

NOTA 1144

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ICW-nota 1144
Team Integraal Waterbeheer
Centrum Water&Klimaat
november 1979
Alterra-WOR

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research cc
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

ONDERZOEK NAAR DE RELATIE VEGETATIE-WATERHUISHOUDING

IN HET KOMGRONDENRESERVAAT TIELERWAARD-WEST

Deelrapport 3: Overschrijdingsduurlijnen van grondwaterstanden en de invloed van het grondwaterregiem op de vegetatie

drs. R.H. Kemmers en ing. P.C. Jansen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties. Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten. Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. ONDERZOEKSOPZET	2
3. GRONDWATERREGIEM	2
3.1. Methoden	2
3.2. Resultaten	7
3.3. Samenvatting en conclusies	22
4. VEGETATIE	
4.1. Analyse en synthese van de vegetatie-opnamen	23
4.2. Syntaxonomische interpretatie	26
4.3. Effecten van beheer	28
4.4. Vochtindicatie van de vegetatie	29
4.5. Levensvormen	30
4.6. Samenvatting en conclusies	33
5. INVLOED VAN HET GRONDWATERREGIEM OP DE VEGETATIE	34
6. SAMENVATTING	36
7. LITERATUUR	38

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

Een van de voornaamste aspecten van detailontwatering in de landbouw is het verlagen van de voor- en najaarsgrondwaterstanden. Naast vergroting van de draagkracht ten behoeve van een betere mechanisatie wordt hiermee beoogd de netto-productie te verhogen door geringere beweidingsverliezen tengevolge van vertrapping en de bruto-productie te verhogen door verhoogde stikstofleverantie tengevolge van verbeterde aeratie van de bodem. Realisatie van deze detailontwatering maakt verlaging van het peil in hoofdwaterlopen veelal noodzakelijk. Neven effecten van deze maatregelen kunnen optreden in de vorm van beïnvloeding van het grondwaterregiem in aangrenzende gebieden met hoge natuurwetenschappelijke waarden. Deze wijzigingen kunnen ongunstige wijzigingen in de vegetatie van natuurgebieden tot gevolg hebben.

Naast deze invloeden vanuit de landbouw is eveneens beïnvloeding van de waterhuishouding van natuurgebieden door onttrekking van grondwater ten behoeve van drink- en industriewater van toenemend belang.

In de afgelopen jaren komen wensen naar voren om deze ongunstige beïnvloeding van gebieden met hoge natuurwetenschappelijke waarden tegen te gaan dan wel te compenseren.

Alvorens maatregelen hiertoe kunnen worden genomen is het noodzakelijk een goed inzicht te hebben in de relaties welke bestaan tussen de waterhuishouding en specifieke vegetaties.

Gezien het belang van deze kennis voor het veilig stellen van natuurwaarden in het landelijk gebied, wordt binnen het ICW onderzoek verricht naar de relatie tussen waterhuishouding en half-natuurlijke vegetaties. Een van de gebieden waar deze studie plaats vindt is het komgrondenreservaat in de Tielerwaard-West, waar in het voorjaar van 1977 met het onderzoek werd begonnen.

2. ONDERZOEKSOPZET

Om inzicht te krijgen in de waterhuishouding van het reservaat werden in de eerste fase van het onderzoek op een aantal locaties voorzieningen getroffen voor waarnemingen ten behoeve van waterbalans-onderzoek (KEMMERS en JANSEN, 1979).

Naast informatie over de parameters van een waterbalans werd zeker een indruk verkregen van het waterverbruik van de vegetatie en het eventuele optreden van vochttekorten. De verschillen in de waterbalans zijn echter niet voldoende duidelijk om de gevonden ruimtelijke verschillen in de vegetatie te verklaren (JANSEN en KEMMERS, 1979).

Naast locaties voor het waterbalansonderzoek, werden op een groot aantal andere plaatsen, afhankelijk van hoogteligging, bodemtype en grondwatertrap, grondwaterstandsbuizen geplaatst met een filter op 2 meter beneden maaiveld. Op een viertal plaatsen werden deze buizen in een raai gelegd over een perceel, begrensd door sloten (fig. 1). Door elke grondwaterstandsbuis met een tegel af te dekken werd tevens een hoekpunt voor permanente kwadraten uit het vegetatiekundig onderzoek verkregen. Hierdoor werd het in de tweede fase van het onderzoek mogelijk de samenstelling van de vegetatie te correleren met hydrologische parameters, afkomstig van een groot aantal locaties.

In de derde fase van dit onderzoek zullen chemische aspecten van bodem en grondwater bestudeerd worden en zo mogelijk in verband gebracht worden met het grondwaterregiem.

Deze nota behandelt de resultaten uit de tweede fase van het onderzoek.

3. GRONDWATERREGIEM

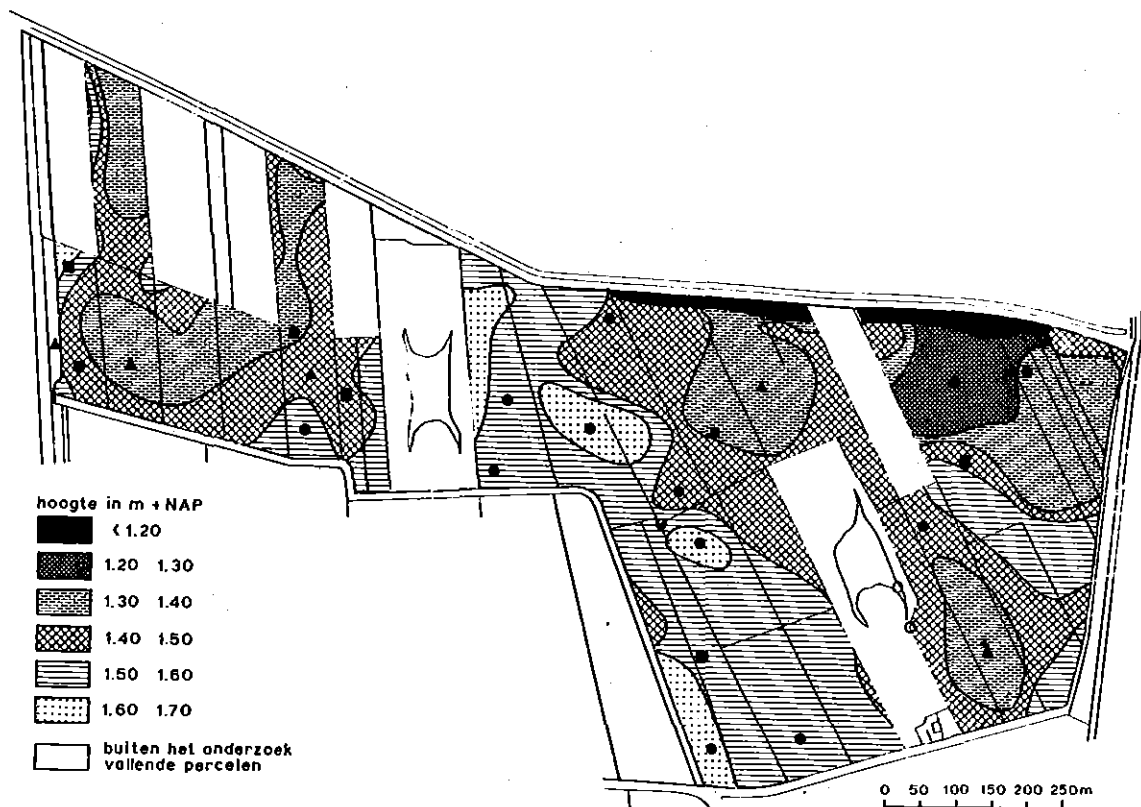
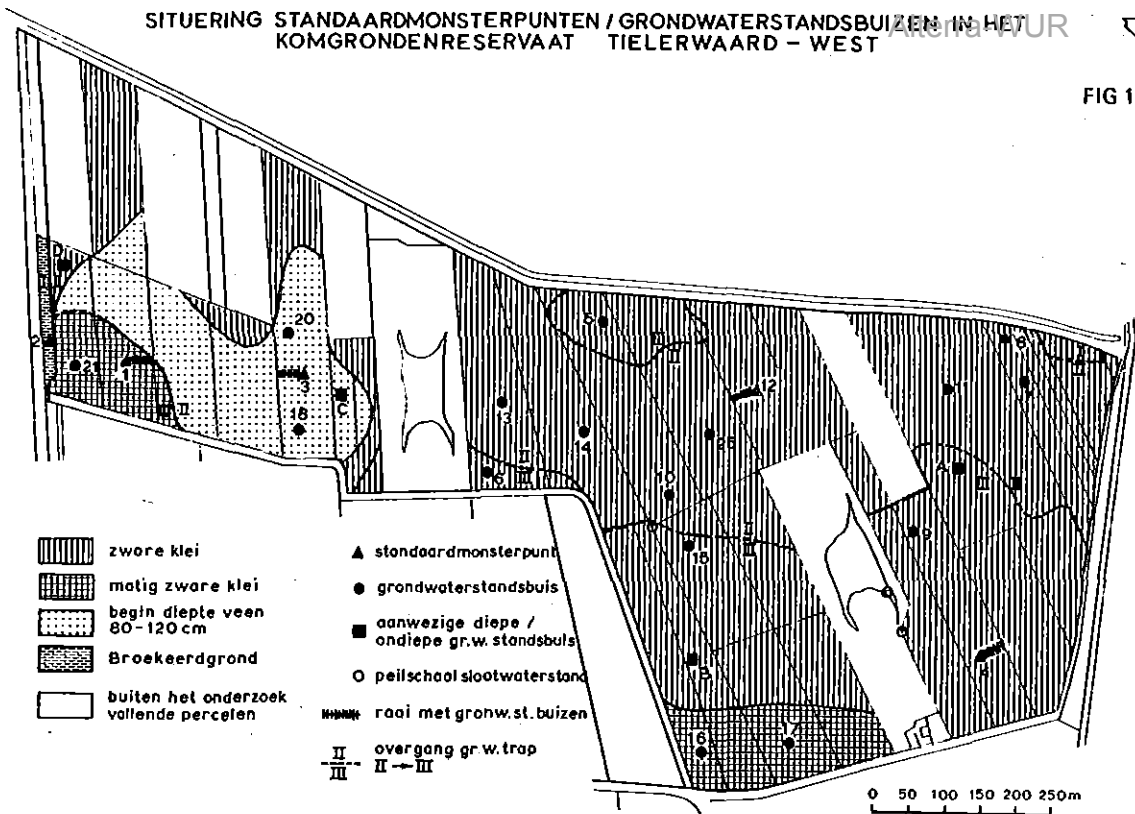
3.1. M e t h o d e n

3.1.1. Overschrijdingsduurlijnen

Tussen de grondwaterstanden van de verschillende buizen in het reservaat blijken goede correlaties te bestaan (JANSEN en KEMMERS, 1979).

SITUERING STANDAARDMONSTERPUNTEN / GRONDWATERSTANDBUIZEN IN HET
KOMGRONDENRESERVAAT TIELERWAARD - WEST

FIG 1



Van alle buizen werden de grondwaterstandsgegevens verwerkt tot tijdstijghoogtelijnen. Ofschoon verschillen optreden in amplitudo, hoogste, laagste en gemiddelde standen, zijn deze niet voldoende duidelijk en vertonen de tijdstijghoogtelijnen te veel onregelmatigheden en toevalligheden om op een eenvoudige wijze te kunnen worden vergeleken. Een goede methode om deze onregelmatigheden en toevalligheden te vereffenen en de essenties naar voren te laten komen, werd gevonden in het omzetten van de tijdstijghoogtelijnen in overschrijdingsduurlijnen (NIEMANN, 1973).

C o n s t r u c t i e. Door voor bijvoorbeeld elke 10 cm beneden maaiveld de tijd waarmee het grondwater de betreffende stand in een tijdstijghoogtelijn overschrijdt te sommeren en deze tijd uit te zetten tegen de diepte beneden maaiveld, ontstaat een overschrijdingsduurlijn (fig. 2). In veel gevallen vormt een dergelijke duurlijn een zo goede karakteristiek van het grondwaterregiem dat zelfs associaties ermee getypeerd kunnen worden (NIEMANN, 1973; KLÖTZLI, 1969; YERLI, 1970).

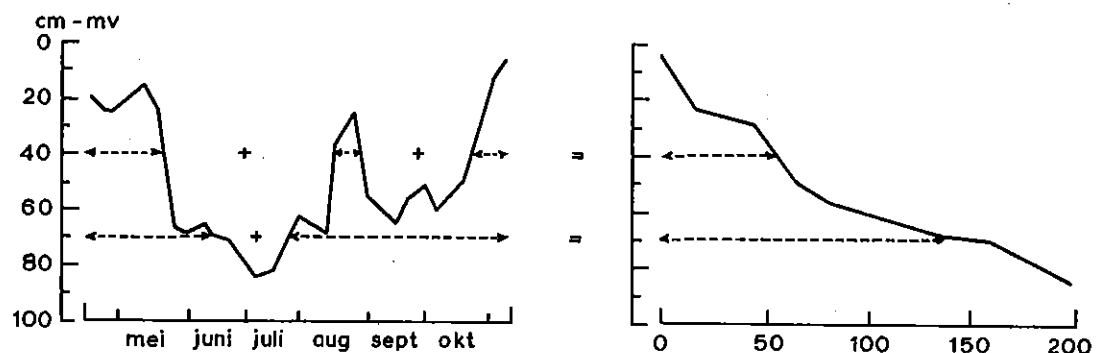


Fig. 2. Het omzetten van een tijdstijghoogtelijn in een overschrijdingsduurlijn. Voor twee diepten zijn in de linker figuur de perioden aangegeven gedurende welke het grondwater de betreffende standen overschrijdt. Deze perioden zijn gesommeerd in de rechter figuur weergegeven.

V o r m. NIEMANN (1973) stelt dat de basisvorm van een duurlijn een S-vormig verloop heeft, waarbij hoge en lage grondwaterstanden gedurende een lange tijd voorkomen terwijl tussenliggende standen slechts gedurende korte tijd voorkomen.

Door eenzijdige verschuiving kan een afgeleide bolle dan wel een afgeleide holle duurlijnvorm ontstaan. Bij een bolle duurlijnvorm heeft het grondwater de neiging gedurende lange tijd relatief hoge standen te overschrijden, terwijl een holle vorm aangeeft dat het grondwater langere tijd op lagere niveaus verblijft.

Naast hydrologische factoren als neerslagoverschot, bepalen ook bodemkundige factoren als textuur en organisch stofgehalte de duurlijnvorm, zodat Niemann een duurlijn beschouwd als een koppeling van informatie over hydrologische en bodemkundige milieufactoren.

Essentiële verschillen in vorm of verloop van de duurlijnen zijn niet te verwachten indien grondwaterstandsgegevens van een kalenderjaar dan wel uitsluitend van de vegetatieperiode (april-oktober) worden verwerkt tot duurlijnen. Aan gegevens uit de vegetatieperiode lijkt zelfs de voorkeur te moeten worden gegeven, omdat hydrologische verschillen welke in de vegetatieperiode voorkomen een vegetatie scherper zullen karakteriseren dan wanneer ook de wintermaanden zouden worden betrokken (NIEMANN, 1973).

V o o r e n n a d e l e n. Als voordelen van het gebruik van duurlijnen ten opzichte van tijdstijghoogtelijnen worden door NIEMANN (1973) genoemd:

1. Overzichtelijkheid. Meerdere duurlijnen kunnen gemakkelijk in een diagram worden vergeleken.
2. Essentiële details in tijdstijghoogtelijnen komen in duurlijnen veelal versterk naar voren terwijl toevalligheden vervlakken.
3. De tijdsduur waarmee bepaalde grondwaterstanden wordt overschreden of waarmee bodemlagen met water verzadigd zijn kan eenvoudig worden afgelezen.
4. Mogelijkheid tot het onderscheiden van steeds terugkerende kenmerken in duurlijnen, waardoor vorm typen onderkent kunnen worden. Dergelijke kenmerken zijn veelal te herleiden tot invloeden van het fysische bodemmilieu op het grondwaterregiem. In dergelijke gevallen zijn duurlijnvormen onafhankelijk van verschillen in

neerslagoverschot, wat onderzoektechnisch een voordeel is, daar met gegevens van slechts een jaar het grondwaterregiem getypeerd kan worden. In andere gevallen zijn meerdere en zo mogelijk extreme jaren nodig om het grondwaterregiem, van een bijbehorende vegetatie te typeren.

5. Duurlijnen lenen zich goed voor statistische verwerking.

Naast deze voordelen worden als nadelen genoemd:

1. Perioden waarin bepaalde grondwaterstanden voorkomen zijn niet uit een duurlijn af te lezen.
2. De frequentie waarmee bepaalde grondwaterstanden wordt overschreden is uit een duurlijn niet af te lezen.

KLÖTZLI (1969) neemt echter in zijn diagrammen symbolen op waaruit de perioden waarin minima of maxima bereikt worden kunnen worden afgelezen, zodat gedeeltelijk aan de genoemde nadelen tegemoet kan worden gekomen.

S t a t i s t i e k. Indien duurlijnen in vorm overeenkomen, kunnen zij in een diagram tot een bundel worden samengevoegd.

Een dergelijke bundel is een karakteristiek voor het grondwaterregiem en geeft een beeld van de spreiding daarin.

Twee bundels, welke in vorm verschillen, kunnen met elkaar worden vergeleken en statistisch worden getoetst op significantie in hun verschillen (NIEMANN, 1973).

Het zou voor een ecologische interpretatie een groot verlies aan informatie betekenen indien de toets beperkt zou blijven tot slechts een enkele parameter. Niet uitsluitend de hoogste, de laagste of gemiddelde grondwaterstand zijn immers van belang maar juist het gehele verloop van de grondwaterstand. Voor het toetsen is het gebruikelijk de abscis in 6 gelijke intervallen te verdelen. Hierdoor ontstaat een zevental punten op de abscis van waaruit loodlijnen worden opgetrokken welke de bundels snijden. Voor elk van de zeven absciswaarden kunnen de snijpunten met de duurlijnen uit beide bundels beschouwd worden als steekproefuitkomsten. Vervolgens kan voor elk van de zeven absciswaarden getoetst worden of steekproefuitkomsten (uitgedrukt in cm-m.v.) afkomstig zijn uit dezelfde massa. Verwerping van deze nul-hypothese leidt tot de conclusie dat de steekproefuit-

komsten uit verschillende massa's afkomstig zijn en dat voor de betreffende abscis-waarden een significant verschil in grondwaterstand optreedt tussen de beide bundels. Aldus kan voor een zevental waarden van de overschrijdingsduur getoetst worden op significante verschillen in grondwaterstand tussen beide bundels. De significantie niveaus kunnen in het diagram worden weergegeven. Naast toetsing over de abscis kan op identieke wijze over de ordinaat worden getoetst. In dat geval worden uitspraken gedaan over significante verschillen in overschrijdingsduur bij bepaalde grondwaterstanden. Daar ervan wordt uitgegaan dat grondwaterstandswaarnemingen geen normale verdeling vertonen, werd naar het voorbeeld van Niemann gekozen voor de u-toets volgens Mann en Whitney, welke beschouwd kan worden als een zeer gevoelige parameter vrije toets (SACHS, 1968).

3.2. Resultaten

3.2.1. Analyse van grondwaterstanden in enkele raaien

Van de grondwaterstandsbuizen 1^a t/m j, 3^a t/m j, 4^a t/m j en 12^a t/m h, welke alle in een raai zijn gelegen, werden de grondwaterstandswaarnemingen van medio april tot medio november 1977 (207 dagen) verwerkt tot duurlijnen.

Hoewel vele individuele verschillen tussen de duurlijnen aanwezig zijn, kunnen, naast enkele overgangsvormen, twee typen duurlijnen worden onderscheiden. De in vorm overeenkomende duurlijnen zijn in een diagram tot een bundel samengevoegd, waarvan alleen de grenzen zijn weergegeven (fig. 3). De bundel B met een 'knik', waaruit onder andere kan worden afgelezen dat een grondwaterstand van ± 25 cm-m.v. gedurende ± 35 dagen wordt overschreden, is afkomstig van de buizen $1^{E.F.i.j}$, $3^{E.F.G.H}$, $4^{E.F.G.H}$ en $12^{F.G.H}$. Deze buizen hebben als overeenkomst dat zij op minimaal 10 meter vanaf een sloot zijn gelegen. De bundel A zonder 'knik' is afkomstig van de buizen $1^{A.B.G.H}$, $3^{A.B.i.j}$, $4^{A.B.i.j}$ en $12^{A.B.C}$, welke alle op maximaal 5 meter vanaf een sloot zijn gelegen. Uit deze bundel kan worden afgelezen dat een grondwaterstand van ± 25 cm-m.v. hooguit slechts gedurende een week wordt overschreden.

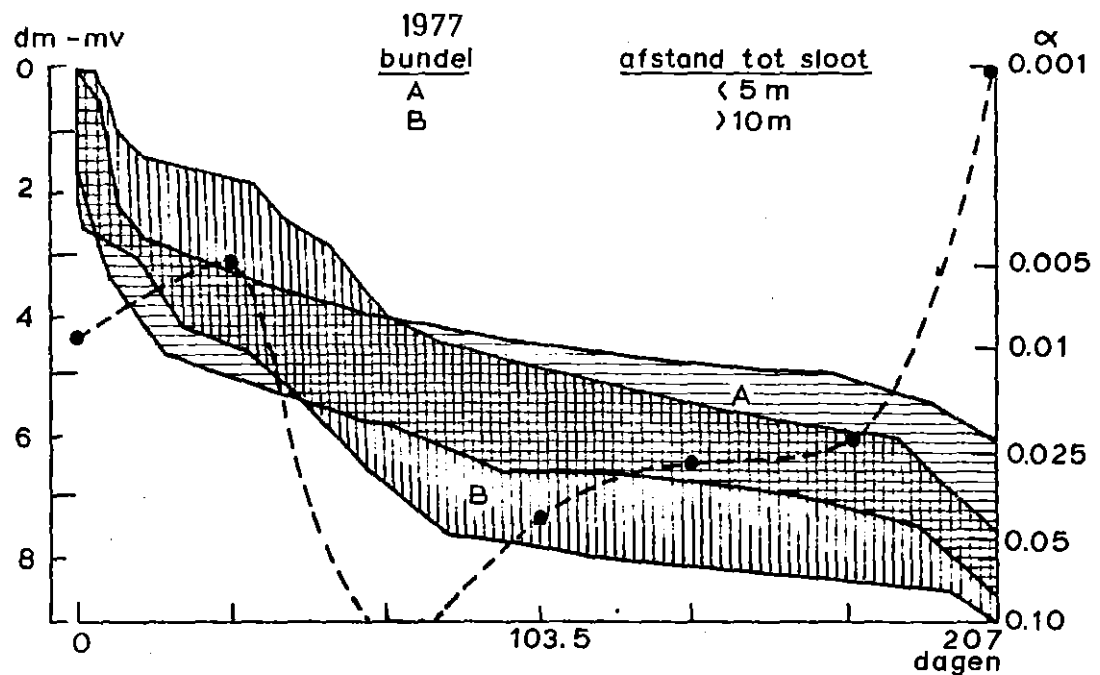


Fig. 3. Duurlijnbundels afkomstig van gegevens uit 1977 van grondwaterstandsbuizen welke in raaien dwars over een perceel zijn gelegen. De stippellijn geeft de significantieniveaus weer van de verschillen tussen de grondwaterstanden van bundel A en B

Het resultaat van toetsing over de abscis is eveneens weergegeven in fig. 3. Het verloop van het significantieniveau α is met een stippellijn weergegeven. Hieruit kan worden afgelezen dat verschillen in grondwaterstand welke in het 1% significantiegebied zijn ge-

leggen voorkomen bij een overschrijdingsduur van ± 35 en 207 dagen. Bij een overschrijdingsduur van ± 35 dagen is de grondwaterstand van bundel B significant hoger dan bij A. Daarentegen is bij een overschrijdingsduur van 207 dagen juist de grondwaterstand van A significant hoger dan van B.

Voor een vergelijkbare periode uit 1978 werden van dezelfde buizen de duurlijnen tot bundels samengevoegd. In fig. 4 zijn deze bundels alsmede het resultaat van toetsing over de abscis weergegeven.

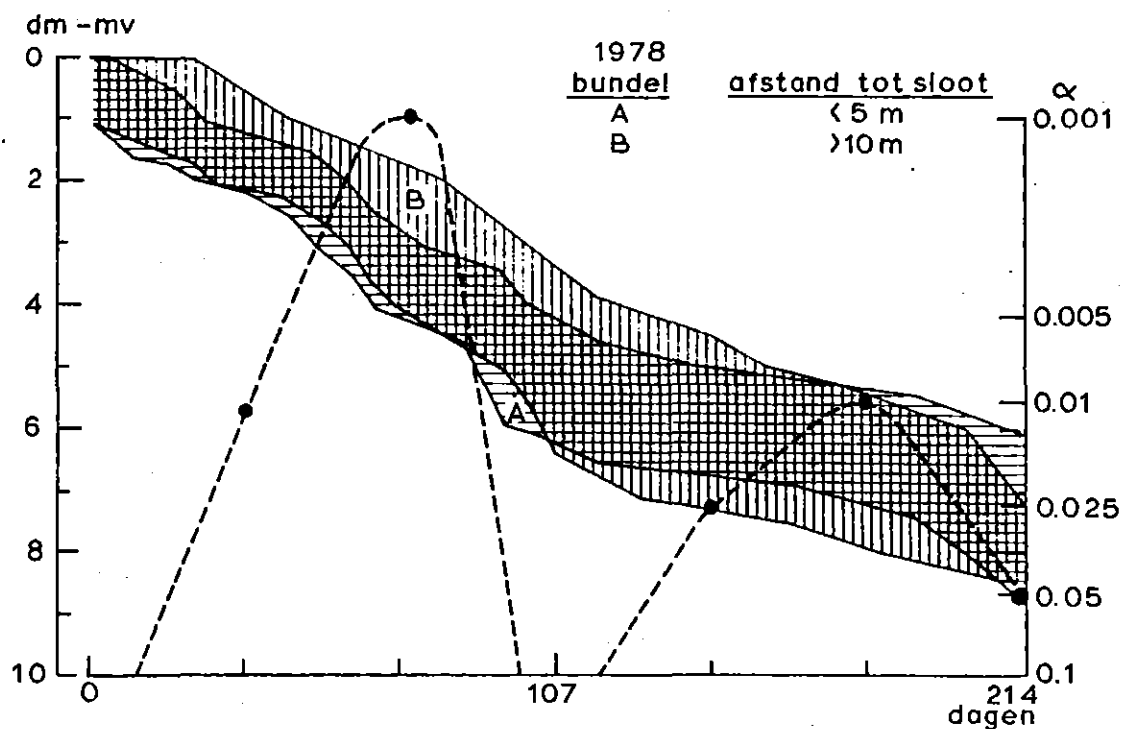


Fig. 4. Duurlijnbundels afkomstig van gegevens uit 1978 van dezelfde grondwaterstandsbuizen als in fig. 3.

Bij een overschrijdingsduur van 70 dagen is de grondwaterstand van bundel B significant hoger dan van A. Bij een overschrijdingsduur van 180 dagen is juist de grondwaterstand van bundel A significant hoger dan van B.

In fig. 5 is het resultaat van toetsing via de ordinaat zowel van 1977 als van 1978 weergegeven. De bundels zijn in deze figuur niet getekend. Er kan worden geconcludeerd dat een grondwaterstand van 20-30 cm-m.v. bij bundel B significant langer wordt overschreden dan bij bundel A. Daarentegen wordt een grondwaterstand van 70 cm-m.v. bij bundel A significant langer overschreden dan bij B. In feite ondersteunen deze resultaten de uitkomsten van toetsing over de abscis.

I n t e r p r e t a t i e v a n d e r e s u l t a t e n. In eerste instantie lijken er verschillen op te treden in de duurlijnbundels van 1977 en 1978. Ook na toetsing van de verschillen tussen de bundels geven beide jaren ogenschijnlijk geen overeenkomstig beeld te zien. Bij nadere beschouwing lijkt dit verschil echter niet van wezenlijk belang te zijn. De overeenkomst in het verschil tussen de bundels in beide jaren is het omkeren van de verhouding tussen de grondwaterstandsdiepten. In beide jaren ligt bij een korte overschrijdingsduur de grondwaterstand van bundel B hoger dan van bundel A, maar bij relatief lange overschrijdingsduur ligt de grondwaterstand van bundel A juist hoger dan van bundel B.

Er is kennelijk een mechanisme dat tot gevolg heeft dat het grondwater midden op de percelen (B) langere tijd hoog blijft dan aan de randen van het perceel (A). Anderzijds zakt het grondwater aan de randen iets minder diep weg dan midden op het perceel. Uit de tijdstijghoogtelijnen blijkt dat grondwaterstanden met korte overschrijdingsduur (hoge grondwaterstanden) voornamelijk uit de voorjaarsperiode afkomstig zijn (zie fig. 2). Dit betekent dat het grondwater midden op de percelen in de voorjaarsperiode langer hoog blijft dan aan de randen. Grondwaterstanden welke gedurende lange tijd worden overschreden komen daarentegen juist in de zomerperiode voor, zodat geconcludeerd moet worden dat het grondwater aan de rand van de percelen in de zomer iets minder diep wegzakt dan midden op het perceel.

Het mechanisme dat voor deze verschijnselen verantwoordelijk gesteld moet worden is afvoer naar en infiltratie vanuit een sloot.

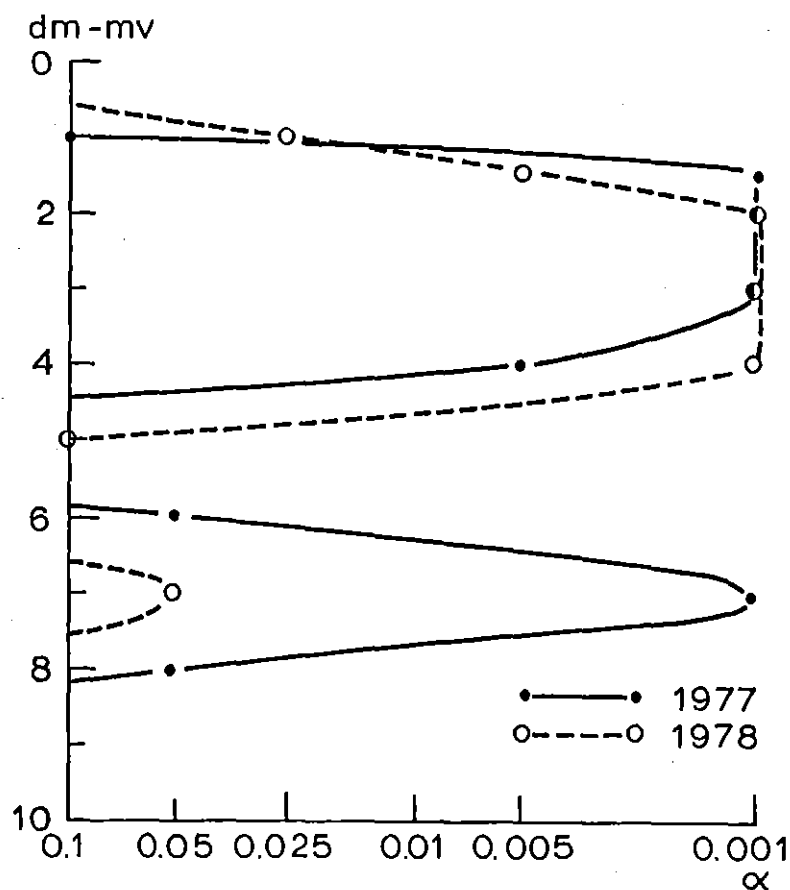


Fig. 5. Toetsing van verschillen in overschrijdingsduur tussen bundel A en B.

In het voorjaar treedt in het reservaat een vrij snelle verlaging van het open waterpeil op. Door deze verlaging zal een stationaire stroming van het grondwater optreden, waardoor tijdelijk aan de randen van het perceel een snellere daling van het freatisch vlak zal plaatsvinden dan midden op het perceel (Standaarddictaat Agrohydrologie).

In fig. 6 zijn de twee duurlijntypen in een systeem van niet-stationaire stroming tussen twee sloten weergegeven.

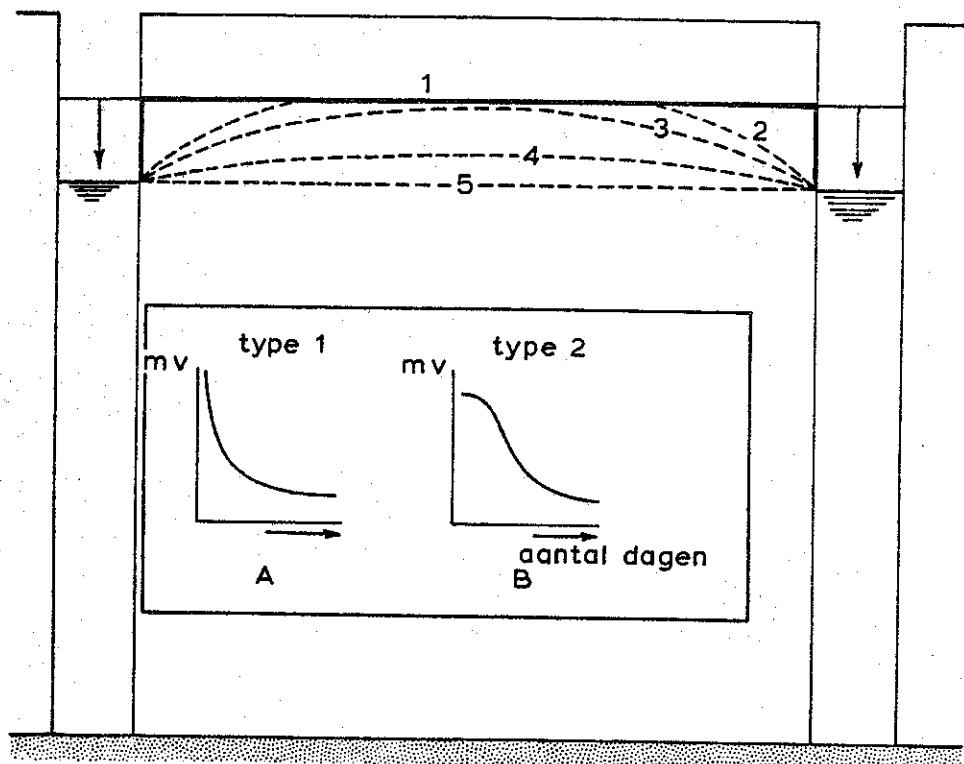


Fig. 6. Het voorkomen van de duurlijntypen 1 en 2 in een systeem met niet-stationaire grondwaterstroming tussen twee sloten (naar: Standaard dictaat Agrohydrologie L.H. Wageningen)

Dat het effect van dit mechanisme in 1977 duidelijker optreedt dan in 1978 moet worden toegeschreven aan een gewijzigd beheer van het open waterpeil in het reservaat. In 1978 werden de peilen in de sloten aanzienlijk langer hoog gehouden in het voorjaar dan in 1977 (fig. 7). Als gevolg hiervan is in 1978 ook aan de randen van de percelen het grondwater lange tijd hoog gebleven omdat geen afvoer naar de sloot kon plaatsvinden. Pas $\pm$ 70 dagen na aanvang van de metingen

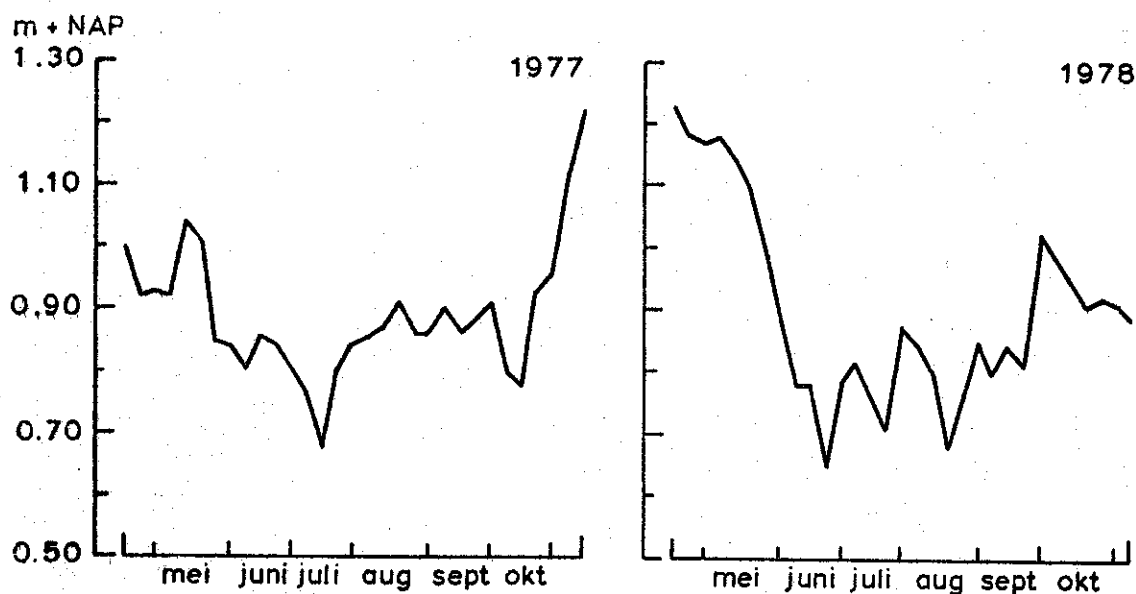


Fig. 7. Slooppeilen tijdens de perioden van grondwaterstandsregistratie

gaat het slooppeil in 1978 omlaag. Vanaf dat moment blijft het grondwater niveau van bundel B achter bij het niveau van bundel A, waar het grondwater versneld kan worden afgevoerd.

Een ander aspect dat samenhangt met het open peilbeheer treedt naar voren in fig. 3. Bij grondwaterstanden met een zeer korte overschrijdingsduur (0-10 cm-m.v.) treden minder significante verschillen tussen bundel A en B op. Dit is mogelijk te verklaren uit het effect van ondiepe greppels op de grondwaterstand in de percelen. Midden op de percelen (B) stijgt het grondwater slechts een zeer korte periode boven de 10 cm-m.v. Dit zouden de perioden kunnen zijn waarin de, slecht afvoerende greppels vol water staan. Afvoer naar

greppels vindt dan tijdelijk niet plaats. Uit fig. 4 zou dan moeten worden geconcludeerd dat de greppels in 1978 niet hebben afgevoerd. Het open waterpeil moet in die perioden gelijk hebben gestaan met het peil in de greppels.

3.2.2. Analyse van grondwaterstanden op verspreide locaties

Van de grondwaterstandsgegevens afkomstig van buizen welke niet in een raai, maar wel steeds op meer dan 10 m vanaf een sloot zijn gelegen, werden eveneens overschrijdingsduurlijnen opgesteld. Onderscheid tussen duurlijnen met en zonder knik bleek ook in deze gevallen mogelijk. Daarnaast komen overgangsvormen tussen beide typen voor. Lijnen met overeenkomst in vorm werden tot een bundel samengevoegd. In fig. 8 zijn twee duurlijnbundels uit 1977 weergegeven. Bundel C is samengesteld met gegevens afkomstig van de buizen 5, 6, 10, 12 en 13, terwijl bundel D een verzameling is van gegevens uit de buizen 1, 3, 9, 11 en 20 (zie fig. 1). Deze laatste bundel vertoont eenzelfde knik als bundel B uit fig. 3.

Significant verschillen ($\alpha < 1\%$) in grondwaterstand tussen beide bundels treden op bij een overschrijdingsduur van 0-100 dagen.

In fig. 9 zijn van dezelfde buizen de bundels voor 1978 weergegeven. Verschillen in grondwaterstand zijn het meest significant bij een overschrijdingsduur van 35 tot 100 dagen. In fig. 10 zijn voor 1977 en 1978 de resultaten van toetsing via de ordinaat weergegeven. Significante verschillen in overschrijdingsduur ($\alpha < 1\%$) treden op bij grondwaterstanden tussen 15 en 60 cm-m.v.

In fig. 11 zijn afzonderlijke duurlijnen opgenomen van grondwaterstandsbuizen met een afwijkend grondwaterregiem.

I n t e r p r e t a t i e v a n d e r e s u l t a t e n . De verschillen in grondwaterstand van de bundels C en D bij een overschrijdingsduur van ± 35 dagen zijn even significant als bij 70 of 100 dagen. Door het geringe aantal gegevens uit de bundels C en D is toetsing in het 0,5% significantiegebied niet mogelijk. Desondanks lijkt het op grond van de tijdstijghoogtelijnen gerechtvaardigd te veronderstellen dat de knik in bundel D eveneens een voorjaarseffect is, zodat het essentiële verschil tussen bundel C en D moet worden gezocht in het gedrag van het grondwater in de voorjaarsperiode.

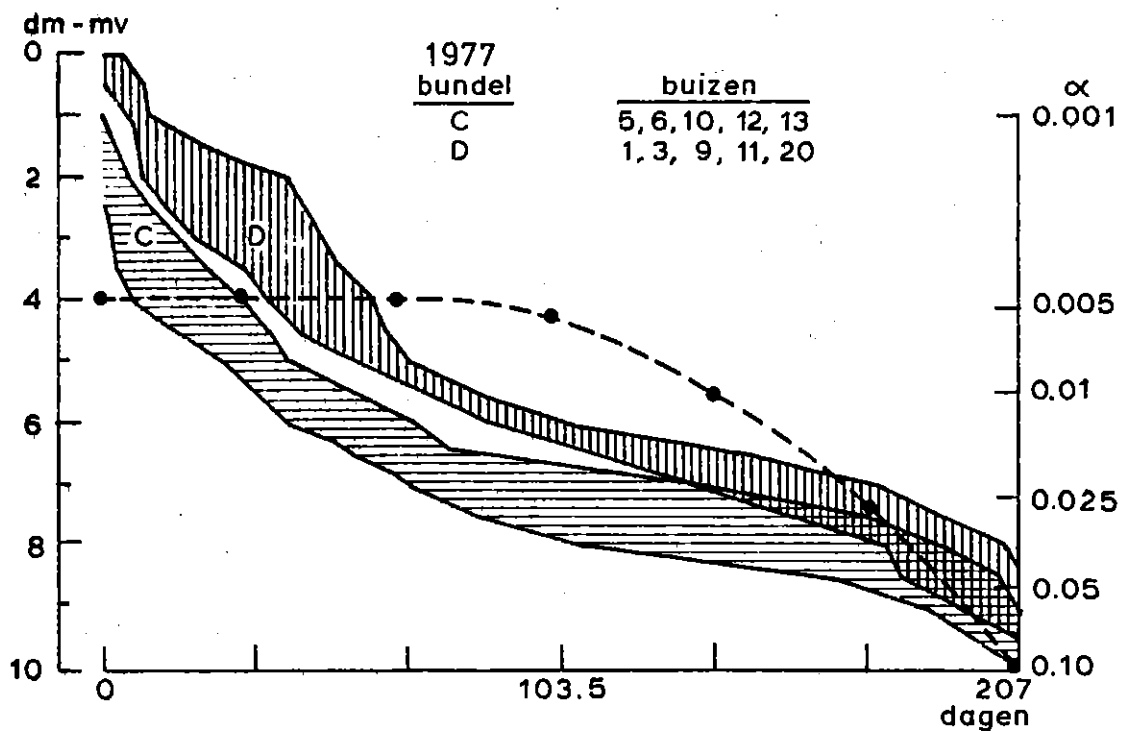


Fig. 8. Duurlijnbundels afkomstig van gegevens uit 1977 van grondwaterstandsbuizen op verspreide locaties, midden op de percelen. De stippellijn geeft de significantieniveaus weer van de verschillen tussen de grondwaterstanden van de bundels C en D

Bundel D in fig. 8 vertoont een vorm die verwacht kon worden. Deze vorm is gelijk aan de vorm van duurlijnbundel B uit fig. 3. Verschillen in grondwaterstand tussen bundel B en D bij verschillende overschrijdingsduur treden derhalve niet op (fig. 12). Achter het

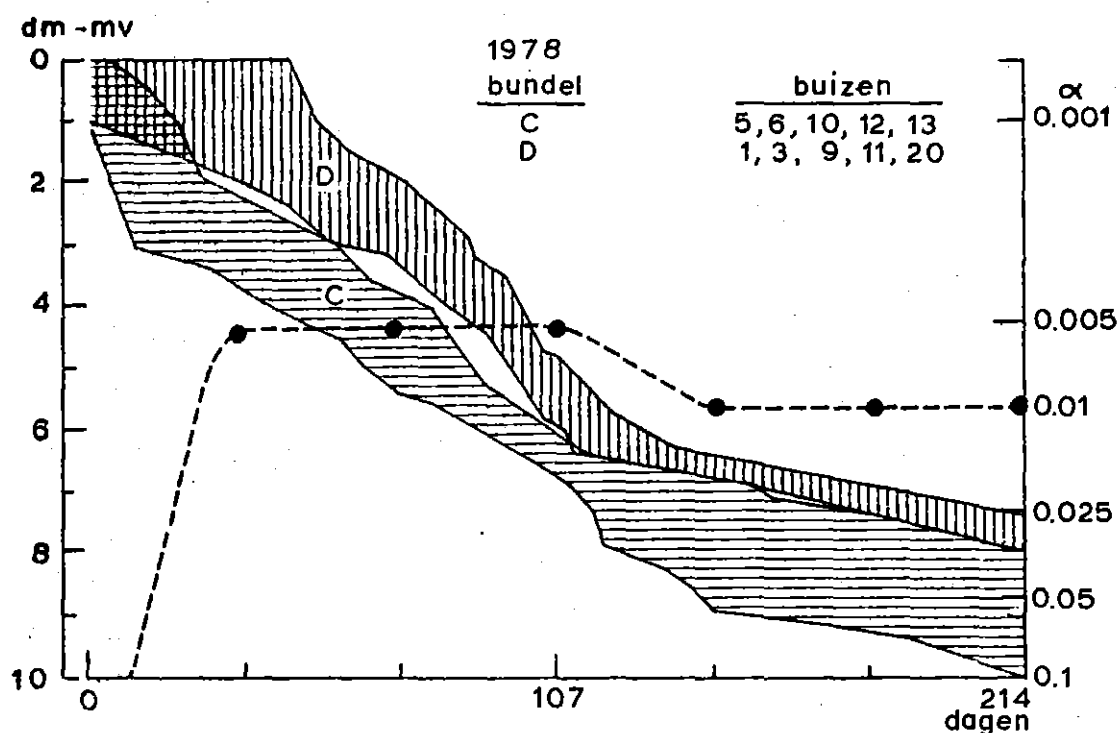


Fig. 9. Duurlijnbundels afkomstig van gegevens uit 1978 van dezelfde grondwaterstandsbuizen als in fig. 7

duurlijntype D moet eenzelfde mechanisme schuilgaan als achter type B.

De vorm van duurlijn type C voldoet echter niet aan de verwachting. Het grondwater op de locaties van bundel C zakt in de voorjaarsperiode sneller weg dan bij de andere buizen welke midden op de percelen zijn gelegen (bundels B en D).

Bundel C lijkt in vorm sterk overeen te komen met bundel A (zie

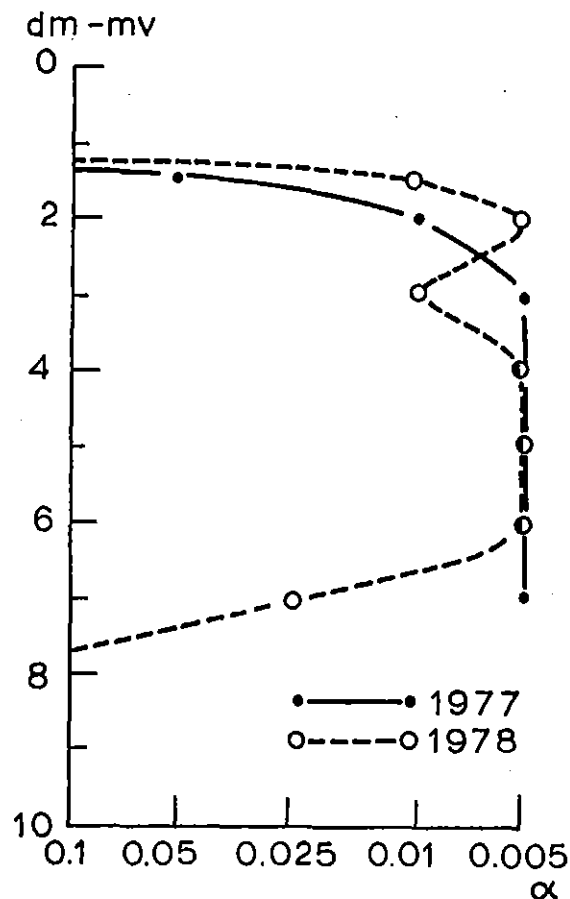


Fig. 10. Toetsing van verschillen in overschrijdingsduur tussen de bundels C en D

fig. 3). In fig. 13 zijn de bundels A en C met elkaar vergeleken. Uit deze vergelijking blijken in de voorjaarsperiode minder significante verschillen in grondwaterstand op te treden dan in de rest van het jaar. In het voorjaar is een vergelijkbaar gedrag van het grondwater te constateren, terwijl in de loop van de zomer het grondwater op de locaties van bundel C dieper wegzakt. De invloed van de infiltratie in de gevallen van bundel A komt hier duidelijk

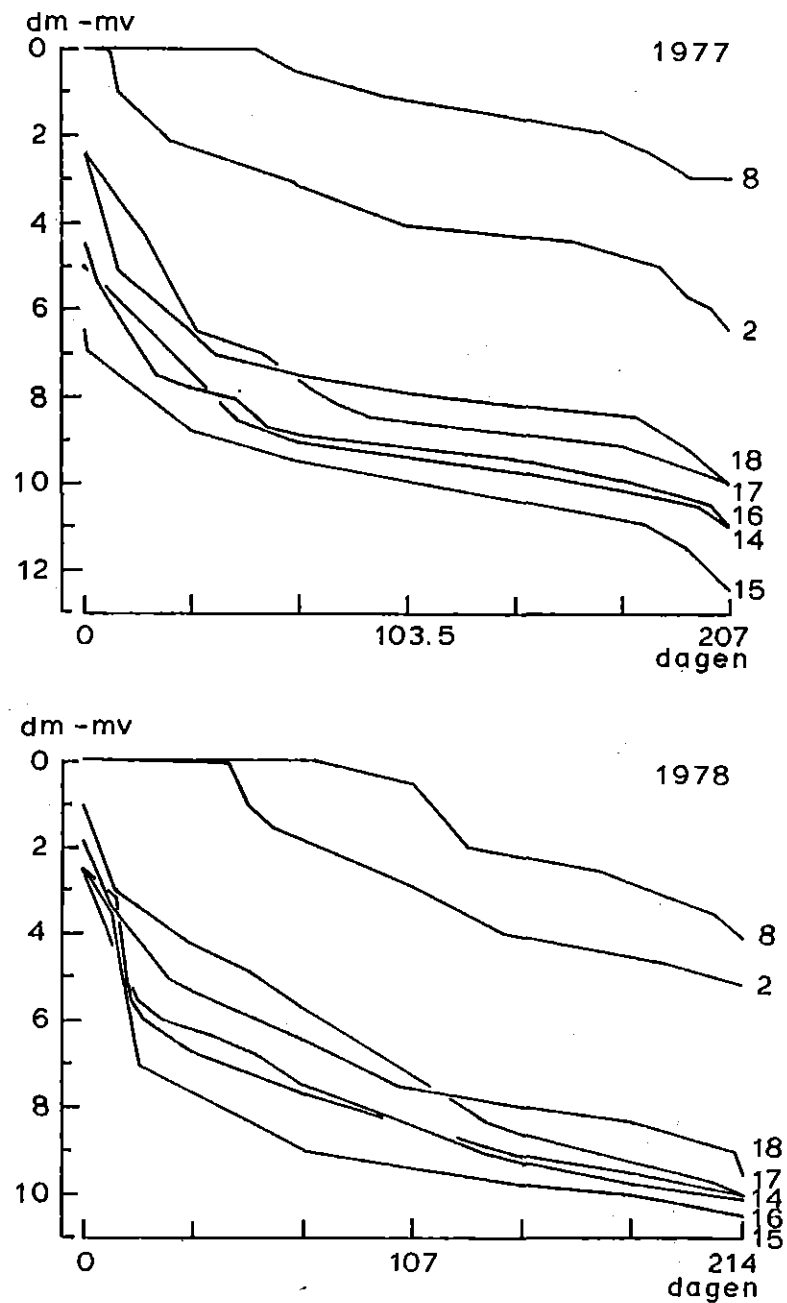


Fig. 11. Duurlijnen met een ligging welke afwijkt van de in de bundels A tot en met D

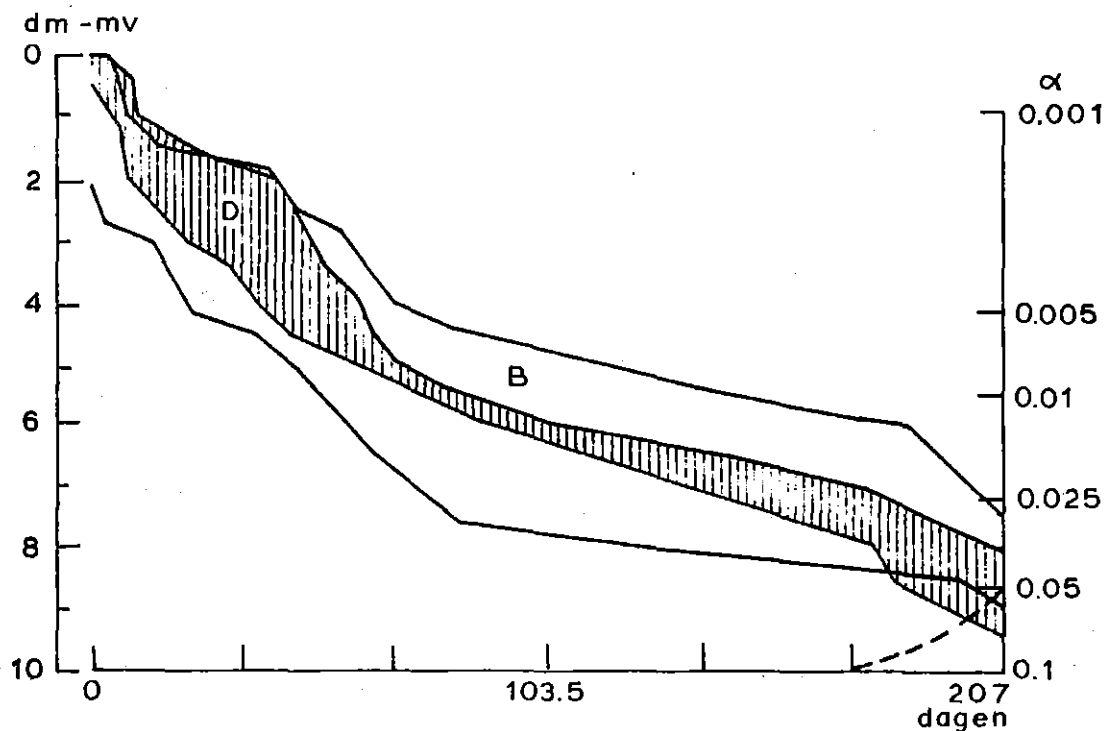


Fig. 12. Vergelijking van de duurlijnbundels B en D uit 1977. De stippellijn geeft de significantieniveaus weer van de verschillen tussen de grondwaterstanden van de bundels B en D

naar voren.

Het sneller wegzakken van het grondwater in bundel C is slechts te verklaren als in de gevallen van bundel C een groter potentiaal verval of een betere doorlatendheid van de bodem aanwezig is dan in de gevallen van bundel B en D. De eerste mogelijkheid lijkt niet uitgesloten door de geringe hoogteverschillen die in het reservaat voorkomen. Ook een grotere doorlatendheid van de bodem is niet on-

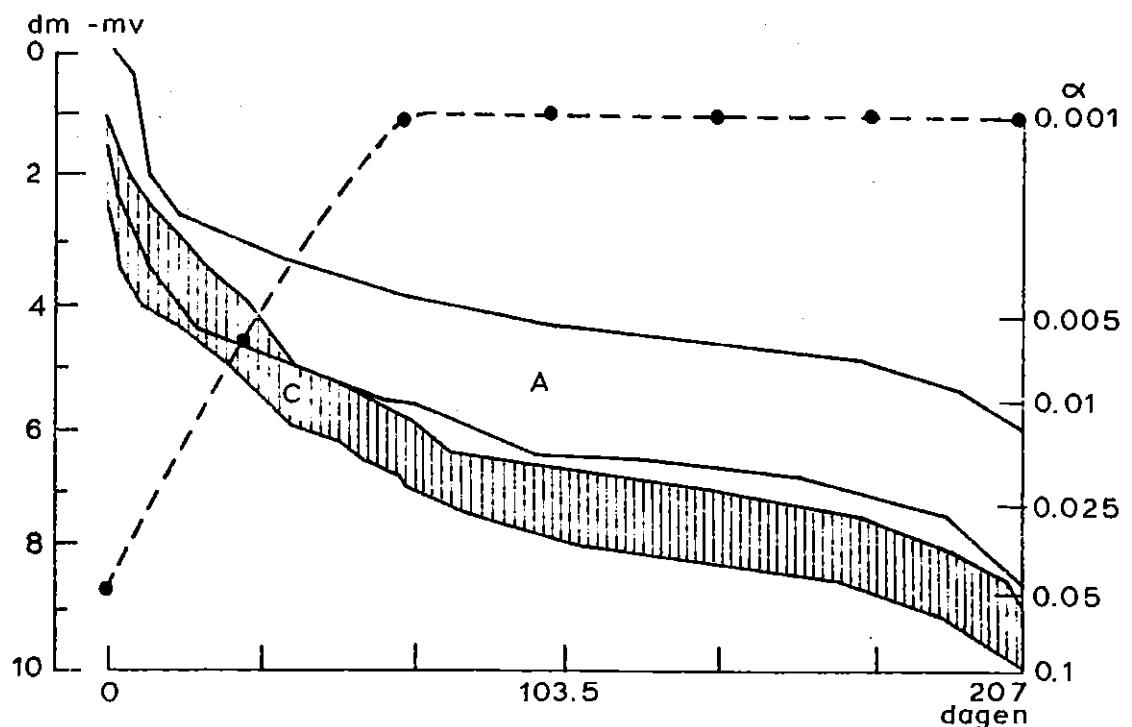


Fig. 13. Vergelijking van de duurlijnbundels A en C uit 1977. De stippellijn geeft de significantieniveaus weer van de verschillen tussen de grondwaterstanden van de bundels A en C

waarschijnlijk.

Uit onderzoek van DEKKER en BOUMA (1978) naar de verzadigde verticale doorlatendheid van de bodem in komkleigebieden werden in het reservaat verschillen in doorlatendheid gemeten. In de nabijheid van buis 4 werd in de laag van 20-45 cm-m.v. een verzadigde doorlatendheid van 41 cm/dag en in de laag van 50-80 cm-m.v. een doorlatendheid van 26 cm/dag gemeten. Nabij buis 12 werd in de bodemlaag van

20-45 cm een doorlatendheid van 95 cm/dag en in de laag van 50-80 cm een doorlatendheid van 48 cm/dag gemeten.

Indien dit verschil in doorlatendheid met een factor 2 wordt vergeleken met het verschil in de duurlijnen van buis 4 en 12, dan valt bij buis 4 een langere overschrijdingsduur van de grondwaterstand bij ± 50 cm-m.v. te constateren dan bij buis 12 het geval is. Buis 12 behoort tot het duurlijntype zonder knik, terwijl buis 4 tussen beide vormtypen instaat. Er van uitgaande dat verschillen in doorlatendheid tot uiting komen in verschillen in overschrijdingsduur van bepaalde grondwaterstanden, zou verwacht mogen worden dat metingen op locaties waar duurlijnen met een 'knik' voorkomen, een geringere verzadigde doorlatendheid te zien zullen geven dan Dekker en Bouma in het reservaat hebben gevonden.

De grotere doorlatendheid van de bodem nabij buis 12 kan een argument zijn om de afwijkende vorm van bundel C (waartoe buis 12 behoort). aan een betere doorlatendheid toe te schrijven.

Daar buis 12 ingedeeld wordt bij een bundel zonder knik terwijl de buizen 12^{F.G.H} welke ook midden op het perceel zijn gelegen worden ingedeeld bij een bundel met een knik, lijkt enige tegenstrijdigheid in de interpretatie van de resultaten op te treden. De langere overschrijdingsduur van de hoge grondwaterstanden komt weliswaar voor bij de buizen 12^{F.G.H} maar is slechts weinig langer dan bij de buizen 12^{A.B.C} welke aan de rand van het perceel zijn gelegen. De knik bij de buizen 12^{F.G.H} valt daardoor enigszins weg. Het infiltratie effect is bij deze buizen echter duidelijk aanwezig, zodat de buizen 12^{F.G.H} toch bij de 'knik' vorm thuishoren.

Het geringe verschil in overschrijdingsduur tussen 12^{A.B.C} enerzijds en 12^{F.G.H} anderzijds lijkt te moeten worden toegeschreven aan de grotere doorlatendheid van het perceel 12. Door deze grotere doorlatendheid vervlakt het verschil dat ontstaat door het verschil in potentiaalverval aan de randen en op het midden van het perceel. Het gevolg hiervan is dat buis 12 een dualistisch karakter heeft en ingedeeld kan worden bij bundel C.

De verandering in het verschil tussen de bundels C en D in 1978 ten opzichte van 1977 lijkt eveneens te kunnen worden teruggevoerd op het effect van een gewijzigd open peilbeheer in 1978 (zie fig. 7; 3.2.1).

Van de duurlijnen in fig. 11 vallen de lijnen afkomstig van de buizen met nr 14, 15, 16, 17 en 18 op door hun ligging op een geheel lager niveau ten opzichte van maaiveld.

Naast situering van deze buizen op de hoogste terreingedeelten (zie fig. 1) waardoor een relatief groot verschil in potentiaalverval kan ontstaan, speelt een grotere doorlatendheid van de bodem mogelijk hierbij ook een rol.

De duurlijnen afkomstig van de buizen 2 en 8 vallen op door hun ligging op een minder laag niveau ten opzichte van maaiveld en een geringe amplitude. Beide buizen zijn op zeer lage terreingedeelten gelegen, zodat zij in de voorjaarsperiode lange tijd onder water staan. De hogere grondwaterstanden worden langdurig overschreden daar drukhoogteverschillen met het open waterpeil slechts gering zijn.

3.3. S a m e n v a t t i n g e n c o n c l u s i e s

Grondwaterstandsgegevens van een groot aantal buizen werden verwerkt tot overschrijdingsduurlijnen. Naast overeenkomsten in de vorm van de duurlijnen konden aan aantal wezenlijke verschillen worden onderscheiden. Deze verschillen lijken enerzijds te berusten op verschillen in doorlatendheid en lijken anderzijds te berusten op verschillen in potentiaalverval die ontstaan na verlaging van het open waterpeil. Hierdoor ontstaat tengevolge van een niet-stationaire stroming een tijdelijk verschil in afvoersnelheid van het grondwater tussen de randen en het midden van een perceel. Het beheer van het open waterpeil speelt daarbij een belangrijke rol. Verschillen in afvoersnelheid komen in een duurlijn tot uiting in verschillen in overschrijdingsduur.

Het bleek mogelijk drie typen van duurlijnen te onderscheiden.

T y p e 1. Gekenmerkt door een zeer korte overschrijdingsduur van hoge grondwaterstanden. Door het ontstaan van een versterkt potentiaalverval na verlaging van het open waterpeil dan wel door een goede doorlatendheid van de bodem, kan dit type karakteristiek genoemd worden voor een goed ontwaterd systeem. Afhankelijk van maaiveldshoogte kunnen subtypen worden onderscheiden welke op een in zijn geheel lager niveau zijn gelegen.

T y p e 2. Gekenmerkt door een langere overschrijdingsduur van hoge grondwaterstanden. Door het ontstaan van een relatief gering potentiaal verval na open peilverlaging dan wel door slechte doorlatendheid van de bodem kan dit lijntype karakteristiek worden genoemd voor locaties waarvan de grondwaterstand door afstand in zekere mate gebufferd zijn tegen verlagingen van het open waterpeil.

T y p e 3. Kenmerkend is een in zijn geheel hooggelegen niveau van de duurlijn en een geringe amplitude. Door de lage ligging van het maaiveld zijn deze locaties als slecht ontwaterd te beschouwen.

4. VEGETATIE

4.1. A n a l y s e e n s y n t h e s e v a n d e v e g e t a - t i e o p n a m e n

M e t h o d e n. Doel van het vegetatiekundig onderzoek is door vergelijking van vegetatie opnamen overeenkomsten en verschillen in de vegetatie te achterhalen en deze verschillen te interpreteren vanuit het beheer of het abiotisch milieu.

De analyse bij het vegetatie-onderzoek bestaat uit een zeer zorgvuldige inventarisatie van plantensoorten in een klein proefvlak. Het proefvlak moet voldoende groot zijn om representatief te zijn voor een vegetatie en moet anderszijds voldoende klein zijn om te kunnen worden overzien (DEN HELD en DEN HELD, 1973) Voor het onderzoek in de Tielerwaard werd de proefvlakgrootte met behulp van de methode der kleinste kwadraten (MUELLER-DOMBOIS en ELLENBERG, 1974) vastgesteld op 2 m^2 .

Bij de vegetatie-analyse wordt tevens een schatting gemaakt van de bedekking en het aantal der individuen van elke soort. Deze zogenaamde gecombineerde schatting wordt met een cijfercode aangegeven. Voor het onderzoek in de Tielerwaard werd gekozen voor een codering volgens de decimale schaal van LONDO (1975).

Ten einde de verschillen en overeenkomsten in de vegetatie te kunnen vergelijken met verschillen en overeenkomsten in de waterhuishouding, werden vegetatie-opnamen gemaakt in de directe nabijheid van de hydrologische meetpunten (zie par. 2).

Bij de synthese van het vegetatie-onderzoek worden de opnamen in tabellen gerangschikt volgens overeenkomsten en verschillen. In wezen is dit een deductieve benaderingswijze waarbij ervan wordt uitgegaan dat verschillen in de vegetatie een indicatie zijn voor verschillen in het abiotisch milieu. Daarnaast kan gekozen worden voor een inductieve benadering waarbij wordt verondersteld dat verschillen in het abiotisch milieu gevolgd worden door verschillen in de vegetatie.

R e s u l t a t e n. Voor de deductieve benadering werden alle vegetatie-opnamen in tabel 1 gerangschikt (bijlage 1). In deze tabel komen talrijke overgangen voor waardoor geen duidelijke scheiding in vegetatietypen mogelijk is. In de reeks opnamen is slechts een tendens aanwezig waarbij de standplaats een steeds 'droger' karakter krijgt. Daar de spreiding binnen de vegetatietypen groot is, lijkt correlatie met de factor grondwater niet goed mogelijk.

Bij de inductieve benadering werd een groepering van vegetatie-opnamen doorgevoerd, welke analoog is aan de groepering van duurlijnen tot bundels.

In tabel 2 is de presentie en de gemiddelde bedekking van de soorten in elk van de vier opname-groepen weergegeven. Opname-groep A behoort bij duurlijnbundel A etc.

In de tabel zijn slechts die soorten opgenomen welke differentiërend in de vegetatie optreden. Als criterium voor deze differentiatie is een verschil in gemiddelde bedekking in combinatie met een verschil in presentie gekozen.

Indien de opname-groepen twee aan twee vergeleken worden (A met B en C met D) dan blijkt uit de tabel, dat de soorten welke een voorkeur voor opname-groep A bezitten, deze voorkeur ook voor opname-groep C blijken te bezitten (soorten groep 1).

Daarnaast bezitten de soorten die opname-groep B differentiëren ook een voorkeur voor opname-groep D (soorten groep 2). Vegetatiekundig kunnen de opname-groepen A en C worden samengevoegd evenals de opname-groepen B en D. Van de nieuwe opname-groepen AC en BD is de gemiddelde bedekking en presentie in de meest rechtse kolommen van de tabel weergegeven.

Getoetst werd of de verhouding waarin de soorten uit soorten groep 1 in opname-groep AC en BD voorkomen voor alle soorten gelijk

Tabel 2. Presentie en bedekking van soorten in de opname-groepen A, B, C en D

Opname-groep	Presentieklasse (bedekking %)				Gemiddelde presentie en (bedekking %)	
	A	B	C	D	AC	BD
Aantal opnamen	13	14	5	5		
Soorten groep 1						
Anthox. odor.	V(10,5)	V(6,0)	V(17,6)	III(4,4)	V(12,4)	V(6,21)
Cerast. holost.	V(1,2)	IV(0,7)	V(1,4)	II(0,4)	V(1,26)	IV(0,62)
Cynos. crist.	IV(1,2)	III(1,0)	IV(5,4)	III(0,8)	IV(2,37)	III(0,95)
Trif. dubium	III(15,9)	II(2,4)	IV(14,6)	-	III(15,5)	II(1,77)
Cent. prat.	III(2,4)	III(1,5)	III(6,4)	II(1,2)	III(3,51)	III(1,42)
Poa trivialis	IV(0,9)	III(0,6)	II(0,4)	I(0,2)	IV(0,76)	III(0,56)
Hordeum secal.	IV(1,1)	I(0,1)	I(0,4)	-	IV(0,91)	I(0,07)
Chrys. leucanth.	I(0,1)	-	IV(1,0)	-	II(0,35)	I -
Plant. lanc.	V(7,1)	V(1,9)	V(3,6)	V(2,0)	V(6,13)	V(1,93)
Holcus lan.	V(10)	V(1,9)	V(2,6)	IV(2,6)	V(7,94)	V(2,08)
Bromus mollis	V(1,4)	II(0,2)	II(0,4)	II(0,4)	IV(1,12)	II(0,47)
Equisetum pal.	IV(0,9)	III(0,6)	IV(0,8)	III(0,8)	IV(0,87)	III(0,72)
					53,12	16,8
Soorten groep 2						
Filipend. ulm.	I(0,2)	III(0,4)	I(0,2)	I(0,2)	I(0,2)	II(0,35)
Lychnis flos	I(0,2)	II(0,4)	II(r)	II(0,4)	II(0,17)	II(0,40)
Carex acuta	II(0,3)	III(1,8)	-	II(0,4)	II(0,22)	III(1,43)
Rhinanth. ser.	IV(1,6)	III(3,4)	II(1,0)	III(16,6)	III(1,43)	III(6,87)
Bromus racem.	II(0,4)	IV(1,6)	V(1,0)	IV(2,8)	III(0,57)	IV(1,92)
Vicia cracca	IV(6,8)	V(12,8)	V(3,2)	IV(4,8)	IV(5,8)	IV(10,68)
Trif. repens	V(14,0)	V(27,8)	V(1,8)	V(26,4)	V(10,6)	V(27,43)
Alopec. prat.	IV(3,0)	V(7,0)	V(3,2)	V(11,4)	V(3,0)	V(8,16)
Polygon. amph.	I(0,1)	II(0,3)	-	I(0,2)	I(0,07)	II(0,27)
Lys. nummularia	II(0,3)	III(1,4)	-	II(0,4)	II(0,22)	III(1,14)
Leont. autumn.	II(0,5)	III(0,9)	-	II(0,4)	I(0,36)	III(0,77)
Carex disticha	II(0,5)	IV(2,1)	I(0,2)	IV(2,8)	II(0,42)	IV(2,28)
Bellis perennis	IV(1,2)	IV(5,0)	IV(1,0)	IV(3,0)	IV(1,14)	V(4,47)
					24,20	66,17

is. Deze verhouding zou moeten voldoen aan 53:16. Met behulp van de L-toets (SPITZ, 1967) welke in feite een gemodificeerde χ^2 -toets is (GREIG-SMITH, 1964) kon de nul-hypothese gehandhaafd blijven:

$$4,06 < 17,27 = L(11, 0,90).$$

Er kan geconcludeerd worden dat er een verhoudingsgewijze gelijkheid

bestaat tussen de soorten uit soorten groep 1 in de opname-groepen AC en BD. Daarbij komen deze soorten in opname-groep AC voor met een bedekking welke driemaal zo groot is als in opname-groep BD.

Op dezelfde wijze werden de soorten van soorten-groep 2 getoetst op gelijkheid van de verhouding waarin deze soorten in opname-groep AC en BD voorkomen. Deze verhouding zou 24:66 moeten bedragen. De nul-hypothese kan gehandhaafd blijven daar $1,78 < 18,547 = L(12; 0,90)$. De soorten uit soorten groep 2 hebben in opname-groep AC een ongeveer driemaal zo kleine bedekking als in opname-groep BD.

Tenslotte werd getoetst of de verhouding tussen de bedekking van respectievelijk de soorten groepen 1 en 2 in de opname-groepen AC en BD gelijk is aan de verhouding van de totale bedekking van alle soorten in opname-groep AC en BD (77:82). De nul-hypothese, al zou deze gelijkheid bestaan moet worden verworpen daar $38,21 > 10,83 = \chi^2(1, 0,999)$.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat de totale bedekking van soorten-groep 1 in opname-groep AC ver boven de verwachting is gelegen en in opname-groep BD ver beneden deze verwachting ligt. De totaal bedekking van de soorten groep 2 blijft in opname-groep AC ver achter bij de verwachting en ligt in opname-groep BD ver boven de verwachting. Soorten van de soorten groep 1 vertonen een voorkeur voor locaties met een duurlijntype 1, terwijl soorten van soorten groep 2 affiniteit voor duurlijn type 2 bezitten.

Naast de duurlijntypen 1 en 2 werd onderscheid gemaakt in een type 3 van een slecht ontwaterd systeem vertegenwoordigd door de buizen 2 en 8. Dit betekent dat slechts twee vegetatie-opnamen van dit duurlijntype aanwezig zijn, waardoor statistische vergelijking met de vegetatie-opnamen van duurlijntype 1 en 2 niet goed mogelijk is.

4.2. S y n t a x o n o m i s c h e i n t e r p r e t a t i e

Het doel van de syntaxonomie is vegetatie-eenheden te plaatsen in een bestaande systematiek van vegetaties. Associaties zijn daarbij de kleinste vegetatie-eenheden die kunnen worden onderscheiden. Verschillende associaties kunnen gemeenschappelijke kenmerken bezitten en daardoor systematisch tot eenzelfde verbond gerekend worden.

Via orden en klassen zijn vegetatieformaties de meest abstracte eenheden.

In de praktijk zullen veel concrete vegetaties niet in een associatie ondergebracht kunnen worden omdat zij kenmerken bezitten van verschillende associaties of zelfs verbonden. Dit is eveneens het geval voor de vegetatie in het komgrondenreservaat.

De vegetatie in het reservaat heeft een relatief gering aantal soorten die karakteristiek zijn voor de Plantaginetea Majoris in het algemeen en het Agropyro-Rumicion Crispi (ARC) in het bijzonder: (WESTHOFF en DEN HELD, 1969) *Lolium perenne*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus repens* en *Trifolium repens*. Het massa aandeel van deze soorten in de vegetatie ligt veelal boven de 50%. Verreweg de meerderheid van het aantal soorten kan ondergebracht worden bij de Molinio-Arrhenatheretea. Het massa aandeel van deze soorten is echter gering.

In de soorten groep 1 komt slechts een enkele soort voor uit het ARC (*Poa trivialis*). De samenstelling van deze groep wijst op verwantschap met de Arrhenatheretalia in het algemeen: *Chrysanthemum leucanthemum*, *Trifolium dubium*. Soorten als *Cynosurus cristatus*, *Hordeum secalinum*, *Anthoxanthum odoratum* en *Holcus lanatus* wijzen meer in het bijzonder op een vochtig tot natte variant van het Lolio-cynosuretum.

In de soorten groep 2 komen een aantal soorten voor welke zowel affiniteit tot het ARC als tot de Molinietaalia bezitten: *Carex disticha*, *Bromus racemosus*, *Leontodon autumnalis*. Daarnaast komen er soorten voor welke zeer duidelijk in de Molinietaalia thuishoren: *Rhinanthus serotinus*, *Filipendula ulmaria*, *Lychnis flos-cuculi*.

Het optreden van soorten uit het ARC kan mogelijk worden toegeschreven aan het optreden van 'storing' tengevolge van sterke uitdroging van de bovengrond in drogere jaren. Op plaatsen waar deze uitdroging minder sterk is tengevolge van bijvoorbeeld infiltratie aan de randen van de percelen treden deze storingsindicatoren minder sterk op.

Het is mogelijk enig nader onderscheid te maken tussen opname-groep A en opname-groep C. Hoewel beide opname-groepen voorkomen bij duurlijnen van het type 1, lijken een aantal begeleidende soorten in opname-groep C zich niet te kunnen handhaven. Deze soorten krijgen

In de zomer mogelijk een vochttekort. Midden op de percelen is het effect van infiltratie vanuit de sloot in de zomer immers geringer dan aan de randen (*Polygonum amphibium*, *Leontodon autumnalis*, *Carex acuta*, *Hordeum secalinum*). Duurlijnbundel C ligt in de zomer dan ook op een lager niveau tenopzichte van maaiveld dan bundel A. Duurlijnbundel C lijkt een tussenpositie in te nemen tussen bundel A en de duurlijnen van het subtype I (opn. nummers 14, 15, 16, 17, 18). Dit laatste duurlijntype zou een droge variant van het *Lolio-cynosu-retum* kunnen karakteriseren, waarin zich door een op extensivering gericht beheer een enkele soort van het *Arrhenatheretum elatioris* heeft kunnen vestigen (*Crepis biennis*). Hoewel de opnamen 15, 16 en 17 een hydrologische verwachtschap bezitten met opname 14 en 18, hebben zij door intensief landbouwkundig gebruik een sterk afwijkende vegetatie.

Na zorgvuldige vergelijking van de resultaten van de deductieve en inductieve methode om de vegetatie in typen in te delen blijkt in grote lijnen een overeenkomst te bestaan. Bij de deductieve methode zijn echter meer opnamen verwerkt dan bij de inductieve methode. Uit de deductieve methode lijkt bovendien de bijzondere positie van perceel 12 (opnamen met nr 12) naar voren te komen door het optreden van *Agrostis canina*, *Lotus uliginosus*, *Potentilla anserina* en *Cirsium arvense*.

De vegetatie in de opnamen 2 en 8 wijkt sterk af van de overige opnamen (zie tabel 1). De soorten samenstelling van opname 2 lijkt te wijzen op verwachtschap met greppelvegetaties. Soorten als *Iris pseudacorus*, *Glyceria maxima*, *Carex acuta*, *Galium palustre* en *Phalaris arundinacea* wijzen op affiniteit tot de *Phragmitetalia* en *Magno-caricetalia*.

4.3. Effecten van beheer

Effecten van de verschillende vormen van beheer die in het reservaat gevoerd worden, zullen in de vegetatie tot uiting komen. Van de percelen die onderzocht werden wijken die waarin de opnamen 18, 20, 3^A t/m J zijn gelegen af van een beheer dat bestaat uit éénmaal maaien en naweiden. De betreffende opnamen liggen in een perceel waar

eind mei reeds voor de eerste maal wordt gemaaid. Een tweede maai-beurt vindt in de loop van juli plaats. Deze vorm van beheer werkt in het voordeel van soorten welke zich pas later in het seizoen ontwikkelen. Het werkt in het nadeel van soorten die vroeg in het voorjaar door hun levensvorm een voorsprong in hun ontwikkeling bezitten. Door een vroege maaibeurt worden deze laatste soorten in hun ontwikkeling geremd.

Deze afwijkende vorm van beheer werkt in de richting van die differentiatie van de vegetatie, welke zoals later zal blijken gelijk is aan de differentiatie die tengevolge van verschillen in waterhuishouding optreedt. Vertroebeling van de differentiatie van de vegetatie welke door verschillen in waterhuishouding tot stand is gekomen wordt door de afwijkende vorm van beheer niet veroorzaakt.

4.4. V o c h t i n d i c a t i e v a n d e v e g e t a t i e

De soorten groepen 1 en 2 werden aan een nadere analyse onderworpen met betrekking tot hun vochtindicatie.

Er vanuit gaande dat elke soort een optimum inneemt in het bodemvochtigheidsstraject, kan aan elke soort een vochtindicatiegetal worden toegewezen. Hiervoor is gebruik gemaakt van bestaande lijsten met vochtindicaties van de verschillende soorten. In eerste instantie werden de soorten volgens de Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten van LONDO (1975) ingedeeld, waarna aan elke soort volgens de codering van ELLENBERG (1974) een vochtindicatiegetal werd toegewezen. Deze werkwijze is in tabel 3 samengevat en geldt uitsluitend voor het onderzoek in de Tielerwaard.

Tabel 3. Aanpassing van de vochtindicatiegetallen volgens Ellenberg aan het systeem van Londo

Londo		Ellenberg	Indicatiegetal
A	afreatofyten	Trockniszeiger	3
a	niet obligate freatofyten	Frische zeiger	5
f	niet obligate freatofyten		6
(f), F	obligate freatofyten	Feuchte zeiger	7
W	obligate freatofyten	Nässe zeiger	9

Het resultaat van deze aanpassing van het systeem van Ellenberg aan de lijst van Londo is dat de soorten in het algemeen een lager indicatiegetal krijgen toegewezen dan in het oorspronkelijke systeem van Ellenberg. In een vochtiger atlantisch klimaat is het niet verwonderlijk dat soorten op wat drogere standplaatsen voorkomen dan in een droger continentaal klimaat.

Aan het vochtindicatiegetal van elke soort werd een vermenigvuldigingsfactor gekoppeld gebaseerd op de presentie van de betreffende soort. Een vochtindicatie bij een soort met een hoge presentie weegt aldus zwaarder dan de vochtindicatie van dezelfde soort met een lagere presentie. Aan de presentieklassen I tot en met V werden vermenigvuldigingsfactoren van 1 tot en met 5 gekoppeld.

Het resultaat van deze analyse van de vochtindicatie der soorten is weergegeven in tabel 4.

Het verschil in vochtindicatie tussen de soorten groep 1 uit opname-groep AC en de soorten groep 2 uit opname-groep BD werd met behulp van de u-toets op significantie getoetst. De waarde van de toetsingsgrootte z bedraagt 1,51. De overeenkomende waarde van P bedraagt 0,0655. Dit houdt in dat het gevonden verschil in het 10% uitzonderingsgebied is gelegen, waaruit geconcludeerd kon worden dat het gevonden verschil significant is. Soorten groep 2 uit opname-groep BD heeft een grotere vochtindicatie dan soorten groep 1 uit opname-groep AC.

4.5. L e v e n s v o r m e n

Ten einde enig inzicht te krijgen in de structuurverschillen tussen de beide soorten groepen werden de soorten ingedeeld volgens het levensvormensysteem van Raunkiaer dat door MUELLER-DOMBOIS en ELLENBERG (1974) is gemodificeerd (tabel 4). Dit systeem deelt de soorten in naar de wijze waarop het winterseizoen wordt overleefd. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de levensvorm van een plant een morfologische uiting is van zijn aanpassing aan bepaalde milieu-omstandigheden. Door de bedekkingspercentages van de voorkomende levensvormen van een vegetatietype in een diagram weer te geven, ontstaat een levensvormenspectrum, dat informatie verstrekt over de

Tabel 4. Vochtindicaties en leversvorm van de differentiërende soorten uit de opname-groepen AC en BD

	Vochtindi- catie Londo	Vocht- indicatie Ellenberg	Presentie- klasse	Vermenigvul- digings- factor	Vocht- indicatie- waarde	Levensvorm
Anthox. odor.	A	3	V	5	15	H. Caespitosa
Cerast. holost.	A	3	V	5	15	H
Cynos. crist.	A	3	IV	4	12	H. Caespitosa
Trif. dubium	A	3	III	3	9	T. Caespitosa
Cent. prat.	A	3	III	3	9	H. Semirosulata
Poa. triv.	A	3	IV	4	12	H. Caespitosa
Hord. secal.	A	3	IV	4	12	H. Caespitosa
Chrys. leuc.	A	3	II	2	6	H. Scaposa
Plant. lanc.	A	3	V	5	15	H. Rosulata
Holc. lan.	f	6	IV	4	24	H. Caespitosa
Brom. moll.	A	3	IV	4	12	H. Caespitosa
Equis. pal.	W	9	IV	4	36	G.
Filipend. ulm.	F	7	II	2	14	H. Semirosulata
Lychn. flos. cuc.	F	7	II	2	14	H. Scaposa
Car. acuta	W	9	III	3	27	H. hydrata
Rhinanth. ser.	(f)	7	III	3	21	T. Scaposa
Brom. rac.	(f)	7	IV	4	28	T. Caespitosa
Vicia crac.	A	3	IV	4	12	H. scaposa
Trif. rep.	A	3	V	5	15	C. reptantia
Alop. prat.	A	3	V	5	15	H. Caespitosa
Polyg. amph.	f	6	II	2	12	G. Rhizomata
Lysim. numm.	f	6	III	3	18	C. Reptantia
Leont. autumn.	A	3	III	3	9	H. Rosulata
Car. disticha.	W	9	IV	4	36	G. Rhizomata
Bell. perenn.	A	3	V	5	15	H. Rosulata

structurele aanpassing van een vegetatietype aan de winterse koude periode.

In fig. 14 zijn de levensvormenspectra weergegeven van de soorten groepen in de verschillende opname groepen.

De soorten groep 1 uit opname-groep AC en soorten groep 2 uit opname-groep BD werden getoetst op verhoudingsgewijze gelijkheid der levensvormen. Met behulp van de L-toets moet de nul-hypothese worden verworpen $21,9 > 21,6 = L(9, 0,99)$, zodat wordt geconcludeerd dat de levensvormen niet volgens de verwachte verhouding over de beide op-

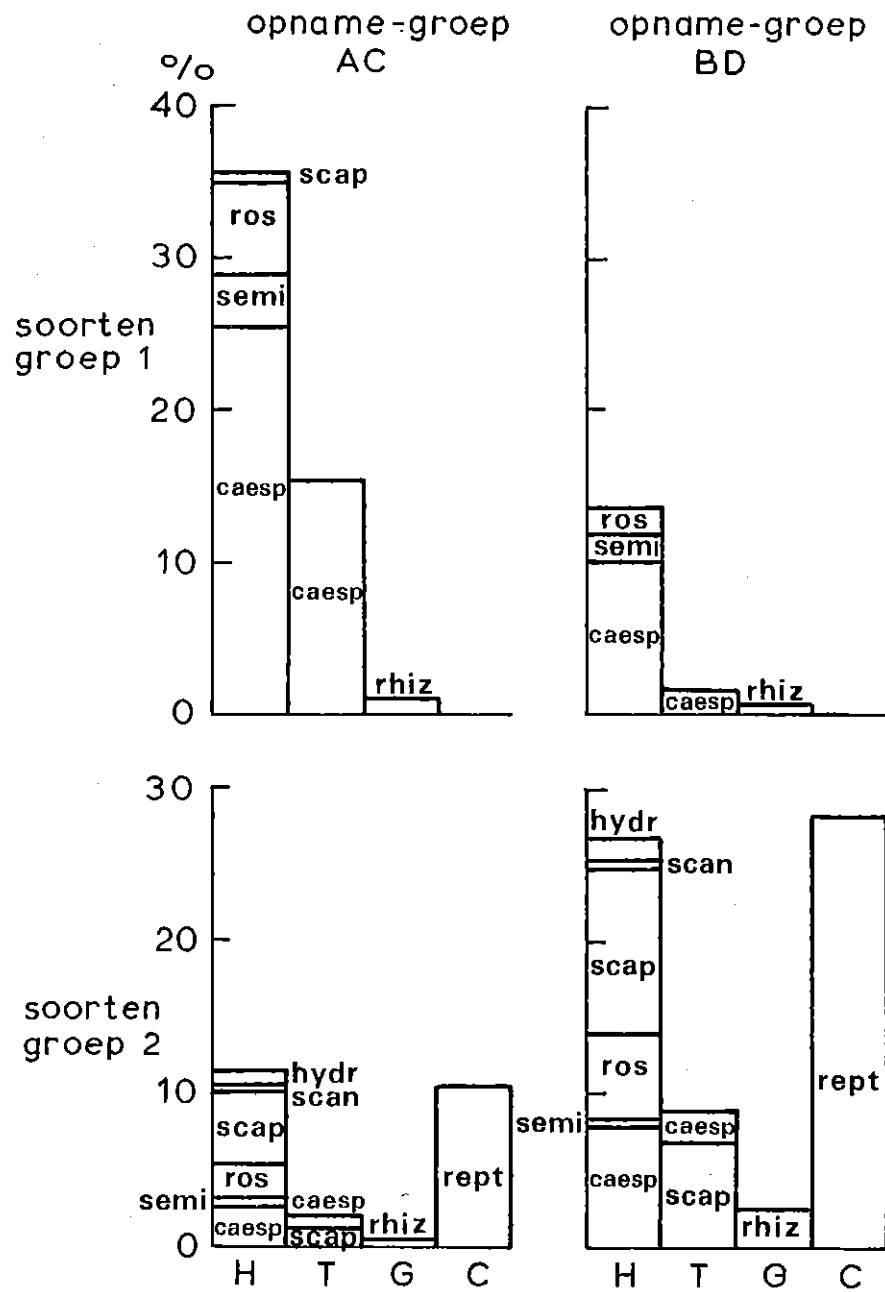


Fig. 14. Levensvormen spectra van de soorten groepen 1 en 2 in de opname groepen AC en BD. H: Hemicryptofyta, T: Therofyta, G: Geofyta, C: Chamaefyta

name-groepen zijn verdeeld. In soorten groep 1 uit opname-groep AC komen de hemi-cryptofyta caespitosa kenmerkend voor grassen en de therofyta caespitosa voor met een bedekking die ver boven de verwachting ligt. In dezelfde soorten groep 1 komen de hemi-cryptofyta scandentia, therofyta scaposa en chamaefyta reptantia in het geheel niet voor. Voor soorten groep 2 uit opname groep BD liggen de verwachtingen van de genoemde levensvormen juist tegengesteld.

Op locaties van opname-groep BD domineren kennelijk levensvormen die een andere structurele aanpassing bezitten aan de overleving van een koude periode dan de levensvormen op locaties van opname-groep AC. Daarnaast komt op locaties van opname-groep BD een grotere diversiteit aan levensvormen voor dan op de locaties van opname groep AC.

In par. 5 zal getracht worden de gesignaleerde verschillen te interpreteren.

4.6. S a m e n v a t t i n g e n c o n c l u s i e s

Inductief vegetatiekundig onderzoek, waarbij vegetatie opnamen werden gerangschikt op een wijze welke analoog is aan de rangschikking van duurlijnen in bundels, bracht een aantal significante verschillen in de vegetatie aan het licht. Soorten welke de opname-groep AC differentiëren hebben een meer Arrhenatheretaal karakter. Door toepassing van een methode, welke een combinatie is van de lijst van hydro-, freato- en afreatofyten van Londo en het systeem van Ellenberg, kon voor deze soorten een relatief geringe vochtindicatie worden aangegeven. In het levensvormenspectrum is een sterke invloed van grassen herkenbaar. Het aantal levensvormen is daarbij gering. De betreffende soorten groep lijkt een voorkeur voor een goed ontwaterd systeem te bezitten.

De soorten welke opname-groep BD differentiëren vertonen een meer Molinietaal karakter en geven een grotere vochtindicatie aan. In het levensvormenspectrum is een grotere diversiteit aanwezig terwijl de invloed van de grassen niet zeer duidelijk is. De soorten van deze opname-groep lijken de voorkeur te geven aan een systeem waarvan het grondwaterniveau in zekere mate gebufferd is tegen verlaging van het open waterpeil.

Tenslotte is er een zwakke indicatie dat in slecht ontwaterde systemen hoofdzakelijk soorten der *Phragmitetalia* en *Magnocaricetalia* voorkomen.

5. INVLOED VAN HET GRONDWATERREGIEM OP DE VEGETATIE

Na analyse van duurlijnen en vegetatie blijkt dat op plaatsen waar in de voorjaarsperiode sprake is van verlengde verblijfsduur van het grondwater in de bovenste lagen, sprake is van een grotere vocht-indicatie in de vegetatie dan op plaatsen waar deze verblijfsduur slechts kort is. Desondanks zijn geen duidelijke verschillen in vochtvoorziening tussen de vegetatietypen te signaleren, zodat geconcludeerd moet worden dat water als kwantitatieve factor geen differentiërende invloed heeft op de vegetatie.

Welke rol speelt nu de factor grondwater in het komgrondenreservaat?

Er moet onderscheid gemaakt worden in een aantal verschillende niveaus waarop relaties tussen organismen en hun milieu zich afspelen. Deze relaties kunnen worden omschreven als operationeel, conditioneel en positioneel (VAN WIRDUM, 1979). Hierbij spelen positionele relaties zich af op het hoogste niveau. Zij zijn bepalend voor wat zich op het conditionele en operationele vlak afspeelt. Op zijn beurt bepalen conditionele relaties wat zich in het operationele vlak afspeelt.

Uit het waterbalansonderzoek blijkt het grondwater in een zo hoge mate beschikbaar, dat de aanwezige verschillen in de vegetatie niet te verklaren zijn uit een directe of operationele relatie tussen grondwater en vegetatie (water als middel van bestaan, bouwstof, grondstof etc. zoals ook O_2 , N, P etc dat kunnen zijn).

Daarnaast is er sprake van een conditionele relatie tussen de vegetatie en het grondwater, waarbij de tijdsduur van de aanwezigheid van het grondwater in de bovenste bodemlagen een voorwaarde is voor de O_2 -voorziening, de temperatuur van de bodem, de N-mineralisatie en de beschikbaarheid van mineralen. Deze tijdsduur van overschrijding is geheel afhankelijk van de positie die een betreffende locatie

inneemt in een potentiaalgradiënt. Door het grondwaterregiem, de gang van het grondwaterpeil in de loop van een jaar, wordt derhalve de O_2 -voorziening de temperatuur van de bodem, de N-mineralisatie en de beschikbaarheid van mineralen gereguleerd. De aard van het grondwaterregiem wordt dan bepaald door de positie in een potentiaalgradiënt, die ontstaat na een snelle verlaging van het open waterpeil in het voorjaar waardoor een niet-stationaire stroming optreedt. Is de positie in deze gradiënt zodanig dat sprake is van een relatief gering potentiaal verval, dan zal het grondwater in de voorjaarsperiode relatief lang hoog blijven. Bij een sterk potentiaal verval zal het grondwater sneller gaan dalen, waardoor hoge grondwaterstanden slechts korte tijd worden overschreden.

De soorten groep 2 lijkt daarom operationeel afhankelijk te zijn van het vermogen van deze soorten om vroeg in het voorjaar zich te ontwikkelen onder O_2 -arme, koude en N-arme omstandigheden. De soorten van groep 1 lijken voor hun ontwikkeling juist O_2 -rijkere, warmere en N-rijkere omstandigheden nodig te hebben. Het karakter van de vegetatie wordt derhalve volledig bepaald door haar positie in een potentiaalgradiënt.

Ontwatering lijkt derhalve in eerste instantie de ontregeling van een mechanisme tot gevolg te hebben waarbij in de voorjaarsperiode gedurende langere tijd O_2 -arme, koude en N-arme omstandigheden voor de vegetatie gewaarborgd zijn.

Pas in twee instantie lijkt een verminderde beschikbaarheid van vocht, voor de vegetatie gevolgen te hebben.

Tevens kan de vraag gesteld worden of de term freatofyt in de zin van LONDO (1975) niet te nadrukkelijk een operationele afhankelijkheid van grondwater suggereert. Hiermee kan de foutieve illusie gewekt worden dat freatofyten slechts afhankelijk zijn van een voldoende beschikbaarheid van grondwater.

Met deze interpretatie van de resultaten lijkt gezien het in par. 4.5 gevonden verschil in diversiteit aan levensvormen een voor de hand liggende conclusie te kunnen worden getrokken. Op O_2 -armere, koudere en warmere plaatsen met minder dynamiek, in de zin van VAN LEEUWEN (1966) kan een grotere diversiteit in de structuur van de vegetatie worden aangetroffen dan op plaatsen met O_2 -rijkere, warmere en N-rijkere plaatsen.

Een en ander zou in overeenstemming zijn met de relatietheorie van VAN LEEUWEN (1966). Als kanttekening moet echter worden opgemerkt dat het structuur onderscheid gebaseerd is op overwinteringsvormen van een plant, terwijl de dynamiek bepalende factoren beschreven zijn in termen van afgeleiden van de factor grondwater. De enige factor waarmee correlatie geoorloofd lijkt is de afgeleide factor 'temperatuur van de bodem'. Dit verschil in bodemtemperatuur zou dan tot gevolg hebben dat op plaatsen die langer koud blijven (c.q. nat) een grotere diversiteit in structuur ontstaat waarin chamaefyten domineren (zie fig. 14). Op plaatsen die eerder in het voorjaar in temperatuur oplopen zou minder diversiteit in structuur mogelijk zijn waarin hemicryptofyta caespitosa, de typische levensvorm van grassen domineert. De geconstateerde 'vergrassing' lijkt goed aan te sluiten bij ervaringen met de gevolgen van ontwatering voor vegetatie in een blauwgrasland (GROOTJANS, e.a., 1979).

6. SAMENVATTING

Gezien het noodzakelijk is inzichten te verwerven die van belang zijn voor het veiligstellen van natuurwaarden tegen veranderingen in de waterhuishouding in het landelijk gebied, wordt binnen het ICW sinds 1977 onderzoek verricht naar de relaties tussen half-natuurlijke vegetaties en waterhuishouding. In het komgrondenreservaat Tielerwaard-West werden van een groot aantal locaties grondwaterstandsgegevens verwerkt tot overschrijdingsduurlijnen. Door de in vorm overeenkomende duurlijnen tot een bundel te verenigen en de verschillen in duurlijnbundels statistisch te toetsen kon een drietal duurlijntypen onderscheiden worden. De verschillende duurlijntypen kunnen worden verklaard vanuit verschillen in afvoersnelheid van het grondwater naar sloten. Binnen een perceel lijkt dit verschil te moeten worden toegeschreven aan het optreden van een niet-stationaire stroming van grondwater tengevolge van een verlaging van het open waterpeil. Het nazakken van het grondwater zal tengevolge van een groter potentiaalverval aan de perceelsranden sneller verlopen dan midden op de percelen. Tussen de verschillende percelen

spelen ook verschillen in doorlatendheid of maaiveldsligging een rol bij de afvoersnelheid. Naarmate de afvoersnelheid geringer is zullen hoge grondwaterstanden gedurende langere tijd worden overschreden waardoor de duurlijn een boller verloop krijgt. Het duurlijntype met korte overschrijdingsduur van hoge grondwaterstanden kan als karakteristiek worden beschouwd voor een goed ontwaterd systeem. Het duurlijntype met langere overschrijdingsduur van hoge grondwaterstanden kan als karakteristiek worden beschouwd voor een systeem waarvan de zakking van het grondwater door afstand in zekere mate gebufferd is tegen verlaging van het open waterpeil. In gevallen van slechte ontwatering zijn de duurlijnen op een in zijn geheel hoger niveau gelegen en is de amplitudo gering. De verschillende duurlijntypen blijken niet afhankelijk te zijn van verschillen in neerslagoverschot, maar wel in sterke mate door het open peilbeheer te kunnen worden beïnvloed.

Op plaatsen waar grondwaterstanden geregistreerd werden, zijn tevens vegetatie-opnamen gemaakt. Door deze opnamen te rangschikken in een volgorde welke analoog is aan de rangschikking van duurlijnen in bundels, konden een aantal significante verschillen in de vegetatiesamenstelling worden aangetoond. Bij het duurlijntype dat karakteristiek is voor een goed ontwaterd systeem heeft de vegetatie een Arrhenatheretaal karakter met een relatief geringe vochtindicatie. In het levensvormenspectrum van dit vegetatietype is een duidelijke invloed van grassen herkenbaar. Het aantal levensvormen is gering. Bij het duurlijntype van een gebufferd systeem heeft de vegetatie een meer Molinitaal karakter alsmede een grotere vochtindicatie. In het levensvormenspectrum is een grotere diversiteit aanwezig. Het duurlijntype dat bij een slecht ontwaterd systeem behoort gaat vergezeld van een vegetatie welke eigenschappen van zowel Phragmitetalia als Magnocaricetalia lijkt te bezitten.

Met behulp van waterbalansonderzoek bleek het niet mogelijk de verschillen in vochtindicatie van de vegetatietypen te verklaren uit verschillen in vochtvoorziening. Er kon aannemelijk worden gemaakt dat de verschillen in vochtindicatie zijn te verklaren uit verschillen in overschrijdingsduur van hoge grondwaterstanden in de voorjaarsperiode.

Verondersteld wordt dat de tijdsduur van de aanwezigheid van grondwater in de bovenste bodemlagen een voorwaarde is voor de O_2 -voorziening, de temperatuur van de bodem en de N-mineralisatie. Deze tijdsduur van overschrijding is geheel afhankelijk van de positie die een bepaalde locatie inneemt in een potentiaal gradiënt. Aldus reguleert het grondwaterregiem de beschikbaarheid van O_2 , warmte en N voor een bepaald vegetatietype.

Het vegetatietype met een Molinietaal karakter lijkt gebaat bij O_2 -arme, koude en N-arme omstandigheden in de voorjaarsperiode. In dit vegetatietype lijkt meer structuur voor te komen dan in het vegetatietype met een meer Arrhenatheretaal karakter dat O_2 -rijke, warme en N-rijke omstandigheden in het voorjaar lijkt te prefereren.

Bij de eventuele nadelige gevolgen van ontwatering voor vochtige tot natte natuurgebieden blijkt de ontregeling van een mechanisme waarmee over relatief lange perioden in het voorjaar O_2 -arme, N-arme en koude omstandigheden zijn gewaarborgd, een zeer belangrijke aspect te zijn. Een 'vochtminnende' vegetatie lijkt eerder te worden beïnvloed door deze ontregeling dan door een verminderde beschikbaarheid van vocht.

7. LITERATUUR

- DEKKER, L.W. en J. BOUMA, 1978. De invloed van drainage en verbeterde ontwatering op de verticale verzadigde doorlatendheid van komklei- en knipkleigronden. Stiboka Rapport nr 1416.
- DEN HELD, J.J. en A.J. DEN HELD, 1973. Beknopte handleiding voor vegetatiekundigonderzoek. Wetensch. meded. K.N.N.V. nr 97.
- ELLENBERG, H., 1974. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, band 9, Göttingen.
- GREIG-SMITH, P., 1964. Quantitative plant ecology. Butterworth & Co., Ltd. London.
- GROOTJANS, TEN KLOOSTER en ROMEYN, 1979. Ondergang Drents blauwgrasland. Natuur en Milieu 79/6.
- JANSEN, P.C. en R.H. KEMMERS, 1979. Berekening van enkele hydrologische grootheden. ICW nota 1143.

- JANSEN, P.C. en R.H. KEMMERS, 1979. Gebiedsbeschrijving en proefopzet. ICW nota 1142.
- KLÜTZLI, F., 1969. Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorbiosen in nördlichen Schweizer Mittelland. Beiträgen Geobot. Landesaufn. 52, 1-296.
- LEEUEWEN, Chr.G. VAN, 1966. A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. Wentia 15, 25-46.
- LONDO, G., 1975. Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. Rapport R.I.N. Leersum.
- 1975. De decimale schaal voor vegetatiekundige opnamen van permanente kwadraten. Gorteria 7 (101-106).
- MUELLER-DOMBOIS, D. and H. ELLENBERG, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and sons, New York.
- NIEMANN, E., 1973. Grundwasser und Vegetationsgefüge. Nova acta Leopoldina suppl. nr. 6, Band 38 Leipzig.
- SACHS, L., 1968. Statistische Auswertungsmethoden. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.
- SPITZ, J.C., 1967. Statistiek voor psychologen, pedagogen en sociologen N-Hollandse uitg. mij, Amsterdam.
- STANDAARD-DICTAAT AGROHYDROLOGIE (1973), Vakgroep Cultuurtechniek L.H., Wageningen.
- WIRDUM, G. VAN, 1979. Dynamische aspecten van trofiegradiënten in een kraggelandschap H₂O 12,3.
- YERLI, M., 1970. Ecologie comparée des prairies marécageuses dans les Préalpes de la Suisse occidentale, Thèse, Zürich.