

Le

**Ontwikkeling van een classificatiemethode voor
sequentiële vegetatiekaarteringen**

H.N. Siebel

Handwritten signature

RIN-rapport 92/19

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Wageningen

1992

**Ontwikkeling van een classificatiemethode voor
sequentiële vegetatiekaarteringen**

H.N. Siebel

RIN-rapport 92/19

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Wageningen

1992

557825-

INHOUD

Voorwoord	3
1 Inleiding	4
2 Uitgangspunten	5
3 Materiaal	6
4 Keuze van de te gebruiken classificatieprogramma's	7
5 Optimalisatie van de vegetatieclassificatiemethode	8
5.1 Voorbewerking	8
5.1.1 Conversie naar Cornell condensed format bestand	8
5.1.2 Samenvoegen van onderscheiden soorten	9
5.1.3 Verwijderen van sterk afwijkende opnamen	9
5.1.4 Opdeling van bestand aan de hand van vegetatiestructuur	9
5.2 Vegetatieclassificatie met TWINSPAN	10
5.2.1 Keuze van de instellingen in TWINSPAN	11
5.3 Nabewerking	14
5.3.1 Samenvoegen van clusters	14
5.3.2 Het reloceren van opnamen	15
6 Conclusies	16
7 Aanbevelingen voor het gebruik van vegetatieclassificatiemethoden bij tijdreeksanalyse	17
8 Literatuur	18
Bijlage I. De Clustersimilariteitsindex	19
Bijlage II. Het programma CLUSSIM voor het berekenen van clustersimilariteit.	22
Bijlage III. Schema van de classificatiemethode classificatiemethode.	25
Bijlage IV. Schema van de numerieke verwerking onderdeel van de clasificatie methode.	26

VOORWOORD

Dit rapport is opgesteld door het Rijksinstituut van Natuurbeheer (RIN, thans Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, IBN) in opdracht van de Meetkundige Dienst (MD) van Rijkswaterstaat (RWS). Het vormt de derde fase uit een door de MD aan het RIN uitbesteed onderzoek naar de ontwikkeling van een methode voor monitoring van de vegetatie met behulp van sequentiële kaarteringen.

Fase 1 bestond uit een analyse van de tot dan toe gevolgde procedure bij de verwerking van de vegetatiegegevens en een aanbeveling hoe daar in de toekomst mee om te gaan. Mede op basis daarvan is in fase 2 een voorstel geformuleerd voor de wijze van verwerken en de benodigde software.

In dit onderzoek (fase 3) is gekeken of de wijze van numerieke verwerking van de vegetatiegegevens, zoals is voorgesteld in fase 2, bruikbaar is voor de produktie van vegetatiekaarten door de Meetkundige dienst.

1 INLEIDING

Vegetatiekaarten spelen een belangrijke rol bij de uitvoering van de natuurbeheertaak van Rijkswaterstaat. Door elkaar in de tijd opvolgende vegetatiekaarten met elkaar te vergelijken is het mogelijk ontwikkelingen te signaleren en localiseren. Met andere woorden, het is met behulp van sequentiële vegetatiekaarten mogelijk weer te geven welke veranderingen waar optreden. Met behulp van deze informatie kan het gevoerde beheer, dan wel de effecten van een civiel- of natuurtechnische ingreep, worden geëvalueerd of een ecologisch verantwoord beheer worden geformuleerd. Vanwege het belang van dit soort informatie in het kader van de milieu- en natuurbeheertaak van de Rijkswaterstaat is in 1984 een vegetatiekarteringsprogramma gestart in het Waddenzeegebied (VEGWAD). In dit programma zijn een aantal gebieden opgenomen elk met een specifiek beheerprobleem. Deze gebieden worden met een zekere regelmaat geкарteerd, afhankelijk van de schaal en de snelheid waarmee de veranderingen optreden.

Monitoring van vegetatie met behulp van vegetatiekarteringen vereist dat de vegetatie-eenheden die onderscheiden worden bij opeenvolgende karteringen overdraagbaar en eenduidig gedefinieerd zijn, zodat zij goed met elkaar vergeleken kunnen worden. Een te grote mate van persoonsgebondenheid bij het definiëren van abstracte vegetatietypen is daarbij ongewenst. Met het oog hierop is in 1988 een samenwerkingsproject met het RIN gestart. Dit had tot doel te onderzoeken op welke manier vegetatietypen, zoals onderscheiden worden bij opeenvolgende karteringen, het beste met elkaar vergeleken kunnen worden om verantwoorde conclusies te kunnen trekken over aard en omvang van opgetreden vegetatieontwikkelingen. Dit samenwerkingsproject heeft een gefaseerde aanpak gehad.

Fase 1 bestond uit een evaluatie van de vegetatieclassificatiemethode van de MD, zoals deze tot nu toe met behulp van het programma VEGTAB werd uitgevoerd (Dirkse en Slim 1989). Hierbij bleek dat het resultaat van de vegetatieclassificatie sterk afhangt van persoonlijke factoren bij het gebruik van de verwerkingsmethode met VEGTAB, waardoor de overdraagbaarheid van typen afneemt.

In fase 2 is, voortbouwend op de resultaten uit de eerste fase, onderzocht welke software infrastructuur nodig is om voldoende overdraagbaarheid van typen voor een objectieve vergelijking in de tijd te kunnen garanderen. Hierbij is er van uitgegaan dat de verwerkingsmethode moet resulteren in abstracte vegetatietypen welke geschikt zijn voor weergave op een vegetatiekaart (Hennekens in prep). Hieruit kwam naar voren dat de classificatieprogramma's TWINSPAN en FLEXCLUS voor de bewerking van vegetatie-opnamen het meest in aanmerking komen. Het feit dat deze programma's op dit moment het meest gebruikt worden in Nederland heeft hierbij een rol gespeeld.

Het in dit rapport behandelde onderzoek vormt fase 3. In deze fase is de in fase 2 voorgestelde vegetatieclassificatie procedure getest op de bruikbaarheid bij een kartering op basis van luchtfoto-interpretatie en aan de hand hiervan verder aangepast.

Over het uitvoeren van analyse van vegetatieveranderingen in de tijd worden hier alleen enkele aanbevelingen gedaan. Deze stap zal in een volgende fase nader uitgewerkt moeten worden.

2 UITGANGSPUNTEN

Uit gesprekken met de MD bleek dat men op dit moment niet wil werken met een vast typestelsel bij de vegetatieclassificatie. Het uitgangspunt bij de karteringen, zoals die door de MD worden uitgevoerd, is dat een veldbemonsteringsschema afgestemd op de op aangetroffen ruimtelijke variatie de basis moet vormen voor een vegetatiekundige karakterisering van die ruimtelijke patronen (bijvoorbeeld kaarteenheden). Deze karakterisering van de eenheden gebeurt door middel van het opstellen van een vegetatietypologie gebaseerd op de veldgegevens die voor de betreffende kartering verzameld zijn. Wil een vegetatieclassificatiemethode op deze wijze goed werken bij een sequentiële vegetatiekartering op basis van luchtfoto-interpretatie dan moet deze aan een aantal voorwaarden voldoen:

- Het resultaat van de classificatiemethode moet **reproduceerbaar** zijn. Er moet dus duidelijk zijn aan te geven hoe de classificatie wordt uitgevoerd zodat deze op dezelfde wijze herhaald kan worden, ook als deze voor het grootste deel geautomatiseerd is. De subjectieve inbreng van personen moet bij de classificatiemethode dus zo klein mogelijk zijn omdat dit de reproduceerbaarheid en daarmee de vergelijking van sequentiële karteringen ongunstig beïnvloedt.
- De classificatiemethode moet relatief **ongevoelig** zijn voor **kleine verschillen** in te bewerken opnamebestanden, in die zin dat de methode bij vergelijkbare opnamebestanden afkomstig van verschillende tijdstippen tot een overeenkomstige classificatie moet leiden. Dit betekent ook dat de methode tot vrijwel gelijke resultaten moet komen als er enkele opnamen worden weggelaten.
- De classificatiemethode moet leiden tot een vegetatieclassificatie die een goede **overeenkomst met voorlopig onderscheiden foto-eenheden** heeft. Als dit namelijk niet het geval is dan kunnen de onderscheiden foto-eenheden niet goed in vegetatiekundige termen geïnterpreteerd worden en dan valt een belangrijk element van de monitoringsmethode weg.
- De classificatiemethode moet leiden tot **ecologisch goed interpreteerbare** typen. De sequentiële vegetatiekartering wint sterk aan waarde naarmate de geкарteerde veranderingen beter ecologisch te interpreteren zijn.

Het is duidelijk dat ten behoeve van vegetatiemonitoring met behulp van de kaarteringsmethode de hierbij gebruikte classificatiemethode waar mogelijk moet worden geobjectiveerd. Een deskundige en daarmee subjectieve maar zo mogelijk wel geargumenteerde en eenduidige inbreng blijft echter noodzakelijk om tot een voor de beheerder bruikbare vegetatiekaart te komen. Er is hier getracht de methode dusdanig te automatiseren en te standarisieren dat een zo goed mogelijke clusterindeling van vegetatieopnamen wordt verkregen als uitgangspunt voor de uiteindelijke classificatie.

3 MATERIAAL

De in fase 2 voorgestelde werkwijze methode is geoptimaliseerd en getoetst aan de hand van een bewerking van het vegetatieopnamenbestand van de vegetatiekaartering van TEXEL.

Voor de vertaling van het classificatieresultaat naar het kaartbeeld is een deelgebied, te weten de Hors, uit de vegetatiekaart genomen. Deze keuze is gemaakt op basis van de aanwezigheid van meerdere landschapstypen, zodat de resultaten van de classificatie bij een groot aantal vegetatietypen kon worden bekeken en het feit dat dit deelgebied een goed voorbeeld is voor de gevolgde procedure bij de vervaardiging van vegetatiekaarten door de MD.

4 KEUZE VAN DE TE GEBRUIKEN CLASSIFICATIEPROGRAMMA'S

Uit de resultaten van fase 2 werd duidelijk dat een divisieve classificatietechniek zoals TWINSPAN te prefereren is boven een agglomeratieve zoals FLEXCLUS, als het om een groot aantal opnamen gaat van verschillende vegetatietypen. Dit is bij de opnamen ten behoeve van de vegetatiekarteringen van de MD meestal het geval. Bij een klein aantal opnamen van meer homogene vegetatie is FLEXCLUS te prefereren. Deze zou dus gebruikt kunnen worden nadat met TWINSPAN kleinere clusters van opnamen zijn gemaakt.

Bij een eerste classificatie van de genoemde vegetatieopnamen met behulp van TWINSPAN en daarna een verdere classificatie binnen de op hogere niveau's onderscheiden clusters met FLEXCLUS, zoals voorgesteld in fase 2, bleek het uiteindelijke resultaat sterk af te hangen van de precies gevolgde methode. Met name bleek dat de mate waarin clusters met TWINSPAN werden opgedeeld, alvorens deze met FLEXCLUS verder bewerkt werden, een vrij grote invloed kon hebben op de uiteindelijke resultaten. Hierbij is het moeilijk om criteria te geven over hoe ver een eerste classificatie met TWINSPAN moet gaan, ook al omdat dit per vegetatietype anders is. Duidelijk is dat dit de reproduceerbaarheid van de classificatiemethode niet ten goede komt. De situatie wordt nog minder goed reproduceerbaar als men bij de classificatie met FLEXCLUS ook nog relocaties van opnamen toestaat tussen door TWINSPAN onderscheiden clusters.

Verder moeten bij het programma FLEXCLUS veel interactieve vragen worden beantwoord en hiermee is er ruimte voor een grote persoonsgebonden inbreng. Gelet op de mate van reproduceerbaarheid is daarom besloten om eerst te kijken in hoeverre een bevredigende classificatie met alleen het programma TWINSPAN kon worden uitgevoerd.

5 OPTIMALISATIE VAN DE VEGETATIECLASSIFICATIEMETHODE

In het verdere onderzoek is de classificatiemethode met TWINSPAN uitgewerkt en geoptimaliseerd. Hierbij is gekeken of de methode voor de eerder aangegeven doeleinden aanmerkelijk kon worden verbeterd door:

- een voorbereiding van het opnamebestand alvorens te classificeren met TWINSPAN;
 - optimalisatie van de instelling van het programma TWINSPAN;
 - een nabewerking van de classificatie die met TWINSPAN is gemaakt.
- Bij de nu volgende bespreking van de uitgewerkte methode is onderscheidt gemaakt tussen deze drie onderdelen.

5.1 VOORBEWERKING

Allereerst moeten de opnamegegevens zoals aangeleverd door de MD geschikt worden gemaakt als invoer voor het programma TWINSPAN. Hiervoor moeten ook de bedekkingscategoriën worden omgezet. De uitkomst van de classificatiemethode met behulp van TWINSPAN is gevoelig voor een aantal eigenschappen in een opnamebestand. Voor zover dit niet wenselijk is, is dit in een aantal gevallen te verhelpen door een verdere voorbereiding van het opnamebestand.

5.1.1 Conversie naar 'Cornell condensed format' bestand.

Om als input voor TWINSPAN geschikt te zijn moeten de opnamegegevens in een zogenaamde Cornell condensed formatfile staan. (De conversie van VEGTAB tabellen naar een Cornell condensed formatfile is voor dit onderzoek uitgevoerd met een hiervoor geschreven conversieprogramma.) Belangrijk hierbij is dat de bedekkingen van de soorten voor TWINSPAN numeriek moeten worden aangegeven. Hiervoor zijn de bij de MD gehanteerde bedekking/abundantie-categoriën bij dit onderzoek omgezet naar een procentuele schaal volgens tabel 1. De in TWINSPAN gehanteerde splitsingsniveau's (zie verderop) sluiten aan op deze procentuele bedekkingwaarden.

tabel 1. Omzetting van MD-bedekkingscategoriën naar procentuele bedekkingwaarden.

bedekkingssymbool	%
r	1.0
p	3.0
m	3.0
a	3.0
2	7.5
3	17.5
4	37.5
5	62.5
6	87.5

5.1.2 **Samenvoegen van onderscheiden soorten**

Bij de eerste bewerkingen van het opnamebestand van TEXEL bleek dat daar waar één soort onder meerdere soortnamen voorkwam de classificatie hierdoor sterk werd beïnvloed. Dit is in zeer sterke mate het geval waar deze elkaar uitsluiten en zeer frequent voorkomen. Zo was dit bijvoorbeeld het geval waar de soort Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) in een groot deel van de opnamen met deze soort onder een afwijkende naam (*Dicranum spec.*) stond opgegeven. Het kritisch doorlopen van de uiteindelijke soortenlijst en het eventueel samenvoegen van gehanteerde soortnamen of eventueel moeilijk te onderscheiden taxa, die door verschillende opnemers anders worden gedetermineerd, is daarom noodzakelijk om tot een goede classificatie te komen.

5.1.3 **Verwijderen van sterk afwijkende opnamen**

De classificatie met behulp van TWINSPAN bleek verder gevoelig voor opnamen met weinig soorten en een sterke dominantie van een soort die in het verdere opnamebestand niet of nauwelijks voorkomt. Deze opnamen kunnen in eerste instantie het beste uit het bestand worden verwijderd alvorens met TWINSPAN een classificatie uit te voeren. Bij een eerste TWINSPAN bewerking komen deze vaak al snel in een apart klein cluster terecht. Ook kan het een goed hulpmiddel zijn om deze "outliers" op te sporen met een ordinatie, waarbij de eerste twee of drie assen in beschouwing worden genomen. Bij dit onderzoek is dit gedaan m.b.v. "Detrended correspondence analysis" met het programma CANOCO. Deze sterk afwijkende opnamen werden verwijderd uit het opnamebestand waar de bewerking met TWINSPAN mee werd uitgevoerd. Het betrof hier drie opnamen, waaronder bijvoorbeeld een opname uit de helmduinen met een sterke dominantie van Loogkruid, die in alle andere opnamen ontbrak, met een paar andere soorten van stikstofrijke milieu's.

5.1.4 **Opdeling van het opnamenbestand aan de hand van vegetatiestructuur**

Bij de classificatie konden de struikvegetaties niet goed gescheiden worden van de kruidvegetaties, zelfs als bomen en struiken zwaarder werden gewogen bij de classificatie. Dit werd veroorzaakt, doordat in een aantal gevallen vrijwel dezelfde kruidvegetatie met en zonder struikvegetatie voorkwam. Als voorbeelden kunnen hier duinrietvegetaties met of zonder Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*) en moerasvegetaties met of zonder Grauwe wilg (*Salix cinerea*) worden genoemd. Dit probleem hangt niet direct samen met de hier gebruikte classificatietechniek, want andere classificatietechnieken laten hetzelfde probleem zien. Als men dit onderscheid toch als belangrijk ziet uit vegetatiekundig oogpunt, omdat het bijvoorbeeld zeer sterk naar voren komt bij luchtfoto-interpretatie, wordt hier aanbevolen om voordat de classificatie met behulp van TWINSPAN wordt uitgevoerd, de vegetatieopnamen aan de hand van de vegetatiestructuur in drie hoofdgroepen te delen:

- Kruidvegetaties (Vegetaties zonder duidelijk ontwikkelde boom- en struiklaag);
- Struweelvegetaties (Vegetaties met een duidelijk ontwikkelde struiklaag, maar geen boomlaag);
- Bosvegetaties (Vegetaties met een duidelijk ontwikkelde boomlaag).

Op elk van deze hoofdgroepen wordt dan elk afzonderlijk een classificatie met TWINSPAN uitgevoerd. De opdeling vindt plaats aan de hand van eigenschappen van de vegetatie in de vegetatieopnamen en kan als de eerste stap van de classificatie worden gezien. Bij dit onderzoek is de hierboven aangegeven stap ook gevolgd.

5.2 VEGETATIECLASSIFICATIE MET TWINSPAN

Hier zal niet in detail worden ingegaan op de manier waarop het programma TWINSPAN werkt. Hiervoor wordt verwezen naar Hill (1979). Voor een overzicht van de vragen die men in het programma moet beantwoorden alvorens deze een classificatie uitvoert wordt verwezen naar Hennekens (in prep.). Er wordt hier volstaan met een korte uitleg, die nodig is om het vervolg te kunnen begrijpen.

De methode van classificatie door het programma TWINSPAN berust op een divisieve classificatie. Het opnamebestand wordt opgedeeld in twee clusters. Bij de volgende stappen wordt elk cluster op zijn beurt weer opgedeeld in twee clusters. Dit proces herhaalt zich een op te geven aantal keer. Hiermee komt tevens een hiërarchie in de classificatie. Het opsplitsen van een cluster gebeurt telkens in drie stappen:

- Primaire ordinatie; met de opnamen van een op te splitsen cluster wordt een eerste ordinatie uitgevoerd volgens de "Reciprocal Averaging" methode.
- Verfijnde ordinatie; dit is een aangepaste ordinatie op basis van de preferentie die soorten voor een van beide zijde van de primaire ordinatie-as hebben. De hieruit verkregen ordinatie-as wordt in twee gelijke delen verdeeld, zodat de hierbij gevormde clusters allebij evenveel variatie bevatten. De verfijnde ordinatie bepaald dus voor het grootste deel de opdeling in twee clusters, met uitzondering van de toewijzing van een aantal opnamen die als grensgevallen zijn op te vatten. Deze worden toegewezen op basis van een derde ordinatie.
- Indicatorordinatie; Deze ordinatie vindt plaats op basis van een de hoogst preferente soorten: de indicatorsoorten. Hierbij wordt getracht de uit de verfijnde ordinatie verkregen deling te beschrijven aan de hand van zo weinig mogelijk indicatorsoorten. Maar tevens worden mogelijke grensgevallen op basis van hun indicatorscore toegewezen aan één van beide clusters.

Deze methode kan niet direct met kwantitatieve gegevens werken. Om toch rekening te kunnen houden met de bedekking van soorten werkt

TWINSpan met presentie in bedekkingsklassen (ook wel genoemd: "abundantietredes"). Elke soort wordt daarvoor opgedeeld in een aantal pseudosoorten, die corresponderen met bedekkingsklassen. Deze bedekkingsklassen kunnen in het programma worden ingesteld aan de hand van splitsingsniveau's ("cutlevels"). In feite werkt TWINSpan niet met de soorten maar met deze pseudosoorten. Bij voorkomen van een pseudosoort van een hoge bedekkingsklasse komen automatisch ook alle pseudosoorten van de lagere bedekkingsklassen voor. Een pseudosoort die een hoge bedekking van een soort aangeeft kan als preferent of zelfs als indicator optreden en daarmee wordt de bedekkingswaarde indicatief voor een onderscheiden cluster. Het aangeven van het aantal bedekkingsklassen en de grenzen hiervan bepaald in welke mate de bedekking van soorten in de classificatie wordt meegewogen en bepaald in sterke mate de uitkomst van de classificatie.

5.2.1 Keuze van de instellingen in TWINSpan

Er is bij de bewerking van het opnamebestand van TEXEL onderzocht op welke wijze de classificatie kon worden geoptimaliseerd door andere instellingen dan de defaultinstelling in TWINSpan te kiezen. De meeste instelvariabelen bleken bij een andere waarde niet tot een betere classificatie te leiden. In een aantal gevallen werden bij andere waarden voor een deel van de clustering betere resultaten verkregen maar voor een ander deel slechtere, zonder dat goed was aan te geven wanneer dit tot betere resultaten kon leiden. Hier volgt een korte bespreking van elk van de bekeken en mogelijk te wijzigen onderdelen van de instelling van het programma TWINSpan.

- Minimumgroepsgrootte voor verder deling (default = 5). Dit was een redelijke grootte voor de meeste situaties. Kleinere clusters konden in de meeste gevallen toch niet zinvol worden opgedeeld, maar iets grotere vaak nog wel.

- Maximum aantal indicatorsoorten per deling (default = 7). Deze had vrijwel geen effect op de eigenlijke classificatie. TWINSpan volstaat in de meeste gevallen met minder als hiermee de deling goed kan worden beschreven.

- Maximum aantal delingsniveau's (default 6, er zijn dan max. 2^6 clusters). Het aantal nog zinvolle splitsingsniveau's is afhankelijk van het aantal opnamen dat bij de classificatie betrokken is. (Bij grotere opnamebestanden van 800 of meer opnamen kan het beste meer (8) splitsingsniveau's worden gekozen. Dit leidt tot vier maal zoveel clusters.)

- Het toekennen van gewicht aan niveau's van pseudosoorten (default alle hetzelfde gewicht). Het zwaarder laten meewegen van een bepaalde niveau van pseudosoorten (bedekkingscategorie) leidde tot sterk variabele resultaten bij verschillende vegetatietypen en meestal niet tot een betere classificatie. Hier is in het vervolg steeds gewerkt met de defaultinstelling. De manier waarop bedekking wordt meegewogen bij de classificatie kan beter geregeld worden

bij de instelling van abundantietreden (zie verderop).

- Indicatorpotentiëel voor de verschillende abundantietredes (default alle pseudospecies abundantietredes komen als indicator in aanmerking). Dit had weinig invloed op de eigenlijke classificatie. Er is hier verder de default instelling aangehouden. Wellicht is het beter om alleen presentie van een soort als indicator te gebruiken als van een belangrijke soort onbetrouwbare bedekkingschattingen zijn gegeven. In dat geval kan de indicatorpotentiëel van de laagste abundantietrede op 1 worden gesteld en alle andere op 0.

- Het uitsluiten van soorten als indicator. De eigenlijke classificatie wordt hierdoor nauwelijks beïnvloed. Hier zijn geen soorten als indicator uitgesloten.

- Het toekennen van gewicht aan bepaalde soorten. Bij het opnamebestand van Texel is getracht door het toekennen van een twee maal zo groot gewicht aan boom- en struiksoorten de struweel- en bosvegetaties beter te onderscheiden. Dit leverde geen bevredigend resultaat op. Als men vegetatiegroepen op grond van aan of afwezigheid van boom en struiklaag wil scheiden kan dit het beste worden gedaan in een voorbereiding, voordat de classificatie met TWINSPAN wordt uitgevoerd (zie voorbereiding). In het vervolg is geen extra gewicht toegekend aan bepaalde soorten.

- Het instellen van abundantietredes (cutlevels).

Verreweg de meeste invloed op de uitkomst van de classificatie heeft de instelling van de abundantietredes voor pseudosoorten. Hiermee wordt aangegeven in hoeverre met verschillende bedekkingswaarden van soorten bij de classificatie rekening moet worden gehouden. Veel tijd is bij dit onderzoek besteed om hiervoor een optimale instelling te vinden, welke leidt tot een bij de kaartering goed bruikbare classificatie.

Dit is getoetst aan de mate waarin de classificatie van het opnamebestand van Texel enerzijds overeenkwam met de bij de fotointerpretatie onderscheiden eenheden en anderzijds met de ecologische interpreteerbaarheid van de onderscheiden opnameclusters. Dit laatste is gedaan aan de hand van bestaande ecologisch goed te interpreteren vegetatieindelingen. De classificatie is niet direct vergeleken met de huidige bij de MD gehanteerde classificatiemethode anders dan dat de classificatie met TWINSPAN wat betreft deze toetsingscriteria tot soortgelijke of betere resultaten moest komen.

Het effect van een groot aantal verschillende abundantietrede-instellingen is bekeken. Hierbij is natuurlijk rekening gehouden met de bij de opname onderscheiden bedekkingscategoriën (zie bij voorbereiding, tabel 1). Het bleek dat de default instelling van TWINSPAN (0% 2% 5% 10% 20%) over het algemeen een slechte overeenkomst met de voorlopig onderscheiden fotokaarteenheden te zien gaf. Dit hangt waarschijnlijk voor een groot deel samen met de aard van het opnamemateriaal dat voor het grootste gedeelte bestaat uit opnamen met één of meerdere dominante soorten (vergelijk bijvoorbeeld soortenrijke kalkgraslandopnamen, waar weinig dominante soorten in zitten). Het bleek dat met name het onderscheid tussen een bedekking meer en minder dan 2% en die van

meer en minder dan 50% zinvol is. Verder bleek dat bij een relatief heterogeen opnamebestand (de hogere niveau's) vooral aan- of afwezigheid van soorten belangrijk was en soorten met lage bedekkingen een belangrijke rol spelen bij een goede classificatie. Bij een relatief homogeen opnamebestand (de meeste lagere niveau's) speelt de dominantie van soorten een belangrijker rol bij een goede classificatie.

Van de onderzochte abundantietrede-instellingen bleek de instelling '0% 2% 15% 50%' over het algemeen het beste te voldoen bij een meer heterogeen opnamebestand (overeenkomend met het onderscheidt tussen de bedekkingscategoriegroepen r , $p+m+a+2$, $3+4$ en $5+6$). Bij een meer homogeen opnamebestand bleek de instelling '0% 2% 10% 25% 50%' over het algemeen het beste te voldoen (overeenkomend met de bedekkingscategoriegroepen r , $p+m+a+2$, 3 , 4 en $5+6$).

Hierbij moet worden opgemerkt dat bij het gebruik van meer abundantietredes en een zodanige defenitie van de bovenste daarvan, dat deze dominantie weerspiegelt, de classificatie over het algemeen meer overeenkwam met de voorlopig onderscheiden fotokaarteenheden. Het was echter niet zo, dat als dominantie hierin zeer sterk tot uitdrukking kwam, een nog betere overeenkomst tussen beide werd verkregen. Het minder sterk laten meewegen van dominantie bij de abundantietrede-instelling, zoals bij de hierboven gegeven instellingen leidde meestal tot een grotere ecologisch interpreteerbaarheid van de classificatie. Bij de hierboven gegeven instellingen is met beide criteria evenveel rekening gehouden. Zij lieten ook op basis van beide criteria een overeenkomstig en vaak beter beeld zien dan de tot nu toe bij de MD gehanteerde classificatiemethode.

De over het geheel gezien beste classificatie welke een goed uitgangspunt vormt voor een verdere analyse werd verkregen door een eerste classificatie met een abundantietrede-instelling van '0% 2% 15% 50%' waarmee het opnamebestand in kleinere bestanden werd opgedeeld, zoals opnamen van duinheiden, helmduinen, duingraslanden, buntgrasduinen, rietvegetaties etc., en een clasificatie van deze bestanden met een abundantietrede-instelling van '0% 2% 10% 25% 50%'.

5.3 NABEWERKING

5.3.1 **Samenvoegen van clusters**

Een nadeel van de vegetatieclassificatie met TWINSPAN is dat dit programma het opnamebestand een in te stellen aantal malen opdeelt, ongeacht de mate waarin de gevormde deelclusters van elkaar verschillen. Er wordt geen "stopping rule" gehanteerd. Er wordt alleen eerder gestopt met opdelen indien een clustergrootte kleiner is dan een in te stellen aantal opnamen. Dit betekent dat met TWINSPAN vaak meer clusters worden onderscheiden dan meestal zinvol is. Er moeten dus weer clusters worden samengevoegd.

Men kan de criteria die hierbij een rol zouden kunnen spelen in externe en interne criteria verdelen (Jongman et al. 1987).

Onder externe criteria valt de ecologische interpreteerbaarheid van de nog te onderscheiden clusters. De beoordeling van de clustering op basis van deze externe criteria valt niet goed te automatiseren en vergt een analyse van een vegetatiekundige.

Wel goed mogelijk lijkt het om in eerste instantie op basis van interne criteria te bepalen tot hoe ver een opdeling in clusters zinvol is (om daarna een analyse van het resultaat op basis van externe criteria uit te voeren). Interne criteria hebben betrekking op dezelfde kenmerken van de vegetatieopnamen, die bij de classificatie betrokken zijn. Voor een divisieve classificatie zoals met TWINSPAN komt dit neer op een stopregel ("stopping rule"), die bepaalt tot hoe ver een opnamebestand in eerste instantie wordt opgedeeld (Lambert en Williams, 1966 ;Pielou, 1977).

In de TWINSPAN-output zijn een aantal aanwijzingen te vinden om te beoordelen of een deling goed verlopen is of niet. Ten eerste wordt hierin bij elke deling een eigenwaarde gegeven waaraan kan worden afgelezen hoe groot de betrouwbaarheid is van de primaire ordinatie op basis waarvan in TWINSPAN de voorlopige eerste deling is gemaakt. Verder kan men in de uitgebreide output kijken naar het aantal "misclassified" opnamen, dat aangeeft hoe goed de classificatie kan worden beschreven aan de hand van indicatorsoorten en dat dus ook iets zegt over de duidelijkheid van de deling. Het gebruik van een van beide waarden als stopregel of een afgeleide daarvan gaf geen goede resultaten. Het bepalen of alle delingen zinvol zijn, blijft daarmee aan externe criteria gebonden en tijdrovend. Het staat daarmee open voor een grote persoonlijke inbreng, wat de reproduceerbaarheid van de methode niet ten goede komt.

Het is daarom beter om een ander manier te gebruiken om te bepalen tot hoe ver het opnamebestand in eerste instantie zinvol kan worden opgedeeld. Hier is gekozen voor een stopregel gebaseerd op de mate waarin twee deelclusters van elkaar verschillen ten opzichte van het verschil dat bestaat binnen de deelclusters. Dit kan worden uitgedrukt in een clustersimilariteitsindex (zie hiervoor verder bijlage 1.). Aan de hand van de waarde van deze index bij elke deling is bepaald welke opdeling van clusters in eerste instantie

nog kon worden geaccepteerd. Hierbij bleek dat een indexwaarde groter dan 0.75 over het algemeen duidde op een niet zinvolle deling, zodat deze grens als stopregel is aangehouden. Dit bleek voor het opnamebestand van Texel te leiden tot goede resultaten, welke als basis kon dienen voor een verdere analyse op basis van vooral externe criteria.

5.3.2 Het reloceren van opnamen

Een tweede nabewerking, die bij de classificatie kan plaatsvinden is het reloceren (verplaatsen) van opnamen van het ene cluster naar het andere, als dit een beter classificatiebeeld oplevert. Er is gekeken of dit deels te automatiseren valt. Dit is gedaan met het programma FLEXCLUS waarin de mogelijkheid aanwezig is om opnamen te reloceren op basis van similariteit. Hierbij bleek dat vooral als men veel kleine clusters had, opnamen van een cluster soms van de ene kant van de tabel helemaal naar de andere kant werden gerelocerd. Een van de achterliggende oorzaken hier is dat een deel van de kleine clusters is onderscheiden op basis van het voorkomen van storingssoorten met een brede ecologische amplitude die in meer vegetatietypen voorkomen. Met een geautomatiseerde relocatie komen opnamen uit verschillende vegetatietypen met dergelijke soorten snel bij elkaar, wat niet altijd een beter resultaat oplevert. Een ander nadeel is dat de hiërarchie die door TWINSPAN in de classificatie is aangebracht snel verloren gaat. Dit zou voorkomen kunnen worden door relocaties alleen te laten plaatsvinden op lagere classificatieniveau's tussen clusters die dicht bij elkaar staan. Hier heeft het programma TWINSPAN op basis van overeenkomsten van clusters echter al een keuze aangebracht. Er kan hier dan ook beter met een andere instelling in TWINSPAN gewerkt worden dan achteraf op basis van een iets anders berekende overeenkomst tussen opnamen een andere deling te maken, omdat daarmee ook de reproduceerbaarheid een stuk minder wordt. Wel zouden hier op basis van externe criteria een aantal opnamen gerelocerd kunnen worden, wat tot een beter te interpreteren classificatiebeeld kan leiden. Een inbreng van vegetatiekundige kennis blijft dan noodzakelijk en de methode daarmee persoonsgebonden. De reproduceerbaarheid wordt minder als men relatief veel opnamen gaat reloceren, zodat het aantal relocaties het beste laag gehouden kan worden.

Als relocaties worden uitgevoerd kan dit het beste als volgt worden gedaan:

Op basis van de similariteit van een opname met opnamen binnen zijn eigen cluster en die van nauw verwante clusters wordt een aantal opnamen geselecteerd, waarbij relocatie mogelijk tot een beter classificatieresultaat zal leiden. Men kan deze ook selecteren op basis van de TWINSPAN output, omdat dit in het algemeen "borderline opnamen" zullen zijn, welke bij elke deling als zodanig staan aangegeven. Op basis van vegetatiestructuurgegevens of synecologie worden deze opnamen dan eventueel gerelocerd. Uit de praktijk zal verder moeten blijken hoe deze stap verder is te formaliseren.

6 CONCLUSIES

1 De methode voor vegetatieclassificatie bij sequentiele kaarteringen op basis van luchtfotoïnterpretatie, zoals eerder voorgesteld (Hennekens in prep.), kon geschikt worden gemaakt voor toepassing bij RWS. Het is mogelijk om met een voor het grootste deel geautomatiseerde classificatiemethode een goed uitgangspunt te krijgen voor een verder vooral op vegetatiekundige kennis gebaseerde analyse van te onderscheiden vegetatietypen en daarmee te komen tot een voor de kaartering geschikte indeling. Hiermee kan tevens veel arbeidstijd bespaard worden. Een kritische analyse van de resultaten door een vegetatiekundige blijft echter ten alle tijde noodzakelijk voor de laatste stap waarbij de classificatie op basis van ecologische kennis verder wordt bewerkt.

2 Hierbij bleek dat een voorbewerking van het opnamebestand noodzakelijk was om met het ~~programma~~ TWINSPAN optimale resultaten te bereiken. Bij deze voorbewerking moeten taxa die, doordat zij niet altijd goed gedetermineerd konden worden of niet altijd tot op hetzelfde niveau zijn onderscheiden, onder verschillende namen staan aangegeven worden samengevoegd en sterk afwijkende opnamen worden verwijderd. Indien men ook de vegetatiestructuur op een hoog niveau wil laten meetellen is een opdeling in kruid-, struik- en boomvegetaties bij de voorbewerking ook noodzakelijk. Deze deelbestanden kunnen dan apart met TWINSPAN worden bewerkt.

3 Met een daarna uitgevoerde bewerking met TWINSPAN kan met de in dit rapport aangegeven instelling een classificatie worden verkregen welke een goed uitgangspunt vormt voor verdere verwerking. Bij bewerking met FLEXCLUS is er te weinig mogelijkheid voor standarisatie en te veel ruimte voor persoonlijke inbreng wat ten koste gaat van de reproduceerbaarheid van de classificatie.

4 De uitgangssituatie voor verdere bewerking kon nog verbeterd worden door het gebruik van een geprogrammeerde stopregel. Deze stopregel kan gebruikt worden als een hulpmiddel om het grote aantal door TWINSPAN onderscheiden clusters terug te brengen tot wat op basis van interne criteria goed van elkaar te onderscheiden is.

7 AANBEVELINGEN VOOR HET GEBRUIK VAN VEGETATIECLASSIFICATIEMETHODEN BIJ TIJDREEKSANALYSE.

Tijdreeksanalyse enkel gebaseerd op de vegetatieopnamen die gemaakt worden bij de vegetatiekaartering is bij de door de MD gevolgde methode niet goed mogelijk (zie Dirkse & Slim 1990). Tijdreeksanalyse op basis van een vergelijking van vegetatiekaarten is met gebruik van een GIS vrij gemakkelijk uit te voeren. Voor de interpretatie van de gemeten veranderingen is de overdraagbaarheid van de bij de verschillende kaarteringen onderscheiden vegetatietypen zeer belangrijk. De interpretatie zal moeilijker worden naarmate de bij de verschillende kaarteringen gebruikte classificaties sterker van elkaar afwijken. Dit heeft met name gevolgen voor de nauwkeurigheid waarmee veranderingen kunnen worden aangetoond.

Met de in dit rapport aangegeven methode zijn met het terugdringen van de persoonsgebondenheid en met de grotere reproduceerbaarheid van de classificatiemethode grotere overeenkomsten te verwachten tussen classificaties van opnamebestanden van verschillende jaren uit hetzelfde gebied. Toch blijft voor een goede indeling van de afzonderlijke opnamen een deskundige maar tevens persoonsgebonden inbreng wenselijk. De classificaties zullen nooit helemaal tot dezelfde typeindeling leiden. In verband met de overdraagbaarheid van de klassen bij de verschillende kaarteringen kunnen hier de volgende aanbevelingen worden gedaan.

- Het bewaren van de hiërarchie in de classificatie door niet te veel relocations tussen clusters uit te voeren. Het is namelijk niet te verwachten dat alle onderscheiden vegetatietypen bij verschillende classificaties overdraagbaar zijn. Op een hoog niveau in de hiërarchie zal dit meestal wel het geval zijn, op een lager niveau minder.

- Het vergelijken van sequentiële gegevens door de verschillende opnamebestanden samen te voegen en te bewerken met de hier aangegeven classificatiemethode. Het probleem van de overdraagbaarheid van de type is dan opgelost door alle opnamen in hetzelfde typestelsel onder te brengen. Het zal dan echter minder zinvol zijn op bij elke afzonderlijke ronde een vegetatiekaart te maken gebaseerd op alleen de opnamen van die ronde.

Als dit een probleem vormt kan beter gewerkt worden met een vast vegetatietypestelsel, dat speciaal is toegesneden op het gebruik van luchtfotoïnterpretatie bij de kaarteringen, de schaal hiervan en de veranderingen die men wil kunnen vaststellen. Voorwaarde is echter wel dat deze niet te grof is (i.v.m. nog te detecteren veranderingen) of te star (i.v.m. nieuw of lokaal te onderscheiden vegetatietypen). De hier aangegeven classificatiemethode kan een goed hulpmiddel zijn bij het ontwikkelen van een dergelijk stelsel.

8 LITERATUUR

Dirkse G.M. & P.A. Slim, 1990.

Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. RIN-rapport 90/5

Hennekens S., in prep.

Ontwikkeling methode voor vergelijking van sequentiële vegetatiekaarteringen. Advies voor aanschaf programmatuur.

RIN-rapport in prep.

Hill, M.O., 1979.

TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, N.Y., 90 pp.

Hogeweg, P., 1976.

Iterative character weighing in numerical taxonomy. *Comput. Biol. Med.* 6: 199-211.

Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak, & O.F.R. van Tongeren, 1987.

Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen.

Lambert, J.M. & W.T. Williams, 1966.

Multivariate methods in plant ecology. VI. Comparison of information analysis and association analysis. *J.Ecol.* 54: 635-664.

Pielou, E.C., 1977.

Mathematical Ecology. 2nd Edition. Wiley, New York, 385 pp.

Popma, J., L. Mucina, O. van Tongeren & E. van der Maarel, 1983.

On the determination of optimal levels in phytosociological classification. *Vegetatio* 52: 65-76.

BIJLAGE I : DE CLUSTERSIMILARITEITSINDEX

Een stopregel kan gebaseerd worden op de mate van verschil tussen de twee te onderscheiden deelclusters maar ook op de mate van homogeniteit binnen de deelclusters. Het beste kunnen beide hierbij betrokken worden. Zo kan het zinvol zijn om deelclusters die vrij sterk van elkaar verschillen te onderscheiden ondanks dat ze zeer heterogeen zijn. Ook kan het zinvol zijn om deelclusters die weinig van elkaar verschillen toch te onderscheiden als ze sterk homogeen zijn. Hier is een stopregel als voorbeeld genomen en is niet getracht de best werkende stopregel te zoeken.

Bij het uitwerken van een stopregel wordt hier nauw aangesloten op de methode die elders voor met name agglomeratieve clustering-technieken is uitgewerkt (Hogeweg 1976; Popma et al. 1983), hoewel daar in eerste instantie wordt uitgegaan van optimalisatie van het totaal te onderscheiden aantal clusters.

Hierbij wordt de stopregel gevormd door de mate waarin de gevormde deelclusters op elkaar lijken in verhouding tot de homogeniteit in deze deelclusters. De mate waarin de gevormde deelclusters op elkaar lijken wordt hier externe similariteit genoemd en deze wordt bepaald aan de hand van hoe veel een opname uit het ene deelcluster gemiddeld lijkt op een opname uit het andere deelcluster. De externe similariteit tussen twee deelclusters wordt gedefiniëerd als de gemiddelde waarde van alle similariteitscoëfficiënten tussen opnamen uit dit deelcluster met opnamen uit het andere deelcluster.

$$ES = \left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N S(m_i, n_j) \right) / (M * N)$$

M = aantal opnamen in deelcluster M

N = aantal opnamen in deelcluster N

m = de i-de opname in cluster M

n = de j-de opname in cluster N

$S(m_i, n_j)$ = de similariteitscoëfficiënt voor de opnamen m_i en n_j

De homogeniteit van een deelcluster wordt hier interne similariteit genoemd en wordt bepaald aan de hand van hoe veel een opname uit dit cluster gemiddeld lijkt op een andere opname uit hetzelfde cluster. De interne similariteit van een cluster wordt gedefiniëerd als de gemiddelde similariteitscoëfficiënt van alle mogelijke opnameparen binnen dat cluster.

$$IS = \left(\sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M S(m_i, m_j) \right) / \sum_{k=1}^{M-1} k$$

Als similariteitscoëfficiënt is hier de Similariteitsratio (Ball 1966) genomen, omdat deze gemakkelijk met behulp van FLEXCLUS te berekenen was. In principe kan hier beter een andere worden gebruikt, waarbij ook pseudospecies worden gehanteerd, zoals in TWINSPAN. De Similariteitsratio wordt als volgt berekend:

$$SR = \frac{\sum (Y_{ki} Y_{kj})}{(\sum Y_{ki}^2 + \sum Y_{kj}^2 - \sum (Y_{ki} Y_{kj}))}$$

waarbij y_{ki} de abundantie is van soort k in opname i .

Als stopregel wordt nu de clustersimilariteitsindex (CSI) gebruikt. Deze wordt berekend uit de verhouding tussen de externe similariteit en de interne similariteit van de beide deelclusters, waarbij gewogen wordt naar het aantal opnamen in een deelcluster omdat kleine clusters anders teveel invloed hebben.

$$CSI_{ij} = ES / (w_i * IS_i + w_j * IS_j)$$

$$w_i = N / (N+M), \quad w_j = M / (N+M)$$

Een waarde van CSI beneden de 0.5 geeft een goede deling aan, een waarde boven de 0.9 een zeer slechte. Bij een deelcluster van slechts 1 opname kan deze niet worden berekend.

Het gebruik van een dergelijke clustersimilariteitsindex als stopregel werkt niet zonder meer goed. Een stopregel moet goed overeenstemmen met de clustermethode waarbij deze gebruikt wordt. (Jongman et al. 1987)

Dit betekent onder andere dat de clusteropdeling m.b.v. TWINSPAN ook goed overeen moeten komen met zo laag mogelijke waarden van de clustersimilariteitsindex. Dit bleek hier met het gebruik van de similariteitsratio als similariteitscoëfficiënt vrij goed het geval. Dit heeft zijn weerspiegeling in het aantal clusters dat bij een bepaalde grenswaarde nog onderscheiden wordt. Het blijkt wel sterk afhankelijk van de abundantietredes die in TWINSPAN ingesteld worden, dus de mate waarin de bedekking bij de classificatie wordt meegewogen. Bij de hier gehanteerde instelling '0 2 10 25 50' bleek dit in verhouding tot andere instellingen ook goed overeen te stemmen (zie tabel 2)

Tabel 2: Het aantal op basis van de stopregel ($CSI > 0.75$) nog te onderscheiden clusters bij de classificatie van heidevegetaties met verschillende abundantietrede-instellingen in TWINSPAN.

splitsingsniveau's	aantal onderscheiden clusters
0	9
0 2 10	11
0 2 25	11
0 2 50	12
0 2 10 50	13
0 2 5 10 25	16
0 2 5 10 50	15
0 2 5 25 50	12
0 2 10 25 50	18 <
0 5 10 25 50	19
0 2 5 10 25 50	17
0 5 10 25 50 75	17

BIJLAGE II : Het programma CLUSSIM voor het berekenen van clustersimilariteit.

Het programma is geschreven in FORTRAN (voor Microsoft FORTRAN compiler voor MS-DOS versie 4.0). Het programma leest een tabel met opnamenummer en clusternummer (*.PUN) in afkomstig van TWINSPAN en een bestand met similariteitsratio's (*.MAT) (hier aangemaakt met het programma FLEXCLUS). Er wordt een tabel geproduceerd met achtereenvolgens het nummer van het hoofdcluster, de nummers van de deelclusters en de clustersimilariteitsindex.

```

PROGRAM clussim

C      !*****!
C      !*                                           *!
C      !*           RIN-BOTANIE                       *!
C      !*                                           *!
C      !*****!
C      !* AUTEUR: feb 1991 Henk Siebel                *!
C      !* VOOR 1000 OPNAMEN EN 7 TWINSPAN DELINGEN    *!
C      !*****!
C
C      !* deklaraties

CHARACTER*50 CLUSFIL,SIMFIL,OUTFIL
CHARACTER*40 REGEL
CHARACTER*7  THETA
REAL        SSIM(256),OL,WOL
REAL*8      ES,ISK,ISL
INTEGER     STEL(256),CLA,CLB,I,K,L,M
INTEGER     SAMA,N,NOPN,CLUSNR,SAMNR
INTEGER     OPNC(1000),NK,NL
REAL        SIM(1000)

C      ! Asking the filenames !

WRITE(*,'(A40)') ' Give the name of the cluster inputfile'
READ(*,'(A)') CLUSFIL
WRITE(*,'(A40)') ' Give the name of the matrix inputfile '
READ(*,'(A)') SIMFIL
WRITE(*,'(A40)') ' Give the name of the outputfile      '
READ(*,'(A)') OUTFIL

WRITE(*,'(A20)') ' MOMENT A.U.B. '

C      ! INLEZEN VAN CLUSTERNUMMERS !

OPEN(1,FILE=CLUSFIL,STATUS='OLD')
READ(1,'(A40)')REGEL
READ(1,'(A40)')REGEL
READ(1,'(A40)')REGEL

```

```

READ(1, '(11X, I5)')NOPN

DO 100 I=1, NOPN
  READ(1, '(I4, 13X, I3)') SAMNR, CLUSNR
100   OPNC(SAMNR)=CLUSNR

CLOSE(1)

C   ! INLEZEN VAN SIMILARITEITEN EN BEREKENEN SOMSIMILARITEITEN

OPEN(2, FILE=SIMFIL, STATUS='OLD')
150  READ(2, '(I5)', END=300) SAMA
     M=SAMA-1
     N=INT(M/8)
     IF(MOD(M, 8) .GT. 0) N=N+1

WRITE(*, '(I5)') SAMA
DO 200 I=1, N
  K=I-1
200  READ(2, '(8F10.4)') SIM(K*8+1), SIM(K*8+2),
     1  SIM(K*8+3), SIM(K*8+4), SIM(K*8+5),
     2  SIM(K*8+6), SIM(K*8+7), SIM(K*8+8)
C   ! SAMA voor OPN1, I voor OPN2
DO 250 I=1, M
  CLB=OPNC(I)
  CLA=OPNC(SAMA)
220  IF(CLB.GT.CLA) CLB=INT(CLB/2)
     IF(CLB.LT.CLA) CLA=INT(CLA/2)
     IF(CLB.NE.CLA) GOTO 220
C   ! similariteit bij somsimilariteit van cluster tellen
230  SSIM(CLA)=SSIM(CLA)+SIM(I)
     STEL(CLA)=STEL(CLA)+1
     CLA=INT(CLA/2)
     IF(CLA.GT.0) GOTO 230
250  CLA=OPNC(SAMA)
GOTO 150
300  CLOSE(2)

C   ! BEREKENEN EN WEGSCHRIJVEN VAN CLUSTERSIMILARITEITEN !

OPEN(3, FILE=OUTFIL, STATUS='NEW')
DO 350 I=1, 127
  K=2*I
  L=2*I+1
  IF(STEL(I) .GT. 0 .AND. (STEL(L)+STEL(K)) .GT. 0) THEN
    ES=(SSIM(I)-SSIM(L)-SSIM(K))/(STEL(I)-STEL(L)-STEL(K))
    ISL=SSIM(L)/STEL(L)
    ISK=SSIM(K)/STEL(K)
    NL=1+INT(SQRT(2*STEL(L)))
    NK=1+INT(SQRT(2*STEL(K)))
    WOL=(NL*ES/ISL+NK*ES/ISK)/(NK+NL)
    WRITE(3, '(3I5, F10.4)') I, K, L, WOL
  
```



```
350  ENDIF  
      CLOSE(3)  
  
      END
```

BIJLAGE III : Schema van de classificatiemethode

- Selectie van bestand

VOORBEWERKING

- Controle op soorten (eventueel samenvoegen)
- Controle op opnamen (extreme opnamen verwijderen)
- Delen van het bestand in kruid-, struweel- en bosvegetaties.
- Conversie naar cornell condensed bestand

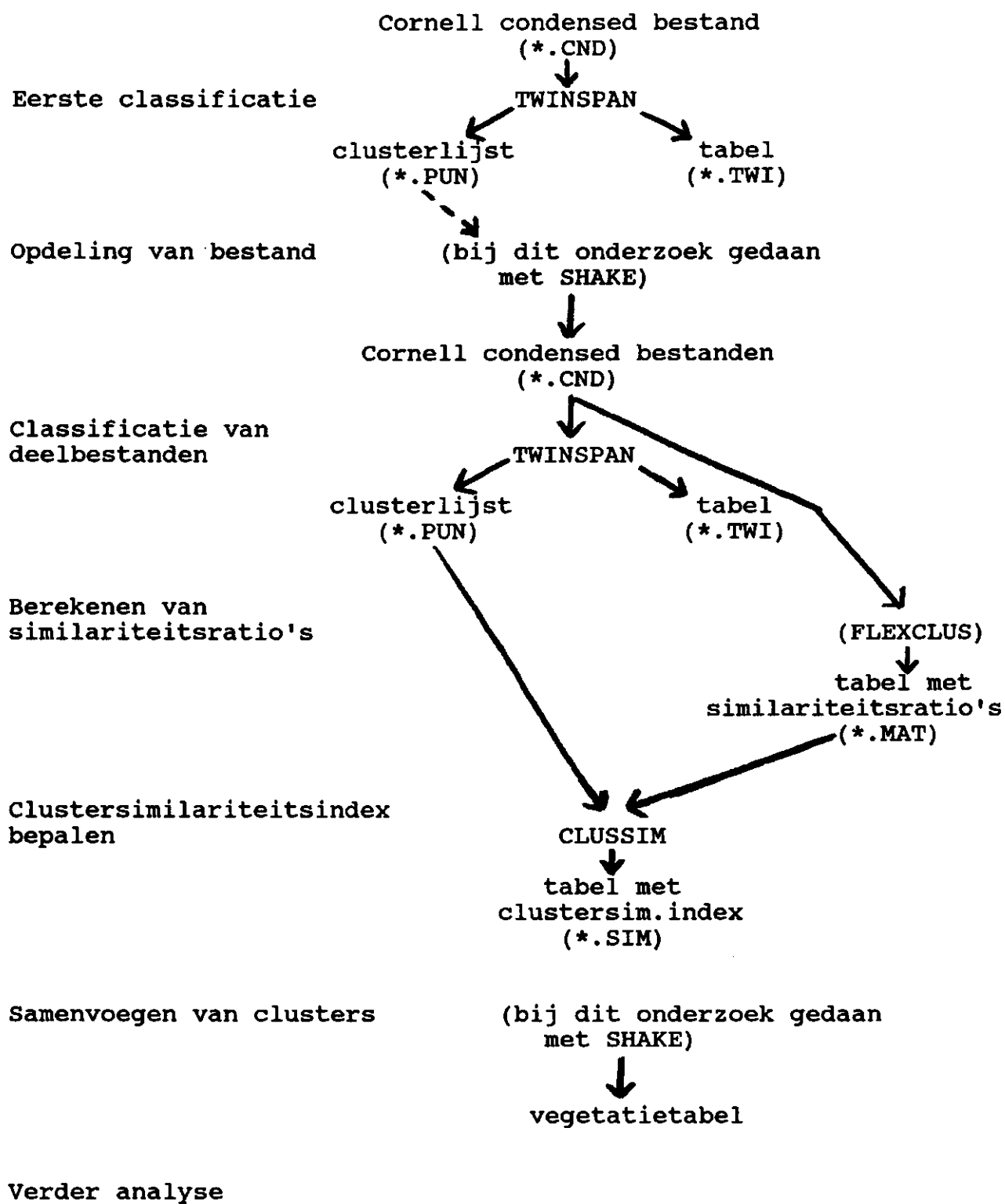
HOOFDBEWERKING

- Eerste classificatie met TWINSPAN
- Opdelen van de bestanden in deelbestanden
- Classificatie van de deelbestanden met TWINSPAN

NABEWERKING

- Samenvoegen van clusterparen op basis van clustersimilariteits-index
- Eventueel relocaties van opnamen
- Verdere analyse op basis van vooral ecologische criteria

Bijlage IV : Schema van de numerieke verwerking



RIN-rapporten en IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op postbanknummer 94 85 40 van het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen onder vermelding van het rapportnummer. Uw girobetaling geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco.

Gebruik **geen verzamelgiro** omdat het **adres** van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

To order RIN and IBN reports advance payment should be made by giro transfer of the price indicated in Dutch guilders to postal account 94 85 40 of the DLO Institute for Forestry and Nature Research, P.O.Box 23, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. Please note that your payment is considered as an order form and should mention only the report number(s) desired. Reports are sent free of charge.

88/30 P.F.M. Verdonschot & R. Torenbeek, Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking. 75 p. f 10,-

88/31 P.F.M. Verdonschot, G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. 109 p. f 16,-

88/33 H. Eijsackers, C.F. van de Bund, P. Doelman & Wei-chun Ma, Fluctuerende aantallen en activiteiten van bodemorganismen. 85 p. f 13,50

88/35 A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, Effecten van ammoniakemissie op epifytische korstmossen; een correlatief onderzoek in de Peel. 48 p. f 7,50

88/36 B. van Dessel, Ecologische inventarisatie van het IJsselmeer. 82 p. f 13,-

88/38 P. Opdam & H. van den Bijtel, Vogelgemeenschappen van het landgoed Noordhout. 85 p. f 9,-

88/39 P. Doelman, H. Loonen & A. Vos, Ecotoxicologisch onderzoek in met Endosulfan verontreinigde grond: toxiciteit en sanering. 34 p. f 6,-

88/40 G.P. Gonggrijp, Voorstel voor de afwerking van de groeve Belvédère als archeologisch-geologisch element. 13 p. f 3,-

88/41 J.L. Mulder (red.), De vos in het Noordhollands Duinreservaat. Deel 1: Organisatie en samenvatting. 32 p.

88/42 J.L. Mulder, idem. Deel 2: Het voedsel van de vos. 78 p.

88/43 J.L. Mulder, idem. Deel 3: De vossenpopulatie. 129 p.

88/44 J.L. Mulder, idem. Deel 4: De fazantenpopulatie. 59 p.

88/45 J.L. Mulder & A.H.Swaan, idem. Deel 5: De wulpenpopulatie. 76 p.

De rapporten 41-45 worden niet los verkocht maar als serie van vijf voor f 25.

88/46 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1. 145 p. f 19,50

88/48 J.J. Smit, Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw. 64 p. f 9,-

88/49 G.W. Gerritsen, M. den Boer & F.J.J. Niewold, Voedseleecologie van de vos in Nederland. 96 p. f 14,50

88/50 G.P. Gonggrijp, Permanente geologische ontsluitingen in de taluds van Rijksweg A1 bij Oldenzaal. 18 p. f 4,50

88/52 H. Slerdsema, Broedvogels en landschapsstructuur in een houtwallandschap bij Steenwijk. 112 p. f 16,-

88/54 H.W. de Nie & A.E. Jansen, De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. 18 p. f 4,50

88/56 P.A.J. Frigge & C.M. van Kessel, Adder en zandhagedis op de Hoge Veluwe: biotopen en beheer. 16 p. f 3,50

88/62 K. Romeyn, Estuariene nematoden en organische verontreiniging in de Dollard. 23 p. f 5,-

88/63 S.E. van Wieren & J.J. Borgesius, Evaluatie van bosbegrazingsobjecten in Nederland. 133 p. f 18,50

88/66 K.S. Dijkema et al., Effecten van rijzendammen op opslibbing en omvang van de vegetatie-zones in de Friese en Groninger landaanwinningwerken. Rapport in samenwerking met RWS Directie Groningen en RIJP Lelystad. 130 p. f 19,-

88/67 G. Schmidt & J.C.M. van Haren, Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. 162 p. f 21,-

88/68 R. Noordhuis, Maatregelen ter voorkoming en beperking van schade door zilvermeeuwen. 48 p. f 7,50

89/3 F. Maaskamp, H. Siepel & W.K.R.E. van Wingerden, Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. 44 p. f 13,50

89/5 R.J. Bijlsma, Remote sensing voor classificatie van de vegetatie en schatting van de biomassa op ganzenpleisterplaatsen in het waddengebied. 62 p. f 8,50

89/7 R. Ketner-Oostra, Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. 157 p. f 21,-

89/8 A.L.J. Wijnhoven, Effecten van aanleg, beheer en gebruik van golfbanen en mogelijkheden voor natuurtechnische milieubouw. 19 p. f 4,50

89/13 K. Lankester, Effecten van habitatversnippering voor de das (*Meles meles*); een modelbenadering. 101 p. f 15,-

- 89/14 A.J. de Bakker, Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. 53 p. f 8,-
- 89/15 J.E. Winkelman, Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvarings-slachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. 169 p. f 22,-
- 89/16 J.J.M. Berdowski et al., Effecten van rookgas op wilde planten. 108 p. f 16,-
- 89/17 E.C. Gleichman-Verheijen & W. Ma, Consequenties van verontreiniging van de (water)bodem voor natuurwaarden in de Biesbosch. 91 p. f 14,-
- 89/18 A. Farjon & J. Wiertz, Milieu- en vegetatieveranderingen in het schraal-land van Koolmansdijk (gemeente Lichtenvoorde); 1952-1988. 134 p. f 18,50
- 89/19 P.G.A. ten Den, Achtergronden en oorzaken van de recente aantalsont-wikkeling van de fazant in Nederland. 168 p. f 22,-
- 90/1 R.J. Bijlsma, Het RIN-bosecologisch informatiesysteem SILVI-STAR; documentatie van FOREYE-programmatuur en subprogramma's. 96 p. f 14,50
- 90/2 J.E. Winkelman, Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oos-terbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). 74 p. f 10,-
- 90/5 G.M. Dirkse & P.A. Slim, Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. 40 p. f 6,50
- 90/6 J.C.M. van Haren & P.F.M. Verdonschot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 3. 61 p. f 8,50
- 90/8 H. Siepel et al., Effecten van verschillen in mestsoort en waterstand op vegetatie en fauna in Klei-op-veen graslanden in de Alblasserwaard. 50 p. f 7,50
- 90/9 J.E. Winkelman, Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). 157 p. f 21,-
- 90/10 P.J.H. Reijnders, I.M. Traut & E.H. Ries, Verkennend onderzoek naar de mogelijkheden voor het terugzetten van gerevalideerde zeehonden, Phoca vitulina, in de Oosterschelde. 36 p. f 6,-
- 90/11 M. Elbers & P. Doelman, Studie naar de mogelijke effecten op flora en fauna als gevolg van de Inrichting van de Noordpunt Oost-Abtspolder als definitieve opslagplaats voor verontreinigde grond. 128 p. f 18,-
- 90/12 K. Kramer & P. Spaak, meadowsim, een evaluatie-instrument voor de kwaliteit van graslandgebieden voor weidevogels. 51 p. f 7,50
- 90/13 P.A. Slim & L.J. van Os, Effecten van natuurbeheer op de vegetatie in het veenweidegebied van de Donksche Laagten (Alblasserwaard). 45 p. f 7,-

90/14 F. Fennema, Effects of exposure to atmospheric SO₂, NH₃ and (NH₄)₂SO₄ on survival and extinction of *Arnica montana* and *Viola canina*. 60 p. f 8,50

90/15 D.A. Jonkers, Monitoring-onderzoek aan broedvogels in de periode 1969-1985. 95 p. f 14,50

90/17 J.E. Winkelman, Nachtelijke aanvaringskansen voor vogels in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.). 209 p. f 26,50

90/18 N.J.M. Gremmen & R.J.B. Zwanikken, De haalbaarheid van een kennisstelsel voor heldebeheer. 49 p. f 7,50

90/19 N. Dankers, K.S. Dijkema, P.J.H. Reijnders & C.J. Smit, De Waddenzee in de toekomst - waarom en hoe te bereiken? 137 p. f 18,50

90/21 W.J. Wolff, Verslag van de workshop op 2 oktober 1990 te Wageningen gewijd aan het Rapport van de Werkgroep II van het Intergovernmental Panel on Climate Change. 63 p. f 9,-

91/2 W.A. Teunissen, De uitstralingseffecten van geluidsproductie van de militaire 25 mm schietbaan in de Marnewaard op plaatskeuze en gedrag van watervogels in het Lauwersmeergebied binnendijks. 101 p. f 15,-

91/3 G.J.M. Wintermans, De uitstralingseffecten van militaire geluidsproductie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels. 60 p. f 8,50

91/6 J. Wiertz, De dassenpopulatie in Nederland 1960-1990. 76 p. f 12,50

91/8 H. van Dobben, Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. 62 p. f 8,50

91/10 K.S. Dijkema et al., Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. 156 p. f 20,50

91/12 A.J. Verkaik, Verspreidings- en verplaatsingspatronen van muskusratten *Ondatra zibethicus* in Flevoland. 79 p. f 13,-

1991-1 N. Dankers et al., The Wadden Sea in the future - why and how to reach? RIN contributions to research on management of natural resources. 108 p. f 16,-

IBN-rapport 91/1 M.J.S.M. Reijnen & R.P.B. Foppen, Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels. Hoofdrapport 110 p. f 16,-

IBN-rapport 91/2 *i d e m* **Opzet en methoden** 44 p. f 7,-

RIN-rapport 92/1 P.F.M. Verdonschot, J. Runhaar, W.F. van der Hoek, C.F.M. de Bok & B.P.M. Specken. Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. 174. f 23,50

RIN-rapport 92/7 J. Wiertz, Schatting van ontbrekende vocht-en stikstofindicatiegetallen van Ellenberg (1979). 32 p. f 6,40

RIN-rapport 92/8 H.N. Siebel, Omvorming naar een meer natuurlijk bos in het Spanderswoud. 118 p. f 17.-

RIN-rapport 92/10 C.J.M. Philippart, K.S. Dijkema & N. Dankers, De huidige verspreiding en de mogelijke toekomst van het litoraal zeegras in de Nederlandse Waddenzee. 30 p. f 5,70

maart 1992

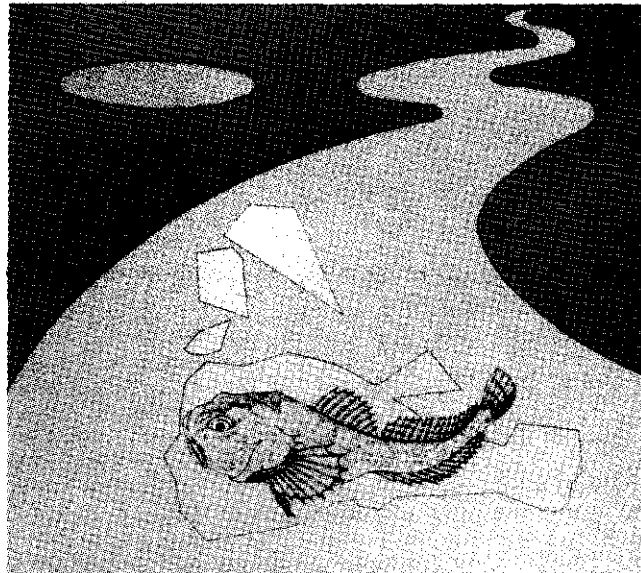
Ecologische karakterisering van oppervlakte- wateren in Overijssel

Dit boek is een produkt van een jarenlange samenwerking tussen het Rijksinstituut voor Natuurbeheer en de provincie Overijssel. Een ecologische indeling van wateren is nodig voor goed waterbeheer. Met dit boek kunnen ecologische doelstellingen op korte en middellange termijn gerealiseerd worden; het bevat praktische adviezen voor een gedifferentieerd waterbeheer. Ook kunnen de maatregelen op hun ecologische effecten worden beoordeeld.

301 pagina's
prijs f 40,-
bestelcode: EK00

ECOLOGISCHE KARAKTERISERING VAN OPPERVLAKTEWATEREN IN OVERIJSEL

Piet F.M. Verdouschet



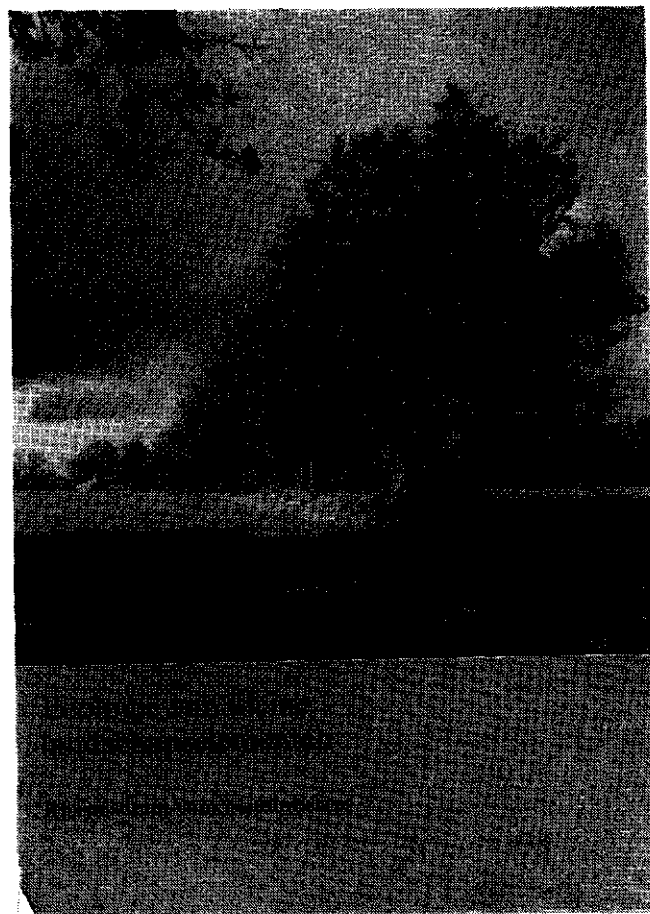
Provincie Overijssel

Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Ecologie van kleine landschapselementen

Kleine landschapselementen vormen voor veel soorten planten en dieren van het cultuurlandschap biotoop en ecologische infrastructuur. In 1986 wijdde het RIN een studiedag aan dit thema. In het verslag hiervan werd een overzicht gegeven van de stand van het onderzoek en er is ruime aandacht besteed aan praktijkproblemen van de landinrichting.

88 pagina's, geïllustreerd
prijs f 20,-
bestelcode: KLE



De boeken zijn te bestellen door het verschuldigde bedrag over te schrijven op postbanknummer 94 85 40 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen onder vermelding van de bestelcode. Uw overschrijving geldt als bestelformulier. De portokosten zijn voor onze rekening.