Oecologische gevolgen van de ruilverkavelingen

'Rolde' en 'Anloo'

Deel 7: ONTWATERING

DOLF LOGEMANN

ELLEN REEHORST

KARIN SJOUKES

RIJKSUNIVERSITEIT GRONINGEN/STAATSBOSBEHEER

D 286

Vakgroep Plantenoecologie
Rijks Universiteit Groningen
Kerklaan 30 ,Postbus 14
9750 AA Haren (Gn)

Staatsbosbeheer Drenthe
Dienstvak Natuurbehoud
Postbus 111
9400 AC Assen

Dit gemeenschappelijk door de Vakgroep Plantenoecologie en het Staatsbosbeheer uitgegeven rapport, betreft de uitkomsten van enige doctoraal-onderzoeken, die ten behoeve van intern gebruik door de Vakgroep Plantenoecologie en het Staatsbosbeheer werden vermenigvuldigd.

Overname van gegevens door derden slechts toegestaan na overleg met het Vakgroepbestuur van het Laboratorium voor Plantenoecologie.

Bibliotheek Biologisch Centrum
Kerklaan 30 - Postbus 14
Haren (Gn.)

VOORWOORD

Het projekt Ruilverkaveling, waarbinnen wij de vierde projektgroep zijn, is in 1976 vooral ontstaan uit onvrede met het gangbare doktoraalonderwijs aan de subfakulteit Biologie van de RU Groningen. Met de oprichters zijn wij van mening dat dit erg specialistisch is, weinig bij vragen uit de praktijk aansluit, en in te geringe mate op sociale en maatschappelijke leerdoelen gericht is.

Binnen het projekt proberen we het onderwijs meer volgens onze eigen inzichten in te richten.
Voor de vorm van het onderwijs heeft dit tot gevolg dat het aksent meer op groepswerk is komen te liggen, waarbij ieders sociaal funktioneren periodiek aan de orde kan worden gesteld. Voor de inhoudelijke kant betekent het dat een maatschappelijk probleem als onderwerp is genomen (de ruilverkavelingsproblematiek). Hierbij wordt aandacht besteed aan biologische èn maatschappelijke aspekten van deze problematiek. Dit laatste heeft in onze projektgroep o.a. gestalte gekregen in het W & S-(Wetenschap & Samenleving) deel van het projekt.

Onze projektgroep bestaat uit vijf mensen en omvat de volgende deelgebieden: hydrologie,en vegetatiekunde, bodemchemie en bodemfysika, Wetenschap & Samenleving.
Het onderzoek is begeleid vanuit de afdelingen Plantenoecologie, Bodemkunde en Wetenschap & Samenleving van de RU Groningen.

Vergeleken met voorgaande projektgroepen is het weidevogeldeel van het onderzoek dit jaar vervallen. Dit hangt samen met onze keus voor een op integratie van landbouw en natuurbescherming gericht onderzoek (zie hoofdstuk I). Ook gebrek aan begeleiding speelde een rol. Hierdoor is het aksent op de driehoek bodem-water-vegetatie komen te liggen.

De medewerkers van de Dienst Staatsbosbeheer in Oudemolen, allen die in de beginfase van het projekt hebben meegedacht over de onderzoeksopzet, en onze begeleiders willen we hierbij bedanken.

Projektgroep Ruilverkaveling IV : Joop Boer
Dolf Logemann
Ellen Reehorst
Karin Sjoukes
Léontine Wiessing

Begeleiding : A.P. Grootjans
vgr. Plantenoecologie, RU Groningen
B. van Heuveln
afd. Bodemkunde, RU Groningen
J. Jansen Verplanke
afd, Wetenschap en Samenleving,
RU Groningen

INHOUDSOPGAVE

	Samenvatting	III
I	Algemene Inleiding	1
II	Waterhuishouding	8
III	Bodem	45
IV	Vegetatie	74
	Literatuur	118
	Uitgaven van de projektgroepen Ruilverkaveling	121
	Bijlagen	

SAMENVATTING

In dit verslag wordt een deel van het onderzoek besproken dat gedaan is door de projektgroep Ruilverkaveling IV. Het centrale thema in dit projekt was: oecologische en landbouwkundige gevolgen van bij ruilverkaveling uitgevoerde ontwateringsingrepen.

Dit verslag behandelt het onderzoek naar de gevolgen van ontwatering op de waterhuishouding, bodem en vegetatie van een niet-verkaveld deel van het Rolderdiep (Stroomdallandschap Drentsche Aa). Een groot deel van het onderzoek vond plaats op het perceel 'Anderen'. Dit perceel ligt tussen het Rolderdiep en een bij de ruilverkaveling in 1976 gegraven ontwateringssloot, die ten zuiden van het perceel het Rolderdiep zelfs geheel vervangt.

Hoofdstuk II gaat in op de invloed van ontwatering, en in mindere mate ook van bemesting, op de waterhuishouding van het beekdal.
Uit grondwateranalyses in een weinig gestoord deel blijkt dat in deze middenloopsituatie drie hoofdtypen water te onderscheiden zijn. Op de hogere gronden is dit recent geïnfiltreerd, ionenarm regenwater. In de madelanden langs de beek komt diep grondwater aan de oppervlakte. Dit heeft een lange weg door de bodem afgelegd en is rijk aan calcium- en bicarbonaat-ionen. Hoger in de madelanden mengt het oppervlakkig afstromende,recent geïnfiltreerde regenwater zich met het diepe grondwater tot een intermediair type. Ontwateringsingrepen kunnen via verschuivingen in dit systeem en daarmee samenhangende veranderingen in de watersamenstelling ernstige invloed hebben op de vegetaties in de madelanden (hoofdstuk II B).

De invloed van bemesting van de hogere gronden blijkt uit een vergelijking van de grondwatersamenstelling van een natuurlijke situatie (waarbij de hogere gronden gevormd worden door een heideveld) en een bemeste situatie (hogere gronden gevormd door bouwland).
In het laatste geval werd vooral hoog in de madelanden een verrijking met nitraat en fosfaat gevonden;ook de hoeveelheden en onderlinge verhoudingen van de zg. maior ions waren anders dan in de natuurlijke situatie. Dit alles zal zijn weerslag hebben op de vegetatie wanneer in het aangrenzende gedeelte van het beekdal een verschralend beheer nagestreefd wordt(hoofdstuk II C).

Uit metingen van het electrisch geleidingsvermogen van het grondwater volgt dat de horizontale menging tussen recent geïnfiltreerd regenwater en diep grondwater in de kavel optreedt in de direkte nabijheid van de hogere gronden. In de kavelsloot begint de mengzone ongeveer 100

meter verder naar de beek toe.
Niet aangetoond kon worden of dit verschil veroorzaakt wordt door de ontwateringssloot.

Op het perceel 'Anderen' is ook de verticale menging van ter plekke geïnfiltreerd regenwater en diep grondwater onderzocht. De ondergrens van de mengzône ligt bij de ontwateringssloot dieper dan elders op het perceel. Mogelijk vangt de ontwateringssloot naast infiltratiewater ook diep grondwater af.
In de nabijheid van de ontwateringssloot is verder de grondwaterdynamiek verstoord. Over een korte periode zorgt de sloot voor een grotere grondwater-amplitude en langere tijd lagere standen. Op lange termijn zorgt de sloot ervoor door de hoogste standen"af te vangen" dat natte jaren "droog" worden.
De vegetaties bij de ontwateringssloot hebben dus niet alleen de beschikking over minder water, maar ook over water van een andere samenstelling (hoofdstuk II D).

Bodemkundig onderzoek is gedaan naar de invloed van ontwatering en diepploegen op de kationen-adsorptie-capaciteit van een veenbodem en naar de invloed van ontwatering op de zakking van het maaiveld.

De bepaling van de kationen-adsorptie-capaciteit is volgens de methode van Bascomb in het laboratorium uitgevoerd. Deze capaciteit blijkt in ontwaterde gebieden groter te zijn dan in niet-ontwaterde. Het totale aanbod van kationen aan de vegetatie is in beide situaties gelijk. Als oorzaak hiervoor kunnen we noemen:

- dat onder invloed van ontwatering de bodem zuurder geworden is. Het kationen-aanbod bestaat in de ontwaterde gebieden relatief uit meer éénwaardige en minder uit tweewaardige ionen dan in de niet-ontwaterde gebieden.
- de huminezuren, welke gevormd zijn onder ontwaterde omstandigheden, anders van samenstelling zijn dan de huminezuren die onder niet-ontwaterde omstandigheden gevormd werden.

De eigenschappen van de veenbodems uit het ontwaterde en tevens gediepploegde gebied, dat ter vergelijking bemonsterd werden, vertonen veel variatie. De kationen-adsorptie-capaciteit is er over het algemeen hoger dan in de niet gediepploegde gebieden. De samenstelling van het aanbod van kationen hangt af van de mate van bemesting (hoofdstuk III B).

Met behulp van hoogtemetingen werd de zakking van het maaiveld op het perceel 'Anderen' bepaald. Langs de ontwateringssloot blijkt méér oxydatie, inklinking en krimp opgetreden te zijn dan elders op het perceel. De meeste zakking heeft in de eerste twee jaar na de ontwateringsingreep plaats gevonden (hoofdstuk III C).

Hoofdstuk IV behandelt het vegetatiekundig onderzoek naar de gevolgen op middellange termijn (5 jaar) van de ontwatering op de vegetatie van het perceel 'Anderen'.
Dit perceel is gekarteerd en er zijn vegetatieopnamen gemaakt volgens Londo. De kartering en de opnamen zijn vergeleken met soortgelijke waarnemingen in voorgaande jaren. Hiertoe zijn de gegevens kwalitatief èn numeriek verwerkt. Om de reaktie van de vegetatie op de grondwaterstandsdaling en de stikstofmineralisatie na te gaan zijn vocht- en stikstof-indikatiewaarden bepaald. Aan de Dotterbloem is een kort populatiebiologisch onderzoek uitgevoerd.

De droogtebestendige en aan voedselrijker milieu gebonden vegetatietypen op het perceel blijken zich uitgebreid te hebben. Dit is ten koste gegaan van de sterk vochtminnende vegetaties. Hieronder valt ook het vegetatietype dat kenmerkend is voor het bloemrijk Dotterhooiland. Langs de ontwateringssloot heeft zich een zône van ruigtekruiden ontwikkeld. Over het geheel is de vegetatie op het perceel homogener geworden.
Naast verlaging van het grondwaterpeil en verandering van de watersamenstelling moet een derde oorzaak gezocht worden in het toegenomen mechanisch onderhoud van de voormalige beekloop (hoofdstuk IV B).

Ook voor de vegetatie geldt dat de veranderingen in de eerste twee jaar het grootst geweest; daarna is enig herstel opgetreden.

De soortensamenstelling is in die zin veranderd dat enkele aan diep grondwater gebonden soorten zijn verdwenen. Enkele in Nederland zeer algemeen voorkomende soorten hebben zich in het terrein gevestigd (hoofdstuk IV C).

Een duidelijke invloed van verdroging is over ongeveer dertig meter vastgesteld; veranderingen in de vegetatie die het gevolg zijn van de hier optredende enorme nitraatmineralisatie waren slechts in afzonderlijke permanente kwadraten duidelijk aantoonbaar (hoofdstuk IV d).

Verder blijkt dat de Dotterbloem-populatie langs de sloot zich nauwelijks verjongt, zodat deze gedoemd is op deze plaats uit te sterven (hoofdstuk IV E).

I ALGEMENE INLEIDING

Voor u ligt één van de deelverslagen van de projektgroep Ruilverkaveling IV.
In dit projekt was het centrale onderzoeksthema: 'Oecologische en landbouwkundige gevolgen van (bij ruilverkaveling uitgevoerde) ontwateringsingrepen'.

1. Ruilverkaveling als onderzoeksthema

Een belangrijk deel van het biologisch onderzoek heeft zich afgespeeld in de ruilverkavelingsgebieden Rolde en Anloo. Bij deze ruilverkavelingen laaiden de tegenstellingen tussen natuurbeschermers en landbouworganisaties hoog op. In 1960 werd door de Cultuurtechnische Dienst (nu Landinrichtingsdienst) een ingrijpend ruilverkavelingsplan ontwikkeld. Het Drents Landbouw Genootschap (de belangrijkste belangenorganisatie in dit gebied) stemde hiermee in. Tegelijkertijd maakte StaatsBosBeheer (net als de CD een overheidsdienst) plannen voor een landschapsreservaat in hetzelfde gebied. Deze plannen werden ondersteund door de Milieuraad Drenthe.

Om uit het konflikt te komen is in 1972 door de overheid besloten tot een kompromis-oplossing. Hierbij is het gebied opgedeeld in gebieden met een landbouw- en gedeelten met een natuurbeschermings-funktie. Deze oplossing is later onder de naam 'kompartimentering' veel vaker door de overheid toegepast.

De ruilverkavelingen Rolde en Anloo zijn in 1972 aangenomen. Hierbij gaven de niet-stemmers (69 % van de eigenaren/pachters), die toen nog als voorstanders geteld werden, de doorslag. In 1976 waren de belangrijkste kultuurtechnische maatregelen voltooid. De eigenlijke kavelruil moest eind 1980 nog plaatsvinden.

Deze maatschappelijke problematiek levert goede aanknopingspunten voor biologisch onderzoek. Daar waar twijfels bestaan over nut of onnut van een ruilverkavelingsingreep kan biologisch onderzoek mogelijk een bijdrage leveren aan het behoud van de kwaliteit van het landschap.

Ons uitgangspunt hierbij is dat behoud van de kwaliteit van het landschap niet automatisch betekent dat het landschap in de huidige vorm wordt vastgelegd.
Verder mag dit streven niet ten gunste komen aan de dominante tendenzen in het huidige landbouwbeleid (intensivering, schaalvergroting). Dit landbouwbeleid is volgens ons namelijk niet in het belang van werkgelegenheid en werkklimaat in de landbouw. Bovendien leidt het tot belangrijke oecologische verstoringen (overbemesting, ontwatering enz.) die ook buiten de kultuurgronden (bijv. in reservaten) effekten hebben.

Reservaatvorming als middel tot landschapsbehoud past in de kompartimenteringsgedachte achter het landbouwbeleid, en is zo mede-verantwoordelijk te stellen voor de uitvoering ervan. Behoud van de kwaliteit van het landschap gaat op deze manier ten koste van boeren, en geeft geen garanties voor het op langere termijn behouden van natuur- en landschapwaarden.

Wij zouden dan ook willen komen tot een integratie van landbouw en natuurbescherming; samenwerking tussen kritische stromingen in de landbouw en in de natuurbescherming is daarvoor een voorwaarde. Langs deze weg zien we de kans op een mens- en milieuvriendelijk milieubeleid vergroot.

2. Inhoud van het onderzoek

Dit leidde tot onderzoek naar oorzaken van plasvorming op kultuurgrasland (op de plaats van een bij de ruilverkaveling Rolde gedempte beek, direkt naast een ontwateringssloot), en tot onderzoek naar mogelijke gevolgen van een voorgestelde diepontwatering op bodem en grasmat (bij Niekerk). Het eerste onderzoek gebeurde n.a.v. klachten van boeren na de landverbetering; het tweede op verzoek van één der betrokken boeren en met bemiddeling van de Biologiewinkel van de RU Groningen. Zie ook de lijst met projektgroep uitgaven achterin dit verslag.

Volgens ons is dit soort onderzoek van belang omdat het kultuurtechnische ingrepen die landbouwkundig gezien nutteloos of zelfs schadelijk zijn kan helpen voorkomen. Dit bespaart een boer overbodige investeringen, en schadeposten. Ook de natuurbescherming heeft er baat bij: het kan o.a. leiden tot een behoud van landschappelijke waarden (handhaven oude beekloop) of een bescherming van bepaalde soorten (weidevogels in geval van beperkte ontwatering).

Hiernaast hebben we een groot deel van onze projekttijd besteed aan vragen die vooral voor de natuurbescherming van belang zijn, en vaak zijn uitgevoerd in de reservaatdelen van het beekdal van het Rolderdiep. Dit onderzoek is een vervolg op het lopend onderzoek van de voorgaande projektgroepen; bovendien geeft het ook erkenning aan het belang van kennis over natuurbeschermingsvraagstukken.

Konkreet resulteerde dit in de volgende onderzoeksonderwerpen:

1. een aanzet tot een beschrijving van de waterhuishouding van het beekdal van het Rolderdiep, inklusief de invloed van inspoeling van nutriënten door intensieve landbouw op de waterkwaliteit van het beekdal

2. de gevolgen van ontwatering op de waterhuishouding, bodemgesteldheid en vegetatie van een 'beschermd' natuurreservaat

3. de landbouwkundige kwaliteit van grasmat en bodem in kultuurgebieden na ingrepen in de waterhuishouding (plasvorming bij Rolde, voorgenomen ontwatering bij Niekerk)

Om ons eigen onderzoek in een maatschappelijk kader te kunnen plaatsen is door ons o.a. twee maanden besteed aan het uitwerken van een W & S-vraagstelling. De gemeenschappelijke faktor was de belangstelling voor de problematiek van het landelijk gebied.
De onderwerpen zijn:

4. het ruilverkavelingsgebied Rolde, schets van ons onderzoeksgebied, met een nadruk op de sociaal-ekonomische positie van de boeren in dit gebied

5. opstelling van de Provinciale Landschappen (partikuliere natuurbeschermingsinstanties) t.a.v. landbouw en landinrichting

De resultaten van deze onderzoeken verschijnen als losse deelverslagen bij de afdeling W & S. Ook van de resultaten van de onder 3. genoemde onderzoeken worden twee aparte deelverslagen uitgebracht.

In dit deelverslag worden met name die vraagstellingen uitgewerkt die betrekking hebben op de reservaatdelen in het beekdal van het Rolderdiepje, genoemd onder 1. en 2.
In de indeling van dit verslag is omwille van de duidelijkheid over de gehanteerde methoden onderscheid gemaakt tussen de delen water, bodem en vegetatie.

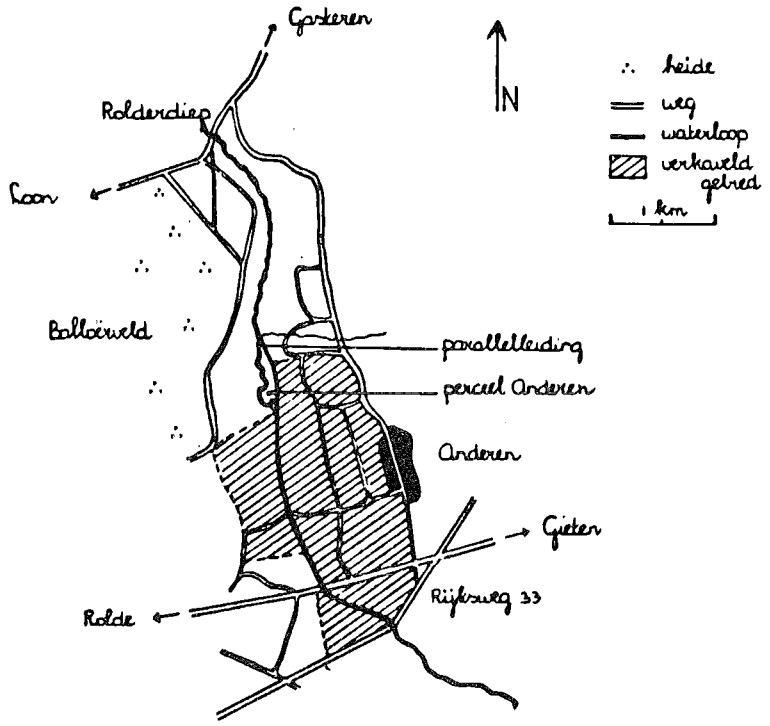
3. Het onderzoeksgebied

Ons onderzoeksgebied, het beekdal van het Rolderdiep, maakt deel uit van het stroomdal van de Drentsche Aa.
Beekdalen als de Drentsche Aa vormen samen met de hogere zandruggen en plateau's de typische elementen van het oorspronkelijke Drentse beekdallandschap, zoals dat in de laatste ijstijd ontstaan is. Tot ± 1900 was in deze beekdalen sprake van een soort evenwicht tussen mens en landschap. Omdat de hier gelegen madelanden vaak op vrij grote afstand van de dorpen lagen, en omdat deze madelanden zeer nat en daardoor moeilijk toegankelijk waren, werden ze uiterst extensief gebruikt, en dan nog voornamelijk als hooiland. Hierdoor kon er een zeer gevarieërde vegetatie en een zeer rijke vogelstand aanwezig zijn.
Een uitgebreide beschrijving van ontstaan en geschiedenis van de Drentse beekdalen wordt gegeven door de Bruin(1977).

In de 20e eeuw is de genoemde situatie doorbroken door de verbetering van de kultuurtechnische methoden en door de invoering van de kunstmest. De madelanden werden veel toegankelijker en er kon een veel grotere opbrengst van deze graslanden verkregen worden. Hoewel het karakter van de beekdalen hierdoor in aanzienlijke mate veranderde, zijn de madelanden nog vrij lang gespaard gebleven voor de intensieve kultuurtechnische ingrepen zoals die bij een ruilverkaveling plaatsvinden.

Gedurende de laatste 10 jaren hebben echter ook in de beekdalen ruilverkavelingen plaatsgevonden (bijv. gedeelten van de beekdalen van het Eelderdiepje en de Hunze). In het kader van de ruilverkavelingen 'Rolde' en 'Anloo' is in 1976 een gedeelte van het beekdal van het Rolderdiep verkaveld. Het karakter van dit beekdal is daarbij zeer ingrijpend en definitief gewijzigd.

Het beekdal van het Rolderdiep wordt in het noorden begrensd door de provinciale weg Gasteren-Loon, in het zuiden door de Rijksweg 33 (zie fig. I-1).



Figuur I-1 Schets van het beekdal van het Rolderdiep, met verkaveld en niet-verkaveld gebied; 1980

In het niet-verkavelde gebied zijn ten oosten van de beek vrij grote aaneengesloten oppervlakten in beheer van Staats-BosBeheer: Stroomdal Landschap Drentsche Aa. SBB probeert de natte kamgrasweiden te handhaven of op sommige verruigde plaatsen weer in ere te herstellen. Op de natste plekken wordt getracht de vegetatie een ontwikkeling te laten doormaken in de richting van Dotterhooilanden.

De meeste van de percelen ten westen van de beek zijn nog in partikulier beheer. Hoewel met sommige beheerders beheerskontrakten zijn afgesloten, verschilt het beheer sterk van perceel tot perceel. Hier komen dan ook een groot aantal verschillende vegetaties naast elkaar voor met veel soorten uit het Zilverschoonverbond

Qua landschapsbeeld is het onverkavelde gebied in vieren op te splitsen:

- in het noorden, daar waar het beekdal naar het westen afbuigt, is het dal vrij smal, maar toch vrij open, omdat er slechts enkele korte houtwallen aanwezig zijn;
- het gebied ten zuiden daarvan tot aan de noordgrens van het Balloërveld, de Westersche Lage Landen, is erg open: het dal is hier breed, terwijl er niet al te veel lange houtwallen aanwezig zijn;
- naar het zuiden toe volgt een smaller gedeelte van het beekdal, dat vrij besloten is door enkele houtwallen en hoogopgaande randbegroeiingen (in het westen van het Balloërveld, in het oosten van de es van Anderen);
- het meest zuidelijke deel grenst aan de oostzijde aan het verkavelde deel van het beekdal. Op deze plaats is in 1975 een diepe ont- en afwateringssloot gegraven die parallel aan en ten westen van de oude, niet gedempte beekloop ligt.

Het landschapsbeeld in het verkavelde gedeelte van het beekdal is als volgt:

- ten noorden van de voormalige spoorlijn Assen-Gieten is het beekdal erg breed en open, hoewel enkele lange houtwallen diep het beekdal insteken;
- het gedeelte tussen de spoorlijn en de provinciale weg Rolde-Gieten is vrij besloten, mede door de randbegroeiingen langs de spoorlijn en de Rijksweg 33;
- het gedeelte tussen de provinciale weg en de Rijksweg 33 heeft slechts een klein oppervlakte, maar maakt een open indruk.

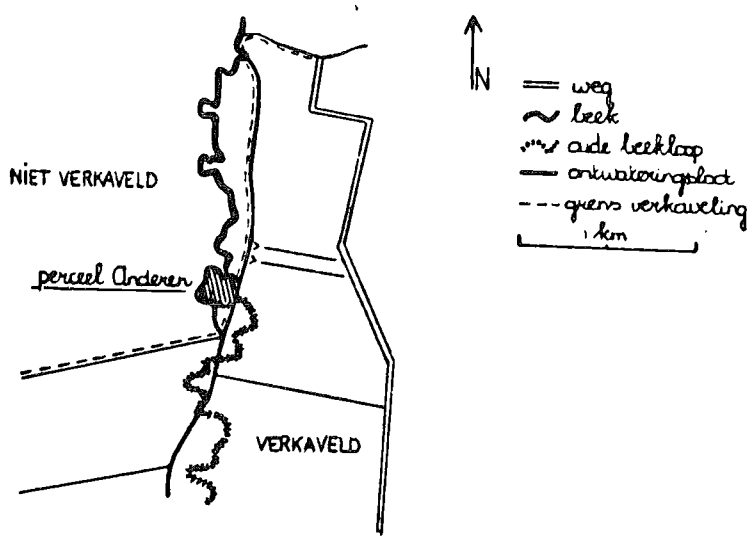
De volgende kultuurtechnische ingrepen hebben grote veranderingen in het karakter van dit gebied teweeg gebracht:

- oude afwateringssloten zijn gedempt of verbreed en uitgediept en nieuwe afwateringssloten met een diepte van 120 cm zijn aangelegd; de beek is gekanaliseerd, uitgediept en verbreed, terwijl de oude meanders grotendeels gedempt zijn. In het hele gebied is een net van drainagebuizen aangelegd. Met dit alles wordt gestreefd naar een ontwatering van 80 tot 100 cm beneden maaiveld;

- de bodem in het verkavelde gebied is gefreesd (de zode kapot gehakt), geploegd (op sommige plaatsen tot op 60 cm diepte om enig zand onder het veenpakket uit te halen), met bulldozers geëgaliseerd en geëgd;
- de kavels zijn sterk vergroot, de kavelgrenzen rechtgetrokken;
- het hele gebied is opnieuw ingezaaid met een hoogproduktief grasmengsel;
- sommige houtwallen zijn geslecht, andere verstevigd en opnieuw beplant en er zijn enkele nieuwe houtwallen aangelegd;
- er is een fietspad van Rolde naar Anderen dwars door het beekdal aangelegd; gelijktijdig met de ruilverkavelingen is ook de Rijksweg 33 klaargekomen, die het zuidelijk deel van het beekdal doorsnijdt.

Het verkavelde gebied kent in z'n geheel een zeer intensief beheer. Vele percelen worden als wisselweiden gebruikt: de ene helft van de percelen wordt begraasd (tot ± 15 koeien per hektare), terwijl de andere helft als hooiland wordt gebruikt, waarbij periodiek wordt gewisseld. Alle percelen worden zwaar bemest.

Een belangrijk deel van ons onderzoek heeft plaatsgevonden op het perceel met het kadasternummer 1774 (hieronder 'perceel Anderen' genoemd naar het nabij gelegen dorp Anderen). Perceel Anderen ligt op de grens van het verkavelde en het niet-verkavelde deel van het beekdal, ingeklemd tussen een niet gedempte (maar ook niet meer funktionerende) meander van de beek en de nieuw gegraven afwateringssloot (die in dit gebied gedeeltelijk parallel loopt aan de voormalige beek; zie fig. II-2).



Figuur II-2 Schets van beekdal van het Rolderdiep ter hoogte van perceel Anderen; 1980

De nieuwe ruilverkavelingssloot is ter hoogte van perceel Anderen 260 cm diep, en vormt de oostelijke grens met het verkavelde gebied.

De bodem van het perceel bestaat uit sterk veraard veen (variërend in dikte van 140 tot 375 cm) op een zandondergrond. Voor de verkaveling lag dit weiland in een meander van de beek. Het was erg vochtig en moeilijk begaanbaar. Hierdoor werd dit terrein niet intensief gebruikt en bemest. Door dit beheer (schraal, matig begraasd)en de grote vochtigheid kon zich op het perceel een Dotterbloemgemeenschap ontwikkelen en handhaven.

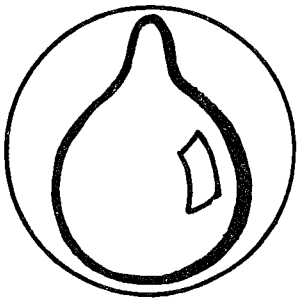
Het perceel is sinds de ingreep in 1976 bezit van SBB, en wordt beheerd als natuurreservaat (verschraling door éénmaal per jaar maaien en afvoeren).
Onder invloed van de ruilverkavelingssloot is een gedeelte droger geworden. Er is een vegetatie te vinden die nog de oorspronkelijke samenstelling heeft naast een vegetatie die door daling van het grondwater beïnvloed is. Dit biedt de mogelijkheid de vegetatie, de bodem en de waterhuishouding, die onder invloed van de ontwatering veranderen, te bestuderen en met de (min of meer) oorspronkelijke situatie te vergelijken.

Naast het onderzoek op perceel Anderen is onderzoek gedaan in de volgende gebieden:

- in het noordelijk deel van het beekdal, op de rand van het Balloërveld naar het beekdal toe;
- in het Zuiden van het onverkavelde gebied (de Ossebroeken)
- in enkele percelen uit het verkavelde gebied.

HOOFDSTUK II

WATERHUISHOUDING



Ellen Reehorst
in samenwerking met Dolf Logemann

INHOUD WATERHUISHOUDING

II A	INLEIDING WATERHUISHOUDING	10
1.	Landbouwinvloeden op de waterhuishouding	10
2.	Waterhuishouding in Drenthe	10
3.	Grondwaterstanden	13
4.	Opbouw hoofdstuk waterhuishouding	14
II B	WATERHUISHOUDING IN EEN NIET-GESTOORD DEEL IN DE MIDDENLOOP VAN HET BEEKDAL VAN HET ROLDERDIEP	15
1.	Inleiding	15
1.1	Model	15
1.2	Vraagstelling	16
2.	Methoden	17
2.1	Monstering	17
2.2	Analyses	18
2.3	Bewerking van analyseresultaten	18
3.	Resultaten	20
3.1	Indeling in watertypen	20
3.2	Beschrijving watertypen	21
4.	Diskussie	24
4.1	Watertypen langs de Drentsche Aa	24
4.2	Noordelijke monsterpunten	25
4.3	Restmonsters	26
4.4	Konklusies	26
II C	GEVOLGEN VAN INSPOELING VAN NUTRIËNTEN VAN EEN AKKERBOUWGEBIED OP DE WATERKWALITEIT VAN EEN DEEL VAN HET BEEKDAL VAN HET ROLDERDIEP	27
1.	Inleiding	27
1.1	Inspoeling van nutriënten in natuurgebieden	27
1 2	Situatie langs het Rolderdiep	27
1.3	Vraagstellingen	28
2.	Methoden	28
2.1	Beschrijving monsterpunten	28
2.2	Bewerking resultaten	28
3.	Resultaten	29
3.1	Bodem en vegetatie	29
3.2	Wateranalyses	30
3.3	Indeling in watertypen	30
3.4	Verschillen tussen raai I en II	32
4.	Diskussie	33
II D	GEVOLGEN VAN ONTWATERING OP DE WATERHUISHOUDING VAN DELEN VAN HET BEEKDAL VAN HET ROLDERDIEP	35
1.	Inleiding	35
1.1	Mogelijke invloeden van ontwatering	35
1.2	Vraagstellingen	36
2.	Methoden	36
2.1	Monstername en bewerking van resultaten	36
2.2	Horizontale menging	36
2.3	Vertikale menging	37
2.4	Waterstanden	38
3.	Resultaten en diskussie	38
3.1	Horizontale menging	38
3.2	Vertikale menging	39
3.3	Waterstanden	42

II A INLEIDING WATERHUISHOUDING

1. Landbouwinvloeden op de waterhuishouding

De gevolgen van intensivering in de landbouw zijn ook buiten de landbouwgebieden merkbaar. Met name de vegetaties van de voedselarme, zure en natte gronden die een lange ontwikkeling doorgemaakt hebben, zijn gevoelig voor ontwatering (Grootjans 1975). Ook bemesting zal in deze gebieden schade aanrichten. De schrale, vochtige hooilanden langs het Rolderdiep horen tot deze kwetsbare gebieden.

De vegetatiesamenstelling wordt sterk beïnvloed door de volgende eigenschappen van het grondwater (van Wirdum 1978):
1. grondwaterstand
2. grondwatersamenstelling (ionenverhouding en totale hoeveelheid ionen)
3. snelheid en volume van het passerende water

Intensieve landbouw beïnvloedt deze grootheden als volgt:

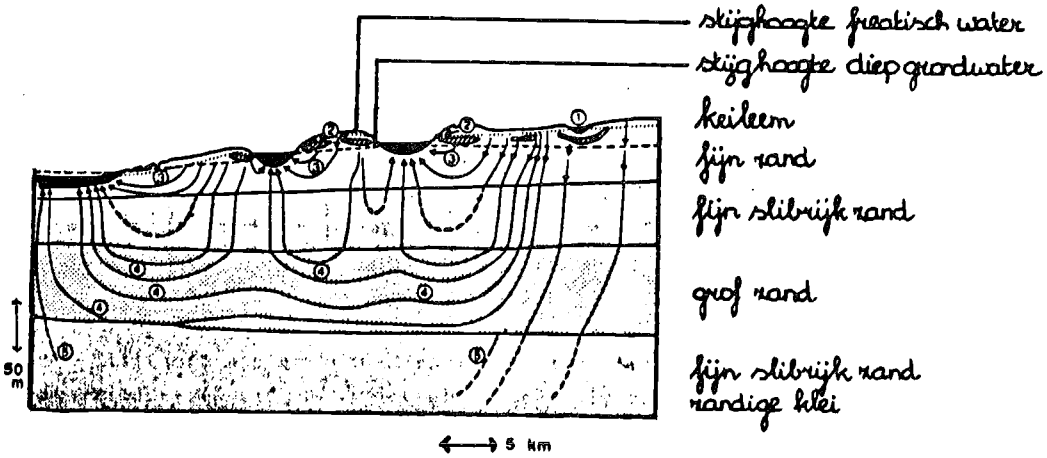
- door ontwateringsingrepen dalen de gemiddelde grondwaterstanden. Hierdoor kan de vegetatie verdrogen, en treden bodemprocessen op. In venige bodems spelen vooral een sterk verhoogde stikstofmineralisatie (pg Ruilverkaveling III 1980) en irreversibele indroging (Schothorst 1978, pg Ruilverkaveling I 1980) een rol.
  De verschillen tussen hoogste en laagste grondwaterstanden nemen door ontwateringsingrepen in het algemeen toe.

- de grondwatersamenstelling wordt met name door bemesting beïnvloed. Door uitspoeling van nitraat en in mindere mate fosfaat treedt eutrofiëring op; bovendien veranderen hoeveelheid en onderlinge verhouding van de zgn. maior ions (Na^+, K^+, Cl^- enz., de Molenaar 1980).
  Maar ook ontwateringsingrepen kunnen de grondwatersamenstelling veranderen door het wegvangen van een bepaald type water (gekarakteriseerd door ionensamenstelling, pH, temperatuur enz.).

- snelheid en volume van het passerende water worden door ontwateringsingrepen sterk beïnvloed (het ondiepeafstromende water wordt bijvoorbeeld door drainagesystemen versneld afgevoerd naar kanalen).

2. Waterhuishouding in Drenthe

De Werkgroep Geohydrologisch Onderzoek Drenthe (WGOD, 1978) heeft grofmazig onderzoek gedaan aan de waterhuishouding van Drenthe, en komt tot figuur II-1.



Figuur II-1 Schematische doorsnede door Drenthe met bodemopbouw en stroombanen van het grondwater (naar WGOD 1978); voor toelichting zie verder.

Toelichting bij de grondwaterstromen uit fig. II-1:

1 : stagnerend regenwater

2 : ondiep grondwater, stroomt over de keileemlagen oppervlakkig en vrij snel af. Het water is zuur, bevat veel zuurstof, en is arm aan ionen

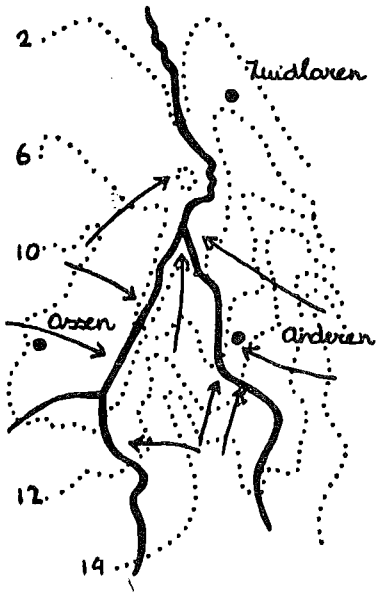
3 : diep grondwater, stroomt door fijzandige lagen van midden- en jong Pleistocene herkomst relatief snel af. Het is matig zuur, bevat weinig zuurstof en vrij veel ionen

4 : diep grondwater, stroomt door grofzandige lagen van Pleistocene herkomst langzaam af. Het water is overwegend basisch, vrijwel zuurstofloos, en rijk aan ionen (met name Ca^{++} en HCO_3^-)

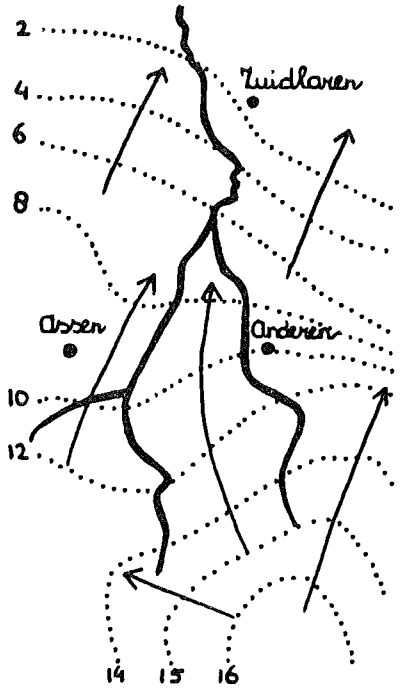
5 : zeer diep grondwater, stroomt door mariene afzettingen zeer langzaam af. Dit water is overwegend basisch, vrijwel zuurstofloos, en zeer rijk aan ionen (met name Ca^{++}, HCO_3^-, maar ook relatief veel Na^+ en Cl^-).

Voor middenloopsituaties zijn de stromen 2 t/m 4 van belang. Stroom 2 en 3 stromen direkt naar het beekdal; stroom 4 gedeeltelijk. Stroom 5 beïnvloedt mogelijk gedeelten van de benedenloop van de Drentsche Aa, maar komt in de middenloop niet aan de oppervlakte.

Figuur II-2 laat zien dat het ondiepe (freatische) grondwater afstroomt naar de beken. De stroomrichting van het diepe grondwater is in het beekdal van het Rolderdiep van zuid naar noord (fig. II-3).



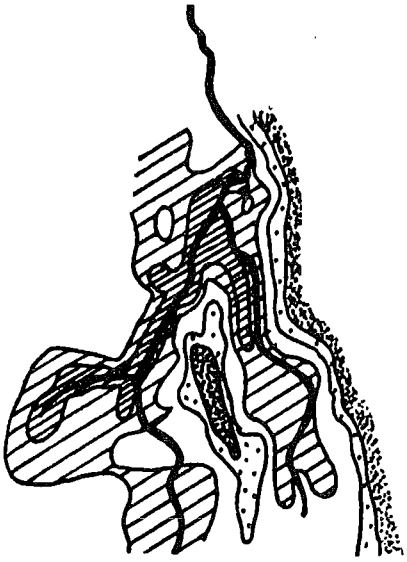
Figuur II-2
Isohypsenbeeld en stroomrichting van het ondiepe grondwater in Drenthe 1971. Stijghoogten in meters +NAP. (naar WGOD 1978)



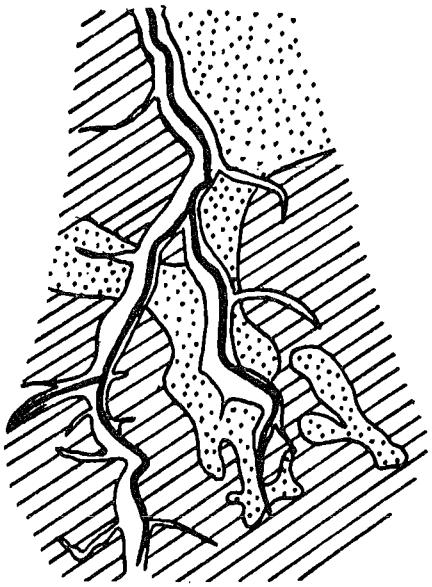
Figuur II-3
Isohypsenbeeld en stroomrichting van het diepe grondwater in Drenthe 1971. Verder als fig. II-2

Wanneer het potentiaalverschil (het verschil in stijghoote) tussen diep en ondiep grondwater groter dan nul is, kan er sprake zijn van kwel. Wanneer dit potentiaalverschil kleiner dan nul is, vindt infiltratie plaats. De bodemopbouw (en vooral het voorkomen van slecht doorlatende lagen als keileem) bepaalt het al dan niet optreden van kwel.

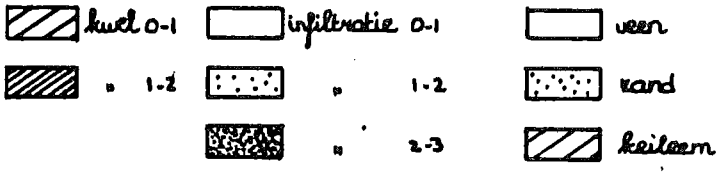
Uit de figuren II-4 en II-5 volgt dat langs het Rolderdiep sprake is van opkwellend diep grondwater, terwijl op het Balloërveld infiltratie plaatsvindt.



Figuur II-4
Potentiaalverschil diep-ondiep grondwater in Drenthe 1971.
Potentiaalverschil in meters (naar WGOD 1978)



Figuur II-5
Voorkomen van keileem, zand en veen in Drenthe
(naar WGOD 1978)



3. Grondwatersamenstelling

Op zijn weg door de bodem verandert het infiltrerende regenwater sterk van samenstelling (van Duyvenboden 1974). Door verwering van bodem en gesteenten lossen ionen op. Aan klei/humuskomplexen treedt uitwisseling van kationen op.
Ook bodembakteriën en vervuiling/bemesting spelen een rol, maar worden hier buiten beschouwing gelaten.

Infiltrerend regenwater is zuurstofrijk, bevat veel sulfaationen, en is relatief zuur. De totale hoeveelheid ionen is klein; éénwaardige ionen als natrium, kalium en chloride hebben hierin een groot aandeel (van Duyvenboden 1974).

Bij het infiltreren passeert het water de wortelzone, en neemt het daar gevormde CO_2 op. Hierdoor wordt het agressief ten opzichte van $CaCO_3$ in gesteenten.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{++} + 2\ HCO_3^-$$

Bij een lang verblijf in de bodem gaat het water steeds meer calcium- en bicarbonaat ionen bevatten. Dit speelt vooral in de diepere lagen: onder invloed van het agressieve regenwater zijn de oppervlakkige bodemlagen al uitgeloogd (Kemmers en Jansen 1980). Door de toenemende hoeveelheid bicarbonaat wordt het water op den duur basisch.

De redoxpotentiaal neemt met de diepte af: er is steeds minder zuurstof aanwezig. Als gevolg hiervan wordt sulfaat gereduceerd tot sulfide.

De oplosbaarheid van ijzer wordt bepaald door een komplex van faktoren, waarvan pH en redoxpotentiaal in ieder geval van belang zijn (van Duyvenboden 1974). Bij een afnemende redoxpotentiaal (dus in diepere lagen) gaat in de bodem neergeslagen ijzer in oplossing als ferro-ionen.
Dit gebeurt ook onder invloed van een lage pH. pH verlaging heeft echter minder invloed dan een verlaging van de redoxpotentiaal.
Het diepe grondwater kan dus veel ferro-ionen bevatten. Komt dit water aan de oppervlakte, waar de redoxpotentiaal hoog is, dan slaan deze ferro-ionen als ijzerhydroxide ($Fe(OH)_3$ of $Fe_3(OH)_8$) neer.

Natrium, kalium en magnesium zijn vooral afkomstig uit infiltrerend regenwater. Ze kunnen uitwisselen tegen andere kationen, die gebonden zijn aan klei/humuskomplexen.
Tenzij het grondwater mariene afzettingen passeert, is ook chloride voornamelijk afkomstig uit het regenwater.

Op zijn weg door de bodem ondergaat het water dus de volgende veranderingen:
- het verliest zuurstof en sulfaat
- het wordt rijker aan calcium, ferro-ionen en bicarbonaat
- de redoxpotentiaal wordt lager; de pH wordt hoger
- de totale hoeveelheid ionen neemt toe (toename van calcium, ferro-ionen en bicarbonaat is groter dan afname van sulfaat). Omdat elk ion bij een bepaalde temperatuur een specifiek elektrisch geleidingsvermogen (EGV) heeft, neemt met de totale hoeveelheid ionen ook het EGV toe.

4. Opbouw hoofdstuk waterhuishouding

In dit deel van het verslag worden effekten van bemesting en ontwatering op de waterhuishouding in het beekdal van den deel van de middenloop van de Drentsche Aa besproken (respektievelijk deel II C en II D).
Deel II B beschrijft de waterhuishouding in een weinig gestoord deel van dit beekdal, als voorbereiding op II C en II D.

II B WATERHUISHOUDING IN EEN NIET-GESTOORD DEEL IN DE MIDDENLOOP VAN HET BEEKDAL VAN DE DRENTSCHE AA

1. Inleiding

Om inzicht te krijgen in de effekten van ontwatering en inspoeling op de waterhuishouding van de middenloop van het beekdal van de Drentsche Aa, is het nodig een beschrijving te maken van de waterhuishouding van een niet-gestoord deel ervan.

Onder storing wordt hier verstaan: kultuurtechnische ingrepen zoals die samenhangen met ruilverkaveling (diepontwatering, grondverbetering, ontsluiting) en bemesting ten gevolge van intensieve landbouw.

Niet-gestoorde middenloopsituaties zijn te vinden in de Ossebroeken (ter hoogte van Anderen) en langs het Oude Molense- en Anlooër Diep ten noorden van Gasteren (zie fig. II-7).

1.1 Model

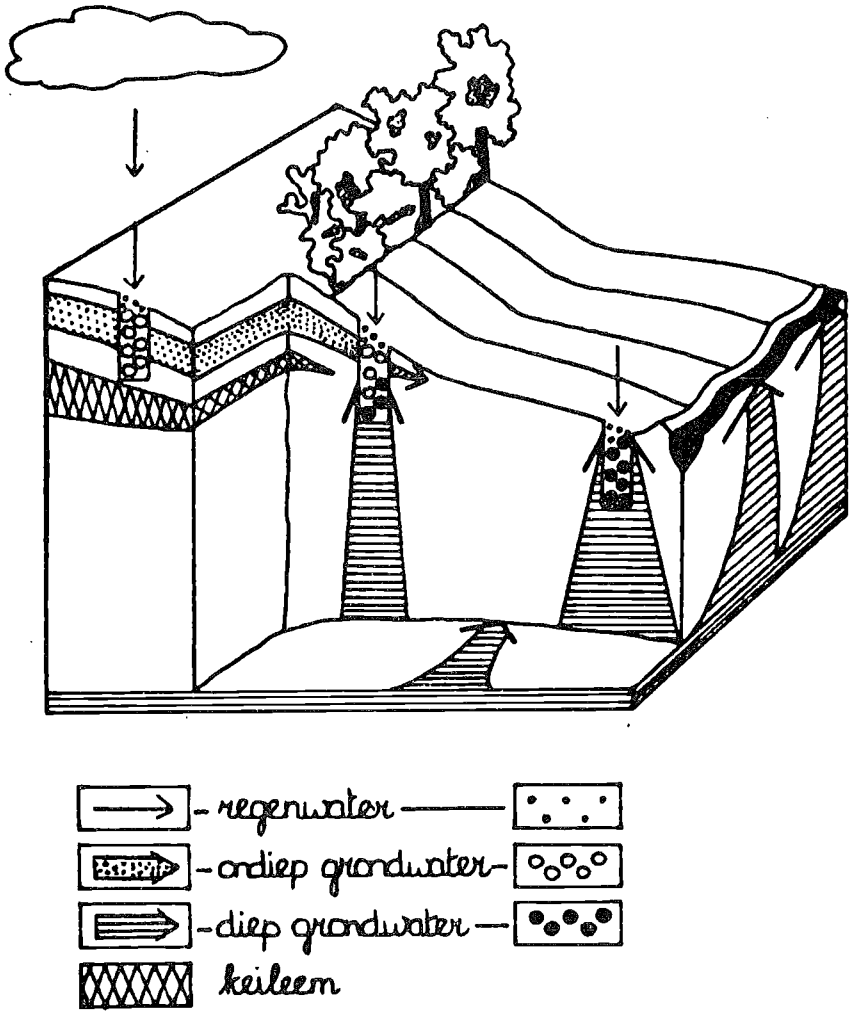
Op grond van de figuren II-1, 2 en 3 kan voor deze situaties het volgende model opgesteld worden.

- Er is sprake van tenminste twee grondwaterstromen.
  De ondiepe grondwaterstroom (fig. II-1 stroom 2) bestaat uit weinig verrijkt infiltratiewater en stroomt van het nabijgelegen infiltratiegebied loodrecht op de beek af (fig. II-2).
  De diepe grondwaterstroom (fig. II-1 stroom 3 en 4) bestaat uit ionenrijk, basisch water, is afkomstig van vergelegen infiltratiegebieden (Drents Plateau), en stroomt in noordelijke richting (fig. II-3).

- Menging tussen deze grondwaterstromen treedt op waar het diepe grondwater aan de oppervlakte komt: op plaatsen met een positieve kweldruk waar geen ondoorlatende lagen zijn. Ook treedt menging met ter plekke geïnfiltreerd regenwater op. (Zie fig. II-4, 5 en 6).

- De samenstelling van het oppervlakkig (tot ± 2 m.) aanwezige water hangt - bij gelijke bodem- af van de mengverhouding diep-ondiep grondwater. Ter plekke geïnfiltreerd regenwater zal alleen bij een groot neerslagoverschot in de bovenste bodemlaag een rol spelen.
  Dicht bij de beek (waar de kweldruk maximaal is) overheerst het aandeel diep grondwater in de mengverhouding; de samenstelling van het daar aanwezige water zal lijken op die van diep grondwater. Hoger in de madelanden (waar de kweldruk lager wordt, neemt het aandeel diep grondwater in de mengverhouding af. De samenstelling zal minder op die van diep- en

meer op die van ondiep grondwater lijken.
Onder en vlakbij het infiltratiegebied (waar geen sprake is van kwel) bestaat het aanwezige water geheel uit ondiep grondwater.



Figuur II-6 Schematische weergave van de menging diep-ondiep grondwater ter hoogte van Anderen

1.2 Vraagstelling

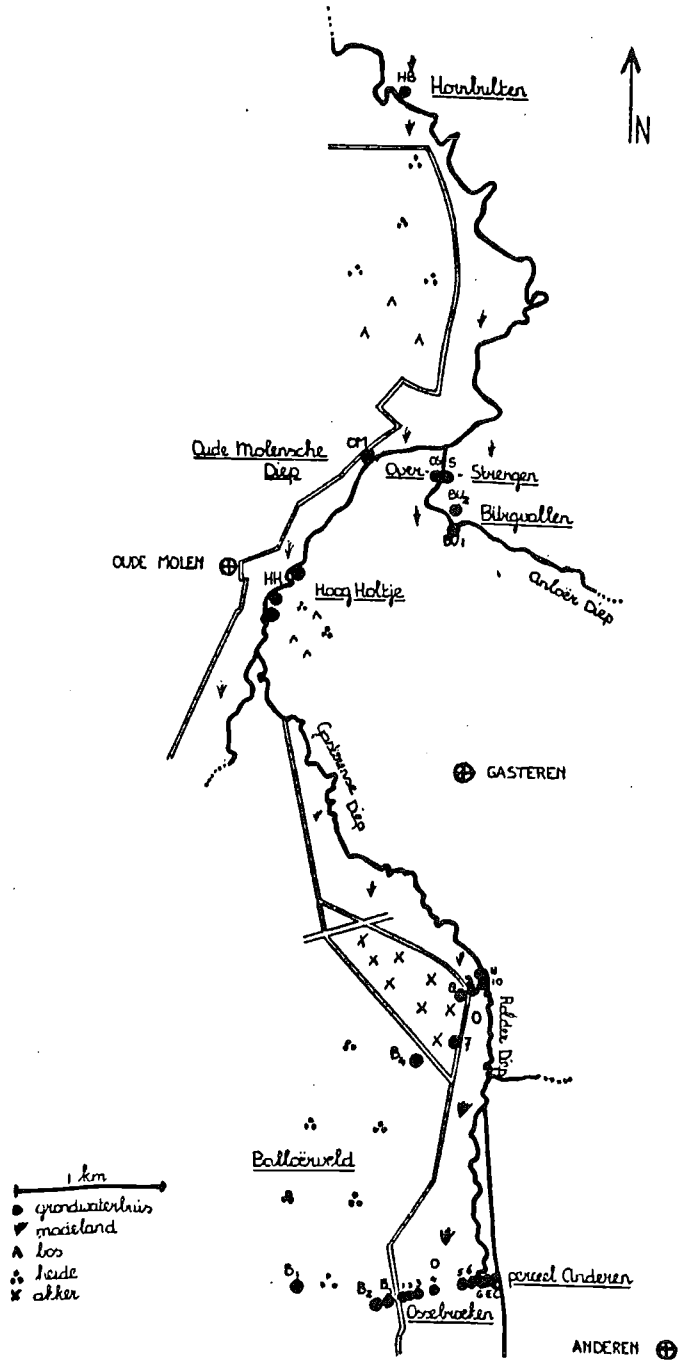
De vraagstelling luidt: is het hierboven beschreven model van toepassing op de situatie in de middenloop van het Rolder diep ? D.w.z.:
- zijn er in het oppervlakkig aanwezige water verschillende typen water te onderscheiden ? zo ja
- hoe zijn deze typen fysich-chemisch te onderscheiden ?
- waar in het beekdal zijn deze typen te onderscheiden ?
- kunnen de gevonden typen gelden als bevestiging van het model ?

2. Methoden

2.1 Monstering

In het beekdal van de Drentsche Aa zijn 33 grondwaterbuizen geplaatst. Deze PVC buizen hebben een doorsnee van 4 centimeter. De onderkant is over een lengte van 20 centimeter geperforeerd, en met een nylonkousje beschermd tegen dichtslibben. De diepten waarop de verschillende buizen staan is te vinden in bijlage tabel II-5.

In fig. II-7 is de plaats aangegeven.



Figuur II-7 Plaats grondwaterbuizen langs Drentsche Aa; 1980

De buizen ten oosten van het Balloërveld zijn geplaatst en bemonsterd door de pg Ruilverkaveling III en IV (in resp. 1979 en 1980). De buizen ten noorden ervan zijn geplaatst en/of bemonsterd door Ab Grootjans en de derdejaarskursus plantenoecologie 1980. In het algemeen werden de buizen een dag voor monstering leeggepompt, zodat vers water werd bemonsterd. De meeste buizen zijn tweemaal bemonsterd.

2.2 Analyses

In het laboratorium voor plantenoecologie zijn de monsters gefiltreerd met filtreerpapier. M.b.v. de daar aanwezige voorschriften zijn de volgende grootheden bepaald:

pH		
EGV25	($EGV25^{o} = EGV\ t^{o} \times 1.02^{25-t}$, waarbij t de monstertemperatuur in ^{o}C is)	
Na^{+}, K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++}	(absorptiespektrofotometrisch)	
NH_4	(Kjeldahl)	
HCO_3^{-}	(titrimetrisch)	met uitzondering
Cl^{-}	(chlor-o-counter)	) van de monsters
SO_4^{--}	(turbidimetrisch)	) van pg Ruilverkaveling IV

Van de monsters van de pg Ruilverkaveling IV zijn de anionen Cl^{-}, SO_4^{--} en PO_4^{---}/NO_3^{-} op het laboratorium voor Analytische Chemie in Groningen bepaald m.b.v. analytische ionchromatografie (Meuwese 1980).
Met deze methode is het mogelijk om onderscheid te maken tussen fosfaat en nitraat. Omdat dit de bepalingsduur erg verlengt, en beide verbindingen in heel kleine hoeveelheden aanwezig waren, is dit niet gebeurd.
Ter kontrole zijn van een aantal watermonsters de genoemde anionen zowel m.b.v. analytische ionchromatografie als volgens de op het laboratorium voor plantenoecologie gebruikte methoden bepaald. Dit leverde goed vergelijkbare resultaten (bijlage tabel II-6).

De op het laboratorium voor plantenoecologie gebruikte ijzerbepaling (colorimetrisch) geeft slecht reproduceerbare resultaten. Bovendien slaat opgelost ijzer onder invloed van zuurstof in de monsterbuizen neer. Hierdoor is in de monsters een niet interpreteerbare hoeveelheid ijzer aanwezig. De bepaalde hoeveelheden ijzer worden dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

2.3 Bewerking van analyseresultaten

Om een beeld te krijgen van de mogelijke aanwezigheid van verschillende typen grondwater is met de komputer een clustering uitgevoerd (Average Grouped Clustering). Hieruit is af te lezen in hoeverre de monsters in ionensamenstelling van elkaar verschillen, en kunnen ze in groepen worden ingedeeld.

De clustering is gemaakt op grond van de aanwezige hoeveelheden van de volgende ionen: Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, SO_4^{--}, HCO_3^- en Cl^- (in meq/l).
Dit waren de ionen die in alle monsters bepaald waren; bovendien de belangrijkste ionen om onbemest grondwater te karakteriseren (Kemmers en Jansen 1980).

De monsters 51 t/m 60 zijn niet in de clustering betrokken omdat deze mogelijk bemest zijn.

De clustering is met èn zonder worteltransformatie uitgevoerd. Bij een clustering met worteltransformatie wordt van elke ingevoerde waarde de wortel uit die waarde in de clustering betrokken. Hierdoor wordt de betekenis van ionen die in kleine hoeveelheden aanwezig zijn relatief groter.
Het wel of niet toepassen van een worteltransformatie maakte voor de groepsindeling vrijwel geen verschil. Hierna worden dan ook alleen de resultaten van de clustering zonder worteltransformatie beschreven.

Per kat-/anion is het gemiddelde procentuele aandeel in de kat-/anionensom berekend. Dit is weergegeven in Stiff-diagrammen (zie ook de Vries 1976).
De kationensom bestaat uit de totale hoeveelheid Na^+, K^+, Ca^{++} en Mg^{++}. De totale hoeveelheid HCO_3^-, SO_4^{--} en Cl^- vormt de anionensom (alles in meq/l).

De ionic ratio (IR) is een middel voor eenvoudige karakterisering van water (van Wirdum 1980). In formule:

$$IR \quad 0.83 \times \frac{Ca^{++}}{Ca^{++} + Cl^-} \qquad \text{(hoeveelheden in meq/l)}$$

Op grond van deze IR en het EGV25 worden drie extreme typen water onderscheiden.

1. thalassotroof - onder mariene invloed (veel Na^+ en Cl^-, dus hoog EGV25; relatief weinig Ca^{++} en veel Cl^-, dus lage IR)
2. atmotroof - infiltratiewater (arm aan ionen, dus laag EGV25; relatief rijk aan Cl^- en arm aan Ca^{++}, dus vrij lage IR)
3. lithotroof - grondwater (vrij ionenrijk, dus vrij hoog EGV25; relatief rijk aan Ca^{++}, dus hoge IR).

Op grond van EGV25 en IR kan van elk watermonster het overwegende type bepaald worden.

De geanalyseerde monsters voldeden niet aan de voorwaarden die toepassing van de hierboven vermelde eenvoudige IR-formule rechtvaardigen. Daarom is een minder vereenvoudigde formule gebruikt:

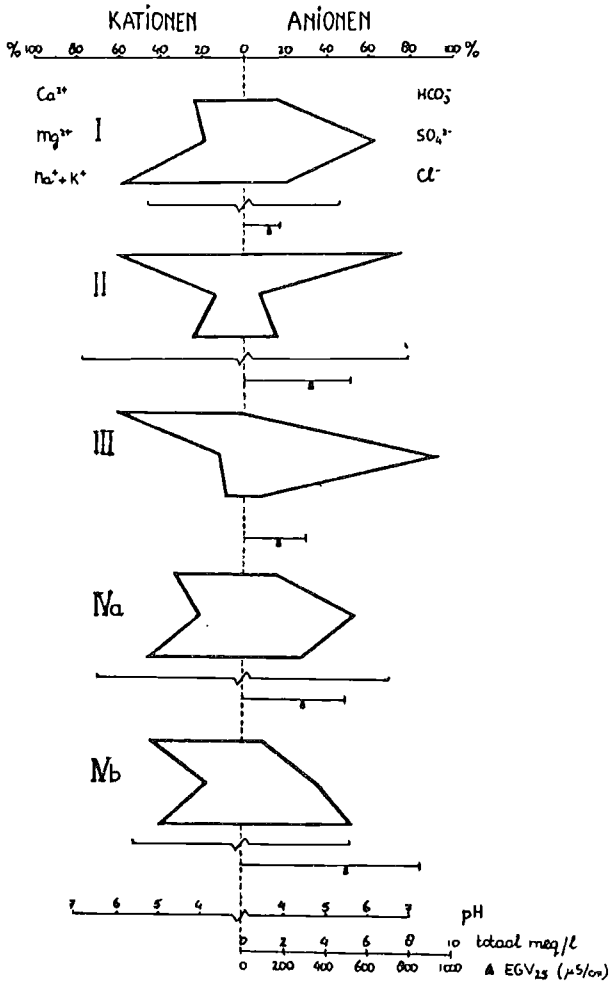
$$IR = \frac{Ca^{++}}{Na^+ + K^+ + Mg^{++} + Ca^{++}} \qquad \text{(in meq/l)}$$

3. Resultaten

3.1 Indeling in watertypen

De resultaten van de fysisch-chemische analyses staan in bijlage tabel II-5. Hierin is ook de som van de belangrijkste kationen en anionen aangegeven. Verwacht mag worden dat de hoeveelheid kationen (ongeveer) gelijk is aan de hoeveelheid an ionen. In deze monsters zijn vrijwel altijd minder kationen dan anionen aanwezig. Een verklaring hiervoor is het niet mee (kunnen)rekenen van de hoeveelheden ijzer. Mogelijk spelen ook stoffen als ammonium en opgelost aluminium een rol.

Clustering leverde het dendrogram van bijlage fig. II-22 op. Bij doorsnijding op importantieniveau 42 % ontstaan vijf duidelijke groepen. Drie monsters (1, 73, 91) vallen hier buiten. Per groep is voor elke gemeten grootheid het groepsgemiddelde bepaald (bijlage tabel II-7). De Stiff-diagrammen van deze groepen staan in fig. II-8.



Figuur II-8 Stiff-diagrammen van groepen watermonsters langs Drentsche Aa; 1979 en 1980

3.2 Beschrijving watertypen

Hieronder worden de watertypen die volgen uit clustering en Stiff-diagrammen beschreven. Onder het 'gehalte' van een ion wordt verstaan de absolute hoeveelheid ervan in meq/l. Het 'aandeel' van een ion is de relatieve hoeveelheid ervan in de kationen- of anionensom in procenten.

Type I In dit watertype domineren éénwaardige ionen in de kationensom, en SO_4^{--} in de anionensom. Het Ca^{++}-aandeel en - gehalte is erg laag. Het water is zuur (pH 5.3) en arm aan ionen (EGV25 rond 120 µS/cm). Het lijkt op regenwater, maar heeft wel enige verrijking ondergaan.

Type II Hierin zijn aandeel èn gehalte van Ca^{++} en HCO_3^- hoog. Vergeleken met type I zijn de gehalten Mg^{++}, Na^+ en K^+ niet veel groter; het SO_4^{--} gehalte is veel kleiner. Het water is ongeveer neutraal (pH 6.9) en vrij rijk aan ionen (EGV25 rond 320 µS/cm). Hiermee lijkt het op diep grondwater, dat een relatief korte weg heeft afgelegd. Diep grondwater dat een lange weg heeft afgelegd bevat meer Ca^{++}, en heeft een groter EGV25 (Ca^{++} gehalte groter dan 2.5 meq/l, Ca^{++} aandeel groter dan 75 % - Kemmers en Jansen 1980; EGV25 500-600 µS/cm- van Wirdum 1980).

Type III In dit watertype domineren Ca^{++} en SO_4^{--}. De SO_4^{--}-gehalten zijn veel hoger dan die van type I en II. Mogelijk treedt in de ondiepe buizen (40 cm beneden maaiveld) waaruit de monsters van dit type afkomstig zijn, onder invloed van zuurstof oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen op (Kemmers en Jansen 1980). Hierbij ontstaat SO_4^{--} en slaat $Fe(OH)_3$ neer.
In formule:

$$FeS + 8\ H_2O \rightleftharpoons Fe^{++} + SO_4^{--} + 16\ H^+ + 4\ e$$

$$4\ Fe^{++} + 8\ HCO_3^- + H_2O + O_2 \rightleftharpoons 2Fe(OH)_3\downarrow + 4\ CO_2$$

In deze ondiepe buizen werden herhaaldelijk ijzerneerslagen gevonden. Het optreden van deze reaktie kan ook verklaren dat in deze monsters geen HCO_3^- kon worden aangetoond.
Het Ca^{++} gehalte ligt tussen dat van type II en II in.

Type IV Het water van type IV-a heeft een Ca^{++} gehalte dat tussen dat van type I en II ligt. Hetzelfde geldt voor HCO_3^-. Het SO_4^{--} gehalte benadert de extreem hoge waarden van type III. Omdat de monsters van type IV-a afkomstig zijn uit 120 cm diepe buizen, is oxidatie van zwavelverbindingen niet waarschijnlijk. Bovendien zijn in de buizen geen opvallende ijzerneerslagen gevonden. Een mogelijke verklaring is het optreden van de volgende reaktie (Kemmers en Jansen 1980):

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightleftharpoons Ca^{++} + HCO_3^- + SO_4^{--} + H^+ \rightleftharpoons Ca^{++} + SO_4^{--} + CO_2 + H_2O$$

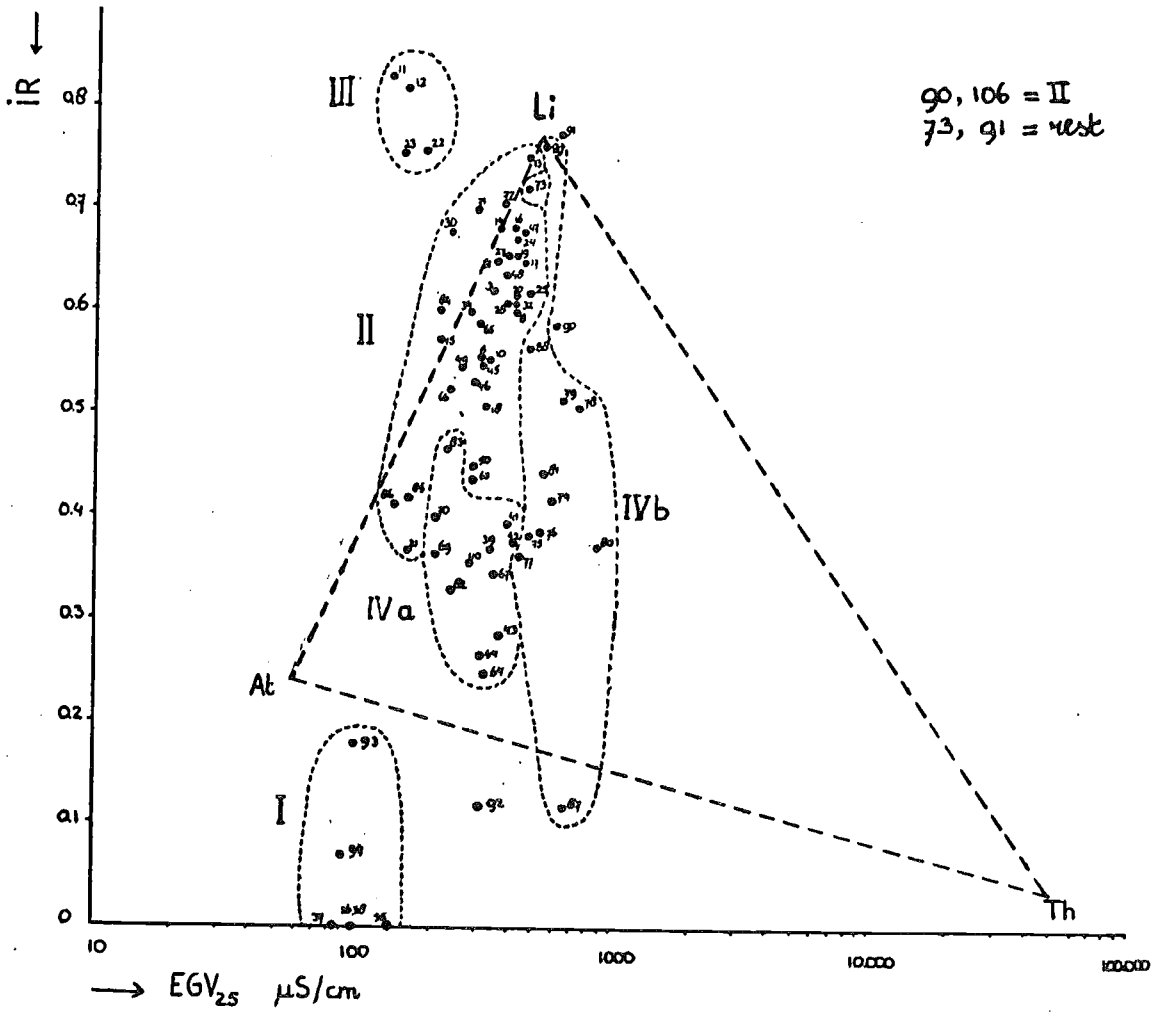
Deze reaktie treedt op in zure, sulfaatrijke bodems. Volgens deze reaktie nemen de absolute hoeveelheden Ca^{++} en SO_4^{--} toe, zonder dat de hoeveelheid HCO_3^- toeneemt.

Op grond van de fysisch-chemische analyses is het niet duidelijk of het hier om een menging van type I en II gaat, of om infiltratiewater dat al een vrij lange weg heeft afgelegd. Hierop wordt in de diskussie teruggekomen.

Het water van type IV-b bevat absoluut veel meer ionen dan dat van IV-a (met name Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, Cl^{-}). Waarschijnlijk is dit een gevolg van bemesting.

Restmonsters De monsters 73 en 91 vertonen de meeste verwantschap met groep IV-b. Ze bevatten echter veel meer Ca^{++}, en minder Na^{+}, K^{+}, SO_4^{--} en Cl^{-} dan deze groep.
Monster 1 lijkt veel op type III (hoog SO_4^{--}-gehalte) maar bevat veel meer Na^{+}, Ca^{++}, Mg^{++}, SO_4^{--} en Cl^{-}).

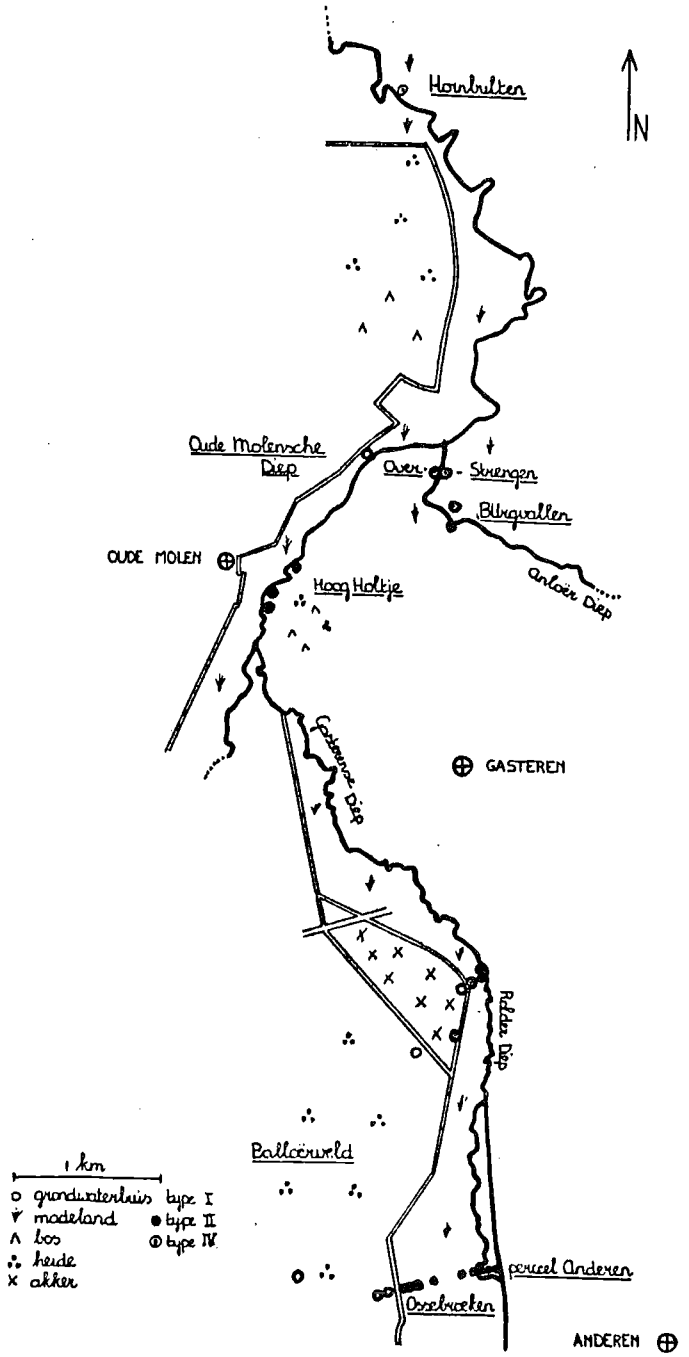
Figuur II-9 geeft het IR-diagram waarin alle monsters geplaatst zijn.



Figuur II-9 IR -diagram van groepen watermonsters langs Drentsche Aa; 1979 en 1980

Uit het IR-diagram blijkt dat het water van de monsters van type I atmotrofe eigenschappen heeft (laag EGV25, extreem lage IR- een aantal monsters bevatte geen aantoonbare hoeveelheid Ca^{++}).
Het water van type II heeft over het algemeen een hoge IR, en een vrij hoog EGV25, en daarmee een lithotroof karakter.
Het water van type III heeft een zeer hoge IR (door relatief grote hoeveelheden Ca^{++}), maar bevat weinig ionen (laag EGV25).
Het water van type IV-a is min of meer intermediair tussen dat van type I en II (vrij hoog EGV25, vrij lage IR).
Dat van type IV-b heeft een hoog EGV25, en een sterke spreiding in IR; dit wijst op bemesting.

De typen I en III zijn in het IR-diagram duidelijk afgegrensd. De typen II en IV (a en b) zijn op grond van het IR-diagram niet goed te scheiden.



De verdeling van de typen over het beekdal staat in fig.II-10.
Type I komt voor op het Balloërveld (infiltratiegebied).
Type II komt in het algemeen vlak langs de beek voor.
Type IV bevindt zich ruimtelijk tussen type I en type II (madelanden verder van de beek).
In type IV-b zitten alleen monsters uit noordelijk gelegen buizen.
Water van type III komt alleen voor in de ondiepe buizen op perceel Anderen.

Figuur II-10
Watertypen langs Drentsche Aa; 1979 en 1980

4. Diskussie

4.1 Watertypen langs de Drentsche Aa

Uit het voorgaande is duidelijk dat er in dit deel van het beekdal van de Drentsche Aa verschillende typen water kunnen worden onderscheiden.

Op grond van de Stiff-diagrammen (fig. II-8), die worden bevestigd door het IR-diagram (fig. II-9), zijn deze typen als volgt te karakteriseren:

type I : recent infiltratiewater ($Na-K-SO_4$-type)
II : diep grondwater ($Ca(HCO_3)_2$-type)
III : met ter plekke geïnfiltreerd regenwater verdund diep grondwater ($CaSO_4$-mengtype)
IV : intermediair water tussen I en II

(de typering tussen haakjes is van Kemmers en Jansen 1980)

Wat betreft watersamenstelling en plaats van voorkomen in het beekdal passen type I en II in het in de inleiding geschetste model.
Vanwege hun plaats vlakbij de beek zou van de monsters uit type III verwacht kunnen worden dat ze tot type II behoren; de ondiepte van de buizen waaruit deze monsters genomen zijn verklaart het voorkomen van type III voldoende. Ook dit type past zo in het model.

Het water van type IV-a is ruimtelijk en fysisch-chemisch intermediair tussen dat van type I en II. Dit komt overeen met de verwachting uit het model dat in de madelanden menging van ondiep en diep grondwater plaats zou vinden.
Temperatuurmetingen in de buizen B1 t/m 3 en 01 t/m 6 wijzen ook op bijmenging van koud diep grondwater (zie bijlage tabel II-8). De gemiddelde temperatuur op 13 mei is in de type I-buizen 13.8 °C, in de type II-buizen 11.8 °C, en in de type IV-a-buizen 12.2 °C.

Omdat type IV-a water optreedt in de nabijheid van een infiltratiegebied, zal het hier niet gaan om infiltratiewater dat door oppervlakkige afstroming sterk verrijkt is. De eerste tijd na infiltratie neemt namelijk het Ca^{++} aandeel weliswaar veel, maar het gehalte weinig toe (Kemmers en Jansen 1980). Een zo grote verrijking met Ca^{++} kan ook geen gevolg zijn van uitwisseling van kationen aan humuskomplexen.
De overgang tussen type I en IV-a treedt ter hoogte van Anderen vlak tegen het Balloërveld op; ook dit pleit tegen herkomst van een nabijgelegen infiltratiegebied.

Ook herkomst van een verder gelegen, maar relatief dichtbij infiltratiegebied (bijv. het Eexterveld) is niet aannemelijk. Het ondiepe grondwater, dat volgens de isohypsen loodrecht op de beek afstroomt, zou dan tegen de kweldruk in moeten 'onderduiken' om aan de overkant van de beek aan de oppervlakte te komen.

Op grond van het voorgaande is menging van ondiep en diep grondwater een aannemelijke verklaring voor het optreden van type IV-a water. Ook dit type past dus in het model.

Het optreden van type IV-b water zal een gevolg zijn van plaatselijke bemesting.

Uit de metingen is niet vast te stellen of het diepe grondwater dat deel uitmaakt van type IV dezelfde samenstelling en herkomst heeft als het diepe grondwater van type II. Binnen het model van de WGOD (fig. II-1) is het mogelijk dat het 'diepe grondwater' uit meerdere parallele stromen bestaat van verschillende diepte (en dus met verschillende samenstelling).

Ter hoogte van Anderen vond menging in 1980 dicht tegen het Balloërveld plaats. Periodieke veranderingen in de kweldruk zullen mogelijk de plaats van menging beïnvloeden.

4.2 Noordelijke monsterpunten

Hoogholtje : de buizen staan vlak bij de beek; het water hoort tot type II (uitzondering is buis C, die water van type IV-a bevat). Vegetatie: Calthion palustris met Carex acutiformis.

Burgvallen : geeft hetzelfde beeld als langs het Rolderdiep (type II bij de beek, type IV iets verder er vandaan) maar op veel kortere afstanden. Dit wordt veroorzaakt door het lokaal optreden van keileemlagen, gekombineerd met een sterke kweldruk. Buis B staat in een veldrusvegetatie (Juncus acutiflorus).

Strengen en Over Strengen : één buis bevat water van type IV-a, de overigen van type IV-b, ongeacht de afstand tot de beek. De invloed van zijwaarts afstromend water overheerst hier.
Veldrus- en kleine zeggenvegetatie (Caricetum curto-echinatae).

Hornbulten : alle monsters vallen in type IV-b, met uitzondering van een monster uit een droge periode (valt in type II). Ook hier is de invloed van zijwaarts afstromend water sterk. Bij de beek een vegetatie met Carex aquatilis en Equisetum fluviatile, iets verder een veldrusvegetatie.

Oude Molense Diep : de monsters vallen in type I; de buis staat vlak tegen een infiltratiegebied (heideveld) aan, in een veldrusvegetatie.

4.3 Restmonsters

Monster 73 en 91 (juni 1980) lijken veel op type IV-b; monsters uit dezelfde buizen genomen in april 1980 (72 en 90) vallen in type II. Een mogelijke verklaring is dat na de droge maanden april en mei (zie fig. II-20) de kweldruk in juni lager is dan in april; hierdoor is het aandeel diep grondwater in de monsters van juni lager dan in die van april.

De buis waaruit monster 1 afkomstig is staat op een sterk ontwaterde plaats op perceel Anderen. Het hoge SO_4^{--} gehalte kan verklaard worden door oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen (zie II B 3.2). Waarschijnlijk is hier sprake van met regenwater verdund diep grondwater, waarbij het aandeel diep grondwater groter is dan in type II (een gevolg van de ruilverkavelingssloot ?).
Dit verklaart de gehalten Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}; het is onduidelijk waardoor het hoge gehalte Cl^{-} wordt veroorzaakt.

4.4 Konklusies

Op grond van de verzamelde gegevens kan gesteld worden dat het in de inleiding beschreven model een goede beschrijving is van de waterhuishouding in dit deel van het beekdal van de Drentsche Aa.

Op de hogere - onbemeste - gronden komt type I voor; in de madelanden bij de beek type II; in de hoger gelegen madelanden mengen beide typen zich tot type IV. Type III is alleen dicht bij de beek in de bovenste bodemlagen te verwachten.

Langs het Oude Molense- en Anlooër Diep is sprake van bemesting.

Veranderingen in dit grondwatersysteem kunnen ernstige invloed hebben op de kwetsbare vegetaties in de madelanden.

II C GEVOLGEN VAN INSPOELING VAN NUTRIËNTEN VAN EEN AKKERBOUWGEBIED OP DE WATERKWALITEIT VAN EEN DEEL VAN HET BEEKDAL VAN HET ROLDERDIEP

1. Inleiding

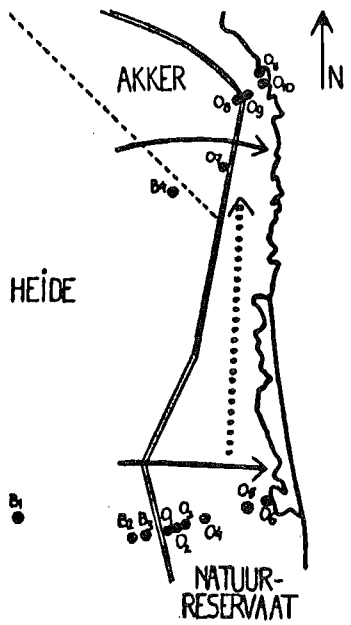
1.1 Inspoeling van nutriënten in natuurreservaten

Ook wanneer natuurgebieden en landbouwgronden ruimtelijk en funktioneel volledig gescheiden zijn, zijn landbouwinvloeden vaak in een reservaat merkbaar.
Een voorbeeld hiervan is de eutrofiëring (verrijking) van het grondwater van natuurgebieden door uitspoelende meststoffen uit een nabijgelegen landbouwgebied (de Molenaar 1980).
Dit kan schade veroorzaken aan reservaten die zijn ingesteld vanwege hun waardevolle, aan een relatief gering voedselaanbod gebonden, vegetaties.
Deze eutrofiëring zal vooral optreden wanneer de landbouwgronden hoger liggen dan het natuurgebied, en afwateren via dit reservaat (via grondwaterstromen of gegraven watergangen).

Bij ruilverkavelingen houden hooggelegen gronden meestal een intensieve landbouwbestemming. Laaggelegen, vochtige gronden worden dikwijls aan de natuurbescherming toegewezen, omdat deze gronden landbouwkundig gezien weinig, en natuurwetenschappelijk zeer interessant zijn. De hierboven geschetste situatie komt dan ook vaak voor, o.a. langs het Rolderdiep.

1.2 Situatie langs het Rolderdiep

De laaggelegen madelanden in de Ossebroeken, die tot het reservaat behoren, worden extensief beheerd (éénmaal per jaar maaien en afvoeren, lichte beweiding).
Ten westen hiervan ligt het Balloërveld, een oud heideterrein. Dit is een belangrijk infiltratiegebied, wat via de ondiepe grondwaterstroom voor een deel afwatert op het Rolderdiep (WGOD 1978).
Het grootste deel van het Balloërveld is nog intakt; het noordelijk deel is ontgonnen en als akkerbouwgrond in gebruik (in 1980 werden er aardappels en tarwe verbouwd).



Figuur II-11 Ligging van landbouwgebied en natuurreservaat langs het Rolderdiep. Met plaats grondwaterbuizen (●) en stroomrichting van ondiep (——) en diep (- - -) grondwater; 1980

1.3 Vraagstellingen

De vraagstellingen zijn:
- wat zijn de verschillen in ionensamenstelling van het grondwater op 120 cm diepte tussen een mogelijk bemeste en een natuurlijke situatie in het beekdal van het Rolderdiep ?
- waar zijn deze eventuele verschillen in het beekdal merkbaar ?

2. Methoden

2.1 Beschrijving monsterpunten

Op het Balloërveld en in de madelanden ten oosten ervan zijn grondwaterbuizen geplaatst (zie fig. II-11).
Raai I (buizen B1 t/m 4 en 01 t/m 6) is geplaatst om de natuurlijke situatie te bestuderen, waarbij verrijking van het grondwater optreedt door het verblijf in de bodem.
Raai II (buizen 07 t/m 11) is geplaatst om na te gaan of naast verrijking door het verblijf in de bodem mogelijk ook verrijking met van de akker spoelende nutriënten plaatsvindt.

Raai I en II zijn goed vergelijkbaar, omdat ze hetzelfde infiltratiegebied hebben, en geplaatst zijn in hetzelfde type dekzand.

Van de raaien is de bodemopbouw beschreven. Ook is op enkele plaatsen de doorlaatbaarheid van de bodem gemeten, om een indruk te krijgen van de stroomsnelheid van het water. Hiervoor is een piezometer (poreuze buis) onder het grondwaterniveau geplaatst. Na leegpompen werd de stijgsnelheid bepaald ; met de formule van Ernst is hieruit de doorlaatfaktor k (in cm/etmaal) berekend (Cultuurtechnisch Vademecum 1971).
Bovendien zijn globale vegetatiebeschrijvingen gemaakt.

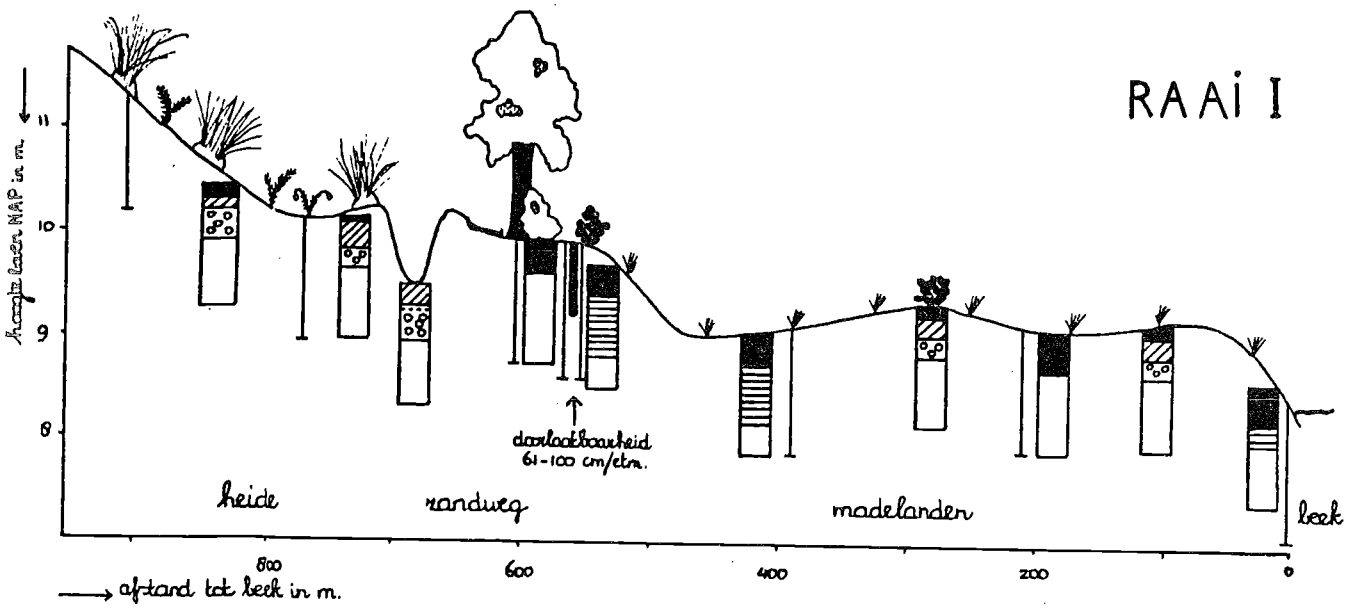
2.2 Bewerking resultaten

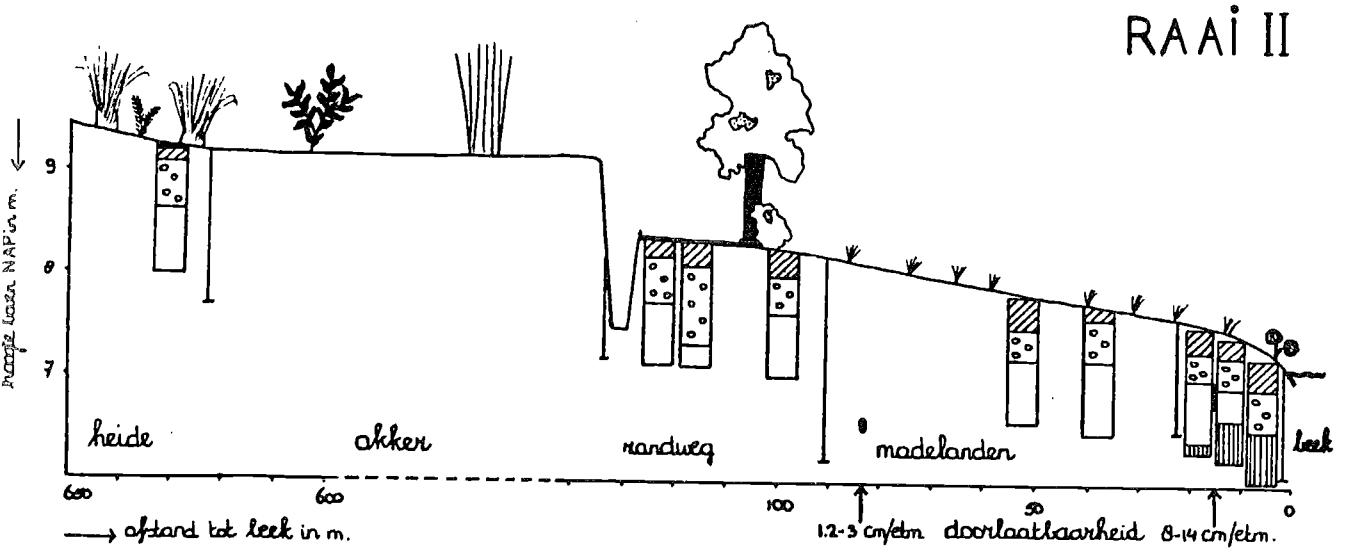
Een beschrijving van de waterbuizen, de monster-, analyse- en gegevensbewerking-methode is te vinden in II B 2.
Bij de toegepaste clustering zijn de monsters uit de buizen 07 t/m 11 vanwege hun veronderstelde bemesting niet betrokken.
De indeling van deze monsters bij de na clustering gevormde watertypen is gemaakt op grond van een IR-diagram van de monsters uit de buizen B11t/m 4 en 01 t/m 11.

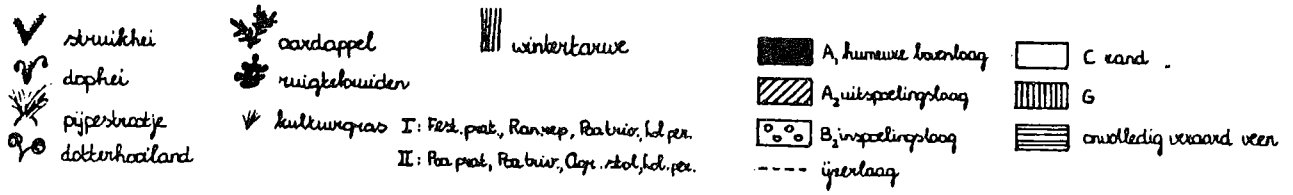
Van elk type van beide raaien is een afzonderlijk Stiff-diagram gemaakt. De kationensom bestaat uit de totale hoeveelheid Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+} en NH_4^{+}. De totale hoeveelheid HCO_3^{-}, SO_4^{--}, Cl^{-}, NO_3^{-} en PO_4^{---} vormt de anionensom.
Voor elk type is per gemeten grootheid getoetst in hoeverre de analyseresultaten van raai I en II signifikant verschillen (tweezijdige t-toets, p=0.05; zie ook Mendenhall & Ramey 1973).

3. Resultaten

3.1 Bodem en vegetatie







Figuur II-12 Dwarsdoorsneden raai I en II. Met bodemprofielen, vegetatie, plaats grondwaterbuizen ( ) en doorlaatbaarheidsmetingen ( ); 1980

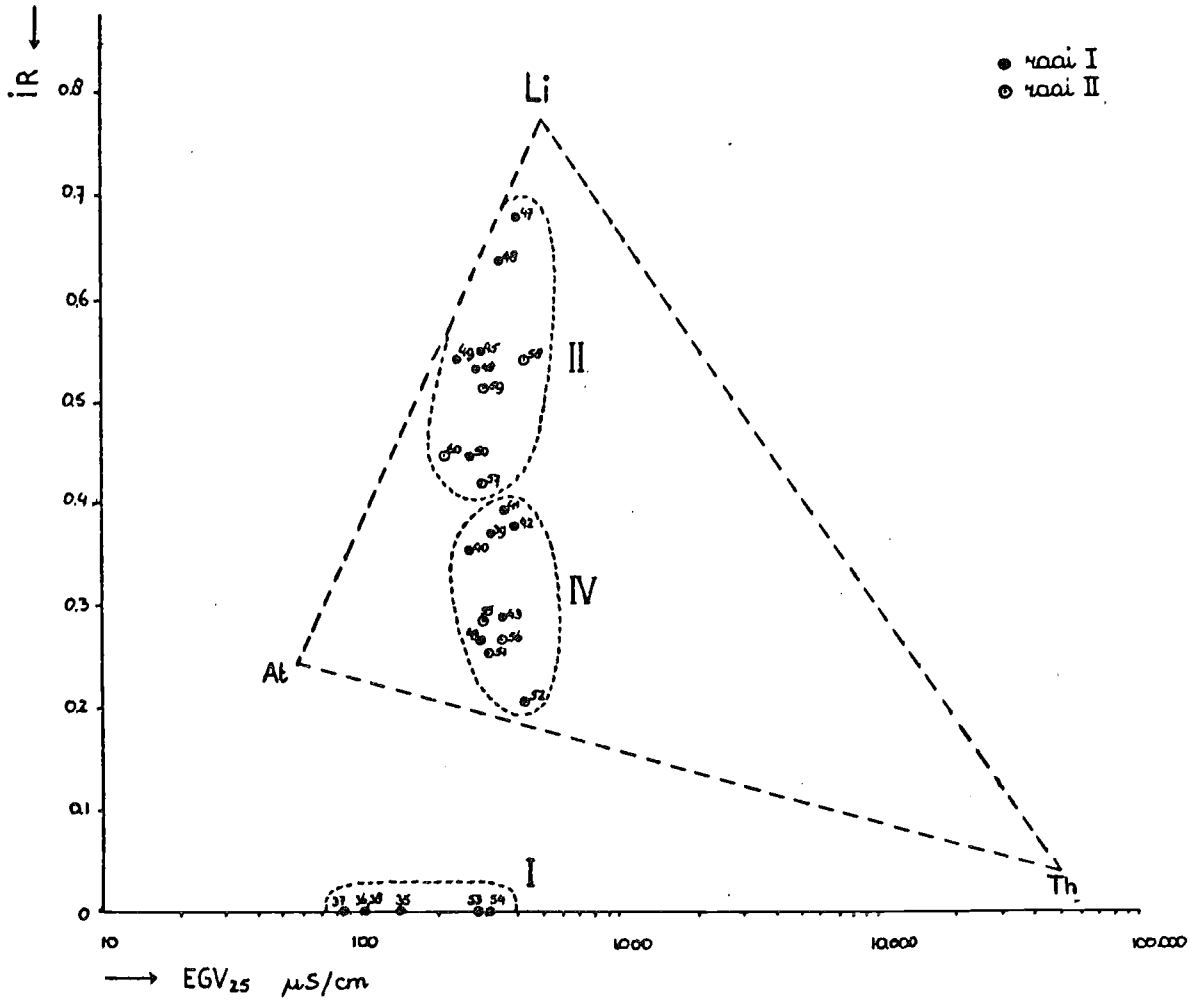
De bodem bestaat in het beekdal uit een veenpakket van wisselende dikte op een zandondergrond. De filters van de waterbuizen staan alle in het zand (zie fig. II-12).
Over de doorlaatbaarheid van de bodem en daarmee de stroomsnelheid van het afstromende water kunnen op grond van de enkele metingen die gedaan zijn geen uitspraken worden gedaan.

3.2 Wateranalyses

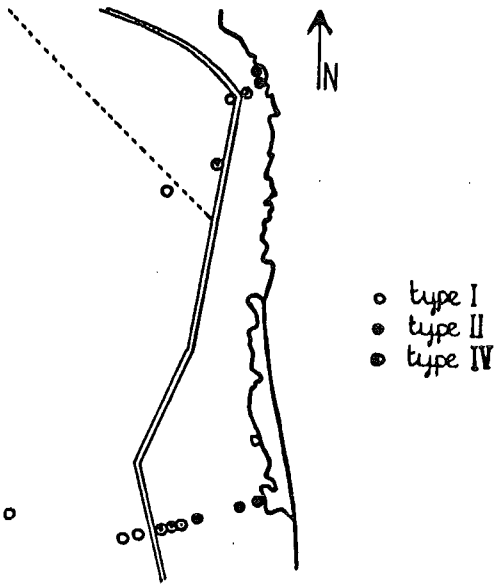
De resultaten van de wateranalyses zijn te vinden in bijlage tabel II-5.

3.3 Indeling in watertypen

Uit het IR-diagram van figuur II-13 volgt de indeling van watermonsters in watertypen die met stippellijnen is aangegeven. Op grond hiervan is van elke waterbuis het overwegende type vastgesteld (fig. II-14).



Figuur II-13 IR-diagram van watermonsters uit Ossebroeken en Balloërveld. Met indeling in watertypen; 1980



Figuur II-14
Overwegend watertype van buizen in Ossebroeken en Balloërveld; 1980

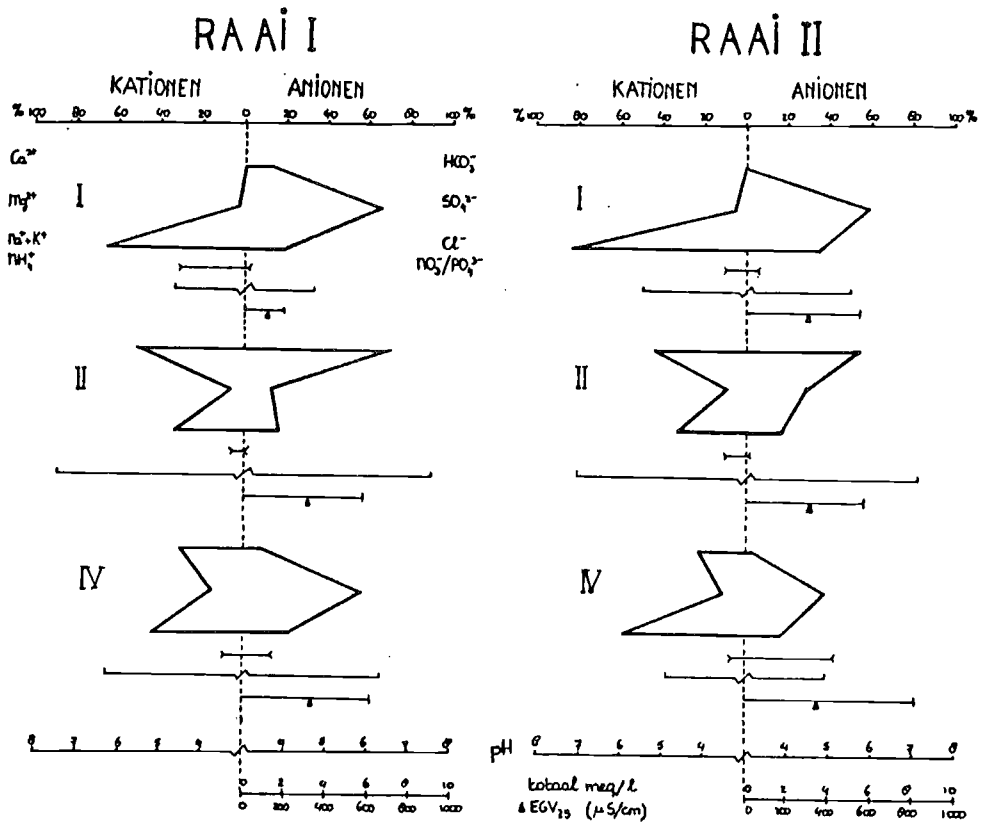
De buizen bij de beek(010 en 11) bevatten water van type II (diep grondwater), zoals verwacht wegens hun standplaats.

De buizen 07 (talud akker) en 09 (hoog in madeland) vallen in type IV (mengwater); ook dit volgt uit hun standplaats.

Het water uit buis 08 (talud akker) hoort wat IR betreft tot type I (infiltratiewater), maar heeft een veel hoger EGV25. Dit wordt veroorzaakt door grote hoeveelheden Na^+, K^+ en Cl^-. Omdat de ionensamenstelling karakteristieke eigenschappen van infiltratiewater vertoont (weinig Ca^{++} en HCO_3^-, veel SO_4^{--}; zie bijlage tabel II-4) zijn deze monsters ingedeeld bij type I.

Gemiddelde en standaardafwijking van elke gemeten grootheid (afzonderlijk voor elk type van raai I en II) zijn te vinden in bijlage tabel II-9.

Uit figuur II-15 blijkt dat de indeling van de monsters van raai II (op grond van het IR-diagram) leidt tot watertypen die wat karakteristieke eigenschappen betreft redelijk overeenkomen met de typen waarin de monsters van raai I (op grond van de clustering) zijn ingedeeld.



Figuur II-15 Stiff-diagrammen van watertypen in Ossebroeken en Balloërveld.
Kationensom inklusief NH_4^+; anionensom inklusief PO_4^{---}; 1980

3.4 Verschillen tussen raai I en II

In tabel II-1 is per type en per gemeten grootheid aangegeven in hoeverre de mogelijk bemeste en natuurlijke situaties signifikant van elkaar verschillen.

watertype / grootheid	I	II	IV
GV 25	+	.	.
pH	.	.	-
Ca^{++}	.	.	.
Mg^{++}	+	.	.
Na^{+}	+	.	+
K^{+}	.	.	.
NH_4^{+}	.	+	.
HCO_3^{-}	.	-	-
SO_4^{--}	+	.	.
Cl^{-}	+	.	.
NO_3^{-}/PO_4^{---}	+	.	+
Som kationen en anionen	+	.	+

Tabel II-1 Verschillen tussen mogelijk bemeste en natuurlijke situatie langs het Rolderdiep, per type en per grootheid; 1980
+ : waarden in mogelijk bemeste situatie signifikant hoger dan in natuurlijke situatie
- : waarden in mogelijk bemeste situatie signifikant lager dan in natuurlijke situatie
. : waarden in mogelijk bemeste situatie niet signifikant verschillend van die in natuurlijke situatie
(tweezijdige t-toets, p = 0.05)

4. Diskussie

Uit fig. II-15, tabel II-1 en bijlage tabel II-5 volgt dat er verschillen zijn in ionensamenstelling van het grondwater op 120 cm diepte tussen mogelijk bemeste en natuurlijke situatie. Deze verschillen worden hierna per watertype besproken.

Type I (talud akker)
Het water onder het talud van de akker bevat signifikant meer Mg^{++}, Na^{+}, Cl^{-}, SO_4^{--}, NO_3^{-}/PO_4^{---} dan dat onder de heide. Ook de totale hoeveelheid ionen is signifikant hoger (5.4 t.o.v. 1.8 meq/l). Dit komt overeen met de verwachting.

Type II (madelanden bij de beek)
Dichtbij de beek bevat het water van raai II signifikant meer NH_4^{+}. Verdere verschillen in samenstelling worden niet gevonden (met uitzondering van een lagere hoeveelheid HCO_3^{-} in raai II, zie onder type IV).

Type II (vervolg)
Omdat het hier aanwezige water voornamelijk bestaat uit ionenrijk diep grondwater, heeft bijmenging met bemest infiltratiewater weinig invloed op de ionensamenstelling.
Het is niet duidelijk waardoor het hogere NH_4^+ gehalte in raai II wordt veroorzaakt.

Type IV (hoog in madelanden)
Het water in de buizen van raai II bevat signifikant meer Na^+ en NO_3^-/PO_4^{---} dan dat in de buizen van raai I. Ook Mg^{++} is in raai II meer aanwezig, maar niet signifikant.
De totale hoeveelheid ionen is in raai II signifikant hoger (8.1 t.o.v. 6.1 meq/l). Dit alles is volgens verwachting.
Voor HCO_3^- werden in beide raaien ongeveer gelijke hoeveelheden verwacht. Het water van raai II bevat echter signifikant minder HCO_3^-. Mogelijk is dit een gevolg van de monstername. Het water uit de buizen van raai I is voor een deel eerder gemonsterd, en dus langer bewaard voor analyse, dan dat van raai II. Naar het effekt van lange tijd diepvriezen op de samenstelling van grondwater is echter onvoldoende onderzoek gedaan.
De lagere HCO_3^- concentratie in het water van raai II verklaart de lagere pH van dit water.

Uit het voorgaande blijkt dat in raai II verrijking van het ondiep afstromende grondwater optreedt. Het is zeer aannemelijk dat dit een gevolg is van de bemesting van de aangrenzende akker.

De invloed van deze verrijking op de ionensamenstelling van het grondwater op 120 cm diepte is afhankelijk van de mate van bijmenging met ionenrijk diep grondwater.
Dicht bij de beek, waar de kweldruk hoog is, is in de ionensamenstelling weinig terug te vinden van de direkte verrijking door de akker.
Hoger in de madelanden bestaat het aanwezige grondwater voor een groot deel uit afstromend infiltratiewater. Hier is de verrijkende invloed van de akker goed merkbaar.
Wanneer zich hier een reservaat met kwetsbare, voedselarme vegetaties bevindt, zal vermoedelijk schade aan deze vegetaties optreden. Zowel de eutrofiëring door inspoeling van nitraat/fosfaat als de veranderde hoeveelheid en samenstelling van zgn. maior ions (Na^+, K^+, Cl^- enz.) speelt hierbij een rol.

Gezien de zware bemesting van de hogere zandgronden in Drenthe, en het infiltreren van IJsselmeerwater in delen van het Drenths Plateau, is een vervuiling van het diepe grondwater in de toekomst niet uit te sluiten. Dit zal o.a. grote schade toebrengen aan de vegetaties langs de beek.

II D GEVOLGEN VAN ONTWATERING OP DE WATERHUISHOUDING VAN DELEN VAN HET BEEKDAL VAN HET ROLDERDIEP

1. Inleiding

1.1 Mogelijke invloeden van ontwatering

De ruilverkavelingssloot die ter hoogte van Anderen het gedempte Rolderdiep vervangt, en meer noordelijk parallel aan het Rolderdiep loopt, is gegraven om de aangrenzende landbouwgronden te ontwateren, en om water van het achterliggende gebied snel te kunnen afvoeren (fig. I-2).
Op verschillende percelen die aan de ontwateringssloot grenzen wordt althans dit eerste doel niet bereikt: ook in de zomer liggen grote plassen op het land (pg Ruilverkaveling IV 1982).

Een onbedoeld effekt van de sloot is de ontwatering van aangrenzende delen van het Stroomdallandschap Drentsche Aa (Grootjans 1979, pg Ruilverkaveling I 1979 en III 1980). Naast een daling van de grondwaterstanden verandert mogelijk ook de samenstelling van het voor de vegetatie beschikbare water. De indruk bestaat dat de sloot (een deel van) het diepe grondwater afvangt (zie ook pg Ruilverkaveling III 1980). Hierdoor verandert het aandeel diep grondwater in de mengverhouding diep-ondiep grondwater-regenwater (zie hoofdstuk II B).

Een dergelijke verandering is te verwachten
a) in de kavelslootjes die afwateren op de ruilverkavelingssloot
b) in de strook grond langs de ruilverkavelingssloot, die daarop direkt afwatert

Voor de situatie ter hoogte van perceel Anderen levert dit de volgende hypothesen op:

a) de horizontale mengzone diep-ondiep grondwater (type IV, zie hoofdstuk II B) ligt in de door de sloot ontwaterde kavelslootjes verder van het infiltratiegebied en/of is breder dan in de door de beek ontwaterde kavelslootjes. Tussen Balloërveld en ruilverkavelingssloot ligt deze mengzone in de kavelslootjes verder van het Balloërveld en/of is breder dan in de tussenliggende kavels. Dit omdat de sloot de kavelslootjes beter zal ontwateren dan de kavels ertussen.

b) de vertikale mengzone diep grondwater - ter plekke geïnfiltreerd regenwater (type III, zie hoofdstuk II B) begint op de door de sloot ontwaterde delen van perceel Anderen dieper en/of is langer dan elders op dit perceel.

1.2 Vraagstellingen

De vraagstellingen zijn:

a) waar vindt in horizontaal vlak de menging diep-ondiep grondwater plaats in kavels en kavelslootjes in de middenloop van het beekdal van het Rolderdiep, in wel en niet door de ruilverkavelingssloot beïnvloede gebieden ?

b) wat is op perceel Anderen de diepte en lengte van de vertikale mengzone diep grondwater-infiltratiewater in wel en niet door de sloot ontwaterde delen ?

c) wat is de invloed van de ontwateringssloot op de grondwaterstanden van perceel Anderen ?

2. Methoden

2.1 Monstername en bewerking van resultaten

Met een door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer ontwikkelde EGV- en thermometer (de zgn. prikstok) zijn aan het in de bodem aanwezige water EGV- en temperatuurmetingen gedaan.
Deze prikstok is niet bruikbaar in zand (verstoring van de meting door aanwezigheid van silicium) en in de bovenste bodemlaag (in een met water onverzadigde zone en aangrenzend deel van de verzadigde zone treedt mogelijk storing op door bicarbonaatuitwisseling met de lucht).

De met de prikstok bepaalde EGV's zijn teruggerekend naar 25 °C (zie II B 2) en vergeleken met de EGV25 van de monsters uit de waterbuizen ter plekke. Hiervan is de EGV25 met een laboratoriumgeleidbaarheidsmeter bepaald; beide meters gaven goed vergelijkbare resultaten.

Voor de genoemde watermonsters is de korrelatie tussen EGV25 en de som van de bepaalde ionen (Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, HCO_3^-, SO_4^{--}, Cl^-) in meq/l berekend. Deze korrelatie is 0.92; er mag dan ook van uitgegaan worden dat de hoogte van EGV25 een goede indikatie is voor de hoeveelheid opgeloste ionen, en daarmee voor de herkomst van het water. (Ter illustratie: regenwater heeft een EGV25 rond 60 µS/cm - WGOD 1978; diep grondwater van 500-600 µS/cm - van Wirdum 1978).

2.2 Horizontale menging

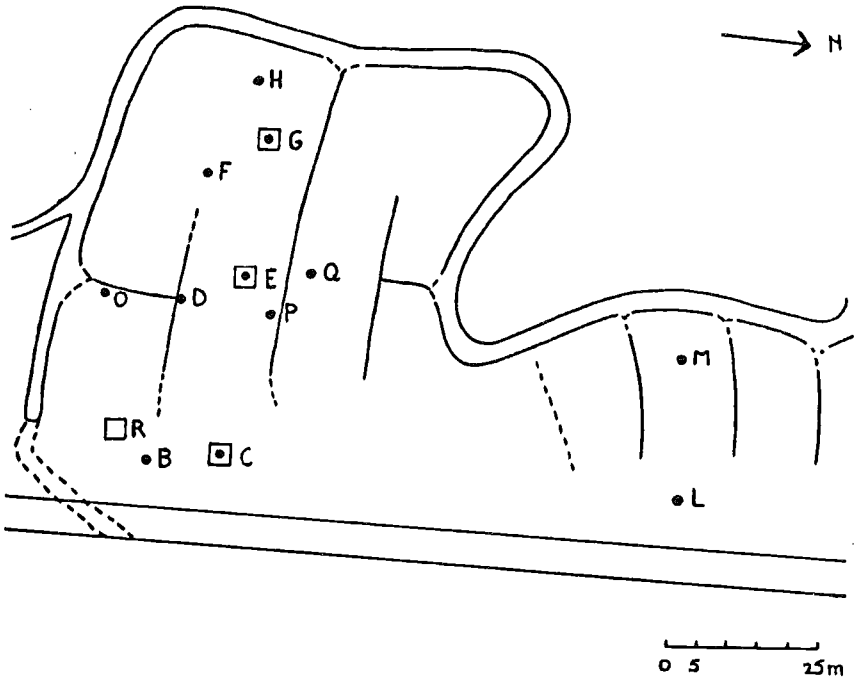
Met de prikstok zijn metingen gedaan langs een slootje in de Ossebroeken (recht tegenover perceel Anderen). Dit is gebeurd in juni 1980 (na een droge periode) en in september 1980 (na een natte tijd) - helaas niet op exakt dezelfde plaatsen.
In de eerste 40 meter vanaf de houtwal langs het Balloërveld waren i.v.m. de zandige ondergrond geen metingen mogelijk. De metingen zijn steeds gedaan op de grens van het wateroppervlak en de slootkant, op dieptes variërend van 30 tot 150 cm.

In de madelanden langs dit slootje is in de daar aanwezige waterbuizen (fig. II-11, nr. 01 t/m Ø6) ook het EGV25 bepaald. Hetzelfde is gedaan in een serie kleine waterbuizen in het verlengde van bovengenoemde raai (doorsnee PVC buizen 1.5 cm; filterdiepte 85 tot 100 cm beneden maaiveld; afstand tot houtwal 0, 10, 20, 30, 40, 50, 70 meter).

Het is niet gelukt om ter hoogte van Gasteren een alleen door de beek ontwaterd referentiegebied te vinden. De afstand infiltratiegebied - beek verschilde te sterk van de situatie in de Ossebroeken om vergelijking mogelijk te maken.

2.3 Vertikale menging

Op perceel Anderen zijn met de prikstok EGV metingen gedaan op de plaatsen aangegeven in fig. II-16, in juni en september 1980.



Figuur II-16 Plaats prikstokmetingen (□) en grondwaterbuizen (●) op perceel Anderen 1980.

Naamgeving als bij pg Ruilverkaveling III, met uitzondering van punt P

Het water uit de op het perceel aanwezige buizen is geanalyseerd, en in de clustering betrokken (zie II B 2). Het betreft de monsters 1 t/m 34.

2.4 Waterstanden

Van april tot oktober 1980 is minstens éénmaal per drie weken de grondwaterstand opgenomen op de punten C, E en G van perceel Anderen (fig. II-16).
Op de punten B, D, F, H, O, P en Q gebeurde dit minder regelmatig.
Zie voor een beschrijving van de buizen II B 2, voor de diepte ervan bijlage tabel II-5.

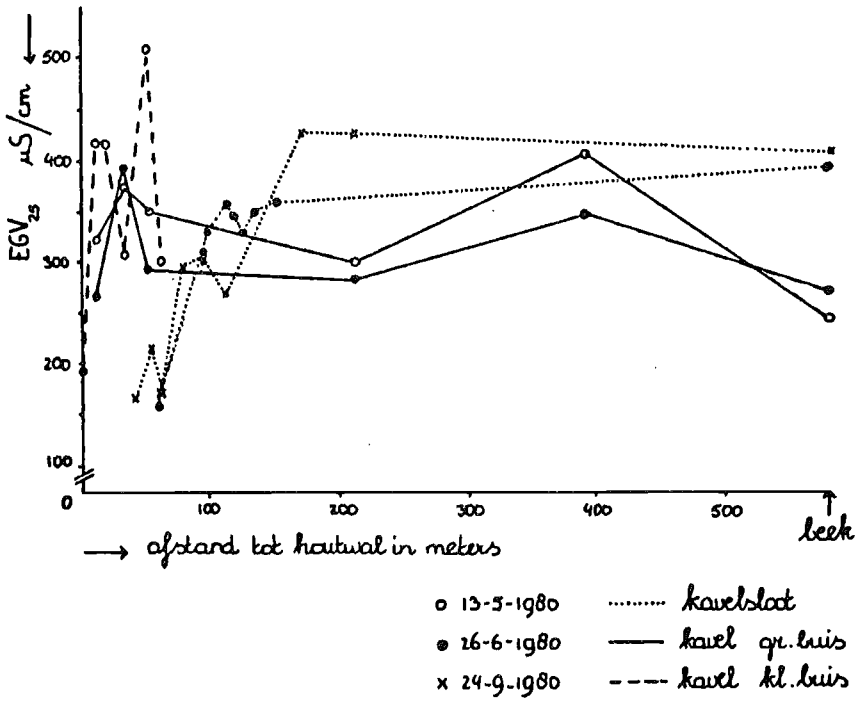
De neerslaggegevens zijn afkomstig van het weerstation Eelde. De hier bepaalde verdamping van een open wateroppervlakte is vermenigvuldigd met 0.7 om de verdamping van grasland te benaderen (Penman 1948).

3. Resultaten en diskussie

3.1 Horizontale menging

De gemeten EGV25 waarden in slootbodem en kavel staan in bijlage tabel II-10.

In figuur II-17 zijn deze waarden uitgezet tegen de afstand tot de houtwal. Van de metingen in de slootbodem zijn de waarden op een diepte van 40 cm beneden slootpeil gebruikt. Afhankelijk van de hoeveelheid neerslag komt deze diepte overeen met een diepte van 100 - 120 cm beneden maaiveld, en dus met de diepte van de filters van de waterbuizen.



Figuur II-17 EGV25 op een diepte van ± 100 cm b.m. in relatie tot afstand van de houtwal in kavel en kavelsloot in de Ossebroeken; mei-september 1980

Uit deze figuur blijkt dat in de kavel de menging van diep-ondiep grondwater op 10 meter afstand van de houtwal al heeft plaatsgevonden. Het water heeft daar een EGV25, behorend bij grondwatertype IVa of II, die het tot aan de beek houdt.
Het is niet duidelijk waardoor de grote spreiding in EGV25 van het water in de zgn. kleine buizen wordt veroorzaakt.

In de kavelsloot treedt deze menging verder van de houtwal op. Op 50 meter afstand van de wal heeft het water een EGV25 die tussen die van grondwatertype I en IVa invalt. Pas op ongeveer 100 meter van de houtwal heeft het water een EGV25 behorend bij type IVa of II, en is er een duidelijke bijmenging met diep grondwater merkbaar.

In zowel kavel als kavelsloot is het niet mogelijk de plaats aan te geven waar het water overgaat van type IVa naar type II. Op grond van de EGV25 metingen zijn deze watertypen niet te onderscheiden.

In de sloot is geen duidelijke seizoensinvloed op de hoogte van het EGV25 merkbaar.
In de kavel lijken de gemeten waarden in mei in het algemeen hoger dan in juni. Dit kan verklaard worden uit de neerslaggegevens (fig. II-20). Na de droogte in mei valt er in juni veel neerslag. Hierdoor zal de hoeveelheid oppervlakkig afstromend water sterk toenemen; hetzelfde geldt voor het ter plekke infiltrerende regenwater. Als gevolg hiervan neemt het aandeel diep grondwater in de mengverhouding af, en daalt het EGV25.

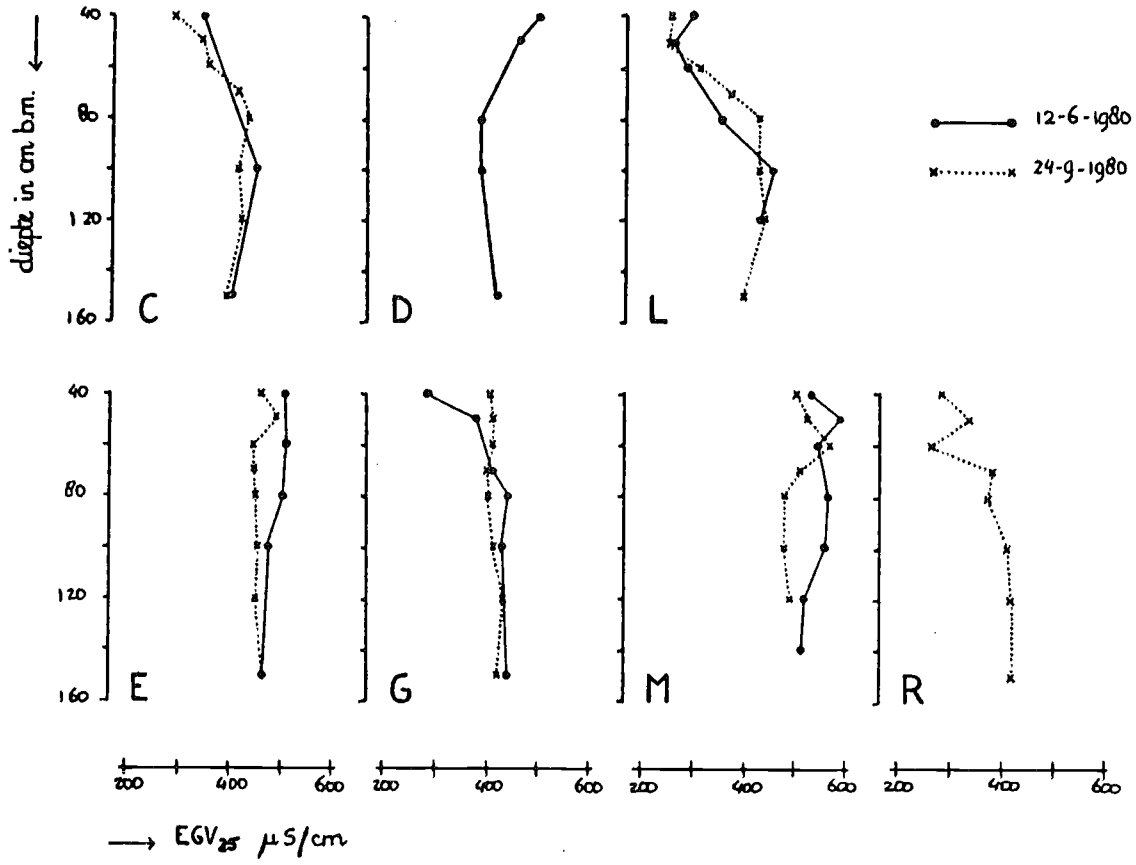
De konklusie uit het bovenstaande is dat de menging diep-ondiep grondwater in de kavel in de direkte nabijheid van de houtwal optreedt, terwijl in de kavelsloot de mengzone op ongeveer 100 meter afstand hiervan begint. Dit bevestigt het eerste deel van hypothese a.

Omdat vergelijking met niet-ontwaterde kavels en kavelsloten niet mogelijk bleek, is het tweede deel van hypothese a niet onderzocht.
Er kan dan ook niet gesteld worden dat het gevonden verschil in plaats van menging veroorzaakt wordt door de ruilverkavelingssloot. Het bovenstaande maakt wel aannemelijk dat ontwateringsingrepen op de hogere gronden (bijv. bij de aanleg van een weg) het beschreven systeem aantasten.

3.2 Vertikale menging

De resultaten van de EGV25 metingen met de prikstok op perceel Anderen zijn te vinden in bijlage tabel II-11.

In figuur II-18 is voor zeven plaatsen de gemeten EGV25 uitgezet tegen de meetdiepte.



Figuur II-18 EGV25 uitgezet tegen meetdiepte op zeven plaatsen van perceel Anderen; 1980

De metingen in de wortelzone zijn vermoedelijk niet betrouwbaar ten gevolge van daar optredende chemische processen. Omdat de wortelzone op perceel Anderen tot 40 cm beneden maaiveld loopt (pg Ruilverkaveling III 1981) worden alleen de metingen van -40 cm en dieper besproken.

Bij de sloot (punten C, L en R) neemt het EGV25 vanaf -40 cm sterk toe met de diepte (van 260-340 naar 400-430 µS/cm), zowel in juni als september.
Een min of meer stabiele eindwaarde wordt bereikt bij -70 cm (C), -90 cm (L), en -100 cm (R). De gemiddelde eindwaarde ligt rond 420 µS/cm.

Elders op het perceel (punten D, E, G en H) heeft het geleidingsvermogen op -40 cm diepte al een vrij stabiele waarde (gemiddeld ongeveer 490 µS/cm). Een uitzondering vormt punt G in juni, waar het EGV25 met de diepte wel toeneemt (van 290 naar 450 µS/cm). Dit kan een gevolg zijn van de droogte voorafgaand aan juni, waardoor de kweldruk mogelijk laag is.

De EGV25 metingen aan watermonsters van 260 cm diepte (bijlage tabel II-12) wekken de indruk dat het geleidingsvermogen op deze diepte dicht bij de sloot hoger is dan elders op het perceel (gemiddeld respektievelijk ongeveer 360 en 320 µS/cm). Het betreft hier echter een te klein aantal gegevens om konklusies te trekken.

Samengevat zijn de volgende verschillen in EGV25-verloop waargenomen tussen plaatsen dicht bij de ruilverkavelingssloot en elders op het perceel:

- de ondergrens van de mengzone diep grondwater-infiltratiewater ligt bij de sloot dieper (-70 tot - 100 cm) dan elders op het perceel (oppervlakkiger dan -40 cm). Dit wordt zowel na een droge periode (juni) als na een natte (september) gevonden
- de bereikte waarde op -150 cm diepte is dicht bij de sloot lager dan elders op het perceel (resp. 420 en 490 µS/cm)
- de bereikte waarde op -260 cm diepte lijkt dicht bij de sloot hoger dan elders (resp. 360 en 320 µS/cm)

Het verschil in ondergrens van de mengzone bevestigt hypothese b voor wat betreft: de mengzone is bij de sloot langer dan elders. Het in de inleiding geschetste model (de sloot vangt naast infiltratiewater ook diep grondwater af) vormt hiervoor een bevredigende verklaring.

Mogelijk is bij de sloot op -150 cm diepte nog steeds sprake van bijmenging met infiltratiewater, waardoor het EGV25 daar lager is dan elders. Het is onduidelijk waarom het geleidingsvermogen op -260 cm diepte bij de sloot hoger is dan elders op het perceel. Dit is schijnbaar in tegenstelling met de waarnemingen op -150 cm diepte.

Omdat voor de ingreep vegetatie en bodem van delen van het perceel die nu dicht bij en verder van de sloot liggen goed vergelijkbaar waren, zal dit ook voor de samenstelling van het voor de vegetatie beschikbare water hebben gegeld (immers: de samenstelling van het grondwater bepaalt voor een deel de vegetatiesamenstelling, zie bijv. Grootjans 1980).

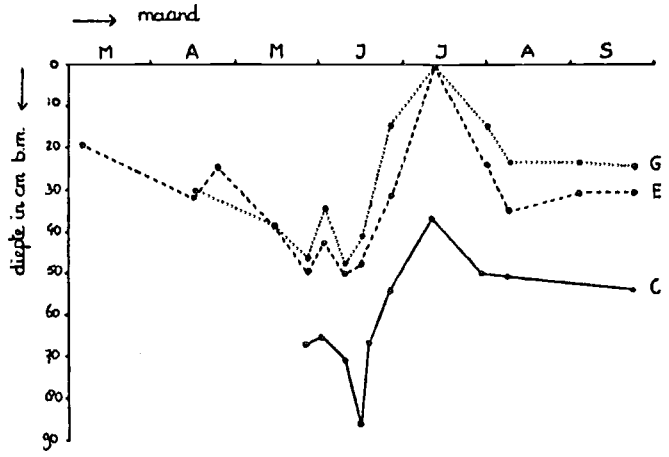
Langs de sloot hebben de planten nu zowel na een droge als na een natte periode in het groeiseizoen de beschikking over relatief ionenarm water (type III). Dit water heeft een andere samenstelling dan het elders op het perceel beschikbare water (type II, zie ook hoofdstuk II B).

Waargenomen veranderingen in vegetatiesamenstelling na de ingreep (zie hoofdstuk IV) zullen mede veroorzaakt zijn door een veranderde samenstelling van het voor de planten beschikbare water. Dit geldt met name voor vegetatietypen die gebonden zijn aan het voorkomen van ionenrijk diep grondwater (bijv. Calthion, Magnocaricion).

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat diskussies over effekten van ontwatering zich niet, zoals maar al te vaak gebeurt, moeten beperken tot de hoeveelheid beschikbaar water. Ook mogelijke veranderingen in samenstelling van het beschikbare water moeten in de diskussie betrokken worden.

3.3 Waterstanden

In bijlage tabel II-13 zijn alle in 1980 op perceel Anderen gemeten grondwaterstanden vermeld. Alleen die op de punten C, E en G worden hier besproken.



Figuur II-19
Grondwaterstanden perceel Anderen 1980 (diepte buizen 140 cm b.m.)

Uit de tijdstijghoogtelijnen van figuur II-19 is het volgende af te lezen:

- vlak bij de beek (G) en midden op het perceel (E) verlopen de grondwaterstanden in grote lijnen hetzelfde

- vlak bij de sloot (C) zijn de waterstanden altijd lager (10 tot 40 cm) dan op de rest van het perceel. Dit komt overeen met de metingen in 1976 en 1979 (pg Ruilverkaveling I en III).
  De invloed van de sloot is vooral de eerste 25 meter vanaf deze sloot merkbaar (in waterstanden en grote veranderingen in de vegetatie). Verder van de sloot is de invloed van opkwellend diep grondwater zo groot, dat niet of nauwelijks waterstandsdalingen optreden. Dit is goed te zien aan buis D, waarin het water in 1979 en 1980 steeds boven het maaiveld stond.

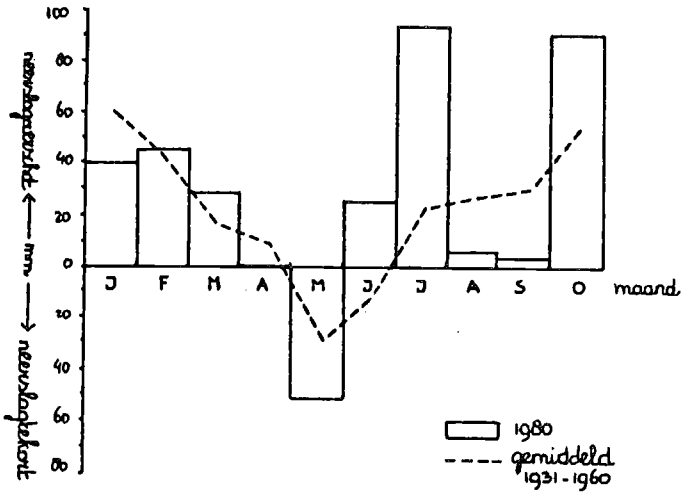
- de laagste grondwaterstanden zijn in 1980 dicht bij de sloot 80 cm beneden maaiveld, en elders op het perceel - 50 cm.

jaar \ plaats	bij sloot (C)	elders (E, G)
1976	120	60
1979	70	40
1980	80	50

Tabel II-3
Laagste grondwaterstanden in 3 jaar op perceel Anderen (in cm beneden maaiveld)

Uit tabel II-3 volgt dat de laagste standen in 1980 tussen die in 1976 en 1979 in liggen. Dit wordt verklaard door droogte in 1976 en de grote hoeveelheid neerslag in 1979.

Als geheel was 1980 niet extreem droog of nat. Toch was het wat de neerslag betreft geen 'normaal' jaar (zie fig. II-20).



Figuur II-20
Gemiddeld neerslagoverschot resp. -tekort per maand in 1980 (—) en over de periode 1945-1969 (- -). Weerstation Eelde.

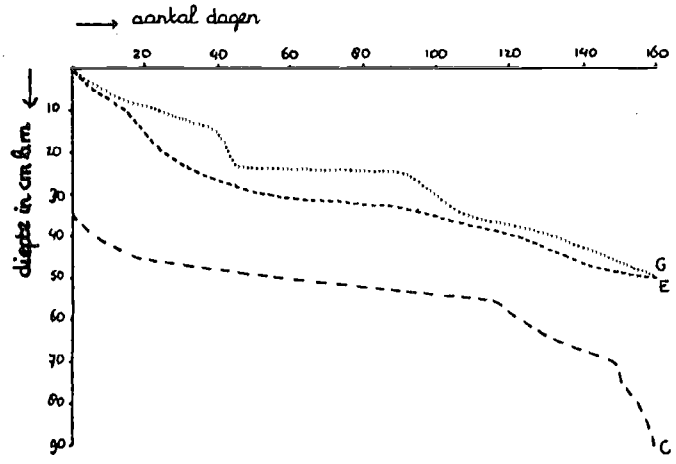
Vergeleken met de periode 1945-1969 was mei 1980 droog, en juni/juli 1980 erg nat.

Een vergelijking van weergegevens en grondwaterstanden in 1980 levert het volgende op:

- in juli worden extreem hoge waarden bereikt (- 37 cm bij de sloot tot op het maaiveld elders)

- het verschil tussen de hoogste en laagste grondwaterstand (zgn. amplitude) is bij de sloot even groot als elders, nl. ongeveer 50 cm. Deze grote amplitude wordt bij E en G veroorzaakt door de <u>hoge</u> stand na de vele regen in juni en juli. Deze vele regen veroorzaakt bij C wel een stijging, maar het water komt nauwelijks hoger dan in april (ongeveer -40 cm). De grote amplitude bij C is een gevolg van de <u>lage</u> stand begin juli.

In een wat neerslag betreft normale zomer zal de amplitude bij de sloot waarschijnlijk groter zijn dan elders op het perceel. De grote neerslag overschotten die in 1980 op de niet door de sloot ontwaterde delen een grote amplitude veroorzaakten, ontbreken dan; in droge perioden is de waterstandsdaling bij de sloot veel sterker dan elders (pg Ruilverkaveling III 1980).
Een dergelijke verandering in grondwateramplitude beïnvloedt de vegetatie sterk (Niemann 1974).



Figuur II-21
Duurlijnen op drie plaatsen op perceel Anderen; april - september 1980

Uit figuur II-21 volgt dat bij de sloot (C) slechts een kort aantal dagen een matig hoge stand (± -40 cm) wordt bereikt. Gedurende ruim 40 dagen is de stand zelfs lager dan -55 cm.

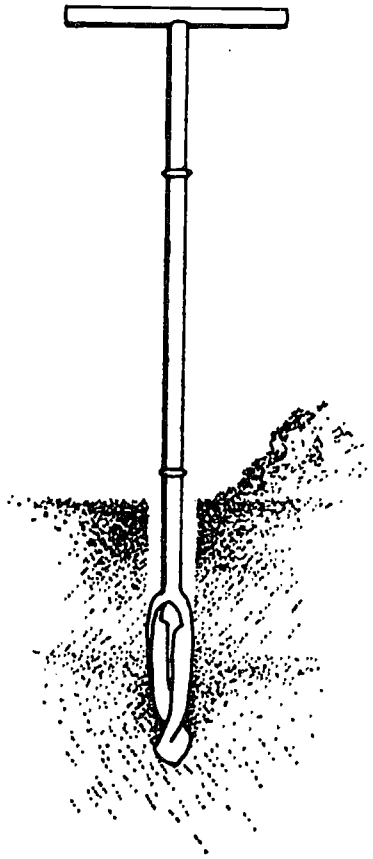
De standen elders op het perceel (E en G) liggen ongeveer 80 dagen rond - 30 cm. Ongeveer een maand zijn de standen erg hoog (door de vele regen in juni/juli). Ongeveer twee maanden zijn de standen lager dan -40 cm, maar nooit lager dan - 50 cm. Het water zakt hier in droge perioden veel minder snel en diep weg dan bij de sloot.

Ook het grote verschil in het aantal dagen dat een bepaalde grondwaterstand bereikt wordt komt duidelijk tot uiting in de vegetatie. Vegetatietypen die zijn aangewezen op vrij konstant hoge waterstanden zijn langs de sloot verdwenen.

De belangrijkste konklusie uit het voorgaande is dat de ruilverkavelingssloot de grondwaterdynamiek van een deel van het aangrenzende terrein verstoort. Over een korte periode zorgt de sloot voor mogelijk grotere grondwateramplituden, en langere tijd lagere standen. Op lange termijn zorgt de sloot ervoor (door de hoogste standen af te vangen) dat natte jaren voor de vegetatie droog worden.

HOOFDSTUK III

BODEM



Karin Sjoukes
in samenwerking met Léontine Wiessing

INHOUD BODEM

III A	INLEIDING BODEM	47
III B	DE KATIONEN ADSORPTIE CAPACITEIT	48
1.	Inleiding	48
1.1	Het kationen adsorptie complex	48
1.2	De kationen adsorptie capaciteit	49
1.3	Betekenis van het kationen adsorptie complex voor de vegetatie	49
1.4	Probleemstelling	50
2.	Methoden	51
2.1	Bemonstering	51
2.2	Bodemchemische bepalingen	53
3.	Beschrijving van de monsterpunten	54
4.	Resultaten	56
4.1	De KA-capaciteit van de gedroogde grond	56
4.2	De KA-capaciteit van de niet organische fractie	59
4.3	De KA-capaciteit en het gehalte huminezuren van de organische fractie	59
4.4	Invloed van drogen op de KA-capaciteit	61
4.5	Afgifte van kationen door de bodem	63
5.	Diskussie	64
III C	ZAKKING VAN HET MAAIVELD	67
1.	Inleiding	67
2.	Methoden	68
3.	Resultaten	68
4.	Diskussie	71

III A INLEIDING BODEM

In dit deel van het verslag wordt ingegaan op veranderingen in bodemopbouw en bodemeigenschappen ten gevolge van cultuurtechnische ingrepen bij de ruilverkavelingen Rolde en Anloo.

In het eerste deel (B) worden veranderingen in de kationen-adsorptie capaciteit van de bodem besproken. Voor deze eigenschap van de bodem is gekozen, omdat de bodem (+bodem-oplossing)de voedingsbron vormt voor de vegetatie. De kationen adsorptie capaciteit is een aspekt van die voedings-bron.
Veranderingen in de voedingstoestand zullen veranderingen in de vegetatie tot gevolg hebben.
Uit onderzoek van de voorgaande projektgroepen bleek, dat de vegetatie op perceel Anderen verandert: de vegetatie, die aanleiding gaf om het perceel Anderen aan te kopen -het voorkomen van de dotterbloemgemeenschap- gaat in oppervlak achteruit.
Eén faktor, die deze achteruitgang teweegbrengt, zou een verandering in de kationen adsorptie capaciteit van de bodem kunnen zijn.

In het tweede deel (C) wordt onderzoek naar de zakking van het maaiveld van perceel Anderen besproken. Voor dit onderzoek is gekozen, omdat zakking van het maaiveld het effekt van ontwatering gedeeltelijk ongedaan maakt.

III B DE KATIONEN ADSORPTIE CAPACITEIT

1. Inleiding

1.1 Het kationen adsorptie complex

Door ontwatering van een veenbodem wordt het humificatieproces op gang gebracht. Humificatie wil zeggen dat bodemfauna en -flora de plantenresten (oraganische stof) omzetten in humus.
De humificatie wordt door verschillende faktoren beïnvloed. Deze faktoren zijn: de samenstelling van het afgestorven organisch materiaal, de pH, de temperatuur, het vocht- en zuurstofgehalte van de bodem. Door verschillen in (combinaties van) deze faktoren ontstaan verschillende soorten humus (v. Dijk 1960).
Naast de binding van water en de verbetering van de structuur van de bodem, is humus van belang door het vermogen om kationen te adsorberen en uit te wisselen met de bodemoplossing (Bakker 1976).

De adsorptie en uitwisseling van kationen door humus is toe te schrijven aan de aanwezigheid van humuszuren. De humuszuren vormen het kationen adsorptie complex (KA-complex) in de veenbodem.
'Humuszuren is een verzamelnaam voor verschillende groepen zuren, waarvan de groep huminezuren de belangrijkste is voor de kationen adsorptie capaciteit (KA-capaciteit) van de humus.
Huminezuren bestaan uit lange koolstofketens, met daaraan carboxyl(COOH)en fenol(-OH) groepen. Deze zgn. functionele groepen kunnen H-ionen afstaan en in plaats daarvan kationen (vnl. Ca, Mg, K, Na, NH_4) binden.
De huminezuren variëren in molekuulgewicht en zijn waarschijnlijk niet uniform en regelmatig uit dezelfde bouwstenen opgebouwd. De samenstelling is afhankelijk van de condities waaronder deze zuren gevormd worden (klimaat, pH, vochtgehalte) (v. Dijk 1965, Brady 1974).

Ook van de fractie $<16\mu$ (slib) in de bodem is de colloïdale fractie $<1\mu$ in staat om kationen te adsorberen en uit te wisselen. De KA-capaciteit van deze slibfractie is slechts een derde tot een honderdste van de KA-capaciteit van humus. De humus vormt met de slibfractie een complex, waarbij de humus als een huidje de slibdeeltjes omsluit. (Fried en Broeshart 1969).

1.2 De kationen adsorptie capaciteit

De capaciteit en bezetting van het KA-complex van een veenbodem worden bepaald door o.a. de samenstelling van de huminezuren, de pH en de concentratie van kationen in de bodemoplossing.
Er stelt zich een evenwicht in tussen de kationen, gebonden aan het KA-complex en de kationen in de bodemoplossing.

Bijvoorbeeld:

$$Al^{+++}\begin{matrix} K^{+} & Mg^{++} \\ \text{KA-complex } H^{+} \\ Ca^{++} & Na^{+} \end{matrix} + 2Ca^{++} \rightleftharpoons Al^{+++}\begin{matrix} Ca^{++} & Ca^{++} \\ \text{KA-complex } H^{+} \\ Ca^{++} \end{matrix} + K^{+} + Na^{+} + Mg^{++}$$

De totale bezetting van het KA-complex is in twee delen op te splitsen. Eén deel wordt door H- en Al-ionen bezet. het andere deel door de overige kationen. Het percentage van de KA-capaciteit dat door de laatst genoemde groep basen ingenomen wordt, wordt het percentage basenverzadiging genoemd.
Het percentage basenverzadiging is sterk afhankelijk van de pH. Volgens Brady(1974) verandert bij iedere 0.1 verandering tussen pH 5 en pH 6 het percentage basenverzadiging met 5%. Dit houdt in, dat bij een basenverzadiging van 50% bij pH 5.5, deze bij pH 5 25% en bij pH 6 75% zal zijn. Volgens Schroeder(1978) verandert het percentage basenverzadiging bij iedere 0.1 verandering tussen pH 5 en pH 6 met 2%.

Meerwaardige ionen worden sterker gebonden dan éénwaardige ionen. Dit houdt in, dat in een kalkrijke grond het KA-complex voornamelijk met Ca bezet zal zijn. De overige kationen komen in de bodemoplossing terecht en kunnen uitspoelen (Brady 1974), Scheffer en Schachtschabel 1966).

1.3 Betekenis van het kationen adsorptie complex voor de vegetatie

De bodem is de voornaamste voedingsbron voor de vegetatie. Tien van de zestien voor de plant essentiële elementen worden uit de bodem gehaald. De overige essentiële elementen worden geheel of gedeeltelijk uit de atmosfeer gehaald, zoals N en C.
De kationen, welke gebonden zijn aan het KA-complex kunnen niet uitspoelen, maar zijn wel beschikbaar voor de vegetatie. De wortelharen geven o.a. H-ionen af aan de bodemoplossing. De H-ionen wisselen aan het KA-complex uit tegen kationen. Deze kationen komen vrij in de bodemoplossing en kunnen door de wordtels opgenomen worden (Fried en Broeshart 1969).

Verandering van het KA-complex en/of de KA-capaciteit betekenen voor de vegetatie een fluktuatie in het aanbod van kationen, zowel kwalitatief als kwantitatief.
Zo worden bij de afbraak van organisch materiaal organische en anorganische zuren gevormd. Koolzuur is één van de meest gevonden organische zuren. Het lange termijn effekt van dit zuur is het verwijderen van basen door oplossen en uitlogen. De anorganische zuren zoals H_2SO_4 en HNO_3 zijn potentiële leveranciers van H-ionen. Deze zuren zijn verantwoordelijk voor sterk zure omstandigheden in de bodem.

De pH van de bodem is van groot belang voor de KA-capaciteit. Bij pH(KCL) 3.5 is het percentage basenverzadiging nul. De vegetatie kan in dit geval geen voedingsionen betrekken van het KA-complex (Brady 1974, Schroeder 1978).

1.4 Probleemstelling

Als gevolg van ontwatering zal het humificatie proces in de veenbodem op gang komen. Hierdoor neemt de humusfractie toe, dit kan een verhoging van de KA-capaciteit tot gevolg hebben. Het percentage basenverzadiging zal steigen door de toename van de KA-capaciteit, maar afnemen daardat de pH van de bodem daalt.
Ook zal de veenbodem als gevolg van ontwatering irreversibel kunnen indrogen (zie ook deel C). Door deze indroging zal de totale KA-capaciteit van de humus blijvend afnemen (Hooghoudt et al., 1960).
De verhouding van de concentraties van de kationen in de bodemoplossing zal als gevolg van veranderingen in de waterhuishouding verschuiven. Hierdoor verandert het aandeel van de verschillende kationen aan het KA-complex.

In gebieden waar bodemverbeteringen hebben plaatsgevonden zal de structuur van de bodem verstoord zijn, wat invloed kan hebben op de humificatie en daardoor op het KA-complex. Bodemverbeteringen bestaan hieruit, dat de ondergrond met de bovengrond gemengd wordt (diepploegen) om het poriënvolume te vergroten en de vochtvoorziening te verbeteren. Hierdoor wordt een diepere beworteling mogelijk (Wind 1976). Al deze processen kunnen effekt hebben op het KA-complex en de KA-capaciteit en daardoor op de voedingstoestand van de bodem.

De situatie in de ruilverkavelingen Rolde en Anloo biedt de mogelijkheid om een vergelijkend onderzoek te doen naar de KA-capaciteit en het KA-complex van de veenbodem tussen:

a) een oorspronkelijk gebied (in het reservaat niet onder invloed van ontwatering)
b) een ontwaterd gebied (in het reservaat wel onder invloed van ontwatering)
c) een ontwaterd en gewoeld gebied (buiten het reservaat in het verkavelde gebied)

Deze vergelijking is mogelijk, doordat het veenpakket oorspronkelijk op alle plaatsen vergelijkbaar was (Vos, 1975).

Bij dit onderzoek is uitgegaan van de volgende vraagstellingen:

- Wat is de invloed van ontwatering op de KA-capaciteit van de veenbodem van perceel Anderen?
- Wat is de gezamelijke invloed van ontwatering en diepploegen op de KA-capaciteit van de bodem van een verkaveld perceel in de ruilverkaveling Anloo?

Het onderzoek is in vijf delen opgesplitst, ieder met een toegespitste vraagstelling:

- Hoe groot is de totale KA-capaciteit van de verschillende bodems?
- Hoe groot is de KA-capaciteit van de niet-organische fractie in het verkavelde gebied? Deze vraag is opgenomen, omdat er in het verkavelde gebied wel, in het reservaat geen, leem in de bodem aangetroffen is.
- Wat is het gehalte aan huminezuren van de organische fractie; en hoe hoog is de KA-capaciteit van de organische fractie?
- Hoe groot is de invloed van drogen van de veenbodem op de KA-capaciteit?
- In welke mate worden de kationen Ca, Mg, Na, K en NH_4 afgegeven door de verschillende bodems?

2. Methoden

2.1 Bemonstering

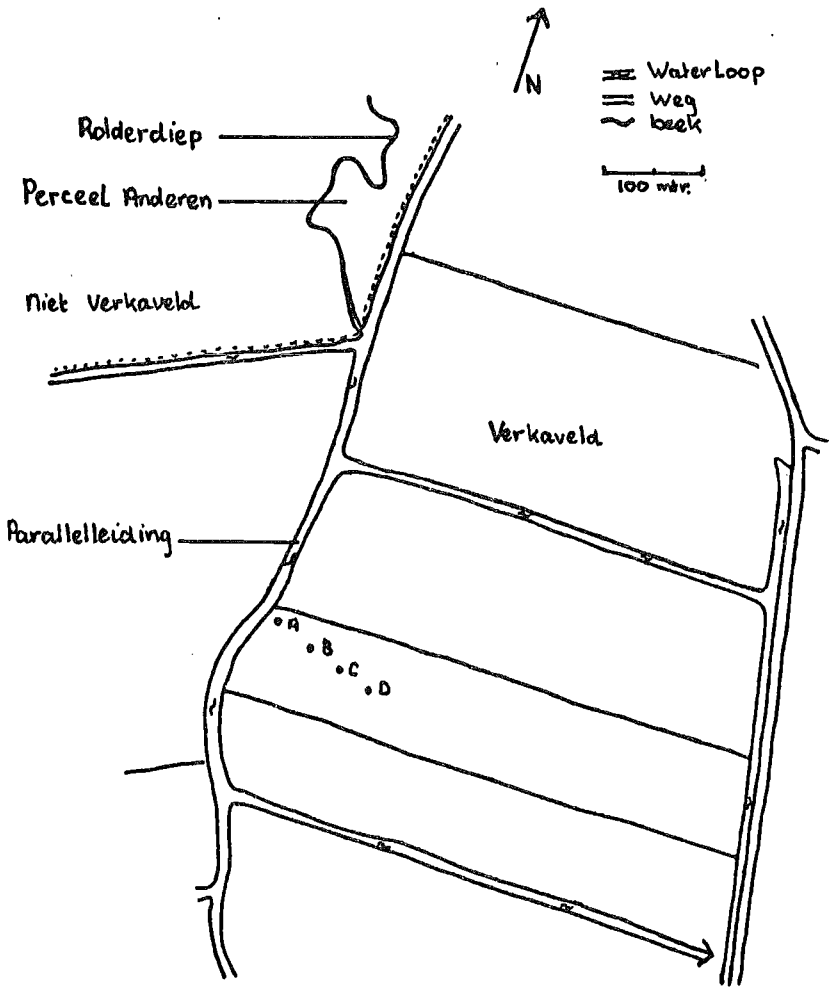
Er zijn drie onderzoeksgebieden gekozen:

Gebied 1, (Nat), Dit gebied ligt in het reservaat. Hier vindt geen ontwatering plaats.
Gebied 2, (Droog), Dit gebied ligt in het reservaat op het perceel Anderen, langs de ontwateringssloot. Hier vindt sinds 1976 ontwatering plaats.
Gebied 3, (Verkaveld), Dit gebied ligt buiten het reservaat. Hier vindt sinds 1976 ontwatering plaats d.m.v. drainage. Tevens is dit gebied tot 60cm. gediepploegd. Er wordt door de boer met kunstmest bemest en is in gebruik als weiland.

Voor de preciese ligging van deze gebieden wordt verwezen naar figuur III-1. Voor de grondwaterkarakteristieken van gebied 1 en 2 wordt verwezen naar blz. 42 van dit verslag.

Er is éénmaal in juni gemonsterd.
In de gebieden 1 en 2 zijn op twee monsterpunten kuilen gegraven. Van deze kuilen zijn profielbeschrijvingen gemaakt.

Uit de verschillende horizonten zijn ringmonsters genomen. Deze monsters zijn gebruikt om het volume percentage water en lucht te bepalen. Tevens zijn er losse monsters genomen. Deze monsters zijn voor de bodem-chemische bepalingen gebruikt.



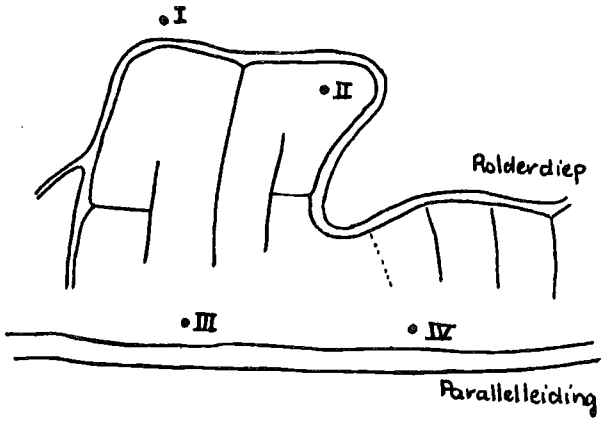
Figuur III-1 Schets van het beekdal van het Rolderdiep ter hoogte van de grens tussen het verkavelde en het niet verkavelde gebied. A,B,C,D monsterpunten in gebied 3 (verkaveld).

In gebied 3 is, op een onderlinge afstand van ca. 30mtr. langs de diagonaal over het perceel, op vier punten gemonsterd.Er is voor vier monsterpunten gekozen omdat de bodem van het verkavelde perceel zeer hetrogeen bleek te zijn. Monsterpunt A ligt het dichtst bij de ontwateringssloot. Per monsterpunt is m.b.v. een vleugelboor op twee

plaatsen geboord, van 0-5, 5-15, 15-35 en 35-50cm.. De verkregen monsters zijn per laag vermengd. Bij de monsterpunten is de grondwaterstand opgenomen.

Alle monsters uit de drie gebieden zijn in een koelcel bewaard bij 5°C.
De monsterpunten zijn aangegeven in figuur III-1 en III-2.

Gebied 1 (Nat) monsterpunten I en II
Gebied 2 (Droog) monsterpunten III en IV
Gebied 3 (Verkaveld) monsterpunten A,B,C en D.



Figuur III-2 Schets van het perceel Anderen
I en II monsterpunten in gebied 1(Nat)
III en IV monsterpunten in gebied 2 (Droog).

2.2 Bodemchemische bepalingen

pH. M.b.v. een pH-meter is de pH(KCL) en pH(H_2O) bepaald.

Actuele vochtgehalte. Dit is bepaald, door de veldvochtige ringmonsters te wegen en vervolgens te drogen. Waarna de ringmonsters nogmaals werden gewogen. Uit het verschil is het actuele vochtgehalte berekend, uitgedrukt in volumeprocenten. Voor de monsters uit het verkavelde gebied (3) is het actuele vochtgehalte berekend van 100gr. grond en uitgedrukt in gr. vocht per 100gr. veldvochtige grond.

De KA-capaciteit van gedroogde grond. De KA-capaciteit van de luchtdroge grondmonsters is bepaald volgens de methode van Bascomb. Deze methode berust op het volgende principe: Een afgewogen hoeveelheid van de luchtdroge grond wordt in een Ba CL_2 oplossing met een buffer van pH8 geschud. De Ba-ionen bezetten alle plaatsen aan het KA-

complex. Vervolgens wordt het grondmonster gewassen en geschud met een bekende hoeveelheid van een $MgSO_4$ oplossing. De $MgSO_4$ concentratie is nauwkeurig bepaald. De Mg-ionen nemen de plaatsen van de Ba-ionen aan het KA-complex in. Door de overgebleven Mg concentratie in de oplossing te bepalen is de totale KA-capaciteit van de grondmonsters te berekenen. De KA-capaciteit wordt uitgedrukt in milliequivalenten(meq) per 100gr. droge grond.

De KA-capaciteit van de niet organische fractie. De organische fractie werd uit de bodemmonsters verwijderd m.b.v. H_2O_2 (methode lab. plt. oecl. Haren). Vervolgens is de KA-capaciteit van de niet organische fractie bepaald volgens de methode van Bascomb.

Het huminezuurgehalte. Bepaald volgens een methode ontwikkeld door v.Dijk(1965). Als extractiemiddel is een 0.1N NaOH oplossing gebruikt.

De KA-capaciteit van de organische fractie. Dit is bepaald, door de KA-capaciteit van de niet organische fractie van de KA-capaciteit van de gedroogde monsters af te trekken. De op deze wijze gevonden waarden zijn omgerekend naar meq per 100gr. organische stof. Hierbij is verondersteld, dat er geen interacties tussen humus en lutum plaatsvinden, op grond van het geringe lutumgehalte van de bodems.

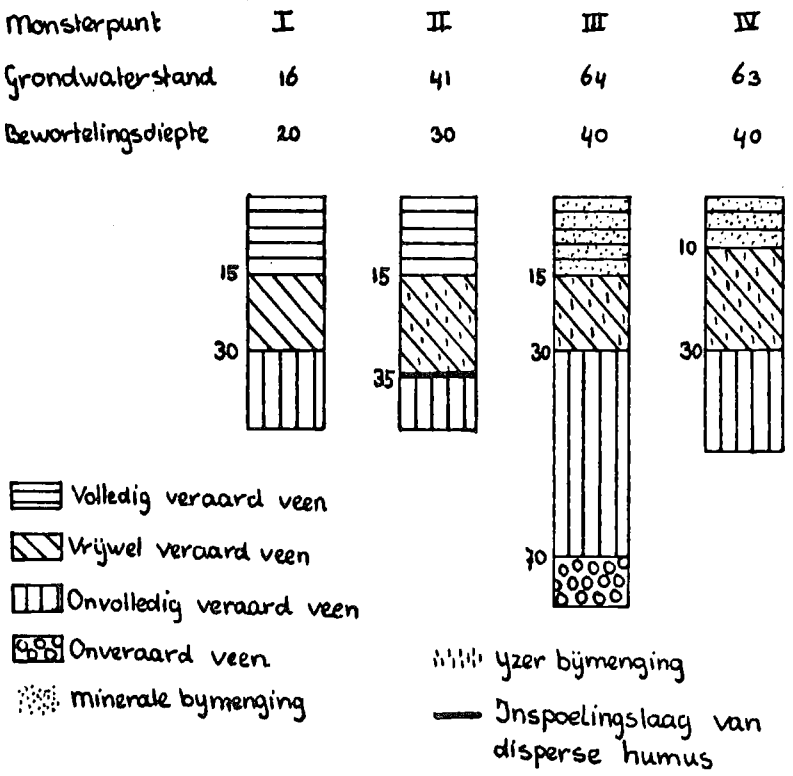
Afgifte van kationen door de bodem. Voor deze bepaling zijn de gedroogde en gemalen (filter 1mm.) bodemmonsters gedurende 2 uur geschud met gedestilleerd water (1gr. grond/50ml.). Vervolgens zijn m.b.v. een atomaire-adsorptiespectrofotometer de concentraties van Ca, Mg, Na, K in het filtraat bepaald. Het totaal aanwezige stikstof in de oplossing is volgens de Kjeldahl-methode bepaald. Bij deze analyses is gedestilleerd water als blanco gebruikt.

Het percentage basenverzadiging. Schroeder(1978) beschrijft een lineair verband tussen de pH van de bodem en het percentage basenverzadiging. Op basis van deze relatie is het percentage basenverzadiging benaderd, uit de gevonden pH(KCL) waarden (Schroeder 1978, blz. 74).

3. Beschrijving van de monsterpunten

Van de monsterpunten uit het droge en het natte gebied zijn de profielschetsen weergegeven in figuur III-3. Hierbij staan tevens de grondwaterstanden tijdens de bemonstering en de bewortelingsdiepten vermeld.
Bij de monsterpunten III en IV is een zanddek opgebracht. Dieper dan ca. 70cm. komt onveraard veen voor. Dit rauwveen bestaat uit zeggeveen en broekveen. Er komen tevens veenblazen voor, wat op een groot zeggeveen-verbond duidt. Deze profielen zijn te klassificeren als madeveengronden,

met een zanddek.
Bij de monsterpunten I en II is de bodem veraard. Bij monsterpunt II is in de laag 20-30cm. veel ijzer gevonden. Deze profielen zijn eveneens als madeveengronden te klassificeren. Voor een uitgebreide beschrijving van de bodem van het perceel Anderen wordt verwezen naar Schipper en v.d.Windt(1980).



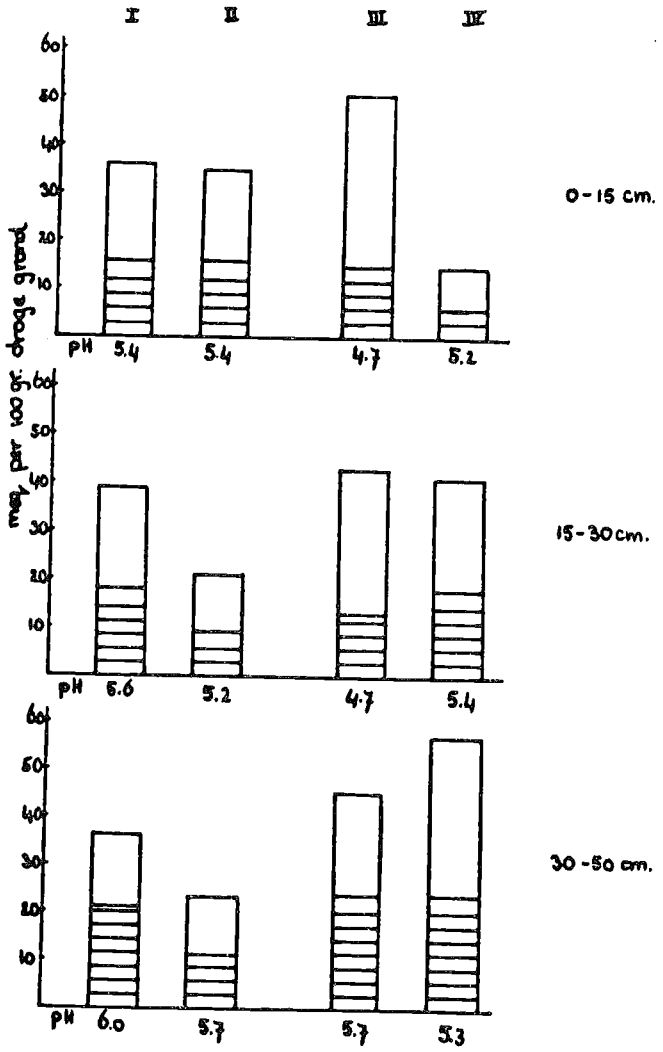
Figuur III-3. Bodemprofielen van de monsterpunten
uit gebied 1 (Nat): I en II
gebied 2 (Droog): III en IV

Een exacte profielbeschrijving van de monsterpunten uit het verkavelde gebied kon niet gemaakt worden. Het profiel is zeer heterogeen en verschilt van monsterpunt tot monsterpunt. Over het algemeen kan gezegd worden, dat de bodem venig is met minerale bijmenging. Plaatselijk is door het diepploegen rauwveen naar boven gehaald. Er is -maar slechts in geringe mate- ook leem, vivianiet en gereduceerd zand gevonden.
De bewortelingsdiepte varieerde van 40-50cm.. De grondwaterstanden waren op het tijdstip van monstering op de monsterpunten A,B,C en D respektievelijk 48, 40, 46 en 60cm. beneden maaiveld.

4. Resultaten

4.1 De KA-capaciteit van de gedroogde grond

In tabel III-5 in de bijlage zijn de resultaten van de KA-capaciteit van gedroogde grond, de pH(KCL) bepalingen en de berekende basenverzadiging van alle monsterpunten weergegeven.
De KA-capaciteit van de monsterpunten uit gebied 1(Nat) varieert van 21 tot 39meq per 100 gr. gedroogde grond. Er is geen toe of afname in diepere lagen aangetoond. De pH(KCL) varieert van 5.2 tot 6.0 en neemt toe in de diepere lagen. D.w.z. dat de pH(KCL) in de bovenste lagen van het profiel lager is dan in de onderste lagen.(zie ook figuur III-4).



Figuur III-4. De KA-capaciteit, basenverzadiging en pH(KCL)van de monsterpunten:
I en II gebied 1(Nat)
III en IV gebied 2(Droog)

De KA-capaciteit van de monsterpunten uit gebied 2(Droog) varieert van 15-57meq per 100gr. gedroogde grond. Bij monsterpunt IV is een toename in de diepere lagen geconstateerd, bij monsterpunt III niet.
Monsterpunt IV (0-15cm.) vertoont in vergelijking met de andere monsterpunten uit gebied 2 een lage KA-capaciteit. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het lage percentage organische stof (opgebracht zanddek). Laten we dit monster buiten beschouwing, dan varieert de KA-capaciteit in gebied 2 van 41-57meq.
De pH(KCL) varieert van 4.7 tot 5.7 en neemt toe in de diepere lagen.
Bij vergelijking van de KA-capaciteit van de monsterpunten uit de gebieden 1(Nat) en 2(Droog) blijkt, dat de monsterpunten uit gebied 1 een lagere KA-capaciteit vertonen dan de monsterpunten uit gebied 2. Zie ook figuur III-4.
De pH(KCL) van de monsterpunten uit gebied 1 is hoger dan de pH(KCL) van de monsterpunten uit gebied 2. Hierdoor is het percentage basenverzadiging van de monsterpunten uit gebied 1 hoger dan van de monsterpunten uit gebied 2. Als gevolg hiervan is het aantal meq basenverzadiging in gebied 1 vergelijkbaar met gebied 2 (zie tabel III-1 en tabel III-4 in de bijlage). Dit blijkt ook uit de afgifte van kationen door de bodem (paragraaf 4.5).

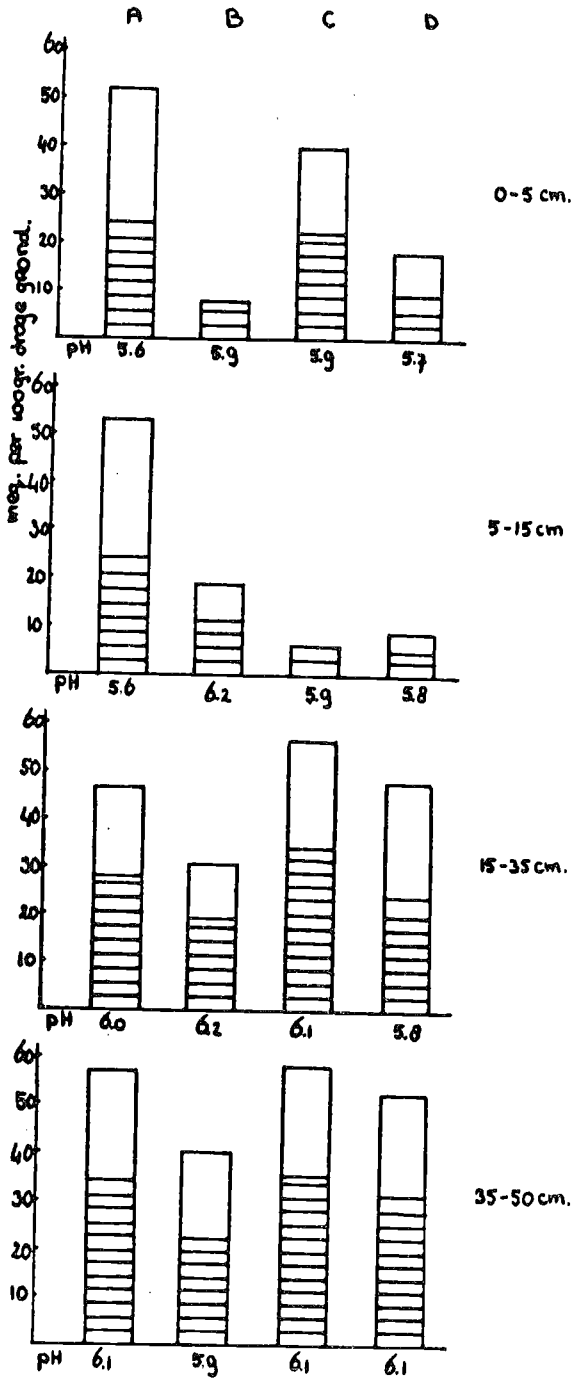
De totale hoeveelheid kationen, geadsorbeerd aan het KA-complex, is in de gebieden 1(Nat) en 2(Droog) vergelijkbaar.

laag cm.	gebied 1 Nat meq BV	gebied 2 Droog meq BV	gebied 3 Verkaveld meq BV
0-5			15
5-15	16	11	11
15-35	14	16	26
35-50	16	24	31

Tabel III-1. De gemiddelde BV(basenverzadiging) per laag.
in meq per 100gr. droge grond.

De KA-capaciteit van de monsterpunten uit gebied 3(verkaveld) varieert van 6-58meq per 100gr. gedroogde grond. Er komen grote verschillen in KA-capaciteit van de bovenste lagen tussen de monsterpunten onderling voor. Bijvoorbeeld de KA-capaciteit van de laag 5-15cm. varieert van 6 tot 53meq. Zie ook figuur III-5.
Er is een toename van de KA-capaciteit in de diepere lagen van de verschillende monsterpunten geconstateerd.

De pH(KCL) varieert van 5.6 tot 6.2 en neemt toe in de diepere lagen.
Door de grote onderlinge verschillen tussen de bovenste lagen van de monsterpunten uit gebied 3 is een vergelijking met de gebieden 1 en 2 niet mogelijk.
De KA-capaciteit van de lagen 15-35 en 35-50cm. is vergelijkbaar of hoger met de KA-capaciteit van deze lagen in gebied 2.
De pH(KCL) van de monsterpunten uit gebied 3 is hoger dan de pH(KCL) van de monsterpunten uit de gebieden 1 en 2. Het percentage basenverzadiging is dan ook hoger (tabel III-1).



Figuur III-5
KA-capaciteit, basenverzadiging en pH(KCL) van de monsterpunten A,B,C en D uit gebied 3(Verkaveld).

De hoeveelheid kationen, geadsorbeerd aan het KA-complex is in gebied 3(Verkaveld) hoger dan in de gebieden 1(Nat) en 2(Droog) voor wat betreft de lagen 15-35 en 35-50cm..

4.2 De KA-capaciteit van de niet organische fractie

Het aandeel van de niet organische fractie aan de KA-capaciteit van de bodem is zeer klein (tabel III-2).

laag cm.	m.p.A meq	m.p.D meq	m.p.IV meq
0-5	.0 ±.0	.0 ±.0	
5-15	2.0 ±.9	.0 ±.0	.0 ±.0
15-35	.0 ±.0	12.4 ±2.0	
35-50	.0 ±.0	1.6 ±0.3	

Tabel III-2. Kationen adsorptie capaciteit van de niet organische fractie.
meq per 100gr. droge grond
A en D monsterpunten uit gebied 3 (Verkaveld)
IV monsterpunt uit gebied 2(Droog).

Het aandeel van de niet organische fraktie aan de KA-capaciteit is kleiner dan de standaard deviatie van de totale KA-capaciteit van de bodem. Op grond hiervan is de KA-capaciteit van de niet organische fractie te verwaarlozen.

De KA-capaciteit van de bodem in gebied 3(Verkaveld) is geheel toe te schrijven aan de organische stof in die bodem.

Het monsterpunt D(15-35cm.) vormt hierop een uitzondering. Voor dit monster is bij de berekening van de KA-capaciteit van de organische stof rekening gehouden met de KA-capaciteit van de niet organische fractie.

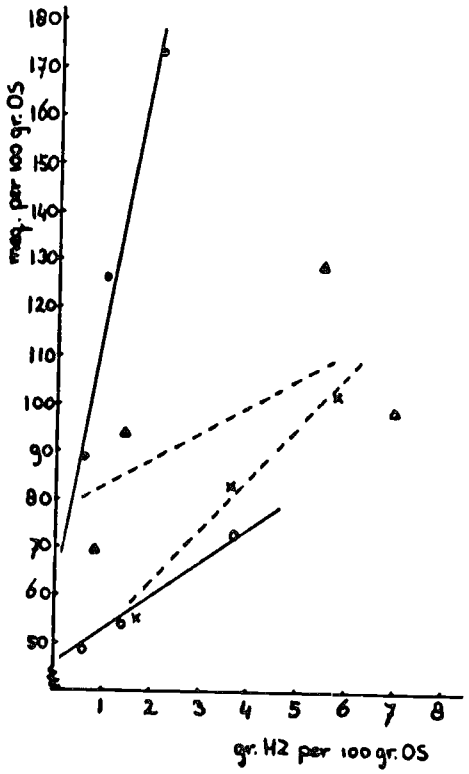
4.3 De KA-capaciteit en het gehalte huminezuren van de organische fractie

Wordt de KA-capaciteit van de monsters uitgedrukt als KA-capaciteit van de organische stof, dan blijkt dat de organische stof afkomstig uit gebied 1(Nat) een hogere KA-capaciteit vertoont dan de organische stof afkomstig uit gebied 2(Droog). Zie ook tabel III-6 in de bijlage. In deze tabel is het percentage organische stof, de KA-capaciteit van de organische stof en het percentage

huminezuren van de organische stof weergegeven.
De organische stof afkomstig uit gebied 1 bevat minder huminezuren dan de organische stof afkomstig uit gebied 2. Een kleine verhoging van het gehalte huminezuren in gebied 1 heeft een grotere verhoging van de KA-capaciteit tot gevolg dan eenzelfde verhoging van het huminezuur gehalte in gebied 2.

De KA-capaciteit van de huminezuren gevormd in gebied 1 (Nat) is hoger dan de KA-capaciteit van de huminezuren gevormd in gebied 2(Droog).

In figuur III-6 is het verband tussen de KA-capaciteit en het gehalte huminezuren van de organische stof weergegeven.



Figuur III-6
Het verband tussen de KA-capaciteit en het gehalte huminezuren van de organische stof.
● m.p. I gebied 1(Nat)
○ m.p. III gebied 2 (Droog)
× m.p. A △ m.p. D gebied 3 (Verkaveld).

In deze figuur zijn de regressielijnen voor de verschillende monsterpunten aangegeven:

m.p. I	: y= 53.2 x + 63.7	p= 0.98
m.p. III	: y= 6.9 x + 46.5	p= 0.98
m.p. A	: y= 10.7 x + 42.3	p= 0.97
m.p. D	: y= 5.5 x + 77.6	p= 0.68

De KA-capaciteit van de organische stof uit gebied 3(Verkaveld) is hoger dan die uit gebied 2(Droog) en lager dan die uit gebied 1(Nat).

De organische stof uit gebied 3(Verkaveld) bevat meer huminezuren dan de organische stof uit de gebieden 1(Nat) en 2(Droog) (tabelIII-5 in de bijlage)

De KA-capaciteit van de huminezuren gevormd in gebied 3(Verkaveld) is lager dan de KA-capaciteit van de huminezuren gevormd in gebied 1(Nat) en hoger dan de KA-capaciteit van de huminezuren gevormd in gebied 2(Droog).

Bij alle monsterpunten is een afname van het gehalte huminezuren van de organische stof binnen het profiel geconstateerd. Het verband tussen de KA-capaciteit van de organische stof en het gehalte huminezuren van de organische stof is rechtlijnig (betrouwbaarheid: p= 0.98; 0.98; 0.97; 0.68). Hieruit volgt dat de aard van de huminezuren uit de verschillende lagen binnen één monsterpunt gelijk is. De samenstelling en/of de vorm van voorkomen van de huminezuren verschilt tussen de gebieden 1, 2 en 3.
Uit de regressielijnen blijkt, dat de KA-capaciteit van de overige humuszuren laag is in vergelijking met de KA-capaciteit van de huminezuren. Namelijk als het percentage huminezuren nul is, is de KA-capaciteit van de overige humuszuren voor de monsterpunten I, III, A en D respektievelijk 63.7; 46.5; 42.3 en 77.6 meq per 100gr. organische stof.

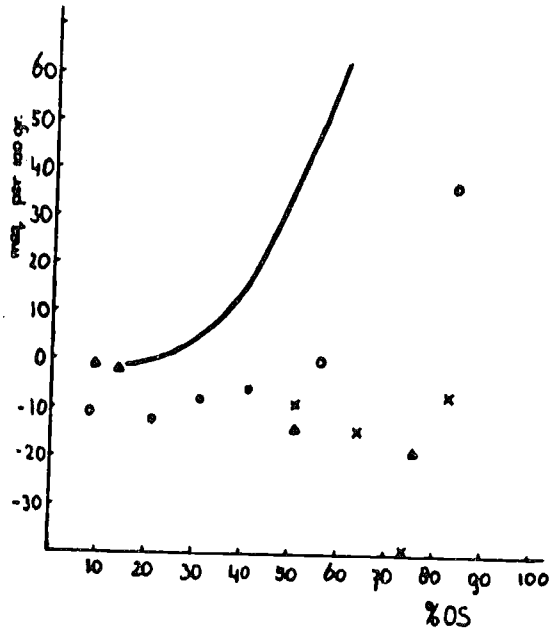
4.4 Invloed van drogen op de KA-capaciteit

Het vochtgehalte van de bovenste laag (0-5cm.) van de monsterpunten uit gebied 1(Nat) is hoger dan van de monsterpunten uit gebied 2(Droog). (Tabel III-7 in de bijlage). In de diepere lagen is geen verschil in vol.% water gevonden tussen de gebieden 1 en 2.

In figuur III-7 is het verband tussen het verschil in KA-capaciteit van veldvochtige en gedroogde grond en het percentage organische stof weergegeven. In deze figuur is tevens het verband dat Hooghoudt et al.(1960) tussen deze variabelen vond weergegeven.

De monsters uit gebied 1(Nat) vertonen geen afname van de KA-capaciteit door drogen. De KA-capaciteit van de gedroogde monsters is hoger dan die van de veldvochtige monsters. Dit effekt neemt af bij toename van het percentage organische stof.
De veldvochtige monsters uit gebied 2(Droog) vertonen bij een laag percentage organische stof een lagere en bij een hoog percentage organische stof een hogere KA-capaciteit dan de gedroogde monsters.
De monsters uit de gebieden 1 en 2 vertonen eenzelfde verband tussen KA-capaciteit van veldvochtige minus de KA-capaciteit van gedroogde grond en het percentage organische stof als Hooghoudt et al.(1960). De gevonden

waarden liggen echter op een lager niveau. Dit kan Veroorzaakt zijn door een verschil in methode.



Figuur III-7.
Het verschil in KA-capaciteit van veldvochtige en gedroogde grond.
• m.p. I gebied 1(Nat)
o m.p. IV gebied 2 (Droog)
x m.p. A ▲ m.p. D gebied 3(Verkaveld)
Hooghoudt 1960.

Hooghoudt et al.(1960) vond eveneens negatieve waarden voor het verschil in KA-capaciteit van veldvochtige en gedroogde grond. Hij verklaart deze negatieve waarden door onnauwkeurigheid van de bepalingen. De afname van de KA-capaciteit door het drogen is volgens Hooghoudt een gevolg van sterke krimp van de organische stof. Hierdoor wordt een deel van de ionbindende functies in de veendeeltjes onbereikbaar voor vocht en uitwisselbare kationen. Dit effekt treedt op als het percentage organische stof hoger dan 40% is.
Uit figuur III-7 is een dergelijke grens voor de monsters uit de gebieden 1 en 2 af te leiden bij ± 60% organische stof. De monsters uit de gebieden 1 en 2 reageren hetzelfde op drogen ondanks de verschillen in vol% vocht. In beide gebieden is de organische stof aan dezelfde mate van krimp onderhevig.

Het drogen van de monsters uit de gebieden 1(Nat) en 2(Droog) heeft een verlaging van de KA-capaciteit tot gevolg als het percentage organische stof hoger is dan ca. 60%.

De monsters uit gebied 3(Verkaveld) vertonen een lichte toename van de KA-capaciteit als gevolg van drogen. Ook bij de monsters met een hoog percentage organische stof (> 60%) is de KA-capaciteit van de veldvochtige monsters niet groter dan van de gedroogde monsters.

Het drogen van de monsters uit gebied 3(Verkaveld) heeft geen negatieve invloed op de KA-capaciteit.

4.5 Afgifte van kationen door de bodem

De gemiddelde afgifte van kationen(metaalionen) door de bodem is in gebied 1(Nat) hoger dan in gebied 2(Droog). De verschillen zijn klein: gebied 1, gem. 2.22meq per laag; gebied 2, gem. 1.82meq per laag. Dit resultaat is in overeenstemming met het aantal meq basenverzadiging, wat voor de gebieden 1 en 2 vergelijkbaar is (zie ook paragraaf 4.1).
Er is een verschil gevonden in de mate van afgifte van de verschillende kationen (tabel III-3). Uit deze tabel blijkt, dat er in gebied 1(Nat) meer Ca en Mg en minder Na,K en NH_4 afgegeven wordt dan door de bodem uit gebied 2(Droog). Zie ook tabel III-8 in de bijlage.

	Ca	Mg	Na	K	NH_4	totaal(meq)
m.p. I	54	5	5	2	34	2.22
m.p. IV	39.5	2	9	6.5	43	1.82
m.p. A	60	6	4	2	28	4.61
m.p. D	41	5	9	9	36	3.22

Tabel III-3. Afgifte van kationen door de bodem gemiddeld per laag.
in percentages van de totale afgifte per laag.
I gebied 1(Nat); IV gebied 2(Droog)
A en D gebied 3(Verkaveld).

De kationen, gebonden aan het KA-complex zijn in evenwicht met de kationen in de bodemoplossing. Deze resultaten geven dan ook de verhoudingen weer, waarin de verschillende kationen aan het KA-complex gebonden zijn.

In gebied 1(Nat) wordt meer Ca en Mg en minder Na, K enNH_4 aan het KA-complex gebonden dan in gebied 2(Droog).

De monsters uit gebied 3(Verkaveld) vertonen onderling variatie, vooral voor wat betreft de kationen Ca, Na en K. De totale afgifte is hoger dan in de gebieden 1 en 2. Dit is in overeenstemming met de hogere basenverzadiging in dit gebied (zie ook 4.1).
De afgifte van Mg en NH_4 is vergelijkbaar met de afgifte van Mg en NH_4 in gebied 1. De afgifte van Ca, Na en K zijn voor wat betreft monsterpunt A vergelijkbaar met monsterpunt I en voor wat betreft monsterpunt D vergelijkbaar met monsterpunt IV.

In gebied 3(Verkaveld) is de hoeveelheid kationen, geadsorbeerd aan het KA-complex hoger dan in de gebieden 1(Nat) en 2(Droog). De mate waarin de verschillende kationen aan het KA-complex geadsorbeerd zijn is variabel.

5. Diskussie

De KA-capaciteit is in gebied 2(Droog) hoger dan in gebied 1(Nat). Dit resultaat is een gevolg van de verhoogde humificatie in gebied 2(Droog). Bij humificatie worden humuszuren gevormd, waardoor de KA-capaciteit toeneemt. Hierbij stijgt de H-ionen concentratie, waardoor de pH daalt. Uit de resultaten blijken deze processen in gebied 2(Droog) in hogere mate te verlopen dan in gebied 1(Nat). Het huminezuur gehalte in gebied 2(Droog) is hoger, de pH lager in vergelijking met gebied 1(Nat).
Hoewel er in gebied 2(Droog) meer huminezuren gevormd worden, is de KA-capaciteit van deze huminezuren lager dan in gebied 1 (Nat). Voor dit verschil zijn twee oorzaken aan te wijzen.
Ten eerste zijn de omstandigheden waaronder de huminezuren gevormd worden in beide gebieden verschillend. De pH, vocht- en zuurstofgehalte beïnvloeden de bodemfauna en -flora. Hierdoor kunnen er in gebied 2(Droog) huminezuren gevormd worden, die anders van samenstelling zijn dan de huminezuren in gebied 1(Nat). De KA-capaciteit van deze huminezuren kan lager zijn.
Ten tweede is er in gebied 2(Droog) een sterkere krimp van de veenbodem opgetreden dan in gebied 1(Nat) (Schippers en v.d.Windt,1980).
Door krimp van de organische stof wordt een deel van de ionbindende functies in de veendeeltjes onbereikbaar voor vocht en uitwisselbare kationen. De KA-capaciteit van de huminezuren neemt hierdoor af(Hooghoudt et al.1960).
Uit het bovenstaande volgt, dat de toename van de KA-capaciteit in gebied 2(Droog), gedeeltelijk teniet wordt gedaan door ofwel de samenstelling van de huminezuren, ofwel door krimp van de huminezuren ofwel door beide.

Uit de resultaten blijkt, dat de invloed van drogen op de KA-capaciteit van de bodem alleen dan van belang is, als het percentage organische stof hoger is dan 60 procent.

Er bestaat een rechtlijnig verband tussen de KA-capaciteit van de organische stof en het gehalte huminezuren van de organische stof. D.w. z. dat de huminezuren uit de verschillende lagen binnen één profiel dezelfde KA-capaciteit bezitten. Dit zou niet het geval zijn als de bovenste lagen t.o.v. de onderste lagen sterk ingedroogd zouden zijn.

Op grond van het bovenstaande zijn de verschillen in KA-capaciteit van de huminezuren uit de gebieden 1(Nat) en 2(Droog) toe te schrijven aan verschillen in samenstelling van die huminezuren.
Nader onderzoek is nodig om na te gaan, om wat voor verschillen in samenstelling het hier gaat.

In de literatuur wordt, voor bodems met een hoog percentage organische stof een KA-capaciteit van 150-250meq per 100gr. organische stof opgegeven(Scheffer en Schachtschabel 1966).
De onderzochte bodems vertonen een KA-capaciteit die over het algemeen lager is dan 150meq. De oorzaak hiervan kan liggen in het feit, dat de grondwaterstand vroeger lager geweest is, waardoor er krimp van de organische stof is opgetreden in het gehele gebied(Vos, 1975).

Uit de resultaten blijkt dat het aantal meq basenverzadiging in gebied 2(Droog) vergelijkbaar is met gebied 1(Nat). Dit wordt bevestigd door de vergelijkbare hoeveelheden kationen, die door de bodems afgegeven worden, in meq.
De verhouding , van de afgifte, tussen éénwaardige en tweewaardige kationen verschilt. In gebied 2(Droog) wordt meer Na, K en NH_4 en minder Ca en Mg afgegeven dan in gebied 1(Nat). Dit resultaat kan het gevolg zijn van verschillen in waterhuishouding tussen beide gebieden.
In gebied 2(Droog) wordt het grondwater afgevoerd door de parallelleiding. Het grondwaterpeil is gedaald, sinds de parallelleiding gegraven is. De bodem wordt als gevolg hiervan vnl. met regenwater gevoed.
In gebied 1(Nat) wordt de bodem ook door regenwater gevoed, maar tevens door diepgrondwater. Er vindt menging van regenwater met diepgrondwater plaats. Regenwater heeft een andere samenstelling dan diepgrondwater. Er is meer Na en K en minder Ca en Mg aanwezig (zie ook deel II).
Omdat de kationen, gebonden aan het KA-complex, in evenwicht zijn met de kationen in de bodemoplossing verandert in gebied 2(Droog) de verhouding waarin de verschillende kationen aan het KA-complex gebonden zijn.
Het hogere aanbod van NH_4 in gebied 2(Droog) is een gevolg van de verhoogde mineralisatie. De verhoging van de mineralisatie in gebied 2(Droog) wordt vermeld in 'Oecologische gevolgen van de ruilverkavelingen Rolde en Anloo' (Gerretsen en Smits, 1981).

Konkluderend kan gezegd worden dat, op grond van de resultaten, door ontwatering van de veenbodem van perceel Anderen:
- De KA-capaciteit van de bodem toeneemt
- Het totale aanbod van kationen aan de vegetatie niet toeneemt
- De samenstelling van het aanbod van kationen verandert, in die zin, dat er een verschuiving optreedt naar de éénwaardige kationen.
- De samenstelling van de gevormde huminezuren anders is.

De bodem van gebied 3(Verkaveld) is aan sterke humificatie onderhevig. Dit blijkt uit het hoge gehalte huminezuren.
De KA-capaciteit is, vooral in de lagen 15-35 en 35-50cm. hoger dan in gebied 2(Droog), dit geldt ook voor het percentage basenverzadiging.
Het percentage basenverzadiging neemt niet af zoals in gebied 2(Droog), doordat de pH niet daalt. Dit is een gevolg van de kalkbemesting die de boer toepast om verzuring van de bodem tegen te gaan. Hierdoor is het aanbod van kationen aan de vegetatie in het verkavelde gebied wel hoger dan in gebied 1(Nat).
De KA-capaciteit van de huminezuren in gebied 3(Verkaveld) is hoger dan in gebied 2(Droog) en lager dan in gebied 1(Nat). Ook hier kan de samenstelling van de huminezuren een rol spelen.
Verdroging van de bodem speelt hier geen rol. Uit de resultaten blijkt, dat ook bij een percentage organische stof hoger dan 60 procent het drogen geen effekt heeft op de KA-capaciteit. Hieruit volgt, dat de bodem van gebied 3(Verkaveld) al geheel ingedroogd is.

De bezetting van het KA-complex varieert tussen de monsterpunten onderling. Dit is waarschijnlijk het gevolg van bemesting met kunstmest (en natuurlijke mest).
Hierdoor kunnen de concentraties van de kationen plaatselijk verschillen en als gevolg hiervan de bezetting van het KA-complex. De bezetting van het KA-complex zal sterk afhangen van de hoeveelheid en samenstelling van de kunstmest en de regelmaat waarmee kunstmest gestrooid wordt.

Konkluderend kan gezegd worden dat, op grond van de resultaten, door ontwatering en diepploegen van de veenbodem:
- Er plaatselijk verschillen ontstaan in de KA-capaciteit van de bodem
- De KA-capaciteit van de bodem toeneemt
- Het aanbod van kationen aan de vegetatie verhoogd wordt indien er kalkbemesting plaatsvindt
- De samenstelling van het aanbod van kationen voor de vegetatie afhankelijk is van de wijze waarop het perceel gebruikt wordt.

III C ZAKKING VAN HET MAAIVELD

1. Inleiding

Het perceel Anderen wordt sinds de in het najaar van 1975 gegraven parallelleiding gedeeltelijk ontwaterd (zie ook de algemene inleiding blz. 3). Het veenpakket varieert van 1.40mtr. tot meer dan 3.75mtr.(Schippers en v.d. Windt, 1980).
Na ontwatering van een veenbodem treedt in het algemeen zakking van het maaiveld op. Volgens Schothorst (1967) wordt de daling van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld gehalveerd als gevolg van zakking.
Verwacht kan worden dat het maaiveld van perceel Anderen met name langs de parallelleiding zal zakken.
Zakking is de resultante van inklinking, krimp, oxydatie en zetting.
Zetting is een grondmechanisch proces. Er treedt zakking op als gevolg van ophoging met grond of als gevolg van bebouwing. Op perceel Anderen heeft noch ophoging, noch bebouwing plaats gevonden. De component zetting speelt hier dan ook geen rol.
Inklinking is eveneens een grondmechanisch proces. Er treedt verdichting van het veenpakket op als gevolg van de toename van de bovenbelasting. Door ontwatering daalt de opwaartse druk van het grondwater, waardoor de bovenbelasting toeneemt. Klink treedt vooral op in de eerste jaren na ontwatering. Langs de parallelleiding is het grondwaterpeil gedaald. De laagste standen waren in 1977: 80-120cm. bm.; in 1980: 69-86cm. bm.. Terwijl op de rest van het perceel Anderen laagste grondwaterstanden van 50-70cm. bm. (1977); 51-54cm. bm. (1980) gemeten zijn. Als gevolg hiervan zal in de strook langs de parallelleiding inklinking optreden.
Krimp is een fysisch proces. Er treedt verdichting van het veenpakket op als gevolg van indroging door vochtonttrekking van de vegetatie. In 1977 is in de bovenste lagen langs de parallelleiding een driemaal zo hoge I-graad (indrogings-graad) gemeten als elders op het perceel. D.w.z. dat er twee jaar na de ingreep al krimp opgetreden is. De droge zomer van 1976 heeft hiertoe bijgedragen. Krimp en met name irreversibele krimp treedt vooral op na lange droogte periodes.
Oxydatie is een biochemisch proces. Als gevolg van een betere luchthuishouding wordt de activiteit van bacteriën verhoogd. De organische stof wordt geoxideerd waardoor er materiaal verdwijnt. Oxydatie is een continu verlopend proces. Zowel in 1977 als in 1979 is een verhoogde mineralisatie langs de parallelleiding aangetoond (Gerritsen en Smit, 1981; Schipper en v.d.Windt, 1980; Schothorst, 1967,1976).

In september 1977 is een hoogtekaart gemaakt van het perceel Anderen (Schipper en v.d.Windt, 1980).
Hierdoor is het mogelijk na te gaan hoeveel het maaiveld totaal gezakt is in de periode 1977-1980.
Hierbij is de volgende vraagstelling gehanteerd:
- Wat is het gevolg van ontwatering met betrekking op de zakking van het maaiveld van perceel Anderen.

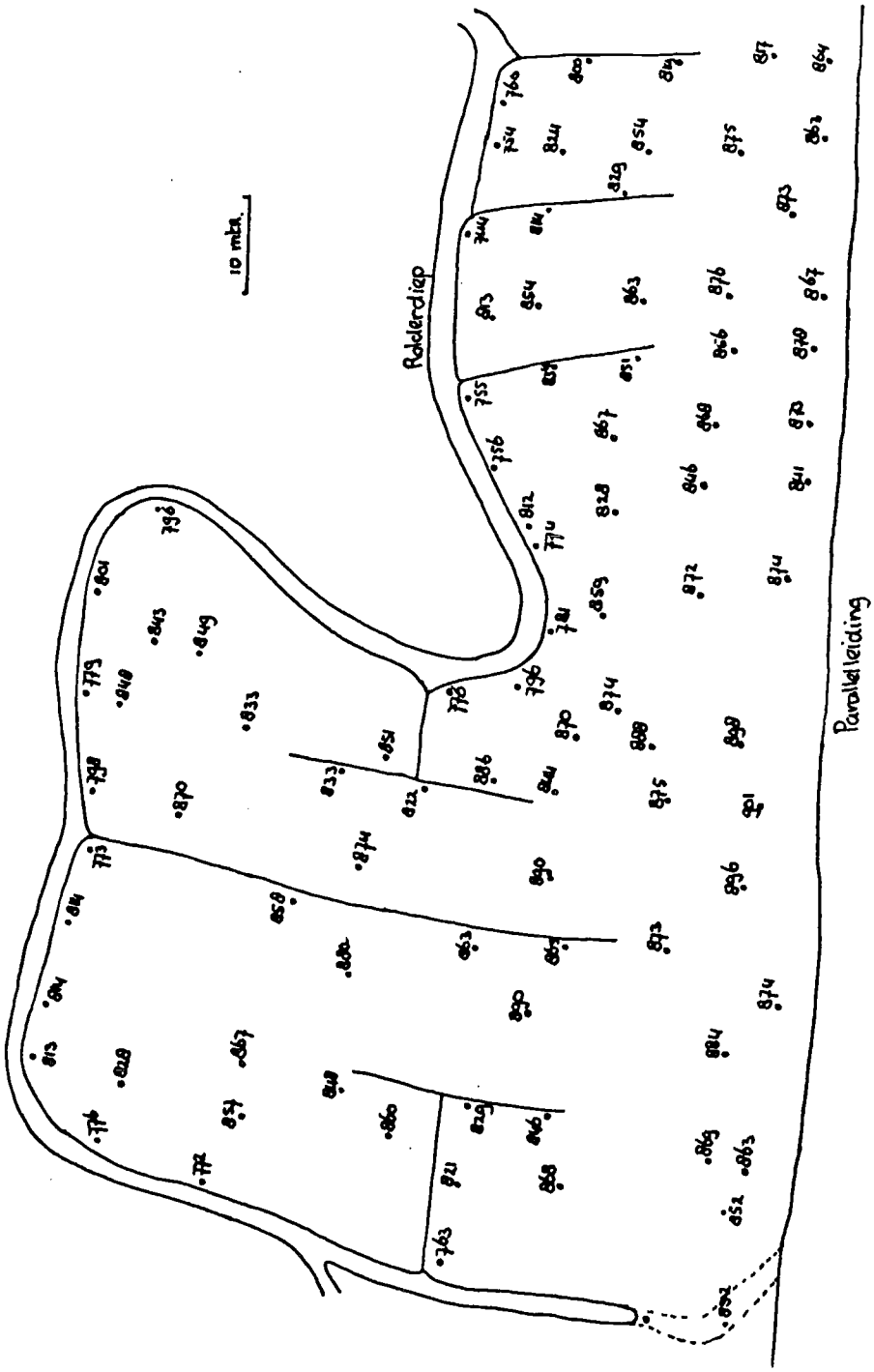
2. Methoden

Met behulp van landmeteraparatuur is in september 1980 een hoogtekaart van perceel Anderen gemaakt.
De stuw in de parallelleiding is als referentie gebruikt. Deze staat verankerd in de zandondergrond. De hoogte van de stuw t.o.v. NAP is bekend. Zodat de gemeten hoogten in NAP-waarden omgerekend konden worden.
Voor de bepaling van het volume-percentage water, het volume-percentage lucht en het volumegewicht zijn de monsters uit de monsterpunten I, II, III en IV gebruikt (fig. III-2). Het volumegewicht is het gewicht van 1 cc. veldvochtige grind na drogen bij 105°C.
Met behulp van een t-toets (α=0.05) is berekend of het maaiveld significant gezakt is t.o.v. 1977.

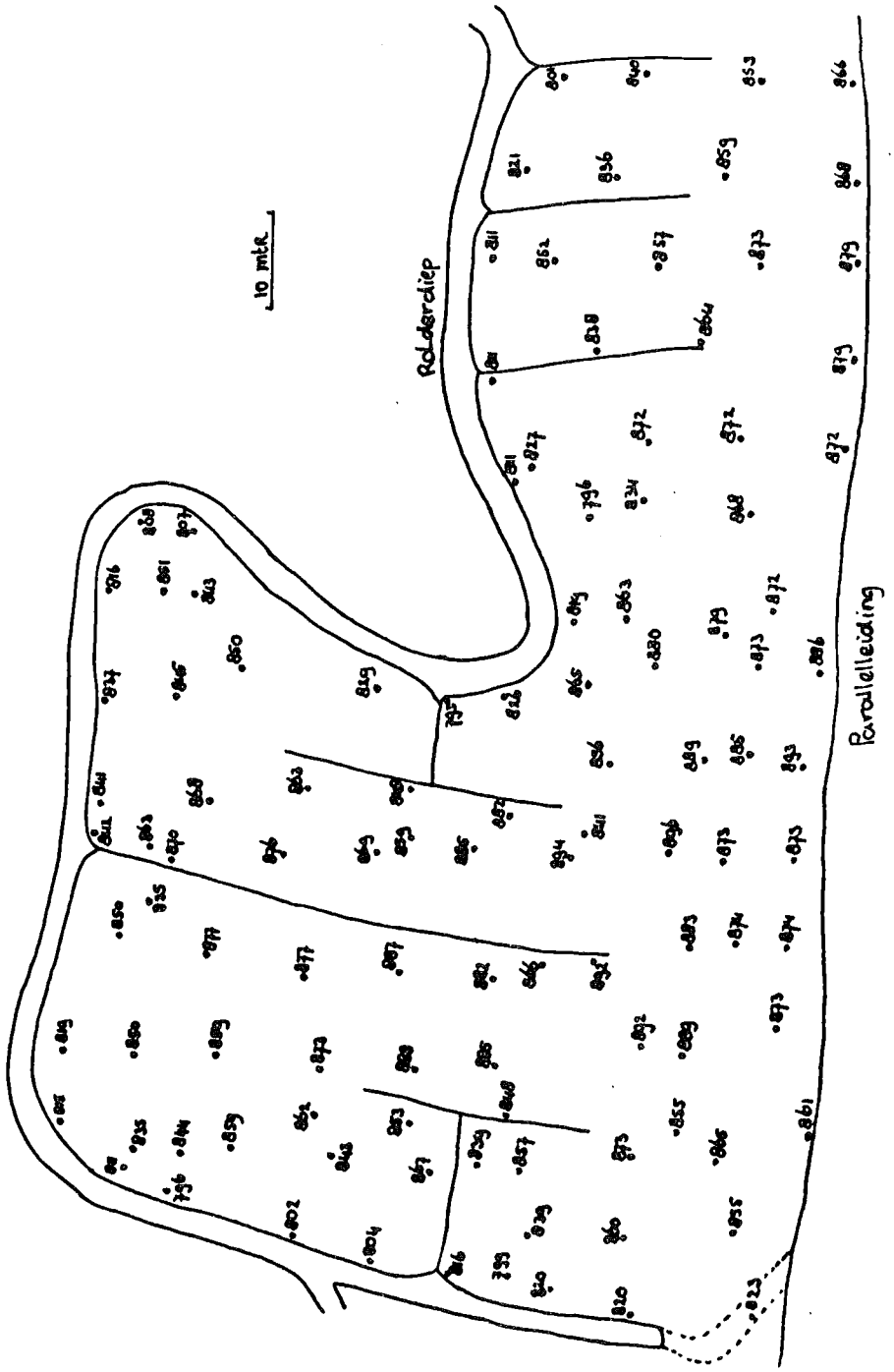
3. Resultaten

De hoogtekaarten uit 1977 en 1980 zijn weergegeven in respektievelijk figuur III-8 en III-9.
Uit de t-toets blijkt, dat het maaiveld in een strook van 20mtr. langs de parallelleiding niet significant lager is dan in 1977.
Echter het maaiveld in een strook van 10mtr. langs het Rolderdiep is in 1980 significant hoger dan in 1977.

Het volume-percentage water van de monsterpunten III en IV(langs de parallelleiding) is, in de bovenste lagen, lager dan van de monsterpunten I en II(langs het Rolderdiep). Zie ook tabel III-4. Dieper dan 35cm. is het volume-percentage tussen de droge (III en IV) en natte (I en II) plaatsen vergelijkbaar.
Het volume-percentage lucht is op de droge plaatsen tweemaal zo hoog als op de natte plaatsen.
Er is zowel op de natte als op de droge plaatsen een afname van het volume-percentage lucht in het profiel gevonden.
Het volumegewicht is op de natte plaatsen hoger dan op de droge plaatsen. De afname van het volumegewicht in het profiel is gering: maximale afname van 0.09. Op de droge plaatsen is deze afname groter: maximale afname van 0.91.



Figuur III-8. Hoogtekaart perceel Anderen 1977
hoogtes in cm. boven NAP.



Figuur III-9. Hoogtekaart perceel Anderen 1980
hoogtes in cm. boven NAP.

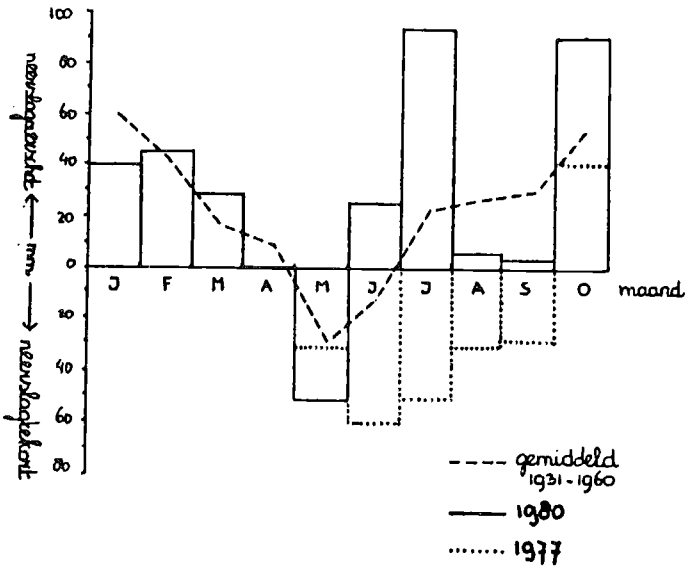
Laag	0-15		15-35		35-45	
m.p.	I	II	I	II	I	II
Vol.% water	69	51	76	60	80	73
Vol.% lucht	10	21	8	9	8	7
Vol. gew.	.54	.63	.40	.76	.42	.54
Laag	0-15		15-35		35-45	
m.p.	III	IV	III	IV	III	IV
Vol.% water	35	19	75	47	80	70
Vol.% lucht	16	34	18	13	15	17
Vol. gew.	.28	1.09	.27	.44	.14	.18

Tabel III-4. Het vol.% water, vol.% lucht en vol. gew. van de monsterpunten
I en II gebied 1(Nat)
III en IV gebied 2(Droog)
vol.% =volume-percentage
vol. gew. =volumegewicht.

4. Diskussie

De resultaten geven aan, dat oxydatie, inklinking en krimp langs de parallelleiding in hogere mate op kunnen treden dan op de natte plaatsen.
De grondwaterstanden zijn er lager, dit heeft inklinking tot gevolg. De doorluchting is er beter, dit heeft oxyatie van de organische stof tot gevolg. Het vochtgehalte is in de bovenste lagen lager, wat krimp tot gevolg heeft.
Dat er langs de parallelleiding meer inklinking en krimp plaatsgevonden heeft dan elders op het perceel blijkt uit de volume gewichten. Nml. langs de parallelleiding is het volumegewicht van de bovengrond hoger ten opzichte van de ondergrond.
Toch blijkt de strook langs de parallelleiding niet significant gezakt te zijn ten opzichte van 1977.
Oorzaak hiervan kan zijn, dat de meeste krimp en inklinking al vóór 1977 heeft plaatsgevonden.
Volgens Schothorst(1976) wordt de eerste twee jaar na de ontwatering al 50% van de totale zakking bereikt. Terwijl na 5 jaar het zakkingsproces zeer langzaam verloopt.
Er zijn geen gedetailleerde gegevens beschikbaar van vóór

1977 zodat het helaas niet mogelijk is dit voor het perceel Anderen na te gaan. De gevonden verschillen in krimp tussen de strook langs de pasallelleiding en de rest van het perceel in 1977 wijzen wel in deze richting.
De oxydatie is een continu proces, wat ook in de periode 1977-1980 plaatsgevonden heeft. Volgens Schothorst(1967) treedt in de eerste 5 jaar een zakking van 4cm. per jaar op bij een gemiddelde veendikte van 1.70mtr. en van 12cm. per jaar bij een gemiddelde veendikte van 3.60mtr. Op grond hiervan kan op perceel Anderen in de periode 1977-1980 een zakking van 12-36cm. te verwachten zijn.
Echter door seizoensinvloeden kan het maaiveld van een veengrond zonder kleidek 8cm. fluctueren(Schothorst,1979). In de zomer van 1980 was er een neerslagoverschot, terwijl er in de zomer van 1977 een neerslag tekort was(fig. III-10).



Figuur III-10. Gemiddelde neerslag overschot respektievelijk -tekort per maand in 1977 (·····) en 1980 (——).
gegevens weerstation Eelde.

Hierdoor zal in 1980 het veenpakket meer gezwollen zijn ten opzichte van 1977. Eventuele hoogteverschillen tussen beide jaren worden door deze weersinvloeden gedeeltelijk teniet gedaan.

Dat de strook langs de beek in 1980 significant hoger is

dan in 1977 kan een gevolg van het schonen van de beek zijn. Bij het schonen van de beek wordt het materiaal op de oeverwal geworpen, en blijft daar vervolgens liggen. Daarnaast wordt er plaatselijk op het perceel maaisel verbrand, wat enige ophoging tot gevolg kan hebben.

Konkluderend kan gezegd worden, dat hoewel inklinking, krimp en oxydatie langs de parallelleiding in hogere mate optreden dan elders op het perceel, er geen zakking van het maaiveld van perceel Anderen in de periode 1977-1980 aangetoond.
Waarschijnlijk heeft de meeste zakking in de eerste twee jaar na de ontwatering plaatsgevonden.
Door een langdurig neerslag overschot kan de zakking van het maaiveld tijdelijk teniet gedaan worden.

HOOFDSTUK IV

VEGETATIE

Dolf Logemann
in samenwerking met Ellen Reehorst

INHOUD VEGETATIE

IV A INLEIDING VEGETATIE 76

IV B VERANDERINGEN IN HET VEGETATIEPATROON 77

1. Inleiding 77
2. De vegetatie in 1976 (de uitgangssituatie) 77
3. Veranderingen in het vegetatiepatroon sinds 1976 81
3.1 Inleiding 81
3.2 Methode en definities 81
3.3 Het gekarteerde gedeelte 84
3.4 Resultaten 84
3.5 Konklusies 85

IV C VERANDERINGEN IN PRESENTIE EN BEDEKKING 88

1. Inleiding 88
1.1 Afmeting en aantal opnamen 88
1.2 Plaatskeuze 88
1.3 Methode van opnemen en verwerken 89
2. Indeling van opnamen in groepen 89
3. Beschrijving van hoofd- en subgroepen 92
3.1 Hoofdgroep A 92
3.2 Hoofdgroep B 93
3.3 Hoofdgroep C 94
3.4 Verschuivingen 96
4. Verandering van soorten 97
4.1 Definitie van 'verandering' 97
4.2 Verdwenen soorten 97
4.3 Nieuw verschenen soorten 99
4.4 Toe- of afname: kriteria 99
4.5 Afname van soorten 99
4.6 Toename van soorten 99
4.7 Niet-eenduidig veranderende soorten 102
5. Diskussie 103

IV D INDIKATIEGRAAD VAN VOCHT EN STIKSTOF 107

1. De vochtindikatie 107
1.1 Methode en definitie 107
1.2 Resultaten 107
1.3 Diskussie 109
2. De stikstof-indikatie 110
2.1 Methode 110
2.2 Verband N- en Vochtindikatie en N- en P-indikatie 110
2.3 Resultaten 111
2.4 Diskussie 112

IV E VERANDERINGEN IN DE DOTTERBLOEM-POPULATIE 114

1. Methode 114
2. Resultaten 114
2.1 De bedekking 114
2.2 Het aantal volwassen planten 116
2.3 Het aantal kiemplanten 116
3. Diskussie 116

IV A INLEIDING VEGETATIE

In dit deel worden de veranderingen in de vegetatie van het 'perceel Anderen' besproken. Daarmee proberen we,vijf seizoenen na de aanvang van de ontwatering, een uitspraak te doen over de gevolgen van een dergelijke ingreep op de vegetatie van aangrenzende vochtige en bloemrijke hooilanden.

Onze belangstelling is daarbij vooral uitgegaan naar:

a) veranderingen in het vegetatiepatroon na het graven van de ontwateringssloot;

b) de vraag welke soorten door de ingreep getroffen worden; en

c) welke veranderingen zich binnen een populatie voltrekken na een dergelijke ingreep. Als voorbeeld hiervoor is de Dotterbloem gekozen.

Deze aspekten worden in het navolgende verder uitgewerkt. Hiertoe hebben wij, in 1980, het perceel vegetatiekundig beschreven. Het aldus verzamelde materiaal hebben we daarna kunnen vergelijken met beschrijvingen uit de jaren 1976 en 1977 die ons ter beschikking stonden.

IV B VERANDERINGEN IN HET VEGETATIEPATROON

1. Inleiding

In paragraaf 2. wordt het patroon van de vegetatie op het perceel Anderen in 1976 beschreven. 1976 is het jaar waarin de ontwateringssloot gegraven is. Wij nemen aan dat de waarnemingen die in dat jaar gedaan zijn als uitgangssituatie kunnen gelden.
Vervolgens wordt in paragraaf 3. ingegaan op de veranderingen die zich in dit patroon na 1976 voorgedaan hebben.

2. De vegetatie in 1976 (de uitgangssituatie)

In 1976 werden door Grootjans in totaal op aspekt vijf vegetatietypen onderscheiden. Naar oppervlakte zijn daarbij vooralhet Dotterbloemtype, twee subtypen van het Witboltype en in iets mindere mate het Noordse Zeggetype en het Holpijptype van belang. Wel aanwezig, doch kwantitatief niet van belang was in 1976 het Fluitekruidtype.

Het Holpijptype (Equisetum fluviatile)

Dit type komt voor op de natste delen, i.c. de greppels van het perceel. Westhoff en den Held (1975) delen dit type, waarin het sporenplantje Holpijp domineert, in als sociatie van het Rietverbond.

Het Noordse Zeggetype (Carex aquatilis)

In dit type zijn, naast de Noordse Zeggede volgende soorten van belang: Snavelzegge, Kleine Watereppe en Grote Egelskop. Everts,Grootjans en de Vries (1980) delen dit type in bij het Verbond der Grote Zeggen en wel als sub-associatie van de associatie van Noordse Zegge. Het type is door Piet Schipper en Henny van der Windt (1980) het 'Carex aquatilis-Carex rostrata type' (type van Noordse Zegge en Snavelzegge) genoemd en gaat in 1976 en 1977 nog ruimtelijk over in het subtype van de 'Dotterbloemgemeenschap met Noordse Zegge' (zie aldaar).

Het Dotterbloemtype (Caltha palustris)

Het Dotterbloemtype bestaat uit een lage en vochtig/natte vegetatie die gekenmerkt wordt door het veelvuldig voorkomen van Dotterbloem en het regelmatig -doch minder talrijk- voorkomen van Echte Koekoeksbloem en Moerasvergeet-mij-nietje. Daarmee valt dit type goed in te delen in het Dotterbloemverbond (Everts, Grootjans en de Vries, 1980).

De volgende typen zijn op te vatten als subtypen hiervan:

het Dotterbloemtype met Grote Ratelaar: hierin is de Grote Ratelaar de aspektbepalende soort;

- het Dotterbloemtype met Noordse Zegge: dit type komt voor op de natste plekken van het perceel. De aspektbepalende soort is hier de Noordse Zegge.

Het Witboltype (Holcus lanatus)

Het gaat hier om een type waarin Echte Witbol, Beemdlangbloem en Ruw Beemdgras aspektbepalend zijn; deels ook Veldzuring. Grootjans onderscheidde in 1976 twee (sub)typen:

- het Beemdlangbloemtype: dit is een tamelijk open vegetatie die vooral gekenmerkt wordt door het gras Beemdlangbloem. Bovendien ontbreken hier Echte Koekoeksbloem en Moerasvergeet-mij-nietje. Dit type vormt ruimtelijk gezien een overgangstype van het Dotterbloemtype naar het volgende subtype:
- het Veldzuring/Witboltype: in dit wat drogere en dichtere type zijn met name Veldzuring en Witbol aspektbepalend.

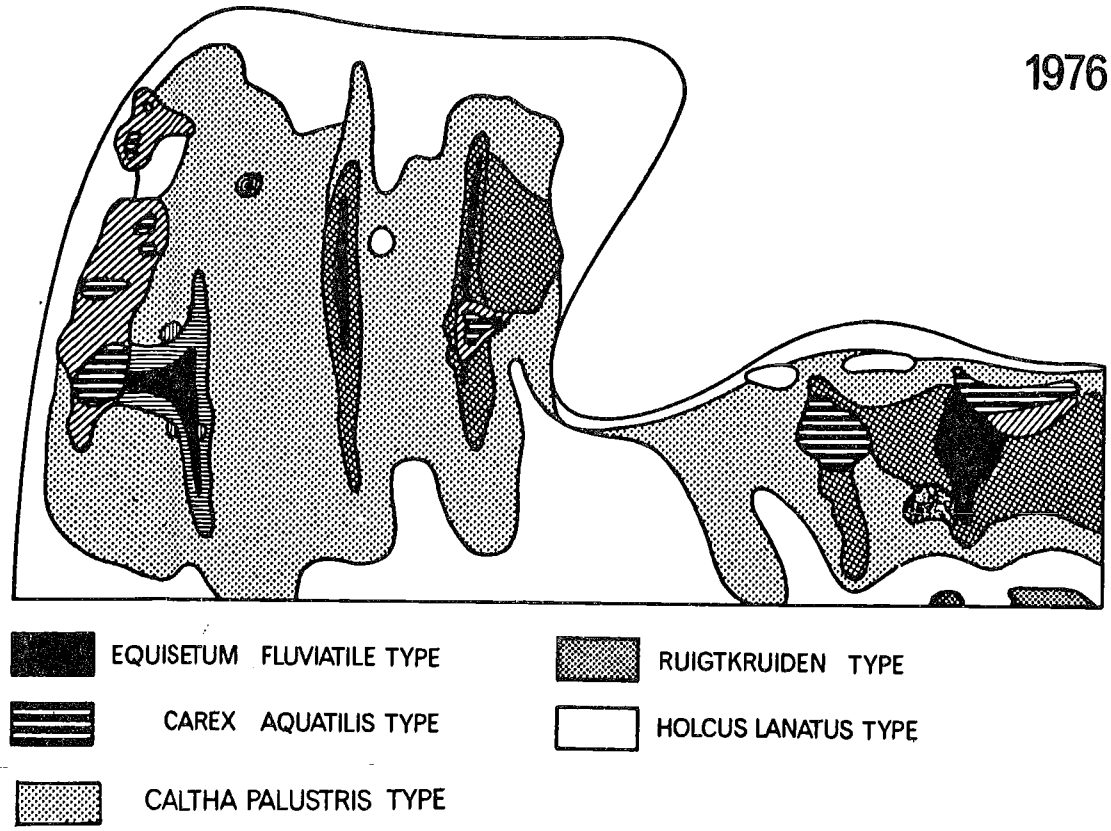
Het Fluitekruidtype (Ruigtkruiden type)

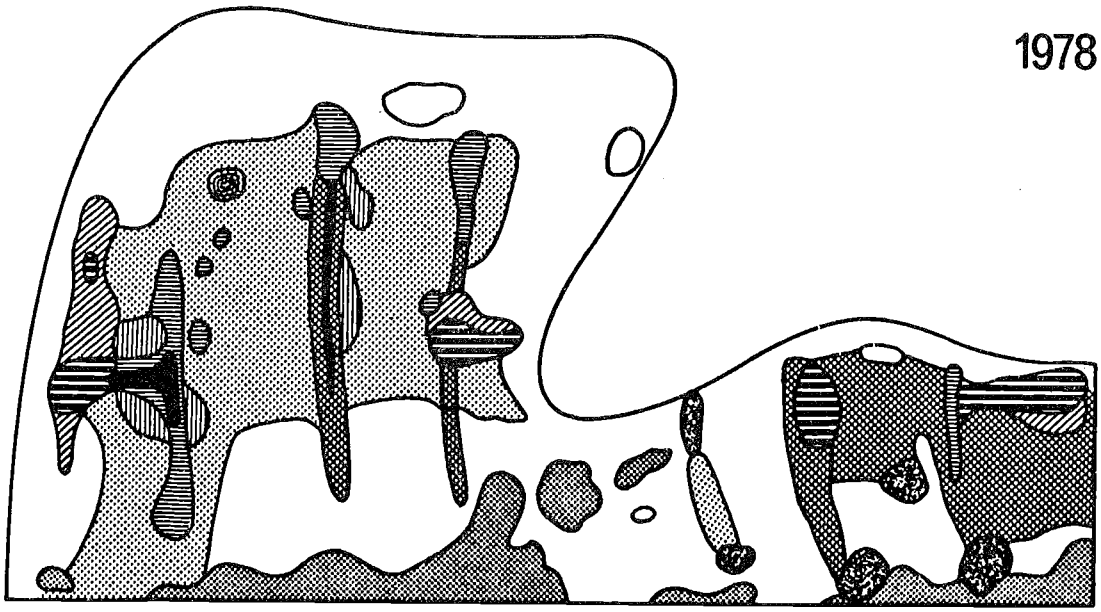
Hiertoe rekenen we twee stikstofminnende en sterk menselijk beïnvloedde vegetaties, namelijk:

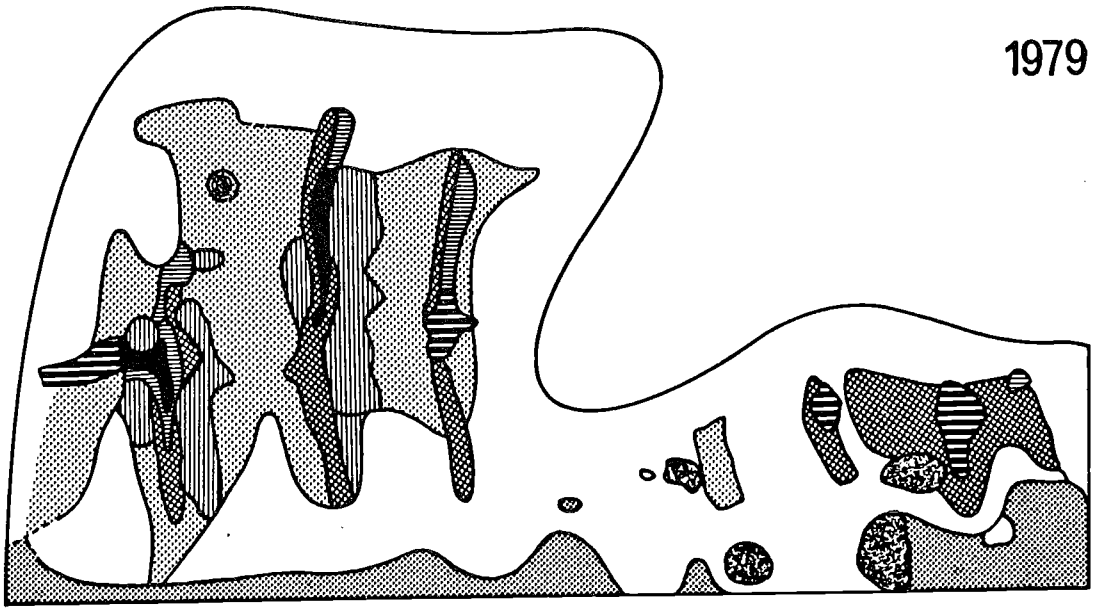
- een lage vegetatie van Vogelmuur, en
- een hoog opgaande vegetatie van Fluitekruid, Grote Brandnetel en Akkerdistel.

Klonen (Juncus acutiflorus , Phalaris arundinacea)

Naast deze typen komen nog klonen voor van Veldrus en van Rietgras, beide in 1976 met één kloon.


1976
EQUISETUM FLUVIATILE TYPE
CAREX AQUATILIS TYPE
CALTHA PALUSTRIS TYPE
RUIGTKRUIDEN TYPE
HOLCUS LANATUS TYPE


1978



RHINANTHUS SEROTINUS ASPEKT

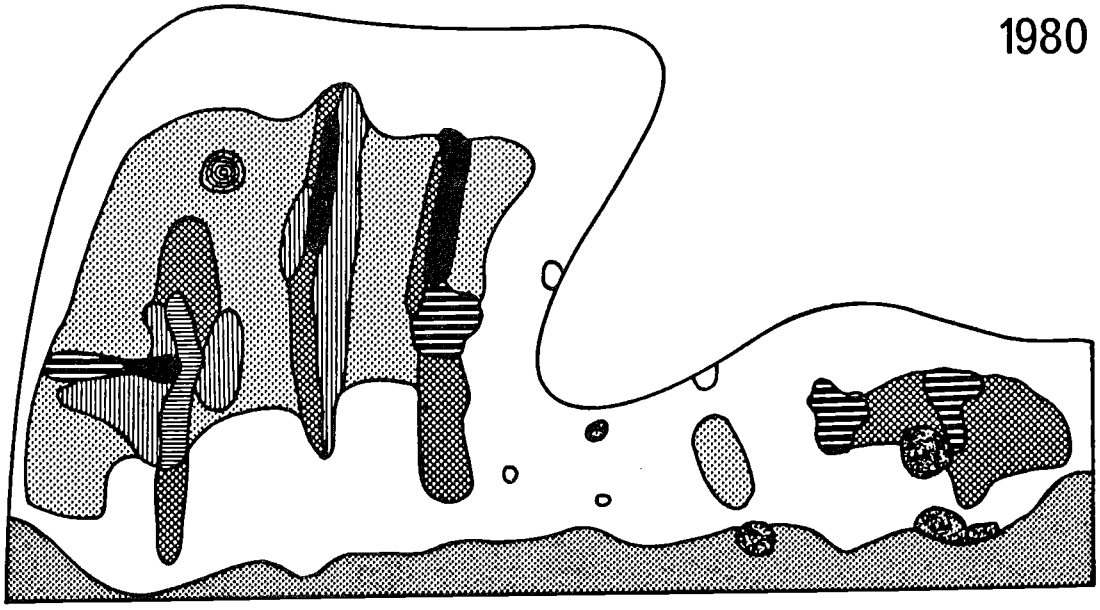
CAREX AQUATILIS FREQUENT

FILUPENDULA ULMARIA FREQUENT

JUNCUS EFFUSES FREQUENT

PHALARIS ARUNDINACEA FACIES

JUNCUS ACUTIFLORES FACIES



3. Veranderingen in het vegetatiepatroon sinds 1976

3.1 Inleiding

Een kwalitatieve vergelijking tussen de jaren 1976 en 1977 is reeds door Schipper & vd.Windt gemaakt in het kader van de projektgroep Ruilverkaveling I (1980).
Hun konklusie is dat de vegetatie sinds 1976 aan verandering onderhevig is geweest. Het leek hen toe dat soorten die hoge eisen aan het vochtgehalte stellen achteruit gegaan zijn of verdwenen waren en dat meer algemene graslandsoorten zich daarentegen uitgebreid hadden.

Hieronder gaan ook wij in op de veranderingen die er zich sinds 1976 voorgedaan hebben. Naast een beschrijving zullen we de wijzigingen ook cijfermatig pogen weer te geven. Hiervoor introduceren wij een tweetal termen: de 'grofkorreligheid van de vegetatiestruktuur' en de 'kompaktheid van een vegetatietype'.

3.2 Methode en definities

Volgens van Leeuwen (1966) is de grofkorreligheid in het terrein bepalend voor de diversiteit aan milieus op het terrein. De grofkorreligheid van de vegetatietypen kan weergegeven worden door de lengte van hun grenzen in verhouding tot de omtrek van het totale terrein (Smeets e.a, 1980). Deze verhouding is hierna omschreven als de'verhouding binnengrens-totale omtrek'.

De kompaktheid van de vegetatietypen is op te vatten als een maat voor de vorm en verdeeldheid, c.q. versnippering van elk type afzonderlijk en dus als een bijdrage aan het vegetatiepatroon op het terrein.

Bij de aanvang van het projekt stonden ons vegetatiekaartjes van het perceel Anderen ter beschikking, gemaakt door A.P. Grootjans en door leden van de projektgroepen Ruilverkaveling II en III. Deze kaartjes geven het vegetatiepatroon weer van de jaren 1976, 1978 en 1979. Zelf hebben wij deze serie aangevuld met een kaartje van 1980.
De vegetatiepatronen zijn in 1976 op basis van aspektbepalende soorten benoemd (Zie paragraaf 2. van dit hoofdstuk) en in het veld ingetekend. In de daarop volgende jaren is men van deze indeling uitgegaan.

In 1980 zijn aan de hand van dit kaartmateriaal voor het gehele perceel en/of voor elk vegetatietype apart de volgende maten bepaald:

1°-het oppervlak
De oppervlaktematen werden berekend met behulp van een zg. planimeter.

2°-de verhouding binnengrens - totale omtrek

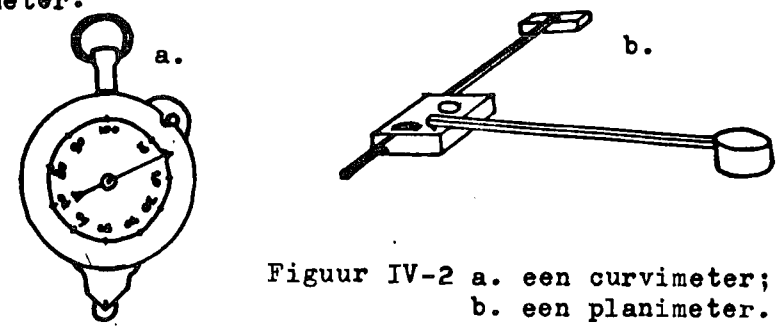
Deze verhouding wordt hier gedefiniëerd als:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} c_i}{C} ,$$

waarin $\sum_{i=1}^{n} c_i$ de som van de omtrekken van de afzonderlijke elementen uit het vegetatiepatroon (de 'binnengrens'),

en C de omtrek van het totale perceel is

De omtrekken zijn bepaald met behulp van een zg. curvimeter.



Figuur IV-2 a. een curvimeter;
b. een planimeter.

3°-een maat voor de kompaktheid van een vegetatietype

Deze maat is afgeleid van een beschrijving in Smeets e.a. (1980). Na aanpassing door ons is zij als volgt gedefinieerd:

$$\frac{2\sqrt{opp_i . \pi}}{c_i}$$ voor een vegetatietype i

en $$\frac{2\sqrt{opp_{tot} . \pi}}{C}$$ voor het gehele perceel.

In deze formule heeft een cirkel de waarde 1; afwijkende vormen hebben dienovereenkomstig een waarde lager dan 1.

	Holpijptype	N.Zegge-t	Dotterbl.t	Witboltype	Fluitekr.t
1976	159 m^2	207 m^2	4240 m^2	2272 m^2	56 m^2

Tabel IV-1 Oppervlakte van de vegetatietypen op het perceel 'Anderen' in de uitgangssituatie: 1976.

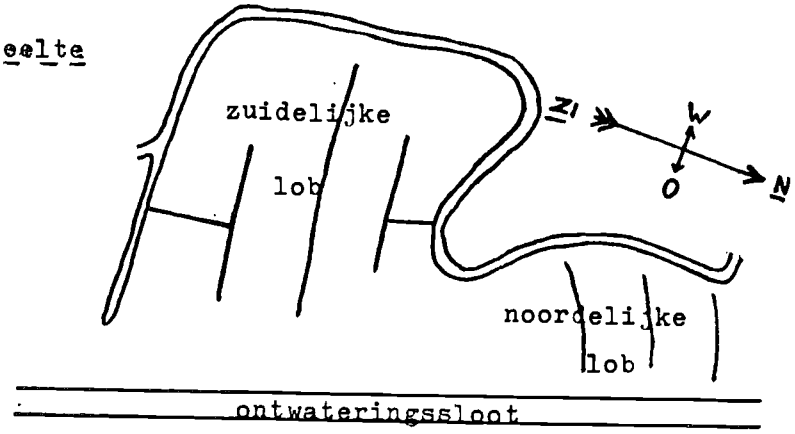
jaar / type	1976	1977	1978	1979	1980	95 % betrouwbaarheids-interval
Holpijptype	100*	?	25*	27	77	57.25 ± 30.54
Noordse Zeggetype	100	?	128*	60*	83	92.75 ± 23.47
Dotterbloemtype	100*	?	64	62	54	70.0 ± 16.76
Witboltype	100*	?	145	152	160	139.25 ± 22.01
Fluitekruidtype	100*	?	952	1061	1170	820.75 ±400.22
Rietgras (kloon)	100*	?	298	298	180	219.0 ± 79.35

Tabel IV-2 Relatieve oppervlakte van de vegetatietypen op het perceel 'Anderen' 1976-1980; 1976 = 100 procent.
* =signifikant afwijkend van het gemiddelde op nivo P≤5%.

jaar / type	1976	1978	1979	1980	95%-betrouwbaarheids-interval
Holpijptype	100	99	122*	103	106 ± 8.8462
Noordse Zeggetype	100	92	76*	80	86.75 ± 9.0492
Dotterbloemtype	100*	121*	112	113	111.525 ± 7.1108
Witboltype	100*	119	115	131*	116.25 ± 10.4750
Fluitekruidtype	100*	52*	56	101*	77.25 ± 22.0307

Tabel IV-3 Relatieve kompaktheid van de vegetatietypen op het perceel 'Anderen' 1976-1980; 1976 = 100 procent.
*= signifikant afwijkend van het gemiddelde op nivo P ≤5%.

3.3 Het gekarteerde gedeelte



Figuur IV-3
Het perceel 'Anderen': gebruikte benaming.

Bij het karteren is een strook van vijf meter langs de nieuwgegraven sloot (talud plus maaipad) niet beschreven.
Het resterende deel omvat 6980 vierkante meter.

3.4 Resultaten

de oppervlakte

Nauwkeurige gegevens van de oppervlakte van de diverse vegetatietypen zijn te vinden in de bijlagen: bldz. 17. Een vereenvoudigd overzicht in indexcijfers is te vinden in tabel IV-1 en tabel IV-2.

In oppervlakte afgenomen zijn het Holpijptype, het Noordse Zeggetype en het Dotterbloemtype. De beide eerstgenoemde typen lijken zich enigszins te herstellen.
Van het Witboltype en het Fluitekruidtype is het oppervlak sinds 1976 toegenomen. Vooral het laatste type, dat in 1976 nog nauwelijks op het perceel gevonden kon worden, heeft zich sindsdien sterk uitgebreid en vormt nu een brede band langs de ontwateringssloot.
Het Witboltype is -naar oppervlakte gerekend- het belangrijkste type in het terrein geworden.

de grofkorreligheid van het vegetatiepatroon

jaar	r
1976	5.01
1978	5.08
1979	5.13
1980	4.72*

Tabel IV-4
De verhouding binnengrens-totale omtrek, perceel 'Anderen'.

(95% betrouwbaarheids-interval: 4.985 ± 0.2192;
* signifikant op nivo P≤5 %)

In eerste instantie neemt de grofkorreligheid toe ten opzichte van de uitgangssituatie in 1976 (echter niet signifikant).
In 1980 is een signifikante reduktie merkbaar tot beneden het cijfer van 1976.

de kompaktheid van de vegetatietypen

De gegevens over de kompaktheid van de diverse vegetatietypen staan vermeld op bldz. 19 van de bijlagen. In tabel IV-3 volstaan we wederom met een weergave in indexcijfers.

Alleen het Noordse Zeggetype blijkt minder kompakt geworden te zijn; van de Dotterbloem- en de Witbolvegetatie is zij toegenomen. De kompaktheid van het Fluitekruidtype is in 1978 en 1979 zeer gering geweest. Op de interpretatie van het een en ander komen we terug in de volgende paragraaf.

3.5 Konklusie

Uit het onderzoek naar de grofkorreligheid van het terrein blijkt dat het perceel na 1976 homogener van samenstelling is geworden. De toename in de jaren 1978 en 1979 komt vrijwel geheel op rekening van de Witbol en de Fluitekruidvegetaties, die in die tijd hun grenzen sterk uitgebreid hebben. Nu deze typen zich steeds meer aaneensluiten neemt hun aandeel in deze verhouding weer af en lijkt de toestand zich te stabiliseren op een lager nivo dan in 1976. In totaal is de hoeveelheid grenzen tussen de vegetatietypen afgenomen.

Ook met betrekking tot de oppervlakte, vorm en versnippering van de diverse vegetatietypen zijn er aanzienlijke varanderingen te konstateren. Deze worden nu per vegetatietype besproken.

het Holpijptype

Aanvankelijk is het oppervlak van de Holpijp-vegetatie sterk afgenomen; in 1980 treedt echter enig herstel op. In 1978 en 1979 is Holpijp als aspektbepalende soort verdrongen geweest door Pitrus en planten uit het Dotterbloemverbond. Op de vegetatiekaartjes is dit derhalve aangegeven als een subtype van het Dotterbloemtype. Holpijp is echter in alle jaren als soort op deze plaatsen aanwezig geweest.
De vorm is door alle jaren heen min of meer gelijkelijk kompakt gebleven. Alleen 1979 springt er enigszins uit (kompakter). De vorm van het Holpijptype wordt sterk bepaald door de vorm van de natte greppels waarin het type voorkomt.

het Noordse Zeggetype

Dit vegetatietype is tussen 1976 en 1980 in oppervlakte afgenomen. De oppervlakte is in 1978 nog erg hoog, maar er is reden om aan te nemen dat hier een karteringsfout ingeslopen is. De kompaktheid is gestadig afgenomen: het type is langzaam teruggedrongen.
Veelzeggender is wellicht het verdwijnen van de tussenvariant van Dotterbloem en Noordse Zegge. Dit subtype van het Dotterbloemtype is na 1978 uit het terrein verdwenen. Het ging hierbij om 146 vierkante meter van dit subtype.

het Dotterbloemtype

De Dotterbloemvegetatie lijkt na vijf jaar ontwateren het sterkst getroffen te zijn. Het type is in die tijd met zeenveertig procent afgenomen, hetgeen overeenkomt met 1936 vierkante meter of één-kwart van het perceel. Daarvoor in de plaats vinden we nu voornamelijk een Witbolvegetatie.

De kompaktheid van het Dotterbloemtype is toegenomen. Het type is nu vooral gekonsentreerd op het midden van de zuidlob van het perceel; met name in de smalle noordlob heeft ze veel terrein verloren.
Binnen het Dotterbloemtype hebben zich ook veranderingen voorgedaan. Deze laten zich echter moeilijker kwantificeren. Zoals eerder gesteld is de overgangsvorm van Dotterbloemtype met Noordse Zegge na 1978 niet meer teruggevonden. Het in 1976 reeds schaars aanwezige subtype waarin naast Dotterbloem ook Grote Ratelaar aspektbepalend is heeft zich door de jaren heen aanzienlijk uitgebreid. Op die plaatsen waar de Holpijpvegetatie aan areaal moest inboeten kwam een Dotterbloemvegetatie met veel Snavel- en Gewone Zegge en Pitrus in de plaats.

het Witboltype

Het Witboltype heeft zich aanzienlijk weten uit te breiden. De grootste verandering vond plaats tussen 1976 en 1978, daarna is er nog maar een lichte vooruitgang gevolgd. Alhoewel Beemdlangbloem in dit vegetatietype nog steeds veelvuldig voorkomt is er geen sprake meer van een apart subtype, zoals in 1976, waarin deze soort aspektbepalend is.

Het Witboltype, dat voorheen vooral voorkwam op de oostrand van het terrein en langs oeverwal, is veel kompakter geworden: ze heeft haar bandvormig karakter verloren. Wat oppervlakte betreft is het Witboltype het belangrijkste vegetatietype van het perceel geworden.

het Fluitekruidtype

Procentueel is dit type van voornamelijk ruigtekruiden het meest vooruit gegaan, maar het was in 1976 dan ook maar zeer zwak vertegenwoordigd ($<$ 1 % van het perceel). Ook hier zien we de grootste verandering tussen 1976 en 1978, daarna was er nog slechts een gestadige vooruitgang.

De kompaktheid is in eerste instantie sterk afgenomen, maar in 1980 weer aanzienlijk toegenomen. Dit is echter goed voorstelbaar als we in het oog houden dat dit type zich vanuit enkele gekonsentreerde pollen uitgebreid heeft tot een tamelijk brede band langs de nieuwe ontwateringssloot. In 1980 sloot deze band zich steeds meer aaneen tot een ononderbroken vegetatie

Samenvattend kunnen we stellen dat de grootste veranderingen opgetreden zijn tussen 1976 en 1978, en dat er enigszins herstel is opgetreden in 1980 -en zoals we nu kunnen reeds kunnen zeggen in 1981-. Het herstel is tot nu toe echter onder het nivo van 1976 gebleven. Naar alle waarschijnlijkheid is een en ander het gevolg van het samenvallen van de aanvang van de ontwatering met de zeer droge zomer van 1976. Het herstel is toe te schrijven aan de op hun beurt natte tot zeer natte zomers van 1978 en 1979.
Toch mogen we konkluderen dat:

- de droogtebestendige en aan voedselrijker milieu gebonden vegetatietypes zoals de Witbol- en de Fluitekruid-vegetaties sterk veld hebben gewonnen;
- dat dit ten koste is gegaan van de sterk vochtminnende vegetaties als het Holpijptype, het Noordse Zeggetype en het Dotterbloemtype;
- dat er bij de Holpijp- en de Noordse Zeggevegetatie enig herstel is opgetreden, niet echter bij het in oorsprong kwantitatief belangrijkste Dotterbloemtype;
- dat het perceel homogener van samenstelling is geworden;

Bovendien willen we het vermoeden uitspreken dat met name extreem droge zomers grote schade aanrichten aan ontwaterde percelen met een bestemming als natuurgebied.

IV C VERANDERINGEN IN PRESENTIE EN BEDEKKING VAN SOORTEN

1. Inleiding

In 1976 werden van 33 permanente kwadraten van elk vier vierkante meter de vegetatie in detail beschreven. Ook in de daarop volgende jaren is de vegetatie van deze stukken genoteerd, zo ook in het voorjaar van 1980. Tweemaal, nl. in 1977 en in dit verslag zijn deze gegevens vergeleken met de uitgangssituatie van 1976 (zie Schipper & vd.Windt,1980). Dit deel kan men dus zien als een studie naar ontwateringseffekten op midellange termijn op soortsnivo.

1.1 Afmeting en aantal opnamen (permanente kwadraten)

De afmeting van de beschreven stukken is in één geval 1x4 meter ('kwadraat *33*'),in de overige gevallen steeds 2x2 meter.
De moeilijkheid doet zich voor dat de gebruikte metalen herkenningspunten gemakkelijk in de bodem wegzakken of bij het maaien verloren gaan. In de loop der jaren kon daardoor van steeds minder kwadraten de vegetatie genoteerd worden.
In 1980 konden we van 16 kwadraten de juiste ligging terugvinden, terwijl van 7 andere de ligging moesten benaderen. Deze zijn in de tekst omgeven met sterretjes: * * (zie tabel IV-4).

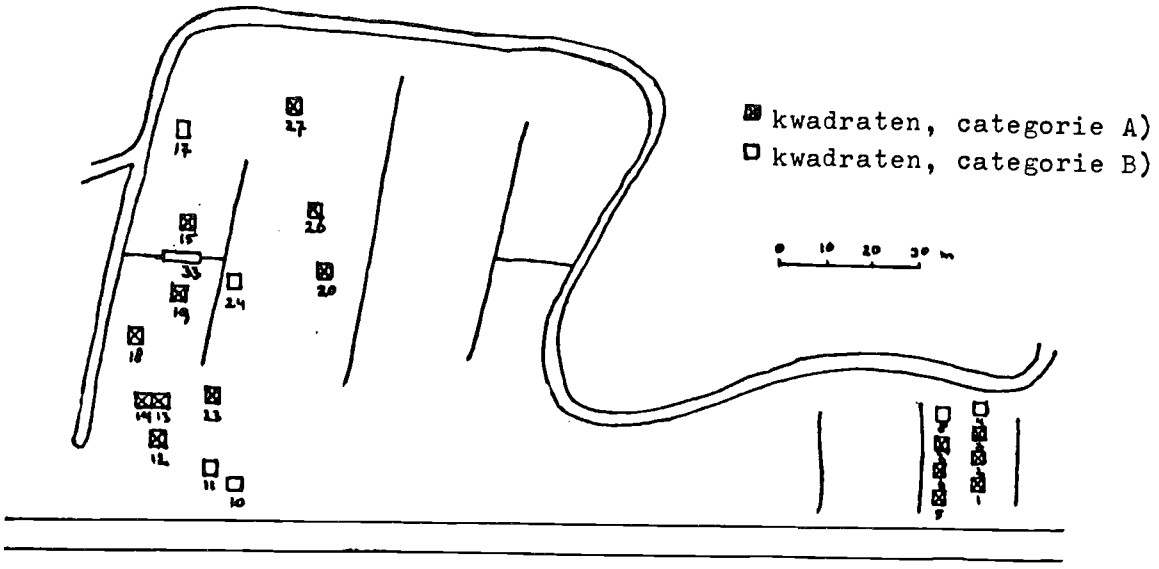
A) Kwadraten, waarvan in 1980 de juiste ligging vastgesteld kon worden:
1,2,3,4,5,6,7,12,13,14,15,18,19,20,23,26,27 en 28, totaal 17 kwadraten;

B) Kwadraten, waarvan in 1980 de juiste ligging met redelijke zekerheid benaderd kon worden (tot op 25 cm. nauwkeurig):
4,8,10,11,17,24 en 33, totaal 7 kwadraten;

C) Kwadraten, die in 1980 als verloren beschouwd moesten worden:
9,16,21,22,25,29,30,31 en 32, totaal 10 kwadraten.

1.2 Plaatskeuze

De ligging van de kwadraten is in 1976 zo gekozen dat alle vegetatietypen, die op het perceel voorkwamen, vertegenwoordigd waren (zie ook: Schipper &vd.Windt,1980,bldz 53 e.v.) Er is zoveel mogelijk getracht de kwadraten op denkbeeldige lijnen -zg!raaien'- loodrecht op de nieuwe ontwateringssloot te situeren.



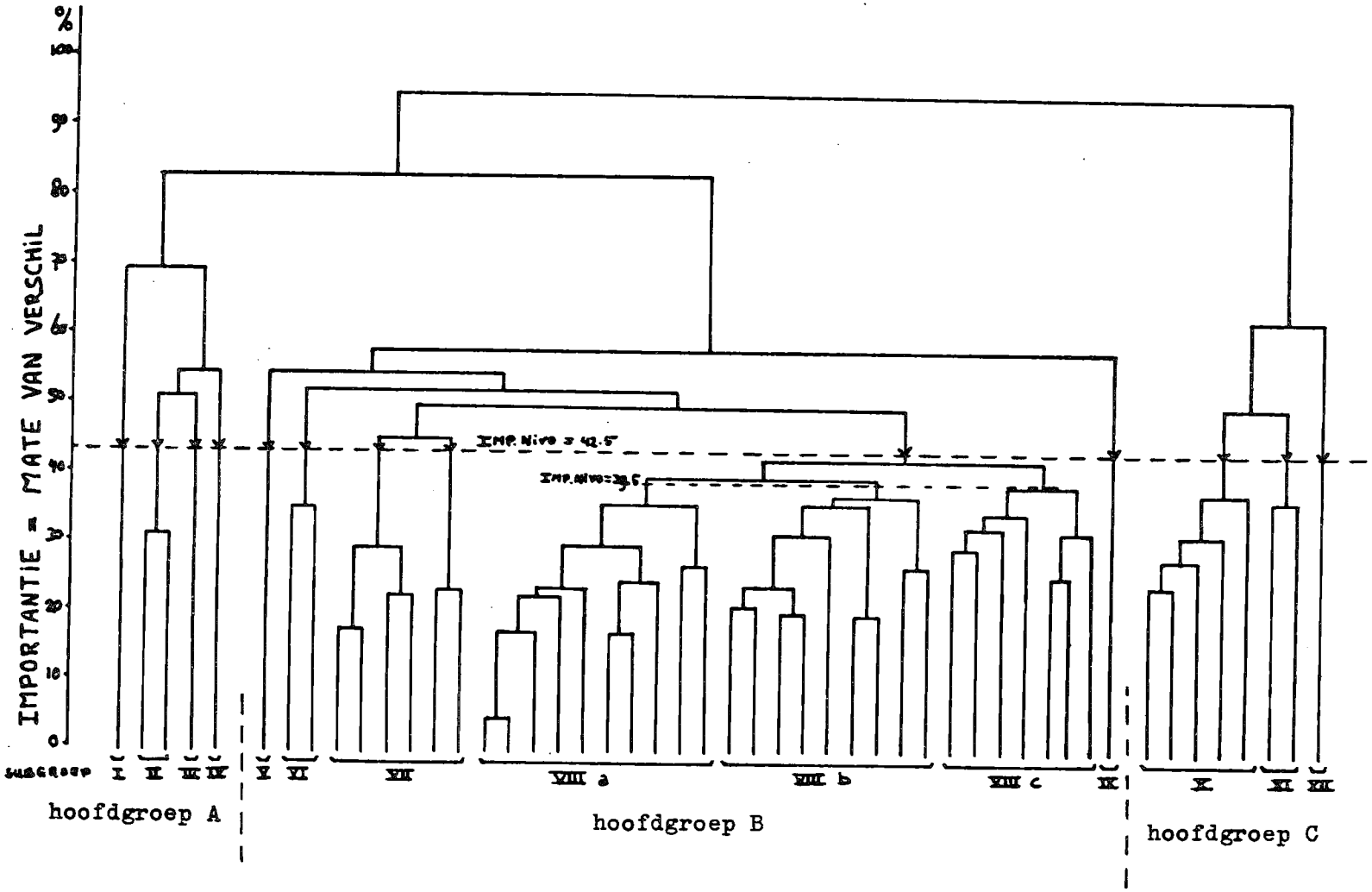
Figuur IV-4 Het perceel 'Anderen', ligging der kwadraten.

1.3 Methode van opnemen en verwerken

De kwadraten werden beschreven met behulp van een soortenlijst en een schatting van de bedekking van elke soort. Dit laatste gebeurde met behulp van de 'Decimale schaal van Londo' (Londo,1975). De opnamen werden vervolgens bewerkt met het computerprogramma 'Simple centroïd clustering (methode: Sørensen's complete linkage, inclusief worteltransformatie; Fresco, 1980).
Hiermee werden de opnamen op numerieke wijze ingedeeld, dat wil zeggen: ingedeeld in groepen op basis van overeenkomst in soortensamenstelling èn in bedekking van de soorten.

2. Indeling van opnamen in groepen

Een totaal-overzicht van de opnamen in 1976 en 1980 is opgenomen in de bijlagen 17 en 18.



Figuur IV-5 Clustering van de opnamen 1976 en 1980, gebruikt bij het indelen in subgroepen.

Op grond van de clustering kunnen we de opnamen in eerste instantie in drie hoofdgroepen indelen. Deze hoofdgroepen komen in het veld overeen met:

A) de zeer natte plekken, op randen van natte greppels, of er in;

B) de natte hooilandtypen, met een vrij lage en soortenrijke vegetatie;

C) de hogere plekken in het terrein met een hogere opgaande, doorgaans soortenarme vegetatie.

De grootte en het aantal van de groepen wordt bepaald door de keuze van een importantie-nivo (Fresco,1980). In ons geval hebben we gekozen voor een importantienivo van 42.5. Hierdoor ontstaan 12 groepen van kwadraten.
De drie eerder genoemde hoofdgroepen kunnen nu als volgt in subgroepen onderverdeeld worden (tussen haakjes het aantal opnamen per subgroep):

Hoofdgroep A: subgroepen I (n=1), II (n=2), III (n=1), IV (n=1);

Hoofdgroep B: subgroepen V (n=1), VI (n=2), VII (n=6), VIII (n=23), IX (n=1);

Hoofdgroep C: subgroepen X (n=5), XI (n=2), XII (n=1).

Bij een iets lager importantienivo (Imp.=39.5) valt ook subgroep VIII uiteen in drie varianten. De voor deze groepen kenmerkende soorten staan beschreven in tabel IV-5.

Alhoewel op rekenkundige gronden de opnamen 4 en 8 sterk verwant zijn (importantienivo= 32.0), zijn er in de soortensamenstelling toch zulke verschillen dat het de moeite waard is deze apart te noemen. Dit is gebeurd in tabel IV-6.

De keuze van de nummers I tot en met XII is gemaakt op basis van de gemiddelde vocht-indikatiegraad voor elke groep. De berekening en de grondslagen van de vocht-indikatiegraad van een opname zullen worden besproken in hoofdstuk IV D. Op dit moment is het voldoende te vermelden dat hiermee een ordening volgens een nat/droog-as aangebracht kan worden. Hierbij geldt dat een laag groepsnummer natter is dan elk hoger nummer (subgroep I is natter dan II, II is natter dan III, etc.).

groep	VIII-A	VIII-B	VIII-C
Holpijp	0	+	+
Kale jonker		+	+
Rode klaver	+	+	(+)
Zachte dravik	(+)	+	+
Kruipend zenegroen		+	(+)
Moerasverg.mij-nietje	+	(+)	(+)
	n=8	n=8	n=7

Tabel IV-5: differentiërende soorten binnen groep VIII. Legenda als bij tabel IV-6.

GROEP II	4(1976)8	8(1976)
Holpijp		0
Watermunt		0
Grote Boterbloem		+
Mannagras		+
Lidrus		+
Rood Zwenkgras		+
Engelwortel	+	
Kamgras	+	
Pinksterbloem	+	
Veldzuring	+	
Gewone Hoornbloem	+	
Hazezegge	+	
Gewone Zegge	+	
Moerasmuur	+	
Zeegroene Muur	+	

Tabel IV-6: differentiërende soorten binnen groep II, opnamen 4 en 8 (1976)
+ voorkomen 1% of meer
(+) voorkomen minder dan 1%
0 voorkomen is hier optimaal

3. Beschrijving van hoofd- en subgroepen (Tabel IV-7)

3.1 Hoofdgroep A

Kenmerkend voor groep A) zijn de soorten Grote Boterbloem en Snavelzegge en in mindere mate Watermunt. Bovendien vinden de soorten Holpijp, Noordse Zegge en Pitrus in deze groep hun optimale bedekking. Groep A) heeft daarmee een aksent van het Rietverbond en van het Grote Zeggeverbond.

Kwadraat *33* is het natste kwadraat uit het perceel. De opname hiervan uit 1980 onderscheidt zich van die van 1976 doordat de kenmerkende soorten Bittere Veldkers, Gewone Kattestaart en Grote Egelskop verdwenen zijn. Daarentegen zijn de soorten Moerasvergeet-mij-nietje en Gevleugeld Hertshooi hier nieuw. Deze feiten wijzen enerzijds op een afnemende invloed van het diepe grondwater in dit natste kwadraat van het perceel (verdwijnen van Bittere Veldkers en Grote Egelskop), anderzijds op een lichte verruiging (verschijnen van Gevleugeld Hertshooi, kensoort van het Moerasspirea-verbond). In de clustering komt een en ander tot uitdrukking in een verschuiving van opname *33* van subgroep I naar subgroep III.

Opname *8* in 1980 (deze vormt in haar eentje sub'groep' IV) lijkt nogal af te wijken van de overige opnamen uit deze hoofdgroep (waaronder die van hetzelfde kwadraat in 1976, zie subgroep II).
In 1980 onderscheidt deze opname zich door het verdwijnen van de Grote Boterbloem en het uitbreiden van een aantal soorten uit het Dotterbloemverbond (zoals Echte Koekoeksbloem) uit de Klasse der Vochtige Hooilanden (Kale Jonker, Smalle Weegbree, Witte en Rode Klaver) en het Moerasspireaverbond (Gewone Valeriaan). Een en ander wijst ook voor dit kwadraat op verdrogende omstandigheden. Dit laatste wordt ondersteund door de uitbreiding van Pitrus, door Ellenberg (1974) kenmerkend geacht voor sterk wisselende grondwaterstanden. Subgroep IV zouden we kunnen opvatten als in overgang van groep A naar groep B.

3.2 Hoofdgroep B

Voor de natte hooilandvegetaties van groep B zijn met name Grasmuur en Gewone Veldbies kenmerkend. Dotterbloem en Gewone Zegge komen er optimaal voor, evenals Rietgras, al blijft dit een weinig algemene soort op het perceel.
De vegetatie in deze groep van opnamen wordt gekarakteriseerd door planten uit het Dotterbloemverbond en uit de Klasse der Vochtige Graslanden. In ons perceel zijn met name van belang:

uit het Dotterbloemverbond:

Dotterbloem, Echte Koekoeksbloem, Moerasrolklaver, en Moerasvergeet-mij-nietje;

uit de Klasse deer Vochtige Hooilanden:

Beemdlangbloem, Scherpe Boterbloem, Kamgras, Echte Witbol, Pinksterbloem, Veldzuring, Gewone Hoornbloem Moerasspirea.

De subgroepen VII en VIII vertegenwoordigen de best ontwikkelde Dotterbloemgemeenschappen, met inbegrip van de Breedbladige Orchis. Madeliefje is voor beide groepen karakteristiek. Ook de klassekensoorten als Grote Ratelaar, Kruipend Zenegroen en Kale Jonker komen juist in deze subgroepen voor.

Ten opzichte van subgroep VIII onderscheidt subgroep VII zich door het voorkomen van Watermunt, terwijl omgekeerd de Blauwe Zegge, Herfstleeuwetand en in mindere mate Kleine Ratelaar, Liggend Vetmuur, Moeraszoutgras en Zompvergeet-mij-nietje subgroep VIII typeren. Dotterbloem komt in subgroep VIII optimaal voor (bedekking in de meeste gevallen 10-45%).

Typerend voor subgroep V is het optimaal voorkomen van Gewone Zegge (bedekking 25-35%); voor subgroep IV geldt dat voor Rietgras.

Opname 11 (deze komt overeen met subgroep IX) is zeer arm aan soorten uit de Rietklasse (Rietverbond en Grote Zeggeverbond) en uit de Pijpestrootjesorde (Dotterverbond, Moerasspirea-

verbond) met uitzondering van de Dotterbloem zelf (bedekking 10%) en van echte Koekoeksbloem (per opname slechts een bedekking van minder dan 1 % en in de orde van 2 - 20 exemplaren). In het overige is er wel een grote overeenstemming met de subgroepen VII en VIII. Daarom is subgroep IX op te vatten als een soortenarme variant van groep B.

3.3 Hoofdgroep C

Tot hoofdgroep C behoren vrijwel uitsluitend opnamen uit 1980, die gelegen zijn in, of op de rand van de ruigtekruidenvegetatie die zich langs de nieuwe ontwateringssloot ontwikkeld heeft.

Kenmerkend voor deze groep zijn de soorten Akkerdistel, Grote Brandnetel en in mindere mate Vogelmuur, Fluitekruid en Zachte Dravik. Daarmee valt het aksent op de Ruigtekruiden, terwijl soorten uit de Rietklasse (Rietverbond en Verbond der Grote Zeggen), de Pijpestrootjesorde (Dotterbloemverbond en Moeras-spireaverbond) en het Verbond van Zomp-en Gewone Zegge geheel of vrijwel geheel ontbreken.

In het algemeen komt van de drie subgroepen subgroep X het meest overeen met de opnamen van het natte hooilandtypen uit hoofdgroep B. Opname 6 uit 1980 is met soorten als Moerasrolklaver, Moerasspirea (2 - 20 exemplaren) en Holpijp, Dotterbloem en Moerasvergeet-mij-nietje (1 - 2 exemplaren) een overgangstype met de opnamen uit groep B.
In subgroep X ontbreken ook de overigens voor hoofdgroep C kenmerkende soorten als Zachte Dravik, Akkerdistel en Grote Brandnetel (de laatste soort kent één uitzondering in subgroep X: zij werd in 1976 in opname 5 in 1 - 2 exemplaren gevonden).

In subgroep XI ontbreken alle soorten van de Pijpestrootjesorde. met uitzondering van enige Dotterbloemen. In opname 5 uit 1980 (= subgroep XII) ontbreken zelfs deze geheel.

In groep C lijken Vogelmuur en Fluitekruid enerzijds en Grote Brandnetel anderzijds elkaar grotendeels uit te sluiten (subgroepen X en XI, resp. subgroep XII).

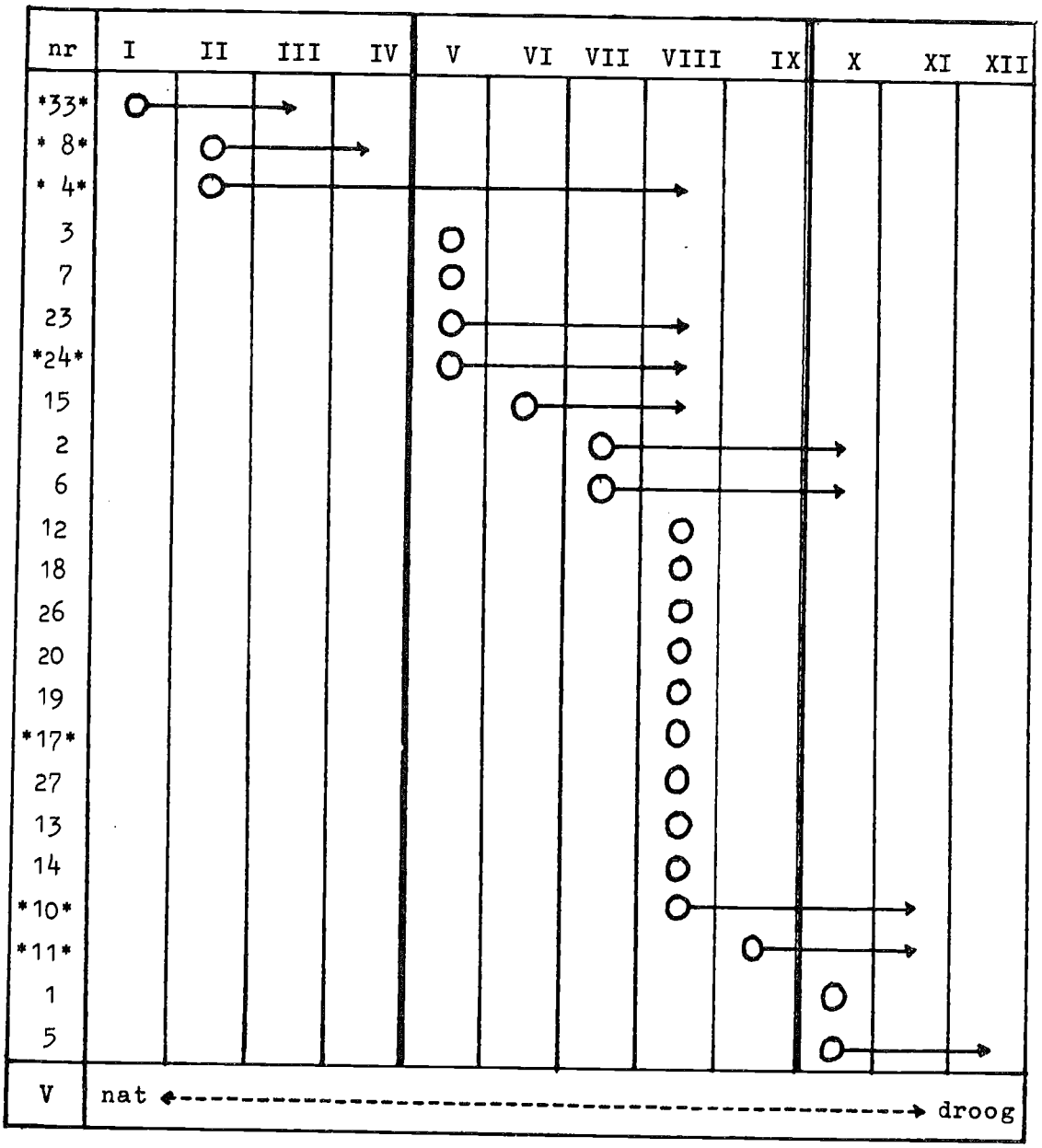
	Hoofdgroep A				Hoofdgroep B					Hoofdgr.C		
	I	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bittere Veldkers	+											
Gewone Kattestaart	D											
Grote Egelskop	D											
Holpijp	O	O										
Grote Boterbloem	+	+	+				(+)					
Snavelzegge	O	+	+	+			(+)	(+)				
Watermunt	+	O	+	+			+	(+)				
Noordse Zegge		O	O	O								
Moerasverg.mij-nietje			D									
Gevleugeld Hertshooi			D									
Pitrus				O								
Gewone Valeriaan				D								
Kale Jonker				D								
Smalle weegbree				D								
Rode Klaver				D								
Witte Klaver				+	+	+		+				
Echte koekoeksbloem				+	+		+	+	+			
Gewone Zegge					O							
Grasmuur					(+)	(+)	(+)	(+)				
Gewone Veldbies					(+)	(+)	(+)	(+)				
Rietgras						O						
Veldrus						(+)		(+)				
Veenwortel							(+)	(+)	+			
Madeliefje							(+)	+				
Dotterbloem								O				
Blauwe Zegge								+				
Herfstleeuwetand								+				
Kleine Ratelaar								(+)				
Moerasviooltje								(+)				
Liggend Vetmuur								(+)				
Moeraszoutgras								(+)				
Zompverg.mij-nietje								(+)				
Geknikte Vossestaart								(+)	(+)			
Fluitekruid								(+)		+	+	
Vogelmuur								(+)		+	+	
Kluwenhoornbloem									+			
Ruw Beemdgras										O		
Zilverschoon										D		
Zachte Dravik							(+)	(+)			+	+
Grote Brandnetel										(+)		+!
Akkerdistel											+	+
	n=1	n=2	n=1	n=1	n=1	n=2	n=6	n=23	n=1	n=5	n=2	n=1

+ kenmerkend, dwz. de soort komt alleen hier voor; (+) kenmerkend, doch slechts in minder dan twee kwadraten en met een bedekking 1 %; D kenmerkende soort binnen de hoofdgroep, komt bij andere hoofdgroepen weer wel voor; O komt juist in deze subgroep(en) optimaal voor.

Tabel IV-7 Kenmerkende soorten voor hoofd- en subgroepen.

4. Verschuivingen

Figuur IV-6 laat zien welke verschuivingen er tussen 1976 en 1980 hebben plaats gevonden. Ze vormt daarmee een goede samenvatting van dit hoofdstuk tot nu toe.



Figuur IV-6 Verschuiving tussen hoofd- en subgroepen.
O situatie in 1976
→ situatie in 1980
V gemiddeld vochtgehalte van de bodem

4. Verandering van soorten

Met de gegevens van 1976 en 1980 in de hand is het mogelijk de verandering in aanwezigheid (presentie) en/of bedekking van elke soort afzonderlijk te beschrijven.

4.1 Definitie van 'verandering'

Om een vergelijking mogelijk te maken hebben wij dezelfde definities voor 'verandering' gehanteerd als onze voorgangers van de projektgroep Ruilverkaveling I (Schipper & vd.Windt, 1980).
Onder een verandering in presentie verstaan we een nieuwe vestiging van een soort in een kwadraat of het verdwijnen er uit. De mate van verandering is uitgedrukt in één der drie hieronder genoemde klassen.
In de eerste klasse vallen soorten die weinig veranderen. Het gaat om soorten die in 1980 nieuw zijn en een bedekking hebben van r., p1 of p2 ('nieuw' genoemd) of zijn verdwenen en een bedekking hadden van r., p1 of p2 ('verdwenen' genoemd).
Bij de tweede klasse gaat het om soorten die een bedekking hebben of hadden van p4, a., m. ('veel nieuw' of 'veel verdwenen'). In de derde klasse tenslotte is, resp. was de bedekking 1 of hoger op de schaal van Londo ('zeer veel nieuw' of 'zeer veel verdwenen').

Van een verandering in de bedekking (toe- of afname) spreken we alleen als de bedekking tenminste één eenheid op de schaal van Londo verschoven is, met dien verstande dat veranderingen tussen codes onder 1 niet als een verandering aangemerkt zijn en de codes a4 en m4 ten opzichte van hogere eenheden als code 1 zijn behandeld.
r.,p., a1, a2, m1 en m2 worden dus samen als één groep gezien, evenals a4,m4 en 1; maar een verandering van de eerste groep naar a4 of m4 (of omgekeerd) is hier dus niet als een verandering aangemerkt. Een verandering van a4 naar 2 wordt gezien als een verschuiving van één eenheid op de schaal van Londo.
Van 'sterke verandering' is gesproken als er een verschuiving van twee of drie eenheden plaatsvond; van een'zeer sterke verandering'bij vier of meer eenheden.(zie ook bijlage 20).

Een totaal-overzicht van de veranderingen per kwadraat is bijgevoegd als bijlage 21/22
Hieronder worden de resultaten voor de diverse soorten apart beschreven en ingedeeld naar 'verdwenen', 'nieuwe','afgenomen' en'toegenomen'soorten.

4.2 Verdwenen soorten (tabel IV-8)

Tussen 1976 en 1980 zijn in totaal 12 soorten tesamen 22 keer uit de onderzochte kwadraten verdwenen. Daaronder zijn vier soorten die gebonden zijn aan diep grondwater, nl. Kleine

Kleine Valeriaan (Valeriana dioica).....	3 X
Grote Egelskop (Sparganium erectum).....	3 X
Geknikte Vossestaart (Alopecurus geniculatus)...	3 X
Liesgras (Glyceria maxima).....	2 X
Akkermelkdistel((Sonchus arvensis).....	2 X
Engelwortel((Angelica sylvestris).....	2 X
Tijm-ereprijs (Veronica serpyllifolia).....	2 X

Bittere Veldkers (Cardamine amare), Waterpeper (Polygonum hydropiper), Breedbladige Weegbree (Plantago major), Donkergroene Basterdwederik (Epilobium obscurum), Kluwenhoornbloem (Cerastium glomeratum), alle... 1 X

Tabel IV-8: Verdwenen soorten op het perceel Anderen (1976-1980).

Fluitekruid (Anthriscus sylvestris).....	7 X
Perzikkruid (Polygo um persicaria).....	6 X
Kleine Ratelaar (Rhinanthus minor).....	4 X
Moerasmuur (Stellaria alsine).....	4 X
Gevleugeld Hertshooi (Hypericum tetrapterum)....	3 X
Zompvergeet-mij-nietje (Myosotis caespitosa)....	3 X
Vogelmuur (Stellaria media).....	2 X
Straatgras (Poa annua).....	2 X
Akkerdistel (Cirsium arvense).....	2 X
Grote Valeriaan (Valeriana officinalis).....	2 X
Moerasbasterdwederik (Epilobium palustre).....	2 X

Grote Brandnetel (Urtica dioica; bedekking > 65 %), Zomprus (Juncus articulatus), Moerasviooltje (Viola palustris ,Timotheegras (Phleum pratense), alle 1 X

Tabel IV-9 : Nieuwe soorten op het perceel Anderen (1976-1980)

Valeriaan (in 1976 nog in drie opnamen aanwezig), Liesgras (1976: in twee opnamen), Grote Egelskop (1976: in twee opnamen) en Bittere Veldkers(1976: in één opname).
Het verdwijnen van de soorten komt redelijk gespreid over het terrein voor. Er lijkt derhalve geen verband te bestaan tussen de plaats van verdwijnen en de afstand tot de ontwateringssloot.

4.3 Nieuw verschenen soorten (tabel IV-9)

15 soorten hebben zich in totaal 46 maal nieuw in de kwadraten gevestigd. De meest in het oog springende zijn daarbij Fluitekruid (in 1980 in zeven kwadraten aanwezig), Perzikkruid (1980: in zes kwadraten), Zeegroene Muur (1980:in vier kwadraten) en Grote Brandnetel (in 1980 in één kwadraat met een bedekking van meer dan 65 %).
Het verspreidingskaartje Figuur IV- laat zien dat de meeste nieuwe soorten zich vestigen in de nabijheid van de nieuwe sloot. Met name geldt dat voor Fluitekruid, Vogelmuur en Akkerdistel. Perzikkruid houdt zich iets verder van de sloot op.
In de natste stukken treden Gevleugeld Hertshooi en Zeegroene Muur als nieuwe soorten op.

4.4 Toe- of afname:kriteria

De veranderde soorten zijn ingedeeld in de volgende kategorieën:

- in 1976 in 10 of meer kwadraten aanwezig (zg.'algemene soorten');
- in 1976 in 5 tot 10 kwadraten aanwezig (zg.'minder algemene soorten');
- in 1976 in 1 tot 5 kwadraten aanwezig (zg.'weinig voorkomende soorten').

4.5 Afname van soorten

Sterke achteruitgang heeft zich voorgedaan bij Holpijp, Moerasvergeet-mij-nietje, Echte Koekoeksbloem en Moerasrolklaver. Deze behoorden in 1976 nog tot de algemene soorten, maar komen in 1980 nog in minder dan tien kwadraten voor.
De Gewone Zegge is vooral in bedekking achteruit gegaan.
Van de minder algemene en weinig voorkomende soorten (in 1976 in minder dan tien kwadraten gevonden) zijn Lidrus, Moerasmuur, Kleinbloemige Basterdwederik, Hazezegge, Gewone Waterbies, Grasmuur, Moeraswalstro, Gewone Kattestaart en Liggend Vetmuur bijna geheel verdwenen.

4.6 Toename van soorten

De meest extreme veranderingen hebben zich voorgedaan bij de Zachte Dravik, de Kale Jonker en de Grote Ratelaar. Deze werden in 1976 in minder dan vijf kwadraten gevonden, maar

komen nu in tenminste één-derde van de kwadraten voor. Daarnaast zijn veranderingen opgetreden bij soorten als Veldbeemdgras, Paardebloem en Rode Klaver, die in 1976 'minder algemeen' waren, maar nu ruimschoots in de kategorie 'algemeen' vallen.
Van de reeds in 1976 algemene soorten zijn met name de Kruipende Boterbloem, Veldzuring, Beemdlangbloem, Dotterbloem en Echte Witbol er op vooruit gegaan .

	soort	1976	0	-	+	*	1980
A)	Holpijp	19	9+1r				9
	Moerasverg.mij-nietje	16	8+2r			1+1r	8
	Gewone Zegge	18	4	6		2	16
	Echte Koekoeksbloem	13	6+1r			1	7
	Moerasrolklaver	12	4+1r		1		7
	Ruw Beemdgras	22	2	11	7		20
	Scherpe Boterbloem	20	3				17
	Gewone Ereprijs	10	3			1	8
	Kamgras	14	4	1	1	2	12
B)	Lidrus	7	7			1	1
	Moerasmuur	7	6			1	2
	Kl.bloemige Basterdwederik	6	4				2
	Hazezegge	5	4				1
	Gewone Waterties	5	4			1	2
	Snavelzegge	6	2	1			4
	Noordse Zegge	7	4	1	1	2	5
	Ruwe Smele	5	3		1	1	3
	Zilverschoon	6	2		1		4
	Veenwortel	8	3			1	6
C)	Grasmuur	4	3				1
	Moeraswalstro	4	3			1	2
	Liggend Vetmuur	3	2				1
	Gewone Kattestaart	3	3			2	2

Tabel IV-10 Afgenomen soorten op het perceel 'Anderen'.

1976 aantal kwadraten waarin de soort in 1976 voorkwam;
1980 aantal kwadraten waarin de soort in 1980 voorkwam;
0 aantal kwadraten waaruit de soort sinds 1976 verdwenen is;
- idem, waarin de soort afgenomen is;
+ idem, waarin de soort toegenomen is;
* idem, waarin de soort nieuw is;
r de soort is slechts in één eksemplaar aanwezig;
A) 'algemene soorten'
B) 'minder algemene soorten'
C 'weinig voorkomende soorten'

	soort	1976	o	–	+	*	1980
A)	Kruipende Boterbloem	20	1		6	1	20
	Veldzuring	21			5		21
	Beemdlangbloem	19		3	6	1	20
	Dotterbloem	18		2	8		18
	Echte Witbol	22		3	7		22
	Pitrus	10	3		3	4	11
	Rood Zwenkgras	16	1	2	3	2	17
B)	Veldbeemdgras	6	3			14	17
	Paardebloem	7	1			10	16
	Rode Klaver	5	1			7	
C)	Zachte Dravik	1				9	10
	Kale Jonker	4				8	12
	Grote Ratelaar	2		1		6	8
	Fioringras	2	1			4	5
	Kruipend Zenegroen	2				3	5
	Krulzuring	2				2	4
	Herfstleeuwetand	1				2	3
	Rietgras	3			3	1	4

Tabel IV-11 Toegenomen soorten op het perceel 'Anderen'.

1976 aantal kwadraten waarin de soort in 1976 voorkwam;
1980 aantal kwadraten waarin de soort in 1980 voorkwam;
o aantal kwadraten waaruit de soort sinds 1976 verdwenen is;
– idem, waarin de soort afgenomen is;
+ idem, waarin de soort toegenomen is;
* idem, waarin de soort nieuw is;
r de soort is slechts in één eksemplaar aanwezig;
A) 'algemene soorten'
B) 'minder algemene soorten'
C) 'weinig voorkomende soorten'

Niet-eenduidig veranderende soorten

In tabel IV-12 is van een aantal niet-eenduidig veranderende soorten de verandering per subgroep aangegeven.
Het blijkt dat de meeste van deze soorten zich uitbreiden in de nattere subgroepen en terrein verliezen in de ruigtekruidenzone langs de ontwateringssloot. Een uitzondering hierop wordt gevorm door het Ruw Beemdgras, dat toegenomen is in de opnamen 1,5,6,10,14 én 27 en afgenomen is in vrijwel alle overige kwadraten. Het lijkt er hier op dat Ruw Beemdgras vooral toegenomen is op die plaatsen waar de ontwatering een sterke stikstof-mineralisatie op gang gebracht heeft (Gerritsen en Smits,1981).

	Hoofdgroep A		Hoofdgroep B				Overgangstype	Hoofdgroep C
	I	II	V	VI	VII	VIII	IX	X
Gewone Zegge		•	-	-	*/-	-	O	O
Moerasmuur	•	O	•		O	O	O	
Noordse Zegge	•	+/-		O	O/•	•		
Lidrus	•	O		O	O	O		C
Veenwortel		•			-	-	O	
Pitrus	•	+	•		•	+/-	O	
Kamgras		+	•	O	+	-	O	
Witte Klaver		•	•	-	•	-		
Paardebloem		•		•	•	+	•	-
Beemdlangbloem		•	•	+	+	•	+	-
Dotterbloem	+	+	+	-	+	•/+	-	
Ruw Beemdgras	O	-	-	+	-	-	-	+
Rood Zwenkgras		+	•	-	+	+		-
Rode Klaver			•	•	•	+		
Zeegroene Muur		•	•		•			
Moerasverg.mij-nietje	•	•	O	O(r)	-	-		•(r)
Vochtgehalte bodem	nat ←----------→ droog							

Tabel IV-12 Verandering bij een aantal niet-eenduidig veranderende soorten.

O de soort is hier sinds 1976 verdwenen
- de soort is hier sinds 1976 afgenomen
+ de soort is hier sinds 1976 toegenomen
• de soort is hier sinds 1976 nieuw
(r)slechts in één eksemplaar aanwezig.

5. Diskussie

Uit bovenstaande blijkt dat de soortensamenstelling op het onderzochte perceel sinds 1976 sterk veranderd is. Dit is ten koste gegaan van de landelijk gezien wat minder algemene soorten, waarvan er aantal bovendien kenmerkend zijn voor de toestroming van diep grondwater. Daarentegen treffen we bij de nieuwe soorten een aantal zeer algemeen voorkomende aan, vaak met een aanzienlijke bedekking.
Ook in de sfeer van achteruitgang of toename van soorten treden aanzienlijke veranderingen op. Ook hier zien we dat het de meer algemene soorten zijn die wel-varen bij de veranderingen op het perceel. Alhoewel het perceel Anderen nog steeds een bloemrijk dotterhooiland te noemen is -en er in 1980 méér Dotterbloemen bloeiden dan ooit te voren- blijkt dat met name de soorten die kenmerkend zijn voor het Dotterbloemverbond en voor de natte, respektievelijk schrale vegetatietypen van het Rietverbond en de Gemeenschap van Kleine Zeggen de sterkste achteruitgang vertonen.
De veranderingen hebben betrekking op het hele perceel en zelfs de meest natte vegetaties ondergaan deze invloeden. In elk geval is het duidelijk dat de veranderingen niet beperkt zijn tot de smalle strook langs de nieuwe ontwateringssloot.
In het algemeen kunnen we stellen dat het perceel, vanuit natuurbeschermingsoogpunt aan waarde ingeboet heeft.

In de afgelopen jaren zijn een aantal feiten boven tafel gekomen die duidelijk maken dat er zich op het perceel Anderen grote veranderingen voltrokken hebben. Zo hebben Gerritsen en Smits in 1979 voor het perceel een bijzonder hoge stikstof-en fosfaatmineralisatie aangetoond, met name in de direkte nabijheid van de ontwateringssloot. Sjoukes en Wiessing hebben op hun beurt een verandering in de ionen-toeleverende eigenschappen van het veen vastgesteld in de strook grond die vlak langs de ontwateringssloot gelegen is. Uit waarnemingen van voorgaande projektgroepen en uit eigen observatie weten we dat de waterstand bij de ontwateringssloot lager is, grotere schommelingen ondergaat en minder onder invloed van diep grondwater staat, dan elders op het terrein. Van eerder werk van Smit weten we dat diverse plantesoorten middels hun wortelstelsel verschillend reageren op ontwatering van veengrond (1978). Op deze wijze wordt de ontwatering als oorzaak van de veranderingen in de vegetatie hoewel niet strikt causaal aangetoond, echter wel uiterst aannemelijk gemaakt.
In het volgende hoofdstuk zullen we op deze causale verbanden terugkomen, waar de veranderingen in de vocht- en de stikstofindikatiegraad besproken zullen worden. In het hierna volgende deel van dit hoofdstuk zullen we ingaan op het probleem van seizoensfluktuaties bij het verklaren van de veranderingen in de vegetaties.

De verklaring van de veranderingen in de vegetatie wordt aanzienlijk ingewikkelder wanneer we er de gevolgtrekkingen van Schipper en vd.Windt voor hetzelfde gebied uit 1977 er bij betrekken. Daar, waar zij in feite hetzelfde werk gedaan hebben, dezelfde methode gebruikt hebben en uitgegaan zijn van dezelfde definitie van'verandering', blijken hun konklusies na één jaar toch op sommige punten anders dan de onze na vijf jaar.
Met name voor de Gewone Zegge, de Pinksterbloem en het gras Beemdlangbloem konstateren zij een veel sterkere achteruitgang, terwijl de Echte Witbol volgens hen in 1977 veel meer toegenomen was dan door ons in 1980 waargenomen. De Beemdlangbloem blijkt in 1980 zelfs toegenomen, in plaats van afgenomen te zijn. In het overige stemmen de konklusies van Schipper en vd.Windt overeen met onze gegevens, voor wat betreft de verandering van soorten.

Afgezien van waarnemingsfouten moeten we dus rekening houden met veranderingen die los staan van de konstante ontwateringsinvloeden die vanaf 1976 op het terrein ingespeeld moeten hebben. Het meest voor de hand liggend lijkt wel om hierbij te denken aan het optreden van relatief natte en relatief droge jaren, aan zg. 'seizoensfluktuaties' in het voorkomen van de soorten. Van de meeste soorten is dit verschijnsel wel bekend, al is er nog niet mee verklaard door welk kompleks van oorzaken die fluktuaties teweeggebracht worden.
Dat hier inderdaad sprake van kan zijn blijkt uit de vermelding dat 1977 ook in andere terreinen van het Stroomdal van de Drentsche Aa de Echte Witbol zich sterk uitgebreid had, vermoedelijk gestimuleerd door de zeer droge zomer van 1976 (van Duuren en Bakker, 1981).

Het is op basis van onze gegevens niet mogelijk ontwateringsinvloeden strikt van seizoensinvloeden te onderscheiden. Dit lijkt voor de praktijk ook een irreële wens, daar beide invloeden elkaar kunnen versterken. Toch lijkt het zinvol om ook per soort een uitspraak te doen over welk van de beide faktoren nu overheerst.
Daarom hebben we de hierboven genoemde soorten ingedeeld in zes kategorieën die betrekking hebben op het gedrag (toe-of afname, verschijnen of verdwijnen) van de meest veranderde soorten uit de vergelijking 1976-1977 en 1976-1980.

Afgenomen of verdwenen soorten:

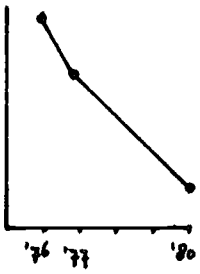
a) 'snelle reageerders met blijvende schade'

De soorten uit deze kategorie zijn in 1977 verdwenen of sterk afgenomen ten opzichte van 1976 en tussen 1977 en 1980 is er geen of weinig verslechteringen en ook geen herstel gevolgd. Hiertoe behoren Holpijp, Echte Koekoeksbloem, Lidrus,Moeras-

Muur, Kleinbloemige Basterdwederik en Hazezegge.
In deze kategorie vallen ook soorten die in 1977 -tot nu toe voorgoed- uit de opnamen verdwenen zijn: Grote Egelskop, Liesgras en Tijmereprijs. Het gaat bij deze soorten echter om lage aantallen.

b) 'gestadige verliezers'

Deze soorten zijn ook na 1977 nog sterk afgenomen. Dit geldt voor het Moerasvergeet-mij-nietje en Moerasrolklaver en ook voor de nà 1977 verdwenen soorten: Kleine Valeriaan, Geknikte Vossestaart en Akkermelkdistel.



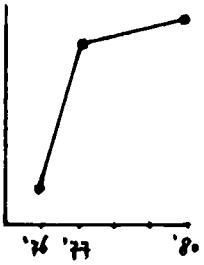
c) 'snelle reageerders, daarna -enigszins- herstel'

De soort is in 1977 sterk afgenomen ten opzichte van 1976; in 1980 bleek licht tot sterk herstel opgetreden te zijn.
In deze groep treffen we aan: Beemdlangbloem, Gewone Zegge, Pinksterbloem, Veenwortel, Ruw Beemdgras en (uiterst licht hersteld:) gewone waterbies, Noordse Zegge en Snavelzegge.

Toegenomen of nieuw verschenen soorten

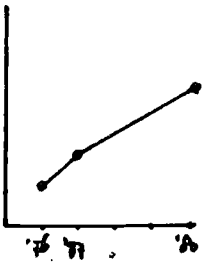
d) 'snelle reageerders met blijvend sukses'

Na een snelle toename in 1977 neemt de soort niet of nog maar licht toe. Dit geldt voor de Paardebloem, de Kale Jonker en het Fioringras. Daarnaast geldt het ook voor de nieuwe soorten Fluitekruid, Perzikkruid, Zeegroene Muur, Heermoes en Kleine Ratelaar.



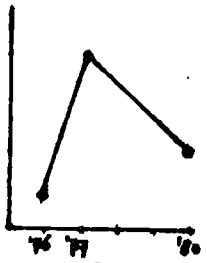
e) 'gestadige groeiers'

Na een lichte vooruitgang in 1977 blijkt in 1980 de toename zich fors doorgezet te hebben. Dit gaat met name op voor de Grote Ratelaar, de Zachte Dravik en (qua bedekking) Grote Brandnetel.



f) 'snelle reageerders met afnemend sukses'

Na een oorspronkelijk snelle toename in 1977 volgde een afname (die echter voor beide genoemde soorten nog steeds boven het nivo van 1976 lag): in deze kategorie vallen Echte Witbol en Vogelmuur.



Met name bij de soorten uit de kategorieën c en f moeten we ernstig rekening houden met het verschijnsel 'seizoensfluktuaties'. Dat geldt ook voor de soorten die niet in deze indeling vermeld staan, maar wel in de tabel van veranderende soorten genoemd worden. Deze vertonen in de vergeleken jaren slechts kleine verschillen en hebben we hier niet gebruikt als illustratie.
Overigens zijn ook in deze kategorieën met gedeeltelijk herstel effekten van ontwatering soms aantoonbaar:

- de Gewone Zegge herstelt zich inderdaad, maar haalt na vijf jaar ontwateren bij lange na niet het nivo van voor de ontwateringsingreep;
- de Dotterbloem gaat in het onderzochte gebied als geheel vooruit; plaatselijk echter -en dan met name dicht bij de nieuwe ontwateringssloot- veel minder dan elders op het perceel (zie ook hoofdstuk IV E).

IV D INDIKATIEGRAAD VAN VOCHT EN STIKSTOF

De grondwaterkarakteristieken van 1977,1979 en 1980 van het perceel 'Anderen' laten zien dat de grondwaterstand slechts tot op 30 tot 40 meter invloed ondergaat van de nieuwe ontwateringssloot (resp. Schipper & vd.Windt, 1980, fig.10 en fig.60; Gerritsen & Smits, 1981 en figuur II-19 van dit verslag). Grootjans in 1976 en Gerritsen en Smits in 1979 konstateerden een aanzienlijke stikstof-mineralisatie langs de nieuwe sloot, vermoedelijk als gevolg van het verlaagde grondwaterpeil in deze zône.
De vraagstelling in dezen is nu tweeërlei, nl.

a) in hoeverre het droger worden van de eerste 30 meter van het perceel ook in de vegetatie tot uitdrukking komt, en

b) in hoeverre de stikstof-mineralisatie een rol speelt in de vegetatie.

1. De vochtindikatie

1.1 Methode en definitie

Onder de vochtindikatiegraad van een opname verstaan we de gemiddelde waarde voor de vochtindikatie voor alle soorten in die opname. Om rekening te houden met de bedekking zijn alle bedekkingscijfers ingedeeld in tien klassen en van een rekenfaktor F voorzien. Om de bedekkingscijfers volgens de Decimale schaal van Londe in deze bedekkings-klassen uit te drukken is het soms nodig de gemiddelde rekenfaktor van twee klassen te nemen (Zie bijlage 23).
Elke waarde uit de tabel van Kruijne, de Vries en Mooi is vermenigvuldigd met de rekenfaktor F die hoort bij de bedekking van de soort in die betreffende opname.
In een formule uitgedrukt:

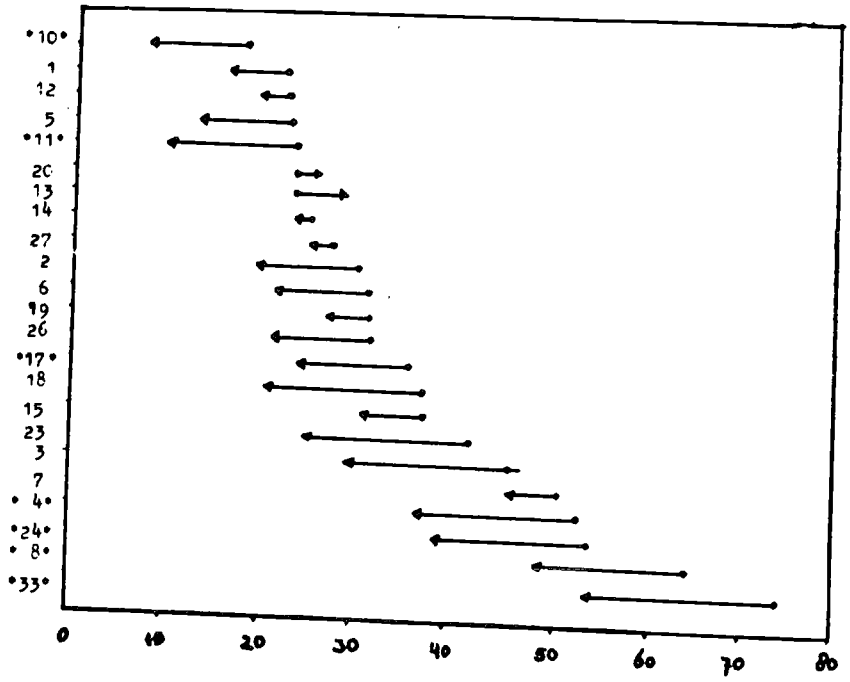
de vocht-indikatiegraad van opname i met soort y:

$$\frac{\sum (\text{indikatiewaarde}_y \times F_y)}{\sum F_y}$$

waarbij F de rekenfaktor F uit de tabel in bijlage 23 is.
Alleen de soorten, waarvan Kruijne c.s. een waarde aangeven zijn in de vochtindikatiegraad van de opnamen meegeteld.

1.2 Resultaten

In figuur IV-6 zijn de opnamen gerangschikt naar oplopende vochtindikatiegraad in 1976. Met pijlen is voor elke opname

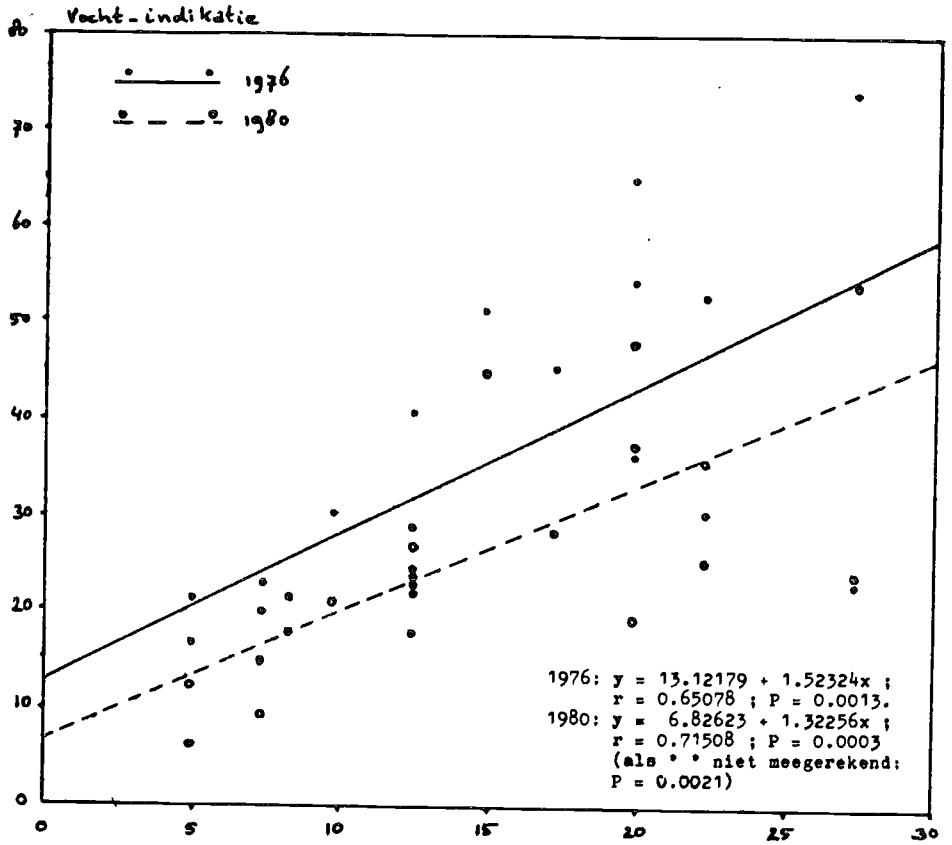


Figuur IV-7 Verandering in de vochtindikatiewaarde per opname.
• situatie in 1976
← situatie in 1980

de richting ('natter' of 'droger') en de grootte van de verandering aangegeven.
Van de 23 opnamen blijken er 21 droger geworden te zijn. Hiervan zijn er acht signifikant ($p < 0.05$). De afwijkingen bedragen 0.54 tot 9.62 % op een schaal van -100 t/m +100; gemiddeld bedraagt de verandering -8.99 eenheden.
Van de kwadraten 13 en 20 is de vochtindikatiegraad hoger geworden, zij het in zeer geringe mate: 3.3 en 1.7 procent. Dat is niet signifikant. De opnamen die uit dezelfde hoek van het perceel afkomstig zijn (nl. die van de kwadraten 12, 14 en 19) hebben vochtindikatiewaarden die daar nauwelijks van afwijken (resp. -2.4, -0.9 en -3.3 procent). Alleen de vochtindikatiegraad van het naburige kwadraat 18 is fors gedaald, maar dit kwadraat ligt dan ook op ± zes meter van de vrijwel drooggevallen voormalige beekloop.

Voor de kwadraten die op meer dan 35 meter van de ontwateringssloot gelegen zijn geldt slechts een geringe daling. Alleen de verandering van opname 17 is sterk, vermoedelijk ook hier als gevolg van het half droog vallen van de -hierop acht meter gelegen voormalige beek.

De vochtindikatiewaarde uitgezet tegen de afstand vanuit de slootrand voor kwadraten tot op 30 meter van de nieuwe sloot levert signifikante positieve verbanden voor beide vergeleken jaren (figuur IV-8). Het verband voor 1980 blijft signifikant ($P < 0.01$) als we de niet met zekerheid vastgestelde kwadraten weglaten uit de berekening.



Figuur IV-9 Verband tussen de vochtindikatiewaarde en de afstand tot de ontwateringssloot (in meters), 1976 en 1980.

Het verschil tussen de beide populaties (1976 en 1980) is signifikant op nivo $P < 0.01$, waarbij 1980 gemiddeld lager is dan 1976 (Wilcoxon's signed-ranksstest, Sokal & Rohlf, 1973, bldz 220).
Het verschil tussen de correlatie-coëfficiënten van beide lijnen is niet signifikant (Sokal & Rohlf, bldz 275).

1.3 Diskussie

We kunnen konkluderen dat de veranderingen in de vegetatie op het achterste gedeelte van het terrein -bezien vanaf de ontwateringssloot- weinig door de ontwatering beinvloed zijn. De veranderingen dichter bij de sloot zijn echter wel groot, bijvoorbeeld in de kwadraten 10 en 11, in de kwadraten in de smalle noordlob van het perceel en in het in een natte greppel gelegen kwadraat 33. Daar staat weer tegenover dat in de zuid-oosthoek van het perceel (in de kwadraten 12, 13, 14 en 19) de veranderingen vrijwel nihil zijn, alhoewel ze vlak bij de genoemde sloot gelegen zijn.

De bevinding dat de vochtindikatie op middellange afstand (± 30 meter) tot de sloot slechts in geringe mate veranderd is lijkt in overeenstemming met de grondwater-karakteristieken van het perceel in 1977, 1979 en 1980.

In beide jaren bestaat er voor de eerste 30 meter een signifikant positief verband tussen de vochtindikatiegraad van de opname en de afstand tot de nieuwe ontwateringssloot. Dat wil zeggen dat er in 1980, maar blijkbaar ook al in de uitgangssituatie een droog/nat-gradiënt naar het midden van het perceel bestond. Echter: het verband in 1980 ligt op een signifikant lager nivo dan in 1976. Dat betekent dat het droger worden van de eerste 30 meter van het perceel in de vegetatie terug te vinden is.
Alhoewel de lijn die het verband weergeeft voor 1980 minder steil verloopt dan die voor 1976, mag men daar niet uit opmaken dat -wat de vochtindikatie betreft- de vegetaties genivelleerd zouden zijn. Het verschil tussen de beide correlatie-coëfficiënten blijkt niet signifikant te zijn.

2. De stikstof-indikatie

Nitraat-mineralisatie wordt gezien als kwantitatief het belangrijkste mineralisatie-proces voor de vegetatie bij ontwatering (Brouwer & Kuiper,1972; Ellenberg, 1977).
Het verband tussen vochtgehalte en nitraatconcentratie in de bodem is reeds uitvoerig beschreven, o.a. door Schipper & vd.Windt (1980, bldz 35 en 36), Gerritsen & Smits (1981) en Stanier & Doudoroff (1970). Kort samengevat: de nitraatconcentratie in onbemest veen is voornamelijk het gevolg van mineralisatieprocessen door micro-organismen, die plaats vinden onder droge of verdrogende en zuurstof-bevattende omstandigheden.

2.1 Methode

De bepaling van de N-indikatiegraad van de opnamen is gebeurd met de indikatiegetallen van Ellenberg (1974). De getallen van Ellenberg zijn weliswaar niet gebaseerd op direkte metingen, maar komen voort uit een ruime ervaring in veldsituaties.
De schaal van Ellenberg bestaat uit negen kategorieën (getallen 1 t/m 9). Lage waarden duiden op aanpassing aan stikstof-arme omstandigheden; hoge waarden geven aan dat een plant een goede konkurrentie-positie heeft bij een hoge aanbod van stikstof; 5 is een neutrale 'indikatie'-waarde.
De bedekking van een soort is op dezelfde manier in de berekening betrokken als bij de vochtindikatie.

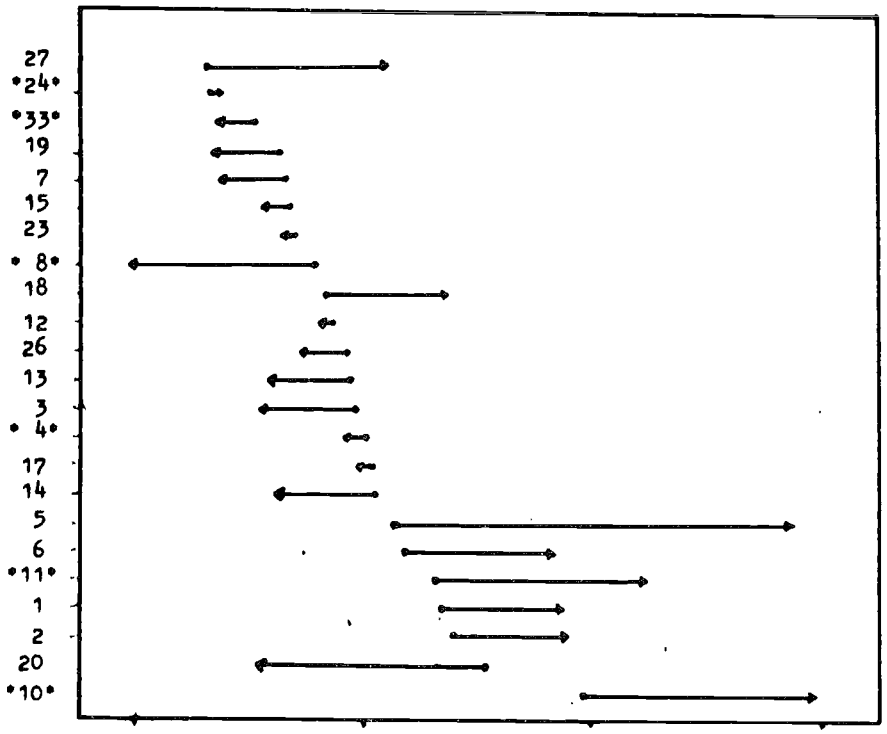
2.2 Verband N- en Vochtindikatie en N- en P-indikatie

Het onderlinge verband tussen de indikatiegetallen voor vocht en stikstof blijkt voor de plantensoorten op het onderzochte perceel gering te zijn: de correlatiegraad tussen de indikatiewaarden voor beiden is -0.18.

Tussen de indikatiegetallen voor stikstof van Ellenberg en voor fosfaat (P-totaal) van Kruijne c.s. bestaat wel een duidelijk verband. De correlatiegraad is 0.50 voor de plantesoorten op het onderzochte perceel. Om deze reden hebben we geen fosfaat-indikatiewaarden voor onze kwadraten berekend.

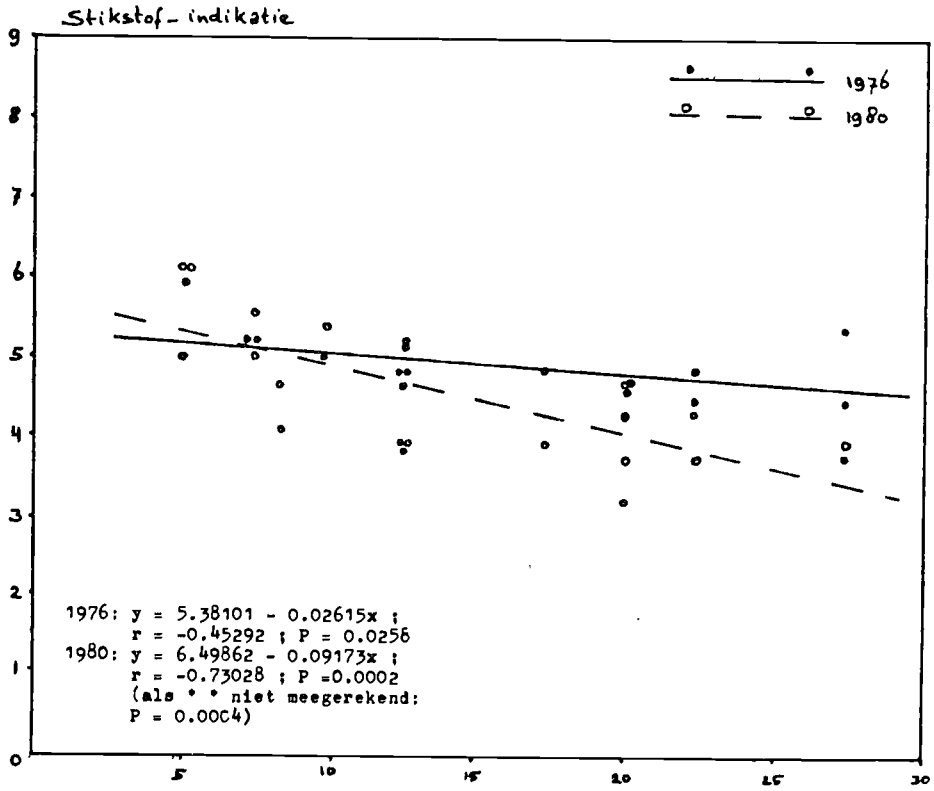
2.3 Resultaten

In figuur IV- 9 staan de veranderingen in de opnamen van de stikstofindikatie vermeld, gerangschikt naar oplopende stikstof-indikatie in 1976.



Figuur IV-9 Verandering in de Stikstof-indikatiewaarde per opname.
• situatie in 1976
→ situatie in 1980

De verandering in de stikstof-indikatiewaarden op het onderzochte perceel varieert van -12.1 % tot +21.6 % op een schaal van 1 tot 9; gemiddeld is de afwijking +1.1 %.
Stikstof-rijker zijn geworden: de kwadraten 1, 2, 5, 6 en 7 (de droogste kwadraten van de noordelijke lob van het perceel), de kwadraten 10 en 11, de kwadraten 20 en 27 op het midden van het perceel en tenslotte de kwadraten 18 en 24.



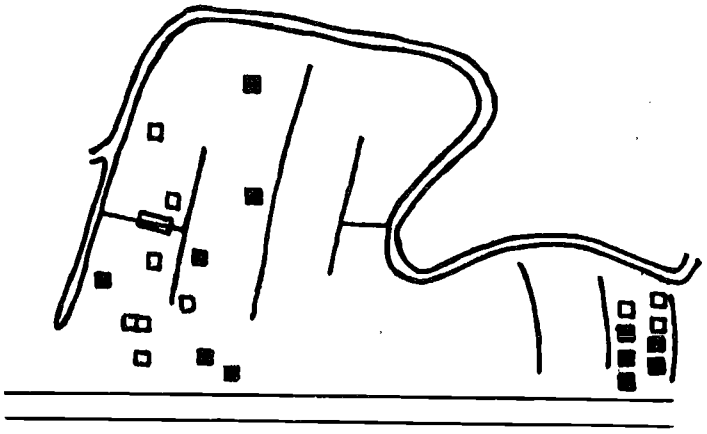
Figuur IV-10 Verband tussen de stikstof-indikatiewaarde en de afstand tot de ontwateringssloot (in meters), 1976 en 1980.

De lijn die voor 1976 het verband aangeeft tussen de stikstof-indikatiegraad van de diverse opnamen en de afstand tot de ontwateringssloot tendeert naar een lagere indikatiewaarde voor de verst gelegen kwadraten. ($P \approx 0.0258$). De lijn voor 1980 is signifikant op nivo $P < 0.001$, zelfs als we de niet met zekerheid teruggevonden kwadraten niet meerekenen.
De beide populaties (1976 en 1980) blijken niet signifikant van elkaar te verschillen (Wilcoxon's signed-ranks test, Sokal & Rohlf, 1973, bldz220). Ook de trajekten $0 < \geq 10$m, $10 < \geq 20$m en $20 < \geq 30$ m blijken, indien apart getoetst, geen van drieën signifikante verschillen tussen de jaren op te leveren.

2.4 Diskussie

Opvallend is dat in de meerderheid van de gevallen de stikstofindikatie afgenomen is, hetgeen wijst op een vermindering van de invloed van de nitraat-mineralisatie. Bezien we het

kaartje van figuur IV-11 dan blijken vooral de kwadraten dicht bij de ontwateringssloot rijker geworden te zijn, met uitzondering van die in de zuid-oosthoek van het perceel. Het is juist deze hoek waar de ontwatering ook niet in de vochtindikatie tot uitdrukking blijkt te zijn gekomen. Kwadraat 18 is ook nu weer het enige in deze omgeving dat wel stikstof-rijker is geworden.



Figuur IV-11 Kwadraten met een hogere stikstof-indikatiewaarde in 1980 (■)

Dat de overige -meest nattere- kwadraten stikstofarmer zijn geworden is mogelijk te verklaren door een verhoogde kweldruk aan te nemen als gevolg van de tamelijk regenrijke jaren na 1976. Dit verschijnsel is ook door andere onderzoekers in het stroomgebied van de Drentsche Aa opgemerkt (v.Duuren, Grootjans: pers.med.).

Uit figuur IV-10 blijkt dat de stikstof-indikatie in de opnamen langs de sloot gemiddeld hoger zijn dan in het natte midden van het perceel.

IV E VERANDERINGEN IN DE DOTTERBLOEM-POPULATIE

Een van de meest kenmerkende soorten/*vegetatietypen zoals die te vinden zijn op het perceel Anderen is wel de Dotterbloem. Als aanvulling op het voorgaande hebben we ons de vraag gesteld hoe een individuele soort in aantal, bedekking en wijze van voortplanten kan reageren op een ontwateringsingreep. /* uit

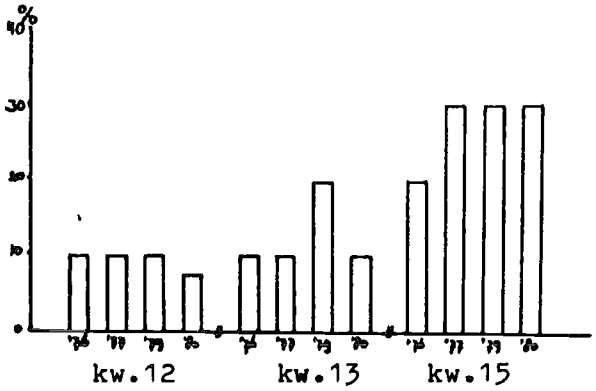
1. Methode

De voorgaande projektgroepen hebben aantal en bedekking van enkele soorten -waaronder de Dotterbloem- uit de kwadraten 12, 12^{a}, 13 en 15 steeds nauwkeurig bijgehouden. Wijzelf hebben dit -alleen voor de Dotterbloem- ook gedaan en aangevuld met tellingen van het aantal kiemplanten in deze kwadraten.

Opname 12^{a} ligt precies tussen -en grenst aan- de opnamen 12 en 13. Ze meet eveneens 2x2 meter.
De vier kwadraten liggen alle op een denkbeeldige lijn ('raai') loodrecht op de nieuwe ontwateringssloot. 12, 12^{a} en 13 liggen op resp. acht, tien en twaalf meter van deze sloot; kwadraat 15 ligt op 40 meter van de sloot. Verondersteld wordt dat kwadraat 15 natter is en minder onder invloed staat van de ontwateringssloot dan 12, 12^{a} en 13.

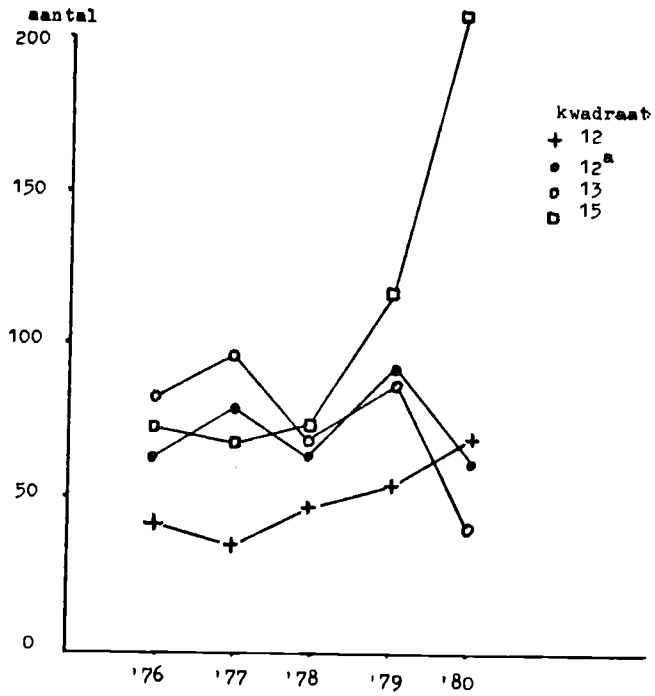
2. Resultaten

2.1 De bedekking

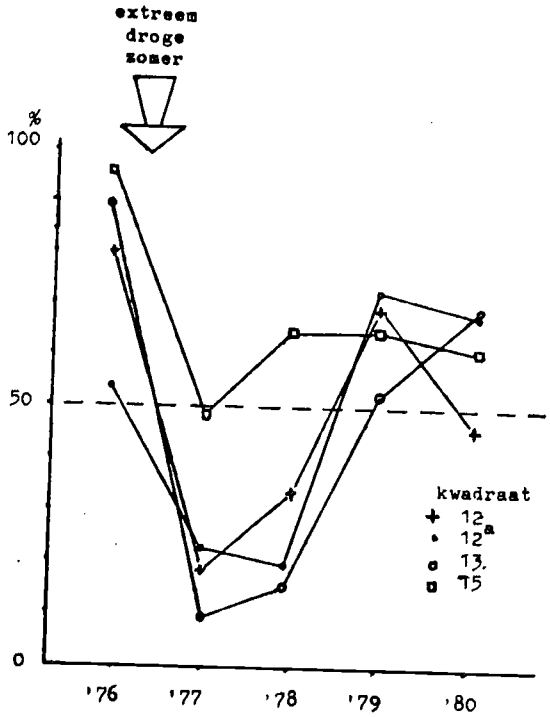


Figuur IV- 12 Bedekking van de Dotterbloem in drie kwadraten op een raai loodrecht op de ontwateringssloot, 1976 - 1980.

De bedekking van de Dotterbloem in kwadraat 12 blijft door de jaren heen ongeveer dezelfde. De bedekking in kwadraat 13 neemt in 1979 toe, maar dit effekt blijkt in 1980 weer teniet gedaan. In kwadraat 15 neemt de bedekking in 1979 toe en blijft ook in 1980 hoog. Voor alle genoemde kwadraten gelden in in 1977 lage bedekkingscijfers, dat wil zeggen: één jaar na de droge zomer van 1976 en na de aanleg van de ontwateringssloot.



Figuur IV-13
Aantal volwassen Dotterbloemplanten in een raai ⊥ op de ontwateringssloot.



Figuur IV-14
Verhouding bloeiende/niet-bloeiende planten in een raai ⊥ op de ontwateringssloot

kwadraat	aantal kiemplanten
12	23
12a	(niet geteld)
13	2
15	662

Tabel IV-13
Aantal kiemplanten van de Dotterbloem in een raai ⊥ op de ontwateringssloot.

2.2 Het aantal volwassen planten

Het aantal volwassen planten in de kwadraten 12^a en 13 is na de ingreep in eerste instantie vrijwel konstant gebleven. In 1980 echter is een forse daling ingetreden. Het aantal planten uit kwadraat 12 ligt in alle genoemde jaren lager en neemt in dezelfde tijd toe tot het nivo van de kwadraten 12^a en 13.
Kwadraat 15 is in de eerste drie jaren te vergelijken met de overige opnamen maar kent in 1979 en 1980 een enorme vooruitgang tot ongeveer het drievoudige van 1978. Deze toename is niet terug te vinden in de overige kwadraten.

Bezien we dit wat nader voor bloeiende en niet-bloeiende planten, dan blijkt in de eerste plaats dat in 1977 en 1978 de meeste planten slechts in vegetatieve, dwz. in niet-bloeiende toestand voorkwamen (zie figuur IV-14). Mogelijk is dit een gevolg van de extreem droge zomer van 1976.
In de tweede plaats gaat de afname van het totaal aantal planten gepaard met een sterke afname van het aantal niet-bloeiende planten. Tegelijkertijd neemt het aantal bloeiende planten weer toe.
De verhouding tussen bloeiende en niet-bloeiende planten heeft zich in 1979 en 1980 hersteld, echter tot een nivo dat nog steeds lager ligt dan in 1976.
Globaal gesproken zijn er dus in 1980 in de kwadraten 12, 12^a en 13 minder planten dan voorheen en is het percentage planten dat tot generatieve voortplanting komt (bloeien, zaadvorming) kleiner.

Kwadraat 15 wijkt daar in een aantal opzichten van af. In de eerste plaats neemt het aantal Dotterbloemplanten sterk toe, zowel bloeiende als niet-bloeiende. Tegelijkertijd blijkt de verandering in de verhouding bloeiende en niet-bloeiende planten zich niet zo extreem voor te doen als in de overige genoemde kwadraten. Dit betekent dat het aantal aan de generatieve voortplanting deelnemende planten ook in moeilijke tijden vrij hoog is.

2.3 Het aantal kiemplanten

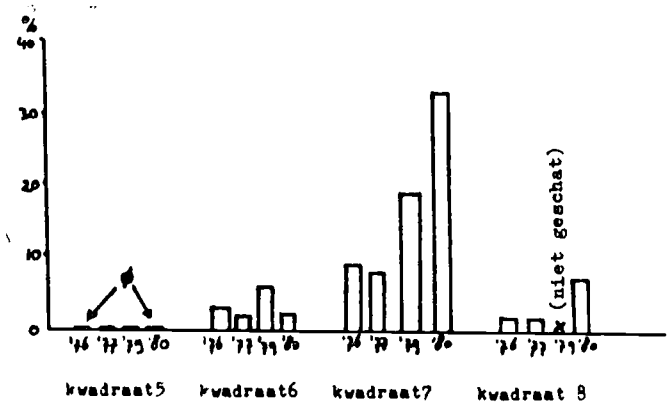
Het aantal kiemplanten is in 1980 in de kwadraten 12 en 13 betrekkelijk klein; in kwadraat 15 is het daarentegen juist bijzonder hoog.

3. Diskussie

De vooronderstelling dat kwadraat minder beïnvloed wordt door ontwatering dan de opnamen 12, 12^a en 13 wordt niet bevestigd door de vochtindikatiegraden van deze opnamen. Het gaat echter om betrekkelijk kleine veranderingen (percentages ten opzichte van de totale vochtindikatiegraad):

	12	12[a]	13	15
vocht-indikatiegraad	-1.5	?	2.0	- 3.0
N-indikatiegraad	0.4	?	5.4	3.0 %

Hoewel een konklusie slechts gebaseerd kan worden op een klein aantal kwadraten ziet het er naar uit dat de Dotterbloem-populatie zich in het natte stuk aanzienlijk heeft weten uit te breiden, terwijl in de overige kwadraten dicht bij de nieuwe sloot de soort zich ogenschijnlijk weet te handhaven of licht achteruit gaat.
De toename in kwadraat 15 wordt onder andere bevestigd door de relatieve toename in bedekking van de Dotterbloem over het hele perceel (zie ook tabel IV-11) en door een vergelijking met de bedekking van Dotterbloemen in raai 5 - 6 - 7 - 8, Deze raai laat ongeveer het zelfde beeld zien als de raai 12 - 12[a] - 13 - 15: een toename op enige afstand van de sloot en een gelijkblijven dichterbij.



Figuur IV-14 Bedekking van de Dotterbloem op een raai ⊥ op de ontwateringssloot in de noordlob van het perceel, 1976 - 1980.

De kwadraten die dicht bij de ontwateringssloot gelegen zijn kennen een toename als in kwadraat 15 niet; eerder is er sprake van een lichte afname. Uit de aantallen kiemplanten blijkt dat dit toegeschreven moet worden aan een zich niet verjongen van de populatie in de kwadraten bij de sloot.

Samenvattend kunnen we stellen dat in de kwadraten nabij de nieuwe ontwateringssloot de Dotterbloem zich op middellange termijn heeft weten te handhaven, maar dat er in feite sprake is van een veroudering van de populatie-samenstelling. Het moet niet uitgesloten worden geacht dat op de lange duur de Dotterbloem op een groter deel van het terrein als soort zal verdwijnen.

LITERATUUR

Bots, W.P.C.M., P.C. Jansen en G.J. Noordewick, 1978. Fysisch-chemische samenstelling van oppervlakte- en grondwater in het Noorden des Lands. ICW Wageningen, rapport 13.

Brady, N.C., 1974. The nature and proporties of soils. Macmillon publishing co., Inc. New York. 8e druk.

Brouwer, R., P.C. J. Kuiper, 1972. Leerboek der plantenfysiologie deel 3. Utrecht.

Bruijn O. de, 1977. De zeggen in het stroomgebied van de Drentsche Aa deel I en II. Botanische verkenning van een landschapsreservaat. Doktoraalverslag lab. Plt. Oecl., RUG, Haren.

Cultuurtechnisch Vademecum. Uitgave van de Cultuurtechnische vereniging, 1971.

Dijk, H. van, 1961. Samenstelling en eigenschappen van organische stof in de grond. Bodemkunde. Wageningen, blz 59-66.

-- , 1965. Zuurgroepanalyse en kationbinding bij huminezuren. Proefschrift RUG.

Duuren, L., J.P. Bakker, L.F.M. Fresco, 1981. From intensively agricultural practices to haymaking without fertilisation. in: Vegetatio 47: 241-258.

Duyvenboden, W. van, 1974. De geohydrochemie van het Jong-Pleistoceen in Salland in relatie tot de topografie en de geohydrologie. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.

Ellenberg, H., 1974. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas,in: Scripta Geobotanica IX, Gottingen.

-- , 1978. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Stuttgart, 2e druk.

Fried, M., Broeshart, H., 1969. The soil-plant system in relation to inorganic nutrition. Acadamic Press New York. 2e druk.

Fresco, L.F.M., 1980. Methoden bij het vegetatiekundig onderzoek. Vakgroep Plt. Oecl., Haren.

Gerritsen, B., G.J. Smits, 1981. De oecologische gevolgen van de ruilverkavelingen 'Rolde' en 'Anloo', deel 5. Doct. Versl. Plt. Oecl., RUG, Haren.

Grootjans, A.P., 1975. De invloed van grondwaterstandsdaling op de vegetatie in natuurgebieden. Rapport Provinciale Planologische Dienst Drenthe.

-- , 1979. Effecten van grondwaterstandsdaling op een natuurreservaat in het Stroomdallandschap van de Drentse Aa. WLO Mededelingen 6(1979) 3.

Grootjans, A.P., 1980. Distriburion of plant communities along rivulets in relation to hydrolohy and management. In: Wilmanns, O en R. Tüxen, Epharmonie. Berichte über die internationalen Symposien der IVV, 1979, 143-170.

Heukels, H., S.J. van Ooststroom, 1962. Flora van Nederland. Noordhoff, Groningen. 15e druk.

Hoekstra, E., e.a., 1978. Themanummer project ruilverkaveling. Rauwkost, subfaculteitsblad biologie RUG, jrg. 1:4.

Hofman, P., C. Procé, 1979. De Broekweering, testen en vergelijking van enkele vegetatiekundige uitwerkingsmethoden, vegetatiebeschrijving en beheersplan. Doct. Versl. Plt. Oecl. RUG, Haren.

Hooghoudt, S.B., D. van der Woerdt, H. van Dijk, 1960. Fysisch-chemisch onderzoek naar de oorzaken van de irreversibele indroging van veengronden en de mogelijkheden van verbetering. In: Verdrogende veengronden in West-Nederland, Hooghoudt et. al., Pudoc Versl. Landb. onderzoek nº 6623: 1-76.

Kemmers, R.H. en P.C. Jansen, 1980. De invloed van chemische faktoren in grondwater en bodem op enkele vegetatietypen in het CRM-reservaat 'Groot Zandbrink', ICW, Wageningen, nota 1181.

Kruyne, A.A., D.M. de Vries, H. Mooi, 1967. Bijdrage tot de oecologie van de Nederlandse graslandplanten. Versl. landb. onderzoek nº 696, Wageningen.

-- , D.M. de Vries, 1975. Vegetatieve herkenning van onze graslandplanten. 6e druk. H. Veenman & Zn., Wageningen.

Londo, G., 1975. De decimale schaal voor vegetatieopnamen van permanente kwadraten. Gorteria, 7.

Meisel, K., 1960. Die Auswirkung des Grundwasserabsenkung auf die Pflanzengesellschaften im Gebiete um Moers (Niederheim). Stolzenau/Weser.

Mendenhall, W., M. Ramey, 1973. Statistics for psychology. Duxbury Press, Belmont, California.

Meijden, R. van der, M. Brand, E. 't Hart, 1980. Grassentabel. Rijksherbarium Leiden, 2e druk.

Meuwese, F., 1980. Anionbepaling met behulp van ionchromatografie. Lab. voor analytische chemie, RU Groningen.

Molenaar, J. G. de, 1980. Bemesting, waterhuishouding, intensivering in de landbouw en het natuurlijk milieu. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Niemann, E., 1973. Grundwasser und Vegetationsgefüge. Nova Acta Leopold 6, Bnd. 38.

Penman, H.L., 1948. Vegetation and Hydrology. Farnham Royl, Buchs Engl.,1963.

Scheffer, F,, P. Schachtschabel, 1966. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferd. Enke Verlag, Stuttgart, 6e druk.

Schipper, P., J.H. van der Windt, 1980. De oecologische gevolgen van de ruilverkavelingen 'Rolde' en 'Anloo'. Doct. versl. plnt. oecl. RUG, Haren.

Schothorst, C.J., 1967. Bepaling van de componenten van de zakking na grondwaterstandsdaling. Landb. tijdschrift 79, 11: 402-411.

-- , 1976. Zakking van veengronden. Bodem en bemesting deel 3. Uitg. Minst. van Landb. en Viss. 769-175.

-- , 1978. Het zakkingsproces bij ontwatering van de westelijke veenweidegronden. Landb. tijdschrift 167-175.

-- , 1979. Maaiveldsdaling door peilverlaging in het westelijke veenweide gebied. Waterschapsbelangen 64: 7.

Schroeder, D., 1978. Bodenkunde in Stichworten. Verlag Ferd. Hirt, Kiel. 3e druk.

Smeets, P.J.A.M., M.J.A. Werger, H.A.J. Tevonderen, 1980. Vegetation changes in a moist grassland under altered water conditions. Biological conservation 2.

Sohal, R.R., F.J. Rohlf, 1973. Introduction to biostatistics. San Francisco.

Stanier, R.Y., M. Doudoroff, E.A. Adelberg, 1963. General microbiology, The Macmillan Press LTD, London, 2e druk.

Vos, F., 1975. Een drentse landschapstudie. Doct. versl. plnt. oecl. RUG, Haren.

Vries, J.J. de, 1976. Inleiding tot de hydrologie van Nederland. Rodopi, Amsterdam.

Werkgroep Regionaal Geohydrologisch Onderzoek Drenthe, 1978. Regionaal Geohydrologisch Onderzoek in de Provincie Drenthe. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.

Westhoff, V., A.J. den Held, 1975. Plantengemeenschappen in Nede land. Thieme & Cie, Zutphen, 2e druk.

Wiessing, L. K. Sjoukes, 1982. Enige oorzaken en gevolgen van wateroverlast na een ruilverkaveling in het stroomdal van de Drentsche Aa. Doct. versl. bodemkunde RUG, Haren.

Wind, G.P., 1976. Grondverbetering algemeen. Bodem en bemesting deel 3. Uitg. Minst. van Landb. en Viss. 713-745.

Wirdum, G. van, 1978. Een landschapsekologische basis voor de normering van waterkwaliteit. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Wirdum, G. van, 1980. Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek, TNO, Workshop waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels 65-85.

Uitgaven Projektgroepen Ruilverkaveling.

Alle uitgaven van de projektgroepen zijn doctoraalverslagen.

De oecologische gevolgen van de ruilverkavelingen 'Rolde' en 'Anloo':

1. Dieroecologie (weidevogels)
   E. Hoekstra, E.J. Lammerts
   Projektgroep 1977; 1979.

2a. Plantenoecologie/Bodemkunde
   P. Schipper, H. van der Windt
   projektgroep 1977; 1980.

2b. Plantenoecologie
   Th. Schaap
   projektgroep 1977; 1980.

3. De invloed van ruilverkaveling op de weidevogel- en bodemfaunastand in het beekdal van het Rolderdiep.
   Dierocologie.
   K. Hendrikse, E. Oosterveld, G. Würing
   projektgroep 1978; 1979.

4. Vegetatiestructuur van graslanden in het beekdal van het Rolderdiep.
   Plantenoecologie.
   B. Langenkamp, G. Smakman.
   projektgroep 1978; 1979.

5. Plantenoecologie, bodemkunde
   B. Gerritsen, G. Smits
   projektgroep 1979; 1981.

6. Dieroecologie (weidevogels)
   C. Brouwer, G. ter Heerd, J. Huesken
   projektgroep 1979; 1981.

7. Ontwatering
   Plantenoecologie, bodemkunde, hydrologie
   D. Logemann, E. Reehorst, K. Sjoukes
   projektgroep 1980; 1982.

8. Plasvorming. Enige oorzaken en gevolgen van wateroverlast na een ruilverkaveling in het stroomdal van de Drentsche Aa.
   L. Wiessing, K. Sjoukes
   projektgroep 1980; 1982 (Biologiewinkel rapport in druk).

9. De grasmat van het Zuiderland - een diskussie over polderpeilverlaging.
   D. Logemann, E. Reehorst
   projektgroep 1980; 1981 (Biologiewinkel rapport nr. 3).

ion	regen-water	infiltratiewater	diep grondwater
Ca^{++}	6 (3)	10-20 (2)	200-500 (5)
Mg^{++}	6 (3)	• (4)	• (4)
Na^{+}	20 (1)	* (2)	* (2)
K^{+}	3 (4)	* (2)	* (2)
HCO_3^{-}		0-20	honderden
SO_4^{--}		10-20 (2)	~0
Cl^{-}	10 (2)	20-30	* (2)
EGV25	62 (3)		500-600 (3)

Tabel II-4 Samenstelling regen-, infiltratie- en diep grondwater
Hoeveelheden ionen in meq x 100/l; EGV25 in µS/cm.
* : de hoeveelheid van dit ion neemt nauwelijks toe op de weg van het water door de bodem
• : de hoeveelheid van dit ion is steeds ongeveer 1/6 van de kationensom

Bronnen: (1) Bots e.a. 1978
(2) van Duyvenboden 1974
(3) WGOD 1978
(4) van Wirdum 1978
(5) van Wirdum 1978

monster	Cl^{-} planten-oecologie	Cl^{-} analytische chemie	SO_4^{--} planten-oecologie	SO_4^{--} analytische chemie
7	110	90	152	210
31	20	20	79	80
42	30	30	27	10
49	50	60	13	8
108	60	60	89	100

Tabel II-6 Resultaten Cl^{-} en SO_4^{--} bepalingen op het laboratorium voor Plantenoecologie, en op dat voor Analytische Chemie; in meq x 100/l

Tabel II-5 Watersamenstelling op diverse plaatsen langs Rolder-, Gasterense-, Anloër-, en Oude Molense Diep; 1979, 1980
hoeveelheden ionen in meqx100/l
datum: alle monsternames in 1980, tenzij anders vermeld
diepte: diepte van het midden van het filter in cm beneden maaiveld
behandeling door: AG = Ab Grootjans
3K = 3e jaars Kursus Plantenoecologie 1980
pg3 = projektgroep Ruilverkaveling III
pg 4= projektgroep Ruilverkaveling IV
n.c. = niet in clustering betrokken.

plaats	diepte cm bm	datum	door	nr.	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	NH_4^{+}	HCO_3^{-}	SO_4^{--}	Cl^{-}	NO_3/PO_4	pH	EGV25	IR
Anderen C	80	30/ 5/79	pg3	1	102	18	17	4			582	54				.723
	.	19/ 6	AG	2	234	45	38	20	14		67	34	1	8.1	371	.694
	.	7/ 8	pg4	3	130	20	50	10	30	250	10	40	3	6.5	321	n.c.
	140	30/ 5/79	pg3	4	152	38	10	4		177	3	40				.619
	.	19/ 6	AG	5	269	60	56	10	58		10	35	1	7.3	518	.745
	.	7/ 8	pg4	6	110	20	60	8	40	300	10	50	4	7.2	295	.681
	260	30/ 5/79	pg3	7	178	45	30	5		226	0	34				n.c.
	.	4/ 9/79	.	8	152	43	47	12		193	45	32			393	.556
	.	19/ 6	AG	9	217	47	44	5	1		5	46	2	7.6	371	.690
	.	7/ 8	pg4	10	120	30	60	7	10	320	8	50	3	7.8	307	.598
E	40	4/ 9/79	pg3	11	92	11	7	1		0	209	13			127	.693
	.	17/10/79	.	12	76	12	4	1		0	154	14			150	.553
	80	4/ 9/79	.	13	215	28	43	1		216	35	35			427	.829
	.	17/10/79	.	14	131	23	36	2		100	51	39			339	.817
	.	7/ 8	pg4	15	50	4	30	3	50	160	20	20	0	7.9	199	.749
	140	4/ 9/79	pg3	16	189	39	46	4		230	16	33			390	.682
	.	17/10/79	.	17	156	35	47	4		167	17	58			414	.574
	.	7/ 8	pg4	18	100	20	70	7	40	310	8	60	3	7.1	310	.680
	260	4/ 9/79	pg3	19	176	47	40	6		231	0	38			379	.645
	.	17/10/79	.	20	152	53	39	5		213	0	37			386	.508
G	.	7/ 8	pg4	21	30	9	40	3	20	140	10	30	2	7.1	149	.654
	40	4/ 9/79	pg3	22	77	13	11	1		0	184	12			169	.610
	.	17/10/79	.	23	65	11	7	3		0	176	15			140	.366
	80	4/ 9/79	.	24	180	46	38	4		215	2	32			392	.755
	.	17/10/79	.	25	154	55	37	3		208	5	37			440	.756
	.	19/ 6	AG	26	262	53	41	5	12		5	22	1	7.4	438	.672
	140	4/ 9/79	pg3	27	166	43	39	5		184	30	40			369	.618
	.	17/10/79	.	28	132	44	37	4		102	17	38			362	.726
	.	19/ 6	AG	29	165	26	38	8	37		20	23	1	7.5	338	n.c.
	.	7/ 8	pg4	30	90	10	30	3	20	240	6	20	0	7.3	218	.696
	260	4/ 9/79	pg3	31	160	40	40	6		147	35	39			330	.677
	.	17/10/79	.	32	136	45	38	5		179	0	46			379	.650
	.	19/ 6	AG	33	228	43	38	6	3		3	22	4	7.6	361	.607
																n.c.
																.724

Tabel II-5 vervolg

plaats		diepte cm bm	datum	door	nr.	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	NH_4^{+}	HCO_3^{-}	SO_4^{--}	Cl^{-}	NO_3/PO_4^{---}	pH	EGV25	IR	
Anderen	C	260	7/ 8	pg4	34	110	20	50	4	20	270	10	40	0	7.3	264	.598	
Ballo-	B1	100	13/ 5	.	35	0	4	40	10	20	0	90	30	0	4.3	140	0	
erveld	B2	110	.	.	36	0	0	40	3	20	10	80	20	0	4.8	100	0	
	B3	120	.	.	37	0	2	30	2	20	8	40	30	0	5.3	85	0	
	B4	150	6/ 6	.	38	0	2	30	7	10	40	80	3	6	4.4	100	0	
Osse-	01	120	13/ 5	.	39	70	10	70	40	20	10	100	30	100	5.9	319	.368	
broeken		.	26/ 6	.	40	60	10	60	40	20	30	100	40	190	6.4	264	.353	
	02	130	13/ 5	.	41	90	50	50	40	20	40	290	100	5	6.5	372	.391	
		.	26/ 6	.	42	90	50	60	40	20	60	300	100	0	6.2	393	.375	
	03	.	13/ 5	.	43	60	50	80	20	20	20	290	130	0	6.3	351	.285	
		.	26/ 6	.	44	50	50	70	20	20	30	270	110	0	6.6	292	.263	
	04	120	13/ 5	.	45	120	20	70	9	10	250	30	60	0	7.3	301	.548	
		.	26/ 6	.	46	100	20	60	8	10	240	20	60	0	7.5	285	.532	
	05	.	13/ 5	.	47	200	20	70	5	10	310	130	60	0	7.6	406	.678	
		.	26/ 6	.	48	150	20	60	6	20	260	80	70	5	7.5	348	.636	
	06	140	13/ 5	.	49	90	20	50	6	10	220	8	50	0	7.4	244	.542	
		.	26/ 6	.	50	80	20	60	20	20	210	10	60	0	7.2	271	.444	
	07	95	6/ 6	.	51	70	40	150	20	20	20	220	100	130	4.7	308	.250	n.c.
		.	26/ 6	.	52	60	50	160	30	10	14	120	130	220	4.8	428	.200	n.c.
	08	.	6/ 6	.	53	0	30	190	30	30	2	210	90	20	4.9	281	0	n.c.
		.	26/ 6	.	54	0	20	200	20	20	0	120	110	7	5.1	299	0	n.c.
	09	200	6/ 6	.	55	90	30	140	60	20	9	210	40	230	4.4	298	.281	n.c.
		.	26/ 6	.	56	80	30	140	60	20	10	200	60	240	5.8	352	.258	n.c.
	010	110	6/ 6	.	57	100	20	110	10	20	180	100	70	5	7.4	298	.417	n.c.
		.	26/ 6	.	58	140	30	70	20	20	190	10	70	10	6.7	426	.539	n.c.
	011	.	6/ 6	.	59	80	20	50	6	20	220	40	40	0	6.8	299	.513	n.c.
		.	26/ 6	.	60	60	20	50	5	20	190	250	50	0	7.4	212	.444	n.c.
Hoog-	HH	?	3/ 6	3K	61	221	66	67	11				139		7.6	450	.605	n.c.
holtje		50	22/ 4	.	62	72	26	64	3		193	4	56		6.7	267	.436	
		.	3/ 6	.	63	147	43	61	3				70		7.5	295	.579	n.c.
		.	5/ 6	AG	64	82	97	88	67	3	5	146	109	4	6.8	306	.246	
		.	5/ 6	.	65	179	44	79	1	3	228	44	56	0	6.9	279	.591	
		100	5/ 6	.	66	140	35	60	31	0	185	22	33	0	7.1	219	.526	

Tabel II-5 vervolg

plaats		diepte cm bm	datum	door	nr.	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	NH_4^{+}	HCO_3^{-}	SO_4^{--}	Cl^{-}	NO_3^{-}/PO_4^{---}	pH	EGV25	IR	
Hoog-	HH	?	22/ 4	3K	67	79	66	82	4		79	113	84		5.8	329	.342	
holtje		?	3/ 6	.	68	71	107	71	2				113		6.7	292	.283	n.c.
Burg-	BU1	127	22/ 4	.	69	52	20	66	7		79	35	54		6.3	191	.359	
vallen		.	3/ 6	.	70	62	22	66	6		69	38	66		6.6	192	.397	
	BU2	33	22/ 4	.	71	166	26	41	4		234	38	58		6.5	280	.700	
		97		.	72	207	36	47	3		234	49	60		6.3	350	.706	
		.	3/ 6	.	73	254	42	53	4		0	9	51		6.2	428	.720	
Stren-	S1	34	22/ 4	.	74	184	108	136	15		39	160	209		4.5	535	.415	
gen		.	3/ 6	.	75	148	98	130	14		0	160	174		5.5	434	.379	
		100	22/ 4	.	76	149	90	116	32		20	160	172		4.7	478	.385	
		.	3/ 6	.	77	130	84	112	34		18	160	142		5.4	412	.361	
	S2	110	22/ 4	.	78	294	92	168	25		64	160	233		6.0	679	.508	
		.	3/ 6	.	79	296	90	168	24		0	160	198		6.3	603	.512	
Over	OS1	95	22/ 4	.	80	252	92	321	15		62	160	393		6.2	819	.371	
Stren-																		
gen		.	3/ 6	.	81	200	60	187	9		0	141	197		6.8	512	.439	
	OS2	.	22/ 4	.	82	50	18	82	2		51	71	71		5.4	227	.329	
Oude	OM1	100	15/ 5	AG	83	98	30	72	12	2	86	67	62	2	8.8	218	.462	
Molen-	OM2	.	4/ 6	.	84	143	28	47	20	0	190	25	21	0	8.0	201	.601	
se	OM3	.	.	.	85	49	34	32	3	2	25	72	34	2	6.6	149	.415	
Diep		.	5/ 6	.	86	40	31	26	1	2	20	54	21	1	6.1	134	.408	
Horn-	HB1	.	22/ 4	3K	87	42	52	264	19		100	160	301		3.9	654	.114	
bulten	HB2	50	.	.	88	184	32	103	7		152	58	192		6.3	445	.564	
		.	3/ 6	.	89	322	42	55	4		0	160	156		5.8	484	.761	
		155	22/ 4	.	90	179	46	77	4		403	39	89		6.8	558	.585	
		.	3/ 6	.	91	436	62	61	5		0	10	73		6.4	579	.773	

type / grootheid	I n=6	%	II n=37	%	III n=4	%	IV a n=12	%	IV b n=11	%
EGV25	118±24		322±82		158±13		288±66		550±19	
pH	5.3±0.9		6.9±1.4		-		6.5±0.8		5.6±0.8	
Ca^{++}	15±20	23	136±50	61	78±10	79	70±20	33	200±80	44
Mg^{++}	12±10	19	31±10	14	12±1	12	43±20	21	76±20	17
Na^{+}	33±5		49±10		7±2		71±10		160±70	
K^{+}	4±3		8±10		2±1		25±20		18±90	
$Na^{+}+K^{+}$	37±7	58	57±20	25	9±2	9	96±20	46	179±70	39
Σkat-ionen	64		224		98		209		456	
HCO_3^{-}	17±13	16	218±60	76	0±0	0	47±30	17	41±50	10
SO_4^{--}	69±20	63	23±20	8	181±20	93	152±10	54	140±30	37
Cl^{-}	23±10	21	46±10	16	14±1	7	80±30	29	215±70	53
Σan-ionen	111		287		194		279		406	
Σionen totaal	175		511		292		488		861	

Tabel II-7 Groepsgemiddelden (en standaardafwijking) van enkele grootheden.
Groepen verkregen na clustering; gemiddelden van ionen in meqx100/l, gemiddelden van EGV25 in µS/cm.
In procenten het aandeel per kat/anion in de kat/anionensom.

type	I			IV a			II		
kode buis	B1	B2	B3	01	02	03	04	05	06
temp. °C	13.5	14.0	14.0	11.0	12.7	12.8	11.6	11.7	12.0
gem.temp. °C	13.8+0.3			12.2+1.0			11.8+0.7		

Tabel II-8 Temperatuur van drie typen grondwater uit buizen van 120 cm diepte ter hoogte van Anderen.
Voor plaats buizen zie fig. II-7.

type	I		IV		II	
raai	I	II	I	II	I	II
	n=4 %	n=2 %	n=6 %	n=4 %	n=6 %	n=4 %
EGV25	106±24	290±13	331±49	347±59	309±59	309±88
pH	4.7±0.5	5.0±0.1	6.3±0.2	4.9±0.6	7.5±0.1	7.1±0.4
Ca^{++}	0±0 0	0±0 0	70±18 31	75±13 23	123±45 52	95±34 45
Mg^{++}	2±2 3	17±14 6	37±21 16	38±10 12	20±20 8	23±5 11
Na^{+}	35±6 57	195±8 74	65±10 29	148±10 46	70±28 30	62±7 30
K^{+}	6±4 10	25±8 10	33±10 15	43±21 13	10±7 4	9±6 4
Na+K	41±8 67	220±0 84	98±8 44	190±14 59	80±31 34	71±9 34
NH_4^{+}	18±5 30	25±7 10	20±0 9	18±5 6	13±5 6	20±0 10
HCO_3^{-}	15±17 13	2±1 1	32±17 8	13±5 3	248±35 70	195±17 54
SO_4^{--}	73±22 66	165±64 59	225±97 57	188±48 38	46±49 13	100±106 28
Cl^{-}	21±13 19	100±14 35	85±40 22	83±40 17	60±6 17	58±15 16
NO_3^{-}/PO_4^{---}	2±3 2	14±9 5	49±80 13	205±51 42	1±2 0	4±5 1
Σ ionen	179±42	540±88	616±100	808±32	582±133	574±74

Tabel II-9 Gemiddelden (en standaardafwijking) per watertype voor raai I en II van enkele grootheden. Gemiddelden van ionen in meqx100/l, gemiddelden van EGV25 in µS/cm. In procenten het aandeel per kat/anion in de kat/anionensom.

Tabel II-10 EGV25 metingen (in µS/cm) in kavel en kavelsloot in Ossebroeken, 1980. Metingen in kavelsloot met prikstok; metingen in kavel in grondwaterbuizen; Bsp.= beneden slootpeil.

afstand in m. / diepte cm bsp.	0	10	20	30	38	50	60	70	75	90	95	105	110	115	125	135	145	170	210	390	580	datum
KAVELSLOOT																						
30							183			318	346		374	347	356	347	354					
40							157			307	331		358	347	327	351	358				393	
50										302	325		380	348	366	348	355				340	12/6/80
60										297	348		360	359	373						354	
70																					354	
100																					292	
150																					336	
30					159	237	214		338	298			279					419	426		345	
40					165	216	172		297	303			269					426	424		414	
50						241	171		297	270								276	375		476	24/9/80
60							201		281	273			267					333	407		469	
70									269	264			284					308	336		339	
80									281				284					312			334	
100									276				277					308			286	
150										260												
165																					311	
KAVEL raai I 01t/m06																						
130		319		371		351													301	406	244	13/5/80
130		264		393		292													285	348	271	26/6/80
kleine buizen																						
110	193	416	414	306		509		299														12/5/80

houtwal beek

plaats	C		D	E		G		L		M		R
datum	12/6	24/9	12/6	12/6	24/9	12/6	24/9	12/6	24/9	12/6	24/9	24/9
diepte cm bm.												
10	78			372		321				260		
20	335	300	439	721	723	297	499	135	385	399	370	291
30	346	294	443	577	550	261	443	109	280	577	532	362
40	343	287	504	508	462	289	411	302	261	534	504	288
50		344	470		496	382	416	266	257	592	528	342
60		352		516	449		411	289	313	549	570	270
70		418			448	410	407		374		516	388
80		431	390	508	455	447	407	355	429	569	485	379
100	451	415	390	483	461	436	417	456	429	560	485	414
120		423			451		435	433	438	522	493	42 421
150	406	399	425	466		446	423		402	514		423
180					482		378					

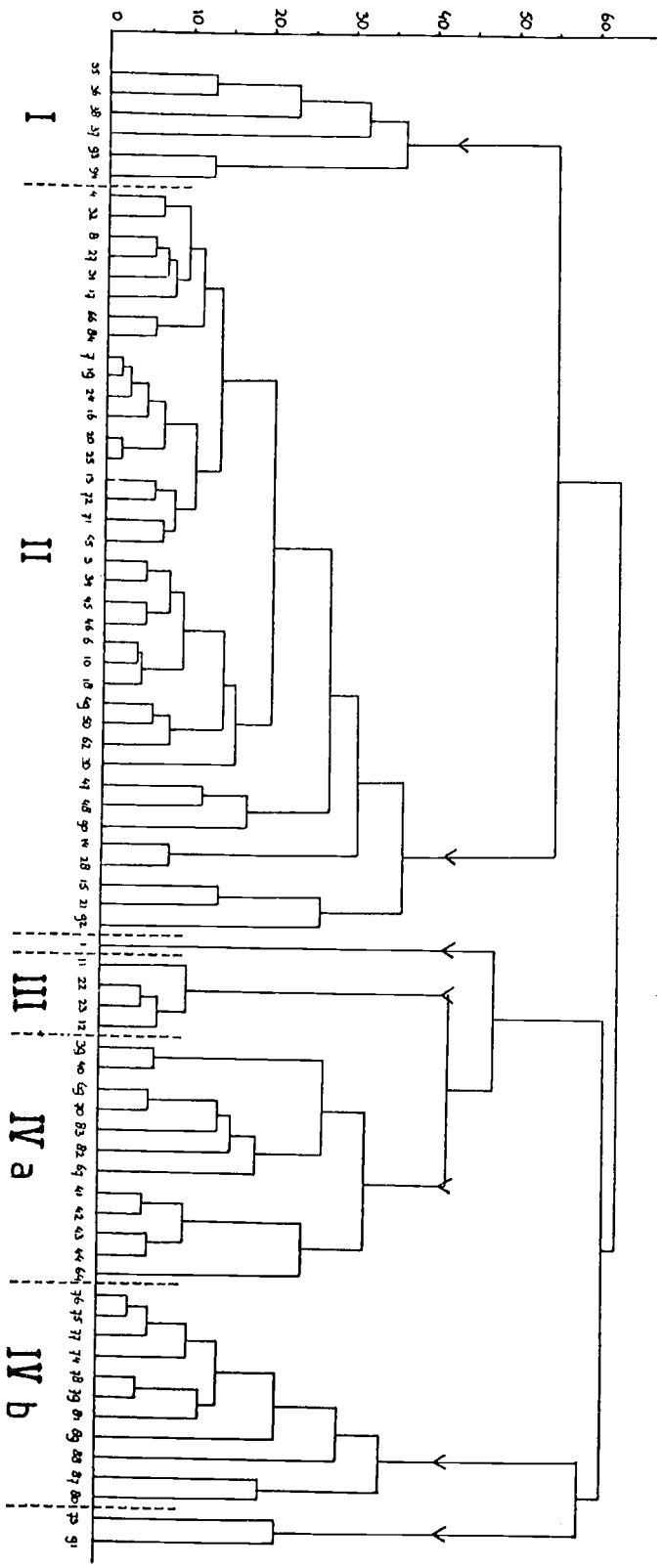
Tabel II-11 EGV25 metingen (in µS/cm) met behulp van prikstok op verschillende diepten; perceel Anderen 1980. Voor plaats metingen zie fig. II-16.

buis / datum	C		E		G	
9-1979	393	(8)	379	(19)	330	(31)
10-1979	-		386	(20)	379	(32)
6-1980	371	(9)	-		361	(33)
8-1980	307	(10)	149	(21)	264	(34)

Tabel II-12 EGV25 metingen (in µS/cm) in 1979 en 1980 op perceel Anderen, op een diepte van 260 cm beneden maaiveld.
Voor plaats buizen zie fig. II-16. Monsternummers tussen haakjes vermeld - zie tabel II-5.

diepte buis cm.bm.	40	80	140	260			40	80	140	260		40	80	140	260				
plaats	B	C	C	C	C	D	E	E	E	E	F	G	G	G	G	H	O	P	Q
datum																			
4-3							8	15	20	15									
16-4							28	29	32	28		36	39	31	33				
24-4							23	20	25	20									
13-5	40					+3	36	34	39	38	27	35	48	39	46	38	30		6
27-5	58	34	65	67	65	+2	40	51	50	46	33	38	53	47	52	46	22		10
3-6		34	64	66	63		41	44	43	41		38	43	35	39				
4-6	79					+4					25					41	24	53	13
10-6	55	32	69	71	69	2		46	50	47	33	37	54	48	50	46	33	46	16
17-6	55	32	66	86	64	2		43	48	43	28		46	41	54	44	31		10
19-6				67											40				
25-6	28	32	51	54	50	+10	5	23	32	28	13	6	19	15	19	24	21	39	
10-7				37						0		0	0	0	0				
29-7		32	50	50	46	+12	21	22	24	20		19	18	15	16				+4
7-8		31	53	51	51		31	31	35	27		32	28	24	26				
2-9		32					35	33	31	31		28	24	24	29				
24-9		32	54	54	52		30	30	31	30		23	27	25	25				

Tabel II-13 Waterstanden perceel Anderen in cm beneden maaiveld; maart-september 1980 (standen met+ boven maaiveld)
Voor plaats buizen zie fig. II-16.
Diameter buizen C, E, G : 4 cm
B, D, F, H, O, P, Q: 2 cm



Figuur II-22 Dendrogram van watermonsters langs Drentsche Aa; 1979 en 1980

	Laag cm.	pH(KCL) n=2	KAC n=4	BV
	0-15	5.4	36 ±0.3	16
m.p. I	15-30	5.6	39 ±2.0	18
	30-45	6.0	36 ±9.4	21
	0-15	5.4	35 ±1.0	16
m.p. II	15-35	5.2	21 ±2.0	9
	35-45	5.7	23 ±2.1	11
	0-15	4.7	51 ±2.8	15
m.p. III	15-30	4.7	43 ±2.4	13
	30-45	5.7	45 ±4.8	24
	0-10	5.2	15 ±2.3	6
m.p. IV	10-30	5.4	41 ±2.2	18
	30-50	5.3	57 ± .	24
	0-5	5.6	52 ±4.5	24
m.p. A	5-15	5.6	53 ±4.1	24
	15-35	6.0	47 ±2.3	27
	35-50	6.1	57 ±9.7	34
	0-5	5.9	8 ±3.1	6
m.p. B	5-15	6.2	19 ±1.1	11
	15-35	6.2	31 ±0.6	19
	35-50	5.9	40 ±1.8	22
	0-5	5.9	40 ±6.2	22
m.p. C	5-15	5.9	6 ±3.2	3
	15-35	6.1	57 ±1.3	34
	35-50	6.1	58 ±0.6	35
	0-5	5.7	18 ±0.1	9
	5-15	5.8	9 ±0.5	5
m.p. D	15-35	5.8	48 ±4.1	24
	35-50	6.1	52 ±4.2	31

Tabel III-5. De KA-capaciteit, pH(KCL) en basenverzadiging(BV) van de monsterpunten:
I en II: gebied 1(Nat), III en IV: gebied 2 (Droog), A,B,C en D: gebied 3(Verkaveld)
KA-capaciteit in meq per 100gr. droge grond
BV in meq per 100gr. droge grond

	Laag cm.	%OS n=3	KAC/OS	HZ/OS n=2
	0-15	21 ±2.4	173	2.1 ±0.6
m.p. I	15-30	31 ±7.9	126	1.0 ±0.1
	30-45	41 ±33.9	89	0.6 ±0.1
	0-15	44 ±38.2	81	
m.p. II	15-35	10 ±7.7	218	
	35-45	83 ±1.4	27	
	0-15	71 ±2.1	73	3.7 ±2.2
m.p. III	15-30	79 ±7.2	54	1.4 ±0.7
	30-45	92 ±0.7	49	0.6 ±0.2
	0-10	8 ±2.2	193	
m.p. IV	10-30	56 ±1.3	73	
	30-50	84 ±4.7	68	
	0-5	51 ±1.6	102	5.8 ±0.9
m.p. A	5-15	64 ±3.3	83	3.6 ±0.2
	15-35	83 ±0.8	55	1.7 ±0.1
	35-50	74 ±8.3	77	-
	0-5	10 ±2.8	82	
m.p. B	5-15	14 ±1.8	137	
	15-35	31 ±13.0	102	
	35-50	69 ±5.7	59	
	0-5	32 ±1.3	126	
m.p. C	5-15	10 ±1.5	59	
	15-35	52 ±1.8	110	
	35-50	69 ±4.0	84	
	0-5	14 ±3.4	129	5.5 ±1.3
m.p. D	5-15	9 ±1.6	99	7.0 ±0.2
	15-35	51 ±1.7	94	1.4 ±0.4
	35.50	76 ±1.6	69	0.8 ±0.0

Tabel III-6. Het percentage organische stof(%OS), de KA-capaciteit en het gehalte huminezuren van de organische stof(HZ/OS).
I en II: gebied 1(Nat), III en IV:gebied 2 (Droog), A,B,C en D: gebied 3(Verkaveld)
KAC/OS in meq per 100gr. OS
HZ/OS in gr. per 100gr. OS.

	Laag cm.	Vol.% H_2O	Poriën volume %	KAC VV-Dr meq
	0-15	69.1	79.5	-12
m.p. I	15-30	75.5	83.7	- 8
	30-45	80.1	88.3	- 6
	0-15	50.8	71.4	
m.p. II	15-35	60.1	69.4	
	35-45	73.3	79.8	
	0-15	35.1	51.0	
m.p. III	15-30	74.5	92.5	
	30-45	79.6	94.9	
	0-10	19.3	53.7	-11
m.p. IV	10-30	46.6	59.6	0
	30-50	69.5	86.6	+36
		grH_2O/ 100gr grond		
	0-5	43.8		- 9
m.p. A	5-15	55.3		-14
	15-35	53.0		- 7
	35-50	54.8		-39
	0-5	17.2		
m.p. B	5-15	22.6		
	15-35	42.0		
	35 50	56.1		
	0-5	29.7		
m.p. C	5-15	16.6		
	15-35	46.2		
	35-50	53.8		
	0-5	16.8		- 2
m.p. D	5-15	17.9		- 1
	15-35	49.1		-14
	35-50	55.7		-18

Tabel III-7. Het volume percentage water, het poriën volume en het verschil in KA-capaciteit tussen veldvochtige en gedroogde grond van de monsterpunten I en II: gebied 1(Nat), III en IV: gebied 2 (Droog). Het gehalte water en het verschil in Ka-capaciteit tussen veldvochtige en gedroogde grond van de monsterpunten A,B,C en D: gebied 3 (Verkaveld).

	Laag cm.	Ca meq n=2	Mg meq n=2	Na meq n=2	K meq n=2	NH_4 meq n=2
	0-15	1.05 ±.00	.14 ±.01	.07 ±.03	.09 ±.01	.93 ±.02
m.p. I	15-30	.59 ±.04	.05 ±.01	.05 ±.01	.03 ±.01	.35 ±.02
	30-45	2.00 ±.17	.14 ±.00	.17 ±.01	.04 ±.01	1.00 ±.02
	0-10	.00 ±.00	.00 ±.00	.14 ±.00	.18 ±.10	.85 ±.04
m.p. IV	10-30	1.51 ±.06	.07 ±.00	,28 ±.01	.13 ±.05	1.20 ±.02
	30-50	.65 ±.06	.05 ±.00	.07 ±.04	.04 ±.02	.29 ±.02
	0-5	1.30 ±.21	.22 ±.02	.19 ±.06	.18 ±.03	1.03 ±.10
m.p. A	5-15	3.70 ±.08	.33 ±.01	.11 ±.01	.08 ±.00	1.75 ±.00
	15-35	3.10 ±.05	.26 ±.01	.26 ±.01	.08 ±.00	1.28 ±.03
	35-50	2.90 ±.00	.24 ±.01	.21 ±.01	.05 ±.01	1.18 ±.03
	0-5	.53 ±.00	.17 ±.23	.31 ±.13	.46 ±.16	.87 ±.10
m.p. D	5-15	.00 ±.00	.00 ±.00	.07 ±.03	.14 ±.00	.49 ±.04
	15-35	.50 ±.30	.13 ±.00	.34 ±.03	.25 ±.13	1.84 ±.30
	35-50	4.30 ±.35	.39 ±.04	.45 ±.02	.29 ±.14	1.37 ±.06

Tabel III-8. Afgifte van kationen door de monsterpunten
I: gebied 1(Nat), IV: gebied 2(Droog)
A en D: gebied 3(Verkaveld)
meq per 100gr. veldvochtige grond.

Lijst van in deel IV gebruikte plantenamen.

Akkerdistel	Cirsium arvense
Beemdlangbloem	Festuca pratensis
Bittere Veldkers	Cardamine amare
Blauwe Zegge	Carex panicea
Breedbladige Orchis	Orchis majalis
Dotterbloem	Caltha palustris
Echte Koekoeksbloem	Lychnis flos-cuculi
Echte Witbol	Holcus lanatus
Engelwortel	Angelica sylvestris
Fioringras	Agrostis stolonifera
Fluitekruid	Anthriscus sylvestris
Gevleugeld Hertshooi	Hypericum tetrapterum
Gewone Ereprijs	Veronica chamaedrys
Gewone Hoornbloem	Cerastium holosteoides
Gewone Kattestaart	Lythrum salicaria
Gewone Veldbies	Luzula campestris
Gewone Zegge	Carex nigra
Grasmuur	Stellaria graminea
Grote Boterbloem	Ranunculus lingua
Grote Brandnetel	Urtica dioica
Grote Egelskop	Sparganium erectum
Grote Ratelaar	Rhinanthus serotinus
Herfstleeuwetand	Leontodon autumnalis
Hazezegge	Carex ovalis
Holpijp	Equisetum fluviatile
Kale Jonker	Cirsium palustre
Kamgras	Cynosuris cristata
Kleinbloemige Basterd-wederik	Epilobium parviflorum
Kleine Ratelaar	Rhinanthus minor
Kleine Watereppe	Sium erectum
Kruipende Boterbloem	Ranunculus repens
Kruipend Zenegroen	Ajuga reptans
Krulzuring	Rumex crispus
Lidrus	Eqiusetum palustre
Liggend Vetmuur	Sagina procumbens
Madeliefje	Bellis perennis
Mannagras	Glyceria fluitans
Moerasmuur	Stellaria alsine
Moerasrolklaver	Lotus uliginosus
Moerasspirea	Fliipendula ulmaria
Moerasverg.mij-nietje	Myosotis scorpioides
Moeraszoutgras	Triglochin palustris
Noordse Zegge	Carex aquatilis
Paardebloem	Taraxacum officinalis
Perzikkruid	Polygonum persicaria
Pinksterbloem	Cardamine pratensis
Pitrus	Juncus effusus
Rietgras	Phalaris arundinacea
Rode Klaver	Trifolium pratense
Rood Zwenkgras	Festuca rubra
Ruw Beemdgras	Poa trivialis
Ruwe Smele	Deschampsia caespitosa
Scherpe Boterbloem	Ranunculus acris
Smalle Weegbree	Plantago lanceolata
Snavelzegge	Carex rostrata
Veenwortel	Polygonum amphibium
Veldbeemdgras	Poa pratensis
Veldzuring	Rumex acetosa
Vogelmuur	Stellaria media
Watermunt	Mentha aquatica
Witte Klaver	Trifolium repens
Zachte Dravik	Bromus mollis
Zeegroene Muur	Stellaria palustris
Zilverschoon	Potentilla anserina
Zompvergeet-mij-nietje	Myosotis caespitosa

Lijst van in deel IV gebruikte vegetatiekundige termen.

Rietklasse	**Phragmitetea**
-Rietorde	-Phragmitetalia
--Rietverbond	--Phragmition communis
-Orde der Grote Zeggen	-Magno-caricetalia
--Verbond der Grote Zeggen	--Magno-caricion
Klasse der vochtige hooilanden	**Molinio-arrhenatheretea**
-Pijpestrootjesorde	-Molinietalia
--Dotterbloemverbond	--Calthion palustris
--Moerasspireaverbond	--Filipendulion
-Glanshaver-orde	-Arrhenatheretalia
--Glanshaververbond	--Arrhenatherion elatioris
Overige genoemde verbonden:	
--Verbond van Zomp- en Gewone Zeg e	--Caricion curto-nigrae
--Zilverschoonverbond	--Agropyro-Rumicion crispi

	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	23	24	26	27	33
Ajuga reptans				a2				m2								p1	a2						
Anthriscus sylvestris	m4	p2			1+	p4			1	p1	r1												
Bellis perennis													r1			r1	r1	a1	r1	p1	a1		
Caltha palustris		r1	1+	1+		r1	3	1-	p1	a2	1-	1	2	3	2	2	2	1+	4	1-	m2	3	1-
Cardamine pratensis	p1	p1	a1	a1		p1	p1	p1		p1	a1	m1	m4	a1	a2	a1	m2	p1	m1	m1	m1	a2	a2
Cerastium holosteoides		p1	p1	a1		p1	p1	a1		p1	p1	p1	p1	a1	p1	p1	p1	p1	p1	p1	a1	p1	p1
Cirsium arvense					p4				1														
-- palustre			r1	r1	r1		p1	p1			p1	p1		p1	a1		p1	r1	p2	m2	m4		
Epilobium parviflorum				p1																			p1
-- palustre								p1						p1									
Equisetum arvense				r1		r1									p1				p1				
--fluviatile		p1	p1	p1		r1		p1			p1			p1			p1			a1	p1		
-- palustre																							m2
Filipendula ulmaria	a2	a2	3	1-		p1	2				a4	p4	p4	1-	1-	1-	1-		1+	p1			p2
Galium palustre																		r1					
-- uliginosum			p1	p1		p1	a1	a1								r1			m1				p1
Hypericum tetrapterum																r1			p1				r1
Leontodon autumnalis											r1										p1	p1	
Lotus uliginosus			p1	p1		p1	m2	1-					r1		m2	a2			m2	p1			
Lychnis flos-cuculi							r1	p1				r1		p1		r1	r1	r1		p1	p1		
Lysimachia vulgaris															r1								
Lythrum salicaria																				p1	p1		
Mentha aquatica			r1	p1			r1	p1			r1			r1									r1
Myosotis caespitosa											a1			p1				p1					
-- scorpioides				a2	r1	r1	p1	p1					r1		p1		r1				p1	r1	p2
Orchis majalis																			p1				
Plantago lanceolata		p2	p1			1-	p1	m1		p1	a4	m2	m2	a2	m4	m4	a4	a2	m2	m4	m2	p1	
-- major																							
Polygonum amphibium			r1	p1					p1		p2	p1				p1							
-- persicaria			p1	r1			p1	p1		p1						r1			p1				
Potentilla anserina	p1	p1				a2													r1				
Ranunculus acris	p1		a1	a4		p1	m2	a1		p1	p1	p1	p1	p1	p2	p1	a2	m2	a1	a1	a1	p2	
-- repens	p1	a1	m2	1+		a4	m4	m1	a1	m1	1+	1	1+	m4	4	1-	1+	1-	m4	1+	1+	2	a1
-- lingua																							
Rhinanthus minor												p1	p1				p1				p1		
-- serotinus																	p1			1	1-	p1	p1
Rumex acetosa	m4	1-	a1	a4	1-	1-	m4	m2	m4	m4	m4	1	1	m4	m4	m2	a2	m2	m2	m2	m2	m4	a1
-- crispus		r1								p1	r1					r1							
Sium erectum		a2																					

Vegetatieopnamen perceel " Anderen" , 1980

	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	23	24	26	27	33
Stellaria alsine														p1									p1
-- graminea											r1												
-- media	p1				m4	r1			a1	p1													
-- palustre			p1	r1				p1						a1									
Taraxacum officinalis		r1	p1	r1	p4	p1			p2	m2	a4	p1	p1		a1	r1	p2		a1	r1		p2	
Trifolium repens		a1		a1		p1		a1				p1	r1	m2	a1	m2	m2	m1	m1	m1	m1	m2	
-- pratense			a1					a1		a1	p1		r1	p1		p1	p1	a2	p1	p1	p1	a2	
Urtica dioica					7																		
Valeriana officinalis							p1	p1															
Veronica arvensis											p1												
-- chamaedrys	p1	p1	a1			p1	m1			m2	r1					m2							
Viola palustris													p1										
Agrostis stolonifera	m2	m4	1+	m4		p1	m2				1+		p1		m2			a1		m2	m4	m4	3
-- tenuis			a2					m2								a1	p1	p1			m2		
Anthoxanthum odoratum	p1		m4	m4			1-	1-			p1	p1	p1	m2	a1	m4	1-	m4	m2	m4	1-	1-	
Bromus mollis			p1	p1	1-				a1	m2	p1	p1			p1	p1		p1		p1	a1		
Cynosurus cristata			m1	1-				m2			a1		p1	m4	a1	m4	m4	m4	1-	m4	2	1-	
Deschampsia caespitosa	1-		m2									p1					p1						
Eleocharis palustris								m1														p1	
Festuca pratensis	2	3	2	m4		5	2	m2		4	1-	m4	1	1-	1+	1+	1-	2	m4	m4	m4	1+	
-- rubra		m2	1-	m2		m4	1-	1-	m1	m1	1+	2	m2	1-	2	2	1+	2	m4	m4	m2	1+	
Glyceria fluitans				p2				e1			r1		p1	p1		p1	p1	p1				p1	1-
Holcus lanatus	3	3	m4	2	1-	1-	m2	m4	2	2	2	1-	m4	m4	3	1-	2	1-	m2	1-	1+	1-	m4
Luzula campestris												)	r1		p1	p1	a1						
Phalaris arundinacea	m4	p1			a2	a4																	
Phleum pratense	a1																						
Poa annua														p1		p1							
-- pratensis	m4	m2	m2	a1	p1	a1	a1	m2			a1		a1	a1	m2	a1	1-	p1	a1		m2	p1	p1
-- trivialis	3	3	m4	3	6	6	m4		5	2	m4	1+	3	1-	1-	m4		m1	m2	m2	m2	2	
Triglochin maritima																		p1		m1			
Carex aquatilis				3			m2	3							m4					m2			2
-- nigra			m2	a1			a1	m2			a1	p1	p1	m2		1-	m4	1+	1+	m4	p1	1+	p1
-- ovalis																						m4	
-- rostrata			p1					m4												a1			m2
-- panicea																p1						m4	
Juncus effuses				a2			a1	1+						m1	a1		a1		m1	1+	a1		p1
-- articulatus																				m1			
-- acutiflorus																						p1	

Vegetatieopnamen perceel "Anderen", 1980 (vervolg)

a.

jaar \ type	Holpijptype	Noordse Zeggetype	Dotterbloemtype	Witboltype	Fluitekruidtype	Rietgras (klonen)	Veldrus (kloon)	totale oppervlakte v.h. beschreven deel v.h. perceel
1976	159	207	4240	2272	56	41	6	6980
1978	40	266	2717	3289	533	122	14	
1979	43	122	2628	3460	594	122	11	
1980	123	171	2304	3634	655	74	19	

b.

jaar	Holpijptype	Noordse Zeggetype	Dotterbloemtype	Witboltype	Fluitekruidtype	Rietgras (klonen)	Veldrus (kloon)	totale omtrek v.d. vegetatie - typen (in m)	totale omtrek v.h. perceel (in m)
1976	117	105	745	795	48	15	9	2129	425
1978	60	130	491	803	284	79	16	2158	
1979	50	106	525	850	278	64	12	2180	
1980	100	120	484	765	162	65	15	2006	

c.

type \ jaar	1976	1978	1979	1980
Holpijptype	0.3820	0.3737	0.4649	0.3931
Noordse Zeggetype	0.4857	0.4447	0.3694	0.3863
Dotterbloemtype	0.3098	0.3763	0.3461	0.3516
Witboltype	0.2125	0.2532	0.2453	0.2793
Fluitekruidtype	0.5527	0.2882	0.3108	0.5600

Tabel IV-14

a. Oppervlaktenvan de vegetatietypes in m^2, absolute cijfers;
b. Omtrek in meters;
c. Kompaktheid in absolute cijfers.

Nieuwe soorten met een bedekking van:	r., p1 of p2	*
	p4, a. of m.	**
	1 of hoger	***

Verdwenen soorten met een bedekking (in 1976) van:		
	r., p1 of p2	o
	p4, a. of m.	oo
	1 of hoger	ooo

Soorten met een toename in de bedekking:

bedekking 1976		1980	
r., p., a1, a2, m1, m2	→	1	
a4, m4, 1	→	2	+
2	→	3	
r., p., a1, a2, m1, m2	→	2	
a4, m4, 1	→	3	++
2	→	4	
r., p., a1, a2, m1, m2	→	3	
a4, m4, 1	→	4	+++
2	→	5	

Soorten met een afname in de bedekking:

bedekking 1976		1980	
1	→	r., p., a1, a2, m1, m2	
2	→	a4, m4, 1	-
3	→	2	
2	→	r., p., a1, a2, m1, m2	
3	→	a4, m4, 1	--
4	→	2	
3	→	r., p., a1, a2, m1, m2	
4	→	a4, m4, 1	---
5	→	2	

Tabel IV-15 Legenda bij Bijlage bldz - 21 -: Verandering van soorten per opname.

Tabel IV-16

soorten / opnamenummer	33	4	8	15	2	6	3	23	24	7	10	12	18	26	20	19	27	13	14	11	1	5
Bittere Veldkers (Cardamine amare)	oo																					
Kleine Watereppe (Sium erectum)	.					o																
Gewone Kattestaart (Lythrum salicaria)	o						o	o	*					*								
Snavelzegge (Carex rostrata)	---	oo	.				.		.	ooo												
Kleintl.Basterdwederik (Epilobium parvifl.)	.	.	o	o										*	*							
Kleine Valeriaan (Valeriana dioica)		oo	o						o													
Grote Ratelaar (Rhinanthus serotinus)	*			*				.	-					*	*	*	*					
Breedbladige Orchis (Orchis majalis)								.														
Moeraswalstro (Galium palustre)		o	o												*					o		
Noordse Zegge (Carex aquatilis)	***	-	+		o	o	o		**	.			o									
Grote Boterbloem (Ranunculus lingua)	.		oo					o	oo													
Grote Egelskop (Sparganium erectum)	o					o				o												
Watermunt (Mentha aquatica)	-	.	.	*			.r	oo	oo	.r		*		o								
Ruw Walstro (Galium uliginosum)	.	.	.			.	.	.	oo	.			.									
Gewone Waterbies (Eleocharis palustris)			.	o			oo		o				o				*					
Moerasrolklaver (Lotus uliginosus)	o		+		o	.	.	.	.	.			.	o				oo	.r			
Lidrus (Equisetum palustre)	**		o		o	oo	oo			o			o									o
Zilverschoon (Potentilla anserina)					.	.						o									.	o
Rietgras (Phalaris arundinacea)					*	.		*													.	.
Gewone Ereprijs (Veronica chamaedrys)				o	.	.	.			.		.	.					o	o	.	*	
Veldbeemdgras (Poa pratensis)	*	**		**	*	**	**	.		*	o	.	**	**	*	***	*	o	.	oo	**	**
Rode Klaver (Trifolium pratense)				*			**	*	*			*	.	*	.	.	.	oo	*			
Blauwe Zegge (Carex panicea)						.							.				.	o	o			
Hazezegge (Carex ovalis)		o						o				o					.	oo				
Grasmuur (Stellaria graminea)				o		o	o					.			o							
Mannagras (Glyceria fluitans)	+	*	.	.		oo						.	.	o	.	.	*		*	o		
Veenwortel (Polygonum amphibium)		*					.	oo			.	.	.					.	oo	o		
Moerasspirea (Filipendula ulmaria)	.	+	o	+	.*	.*	.	.	.	.		.	.			.		.	.		.	
Gewone Zegge (Carex nigra)	*	.		--	-	oo	**	.	-	.	o	.	.	.	-	-	---	.r	.	o	o	
E. koekoeksbloem (Lychnis flos-cuculi)				.			o	o	.	.		o	.	.	*	.	o	.	o	o		
Dotterbloem (Caltha palustris)	+	.	+	+	.r	.r	.	+	.	++	-	.	+	.	.	+	++	.	.	-		
Veldrus (Juncus acutiflorus)						o									o		.					
Liesgras (Glyceria maxima)							o												o			
Moerasverg.mij-nietje(Myosotis scorp.)	*	.	.	o		.r	o	o	o	.		o	o	.	o	.	.	o	.r			*r
Holpijp (Equisetum fluviatile)	ooo	.	--	.	.	.r	.	oo	.	oo		.	oo	.	o	.	oo	o	o			o
Reukgras (Anthoxantum odoratum)		.	.	.	oo	oo	.	.	.	+		.	.	+	.	+	+	.	.		.	
Geknikte Vossestaart (Alopecurus genic.)										oo	oo				o					oo		
Madeliefje (Bellis perennis)								.	*		o		*	.	.		.		*			
Paardebloem (Taraxacum officinale)		*			*	*	*	**	*		.	**	*	.	.	*	.		*	.	o	.
Smalle Weegbree (Plantago lanceolata)				.	.	.	.	.	**	*	o	.	.	.	.	.	.	.	.	*	o	
Witte Klaver (Trifolium repens)		**		.	--	.		**	**		oo	oo	.	.	--	**	.	.	.r			
Kamgras (Cynosuris cristata)		+		.		o	**	+	.		oo	.	-	**	.	.	.	oo	.	o		
Herfstleeuwetand (Leontodon autumnalis)												*		.			*					
Echte Witbol (Holcus lanatus)	.	++	.	.	++	.	.	-	.	.	++	+	.	--	.	+	.	.	.	++	++	--
Scherpe Boterbloem (Ranunculus acris)		.	.	.	oo	.	.	.	.	.	oo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	o
Kruipende Boterbloem (Ranunculus repens)	**	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	-	+	+	++	+	.	.	.	o
Beemdlangbloem (Festuca pratensis)		.	.	.	+	+++	+	.	**	+	ooo	.	.	.	+	.	.	-	-	+++	-	ooo
Fioringras (Agrostis stolonifera)	++	.	oo		**	.	+	oo	**	.		.		.	.		.		*	o	.	ooo
Pitrus (Juncus effusus)	.	.	+	**	o			.	***	**		o		**		.			o			

Tabel IV-16

(vervolg)

soorten / opnamenummer	33	4	8	15	2	6	3	23	24	7	10	12	18	26	20	19	27	13	14	11	1	5
Pinksterbloem (Cardamine pratensis)	••			•	•	•	•	•	•	•	oo	•	•	•	•	•		•	•	•	•	o
Gewone Hoornbloem (Cerastium holosteo.)	•	•		•	•	•	•	•	•	•	oo	•	•	•	•	•		•	•	•	o	oo
Ruw Beemdgras (Poa trivialis)	ooo	+	ooo	–	–	+++	–	––	––	•	oo	•	•	•	•	•	•	•	•	––	++	+++
Rood Zwenkgras (Festuca rubra)		••	•	•	•	––		•	••	•	+	–	•	–	–	–––	+	–	+		ooo	
Veldzuring (Rumex acetosa)	•	•		++	+	+	•	•	•	•	•	•	+	•	+	–	•	+	•	•	•	•
Engelwortel (Angelica sylvestris)		o									•	•	•	•	•	•	•	+	+			
Moeraszoutgras (Trichlogin palustris)									•						•							
Kale Jonker (Cirsium palustre)		•		•			•	•	•	•		•		•	•	•	o					•
Moerasmuur (Stellaria alsine)	•	o		•					o		o				o					oo		
Ruwe smele (Deschampsia caespitosa)					o		••			o						•					+	o
Grote Brandnetel (Urtica dioica)																						+++
Veldereprijs (Veronica arvensis)												•							o			
Akkermelkdistel (Sonchus arvensis)						o																o
Vogelmuur (Stellaria media)						••					•										•	••
Krulzuring (Rumex crispus)					•							•	•							•		
Kluwenhoornbloem (Cerastium glomeratum)																				o		
Tijmereprijs (Veronica serpyllifolia)															o					o		
Gewoon Struisgras (Agrostis tenuis)							••						•	••	•	•				o		
Gewone Veldbies (Luzula campestris)													•			•		o	•			
Kruipend Zenegroen (Ajuga reptans)		••						•					•	••		••						
Liggend Vetmuur (Sagina procumbens)													•	o	o							
Donkergr.Basterdwederik (Epil.obscurum)													o	•								
Zachte Dravik (Bromis mollis)		•					•		•		••	•	•	•	•			•				•••
Grote Weegbree (Plantago major)														o								
Waterpeper (Polygonum hydropiper)														oo								
Gevleugeld Hertshooi (Hypericum tetrapt.)	•							•					•									
Gewone Valeriaan (Valeriana officinalis)										•												
Herderstasje (Capsella bursa-pastoris)					•	••					•••	•								•	••	•••
Fluitekruid (Anthriscus sylvestris)																						
Moerasbasterdwederik (Epilobium pal.)				•																		
Perzikkruid (Polygonum persicaria)		•					•	•		•			•							•		
Zeegroene Muur (Stellaria palustris)		•		••			•															
Zompverg.mij-nietje (Myosotis palustris)				•								•		•								
Straatgras (Poa annua)				•									•									
Zomprus (Juncus articulatus)									••													
Akkerdistel (Cirsium arvense)											•••											•
Kleine Ratelaar (Rhinanthus minor)														•		•		•	•			
Moeasviooltje (Viola palustris)																		•				
Timotheegras (Phleum pratense)						••																
totaal aantal soorten in 1976:	19	27	25	23	23	31	29	31	26	25	21	28	34	31	30	22	26	29	28	25	18	18
verdwenen soorten:	6	6	14	5	8	12	8	9	7	5	12	6	7	7	9	8	4	10	9	12	5	11
nieuwe soorten in 1980:	11	11	7	10	6	6	11	7	14	7	3	10	9	8	8	10	5	4	7	6	5	7

Omzetting Schaal van Londo in een lineaire schaal

Om de schaal van Londo (Londo, 1975) te kunnen vergelijken met een (lineaire) schaal met klassen van gelijke grootte (1 - 10 %, 11 - 20 %, 21 - 30 %, etc.) is het noodzakelijk een rekenfaktor (f) te introduceren.
Deze rekenfaktor is steeds het gemiddelde van twee opeenvolgende klassen uit de lineaire schaal.

Notatie volgens Schaal v. Londo	overeenkomstig bedekkingsperc	lineaire schaal + klasser	rekenfaktor (f)
r,p,a,m	0 - 5		1
1	6 - 15	0 - 10 = 1	1.5
2	16 - 25	11 - 20 = 2	2.5
3	26 - 35	21 - 30 = 3	3.5
4	36 - 45	31 - 40 = 4	4.5
5	46 - 55	41 - 50 = 5	5.5
6	56 - 65	51 - 60 = 6	6.5
		61 - 70 = 7	
	etc.		etc.
1^-	heeft als rekenfaktor:		1
1^+	heeft als rekenfaktor:		2

Tabel IV-17

opname nummer	1976	1980	Δ	opname nummer	1976	1980	Δ
1	20.15	15.98	- 4.17	14	24.36	23.28	- 1.08
2	29.46	19.33	-10.13	18	36.29	20.64	-15.65
3	45.46	29.64	-15.82	19	30.67	26.42	- 4.25
4	53.09	36.80	-16.29	20	22.86	24.98	2.12
5	22.39	12.76	- 9.63	23	41.47	24.65	-16.82
6	30.46	21.17	- 9.29	*24*	54.10	38.70	-15.40
7	51.14	46.11	- 5.03	*33*	74.12	54.88	-19.24
8	64.52	49.08	-15.44	15	36.58	30.56	- 6.02
10	17.10	7.08	-10.02	*17*	35.02	23.89	-11.13
11	22.52	9.55	-12.97	26	30.92	21.20	- 9.72
12	21.89	18.99	- 2.90	27	26.57	24.70	- 1.87
13	22.91	27.91	4.00				

Tabel IV-18 Vocht-indikatiecijfers per opname.

opname nummer	1976	1980	Δ	opname nummer	1976	1980	Δ
1	5.34	5.68	.34	13	4.93	4.59	-.
2	5.38	5.86	.48	14	5.03	4.61	-.43
3	4.97	4.54	-.43	18	4.83	5.33	.50
4	5.00	4.91	-.09	19	4.63	4.33	-.30
5	5.14	6.87	1.73	20	5.51	4.54	-.97
6	5.20	6.09	.89	23	4.69	4.65	-.04
7	4.37	4.65	.28	*24*	4.33	4.37	.04
8	4.77	3.94	-.83	15	4.66	4.56	-.10
10	5.97	6.93	.96	*17*	5.05	5.00	-.05
11	5.31	6.21	.90	24	4.34	4.37	.03
12	4.84	4.81	-.03	27	4.28	5.09	.81
33	4.52	4.33	-.19				

Tabel IV-19 Stikstof-indikatiecijfers per opname.