzuur, mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g stoofdroog) en het chloride-gehalte (oplossen in water 1 op 8, mg Cl/100 g stoofdroog) (cf. Anonymus 1987).

## 2.2 Doorworteling.

Per locatie zijn loodrecht op de dijkelling met een wortelboor (diameter 8 cm) twee wortelmonsters gestoken. De wortels zijn bemonsterd in lagen van 10 cm tot een diepte van 50 cm. In het eerste monster is de vegetatie tot 0,5 cm onder het maaiveld verwijderd. De deelmonsters zijn in plastic zakken bewaard bij - 20 °C. Per laag is de lengte en het drooggewicht van de wortels bepaald, nadat de grondeeltjes zijn weggespoeld. Het meten van de lengte gebeurt met behulp van een kunststof telbak, voorzien van een lijnenraster, waarop de wortels in een laagje water worden uitgespreid. Daarna wordt het aantal snijpunten met de lijnen geteld of bij grote hoeveelheden materiaal geschat. De wortellengte (R) in een monster wordt berekend met de formule:

$$R = \pi \cdot n \cdot O / 2 \cdot L$$

n = aantal snijpunten  
O = oppervlakte telbak  
L = totale lengte van de lijnen

De worteldichtheid per laag is uitgedrukt in ofwel de wortellengte ofwel het drooggewicht per volume grond. De wortelverdeling over het profiel is weergegeven als de relatieve hoeveelheid per laag in procenten van de totale hoeveelheid.

## 2.3 Dichtheid van de zode (zodestructuur)

Om een beeld te krijgen van de bedekking van de vegetatie op maaiveldniveau en van de grootte van open plekken in het vegetatiedek zijn per locatie twee metingen verricht:

### 1) bladfrequentiemeting:

In een raster van 50 x 50 cm met 81 kruispunten is na knippen op 2 cm boven maaiveld per meetpunt (kruispunt) de aanwezigheid van hogere planten (blad of spruit) genoteerd. Mossen en dood plantenmateriaal werden niet meegerekend. De meting met het raster is vier keer ad random in een locatie uitgevoerd. Het gemiddeld aantal genoteerde planten als percentage van het totaal aantal kruispunten is gehanteerd als een maat voor de bedekking.

## 2) aanwezigheidsfrequentie:

Van honderd willekeurig in de onderzochte locatie gekozen meetpunten is genoteerd of er binnen raampjes met verschillende straal  $r$  een bewortelde plantbasis werd aangetroffen, met  $r$  verdeeld over de volgende klassen:  $0 = r < 0,125$  cm;  $1 = r < 1,4$  cm;  $2 = r < 2,8$  cm;  $3 = r < 5,6$  cm;  $4 = r < 11,2$  cm;  $5 = r < 16,0$  cm;  $6 = r > 16,0$  cm.

De verdeling van de score (F%) over de onderscheiden klassen is een maat voor de openheid van de vegetatie en de grootte van open plekken. Daarbij geven 'lege' klassen informatie over de openheid van de vegetatie. Door nu de absentiepercentages ( $Abs\% = 100 - F\%$ ) te bepalen en op log-schaal uit te zetten tegen de straal van de bemonsteringsklassen (raampjes) worden curves verkregen die karakteristiek zijn voor de open-plekkenstructuur. Daarbij geldt dat hoe steiler de curve (parabool), des te dichter is de zode (Kreuz 1969).

### 2.4 Verwerking van gegevens

De worteldichtheid is per gemeenschap weergegeven als het gemiddelde met standaarddeviatie over twee of vier - indien in twee opnamen monsters zijn genomen - wortelboringen. Voor vergelijking van de resultaten tussen groepen gemeenschappen is de gemiddelde worteldichtheid per groep bepaald inclusief het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Ook van een aantal bodemparameters en de gegevens over bedekking en openheid zijn per groep van gemeenschappen de gemiddelden over de diverse locaties bepaald en is het 95%-betrouwbaarheidsinterval berekend.

Met een enkelvoudige variantie-analyse zijn de verschillen tussen waarden per groep getoetst. Hiervoor is gebruik gemaakt van het SPSS-programma ANOVA.



### 3. Resultaten

#### 3.1 Bodemsamenstelling

##### 3.1.1 Granulaire samenstelling

In tabel 3.1 zijn de percentages van de fracties zand, silt en lutum, weergegeven bij zowel 63 µm als 50 µm.

Gemeen- schap	opname	R	lutum <2µm	silt 2-63µm	zand >63µm	silt 2-50µm	zand >50µm	klasse
II	47	H	15,5	33,8	50,7	30,1	54,4	mlz
III	118	Z	13,5	27,6	58,9	25,2	61,3	mlz
IV	38	H	7,3	23,5	69,2	18,7	74,0	kz
IV	40	H	12,0	33,5	54,5	26,2	61,8	mlz
V	33	H	9,3	33,0	57,7	27,9	62,8	zlz
VI	133	F	9,7	39,3	51,0	36,6	53,7	zlz
VI	68	G	14,7	29,8	55,5	27,8	57,5	mlz
VII	120	Z	16,2	38,4	45,4	30,8	53,0	mlz
VIII	132	F	7,3	36,0	56,7	30,0	62,7	kz
VIII	66	G	12,0	29,3	58,7	24,5	63,5	mlz
IX	134	Z	15,5	38,6	45,9	37,9	46,6	mlz
X	93	Z	6,0	16,6	77,4	12,8	81,2	kz
X	136	Z	18,0	33,8	48,2	30,3	51,7	zz
XI	97	Z	12,0	35,6	52,4	34,9	53,1	mlz
XII	2	H	15,5	46,6	37,9	37,3	47,2	mlz

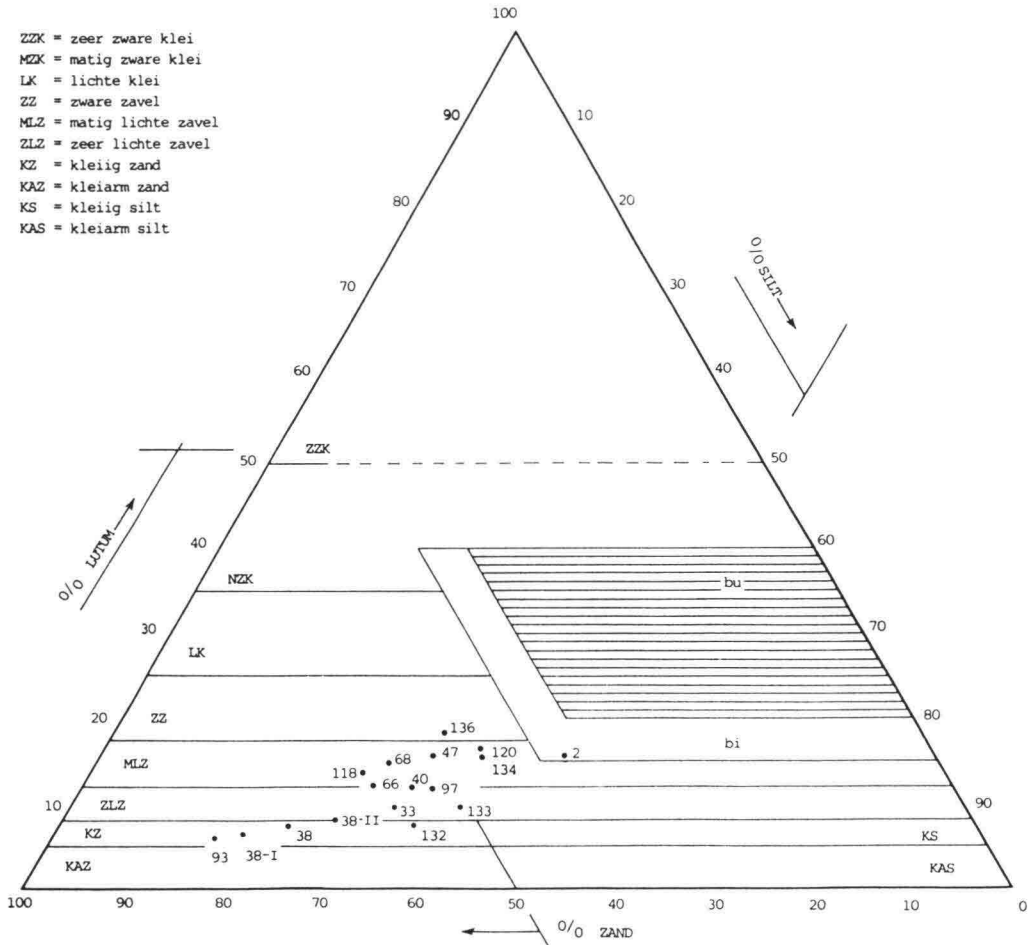
R = regio; H = Hondsbossche Zeewering; Z = Zeeland; F = Friesland;  
G = Groningen; zz = zware zavel; mlz = matig lichte zavel; zlz =  
zeer lichte zavel; kz = kleifig zand.

Tabel 3.1: Gehalte (%(m/m)) aan lutum, silt en zand volgens twee verschillende criteria (63 of 50 µm) en klasse-indeling volgens de zand-silt-lutumdriehoek (63 µm).

Classificatie van de opnamen volgens de zand-silt-lutumdriehoek (Steur et al. 1987) met de 63 µm grens levert de volgende indeling (zie ook figuur 3.1 en tabel 3.1):

- zware zavel (zz): 136 (gemeenschap X);
- matig lichte zavel (mlz): 97 (gemeenschap XI), 2 (gemeenschap XII), 120 (gemeenschap VII), 134 (gemeenschap IX), 47 (gemeenschap II), 40 (gemeenschap IV), 68 (gemeenschap VI), 66 (gemeenschap VIII), 118 (gemeenschap III);
- zeer lichte zavel (z lz): 133 (gemeenschap VI), 33 (gemeenschap V);
- kleifig zand (kz): 132 (gemeenschap VIII), 38 (gemeenschap IV), 93 (gemeenschap X).

Wanneer de 50 µm grens wordt aangehouden dan voldoen alleen de monsters uit opnamen 2 en 134 aan de voorgeschreven grenzen voor bodem-materiaal bij dijkverzwaringen voor binnentaluds in het bovenrivierengebied (cf Sykora & Liebrand, 1987). Aan de huidige materiaaleisen bij toepassing van klei in de dijkbouw in het benedenrivierengebied (Anonymus 1989b) ten aanzien van lutum en zandgehalte (63 µm) voor binnentaluds voldoet maar één monster: opname 2. Het betreft hier een tweede dijk nabij de Hondsbossche Zeewering met het Arrhenatheretum brizetosum met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*, waarin ook een aantal stroomdalsoorten groeien. Geen enkel monster voldoet aan de eisen voor binnentaluds.



Figuur 3.1: Kleidriehoek (zand-silt-lutum driehoek) met de onderzoekslocaties. De voorgeschreven grenzen (benedenrivieren) voor te gebruiken bodemmateriaal in de dijkbouw op buitentalud (bu) en binnentalud (bi) (Anonymus, 1989a) zijn aangegeven.

Gemiddeld over 12 bemonsterde eerste waterkeringen is er geen verschil in lutumgehalte tussen binnen- en buitentalud (tabel 3.2). Opname 93 is hier buiten beschouwing gelaten, omdat deze locatie niet representatief is vanwege opgebracht kleiig zand. Op twee locaties (Hondsbossche zeewering en Friesland) is het binnen- en buitentalud van hetzelfde dijktraject bemonsterd. Hier heeft het binnentalud een iets lager lutumaandeel.

Het lutumgehalte in de verschillende locaties varieert aanzienlijk (tabel 3.1), namelijk van kleiig zand (lutumgehalte 6,0 %) tot zware zavel (lutumgehalte 18,0 %). Het valt op dat zowel bodemmonsters van opnamen van soortenarme vegetaties (47, 118) als opnamen van soortenrijkere vegetaties

(136, 2) een relatief hoog lutumgehalte bezitten. Het lutumgehalte van twee monsters van opnamen die tot hetzelfde vegetatietype behoren kan aanzienlijk verschillen (zie tabel 3.1): bijvoorbeeld 7,3 % en 12 % in opname 38 en 40, (kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus*), 9,7 % en 14,7 % in 133 en 68 (verarmde kamgrasweide

talud	lutum	silt	zand	N
buitentalud	12,36 (2,7)	32,7	54,95	6
binnentalud	12,80 (3,3)	34,5	52,7	6
H: buitentalud	12,0	33,5	54,5	1
H: binnentalud	9,3	33,0	57,7	1
F: buitentalud	9,7	39,3	51,0	1
F: binnentalud	7,3	36,0	56,7	1

Tabel 3.2: Gemiddelde lutumfractie (%(m/m)) voor binnen- en buitentalud en het lutumgehalte van binnen- en buitenbeloop van twee dijkvakken. N = aantal opnamen; H = Hondsbossche Zeewering; F = Friesland.

met *Poa annua*), 7,3 % en 12,0 % in 132 en 66 (goed ontwikkelde kamgrasweide-variant met *Cynosurus cristatus*), en 6,0 % en 18,0 % in 93 en 136 (glanshaverhooiland met *Senecio erucifolius* en *Pulicaria dysenterica*). Of deze verschillen ook oecologisch van betekenis zijn is moeilijk te zeggen.

Hoofdgroep	Lutum	SD	Silt	SD	Zand	SD	N
<b>Arrhenatheretum</b> (opn. 134 t/m 2)	13,4	4,7	34,2	11,0	52,4	15,0	5
<b>Lolio-Cynoseuretum</b> (opn. 38 t/m 66)	11,1	3,3	32,9	5,2	56,1	6,8	8
<b>Poo-Lolietum</b> (opn. 47 + 118)	14,5	1,4	30,7	4,4	54,8	5,8	2

Tabel 3.3: gemiddeld gehalte (%(m/m)) aan lutum, silt en zand per hoofdgroep met standaarddeviatie (SD). N = aantal opnamen.

Met een enkelvoudige variantie-analyse is getoetst of de hoofdgroepen glanshaverhooilanden, kamgrasweiden en beemdgras-raaigrasweiden onderling verschillen in het gehalte aan lutum, silt en zand (tabel 3.3). Er blijken geen significante verschillen tussen de groepen te bestaan.

In tabel 3.4 zijn de gemiddelde waarden gegeven voor lutum-, zand-, en siltgehalte per regio. Hierbij is opname 93 weggelaten. Deze opname op een nog niet verzwaarde dijk bij Breskens

	lutum	SD	silt	SD	zand	SD	N
Groningen	13,4	1,9	29,6	0,3	57,1	2,3	2
Friesland	8,5	1,7	37,7	2,3	53,9	4,0	2
Zeeland	15,0	2,3	34,8	4,5	50,6	5,6	5
Hondsbossche Zeewering	11,9	3,7	34,1	8,2	54,0	11,3	5

Tabel 3.4: Gemiddelde gehalte (%(m/m)) aan lutum, silt, zand per regio, met weglating van opname 93. N = aantal opnamen; SD = standaarddeviatie.

vertoont in de bovenlaag een abnormaal hoge zandfractie en abnormaal lage lutumfractie. Het betreft hier waarschijnlijk een plaatselijk opgebrachte deklaag van kleiig zand.

Met een enkelvoudige variantie-analyse is aangetoond dat het lutumgehalte in Friesland significant lager is ( $p < 0,05$ ) dan in Zeeland en Groningen. Het aantal waarnemingen waarop dit onderscheid is gebaseerd is echter zeer klein. Met betrekking tot de silt- en zandfracties zijn geen verschillen tussen de regio's aangetoond.

### 3.1.2 Bodemchemische samenstelling

In tabel 3.5 zijn de chemische bodemparameters weergegeven.

G	opn	R	humus	kalk	pH-H <sub>2</sub> O	pH	Cl	N-tot	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P-Al	Pf	K	Mg	H <sub>2</sub> O
II	47	H	1,81	4,4	8,4	7,7	31	0,097	6,4	0,0	26	3,2	140,1	268	1,19
III	118	Z	2,97	8,9	7,9	7,5	1	0,133	5,7	0,0	56	2,3	107,4	79	1,55
IV	38	H	2,20	2,8	8,0	7,6	7	0,129	0,7	0,3	24	1,9	85,6	203	0,91
IV	40	H	1,78	4,4	8,2	7,7	8	0,109	6,4	0,0	17	0,8	112,3	211	1,19
V	33	H	2,00	3,6	8,0	7,7	3	0,108	3,5	0,0	17	0,4	85,9	120	1,15
VI	133	F	2,42	6,5	7,6	7,6	2	0,143	2,0	0,0	17	0,8	46,5	56	1,16
VI	68	G	2,36	7,4	7,9	7,7	1	0,125	0,0	0,0	32	1,0	108,0	122	1,40
VII	120	Z	2,69	8,9	8,0	7,7	3	0,140	5,3	0,0	18	0,5	133,7	135	1,52
VIII	132	F	2,45	6,3	7,6	7,6	1	0,132	0,7	0,0	18	0,8	37,8	48	1,17
VIII	66	G	4,35	4,4	7,3	7,3	1	0,260	17,0	0,0	48	3,5	86,7	67	1,45
IX	134	Z	2,17	7,3	7,9	7,6	1	0,132	2,8	0,0	18	0,3	91,3	64	1,75
X	93	Z	2,54	3,4	7,5	7,6	2	0,147	0,7	0,0	9	1,1	40,3	83	0,41
X	136	Z	1,97	7,4	7,9	7,7	1	0,112	1,4	0,0	13	0,2	103,0	80	1,55
XI	97	Z	3,38	8,6	7,5	7,5	1	0,201	7,8	0,0	42	0,9	47,1	88	1,62
XII	2	H	4,45	6,5	7,5	7,6	1	0,188	0,0	0,0	9	0,2	81,3	88	1,72

Opn= opnamennummer; R= regio (Groningen, Friesland, Zeeland, Hondsbossche Zeewering); G= gemeenschap; humus= humus gehalte (X(m/m)); kalk= CaCO<sub>3</sub>-gehalte (X(m/m)); pH= pH-CaCl<sub>2</sub>; Cl= chloride (mg Cl/100g); N-tot=stikstof totaal (gN/100g); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = minerale stikstof (mg N/kg); P-Al; fosfor totaal (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ 100g); Pf= fosfor in CaCl<sub>2</sub> (mg P/kg); K= kaliumgehalte (mg K/kg); Mg= magnesiumgehalte (mg Mg/kg); H<sub>2</sub>O= vochtgehalte (g H<sub>2</sub>O/100g).

Tabel 3.5: bodemchemische parameters

Uit toetsing met enkelvoudige variantie-analysen van verschillen tussen de hoofdgroepen bleek het gehalte aan beschikbaar fosfor (P-CaCl<sub>2</sub>) en aan chloride voor de beemdgras-raaigrasweiden significant ( $p < 0,01$ ) hoger te zijn dan voor de glanshaverhooilanden (tabel 3.6). Ook hier geldt dat het aantal waarnemingen voor wat betreft de beemdgras-raaigrasweiden gering is. Het significante verschil in chloride-gehalte komt voornamelijk door de hoge waarde in opname 47. Het verschil tussen de kamgrasweiden en beemdgras-raaigrasweiden is niet significant.

Ten aanzien van de andere bodemfactoren is er geen significant verschil tussen de groepen glanshaverhooilanden, kamgrasweiden en beemdgras-raaigrasweiden aangetoond. Aan de hand van de gegevens uit tabel 3.5 worden nu onderlinge verschillen tussen de locaties besproken.

Hoofdgroepen	Cl	SD	P	SD
<b>Arrhenatheretum</b> (IX - XII)	1,2	0,4	0,5	0,4
<b>Lolito-Cynosuretum</b> (IV - VIII)	3,3	2,7	1,2	1,0
<b>Poo-Lolietum</b> (II + III)	16,0	21,2	2,8	0,6

Tabel 3.6: Gehalte aan Chloride (mg Cl/100g) en fosfor (mg P/kg) per hoofdgroep. SD= standaarddeviatie; N= aantal opnamen.

## Chloride

Het Chloridegehalte in de bodem is relatief hoog in opname 47 (31 mg/100g), maar ook in opname 38 (7 mg/100g) en 40 (8 mg/100g). Het gaat hier in alle drie de gevallen om locaties op het buitentalud van de Hondsbossche Zeewering. Hier ondervindt de vegetatie veel hinder van aantasting door golfoploop of 'saltspray' op de west-noordwest geëxponeerde taluds. Vooral het noordelijke gedeelte van het Hondsbossche traject zou veel schade hebben van hoog oplopende golfslag in de winter, doordat hier het talud steiler is (mond. mededeling kantonier Dhr. Van Rosmalen). Ten tijde van de bemonstering was de vegetatie in opname 47 en 40 nagenoeg verdwenen, terwijl opname 38 gekenmerkt werd door een mozaïek van groene en verdorde plekken. Het is mogelijk dat hier bij de dijkverhoging verschillend kleimateriaal is gebruikt (mond. mededeling Dhr. Koopman, Waterschap Noord-Hollands Noorderkwartier). Bodemonsters op deze plekken tonen echter - gelet op de variatie in het totale materiaal - nauwelijks verschil in gehalten aan vocht, chloride en N-totaal (zie tabel 3.7). Ook de textuur is op deze diepte (2 - 12 cm onder het maaiveld) niet verschillend: beide monsters kunnen volgens de zand-silt-lutumdriehoek geclassificeerd worden als kleiig zand.

	Vocht (g H <sub>2</sub> O/100g)	C1 (mg/100g)	N-tot (g N/100g)	lutum	silt	zand
				(X(m/m))		
38-I (verdord)	0,82	9	0,124	6,6	21,9	74,2
38-II (niet verdord)	1,06	5	0,133	8,0	27,7	64,3

Tabel 3.7: Textuur en enkele bodemchemische parameters van twee plekken in opname 38 (Hondsbossche Zeewering).

## Nutriënten.

Het N-tot- en N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-gehalte wisselen sterk per locatie. Hoge waarden zijn niet gecorreleerd met soortenarmere graslanden. Uit enkelvoudige lineaire regressie met alle parameters en het soorten aantal als afhankelijke variable blijkt dat alleen het gehalte aan fosfaat (P-CaCl<sub>2</sub>) negatief is gecorreleerd (p < 0,05). De relatief hoge waarden in opname 66 voor N-tot, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P-AL en P-CaCl<sub>2</sub> (in de zomer geclassificeerd als goed ontwikkelde kamgrasweide met *Cynosurus cristatus*, gemeenschap VIII) kunnen het gevolg zijn van intensieve fosfaat en stikstofbemesting in het voorjaar.

Een aantal opnamen hebben hoge kalium- en magnesiumgehalten in vergelijking met de waarden voor gemeenschappen in het bovenrivierengebied. Voor kalium zijn dit opname 47 (verstoorde kamgrasweide, 140 mg/kg), 118 (beemdgrasraaigrasweide, 107 mg/kg), 40 (kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus*, 112 mg/kg), 68 (verarmde kamgrasweide met *Poa annua*, 108 mg/kg) en 120 (kamgrasweide-variant met *Medicago arabica*, 134 mg/kg), waarvan de waarde overeenkomt met het Poo-Lolietum in het bovenrivierengebied; voor magnesium de opnamen 47, 38 en 40 (respectievelijk verstoorde kamgrasweide en kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus*), op het buitentalud van de Hondsbossche Zeewering.

Organische stof, kalkgehalte en zuurgraad

Opname 66 en opname 2, beide gesitueerd op tweede dijken vertonen de hoogste humuswaarde (respectievelijk 4,35 en 4,45). Verder verschilt het humusgehalte weinig in de diverse locaties variërend van 1,78 tot 3,38 %. In tabel 3.8 is de C/N-verhouding berekend. Dit quotiënt is een maat voor de mineralisatiegraad: een lage waarde betekent dat de humus makkelijk gemineraliseerd wordt. De C/N-verhouding varieert in de diverse locaties van 9,5 tot 13,7. Dit houdt in dat er een snelle mineralisatie plaats vindt en deze geen belemmering vormt voor de nutriëntenvoorziening. Opname 2 heeft een iets hogere waarde dan opname 66, dus een iets langzamere mineralisatie van het aanwezige organische materiaal.

gemeenschap	opname	humus	C	C/N
II	47	1,81	1,05	10,8
III	118	2,79	1,72	12,9
IV	38	2,20	1,28	9,8
IV	40	1,78	1,03	9,5
V	33	2,00	1,16	10,7
VI	133	2,42	1,40	9,8
VI	68	2,36	1,37	10,9
VII	120	2,69	1,56	11,1
VIII	132	2,45	1,42	10,8
VIII	66	4,35	2,52	9,7
IX	134	2,17	1,26	9,5
X	93	2,54	1,47	10,0
X	136	1,97	1,14	10,2
XI	97	3,38	1,96	9,8
XII	2	4,45	2,58	13,7

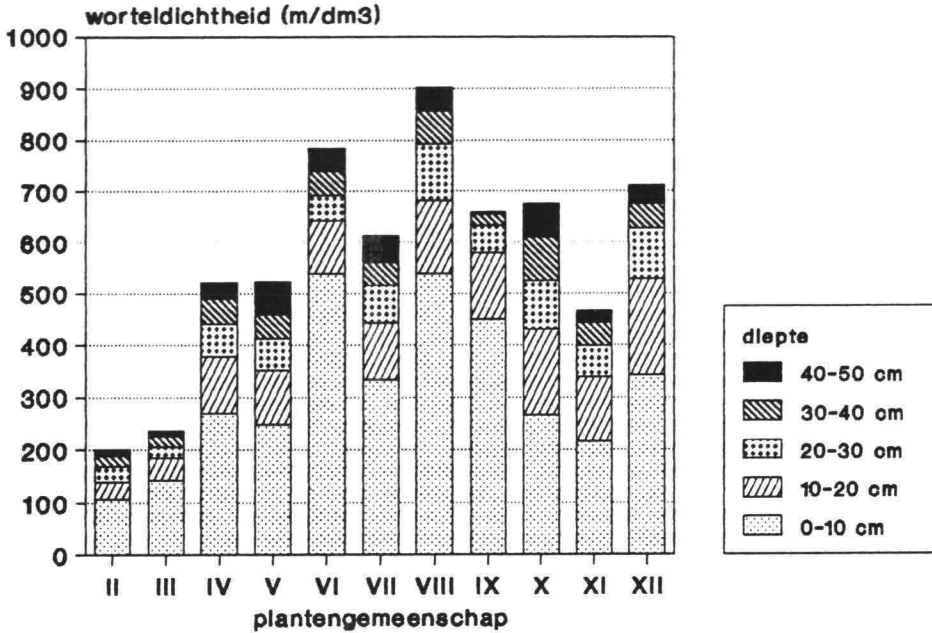
Tabel 3.8: Humusgehalte (%(m/m), koolstofgehalte (% C), C/N verhouding

Het kalkgehalte varieert van 2.8 tot 8.9 %. Classificatie naar het kalkgehalte volgens ontwerpnorm NEN 5104 (Anonymus 1989a, zie ook bijlage 3) betekent dat alle monsters omschreven worden als kalkrijk materiaal. Een kalkrijke bodem vormt een goed uitgangspunt voor een soortenrijke vegetatie. De aanwezigheid van kalk komt tot uiting in de neutrale tot zwakbasische pH, zoals hier in alle locaties is gemeten.

## 3.2 Worteldichtheid en wortelverdeling

### 3.2.1 Wortellengte

De gemiddelde wortellengte per gemeenschap als maat voor de worteldichtheid is weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2: Gemiddelde wortellengte per plantengemeenschap. Gegeven is de cumulatieve lengte gemiddeld over twee boringen in het profiel van 0-50 cm. De hoeveelheden op de verschillende dieptes (m/dm<sup>3</sup>) zijn met arceringen aangegeven.

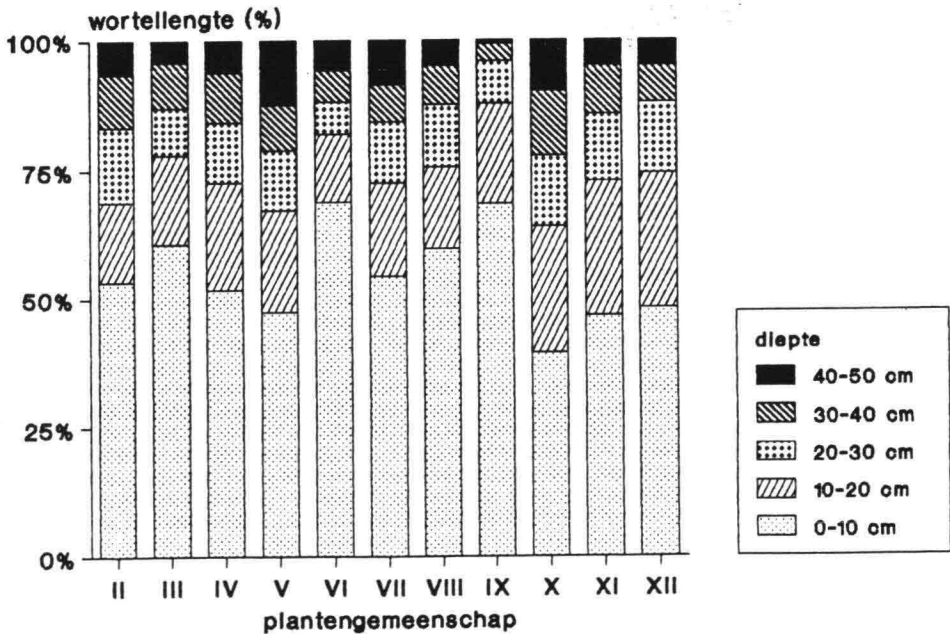
De opnamen van gemeenschap II (verstoorde kamgrasweide) en III (beemdgras-raaigrasweide) hebben een veel lagere worteldichtheid dan de opnamen van andere gemeenschappen. Met een enkelvoudige variantie-analyse is het verschil getoetst tussen deze twee gemeenschappen en alle andere gemeenschappen te zamen. Het blijkt dat in gemeenschap II en III zowel de totale wortellengte ( $p < 0,001$ ) als de lengte per laag ( $p < 0,01$ ) significant lager is dan de gemiddelde waarden in de andere gemeenschappen.

Binnen de kamgrasweiden (gemeenschap IV-VIII) hebben de varianten met *Plantago coronopus* (gemeenschap IV), *Ononis repens* (gemeenschap V) en *Medicago arabica* (gemeenschap VII) lagere wortellengten op een diepte van 0-10 cm dan de kamgrasweide met *Poa annua* (gemeenschap VI) en de goed ontwikkelde kamgrasweide met *Cynosurus cristatus* (gemeenschap VIII), die in vergelijking met de andere locaties een hoge worteldichtheid vertonen. De waarden op een diepte van 10-20 cm, 20-30 cm en 30-40 cm verschillen minder sterk. Gemeenschap VIII heeft vrijwel over het gehele profiel relatief hoge waarden. De variant met *Ononis repens* heeft een relatief grote wortellengte

in de laag 40-50 cm. Uit een enkelvoudige variantie-analyse tussen de soortenrijkere kamgrasweide (gemeenschap VIII) en de andere kamgrasweide-varianten te zamen, blijkt dat in deze gemeenschap de totale wortellengte en de lengtes op een diepte van 0-10 cm en 20-30 cm significant hoger zijn ( $p < 0,05$ ) dan de gemiddelde waarden voor de andere varianten. Met een enkelvoudige variantie-analyse van de waarden in gemeenschap VI (verarmde kamgrasweide met *Poa annua*) en de varianten IV, V en VII, is geen significant onderscheid aangetoond.

De opnamen van de glanshaverhooilanden vertonen - met uitzondering van gemeenschap IX - een relatief lage worteldichtheid op een diepte van 0-10 cm, maar hogere waarden op een diepte van 10-20 cm, en met name in gemeenschap X (*Arrhenatheretum brizetosum* met *Pulicaria dysenterica* en *Senecio erucifolius*) ook op een diepte van 30-50 cm. Gemeenschap XI (min of meer verruigd glanshaverhooiland met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*) heeft op alle dieptes een relatief lage worteldichtheid. Gemeenschap IX, verarmd *Arrhenatheretum* met beweidingsinvloed wordt gekenmerkt door relatief grote wortellengte in laag 1 (0-10 cm), met een lage worteldichtheid in laag 4 en 5 (30-50 cm). In de opname van het goed ontwikkeld *Arrhenatheretum* met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus* (gemeenschap XII) is in vergelijking met de glanshaverhooilanden de totale wortellengte het grootst.

In figuur 3.3 is de procentuele verdeling van de wortellengte over het wortelprofiel in de verschillende opnamen weergegeven.



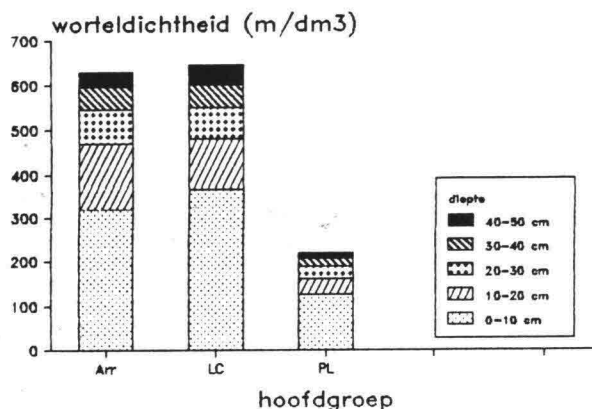
Figuur 3.3: Procentuele verdeling van de wortellengte per laag over het profiel 0-50 cm.



Met een enkelvoudige variantie-analyse, ditmaal met een arcsinus-transformatie voor de percentages, is de gemiddelde procentuele verdeling van de wortellengte in gemeenschap X, XI en XII (glanshaverhooilanden) getoetst ten opzichte van de gemiddelde verdeling in gemeenschap VI en VIII (kamgrasweide-varianten). Hieruit blijkt dat het percentage wortels in de drie opnamen van de glanshaverhooilanden significant lager is op een diepte van 0-10 cm ( $p < 0.01$ ) en significant hoger op een diepte van 10-20 cm ( $p < 0.001$ ) in vergelijking met de opnamen van gemeenschap VI en VIII. De relatieve wortellengte in gemeenschap IV, VI en VII is op een diepte van 0-10 cm laag in vergelijking met de andere kamgrasweiden. De wortelverdeling van de beemdgras-raaigrasweide (gemeenschap III) komt overeen met die van kamgrasweide-variant VIII. Het lage wortelgehalte in de opname van gemeenschap II (verstoorde kamgrasweide/beemdgras-raaigrasweide) blijkt regelmatig over het profiel te zijn verdeeld.

In figuur 3.4 wordt de gemiddelde wortellengte gegeven voor de glanshaverhooilanden (gemeenschap IX-XII), kamgrasweiden (gemeenschap IV-VIII) en beemdgras-raaigrasweiden (gemeenschap II-III).

De gemiddelde worteldichtheid in de opnamen van de beemdgras-raaigrasweiden verschilt, zowel wat betreft de totale lengte als de lengte per diepte, significant van die in de glanshaverhooilanden en kamgrasweiden. Dit is getoetst met een enkelvoudige variantie-analyse ( $p < 0,01$ ). Er is geen significant verschil aangetoond in de totale wortellengte en de wortellengte per laag tussen kamgrasweiden en glanshaverhooilanden. Anders ligt het bij de procentuele verdeling van de wortellengte over beide groepen (tabel 3.9). Het blijkt dat de relatieve wortellengte op een diepte van 10-20 cm in de glanshaverhooilanden significant hoger is dan in de kamgrasweiden. Dit is getoetst met een enkelvoudige variantie-analyse met een arcsinus-transformatie voor de percentages ( $p < 0.005$ ). Het verschil op de andere dieptes is niet significant. Beemdgras-raaigrasweiden en kamgrasweiden hebben dezelfde wortelverdeling.



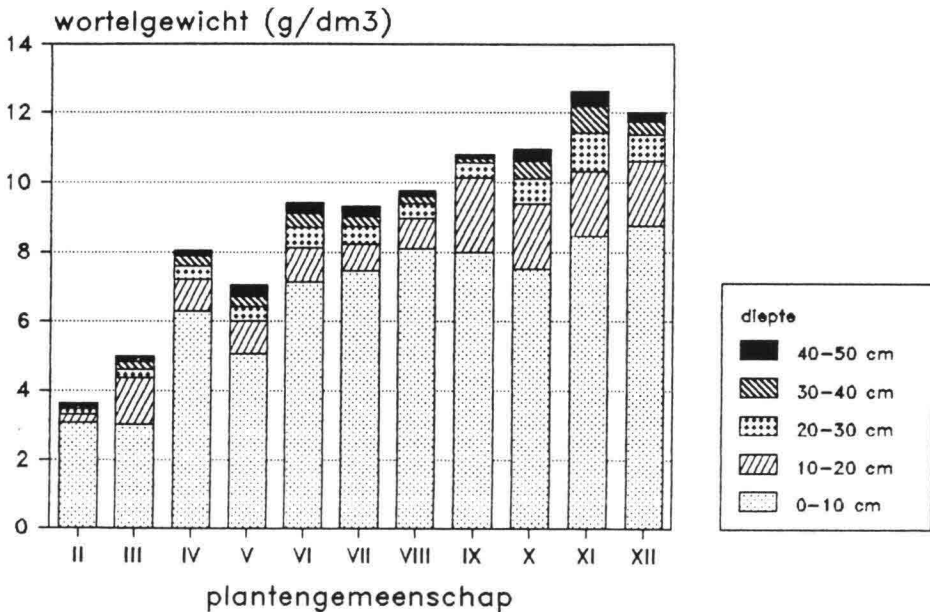
Figuur 3.4: Gemiddelde worteldichtheid ( $m/dm^3$ ) per hoofdgroep. Arr= *Arrhenatheretum* (glanshaverhooiland); LC= *Lolio-Cynosuretum* (kamgrasweide); PL= *Poo-Lolietum* (beemdgras-raaigrasweide).

diepte	glanshaver- hooiland	kamgrasweide	beemdgras- raaigrasweide
0-10 cm	50 %	57 %	58 %
10-20 cm	23 %	18 %	16 %
20-30 cm	12 %	11 %	12 %
30-40 cm	8 %	8 %	9 %
40-50 cm	7 %	7 %	5 %

Tabel 3.9: Procentuele verdeling over het wortelprofiel van de gemiddelde worteldichtheid ( $m/dm^3$ ) per hoofdgroep.

### 3.2.2 Wortelgewicht

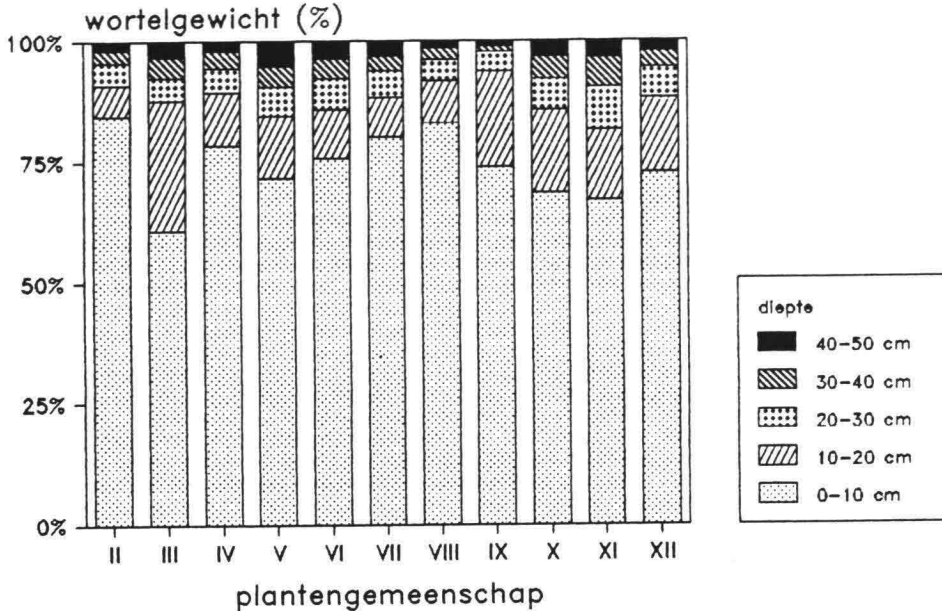
In figuur 3.5 wordt de gemiddelde worteldichtheid per opname weergegeven, nu uitgedrukt in drooggewicht per volume grond.



Figuur 3.5: Wortelgewicht per gemeenschap. Het gemiddelde drooggewicht per laag over twee boringen ( $g/dm^3$ ) is met arceringen cumulatief weergegeven.

Het totale wortelgewicht per gemeenschap laat een iets ander beeld zien dan bij de totale wortellengte (vergelijk figuur 3.2). De opnamen van de glanshaverhooilanden vertonen nu relatief hogere waarden dan de kamgrasweide-varianten. Gemeenschap VIII goed ontwikkelde kamgrasweide, heeft op de diepten 10-50 een lager wortelgewicht dan men op grond van de wortellengte zou verwachten. Deze waarde is in die gemeenschap praktisch in elke laag relatief hoog. Deze gemeenschap zou derhalve gekenmerkt worden door

een pakket fijne wortels. In de glanshavergemeenschappen X, XI en XII, met relatief hoge wortelgewichten en kleine wortellengten in met name de eerste laag (0-10 cm), zal het wortelpakket ook dikkere wortels bevatten. Dit verschil in wortellengte en wortelgewicht is opvallend in gemeenschap XI, een min of meer verruigd glanshaverhooiland.

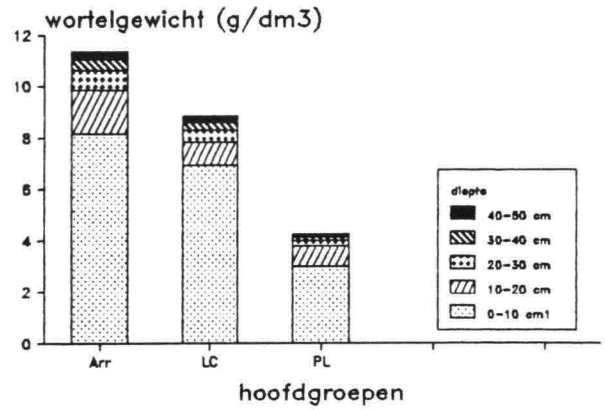


Figuur 3.6: procentuele verdeling van het wortelgewicht ( $g/dm^3$ ) per gemeenschap.

In figuur 3.6 is het relatieve wortelgewicht weergegeven. Opvallend is het grote verschil in wortelgewicht tussen laag 1 (0-10 cm) en de volgende lagen. Voor gemeenschap II en III komt respectievelijk 82% en 62% van het totale wortelgewicht in de bovenste laag voor. Voor gemeenschap IV en V is dit respectievelijk 77% en 71%, voor gemeenschap VI en VII respectievelijk 75% en 78% en voor gemeenschap VIII en IX respectievelijk 80% en 74%. Voor de glanshavergemeenschappen X, XI en XII bedraagt dit percentage 70%, 68% en 73%. De verdeling van de hoeveelheid wortels in gemeenschap V lijkt op die in gemeenschap 12.

In figuur 3.7 is het gemiddelde wortelgewicht weergegeven voor de opnamen van glanshaverhooilanden, kamgrasweiden en beemdgras-raaigrasweiden. Evenals bij de totale wortellengte verschilt het totale wortelgewicht in de beemdgras-raaigrasweiden significant van het wortelgewicht in glanshaverhooilanden en kamgrasweiden te zamen (enkelvoudige variantie analyse,  $p < 0,001$ ). Op een diepte van 0-10 cm en 20-30 cm is ook significant verschil aangetoond tussen beemdgras-raaigrasweiden enerzijds en kamgrasweiden/glanshaverhooilanden anderzijds ( $p < 0,01$ ). Op de dieptes 10-20 cm, 30-40 cm en 40-50 cm is er geen significant verschil tussen deze groepen. Het verschil in het totale wortelgewicht tussen glanshaverhooilanden en kamgrasweiden is niet significant. In de laag 10-20 cm is het wortelgewicht in de glanshaverhooilanden

wel significant hoger ( $p < 0.05$ ) dan in de kamgrasweiden. Met betrekking tot de procentuele verdeling van het wortelgewicht bestaat er geen significant onderscheid tussen de hoofdgroepen.



Figuur 3.7: Gemiddeld wortelgewicht ( $g/dm^3$ ) per hoofdgroep, cumulatief over de verschillende dieptes. Arr= Arrhenatheretum, LC= Lolio-Cynosuretum, PL= Poo-Lolietum.

### 3.3 Bedekking en dichtheid van de zode

In tabel 3.10 zijn de resultaten weergegeven van de metingen van bladfrequentie in een raster en aanwezigheidsfrequentie van bewortelde spruiten met de raampjesmethode.

De bladfrequentie is in feite een maat voor de bezettingsgraad. Deze geeft aan welk gedeelte van de bodem door de basale delen van de plant wordt ingenomen. Hier wordt de bladfrequentie gehanteerd als een maat voor de bedekking van de grasmat. Bij de metingen met de raampjesmethode geeft de aanwezigheidsfrequentie (F%) van de stengels in de diverse ringen een indruk van aantal en grootte van open plekken in een opname. Ook zijn de absentiepercentages (100-F%) bepaald en logaritmisch uitgezet tegen de straal van de raampjes. De helling van de aldus verkregen curve is een maat voor de holheid van de zode: een grotere helling betekent een dichtere zode (Kreuz 1969).

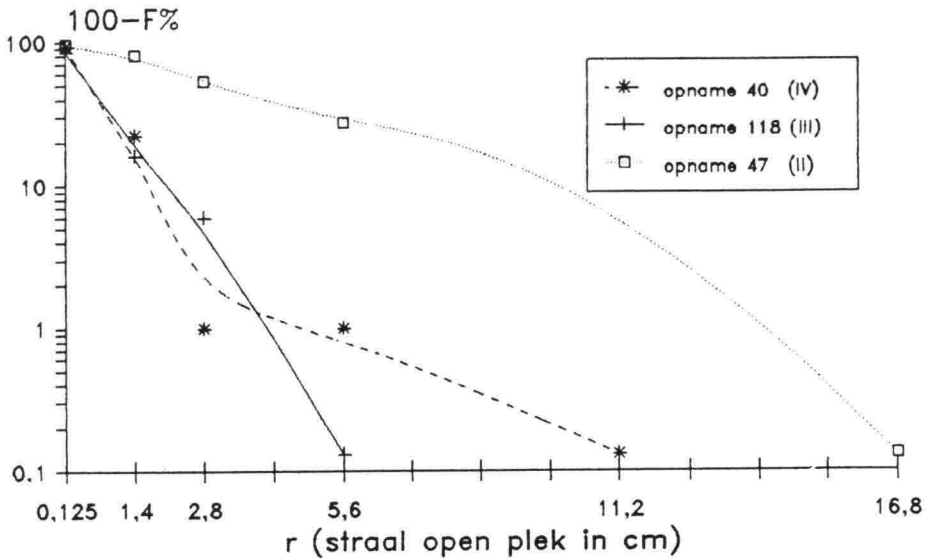
Gemeen- schap	Opname	Bedek- king	Aanwezigheidsfrequentie (F%)					
			r<0,125	r<1,4	r<2,8	r<5,6	r<11,2	r<16,0
II	47	30 %	4	15	28	26	15	12
III	118	92 %	15	69	10	6	0	0
IV	40	77 %	7	71	21	0	1	0
V	33	93 %	18	71	11	0	0	0
VI	133	97 %	30	70	0	0	0	0
VI	68	94 %	31	68	1	0	0	0
VII	120	98 %	31	65	4	0	0	0
VIII	66	96 %	47	53	0	0	0	0
VIII	132	95 %	25	74	1	0	0	0
IX	134	86 %	18	73	9	0	0	0
X	93	82 %	30	63	7	0	0	0
XI	97	90 %	28	45	20	6	0	1
XII	2	79 %	8	48	36	8	0	0
Arr		84,3%	21	57	18	3	0	0
LC (-opn. 40)		95,5%	25	67	5	0	0	0

Arr= Arrhenatheretum (glanshaverhooiland, gemiddelde percentages van opnamen 134, 93, 97, 2); LC = Lolio-Cynosuretum (kamgrasweide, gemiddelde percentages van opnamen 33, 133, 68, 120, 66, 132)

Tabel 3.10: Gemiddelde bladfrequentie over 4 metingen op 2 cm boven maaiveldniveau (bedekking) en aanwezigheidsfrequentie bewortelde plantbasis (F%) in raampjes met straal r.

De bedekking in opname 47 (mechanisch verstoorde kamgrasweide net boven de asfaltglooiing) is zeer laag (30% bezettingsgraad). Er komen relatief veel grote open plekken voor (15 % met een straal tussen 5,6 en 11,2 cm, 12 % tussen 11,2 en 16,0 cm). De absentie-frequentie curve (figuur 3.8) verloopt dan ook erg vlak, hetgeen duidt op een open zode. Opname 118 (beemdgras-raaigrasweide) heeft een goede bedekking, maar er komen toch open plekken voor met een straal van 2,8 - 5,6 cm. Opname 40 (kamgrasweide met *Plantago coronopus*) heeft weliswaar een relatief lage bedekking (77 %), maar een redelijke zodekwaliteit, waarbij open plekken groter dan 5,6 cm sporadisch voorkomen. De curve heeft een iets steiler verloop dan bij opname 118 (zie figuur 3.8).

verstoorde kamgrasweide/  
beemdgras-raaigrasweide

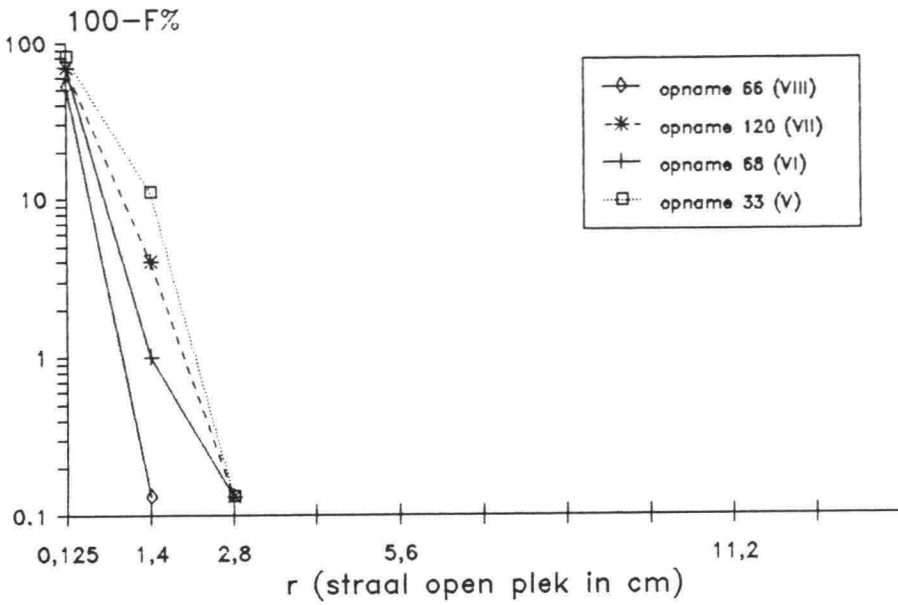


Figuur 3.8: Absentie-frequentiecurven van opnamen van verstoorde kamgrasweide/beemdgras-raaigrasweide, als maat voor de dichtheid van de zode

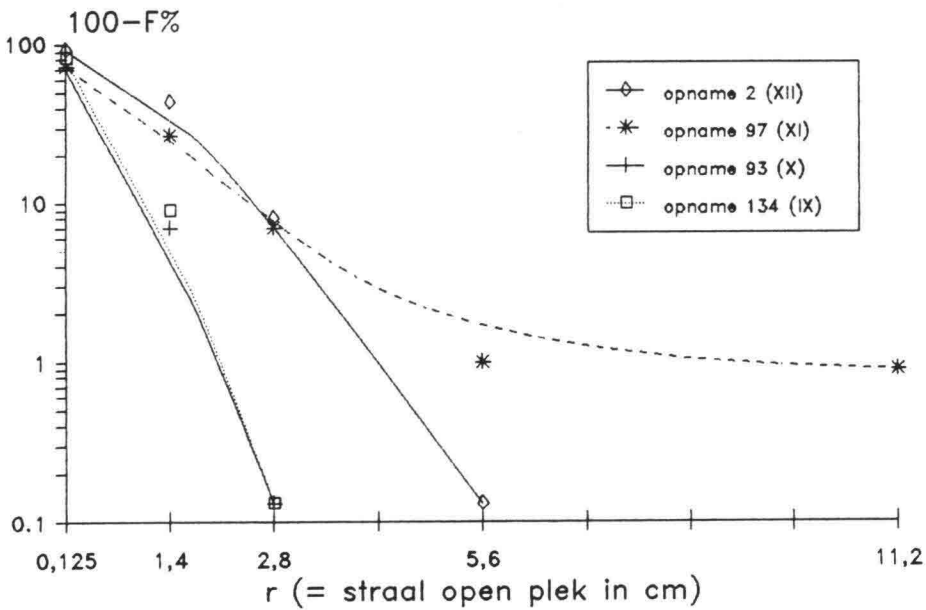
Afgezien van opname 40 is de bedekking in de kamgrasweiden hoog, variërend van 93 % tot 98 %, en is de zode dicht met weinig open plekken. De absentie-frequentiecurves verlopen steil in vergelijking met de glanshaverhooilanden (figuur 3.9 en 3.10). Met name opname 66 (goed ontwikkelde kamgrasweide met *Cynosurus cristatus*) heeft een dichte zode. Opname 33 (kamgrasweide met *Plantago coronopus*) heeft een hoge bedekking, maar een iets minder dichte zode (11 % van de opname bevat open plekken met een straal tussen 1,4 en 2,8 cm).

De bedekking in de glanshaverhooilanden varieert van 79 % tot 90 %. De gemiddelde bedekking (84,3 %) is significant lager dan bij de kamgrasweiden (95,5 %). Dit is getoetst met een enkelvoudige variantieanalyse ( $p < 0,05$ ). In opname 134 (verarmd *Arrhenatheretum* met beweidinginvloed) en 93 (goed ontwikkeld *Arrhenatheretum* met *Pulicaria dysenterica* en *Senecio erucifolius*) is de zodekwaliteit relatief goed, terwijl in opname 97 (min of meer verzuimd hooiland met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*) de bedekking hoog is, maar de zode is minder dicht en er komen meer open plekken ( $r > 2,8$  cm) voor. Ook in opname 2 (*Arrhenatheretum brizetosum* met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*) is de zode minder dicht (36 % open plekken met straal 1,4 - 2,8) en ook de bedekking relatief laag. De curves van deze opnamen verschillen duidelijk met die van opname 134 en 93 (figuur 3.10), waarvan het verloop overeenkomt met dat van de kamgrasweiden.

### kamgrasweiden

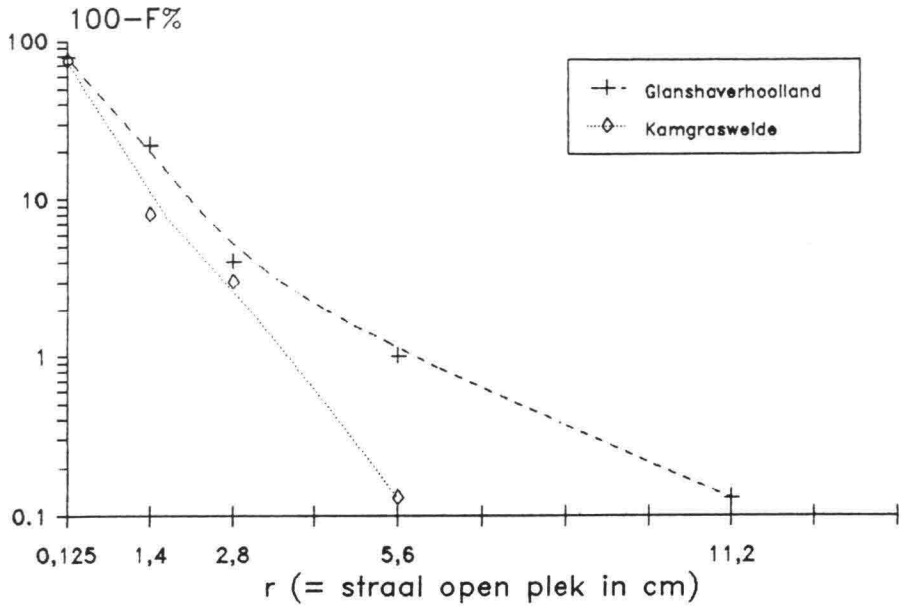


### glanshaverhooilanden



Figuur 3.9 en 3.10: Absentie-frequentiecurven van afzonderlijke opnamen van kamgrasweiden en glanshaverhooilanden.

glanshaverhooiland/kamgrasweide



(kamgrasweide - opname 40)

*Figuur 3.11: absentie-frequentiecurve voor gemiddelde waarden van de opnamen van glanshaverhooiland en kamgrasweide*

De curves van kamgrasweiden en glanshaverhooilanden met de gemiddelde absentie-percentages ontlopen elkaar niet veel. De holheid van de zode verschilt gemiddeld dus weinig tussen beide typen.



## 4. Discussie

### 4.1 Bodem

Geen enkel monster voldoet aan de materiaaleisen voor de toepassing van klei op buitentaluds, zoals opgesteld voor het benedenrivierengebied door de projectgroep 'Eisen Klei' van werkgroep B van de T.A.W. (Anonymus 1989b) en maar één monster aan de eisen voor binnentaluds, afkomstig van een opname op de tweede zeedijk nabij de Hondsbossche Zeewering, begroeid met een soortenrijk glanshaverhooiland. Genoemde eisen zijn opgesteld voor een diepte van meer dan 30 cm, terwijl de bodems bemonsterd zijn op een diepte van 2 - 12 cm, waar door inwerking van wortelgroei en humusvorming de lutumfractie minder hoog kan zijn. Uit bodemonderzoek van dijken in het bovenrivierengebied (Sykora & Liebrand, 1987) blijkt het lutum-gehalte in de laag 22 - 32 cm maar gemiddeld 8 % hoger te zijn dan in de bovenlaag van 2 - 12 cm. Indien dit verschil ook voor zeedijken geldt blijven de monsters wat betreft het lutumgehalte onder de norm van de projectgroep 'Eisen Klei'.

Gemiddeld over de 15 bemonsterde locaties is er geen verschil gevonden tussen de lutumfractie op buitentaluds en binnentaluds. Op twee plaatsen werd op dezelfde dijk wel een verschil in lutumgehalte waargenomen: op het binnentalud was de fractie iets lager (ongeveer 3 %).

De lutumfractie van monsters in Friesland is lager dan die van monsters in Zeeland en Groningen. Door het gering aantal waarnemingen kan dit echter niet als een algemeen geldende conclusie worden opgevat.

In dit onderzoek kon geen verband tussen vegetatietype en bodemtextuur worden aangetoond. Het lutumgehalte (6 % - 18 %) is relatief laag in vergelijking met het bovenrivierengebied waar ongeveer 2/3 van de locaties op matig lichte tot zware zavel voorkomen (lutumgehalte 12 % - 25 %). Hier wordt nog goed ontwikkeld soortenrijk stroomdalgrasland aangetroffen op zware zavel met een lutumgehalte van 23 % (laag 2-12 cm) (Sykora en Liebrand 1987). Overigens verschillen de gevonden stroomdalgemeenschappen onderling nogal in lutumgehalte, dat blijkbaar van invloed is op de soortensamenstelling. Verschillende soorten hebben een voorkeur voor lichtere gronden. Ook kalkrijkdom is gunstig voor ontwikkeling van soortenrijke vegetaties. De bemonsterde locaties variëren in kalkgehalte van 2,8 - 8,6 %. In het bovenrivierengebied is dit 1,4 - 5,4 %. Zowel lutumaandeel als kalkgehalte vormen op zeedijken een goed uitgangspunt voor het ontstaan van soortenrijke graslanden. Dat soortenrijke vegetaties maar weinig voorkomen op de zeedijken is het gevolg van het intensieve beheer op de meeste dijktrajecten (inzaaien, N- en P-bemesting, intensieve schapenbeweiding). Wellicht komt een mogelijke variatie door verschil in lutumgehalte door deze overheersende factor niet tot uitdrukking.

Een relatief hoog chloride-gehalte wordt aangetroffen in de opnamen op het buitentalud van de Hondsbossche zeewering (47, 40 en 38), die veel invloed ondervinden van sterke golfoploop en zoutaanvoer, wat tot uiting komt in de slechte staat van de grasmat ten tijde van bemonstering. De verhoogde golfoploop is waarschijnlijk het gevolg van de steilte van het talud in samenhang met een sterkere golfontwikkeling vlak voor de zeedijk. In opname 47, waar de mechanische aantasting door het vullen van gaten in het voorjaar wordt hersteld, ontwikkelt zich in het gunstige seizoen onder een gazonbeheer met intensieve bemesting en inzaai een pioniervegetatie met veel open plekken. Opname 40 (geen bemesting en hooien) vertegenwoordigt echter in de zomer een kruidenrijke, goed bedekkende vegetatie, terwijl opname 38

(beweid en bemest) tot een matig ontwikkelde kamgrasweide behoort, waar de verdorde plekken zich in de zomer enigszins hebben hersteld. In deze opnamen komt *Plantago coronopus* veel voor, kenmerkend voor een dynamisch milieu. De afwisseling van omgevingsfactoren (zout-zoet, mechanische aantasting) in samenhang met het beheer kunnen de oorzaak zijn voor afsterving van de zode in de winter, en een onvoldoende herstel in de zomer. De bodemtextuur lijkt hierbij van weinig invloed te zijn. Nader onderzoek naar samenhang tussen vegetatie, beheer en omgevingsfactoren lijkt hier gewenst.

Hoge waarden voor stikstof, fosfaat, kalium en magnesium kunnen worden toegeschreven aan de intensieve bemesting. Daarbij is alleen het fosfaatgehalte negatief gecorreleerd met soortenrijkdom. Hieruit kan worden geconcludeerd dat fosfaat waarschijnlijk limiterend is. De kalium- en magnesiumgehalten komen overeen met het gehalte in beemdgrasraaigrasweiden in het bovenrivierengebied. De waarden voor het humusgehalte (1,78 - 3,38 %) zijn in het algemeen iets lager dan de gemiddelde gehalten in de gemeenschappen in het bovenrivierengebied, variërend van 3,1 tot 5,2 % (Sykora en Liebrand 1987). Uit de gemiddeld lage waarden voor de C/N-verhouding is af te leiden dat er over het algemeen een snelle mineralisatie optreedt, die geen belemmering vormt voor de nutriëntenvoorziening.

#### 4.2 Doorworteling

De worteldichtheid (wortellengte en wortelgewicht) is het laagst in opnamen 47 op het buitentalud van de Hondsbossche Zeewering (verstoorde kamgrasweide met pionierplanten) en opname 118 in Zeeland van een intensief beweid en bemeste beemdgras-raaigrasweide. Zoals vermeld is de pioniervegetatie van opname 47 vooral het gevolg van de hoge milieudynamiek (sterke golfploop, wisselend zout-zoet), waardoor zich geen gesloten vegetatiedek kan ontwikkelen. De slechte doorworteling is daar een uiting van. In hoeverre het beheer hierbij van invloed is moet nader worden onderzocht.

De lage worteldichtheid in opname 118 kan worden toegeschreven aan intensieve bemesting en beweiding. Bemesting verhoogt de bovengrondse productie, hetgeen echter leidt tot een sterke afname van de doorworteling en dichtheid van de zode (Prins 1983, Sibma & Ennik 1988, Minderhoud 1989).

Tussen de opnamen van kamgrasweiden en glanshaverhooilanden bestaat geen verschil in de gemiddelde totale wortellengte over het bemonsterde wortelprofiel. De wortelverdeling verschilt wel: de kamgrasweiden hebben een relatief hoge worteldichtheid (wortellengte /volume) in de bovenste laag van 0-10 cm, waarna de dichtheid snel afneemt. Dit is het gevolg van beweiding. De (beter ontwikkelde) glanshaverhooilanden hebben ten opzichte van de kamgrasweiden een relatief lage dichtheid van 0-10 cm, en een duidelijk hogere dichtheid (wortellengte/volume) op een diepte van 10-20 cm, die daarna minder snel afneemt. Dit is bij de dijkgraslanden in het bovenrivierengebied niet het geval. Bij de procentuele verdeling van de wortels (wortellengte) over de bodemdiepte in het goed ontwikkeld glanshaverhooiland met *Pulicaria dysenterica* en *Senecio erucifolius* (opname 93 en 136 in Zeeland) komen in vergelijking met de erosiebestendige stroomdalgraslanden op dijken in het bovenrivierengebied hogere percentages voor op dieptes van 20-50 cm, maar een lagere waarde in de laag 0-10 cm.

Het gemiddelde wortelgewicht in opnamen van glanshaverhooilanden is relatief hoger dan in de kamgrasweiden, wat wijst op een groffer wortelpakket in de hooilanden.

Omdat van elke gemeenschap maar 1 à 2 opnamen zijn bemonsterd zijn de verschillen tussen de varianten binnen de kamgrasweiden en glanshaver-gemeenschappen niet statistisch getoetst. Enkele markante verschillen worden hier besproken.

In de extensief beheerde, soortenrijke varianten, i.e. gemeenschap VIII (*Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* met *Cynosurus cristatus*, opname 132 en 66), gemeenschap X (*Arrhenatheretum brizetosum* met *Pulicaria dysenterica* en *Senecio erucifolius*, opname 93 en 136) en gemeenschap XII (*Arrhenatheretum brizetosum* met *Galium verum* en *Ranunculus bulbosus*, opname 2), is de worteldichtheid (wortellengte/volume) relatief hoog. Dit is waarschijnlijk het gevolg van lage of ontbrekende N-bemesting in deze gemeenschappen. Uit veldproeven met Engels raaigras (*Lolium perenne*) bleek de maximale wortelproductie te worden bereikt bij een laag niveau van N-bemesting (Sibma & Ennik, 1988).

Opname 68 en 133 (gemeenschap VI, verarmde kamgrasweide-variant met *Poa annua*) worden vrij intensief bemest en beweid. In vergelijking met de andere varianten is de worteldichtheid hoog, maar de hoeveelheid wortels (69 %) zit vooral in de bovenlaag (0-10 cm) en neemt daarna snel af. De opnamen van gemeenschap X onderscheiden zich door een gelijkmatige wortelverdeling over de bodemdikte.

Opname 40 en 38 (gemeenschap IV, kamgrasweide-variant met *Plantago coronopus*) liggen evenals de eerder beproven opname 47 op het buitentalud van de Hondsbossche Zeewering. De relatief lage worteldichtheid hangt samen met de hoge milieudynamiek. Een vegetatie die elk jaar in de winter afsterft maakt niet makkelijk veel wortels. Opname 33 (gemeenschap V, *Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae* met *Ononis spinosa* en *Trifolium pratense*) is gelokaliseerd op een twee jaar uit beweiding genomen binnentalud van de Hondsbossche Zeewering. De totale worteldichtheid is relatief laag, maar de wortelverdeling komt overeen met die van een glanshaverhooiland met een hoog percentage wortels op een diepte van 40-50 cm.

In opname 134 (gemeenschap IX, *Arrhenatheretum brizetosum*, verarmde vorm) vindt nog enige beweiding plaats, wat waarschijnlijk de hoge worteldichtheid in de bovenste en zeer lage dichtheid in de onderste lagen van het wortelprofiel verklaart. Opname 97 tenslotte (gemeenschap IX, *Arrhenatheretum brizetosum/picridetosum* met *Festuca arundinacea* en *Malva sylvestris*), gekenmerkt door een onzorgvuldig maaibeheer, heeft een relatief kleine wortellengte en hoog wortelgewicht, wat wijst op een grof wortelpakket.

#### 4.3 Bedekking en zodekwaliteit

Afgezien van twee opnamen op het buitentalud van de Hondsbossche Zeewering (opname 47 en 40) is de bedekking van de bemonsterde locaties goed. De kamgrasweiden hebben gemiddeld een hogere bedekking dan de glanshaver-gemeenschappen en vallen in de in het rapport Erosiebestendigheid van gras op kleitaluds (Anonymus 1984) omschreven categorie 'zeer goed' (> 90 %). De bedekking in de glanshaver-gemeenschappen kan als 'goed' (80-85 %) worden beschouwd. Opname 40 valt met een bedekking van 77% in de categorie 'matig'. Ter vergelijking: in het bovenriviereengebied varieert de gemiddelde bedekking in voedselrijke weilanden van 71,5 % tot 94,5 % en in de schrale hooilanden van 70,0 % tot 94,5 %.

De kamgrasweiden hebben een dichte zode met weinig open plekken groter dan 2,8 cm in diameter. In de opname van het Poo-Lolietum is de bedekking 'zeer goed' (> 90 %), maar is de zodekwaliteit minder in vergelijking met de kamgrasweiden door relatief veel open plekken met een diameter van 2,8 cm - 5,6 cm). Het is waarschijnlijk dat de intensieve bemesting hier de

zodekwaliteit negatief beïnvloedt. Bij hoge N-bemesting, gepaard met lange groeiperioden vermindert de spruitdichtheid van grasland (Prins 1983) en krijgt de zode een open en pollig karakter (Sibma & Ennik 1988).

Bij de opnamen van glanshavergemeenschappen is de zodekwaliteit goed in de (extensief) beheerde locaties (93 en 136). In de minder zorgvuldig beheerde en daardoor licht verruigde typen (97 en 2) is de zode lossier met open plekken.

## 5. Conclusies

1. De 15 bodemonsters kunnen naar textuur worden omschreven als zware zavel (1), matig lichte zavel (9), zeer lichte zavel (2) en kleilig zand (3). De lutumfractie is in de bemonsterde plekken in Friesland lager dan in Zeeland en Groningen. Gemiddeld over alle locaties is er geen verschil in lutumfractie tussen binnen- en buitentalud. Op hetzelfde dijktraject is op twee locaties wel een iets lagere fractie op het binnentalud geconstateerd.
2. Er bestaat geen eenduidig verband tussen vegetatietype en bodemtextuur op de zeedijken. Het lutumgehalte is relatief laag in vergelijking met locaties van soortenrijk grasland in het bovenrivierengebied. Textuur en kalkgehalte van de bodems van zeedijken zijn geschikt voor de ontwikkeling van soortenrijkere glanshaverhooilanden en kamgrasweiden met daarin stroomdalsoorten (fluviaatiele soorten).
3. Bij de hoge waarden voor stikstof, fosfaat, kalium en magnesium in soortenarmere vegetatietypen als gevolg van bemesting blijkt vooral fosfaat limiterend te zijn.
4. Bodemonsters van opnamen op het buitentalud van de Hondsbossche Zeewering bevatten een relatief hoog chloridegehalte, waarschijnlijk ten gevolge van 'saltspray' en sterke golfoploop, die ook mechanische aantasting veroorzaakt. Door de hoge milieudynamiek is de doorworteling en zodekwaliteit van de vegetatie relatief laag, met name vlak boven de asfaltglooiing. Er zijn aanwijzingen dat ook het beheer hierbij van belang is.
5. In de intensief beweide en bemeste beemdgras-raaigrasweide is de worteldichtheid significant lager dan in de andere onderzochte gemeenschappen.
6. Kamgrasweiden en glanshaverhooilanden verschillen nauwelijks in worteldichtheid (wortellengte/volume grond). De wortelverdeling verschilt wel: kamgrasweiden hebben een hoger percentage wortels in de bovenste laag (0-10 cm), dat daarna snel afneemt; in glanshavergemeenschappen is de hoeveelheid wortels gelijkmatiger verdeeld en komen meer dikkere wortels voor.
7. Voor zowel kamgrasweiden als glanshaverhooilanden geldt dat opnamen van extensief beheerde, soortenrijkere varianten een hogere worteldichtheid bezitten. Verruigd glanshaverhooiland heeft een lage doorworteling en een grof wortelpakket.
8. Kamgrasweiden worden gekenmerkt door een hoge bedekking en een dichte zode. Zorgvuldig beheerde glanshaverhooilanden hebben eveneens een hoge bedekking en een relatief dichte zode. Bij de beemdgrasraaigrasweide heeft de zode een minder dichte, pollige structuur. In verwaarloosde hooilanden is de zodekwaliteit laag.
9. Ondanks het gering aantal metingen wijzen de resultaten in dezelfde richting als de conclusies voor dijkgraslanden in het boven- en benedenrivierengebied (cf. Sykora & Liebrand 1987, Van der Zee 1989)

## AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK.

### Natuurtechnisch aspect

Vanuit natuurtechnisch gezichtspunt is ontwikkeling en behoud van soortenrijke zeedijkvegetaties wenselijk. Evenals rivierdijken vormen zeedijken de standplaats van een aantal zeldzame soorten. Ook zijn de vegetatietypen die op zeedijken voor (kunnen) komen - goed ontwikkelde kamgrasweiden en glanshaverhooilanden - relatief zeldzaam en vertegenwoordigen een hoge natuurwaarde (Dierschke 1981, Bakker 1965). Uit dit onderzoek is gebleken dat de bodems van zeedijken geschikt zijn voor ontwikkeling van soortenrijke kamgrasweiden en glanshaverhooilanden. Met welke beheersvormen dit kan worden bereikt, zal afhangen van het beheer en onderhoud dat primair gewenst is voor de waterkerende functie van de dijken.

### Civieltechnisch aspect

De resultaten van dit vooronderzoek geven aan - evenals dit voor dijken in het bovenrivierengebied is aangetoond - dat bij extensief beheerde, relatief soortenrijke kamgrasweiden en glanshaverhooilanden een betere doorworteling van de bodem optreedt en een dichtere zode ontstaat dan bij de intensief beheerde, soortenarme weiden enerzijds en verwaarloosde hooilanden anderzijds. Het is bekend dat een extensief beheer de ontwikkeling van soortenrijke vegetaties bevordert. Extensivering brengt vaak problemen met zich mee. Een niet verantwoorde verandering van het beheer kan een (tijdelijk) ongewenst effect zoals bijvoorbeeld verruiging of woekering van ongewenste kruiden (distels) veroorzaken. Indien kan worden aangetoond dat soorten- en kruidenrijke vegetaties de erosiebestendigheid van kleitaluds op zeedijken bevorderen, dan blijft de vraag welk vegetatietype - afhankelijk van standplaatsfactoren - het meest geschikt is en op welke wijze dergelijke vegetaties kunnen worden ontwikkeld, tot nu toe onbeantwoord.

### Vervolgonderzoek

De resultaten van dit onderzoek met betrekking tot de interactie tussen vegetatie en bodem dienen verder experimenteel te worden onderzocht. Met name het effect van een vermindering van de beheersintensiteit op de botanische samenstelling, de doorworteling, de mineralisatie, de holheid van de zode en de erosieweerstand komt hiervoor in aanmerking.

Door de Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde en de Adviesgroep Vegetatiebeheer is voor een dergelijk onderzoek een onderzoeksplan geschreven. Het onderhavige onderzoek is bedoeld als vooronderzoek voor een dergelijk project.

## LITERATUUR

- Aart P.J.M. van der, 1981. Plant en plek; de relatie tussen plant en milieu bij het geslacht Weegbree. *Natuur en Techniek* 49,1: 69-96.
- Anonymus, 1981. Aanleg, beheer en onderhoud van de grasmat op rivierdijken. Rapport no. 1 van de sub-werkgroep 9A, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Den Haag.
- Anonymus, 1984. Erosiebestendigheid van gras op kleitaluds. Waterloopkundig Laboratorium & Laboratorium voor Grondmechanica, Delft
- Anonymus, 1987. Overzicht Analysemethodieken Grond, Gewas, (Riool)slib, Mest, Gier, Water. Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek.
- Anonymus, 1989a. Classificatie van onverharde grondmonsters. Afdeling Geotechniek, Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- Anonymus, 1989b. Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken. Deel II: Benedenrivierengebied. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Delft.
- Bakker A., 1965. Botanical grassland research and nature conservation. *Neth. J. Agric. Sci.*, Vol 13(2): 190-200.
- Bakker J.P., 1987. Restoration of species-rich grassland after a period of fertilizer application. In: J. van Andel et al. (eds.). *Disturbance in grasslands*. Dr. W. Junk. Dordrecht.
- Bakker N., 1988. Beheer en onderhoud van zee- en slaperdijken. Waterschap Ommelanderzeedijk, Onderdendam (Gr.).
- Bakker J.P. & Y. de Vries, 1985. Über die Wiederherstellung artenreicher Wiesengesellschaften unter verschiedenen Mahdsystemen in den Niederlanden. *Natur und Landschaft* 60(7/8): 292-296.
- Bink F.A., 1980. Natuurtechnische aspecten van de grasmat op rivierdijken. RIN-rapport 80/15, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Bouwsema P., 1978. De Emmapolder in de eerste 30 jaar na aanleg. Rijkswaterstaat Baflo.
- Buth G.J.C. & M.G.M. Jansen, 1985. De vegetatie op de polderdijken van Schouwen-Duiveland. *Gorteria* 12, nr 8/9, Rijksherbarium Leiden, pp 174-184.
- Dierschke H., 1978. Monotony ! The grassland vegetation of Central Europe witnesses to human activity. *Naturopa* 31: 29-31.
- Ellenberg H., 1978. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in Ökologischer Sicht. 2. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Foerster E., 1968. Zur systematischen Stellung artenarmer Loliumweiden. In: R. Tüxen (ed.): *Pflanzensoziologische Systematik*. Junk, Den Haag, pp 183-190.
- Gauch H.G. 1982, *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Haperen A.M.M. van, 1987. De Zeeuwse dijken en hun vegetatie: een inleiding. In: Haperen, A.M.M. van (red.): *Natuurbeheer op de Zeeuwse dijken*. Verslag van een studiedag op 28 januari 1987, georganiseerd door de Zeeuwse Milieufederatie en het Consulentschap Zeeland van de Directie Natuur, Milieu en Faunabeheer. Zeeuwse Milieufederatie Goes: 13-26.
- Hart M.L. 't, 1976. De invloed van stikstofbemesting op de productie en de botanische samenstelling van grasland. *Stikstof* 83-84, (7): 335-339.
- Hendriks, A.E., G.N.J. ter Heerdt & J.P. Bakker, 1985. Verschraling door begrazing ? *De Levende Natuur* 86 (1): 8-12.
- Hill M.O., 1979a. *DECORANA, Ecology and Systematics*. Cornell University, Ithaca, New York.

- Hill M.O., 1979b. TWINSPAN, Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hoogerkamp M. & P.J. Huisman, 1973. Inzaai en onderhoud van de grasmat op dijken. Hoofdstuk 11, Interne publicatie CABO, Wageningen: 190-196.
- Houba V.J.G., J.J. van der Lee, I. Walinga & I. Novozamsky, 1985. Soil analysis, part II, Procedures. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Agricultural University Wageningen.
- Huisman P.J. 1976. Onderhoud van grasmat op dijken. Flevovericht nr. 120.
- Kopecky K. & S. Hejny, 1974. Die Anwendung einer deductieven Methode syntaxonomischer Klassifikation bei der Bearbeitung der Strassenbegeleitenden Pflanzengesellschaften Nordostböhmens. *Vegetatio* 36: 43-51.
- Kraan C. van der, 1969. Vergelijkend onderzoek naar de relatie vegetatiemilieu op zeedijken in het Deltagebied. Studentenverslag Vrije Universiteit Amsterdam, nr. D3-1969, Delta-Instituut, Yerseke.
- Kreuz E., 1969. Über den Einfluss des Standraumes auf mortalität und Ertrag bei Gräsern und Kleearten zur Futternutzung. *Albrecht-Thaer Archiv*, 13: 197-212.
- Kruse G.A.M., 1988. Onderzoek naar het beoordelen van de geschiktheid van kleigrond voor bekleding van dijken met grasbedekking. Rapport CO-275925/14, Grondmechanica Delft.
- Kruijne A.A., D.M. de Vries & H. Mooi, 1976. Bijdrage tot de oecologie van de Nederlandse graslandplanten. Pudoc, Wageningen.
- Kruijne A.A. & D.M. de Vries, 1984. Vegetatieve herkenning van onze graslandplanten. CABO, Wageningen.
- Landwehr J., 1984. Nieuwe Atlas Nederlandse Bladmossen. Eerste druk, K.N.N.V., Thieme Zutphen.
- Maarel E. van der, 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39 (2): 97-114.
- Margadant W.D. & H. During, 1982. Beknopte flora van Nederlandse Blad- en Levermossen. Eerste druk, Thieme Zutphen.
- Massa I. & C. van Rooyen, 1979. Bewortelingskarakteristieken in relatie tot de kruidenrijkdom van de vegetatie op rivierdijken langs de IJssel. Doctoraal-verslag Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde LU, Wageningen.
- Meijden R. van der, E.J. Weeda, F.A.C.B. Adema & G.J. de Joncheere, 1983. Flora van Nederland (Heukels/Van der Meijden), 20e druk, Wolters-Noordhoff Groningen.
- Mennema J., A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate, 1985. Atlas van de Nederlandse Flora, deel 2, Zeldzame en vrij zeldzame planten, Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht: 22-40.
- Minderhoud J.W., 1989. Aanleg en Onderhoud van de grasmat op waterkerende dijken. In: Minderhoud J.W., M. Hoogerkamp & J.G.C. van Dam (eds.), *Handboek grasveldkunde en grasveldbeheer*, Pudoc Wageningen: 168 - 179.
- Nijenhuijs F., 1969. Stroomdalgraslandvegetaties op dijken, oeverwallen en hoge uiterwaarden langs onze grote rivieren. *Natuur en Landschap*, 23: 1-18.
- Oberdorfer E., 1983. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Teil III. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Oomes M.J.M. & H. Mooi, 1985. The effect of management on succession and production of formerly agricultural grassland after stopping fertilization. In: Schreiber K.B. (ed.), *Sükkzession auf Grünlandbrachen*, Ferdinand Schöningh. Paderborn, 59-67.



- Priester L., 1988. Het werk voltooid. De zeekeringen van Noord- en Zuid-Beveland 1953-1988. Waterschap Noord- en Zuid-Beveland, Den Boer Drukkers, Middelburg.
- Prins W.H., 1983. Limits to nitrogen fertilizer on grassland. Proefschrift, Wageningen.
- Roeleveld J.C., 1965. Vegetatie op dijken langs Ooster- en Westerschelde. Studentenverslag Vrije Universiteit Amsterdam, nr. D2- 1965, Delta Instituut, Yerseke.
- Schendelaar J.K., 1986. Wilde planten van Den Helder in 1900 en in 1985, Gemeentebestuur van Den Helder.
- Schreven A.C. van, 1947. De begroeiing van de zeedijken aan de noordkust van Groningen. Rijkswaterstaat, Directie Landaanwinning, Baflo.
- Sibma L. & G.C. Ennik, 1988. Ontwikkeling en groei van productiegras onder Nederlandse omstandigheden. Gewassenreeks 2, Pudoc Wageningen.
- Steur G.G.L., W.P. Locher & H. de Bakker, 1987. Veldboekje bodemkunde. Stichting voor Bodemkunde, Wageningen.
- Sykora K.V., 1983. The *Lolio-Potentillion Anserinae* R. Tüxen 1947 in the Northern Part of the Atlantic Domain. Diss., Stichting Studentenpers Nijmegen : 66.
- Sykora K.V., G van der Krogt & J. Rademakers, 1990. Vegetation change on dikes in the south-western part of the Netherlands under the influence of different management practices (in particular sheep grazing). *Biological Conservation* 52: 49-81.
- Sykora K.V. & C.I.J.M. Liebrand, 1987. Natuurtechnische en civieltechnische aspecten van rivierdijkvegetaties. Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde, Landbouwniversiteit, Wageningen.
- Sykora K.V. & C.M.P. Sykora-Hendriks, 1977. A Phytosociological investigation of the dikes of the "Zak van Zuid-Beveland", the Netherlands. *Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., series C, Volume 80 (3)*, 212-226.
- Thierry J.W., T. Edelman, D.M. de Vries, & J.J. Jonker, 1958. Grasmatt op dijken. Rapport van de werkgroep 'Grasmatt op dijken' (sectie voor Cultuurtechniek van het Kon. Inst voor Ingenieurs en Studiering voor Cultuurtechniek van het Kon. Genootschap voor Landbouwwetenschappen.
- Werger M.J.A., 1974. The Place of the Zürich-Montpellier Method in Vegetation Science. *Folia Geobot. Phytotax., Praha*, 9: 99-109.
- Westhoff V. & E. van der Maarel, 1973. The Braun-Blanquet Approach. In: R.H. Whittaker (ed.), *Handbook of Vegetation Science*. V. Junk. Den Haag: 619-726.
- Westhoff V. & J.J. Den Held, 1975. *Plantengemeenschappen in Nederland*. Thieme Zutphen.
- Zee F.F. van der, 1989. Botanische en Civieltechnische kwaliteiten van dijkvegetaties in het benedenriviereengebied. Voortgangsrapport 1 en 2. Interne publicatie VPO, Landbouwniversiteit, Wageningen.

## BIJLAGEN

Bijlage 1: Lijst met aangetroffen plantesoorten (blz. 106)

Bijlage 2: Synoptische tabel met plantensociologische soortsgroepen (blz. 109)

Bijlage 3: Onderzoek van zeventien kleimonsters ten behoeve van het project "NATTEC \* DIJKNA", afdeling kwaliteitszorg van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat, augustus 1989. (blz. 114)

BIJLAGE 1: LIJST MET AANGETROFFEN PLANTESOORTEN

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Plaats	2 <sup>B</sup>	bi	bu
		Aantal opn.	43	66	39
<i>Achillea millefolium</i>	Duizendblad		4	3	3
<i>Aegopodium podagraria</i>	Zevenblad			+	
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Gewone agrimonie		1		+
<i>Agrostis canina</i>	Kruipend stuisgras	*	+		
<i>Agrostis capillaris</i>	Gewoon struisgras		3	2	1
<i>Agrostis stolonifera</i>	Fioringras		2	2	4
<i>Aira praecox</i>	Vroege haver				+
<i>Allium vineale</i>	Kraailook		2	+	
<i>Allopecurus geniculatus</i>	Geknikte vossestaart			+	
<i>Ammophila arenaria</i>	Helm		+		1
<i>Anagallis arvensis</i> ssp. <i>arvensis</i>	Rood guichelheil			+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Reukgras		1	+	
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Fluitekruid	*	1		
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Wondklaver				+
<i>Arctium lappa</i>	Grote klis	*	+		
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Zandmuur		+	+	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Frans raagrass (Glanshaver)		3	2	1
<i>Artemisia vulgaris</i>	Bijvoet		+	+	
<i>Aster tripolium</i>	Zulte (Zeeaster)	*	+		
<i>Atriplex prostrata</i>	Spiesmelde				+
<i>Avenula pubescens</i>	Zachte haver	*	+		
<i>Barbula convoluta</i>	Gewoon smaragdsteeltje		+	1	1
<i>Barbula unguiculata</i>	Klei smaragdsteeltje		+	1	+
<i>Bellis perennis</i>	Madeliefje		3	4	4
<i>Brachythecium rutabulum</i>	Gewoon dikkopmos		4	3	3
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hordeaceus</i>	Zachte dravik		2	3	3
<i>Bryonia cretica</i>	Heggerank			+	
<i>Bryum argenteum</i>	Zilver knikmos			+	1
<i>Bryum capillare</i>	Gedraaid knikmos		+	1	1
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Duinriet	*	1		
<i>Campanula rotundifolia</i>	Grasklokje	*	+		
<i>Capsella bursa pastoris</i>	Herderstasje		+	+	+
<i>Cardaria draba</i>	Pijlkruidkers				+
<i>Cardamine pratensis</i>	Pinksterbloem	*	+		
<i>Carex arenaria</i>	Zandzegge	*	+		
<i>Carex hirta</i>	Ruige zegge				1
<i>Carex panicea</i>	Blauwe zegge		+	+	+
<i>Carex spicata</i>	Stekelzegge		+	+	+
<i>Centaurea jacea</i>	Knoopkruid		2	1	+
<i>Cerastium arvense</i>	Akkerhoornbloem		1	+	+
<i>Cerastium fontanum</i>	Gewone hoornbloem		4	4	4
<i>Cerastium semidicandrum</i>	Zandhoornbloem			+	+
<i>Ceratodon purpureus</i>	Purpersteeltje		1	1	1
<i>Chaerophyllum temulum</i>	Dolle kervel		+		
<i>Cirsium arvense</i>	Akkerdistel		2	2	3
<i>Cirsium vulgare</i>	Speerdistel		1	2	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	Akkerwinde		1	1	1
<i>Crataegus monogyna</i>	Eenstijlige meidoorn		1	+	
<i>Crepis capillaris</i>	Klein streepzaad		3	2	2
<i>Cynosurus cristatus</i>	Kamgras		2	2	2
<i>Dactylis glomerata</i>	Kropaar		5	3	3
<i>Daucus carota</i>	Peen		3	1	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Ruwe smele				+
<i>Dianthus deltoides</i>	Steenanjer			+	
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	Zandkool			+	
<i>Elymus pycnanthus</i>	Strandkweek				+
<i>Elymus repens</i> var. <i>glaucus</i>	Blauwe zandhaver	*	+		
<i>Elymus repens</i>	Kweek		4	4	4
<i>Equisetum arvense</i>	Heermoes		2	1	1
<i>Erigeron acer</i>	Scherpe fijnstraal			+	
<i>Erigeron canadensis</i>	Canadese fijnstraal			+	
<i>Erodium cicutarium</i> ssp. <i>dunense</i>	Duinreigersbek	*	+		
<i>Eryngium campestre</i>	Wilde kruisdistel	*	1		
<i>Euphorbia esula</i> ssp. <i>esula</i>	Heksenmelk			+	
<i>Eurhynchium praelongum</i>	Fijn snavelmos		2	1	2
<i>Festuca arundinacea</i>	Rietzwenkgras		2	1	2
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>cinerea</i>	Schapegras	*	+		

bijlage 1 -vervolg-

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Plaats Aantal opn.	2 <sup>o</sup> 43	bi 66	bu 39
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i>	Rood zwenkgras		5	4	5
<i>Galium aperina</i>	Kleefkruid		+		+
<i>Galium mollugo</i>	Glad walstro		+	+	1
<i>Galium verum</i>	Echt walstro		2	+	+
<i>Geranium dissectum</i>	Slijbladige ooievaarsbek	*	1		
<i>Geranium molle</i>	Zachte ooievaarsbek		1	3	2
<i>Geranium pusillum</i>	Kleine ooievaarsbek		+	1	
<i>Glechoma hederacea</i>	Hondsdrif		1	1	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	Bereklauw	*	1		
<i>Hieracium pilosella</i>	Muizeoor	*	+		
<i>Hieracium umbellatum</i>	Schermhavikskruid	*	+		
<i>Hippochaë rhamnoides</i>	Duindoorn	*	+		
<i>Holcus lanatus</i>	Witbol		2	2	1
<i>Homalothecium lutescens</i>	<i>Geel zijdemos</i>				+
<i>Honkenya peploides</i>	Zeepostelein	*	+		
<i>Hordeum murinum</i>	Kruipertje		1	1	1
<i>Hypericum perforatum</i>	Sint Janskruid			+	
<i>Hypochaeris radicata</i>	Gewoon biggekruid		2	1	1
<i>Jasione montana</i>	Zandblauwtje				+
<i>Koeleria macrantha</i>	Fakkelfras	*	+		
<i>Lamium album</i>	Witte dovenetel		+	+	
<i>Lamium purpureum</i> var. <i>purpureum</i>	Paarse dovenetel	*	+		
<i>Lathyrus pratensis</i>	Veldlathyrus		1	+	
<i>Lathyrus tuberosus</i>	Aardaker	*	+		
<i>Leontodon autumnalis</i>	Herfstleuwetand		2	1	1
<i>Leontodon saxatilis</i>	Kleine leuwetand		1	1	2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margriet	*	1		
<i>Leymus arenarius</i>	Zandhaver	*	+		
<i>Linaria vulgaris</i>	Viasbekje				+
<i>Lolium perenne</i>	Engels raaigras		4	5	4
<i>Lotus corniculatus</i>	Gewone rolklaver		2	1	2
<i>Lotus tenuis</i>	Smalbladige rolklaver	*	1		
<i>Luzula campestris</i>	Gewone veldbies	*	+		
<i>Malva sylvestris</i>	Groot kaasjeskruid		1	1	
<i>Matricaria maritima</i>	Reukloze kamille		+	+	1
<i>Matricaria recutita</i>	Echte kamille			+	
<i>Medicago arabica</i>	Gevlekte rupsklaver			1	1
<i>Medicago lupulina</i>	Hopklaver		3	2	3
<i>Medicago sativa</i> ssp. <i>sativa</i>	Luzerne	*	+		
<i>Odontites verna</i> ssp. <i>serotina</i>	Late ogentroost		+		+
<i>Ononis repens</i>	Kruipend stalkruid				+
<i>Ononis spinosa</i>	Kattedoorn		2	+	1
<i>Origanum vulgare</i>	Wilde marjolein	**	+		
<i>Orobancha purpurea</i>	Blaauwe bremraap				+
<i>Pastinaca sativa</i>	Pastinaak		2	+	1
<i>Phleum arenarium</i>	Zanddoddegras				+
<i>Phleum pratense</i> ssp. <i>pratense</i>	Timotheegras		1	+	1
<i>Phragmites australis</i>	Riet	*	1		
<i>Picris echinoides</i>	Dubbelkolk			+	+
<i>Picris hieracioides</i>	Bitterkruid				1
<i>Pimpinella major</i>	Grote bevernel	**	+		
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Kleine bevernel	*	1		
<i>Plagiomnium affine</i>	<i>Rondbladig boogsterrenmos</i>		+		+
<i>Plantago coronopus</i>	Hertshoornweegbree			1	2
<i>Plantago lanceolata</i>	Smalle weegbree		4	2	2
<i>Plantago major</i> ssp. <i>pleiosperma</i>	Getande weegbree		+	+	1
<i>Plantago media</i>	Ruige weegbree		+	+	
<i>Poa annua</i>	Straatgras		+	2	2
<i>Poa compressa</i>	Plat beemdgras				+
<i>Poa pratensis</i>	Veldbeemdgras		3	4	4
<i>Poa trivialis</i>	Ruw beemdgras		3	3	3
<i>Pohlia nutans</i>	<i>Gewoon peermos</i>			+	
<i>Polygonum amphibium</i>	Veenwortel				1
<i>Polygonum aviculare</i>	Varkensgras			1	1
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Knopige duizendknoop			+	
<i>Populus x canadensis</i>	Canadapopulier	*	+		
<i>Populus alba</i>	Witte abeel				+
<i>Populus species</i>	Populier		+	+	

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Plaats	2 <sup>o</sup>	bi	bu
		Aantal opn.	43	66	39
Potentilla anserina	Zilverschoon			1	1
Potentilla reptans	Vijfvingerkruid		1		1
Prunella vulgaris	Brunel		1	1	1
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	Groot laddermos		1	+	+
Pulicaria dysenterica	Heelblaadjes		1	+	1
Ranunculus acris	Scherpe boterbloem		2	1	1
Ranunculus bulbosus	Knolboterbloem		2	2	1
Ranunculus repens	Kruipende boterbloem		2	2	3
Rhytidiadelphus squarrosus	Gewoon haakmos		+	+	
Rorippa sylvestris	Akkerkers				+
Rosa canina	Honderroos		1	+	+
Rubus caesius	Dauwbraam		1	1	1
Rumex acetosa	Veldzuring		1	1	
Rumex acetosella	Schapezuring	*	1		
Rumex crispus	Krulzuring		1	1	1
Rumex obtusifolius	Ridderzuring			+	+
Sagina procumbens	Liggende vetmuur			+	1
Salix repens	Kruipwilg				1
Salix viminalis	Katwilg				+
Scirpus maritimus	Zeebies	*	+		
Senecio erucifolius	Smalbladig kruiskruid		2	1	2
Senecio jacobaea var. jacobaea	Jacobskruiskruid		+		1
Senecio jacobaea var. nudus	Jacobskruiskruid		+	+	
Senecio vulgaris	Klein kruiskruid			1	+
Sherardia arvensis	Blauw walstro			+	
Sisymbrium officinale	Gewone raket		+	+	
Solanum nigrum ssp. nigrum	Zwarte nachtschade			+	
Sonchus arvensis	Melkdistel		+	+	1
Sonchus asper	Brosse melkdistel			+	1
Sonchus oleraceus	Gewone melkdistel				+
Spergularia maritima	Gerande schijnspurrie				+
Spergularia salina	Zilte schijnspurrie			+	
Stellaria media	Vogelmuur			+	1
Symphytum officinale	Smeerwortel		+		1
Taraxacum officinale	Paardebloem		4	4	4
Torilis japonica	Heggedoornkruid	*	+		
Torilis nodosa	Knopig doornzaad		1	1	
Tragopogon pratensis ssp. minor	Kleine morgenster			+	+
Tragopogon pratensis ssp. pratensis	Gele morgenster		2	+	1
Trifolium arvense	Hazepootje		+		+
Trifolium campestre	Liggende klaver		+	+	+
Trifolium dubium	Kleine klaver		2	2	1
Trifolium fragiferum	Aardbeiklaver			+	1
Trifolium pratense	Rode klaver		3	2	2
Trifolium repens	Witte klaver		2	4	3
Trisetum flavescens	Goudhaver		1	1	
Tussilago farfara	Klein hoefblad		+	+	
Ulmus minor	Gladde iep	*	+		
Urtica dioica	Grote brandnetel		1		+
Verbascum nigrum	Zwarte toorts			+	
Verbena officinalis	IJzerhard		+	+	
Veronica arvensis	Veldereprijs			1	1
Vicia cracca	Vogelwikke		2	1	+
Vicia sativa ssp. nigra	Smalbladige wikke		+	1	+
Vicia sativa ssp. sativa	Voederwikke		1	1	+
Vicia tetrasperma	Vierzadige wikke	*	+		

2<sup>o</sup> = slaperdijk  
 bi = binnentalud  
 bu = buitentalud  
 \* = komt alleen op 2<sup>o</sup> dijk voor  
 \*\* = binnenberm

Voorkomen van soorten in frequentieklassen  
 (% van het aantal opnamen):  
 + = 1 2 x voorkomend; 1 = 5 20 %; 2 = 21 40 %  
 3 = 41 60 %; 4 = 61 80 %; 5 = 81 100 %  
 (Mossen zijn cursief gedrukt)

BIJLAGE 2: SYNOPTISCHE TABEL MET PLANTENSOCIOLOGISCHE SOORTSGROEPEN.

GEMEENSCHAP	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II
aantal opnamen	7	16	17	11	20	13	23	5	20	7	8
<b>MOLINIO-ARRHENATHEREATA</b>											
<i>Poa pratensis</i>	5	2	3	4	4	5	4	2	5	3	4
<i>Poa trivialis</i>	3	3	1	3	4	3	5	4	+	5	2
<i>Cerastium fontanum</i>	3	1	4	4	5	4	5	4	5	5	4
<i>Festuca rubra</i>	5	5	5	5	5	4	4	5	4	3	5
<i>Holcus lanatus</i>	3	1	4	2	2	1	1	1	1		
<i>Trifolium pratense</i>	3	1	4	4	2	2	+	4	2		1
<i>Medicago lupulina</i>	4	1	2	3	4	2	2	3	3		4
<i>Plantago lanceolata</i>	5	4	5	4	3	2	2	4	1		
<i>Centaurea jacea</i>	3	3	3								
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	5			1							
<i>Symphytum officinale</i>		1		1							
<i>Rhynchospora squarrosa</i>		1		1	+						
<i>Rumex acetosa</i>	3		2	1	1	1					
<i>Prunella vulgaris</i>	-		3		+	1	+				1
<i>Deschampsia cespitosa</i>					+						
<i>Cardamine pratensis</i>										1	
<b>Arrhenatherion elatioris (incl. Cynosurion)</b>											
<i>Allium vineale</i>	3	2	1								
<i>Hypochaeris radicata</i>	3	1	2	1	2						
<i>Achillea millefolium</i>	5	3	5	4	3	2	3		2	2	3
<i>Crepis capillaris</i>	3	3	5	3	3	3	1	3	1	1	2
<i>Dactylis glomerata</i>	5	5	5	5	3	5	1	3	1	3	1
<i>Agrostis capillaris</i>	5	1	3	1	3	2	1		+		1
<i>Taraxacum officinale</i>	3	3	4	5	5	5	4	4	5	5	4
<i>Lotus corniculatus</i>	4		3	1	+	2		3	2		1
<i>Trifolium dubium</i>			1	3	3	3	2	1	1		2
<i>Luzula campestris</i>	1										
<i>Medicago sativa</i> ssp. <i>sativa</i>			1								
<i>Senecio jacobaea</i> var. <i>jacobaea</i>			1						+		1
<i>Senecio jacobaea</i> var. <i>nudus</i>	1				+						
<b>Arrhenatheretum elatioris</b>											
<i>Daucus carota</i>	5	2	5	2	1	1	+	3	1		1
<i>Ranunculus acris</i>	2	1	2	2	2	1	1	1			1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	5	5	2		2				1	
<i>Tragopogon pratensis</i> ssp. <i>prat.</i>	2	2	2	1		1					
<i>Vicia cracca</i>	4	1	2	2							1
<i>Trisetum flavescens</i>		1	1		+	1					
<i>Galium mollugo</i>	1	1	1								1
<i>Heracleum sphondylium</i>	3	1	1								
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1		1	1							
<i>Lathyrus pratensis</i>		1	1	2							
<i>Leucanthemum vulgare</i>	2		1								
<i>Pastinaca sativa</i>		2	2	1	+						
<i>Pimpinella major</i>			1								
<b>&lt;Diff. t.o.v. Lolio-Cynosuretum:</b>											
<i>Heracleum sphondylium</i>	3	1	1								
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1		1	1							
<i>Symphytum officinale</i>		1	1	1							
<i>Euphorbia esula</i> ssp. <i>esula</i>				1							
<b>Subass.groep A inops:</b>											
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1		1	1							
<i>Ranunculus repens</i>		2	3	2	2	3	2	1	4	2	1
<i>Glechoma hederacea</i>		1	1	1	1	1		2	1		
<b>Subass.groep B:</b>											
<i>Ranunculus bulbosus</i>	5	1	3	2	2	2	1		1		
<i>Senecio erucifolius</i>	3	2	5	2	+			2			
<i>Senecio jacobaea</i> var. <i>nudus</i>	1				+						
<i>Trisetum flavescens</i>		1	1		+	1					
<i>Senecio jacobaea</i> var. <i>jacobaea</i>			1						+		1
<i>Plantago media</i>								1			2

GEMEENSCHAP	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II
aantal opnamen	7	16	17	11	20	13	23	5	20	7	8
<b>picridetosum</b>											
Agrimonia eupatoria	1	2	2								
Pastinaca sativa		2	2	1	+						
Picris hieracioides								1			
<b>brizetosum</b>											
Hypochaeris radicata	3	1	2	1	2						
Anthoxanthum odoratum	5			1							
Crepis capillaris	3	3	5	3	3	3	1	3	1	1	2
Agrostis capillaris	5	1	3	1	3	2	1		+		1
Bromus hordeaceus ssp. hord.	2		2	1	4	2	5	1	3	5	2
<b>Lolio-Cynosuretum</b>											
Lolium perenne	3	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Trifolium repens		1	1	1	4	2	5	4	5	1	4
Bellis perennis	3	2	3	5	4	4	5	2	4	1	4
Leontodon autumnalis	3		1	1	3		1	3	1		2
Leontodon saxatilis	3		1		2		1	3	2		1
Cynosurus cristatus	2		1		4	2	3				
Phleum pratense ssp. pratense		1	1	1	+	1	1	1		1	1
Geranium molle			1	1	3	3	3	1	3	2	3
<b>Subass.groep A:</b>											
Luzula campestris	1										
Anthoxanthum odoratum	5			1							
Agrostis capillaris	5	1	3	1	3	2	1		+		1
Festuca rubra	5	5	5	5	5	4	4	5	4	3	5
Holcus lanatus	3	1	4	2	2	1	1	1	1		
<b>luzuletosum campestris</b>											
Hypochaeris radicata	3	1	2	1	2						
Lotus corniculatus	4		3	1	+	2		3	2		1
Trifolium dubium			1	3	3	3	2	1	1		2
<b>Subass.groep B:</b>											
Potentilla reptans	2	1	1	1	1				1		1
Agrostis stolonifera	2	2	2	3	3	4	3	3	4	2	1
Dactylis glomerata	5	5	5	5	3	5	1	3	1	3	1
Cirsium arvense	1	2	2	2	2	2	2	3	3	1	4
Trisetum flavescens		1	1		+	1					
Carex spicata					+			1	+		
<b>plantaginetosum mediae</b>											
Medicago lupulina	4	1	2	3	4	2	2	3	3		4
Ranunculus bulbosus	5	1	3	2	2	2	1		1		
Cirsium vulgare		2	2	1	+	3	2	3	1	2	2
Plantago media								1			2
<b>ononidetosum</b>											
Ononis spinosa	2	1	1	1	+		+	3	+		
Eryngium campestre	2	1	1								
Convolvulus arvensis		3	1	1							
Verbena officinalis		1									
<b>ORIGANETALIA VULGARIS/TRIFOLIUM MEDII</b>											
Senecio erucifolius	3	2	5	2	+			2			
Agrimonia eupatoria	1	2	2								
Origanum vulgare			1	1							
Verbascum nigrum		1									
<b>KOELERIO-CORYNEPHORETEA + FESTUCO-BROMETEA (diff.)</b>											
Ranunculus bulbosus	5	1	3	2	2	2	1		1		
Galium verum	4	1	1	1	1						
Cerastium arvense	1	1			+			1			
Hieracium pilosella	1		1								
Festuca ovina ssp. cinerea	1				+						
Pimpinella saxifraga	2		1								
Koeleria macrantha	2										
Avena pubescens	2										
Arenaria serpyllifolia		1			1						1
Erigeron acer		1									
Cerastium fontanum										1	

bijlage 2 -vervolg-

GEMEENSCHAP	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II
aantal opnamen	7	16	17	11	20	13	23	5	20	7	8
<b>KOELERIO-CORYNEPHORETEA</b>											
Campanula rotundifolia	2										
Carex arenaria	2										
Rumex acetosella	3				+						
Vicia sativa ssp. sativa	1	1	1	1	1						1
Bromus hordeaceus ssp. hord.	2		2	1	4	2	5	1	3	5	2
Vicia sativa ssp. nigra			1	1	+	1		1	+		
Ceratodon purpureus			2		+		+	1	1		4
Hypericum perforatum			1								
Dianthus deltoides			1								
Orobanche purpurea				1							
Agrostis canina				1							
Trifolium arvense					+						
Trifolium campestre				1	1			1			
Ononis repens								1			
<b>Mesobromion (Festuco-Brometea/Brometalia)</b>											
Ononis spinosa	2	1	1	1	+		+	3	+		
Homalothecium lutescens			1					1	+		
Plantago media								1			2
<b>Medicagini-Avenetum pubescentis</b>											
Eryngium campestre	2	1	1								
Elymus repens var. glauca		1									
<b>PLANTAGINETALIA MAJORIS/LOLIO-PLANTAGINION</b>											
Leontodon autumnalis	3		1	1	3		1	3	1		2
Poa annua				1	1		3	2	1	2	4
Potentilla anserina		1				1	+	1	+		3
Plantago coronopus		1					2	2	2		2
<b>Poö-Lolietum (kencombinatie)</b>											
Lolium perenne	3	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Taraxacum officinale	3	3	4	5	5	5	4	4	5	5	4
Poa pratensis	5	2	3	4	4	5	4	2	5	3	4
Poa trivialis	3	3	1	3	4	3	5	4	+	5	2
Ranunculus repens		2	3	2	2	3	2	1	4	2	1
Trifolium repens		1	1	1	4	2	5	4	5	1	4
Plantago major ssp. pleiosperma					1	1	+		+		1
<b>Artemisietea</b>											
Cirsium arvense	1	2	2	2	2	2	2	3	3	1	4
Cirsium vulgare		2	2	1	+	3	2	3	1	2	2
Glechoma hederacea		1	1	1	1	1		2	1		
Sonchus arvensis		1		1	+	1			+		1
Phragmites australis	2		1								
Rumex obtusifolius		1		1							
Urtica dioica		1				1					
Lamium album		1				1					
Artemisia vulgaris		1	1								1
Verbena officinalis		1									
Arctium lappa		1									
Lathyrus tuberosus		1									
Torilis japonica		1									
Chaerophyllum temulum		1									
Galium aperiine		1				+					
Carex spicata					+			1	+		
Scirpus maritimus								1			
Elymus pycnanthus									+		
Aegopodium podagraria											1
<b>ASTERETEAE TRIPOLII</b>											
Aster tripolium								1			
Atriplex prostrata											1
Spergularia maritima											1
Spergularia salina							1				



GEMEENSCHAP	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II
aantal opnamen	7	16	17	11	20	13	23	5	20	7	8
<b>CHENOPODIETEA</b>											
<i>Geranium pusillum</i>			1			1				2	
<i>Senecio vulgaris</i>			1			1					3
<i>Sonchus oleraceus</i>											1
<i>Sonchus species</i>		1	1								
<i>Stellaria media</i>		1		1						1	2
<i>Solanum nigrum</i> esp. <i>nigrum</i>											1
<b>(Eu-)Polygono-Chenopodion</b>											
<i>Anagallis arvensis</i> esp. <i>arvensis</i>											2
<i>Erodium cicutarium</i> esp. <i>dunense</i>					+						
<i>Geranium dissectum</i>				1	+	1					
<i>Lamium purpureum</i> var. <i>purpureum</i>		1									
<i>Sonchus asper</i>		1						+	1		2
<b>SISYMBRIETALIA</b>											
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>			1								
<i>Malva sylvestris</i>		3				1					1
<i>Linaria vulgaris</i>			1								
<b>Sisymbrium</b>											
<i>Cardaria draba</i>		1									
<i>Convolvulus arvensis</i>		3	1	1							
<i>Erigeron canadensis</i>			1								
<i>Hordeum murinum</i>					1		2			4	
<i>Sisymbrium officinale</i>						1					1
<i>Tragopogon pratensis</i> esp. <i>minor</i>			1								
<b>Polygono-coronopion</b>											
<i>Ceratodon purpureus</i>			2		+		+	1	1		4
<i>Capsella bursa-pastoris</i>						1				2	1
<i>Polygonum aviculare</i>									+	1	4
<i>Matricaria maritima</i>		1						+			2
<i>Sagina procumbens</i>								+	+		1
<i>Bryum argenteum</i>								1			2
<i>Pohlia nutans</i>		1			+						1
<b>Helminthion echioidis</b>											
<i>Medicago arabica</i>			1	1		2					
<i>Picris echioides</i>		1									
<i>Torilis nodosa</i>					2	1	1			1	1
<b>Onopordion acanthii</b>											
<i>Verbascum nigrum</i>		1									
<b>SECALIETEA</b>											
<i>Matricaria recutita</i>											2
<i>Vicia tetrasperma</i>			1								
<i>Odontites verna</i> esp. <i>serotina</i>			1					1			
<i>Sherardia arvensis</i>									+		1

bijlage 2 -vervolg-

GEMEENSCHAP	XII	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II
aantal opnamen	7	16	17	11	20	13	23	5	20	7	8
<b>OVERIG</b>											
<i>Lotus tenuis</i>	1	1	1								
<i>Crataegus monogyna</i>	2	1	1								
<i>Rosa canina</i>	1		1		+				+		
<i>Equisetum arvense</i>	1	2	4	2	+						
<i>Potentilla reptans</i>	2	1	1	1	1				1		1
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	2		1	2	+						
<i>Festuca arundinacea</i>	1	5	3	2	+	2					
<i>Elymus repens</i>	3	5	4	4	3	5	3	4	4	4	2
<i>Brachythecium rutabulum</i>	4	3	5	4	5	5	3	1	1		2
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	2	2	3	3	4	3	3	4	2	1
<i>Rumex crispus</i>		1	1	1	1	1	1	1	1		1
<i>Eurhynchium praelongum</i>		1	3	3	1	2	1	1	2		
<i>Rubus caesius</i>		2	2	1				1			
<i>Bryum capillare</i>		1	1		1			1	+		2
<i>Barbula convoluta</i>		1	1	1	1		1	1			3
<i>Barbula unguiculata</i>		1	1		1			1			2
<i>Calamagrostis epigejos</i>		1	1	1							
<i>Pulicaria dysenterica</i>		1	3	1							
<i>Carex panicea</i>	1		1								
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	1										
<i>Honkenya peploides</i>	1										
<i>Ammophila arenaria</i>	1							1			
<i>Hieracium umbellatum</i>	1										
<i>Euphorbia esula ssp. esula</i>			1								
<i>Ulmus minor</i>		1									
<i>Salix repens</i>		1							+		
<i>Elymus arvensis</i>		1									
<i>Tussilago farfara</i>		1		1							
<i>Carex hirta</i>		1			+						
<i>Salix viminalis</i>			1								
<i>Polygonum amphibium</i>			1			1			+		
<i>Populus x canadensis</i>			1								
<i>Populus alba</i>			1								
<i>Populus species</i>			1	1			1				
<i>Trifolium fragiferum</i>			1	1				1			
<i>Veronica arvensis</i>					1		+		+	2	1
<i>Polygonum lapathifolium</i>											1
<i>Alopecurus geniculatus</i>					+						
<i>Rorippa sylvestris</i>											1

(Mossen zijn cursief gedrukt)

BIJLAGE 3:

Onderzoek van zeventien kleimonsters ten behoeve van het project "NATTEC \* DIJKNA"

MAK-R-89138.

Inhoud: 1. Inleiding en onderzoek  
2. Resultaat en bespreking van het resultaat

Afdeling kwaliteitszorg, augustus 1989.

Onderzoek van zeventien kleimonsters ten behoeve van het project:  
 "NATTEC \* DIJKNA"

1. Inleiding en onderzoek

In het kader van het project "NATTEC \* DIJKNA" ontving de afdeling MAKX op 2 juni 1989 zeventien kleimonsters. De monsters zijn onderzocht onder de analysenummers 905899 t/m 905914 en 905914a. In het onderstaande schema is de relatie tussen het merk van de monsters en de analysenummers weergegeven.

analyse nummer	monster nummer	perceel nummer
905899	1	68
905900	2	40
905901	3	66
905902	4	133
905903	5	132
905904	6	38-II
905905	7	134
905906	8	136
905907	9	33
905908	10	97
905909	11	47
905910	12	118
905911	13	38-I
905912	14	mm 38-I + 38-II
905913	15	2
905914	16	120
905914a	17	93-I

Op verzoek van de afdeling MIOL zijn de volgende proeven verricht:

- fractie fijner dan 2  $\mu\text{m}$  van zand (proef 1; Standaard 1985)
- gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63  $\mu\text{m}$  (proef 2; Standaard 1985)
- korrelverdeling (zeefproef) (proef 6.0; Standaard 1985)
- droge voorzeving (proef 6.1; Standaard 1985)
- droge nazeving (proef 6.3; Standaard 1985)
- gehalte aan CaO (proef 26; Standaard 1985)
- humusgehalte (titrimetrisch) (analysemethoden deel 1: grond uitgave 1980 (RIJP))

Tevens is verzocht de percentages aan deeltjes op de zeven 16  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 105  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$  en 200  $\mu\text{m}$  te bepalen. Deze percentages zijn bepaald door middel van lineaire interpolatie. Door het spoedeisende karakter van het onderzoek is (in afwijking van het in de "Standaard 1985" gestelde") de fractie fijner dan 2  $\mu\text{m}$  niet in tweevoud, maar in enkelvoud bepaald. Het door middel van proef 26 bepaalde gehalte aan CaO is omgerekend naar het gehalte aan  $\text{CaCO}_3$ . In figuur 1 is de zeefband weergegeven waarbinnen de korrelverdeling van elk monster valt.

## 2. Resultaat en bespreking van het resultaat

Het resultaat van het onderzoek is vermeld in tabel 1. Eén en ander is in de onderstaande tabel samengevat.

monster nummer	gehalte (%(m/m)) aan				
	> 63 $\mu$ m zand	2-63 $\mu$ m silt	< 2 $\mu$ m lutum	humus	kalk
1	55,5	29,8	14,7	2,4	7,4
2	54,5	33,5	12,0	1,8	4,4
3	58,7	29,3	12,0	4,4	4,4
4	51,0	39,3	9,7	2,4	6,5
5	56,7	36,0	7,3	2,5	6,3
6	64,3	27,7	8,0	2,5	3,3
7	45,9	38,6	15,5	2,2	7,3
8	48,2	33,8	18,0	2,0	7,4
9	57,7	33,0	9,3	2,0	3,6
10	52,4	35,6	12,0	3,4	8,6
11	50,7	33,8	15,5	1,8	4,4
12	58,9	27,6	13,5	3,0	8,9
13	74,2	21,9	6,6	2,2	2,3
14	69,2	23,5	7,3	2,2	2,8
15	37,9	46,6	15,5	4,5	6,5
16	45,4	38,4	16,2	2,7	8,9
17	77,4	16,6	6,0	2,5	3,4

Aan de hand van de hierboven vermelde gegevens zijn de monsters geclassificeerd volgens ontwerpnorm NEN 5104 getiteld "Classificatie van onverharde grondmonsters". De classificatie wordt weergegeven in het onderstaande schema.

veld	omschrijving mengsel			monsters met de nummers
	grondsoort	toevoeging naamgevende driehoek	toevoeging niet naamgevende driehoek	
Ks4	klei	uiterst siltig	zwak humeus	16
Ks4	klei	uiterst siltig	matig humeus	15
Kz2	klei	matig zandig	zwak humeus	1, 2, 11
Kz2	klei	matig zandig	matig humeus	3, 10, 12
Kz3	klei	sterk zandig	zwak humeus	4, 5, 6, 9
Lz3	leem	sterk zandig	zwak humeus	7, 8
Zs3	zand, matig fijn	sterk siltig	zwak humeus	17
Zs3	zand, matig grof	sterk siltig	zwak humeus	13, 14

Classificatie naar het kalkgehalte betekent dat alle monsters geclassificeerd worden als kalkrijk materiaal.

tabel 1: korrelverdeling, humus- en kalkgehalte

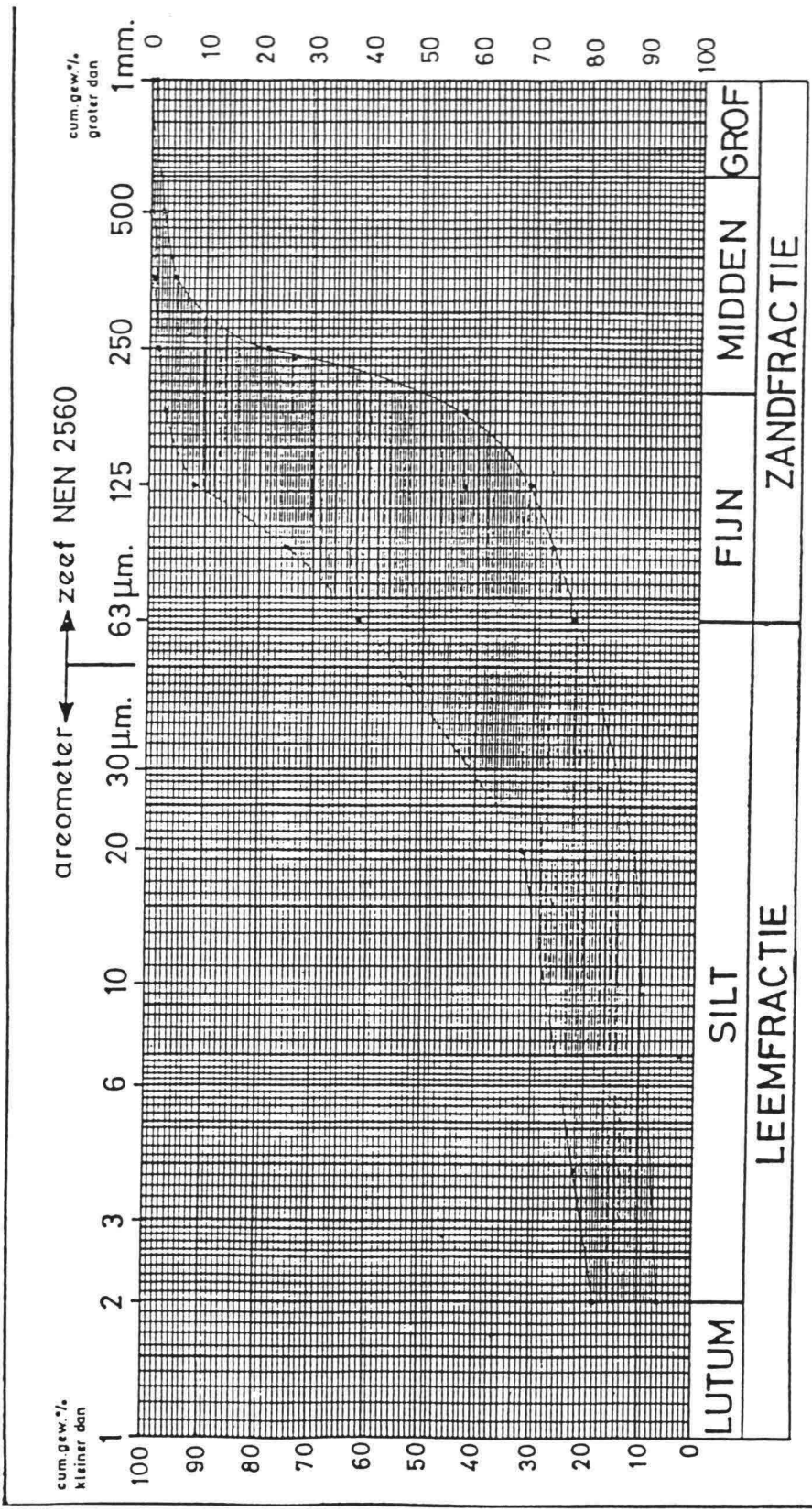
gemerkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
korrelverdeling (%/m/m) op zeef									
2 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 mm	0,1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
500 µm	0,3	1,1	1,3	1,3	1,0	1,2	1,1	1,1	0,8
355 µm	0,8	2,8	2,1	2,0	1,6	3,5	1,6	2,2	2,4
250 µm	1,7	13,6	2,5	2,9	2,6	19,6	2,4	4,6	14,0
200 µm	3,6	26,9	3,1	4,3	4,2	38,7	5,0	11,1	30,1
180 µm	4,3	32,2	3,3	4,8	4,9	46,3	6,0	13,7	36,5
150 µm	13,0	37,4	6,0	9,0	10,0	51,2	15,3	23,4	42,3
125 µm	20,3	41,8	8,3	12,5	14,3	55,3	23,0	31,5	47,2
105 µm	29,0	44,9	22,1	24,1	25,2	57,6	31,2	37,3	50,2
90 µm	35,5	47,2	32,4	32,8	33,3	59,3	37,4	41,6	52,4
63 µm	55,5	54,5	58,7	51,0	56,7	64,3	45,9	48,2	57,7
50 µm	57,5	61,8	63,5	53,7	62,7	66,4	46,6	51,7	62,8
20 µm	62,0	78,5	74,6	60,0	76,5	71,1	48,2	59,9	74,5
16 µm	64,6	79,6	76,1	63,4	78,3	73,4	52,2	62,4	76,3
2 µm	85,3	88,0	88,0	90,3	92,7	92,0	84,5	82,0	90,7
humusgehalte (%/m/m)	2,4	1,8	4,4	2,4	2,5	2,5	2,2	2,0	2,0
kalkgehalte (%/m/m)	7,4	4,4	4,4	6,5	6,3	3,3	7,3	7,4	3,6

vervolg tabel 1: korrelverdeling, humus- en kalkgehalte

gemerkt	10	11	12	13	14	15	16	17
korrelverdeling (%/m/m) op zeef								
2 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 mm	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	1,1	0,1	0,4
500 µm	0,6	2,0	0,4	0,9	1,5	2,3	0,4	0,9
355 µm	1,1	4,4	0,7	3,1	4,2	3,5	0,7	1,4
250 µm	2,8	14,6	1,8	21,7	21,4	8,8	2,3	7,4
200 µm	8,1	27,4	5,1	47,3	45,2	14,1	6,7	30,7
180 µm	10,2	32,5	6,4	57,6	54,7	16,2	8,4	40,0
150 µm	18,3	36,4	16,7	63,4	59,1	18,8	12,5	55,9
125 µm	25,0	39,6	25,2	68,3	62,7	21,0	15,9	69,2
105 µm	34,4	42,3	38,7	69,8	64,0	23,5	23,8	71,7
90 µm	41,5	44,4	48,8	71,0	65,0	25,3	29,8	73,5
63 µm	52,4	50,7	58,9	74,2	69,2	37,9	45,4	77,4
50 µm	53,1	54,4	61,3	77,9	74,0	47,2	53,0	81,2
20 µm	54,6	63,0	66,9	86,4	84,9	68,6	70,5	89,2
16 µm	58,3	65,4	69,1	87,2	85,8	70,4	72,0	90,4
2 µm	88,0	84,5	86,5	93,4	92,7	84,5	83,8	94,0
humusgehalte (%/m/m)	3,4	1,8	3,0	2,2	2,2	4,5	2,7	2,5
kalkgehalte (%/m/m)	8,6	4,4	8,9	2,3	2,8	6,5	8,9	3,4

bijlage 1

analyse nummer	monster nummer	perceel nummer
905899	1	68
905900	2	40
905901	3	66
905902	4	133
905903	5	132
905904	6	38-II
905905	7	134
905906	8	136
905907	9	33
905908	10	97
905909	11	47
905910	12	118
905911	13	38-I
905912	14	mm 38-I + 38-II
905913	15	2
905914	16	120
905914a	17	93-I





Bibliolink TU Delft  
**Verwijderd uit catalogus**  
**TU Delft Library**

