

NN31545.1513

1513

I

EEN FLORISTISCHE INVENTARISATIE VAN HET
STROOMDAL VAN DE ASTENSCHÉ AA

P.H. Meesters

PROJECTGROEP ZUIDELIJK PEELGEBIED 33

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

31 AUG. 1984

ISBN = 210135-01

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Doel van het onderzoek	1
1.2. Lokatiekeuze	1
1.3. Uitgangspunten van vegetatiekundig onderzoek	5
1.4. Uitgangspunten van waterkwaliteitsonderzoek	7
1.5. Omschrijving studiegebied	7
2. HET VEGETATIEKUNDIG ONDERZOEK	12
2.1. Het maken van de kaartvlakken	12
2.2. Verzameling basisgegevens	16
2.3. De keuze van de kensoorten	18
2.4. Resultaten	21
2.5. Verspreiding van de potentieel (half-)natuurlijke vegetatietypen	27
3. DE OECOLOGIE	29
3.1. Inleiding	29
3.2. Uitwerking oecologische gegevens	30
3.2.1. Milieu-indicaties	32
3.2.2. Overige oecologische aspecten	40
3.3. Conclusie	47
4. WATERKWALITEIT	48
4.1. Inleiding	48
4.2. Typologie van het grondwater	52
4.2.1. Keuze van de kwaliteitsparameters	53
4.2.2. Grondwaterbemonstering	54
4.3. Resultaten	56
4.4. Kartering van de waterkwaliteit	67

	blz.
5. SAMENHANG VEGETATIE EN WATERKWALITEIT	71
6. DISCUSSIE	74
7. SAMENVATTING	76
LITERATUUR	78
BIJLAGEN	81

1. INLEIDING

1.1. Doel van het onderzoek

In 1981 is bij het ICW een project van start gegaan onder de naam: "optimalisatie van het regionale waterbeheer in gebieden met tegengestelde belangen" (DRENT, 1981), met als doel beleidsvormende instanties een snelle methode te verschaffen waarmee effecten van maatregelen ten behoeve van het waterbeheer kunnen worden geëvalueerd, rekening houdend met de belangen van zowel natuur, landbouw als openbare watervoorziening. Hiertoe wordt onder andere een natuur-model opgesteld, waarmee de effecten van het waterbeheer op het natuurlijk milieu kunnen worden geëvalueerd. Het model is gebaseerd op gegevens van een aantal detailstudies binnen het Zuidelijk Peelgebied. Om de toepassingsmogelijkheden van dit model te kunnen extrapoleren naar een groter gebied is een floristische inventarisatie verricht in het stroomdal van de Astensche Aa, aan de hand waarvan een beeld verkregen kan worden van de verspreiding van de potentieel (half-) natuurlijke vegetatietypen in het stroomdal. Door deze extrapolatie naar het stroomdal van de Astensche Aa kan aangegeven worden welke vorm van natuurbeheer nodig is om de actuele vegetatie te laten ontwikkelen in de richting van de potentieel (half-) natuurlijke vegetatie.

1.2. Lokatie keuze

Na een eerste verkenning van het Zuidelijk Peelgebied is gebleken dat de actuele vegetatie waarschijnlijk slechts een zwakke afspiegeling is van de potentiële vegetatie (Kemmers, mondelinge mededelingen). Literatuuronderzoek leverde het beeld op dat de eigenschappen van bodem, landschap en vegetatie een functie zijn van een aantal onafhankelijke variabelen: topografie, tijd, klimaat, moedermateriaal, biologisch

potentieel (JENNY, 1958). Daarbij is aannemelijk te maken dat op regionale schaal topografie en tijd met name verantwoordelijk zijn voor variatie in eigenschappen van bodem en vegetatie (KEMMERS, 1981^b). Als voorbeelden hiervan zijn onder meer te noemen: hoogteverschillen en de voortdurende veranderingen die de mens, vooral sinds circa 1850, in het landschap aanbrengt.

Binnen het studiegebied bleek het stroomdal van de Astensche Aa het meest geschikt te zijn voor verder floristisch onderzoek, omdat dit stroomdal de meest interessante plaats is om uit hydrologisch oogpunt relaties te kunnen leggen tussen grondwater en vegetatie (mondelinge mededeling Kemmers). Verder is het voorkomen van een aantal natuurreservaten langs de Astensche Aa en directe omgeving van groot belang geweest bij de keuze van het te inventariseren stroomdal. De vegetatietypen die in deze natuurterreinen worden aangetroffen zullen als referentievegetaties dienen bij het opstellen van de typologie van het stroomdal. Twee terreinen in benedenloop situaties: "De Oude Gooren" en "D'Oetert", en een terrein in de middenloop: "De Berken" werden uitvoerig vegetatiekundig onderzocht (zie fig. 1 en 2). Bovenstroomse en/of brongebieden werden niet onderzocht.

Ondanks het feit dat de terreinen "De Oude Gooren" en "D'Oetert" niet in het stroomdal van de Astensche Aa zelf zijn gelegen, worden zij toch representatief geacht voor de benedenstroomse situatie van de Astensche Aa, ook al zijn de beide terreinen hydrologisch gescheiden van het studiegebied.

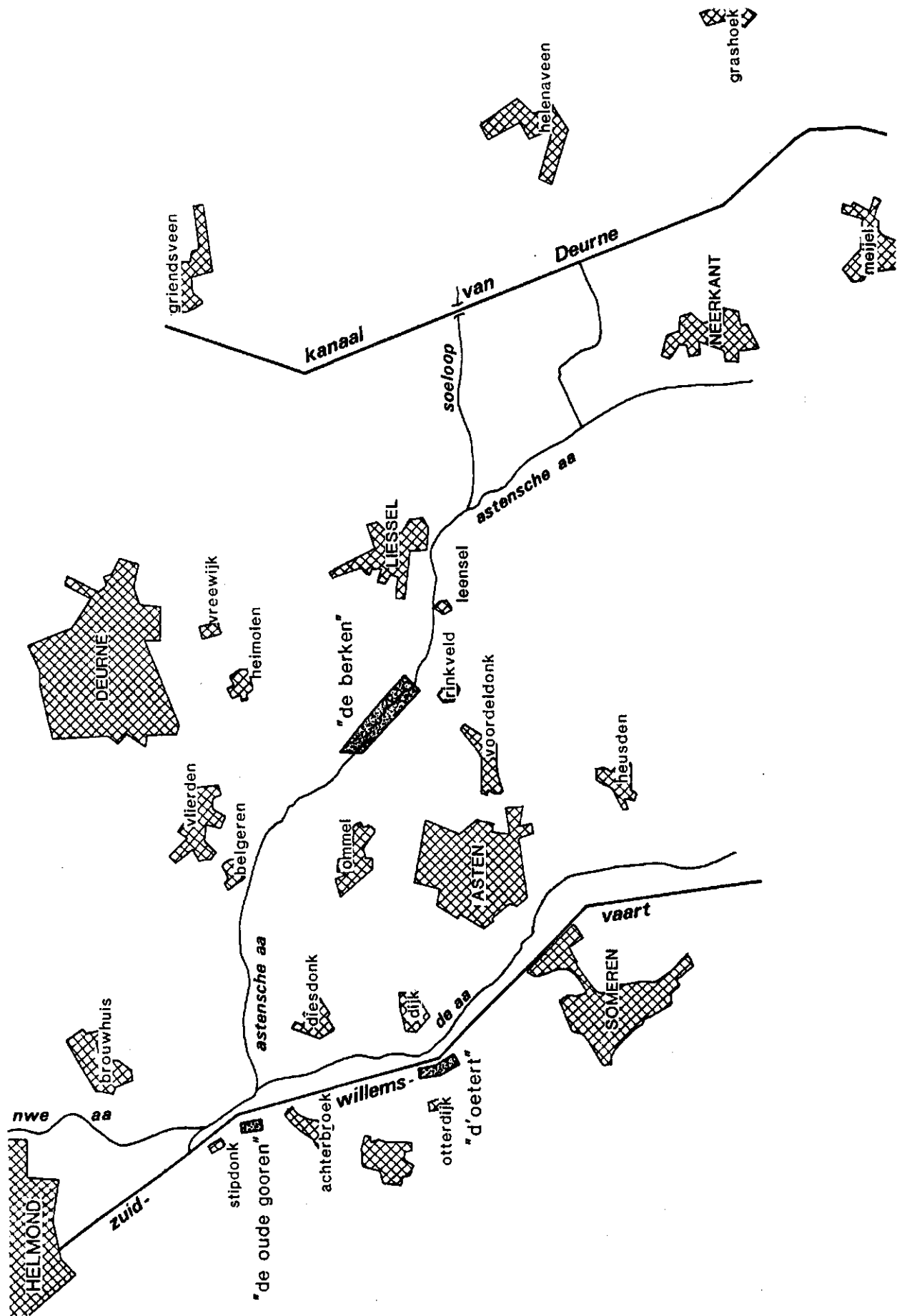


Fig. 1. Overzichtskaart van het studiegebied

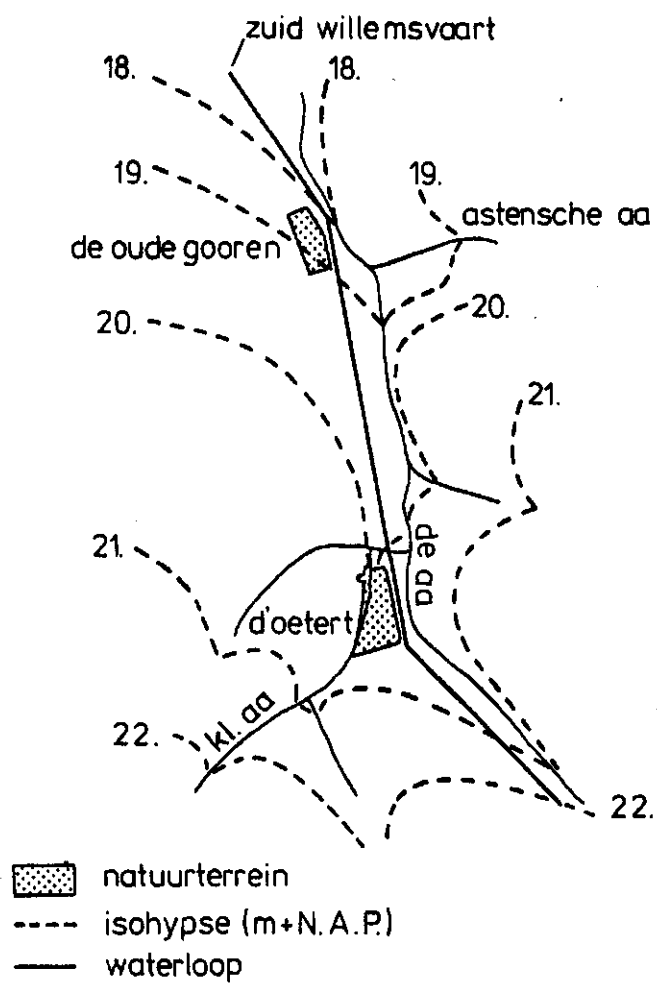


Fig. 2. Isohypsenaart; detail van de benedenloop van de Astensche Aa

1.3. U i t g a n s p u n t e n v a n v e g e t a t i e k u n d i g o n d e r z o e k

Het grootste oppervlak van het stroomdal van de Astensche Aa is tegenwoordig in agrarisch gebruik, waardoor de potentiële vegetatie door cultivatie, ontwatering en eutrofiëring vrijwel geheel verdrongen is. Met een potentiële vegetatie wordt hier een (half-) natuurlijke vegetatie bedoeld die zich ontwikkelt bij extensieve menselijke activiteiten (KALKHOVEN, et.al, 1976). Overblijfselen van deze, rond 1850 nog zeer algemeen voorkomende vegetaties (zie fig. 3) en overgangsvormen die hieruit ontstaan, zijn nu nog te verwachten op de minst intensief gebruikte delen van percelen als greppels, slootkanten, overhoekjes wegbermen en dergelijken.

Bij het vegetatiekundig detailonderzoek in de eerder genoemde natuurterreinen werden een aantal kensoorten onderscheiden waarvan aangenomen wordt dat dezen binnen het stroomdal van de Astensche Aa eveneens kenmerkend zijn voor bepaalde plantengemeenschappen. Omdat echter de meeste aangemerkte kensoorten geen algemene verspreiding meer hebben in het stroomdal van de Astensche Aa, is om toch een redelijk aantal kensoorten te verkrijgen, aanvulling gezocht bij de typologie van het stroomdal van de Drentse Aa (EVERTS, GROOTJANS en DE VRIES, 1980) en de plantengemeenschappen van Nederland (WESTHOFF en DEN HELD, 1969). Daar geen terrein in de bovenloop werd onderzocht zijn hier beide bovengenoemde werken, alsmede "De Vegetatie van Hoogveenrestanten in de Peel (REIJNDERS, 1967)" gebruikt om een kensoortenlijst op te stellen.

Er werden bij de keuze van de kensoorten vier voor beekdalsystemen karakteristieke syntaxa onderscheiden die sterk grondwaterafhankelijk zijn. Die groepen zijn:

1. de grote zeggengemeenschappen (L: Magno-Caricion);
2. de dotterbloemgemeenschappen (L: Calthion-Palustris);
3. de schraallandvegetaties (L: Junco-Molinion);
4. De vochtige heide en hoogveenvegetaties (L: Oxycocco-Sphagnetea).

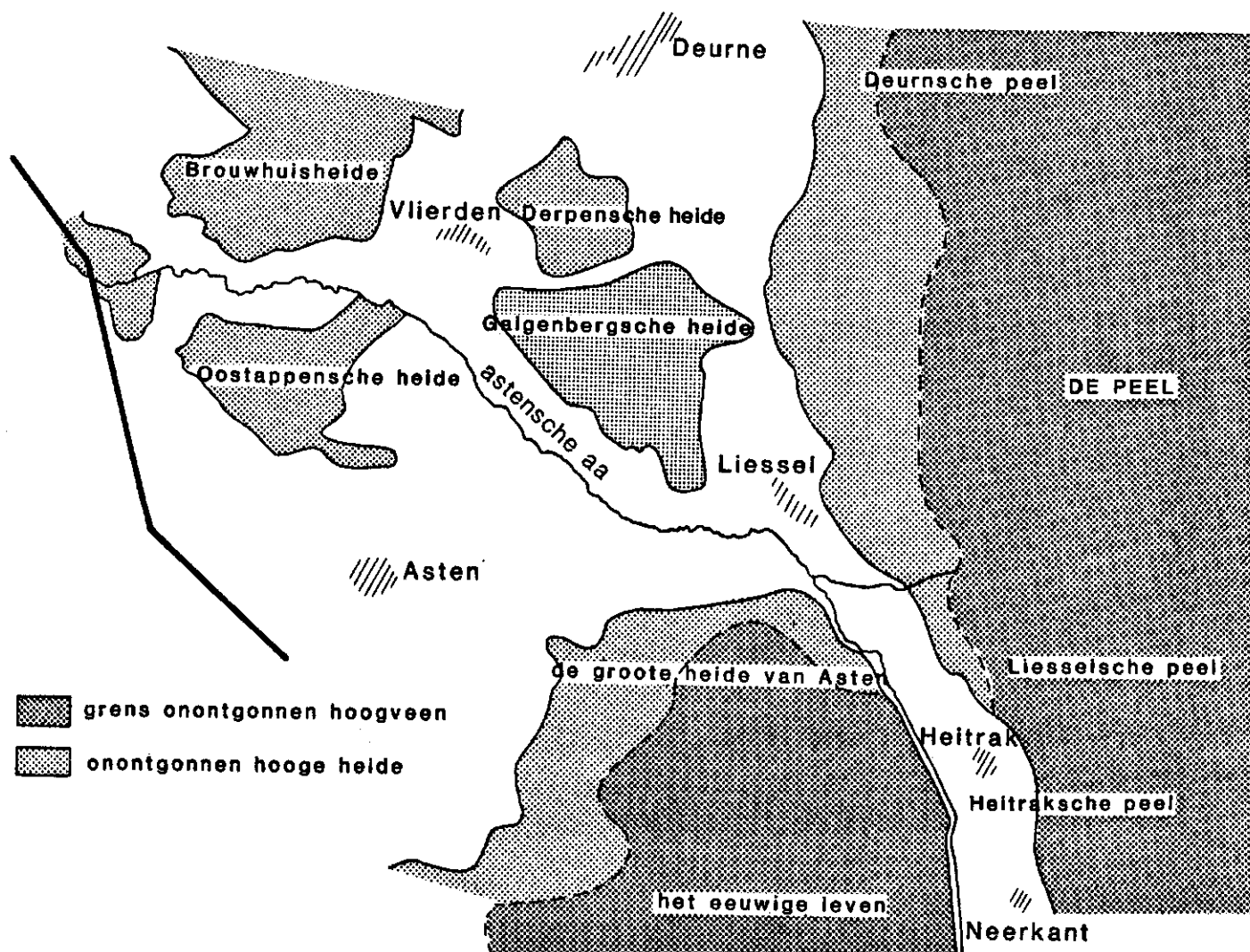


Fig. 3. Verspreiding van de grote aaneengesloten natuurgebieden anno 1850

Door de grootte van de opnamevlakken die bij het onderzoek werden aangehouden (zie par. 2.1.) zullen per opname meerdere syntaxa worden aangetroffen, maar doordat deze groepen zich in verschillende verhoudingen in de opnamen manifesteren kon het opnamemateriaal toch worden ingedeeld in een aantal opnamegroepen, die wanneer ze in kaart gebracht worden een beeld kunnen geven van de verspreiding van de potentieel (half-) natuurgelijke vegetatie.

1.4. U i t g a n s p u n t e n v a n w a t e r k w a l i t e i t s - o n d e r z o e k

Bij de al eerder benadrukte invloed van het grondwater op de vegetatie wordt vooral naar de kwaliteit van het grondwater gekeken, door het opstellen van een typologie van het ter plekke gevonden grondwater op basis van de 'major ions' (VAN WIRDUM, 1980b). De kwantiteitsaspecten van de hydrologie worden bij dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Door de variatie in grondwatertypen te karteren, die ontstaat als gevolg van de verschillen in ouderdom van het grondwater op de verschillende monsterpunten, en door het op deze wijze verkregen patroon te koppelen aan het vegetatiepatroon (zie hoofdstuk 4) kan vastgesteld worden of de verspreiding van potentiële vegetatietypen volgens verwachting samenvalt met een bepaalde waterkwaliteit. Bij een coïncidentie die niet volgens verwachting is kunnen mogelijk oorzaken worden aangegeven. Indien de karteringen overeenkomende resultaten opleveren, is de kans dat het betreffende watertype er inderdaad thuis hoort aanzienlijk.

1.5. O m s c h r i j v i n g s t u d i e g e b i e d

Het studiegebied voor dit project is gelegen in de Zuidelijke Peel (DRENT, 1981; KEMMERS, 1981a) waarin het stroomdal van de Astensche Aa een van de zijdalen vormt van de Aa (zie fig. 1). Het dal loopt van de Peelhorst in noordwestelijke richting af naar de centrale slenk (fig. 4) en heeft in dit traject van circa 15 kilometer lengte een verval van ongeveer 12 meter (fig. 5). Door cultuurtechnische ingrepen ontstaat de beek niet meer in hoogveengebieden maar ontvangt ook water

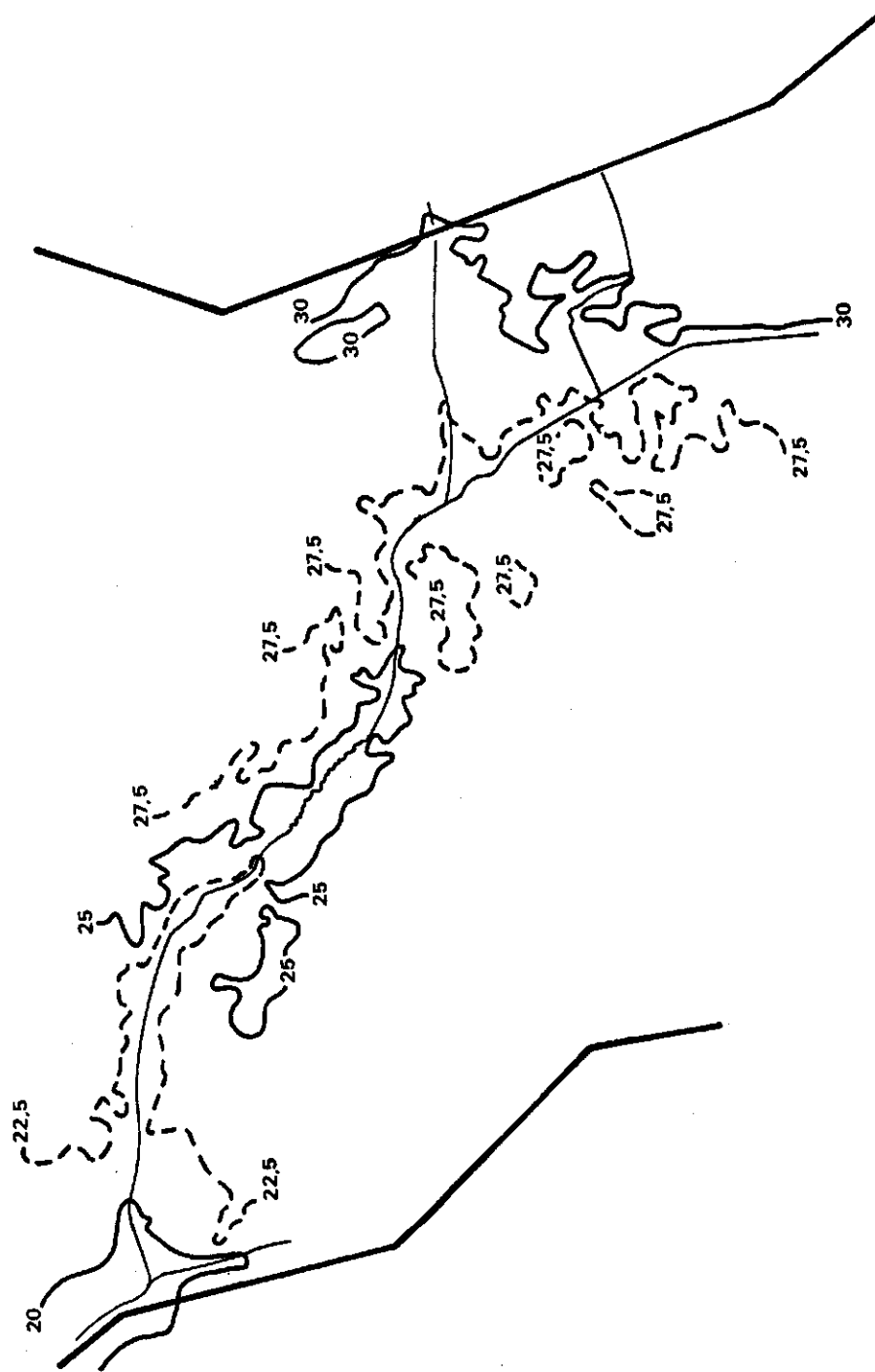


Fig. 4. Hoogtelijnenkaart van het beekdal van de Astensche Aa

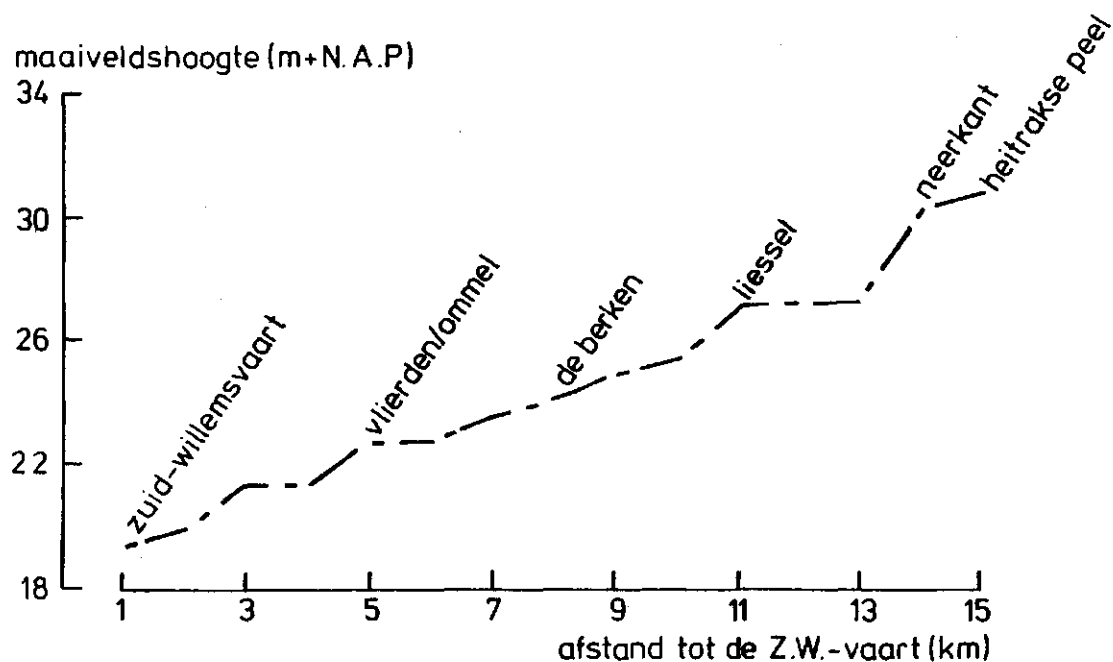


Fig. 5. Verval van het maaiveld in de directe nabijheid van de Astensche Aa in de hoogtegradiënt van bovenloop naar benedenloop

uit het kanalenstelsel dat via sluizen is kortgesloten met de Maas. Het een en ander heeft tot gevolg dat het water uit de Astensche Aa in hoge mate geëutrofieerd is en zodoende geen juist beeld kan geven van de te verwachten natuurlijke samenstelling van oppervlaktewater binnen het studiegebied. Doordat een aantal stuwen zijn geplaatst in de Astensche Aa wordt naast de kwaliteit ook nog de dynamiek, zoals stroomsnelheid en waterhoogte gereguleerd. Dit alles heeft ongetwijfeld grote invloed op het natuurlijk milieu.

Hoewel vroeger grote gebieden in de Peelstreek bedekt waren met hoogveen, en zelfs tot de bovenloop van de Astensche Aa reikten, vinden we nu nog slechts enkele restanten van deze oligotrofe milieus in de directe omgeving van de Astensche Aa, te weten: "De Heitrakse Peel" ten noord-oosten van Neerkant, dat tevenwoordig veel te lijden

heeft van verregaande ontwatering. (De grondwatertrappenkaart geeft nog de waarde II aan terwijl deze inmiddels al is teruggelopen naar V.) De Heitrakse Peel wordt in dit onderzoek betrokken. Een nog wat uitgebreider hoogveengebied wordt nog aangetroffen op wat grotere afstand tot de Astensche Aa, ten zuid-westen van Neerkant en wordt momenteel door de wet beschermd (De Groote Peel en de Astensche Peel). De mooiste nog overgebleven peelresten zijn de Mariapeel en de Helenapeel welke liggen ten oosten van het Deurns kanaal. Zij vallen buiten de invloedsfeer van de Astensche Aa. Ook de in 1850 nog aanwezige heidevelden (fig. 3 en fig. 6) zijn grotendeels verdwenen en ontgonnen tot weilanden en kunstmatige naaldbossen. Daarnaast zijn bijna alle vennen gedempt en ontgonnen.



Fig. 6. Topografische kaart anno 1850

2. HET VEGETATIEKUNDIG ONDERZOEK

2.1. H e t m a k e n v a n d e k a a r t v l a k k e n

Het uitgangspunt voor een indeling van het stroomdal in inventarisatievlakken is gebaseerd op de veronderstelling van JENNY (1958) dat bodem en vegetatie variabelen zijn die afhankelijk zijn van een aantal onafhankelijke factoren waarvan topografie een van de belangrijkste is. Naar verwachting lopen bodemkundige en vegetatiekundige verschillen dan parallel. Een indeling op grond van bodemkundig homogene eenheden lijkt derhalve een realistische ingang te zijn voor het criterium van de homogeniteit van het proefvlak in de vegetatiekunde.

De begrenzing van het stroomdal is gekozen op grond van de afhankelijkheid van bodemeenheden van het grondwater. Op grond van bodemkundige verschillen wordt het inmiddels omliggende stroomdal van de Astensche Aa in deelgebieden opgesplitst, aan de hand van de bodemkaart van Nederland (ANONYMUS, 1967/1973). Bodemsoorten met een grondwatertrap (Gt) van VI of VII zijn geheel buiten beschouwing gelaten evenals veldpodzolgronden, ook al hadden deze laatstgenoemden soms een GtV. De reden hiervoor is dat de vegetatie die zich op een veldpodzol ontwikkelt buiten de directe invloed van het grondwater staat, en wordt zodoende irrelevant voor dit onderzoek. De bodemeenheden die wel in aanmerking komen staan vermeld in tabel 1a en leveren een grofschalig patroon zoals weergegeven in figuur 7.

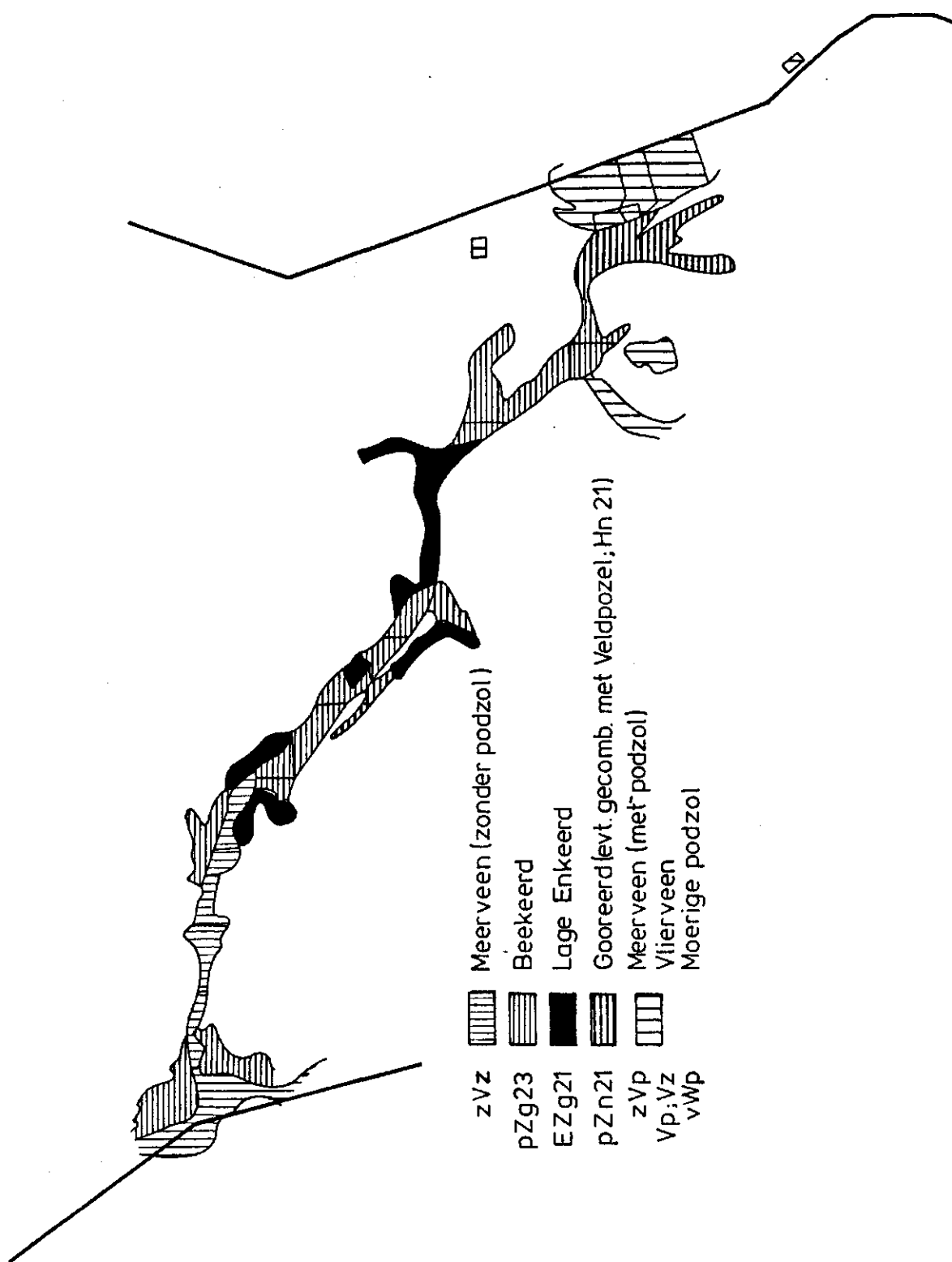


Fig. 7. Bodemkaart van het beekdal van de Astensche Aa

Tabel 1a. Overzicht van grondwaterafhankelijke bodemtypen in het stroomdal van de Astensche Aa

Kleinste legenda-eenheid bodemkaart	Gt	Eigenschappen
meerveen (zVz)	II	zand ondieper dan 120 cm, zonder humuspodzol
meerveen (zVp)	II	zand ondieper dan 120 cm, met humuspodzol
Vlierveen (Vz)	II	zand ondieper dan 120 cm, zonder humuspodzol
Vlierveen (Vp)	III	zand ondieper dan 120 cm, met humuspodzol
Moerige podzol (vWp)	II, III	moerige bovengrond
Beekeerd (pZg23)	III	lemig fijn zand
Gooreerd (pZn21)	III	leemarm en zwak lemig fijn zand
Lage Enkeerd (EZg21)	III	leemarm en zwak lemig fijn zand
Moerige podzol (zWp)	V	humushoudend zanddek en moerige tussenlaag
Vlierveen/Moerige podzol (Vz/VWz)	III	vlierveen als hierboven met moerige eerdgronden met moerige bovengrond op zand
Veldpodzol/Gooreerd (Hn/pZn21)	V	veldpodzol, leemarm, zwak lemig fijn zand met gooreerd als hierboven

Tabel 1b. Betekenis van de vermelde Gt's

Gt	Gemiddeld laagste grondwaterstand (cm-mv)	Gemiddeld hoogste grondwaterstand (cm-mv)
II	50 - 80	(< 40)
III	80 - 120	< 40
V	> 120	< 40

Voor een verdere opsplitsing is afgezien van de grondwatertrappen-indeling omdat de grenzen veelal samenvielen met de bodemeenheden van de bodemkaart. Omdat er ook geen andere duidelijk opvallende of gemakkelijk afleidbare operationele parameters aanwezig zijn, op grond waarvan een verdere detaillering van de kaartvlakken mogelijk was, is op arbitrale wijze, waar dat nog nodig was oppervlakteverkleining toegepast op basis van de kilometerhokken van de topografische kaart (fig. 8).

De op deze wijze verkregen kaartvlakken hebben een gemiddeld oppervlak van 25 ha (minimaal 5 en maximaal 68). Hierbij moet wel aangetekend worden dat van deze kaartvlakken niet de totale oppervlakte functioneel is, maar alleen die percelen en elementen die niet in agrarisch gebruik zijn. Ook bosopstanden die de laatste jaren door Staatsbosbeheer zijn aangeplant met een assortiment niet inheemse

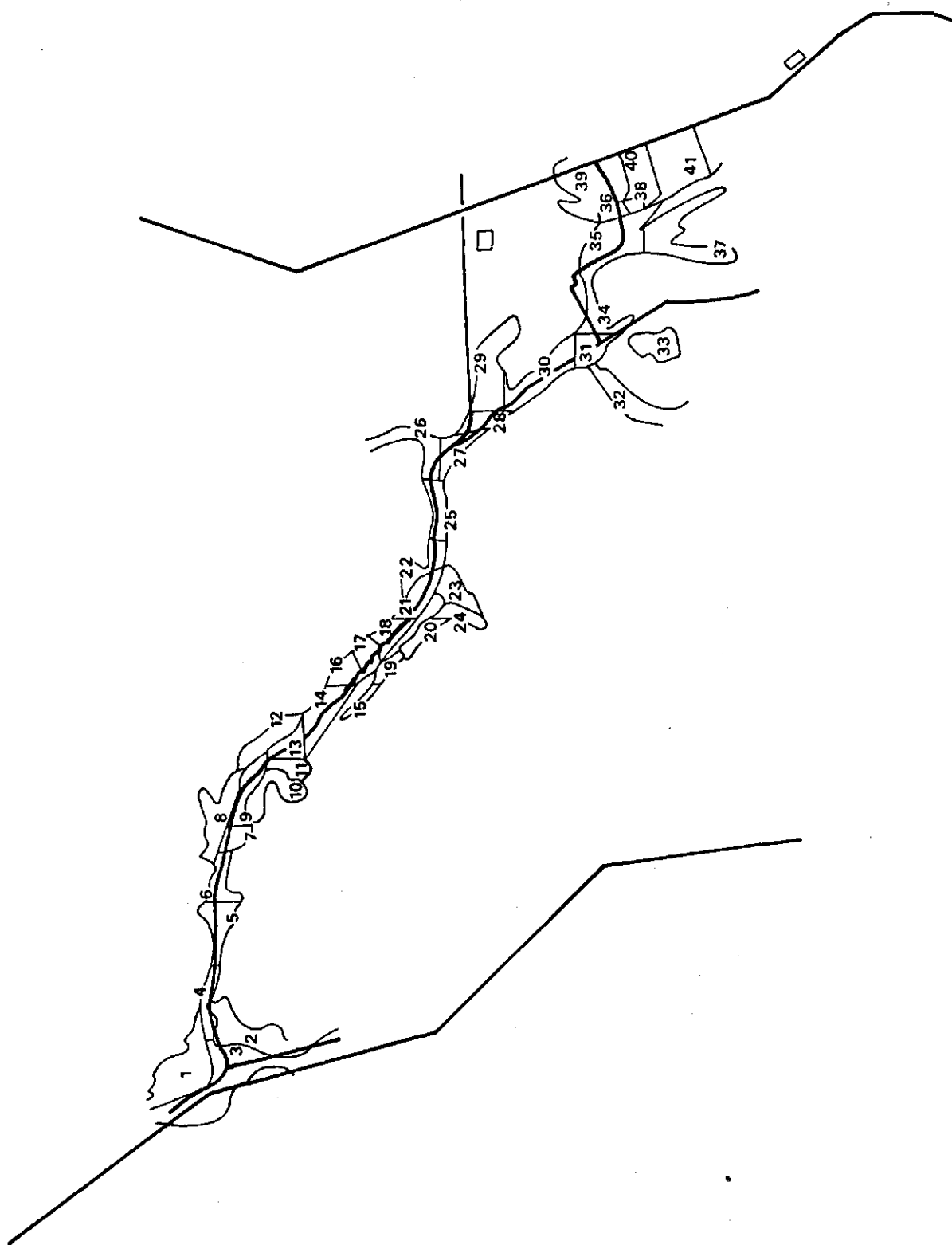


Fig. 8. Nummering van de opnamevlakken in het stroomdal van de Astensche Aa

bomen en struiken zijn niet geïnventariseerd. De oppervlakten staan vermeld in bijlage 1, waarin ook enkele andere constanten vermeld worden te weten Gt en grondsoort.

2.2. Verzameling basisgegevens

De in deze studie gebruikte opnametechniek is afgeleid van de methode die Tansley (TANSLEY, 1965; SHIMWELL, 1971) ontwikkeld heeft. Het is een oppervlakkige en vrij snelle methode van inventarisatie, waarbij geen opnamen gemaakt worden zoals bij de Frans-Zwitserse school volgens de schaal van Braun-Blanquet (zie MÜLLER-DOMBOIS en ELLENBERG, 1973; SHIMWELL, 1971) of de decimale schaal van Londo. De soorten worden genoteerd terwijl men at random door het veld loopt. Op deze wijze wordt een indruk verkregen van de abundantie van de voorkomende soorten, waarna men, wanneer een kaartvlak geheel is geïnventariseerd de abundantie via een symbool aan de soortenlijst toevoegt. De gebruikte symbolen staan vermeld in tabel 2.

Tabel 2. De schaal van Tansley (gewijzigd naar Brounen et al, 1977)

Symbool	Betekenis	Bedekking	Wegingsfactor
s	sporadisch	ca. 5% (1)	1 x
f	frequent	ca. 25% (2)	2 x
a	abundant	ca. 50% (3)	3 x
cd/d	(co-)dominant	ca. 75% (4)	4 x
1-	lokaal, wanneer een soort zich duidelijk beperkt tot een gedeelte van het proefterrein		
Co-	gebruikt, wanneer meerdere soorten dominant voorkomen		

Een van de nadelen van deze methode is het feit dat diverse plantensoorten gemakkelijk over het hoofd gezien worden. Met name de kleinere soorten kunnen verdekt opgesteld staan tussen de grotere. Nauw verwante soorten waarvan één soort algemeen is en de ander zeldzaam, worden al gauw voor één soort, meestal de algemeen voorkomende, aangezien. Hetzelfde gebeurt met planten die in een vegetatief stadium verkeren en zowel voor als na de bloei minder opvallen. De Tansley

methode streeft er dan ook niet naar om een totale soortenlijst op te stellen. De aan de hand van de gegevens, die met behulp van de Tansley methode verkregen zijn, opgestelde typologie zal dan ook grover zijn dan een typologie verkregen via de Braun-Blanquet methode.

Bij de hier gebruikte methode wordt de abundantie van de soorten weergegeven in 4 categoriën. In een later stadium wordt elke categorie van een getalwaarde voorzien en van een wegingsfactor, zodat een numerieke benadering van het opname materiaal mogelijk zal worden (tabel 2) (vgl. BROUNEN et al., 1977).

Bij het inventariseren van de plantensoorten wordt gebruik gemaakt van streeplijsten, zoals deze door het rijksherbarium ten behoeve van het atlasproject worden uitgegeven. Het gebruik van voorgedrukte lijsten heeft als voordeel dat het schrijfwerk in het veld wordt geminimaliseerd, maar nadeel hierbij is het feit dat er erg weinig ruimte is om toch opmerkingen of abundantiesymbolen toe te voegen. Ook het grote A3 formaat is nogal onhandig. De opname formulieren die door Reijnen gebruikt worden lijken hiervoor beter geschikt (REIJNEN et al., 1981).

In werkelijkheid zijn de opname-kaartvlakken die in de vorige paragraaf binnen het stroomdal worden onderscheiden te heterogeen om met één opnamelijst te volstaan. Een verdere opsplitsing in bijvoorbeeld een slootgroep; een bermgroep en een houtwal/bosgroep is echter niet gemaakt. Dit zou ook een veelvoud van het aantal opnames opleveren terwijl het samenvoegen van deze groepen het achterhalen van de verdrongen potentieel natuurlijke vegetaties niet wezenlijk bemoeilijkt. Wel zouden meer details betreffende de oecologie naar voren treden.

De opnamen zijn gemaakt in de maanden juni, juli en augustus 1982, beginnend in de benedenloop en eindigend in de bovenloop. Gedurende deze tijd werd getracht een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de vegetatie. Om dit mogelijk te maken werden zo veel mogelijk sloten, bermen, beekoevers en dergelijke in de lengte geïnventariseerd, terwijl bosopstanden en andere grote oppervlakte-elementen diverse malen door-kruisd werden. Agrarisch gebied werd niet bezocht, maar invloeden hiervan uiten zich toch in het opname materiaal doordat de betreffende soorten zich niet verspreiden tot precies de buitenrand van akkers en weilanden, maar ook op andere gestoorde plaatsen tot ontwikkeling

kunnen komen. Met name cultuurgrassen en akkeronkruiden zijn vaak in bermen te vinden. Waterplanten zijn niet in het onderzoek opgenomen. Door de inlaat van Maaswater zijn de eigenschappen van het oppervlaktewater dusdanig verslechterd, dat de keus zeer klein is om nog relictten van de potentieel natuurlijke watervegetatie aan te treffen. Lagere organismen als mossen, korstmossen en schimmels zijn ook niet bij het onderzoek betrokken, hoewel ook deze groepen goede indicatoren zijn voor de operationele milieufactoren. Vooral hoogvenen laten zich, mede door de geringe soortenrijkdom aan hogere planten, goed karakteriseren door mossen (WESTHOFF en DEN HELD, 1969).

Gedurende de drie maanden werden 43 kaartvlakken geheel geïnventariseerd en leverde een soortenlijst op die in totaal 266 soorten telde verdeeld over het hele stroomdal. Een overzicht hiervan is weergegeven in bijlage 2 waarin ook het aantal opnamen wordt vermeld waarin de soorten voorkomen. De zogenaamde presentielijst ontstaat wanneer de soorten worden gerangschikt van hoge naar lage presentie. Volgens de methode van de Frans-Zwitserse school zijn die soorten die een presentie hebben van tussen de 20 en 80% het meest geschikt voor het samenstellen van vegetatietypen. In dit onderzoek wordt hiervan echter afgeweken.

2.3. De keuze van de kensoorten

Binnen beekdalsystemen worden grofweg drie plantensociologische klassen aangetroffen die sterk afhankelijk zijn van het grondwater. Deze klassen zijn A) Phragmitetea, B) Molinio-Arrhenatheretea en C) Oxycocco-Spagnetea (vgl. WESTHOFF en DEN HELD, 1969). In de detailgebieden werden van de eerste twee klassen drie verbonden onderscheiden: van A was dit het Magno-Caricion; van B waren dit het Calthion palustris en het Junco-Molinion. Van de derde klasse werden in het geheel geen vertegenwoordigers aangetroffen (verbonden noch associaties). Reden hiervoor kan zijn dat deze groepen alleen in typisch bovenstroomse situaties verwacht mogen worden zoals vochtige en droge heiden en hoogvenen.

Tabel 3. Motivatie voor de keuze van de kensoorten aan de hand van literatuurgegevens

Bronnen	Westhoff & Den Held 1969	Kemmers 1983	Arnolds & v/d Meijden 1976	Everts & Grootjans	Reijnder 1967
A. Magno-Caricion					
Phragmitis austr.	x	x	x	x	
Carex acuta		x	x		
Glyceria maxima		x	x		
Equisetum fluv.		x	x		
Caltha palustris		x			
Phalaris arundin.			x	x	
Myosotis scorpioides	x		x		
Calamagrostis can.	x				
B. Calthion palustris					
Lotus uliginosus	x	x	x		
Scirpus sylvaticus	x	x	x	x	
Myosotis scorpioides	x	x	x	x	
Cirsium palustre	(x)		x		
Ranunculus acris	(x)				
Anthoxanthum odor.	(x)				
Rumex acetosa	x				
Holcus lanatus	x				
C. Junco Molinion					
Peucedanum pal.	x		x	x	
Hydrocotyle vulg.	x				
Trifolium prat.				(x)	
Agrostis spec.	x			(x)	
Molinia caerulea	x			x	
Juncus acutiflorus		x		x	
Juncus subuliflorus		x	x	x	
Cerastium holostoides				(x)	
Luzula multiflora				x	
Potentilla erecta				x	
D. Oxycocco sphagnetetea	x				
Molinia caerulea	x				x
Juncus squarrosus	x				
Eriophorum spec.	x				x
Drosera spec.	x				x
Erica tetralix	x				x
Rhynchospora alba	x				x
Potentilla erecta	x				
Calluna vulgaris	x				x

(x) zwak differentierend binnen klasse

Reijnders: De vegetatie van hoogveenrestanten in de Peel 1967

Literatuur: Kemmers: ongepubliceerde gegevens 1983

Westhoff & Den Held: plantengemeenschappen in Nederland: 1969

Everts et al: Vegetatie van de madelanden in het stroomdal van de Drentse Aa 1980

Arnolds & v/d Meijden: Standaardlijst van de Nederlandse flora 1976

In ongestoorde beekdalsystemen zullen vertegenwoordigers van de eerder genoemde verbonden en klassen de grootste delen van het dal innemen, en kunnen als potentieel-half-natuurlijke vegetatie worden beschouwd, die zich bij vermindering of staking van menselijke activiteiten zullen herstellen of opnieuw vestigen. Een verdere opsplitsing van de verbonden in associaties is vooralsnog zeer moeilijk te maken. Aan de hand van de vegetatiekenmerken in samenhang met de waterkwaliteit kan wel een indicatie gegeven worden. Hierop wordt later verder ingegaan.

De soorten die als kenmerkend moeten worden beschouwd, en dus (bijna) altijd worden aangetroffen, voor de bovengenoemde sociologische groepen zijn op literatuurgegevens gebaseerd. Deze zijn weergegeven in tabel 3.

2.4. R e s u l t a t e n

De resultaten van de vegetatie-analyse worden weergegeven in de vorm van een tabel die op de volgende wijze tot stand is gekomen. Allereerst wordt een ruwe tabel geschreven waarin alle in tabel 3 genoemde soorten die voor de verschillende syntaxa (= plantensociologische eenheden) kenmerkend zijn, kolomsgewijs staan vermeld. Horizontaal komen de 43 opnamen, zoals in tabel 4 staat weergegeven.

De volgende stap bestaat uit het per opname bepalen welk percentage een kensoortengroep heeft ten opzichte van het totaal aantal soorten in de opname. In opname één komt bijvoorbeeld $5/15 = 33,3\%$ van de soorten uit groep A, de Magno-Caricion-groep, voor.

Om een wegingsfactor in te brengen voor de verschillen in abundantie van de voorkomende soorten wordt vervolgens de gemiddelde abundantie per kensoortengroep berekend, en vervolgens vermenigvuldigd met het percentage zoals dat hierboven werd berekend. In het voorbeeld is het gemiddelde abundantiegetal $12/5$; vermenigvuldigd met de $33,3\%$ levert dit het getal 80 op. Als dit ook voor de andere groepen wordt berekend en bij bovenstaand getal wordt opgeteld, blijkt de som 240 te zijn. De Magno-Caricion-groep (A) draagt daar $(80/240 \times 100\% =)$ $33,3\%$ aan bij. Wanneer dit aandeel in een decimale schaal van 0 tot 10 wordt aangegeven moet het cijfer 3 worden toegekend aan de Magno Caricion groep in opname 1. Dit wordt ook berekend voor de overige groepen om

Tabel 5. Aandelen, volgens decimale schaal, van kensoortengroepen per opname gebaseerd op percentages ten opzichte van het totaal aantal soorten en gemiddelde abundantie

Opname nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
Magno Caricion (A)	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	2	3	1	3	3	2	+	1	1	1	2	-	3	3	3	2	1	1	+	+	1	1	+	1	2	1	1	1	1	-	1	
Calthion pal. (B)	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	6	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	3	5	5	4	5	4	2	5	4	2	5	5	4	2	1	3	3	1		
Junc.-Molinion (C)	2	1	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	5	3	3	2	3	4	4	5	6	4	3	5	3	4	5	4	4	3		
Oxycocco-Spagn. (D)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	-	1	+	+	-	1	-	1	-	1	-	1	+	1	-	1	2	1	1	1	2	-	1	3	3	1	2	5

Tabel 6. Aandelen van combinaties van kensoortengroepen per opname

Opname nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
Magno Ca. (A) + Calt. pal. (B)	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	
Calth. (B) + Junc./Mol. (C)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	1
Magno. C. (A) + Junc./Mol. (C)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1
Magno. C. (A) + Oxyc. sph. (D)	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	+	1	2	+	+	1	+	1	+	1	-	1	1	2	1	1	+	+	1	1	1	+	1	2	1	1	1	1	2
Calth. (B) + Oxycocc. sph. (D)	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Junc./Mol. (C) + Oxyc. sph. (D)	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	2	1	2	3	2	2	3		

te resulteren in tabel 5. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een "+" in de tabel aangeeft dat het getal tussen de "0" en de "0,5" ligt zodat een afronding naar beneden een onjuist beeld zou geven van de werkelijkheid, omdat de groep wel degelijk aanwezig is.

Het is nog niet eenvoudig in deze tabel orde aan te brengen, zodat als extra hulp hierbij tabel 6 is geconstrueerd. Hierin zijn combinaties gemaakt van de vier groepen welke op identieke wijze zijn bewerkt. Hierdoor worden de verschillen versterkt weergegeven zodat de opnamen ten opzichte van elkaar gerangschikt kunnen worden naar overeenkomsten en verschillen. Er blijken dan vijf groepen te ontstaan welke in tabel 7 weergegeven zijn. Daarbij is tabel 7 opgesplitst in twee gedeelten. Het eerste gedeelte komt overeen met tabel 5 na clustering van de opnamen. Het tweede gedeelte komt overeen met tabel 6 na clustering van de opnamen. De eerste groep wordt gekarakteriseerd door een duidelijke dominantie van Magno Caricion en Calthion-soorten. Daarnaast komen slechts weinig Junco-Molinion-soorten voor. Te verwachten is dat in deze gebieden de processen die zich in de bodem afspelen sterk beïnvloed worden door toestromend kwelwater, dat een lithotroof karakter heeft. Ook duidt een dergelijke vegetatie op overstromingsinvloeden waarbij eutroof water uit de beek wordt aangevoerd.

De tweede groep wordt niet langer meer gedomineerd door Magno Caricion en Calthion-soorten, maar hier spelen Junco-Molinion soorten een aanzienlijk grotere rol. Toch hebben Calthion-soorten evenals in groep 1 de grootste abundantie. Dit geheel wijst op minder rijk grondwater en minder overstromingsinvloeden. De vegetatie wordt hier ook voor een groot gedeelte bepaald door kwelwater, dat een lange verblijftijd in de bodem heeft gehad. Doordat echter ook wat hoger gelegen terreinen bij deze groep vertegenwoordigd zijn, komen de, wat meer schrale soorten van het Junco-Molinion, frequenter voor, hoewel de situatie niet zo voedselarm is dat de Oxycocco-groep een sterke aanwezigheid vertoont. Deze laatste groep is slechts fragmentarisch aanwezig.

[illegible]

De derde groep vertoont een aanzienlijke afname van de Magno Caricion-soorten, zodat mag worden verondersteld dat in deze gebieden geen overstromingsinvloeden meer aanwezig zijn, zodat de voor verlandings-successies karakteristieke soorten zullen worden verdrongen. Wel zal het grondwater nog een min of meer lithotroof karakter hebben omdat de Calthionsoorten nog sterk op de voorgrond treden. Wat betreft de Junco-Molinion-soorten en de Oxycocco-groep kan hier hetzelfde gelden als bij groep 2, hoewel er een iets sterkere neiging is naar een schralere vegetatie.

Bij de vierde groep is ondanks de nog altijd sterke aanwezigheid van het Calthion toch de schralere Junco-Molinion vegetatie de best vertegenwoordigde groep, terwijl het Magno Caricion nog sporadisch terug te vinden is. De plaats hiervan wordt nu ingenomen door een duidelijker aanwezigheid van de soorten van de Oxycocco-sphagnetea, zodat hiervan kan worden afgeleid dat voedselarmere grondwatertypen zullen voorkomen, hoewel het nog steeds voorkomen van aanzienlijke calthion vegetaties het tegenovergestelde doet vermoeden. De verschillen in maaiveldsligging binnen het opnamevlak maken dit echter wel degelijk mogelijk. Ook overgangen tussen typisch lithotroof en typisch atmotroof water zullen hier in de bodem worden aangetroffen.

De vijfde en laatste groep wordt gedomineerd door soorten die in de Oxycocco-Sphagnetea en het Junco-Molinion thuis horen, zodat de schrale vegetaties niet of nauwelijks door voedselrijk kwelwater zullen worden beïnvloed maar voor hun voedsel en watervoorziening grotendeels afhankelijk zijn van het pas gevallen regenwater. Magno-Caricion en Calthion-soorten worden nog wel aangetroffen maar spelen een duidelijk ondergeschikte rol. De aanwezigheid van deze rijke vegetaties is het gevolg van onder andere slootkanten en door kanaalwater beïnvloede standplaatsen, waar lokaal een grotere voedselrijkdom optreedt.

De bovenstaande methode om tot een indeling te komen kan met een cijfermatige benadering getoetst worden. Hiervoor wordt een presentietabel opgesteld waarbij voor elke soort van een kensoortengroep de presentie wordt bepaald, en vervolgens de gemiddelde presentie van alle soorten van een bepaalde opnamegroep. Een voorbeeld van dergelijke rekenmethoden wordt gegeven in tabel 8 hieronder. De score van de Magno-Caricion kensoorten in opnamegroep A is dan $(46/72 \times 100\%) = 63,9\%$.

Wanneer voor de andere groepen dezelfde berekening wordt toegepast ontstaat tabel 9.

Tabel 8. Rekenvoorbeeld voor het bepalen van de gemiddelde presentie van een kensoortengroep in een opnamegroep

soort	Opnamenummer	2	8	10	1	11	6	27	4	5	Reële score	Maximale score
Phragmitis australis		x	x	x	x	.	x	x	x	x	8	9
Carex acuta		x	.	x	.	.	x	.	.	.	3	9
Glyceria maxima		x	x	x	.	.	x	x	x	x	7	9
Equisetum palustris		x	.	.	x	x	x	.	.	.	4	9
Phalaris arundinacea		x	x	x	x	x	x	x	x	x	9	9
Myosotis scorpioides		x	x	x	x	x	x	x	x	x	9	9
Calamagrostis canescens		x	.	x	.	x	x	.	.	x	5	9
Caltha palustris		.	.	.	x	.	.	.	.	.	1	9
											46	72

Tabel 9. Gemiddelde presentie van kensoortengroepen in opnamegroepen

Opnamegroep	A	B	C	D	E
Kensoortengroep					
Magno-Caricion	63,9	47,7	27,5	17,2	22,5
Calthion-palustris	80,6	64,8	62,5	57,8	42,5
Junco-molinion	36,7	45,5	49,0	52,5	62,0
Oxycocco-sphagnetea	-	5,7	10,0	17,2	45,0

In deze laatste tabel is met een kader aangegeven welke kensoortengroepen dominant aanwezig zijn in de verschillende opnamegroepen. De tabel laat ook duidelijk zien dat de huidige indeling in opnamegroepen gerechtvaardigd is zodat deze vanaf nu als definitief beschouwd wordt.

2.5. V e r s p r e i d i n g v a n d e p o t e n t i e e l (h a l f -) n a t u u r l i j k e v e g e t a t i e t y p e n

De verspreiding van de hierboven geschetste vegetatietypen, welke in feite de verspreiding van de potentieel half-natuurlijke vegetatietypen is, is zichtbaar gemaakt in figuur 9 hetgeen zeer goed te verklaren is met de te verwachten vegetatieverspreiding als functie van de hoogteligging ten opzichte van het beekniveau zoals dat in figuur 10 wordt weergegeven. Deze verwachting is gebaseerd op het verval in hoogteligging van het terrein. Links in de figuur is de benedenloop weergegeven waar de beek geen erg diep dal meer heeft. Wanneer men er van uitgaat dat de areaalgrenzen van de diverse plantengemeenschappen mede bepaald wordt door de hoogte van het maaiveld ten opzichte van het beekniveau zullen daar de "lage" gemeenschappen "sterker" vertegenwoordigd zijn dan de schralere, hoger gelegen gemeenschappen. Rechts in de figuur is dat juist omgedraaid omdat het beekdal dieper is uitgeslepen, zodat de nattere, voedselrijkdom indicerende gemeenschappen maar op een smalle zone tot ontwikkeling kunnen komen, terwijl de hoger gelegen gebieden meer ruimte bieden aan de schralere, atmocliene vegetatietypen. Een dergelijk maar uitgebreider schema van verspreiding van verschillende in beekdalsystemen thuishorende plantengemeenschappen is opgesteld door Grootjans in het Drentse Aa gebied (GROOTJANS, 1980).

In de vorm van een aantal bijlagen is ter illustratie van de gevonden resultaten de verspreiding aangegeven over het stroomdal van een aantal interessante plantensoorten weergegeven (bijlage 6 t/m 13).

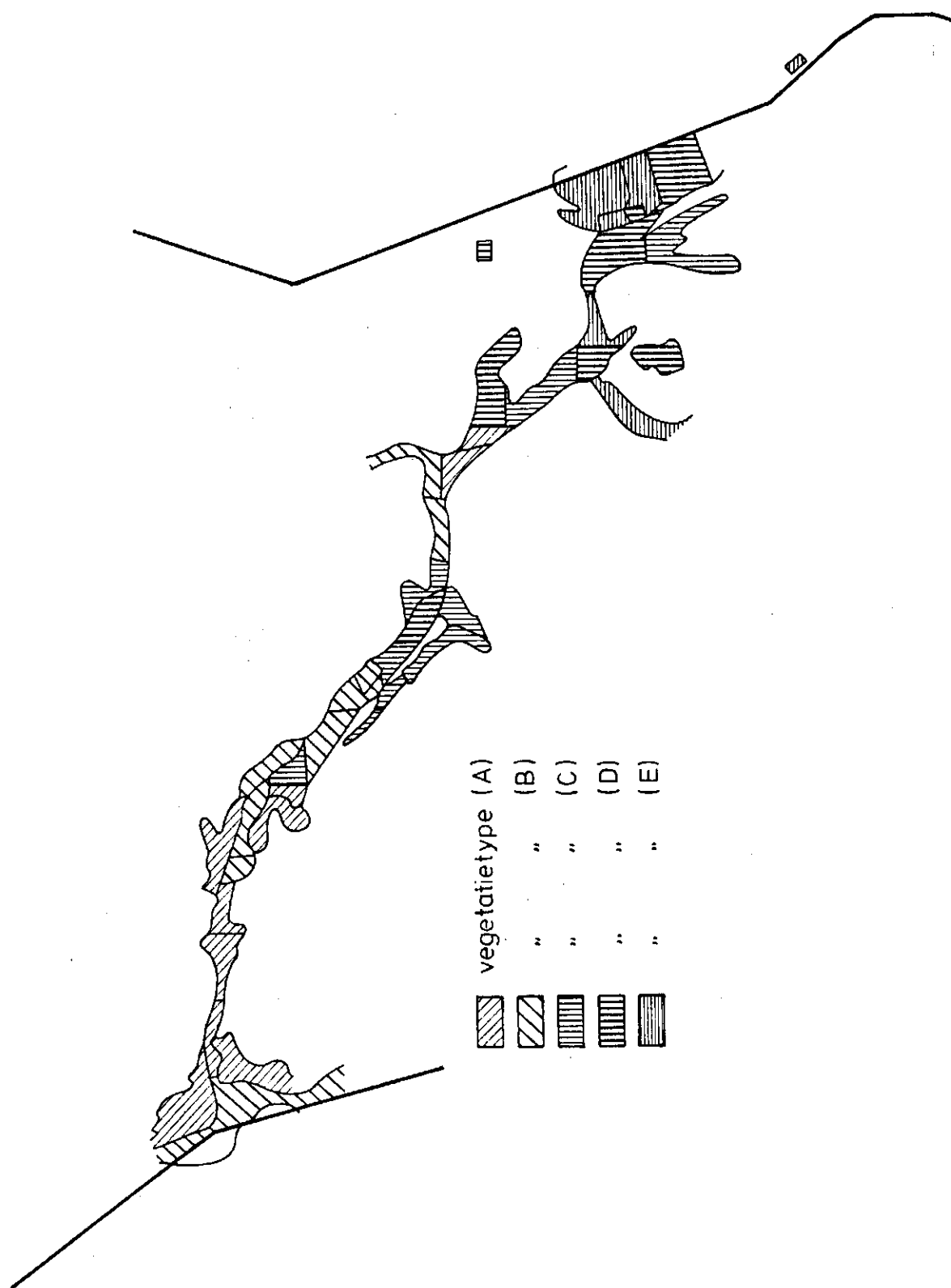


Fig. 9. Verspreiding van potentieel half-natuurlijke vegetatietypen over het stroomdal van de Astensche Aa

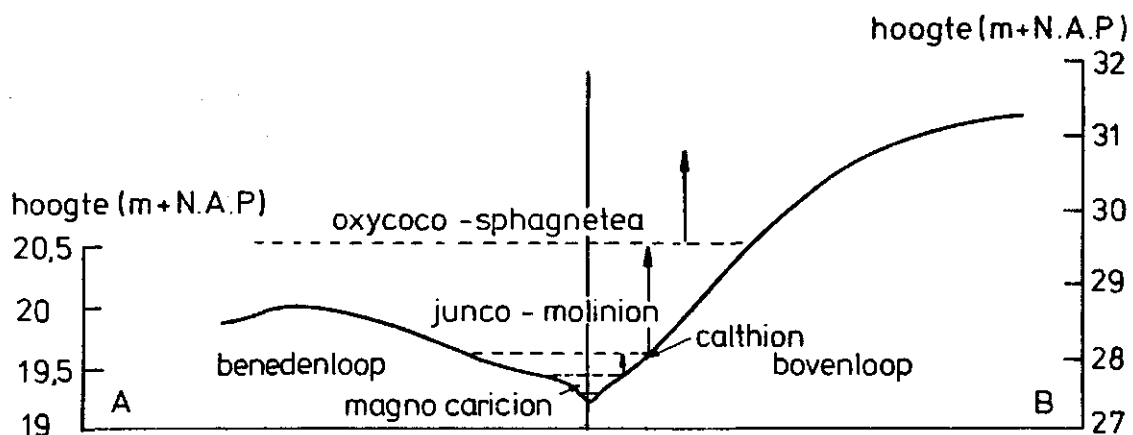


Fig. 10. Te verwachten verspreidingspatroon van syntaxa in het stroomdal van de Astensche Aa

A : Benedenloop ter hoogte van de samenkomst met de Aa

B : Bovenloop ter hoogte van de Heitrakse Peel

3. DE OECOLOGIE

3.1. I n l e i d i n g

Om bepaalde eigenschappen van het milieu vast te stellen kan men enige grootheden in het veld meten. De chemische samenstelling van het grondwater is een van de factoren die indirect de plantengroei bepalen (zowel de huidige als de potentiële). Dit komt uitgebreider aan de orde in hoofdstuk 4. Aan andere operationele parameters zoals voedselbeschikbaarheid, veroorzaakt door verschillen in bodemchemie en klimaatsaspecten als straling en zuurstofhuishouding in de lucht is in dit onderzoek geen aandacht besteed.

Ook aan de samenstelling van de huidige vegetatie zijn milieu-omstandigheden af te lezen. ELLENBERG (1974) heeft een lijst samengesteld waarin van de meeste soorten indicatiewaarden voor een aantal milieufactoren op een ordinale schaal zijn weergegeven. In deze lijst staan ook andere kenmerken zoals levensvormen volgens Raunkiaer, anatomie en periode waarin de plant is voorzien van fotosynthetiserende organen. Ellenberg heeft deze lijst opgesteld voor de omstandigheden zoals deze zich in Midden-Europa voordoen. De lijst is daarom niet zonder meer te extrapoleren naar Nederlandse omstandigheden. De vochtgetallen die Ellenberg aangeeft zullen voor Nederlandse omstandigheden wellicht te hoge waarden aangeven, vanwege het Atlantische klimaat dat hier te lande heerst en zodoende hoge luchtvochtigheid te weeg brengt, waardoor de planten minder aangewezen zijn op het aanwezige bodemwater (LONDO, 1976; DE VRIEZE en STEVENS, 1981). De bodemafhankelijke factoren: zuurgraadgetal (R); stikstofgetal (N) en vochtgetal (F); en van de overige factoren: de anatomie.

LONDO (1976) heeft een soortgelijke tabel opgezet voor de grondwaterafhankelijkheid voor de Nederlandse plantensoorten, de zogenaamde "Nederlandse lijst voor hydro-, freato- en afreatofyten". Deze lijst wordt ook in dit onderzoek geraadpleegd om inzicht te krijgen in de vochtigheidsverschillen tussen vegetatietypen. Ook de Standaardlijst der Nederlandse Flora (ARNOLDS & v/d MEIJDEN, 1976, 1983) bevat informatie die behulpzaam is bij het achterhalen van de heersende milieuomstandigheden. Hiervoor zijn de Nederlandse soorten ingedeeld in een aantal ecologische groepen waarin de soort zijn optimum vindt. Ten behoeve van het Atlas-project van het Rijksherbarium zijn in de afgelopen jaren alle soorten geïncinventariseerd waardoor een beeld verkregen kan worden omtrent de Landelijke Zeldzaamheid. De uurhokfrequentieklassen zijn in bovengenoemde standaardlijst opgenomen en worden in dit onderzoek aangewend.

3.2. U i t w e r k i n g o e c o l o g i s c h e g e g e v e n s

De in de inleiding genoemde milieu- en omgevingsfactoren zijn in veel gevallen bepaald voor drie facetten van de vegetatie:

- I : De totale soortenlijst, waarin de actuele situatie geanalyseerd wordt.
- II : De soortenlijst na eliminatie van de ecologische groepen 1, 2 en 5a (volgens Arnolds & v/d Meijden).
- III : De differentiërende soorten, omdat op basis van deze gegevens het opnamemateriaal is gescheiden, en dus als ideale situatie gezien kan worden.

Omdat de soorten die kenmerkend zijn voor akkers en droge ruigten (ecogroep 1); storingsmilieus (groep 2); en sterk bemeste graslanden (groep 5a) een sterk vervlakkende invloed zullen hebben op de diverse indicatiegetallen (zie II).

Na eliminatie valt een verandering te verwachten ten aanzien van de gemiddelde indicatiewaarden van een opname(groep). De nivellerende werking op de variatie in het gemiddelde van de indicatiewaarden wordt weggenomen en hierdoor zullen soorten, die kritischer zijn ten opzichte van de milieufactoren een meer differentiërende werking krijgen. Een voorbeeld hiervan wordt gegeven in figuur 11, waarin het vochtspectrum wordt weergegeven vóór en ná eliminatie van de betrokken ecogroepen. Het betreft hier een totaal van 214 soorten waarvan er 122 behoren tot de groepen 1, 2 of 5a. Opvallend is de afname van het aantal waarden van 8, 9 en 10, ten gunste van 5, wanneer groepen 1, 2 en 5a meegerekend zijn. Het verloop van de gemiddelde waarden staat weergegeven in tabel 12.

Tabel 12. Het gemiddelde vochtgetal voor verschillende facet-
ten van de vegetatie

Groep samenstelling	Gemiddeld vochtgetal	Standaard- afwijking	Aantal soorten
totale lijst	6,3	2,0	214
1, 2 en 5a	5,3	1,5	92
zonder 1, 2 en 5a	7,0	2,0	122
differentieerders	8,1	1,2	26

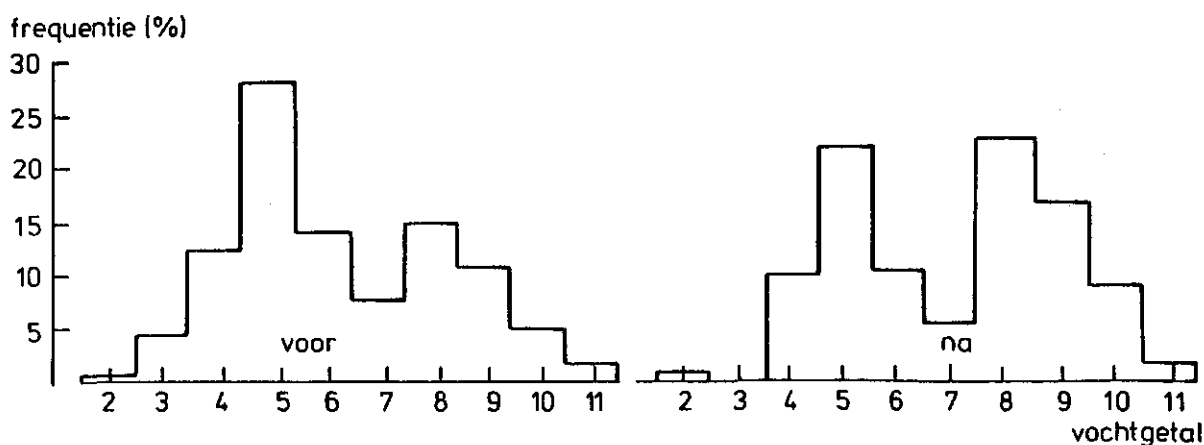


Fig. 11. Verschillen in frequentieverdeling ten aanzien van het vochtgetal van Ellenburg vóór en ná eliminatie van de oecologische groepen 1, 2 en 5a

3.2.1. Milieu-indicaties

De verschillende milieu-indicatiefactoren, die in de vorige paragraaf werden aangegeven kunnen op verschillende manieren worden geregistreerd. In dit onderzoek is voor de factoren die door cijfers kunnen worden weergegeven het rekenkundig gemiddelde bepaald, waarbij voor elke soort de indicatiewaarde wordt vermenigvuldigd met de wegingsfactor (zie tabel 3). Bij de niet-numeriek in te delen milieu-indicaties werd volstaan met het bepalen van de presentie waarbij van iedere soort, per indicatiefactor, de omgerekende abundantie (tabel 3) wordt gesommeerd. Om dan het overzicht te kunnen behouden wordt het percentage dat elk van de mogelijkheden uitmaakt van het totaal weergegeven.

De drie op numerieke basis ingedeelde milieufactoren zijn de indicatiegetallen van Ellenberg voor vochtvoorziening (F), stikstofvoorziening (N) en zuurgraad (R). Het verloop van de gemiddelde indicatiewaarden is weergegeven in figuur 12, 13 en 14. In deze figuren zijn de punten door lijnen met elkaar verbonden.

Als ervan wordt uitgegaan dat in het Zuidelijk Peelgebied ideale omstandigheden voor de potentiële vegetatie zouden heersen, dan zouden de kensoorten van de in dit onderzoek gevonden plantengemeenschappen (syntaxa) sterker vertegenwoordigd zijn geweest. Daaruit kan volgen dat de indicatiewaarden welke die kensoorten opleveren het meest indicatief zijn voor de milieu-omstandigheden waaronder de potentiële vegetatie tot ontwikkeling komt. Wanneer echter het land in cultuur wordt gebracht, of op andere wijze wordt verstoord door menselijke activiteiten zullen de oorspronkelijke vegetatietypen (gedeeltelijk) worden verdrongen. De plaats van de verdwenen soorten wordt opgevuld door over het algemeen minder kritische soorten die ook minder zeldzaam zullen zijn. Aangenomen mag worden dat veel van deze soorten vertegenwoordigers zijn van de oecologische groepen 1, 2 en 5a die ARNOLDS en VAN DER MEIJDEN (1976) onderscheiden. De oecologische indicatie die afgeleid is van de huidige soortenlijst in zijn totaliteit vertegenwoordigt het meest beïnvloede systeem. Wanneer echter de groepen 1, 2 en 5a uit de totale soortenlijst worden geëlimineerd zal de oecologische indicatie verschuiven in de richting van de ideale waarde die wordt weergegeven door de kensoorten. De drie lijnen in elk van de figuren 12 tot en met 14 vormen dus min of meer een successiereeks waarbij de ideale situatie enerzijds en de huidige situatie anderzijds als extremen te zien zijn. Op deze manier kan uitgevonden worden in welke richting de oecologische omstandigheden zich moeten wijzigen indien de potentieel natuurlijke vegetatie tot ontwikkeling gebracht moet worden. De maximaal haalbare situatie zal niet gelijk zijn aan de situatie die geschetst wordt door de kensoorten alleen, maar zal tussen deze en de totale soortenlijst zonder 1, 2 en 5a in liggen. Een voorbeeld van deze methode werd al gegeven in tabel 12.

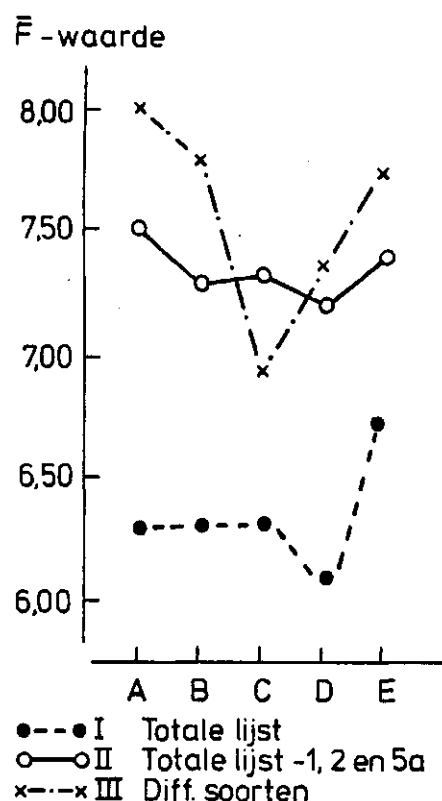


Fig. 12. Gemiddelde vochtgetallen volgens Ellenberg van de opnamegroepen A tot en met E in het stroomdal van de Astensche Aa

3.2.1.1. V o c h t g e t a l. In figuur 12 is het verloop van de Ellenberg-vochtgetallen weergegeven. Uit lijn I blijkt dat in alle gevallen de totale soortenlijst een aanzienlijk lager vochtgetal heeft dan de differentiërende soorten van de desbetreffende opnamegroep. In groep A is dit het duidelijkst te zien, waar het bijna 1,75 punten scheelt op de schaal die Ellenberg hanteert, terwijl groep C (waar onder meer het natuurterrein "De Berken" onder valt) slechts weinig meer dan 0,5 punt lager uitkomt. Het verloop van de punten A tot en met E is in de huidige situatie nogal afwijkend van de ideale situatie waarbij de groepen A, B en E gekenmerkt worden door een duidelijk hoger vochtgetal dan de groepen C en D. Bij de huidige situatie daarentegen zijn de groepen A, B en C op gelijke hoogte gekomen, terwijl D juist lager is geworden dan C. Dit doet vermoeden dat A, B en D gevoeliger

zijn voor ontwatering dan C, dat misschien door de aanwezigheid van het natuurterrein "De Berken" iets is gespaard.

De Oxycoccogroep (E) vertoont nog een vrij vochtig beeld ten opzichte van de andere groepen, maar is toch niet ongeschonden gebleven. De "hoge" indicatiewaarde hier is mede het gevolg van het weinig voorkomen van storingsindicatoren, en het wel voorkomen van een aantal hooggewaardeerde soorten als zonnedauw, snavelbies, lavendelheide, veenpluis en dergelijke in het kleine natuurterrein "Scherliet" (opname 43). Al deze soorten hebben indicatiegetal 9. De situatie bij de soortenlijst zonder ecogroepen 1, 2 en 5a (lijn II) vertoont weinig differentiatie hetgeen opvallend is, omdat beide andere lijnen een duidelijk dal vertonen bij de groepen C en D. Dat dit hier niet het geval is, en dat bij C zelfs een vochtiger situatie wordt geschetst is onduidelijk. Mogelijk hebben slootkantvegetaties hierop een invloed, doordat er op dergelijke plaatsen altijd wel een betere vochtvoorziening heerst dan op hogere zandgronden.

3.2.1.2. S t i k s t o f g e t a l. In figuur 13 is het gemiddelde stikstofgetal uitgezet. Opvallend is het grote verval, dat bij alle drie de grafieken optreedt. Ook hier hebben de drie lijnen weer duidelijk verschillende niveau's waaruit kan worden afgeleid dat deze oecologische parameter in de loop der tijd van waarde is veranderd. Het ideale verloop (de kensoorten) zoals door lijn III is geschetst, laat een bijna lineair verband zien dat daalt van 4,8 bij A tot ongeveer 3,0 bij E. Deze afname hangt mogelijk samen met het verschijnsel dat in de lagere, door kwelwater beïnvloede gebieden een hoge stikstof-mineralisatie plaats vindt als gevolg van de hoge pH en de lage C/N-ratio. De microbiologische aktiviteit is van de pH afhankelijk. In de zure en kalkarme gronden met een lage microbiologische aktiviteit is de omzetting van humus langzamer waardoor een dikke laag onafgebroken organisch materiaal met een hoge C/N-ratio kan ontstaan (ETHERINGTON, 1975).

Doordat, zoals eerder al was gebleken, de vochtindicaties wijzen op effecten van ontwatering en doordat de indicatiewaarden voor de zuurgraad wijzen op een toegenomen pH van de bodem, is de stikstofmineralisatie sterk toegenomen. Dit kan worden afgeleid uit de grafiek voor de huidige situatie (lijn I) welke ver boven de kensoortlijn

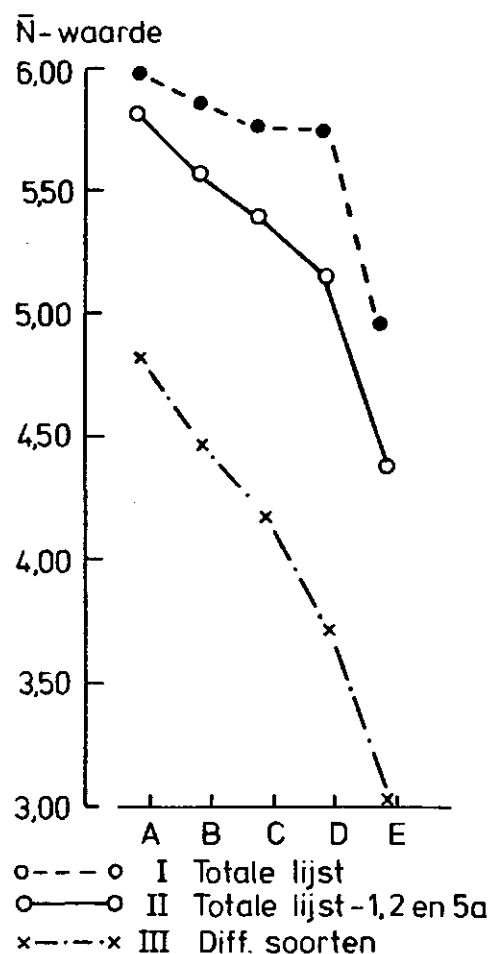


Fig. 13. Gemiddelde vochtgetallen volgens Ellenberg van de opnamegroepen A tot en met E in het stroomdal van de Astensche Aa

(lijn III) uitkomt. De verandering is het sterkst in de bovenstroomse gebieden waar met name de opnamegroepen D en E voorkomen en neemt naar A gaand steeds verder af, zodat een nivellering optreedt. Alleen E valt nog redelijk uit, mede vanwege het feit dat het hier gaat om opnamen waarin hoogveenrestanten voorkomen met een atmoclien, dus zuur en kalkarm grondwatertype en een dikke laag veen. Zodoende is groep E moeilijk te vergelijken met de meer agrarische gebieden uit de rest van het stroomdal, waar het niet onaannemelijk is dat de stikstofhuishouding in hoge mate wordt beïnvloed door bemestingen.

3.2.1.3. De z u u r g r a a d i n d i c a t i e. In figuur 14 is het verloop zichtbaar gemaakt van de zuurgraad van de bodem.

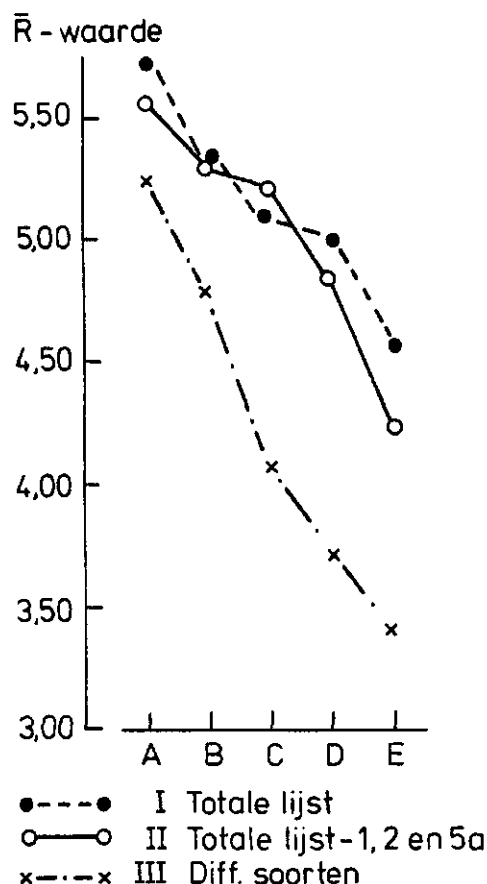


Fig. 14. Gemiddelde zuurgraadgetallen volgens Ellenberg van de opnamegroepen A tot en met E in het stroomdal van de Astensche Aa

Bij kwelgebieden zal er over het algemeen sprake zijn van een duidelijke invloed van de chemische samenstelling van het grondwater op de pH van de bodem. In infiltratiegebieden zal daarentegen juist het regenwater de overhand hebben, waardoor een atmoclien grondwatertype voor een lage pH zorgt (zie hoofdstuk 4, waterkwaliteit).

De zuurgraad heeft een belangrijke invloed op de nutriëntenhuishouding (zie figuur 13). In het stroomdal manifesteert zich de hierboven beschreven gradiënt zeer duidelijk, evenals de in de vorige twee paragrafen aangeduide niveau's waarop de verschillende lijnen zich

bevinden. De huidige vegetatie (lijn I) geeft hier aan dat de indicatiewaarde voor de bodemzuurgraad aanzienlijk is gestegen ten opzichte van de indicatiewaarden van de kensoorten.

De soorten uit de oecologische groepen 1, 2 en 5a hebben kennelijk dezelfde indicatiewaarde als de gemiddelden van de totale soortenlijst, want na eliminatie treedt slechts een zeer geringe verandering op. Alleen bij E is deze verandering groter dan 0,5 punt. Ten opzichte van de ideale situatie wordt het verschil in de richting van E steeds groter, hetgeen inhoudt dat ook hier in de huidige situatie een vervlakking is opgetreden. De reden dat in bovenstroomse gedeelten de verandering het grootst is, is waarschijnlijk toe te schrijven aan de invloeden van kalkbemesting. Mogelijk is er ook enige invloed van de inlaat van vrij basisch Maas-water.

3.2.1.4. Wisselvochtindicatie en overstromingsindicatie. Twee minder differentiërende, maar toch illustratieve aspecten in het systeem van Ellenberg worden gevormd door de zogenaamde "Wechselfeuchtezeiger" en "überschwimmungszeiger".

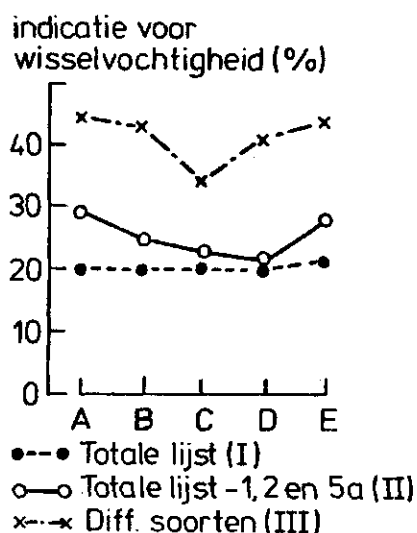


Fig. 15. Gemiddelde percentages voor wisselvochtigheidsindicatie van de opnamegroepen A tot en met E in het stroomdal van de Astensche Aa

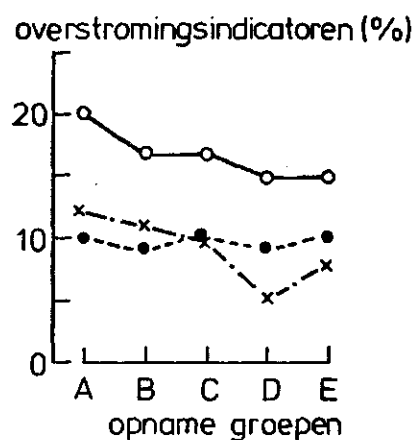


Fig. 16. Gemiddelde percentages voor overstromingsindicatie van de opnamegroepen A tot en met E in het stroomdal van de Astensche Aa

Soorten die indicatief zijn voor wisselvochtige omstandigheden zijn soorten die opvallend vaak onder, per jaargetijde, sterk wisselende vochtsituaties te vinden zijn (ELLENBERG, 1974). Zulke frequente fluctuaties in grondwaterstanden zijn meestal te wijten aan menselijke ingrepen, hoewel de amplitudo van grondwaterstanden veelal kleiner worden door ingrepen. Uit figuur 15, waar het verloop van deze soorten staat aangegeven blijkt dat de ideale situatie meer indicatoren voor wisselvochtige situaties herbergt dan de huidige situatie. Dit verschijnsel is precies volgens verwachting. Door een diepe ontwatering wordt de situatie in de tijd zo uniform dat er nauwelijks nog sprake is van grote wisselingen in vochtigheid. De soorten die deze wisselingen nodig hebben om goed te gedijen zullen derhalve sterk in aantal afnemen of zelfs verdwijnen. De huidige situatie bevestigt het vermoeden dat de situatie in het stroomdal vrijwel eenvormig is, omdat bijna geen variatie te vinden is tussen de verschillende opnamegroepen (A t/m E). De situatie waarbij de storingsplanten zijn weggenomen vertoont weliswaar een lichte differentiatie, maar meer dan een paar procenten wordt dit verschil niet.

De overstromingsindicatoren (fig. 16) leveren een merkwaardig beeld op doordat de huidige situatie en de ideale situatie vrij dicht bij elkaar liggen, terwijl de lijst zonder medeneming van de oecologische groepen 1, 2 en 5a ver boven de andere twee vegetatie-aspecten blijft. Een conclusie hieruit kan zijn dat de meeste, zo niet alle geëlimineerde soorten uit de groepen 1, 2 en 5a geen overstromingsindicatoren zijn, waardoor het aandeel van de wel-overstromingsindicatoren groter wordt. De helling die in de lijnen te zien is komt overeen met het verwachte patroon, omdat, historisch gezien, de lagere gedeelten in een beekdal juist overstromingen hebben gekend, terwijl dit in bovenstroomse gebieden door een kleiner debiet en een dieper uitgeslepen stroomdal vrijwel niet of in ieder geval veel minder optreedt. In het hoogveen kan het regenwater nog al eens stagneren en zodoende tot plasvorming leiden met als gevolg dat zich hier ook overstromingsindicatoren kunnen vestigen. Dit zou de hogere waarde bij E kunnen verklaren. Doordat tegenwoordig de beek zelden meer buiten zijn oevers treedt is er in de huidige vegetatie nauwelijks sprake van enige differentiatie tussen de 5 opnamegroepen. In de bijlagen 14 tot en met 16

zijn enkele van de hierboven besproken indicatiewaarden de gemiddelden per kaartvlak weergegeven in kaartvorm.

3.2.1.5. *Hydrofyten, freatofyten en afreatofyten*. De gegevens die de freatofytenlijst van Londo oplevert leiden niet tot differentiatie in milieu-indicaties en dragen derhalve niet bij tot ondersteuning van de typologie. In de figuren 17, 18 en 19 is nauwelijks sprake van doorslaggevende verschillen tussen de groepen A tot en met E. Wel is de successiereeks te zien: er is van figuur 17 naar figuur 19 duidelijk sprake van een toename van het aantal freatofyten ten koste van de afreatofyten.

3.2.2. Overige oecologische aspecten

3.2.2.1. *Oecologische groepen*. De door ARNOLDS en VAN DER MEIJDEN (1976) onderscheiden oecologische groepen, die al eerder gebruikt zijn om de storingsplanten, pioniers en planten van sterk bemeste plaatsen te elimineren, kunnen wanneer per vegetatietype de presentie wordt bepaald van elk van deze oecologische groepen een indicatie geven van de heersende milieu-omstandigheden. Naast een min of meer aanvullende werking op de indeling van de vegetatie in de groepen A tot en met E, kan ook een controle worden uitgevoerd op de vegetatietypologie, door na te gaan of de verschillende methoden dezelfde milieu-omstandigheden indiceren.

De omschrijving van de oecologische groepen door Arnolds en Van der Meijden en een vergelijking met de syntaxonomische indeling van WESTHOFF en DEN HELD (1969) staan in de bijlagen 3 en 4. In het totale opnamemateriaal werden zoveel soorten gevonden dat van bijna alle groepen wel vertegenwoordigers aanwezig zijn, uitgezonderd de kustplanten (groep 3a t/m 3c); de muur en kalkgraslandplanten (6a en 6c) en planten van kalkmoerassen (7b). Wanneer het aandeel van elk van de categoriën in procenten wordt uitgedrukt vinden we weinig differentiatie, en het gemiddelde percentage is erg laag (ca. 3). Om deze redenen en de redenen die al in de inleiding genoemd werden, is besloten een aantal oecologische groepen buiten beschouwing te laten. Op de eerste plaats werden de onkruiden en storingsindicatoren weggenomen, gevolgd door planten van sterk bemeste standplaatsen (1, 2 en 5a). Na weer voor elke categorie de percentages te hebben berekend, resulteerde dat

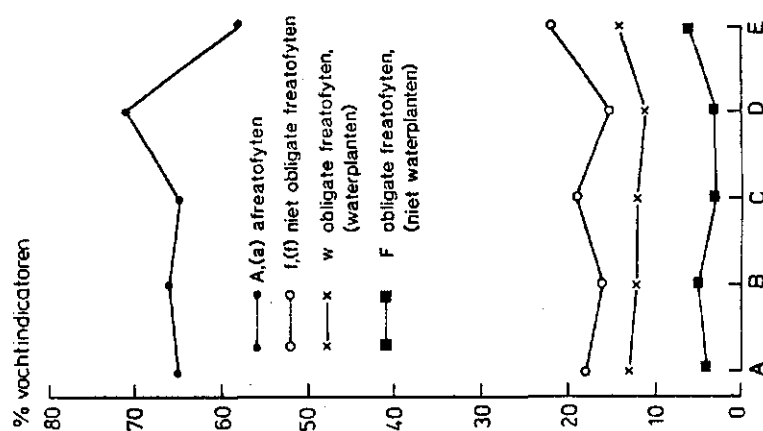


Fig. 17. Gemiddelde percentages voor vochtindicatie volgens Londo, van de totale soortenlijst, van de verschillende vegetatietypen

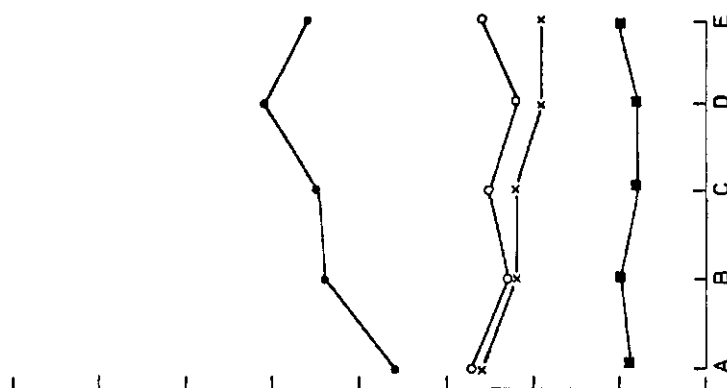


Fig. 18. Gemiddelde percentages vochtindicatoren volgens Londo na eliminatie van de oecologische groepen 1, 2 en 5a

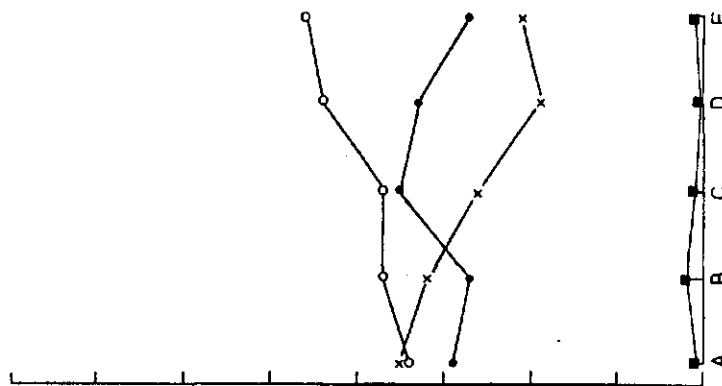


Fig. 19. Gemiddelde percentages vochtindicatoren volgens Londo van de verschillende soorten

Tabel 14. Aandelen van ecogroepen in de verschillende opnamegroepen na eliminatie van ecogroepen 1, 2 en 5a

Ecogroepen	Opnamegroepen				
	A	B	C	D	E
4a	< 0,5	1	1	< 0,5	< 0,5
c	26	19	19	16	15
d	8	7	5	6	4
5b	15	14	12	11	8
6b	2	2	1	1	1
d	4	3	5	7	8
7a	5	4	5	5	4
c	1	< 0,5	< 0,5	-	< 0,5
d	-	1	1	3	8
e	2	2	3	4	5
8a	4	3	4	5	4
b	17	17	14	17	6
d	2	3	3	3	3
9a	5	6	6	4	8
b	5	5	6	4	5
c	< 0,5	-	< 0,5	1	-
d	-	< 0,5	1	< 0,5	< 0,5
e	7	9	14	15	23

in percentages die slechts een categorie hoger zijn (tabel 14). Tenslotte werd besloten om de groepen met geringe differentiatie (t.w. 7a, 8a, 8d, 9b) en de groepen die slechts in heel erg lage presentiepercentages voorkomen (4a, 6b, 7c, 9c, 9d) niet in beschouwing te nemen. De overblijvende categoriën (9 in totaal) staan weergegeven in figuur 20. Naar aanleiding van deze figuur kan gesteld worden dat van A naar E gaand de volgende oecologische veranderingen optreden:

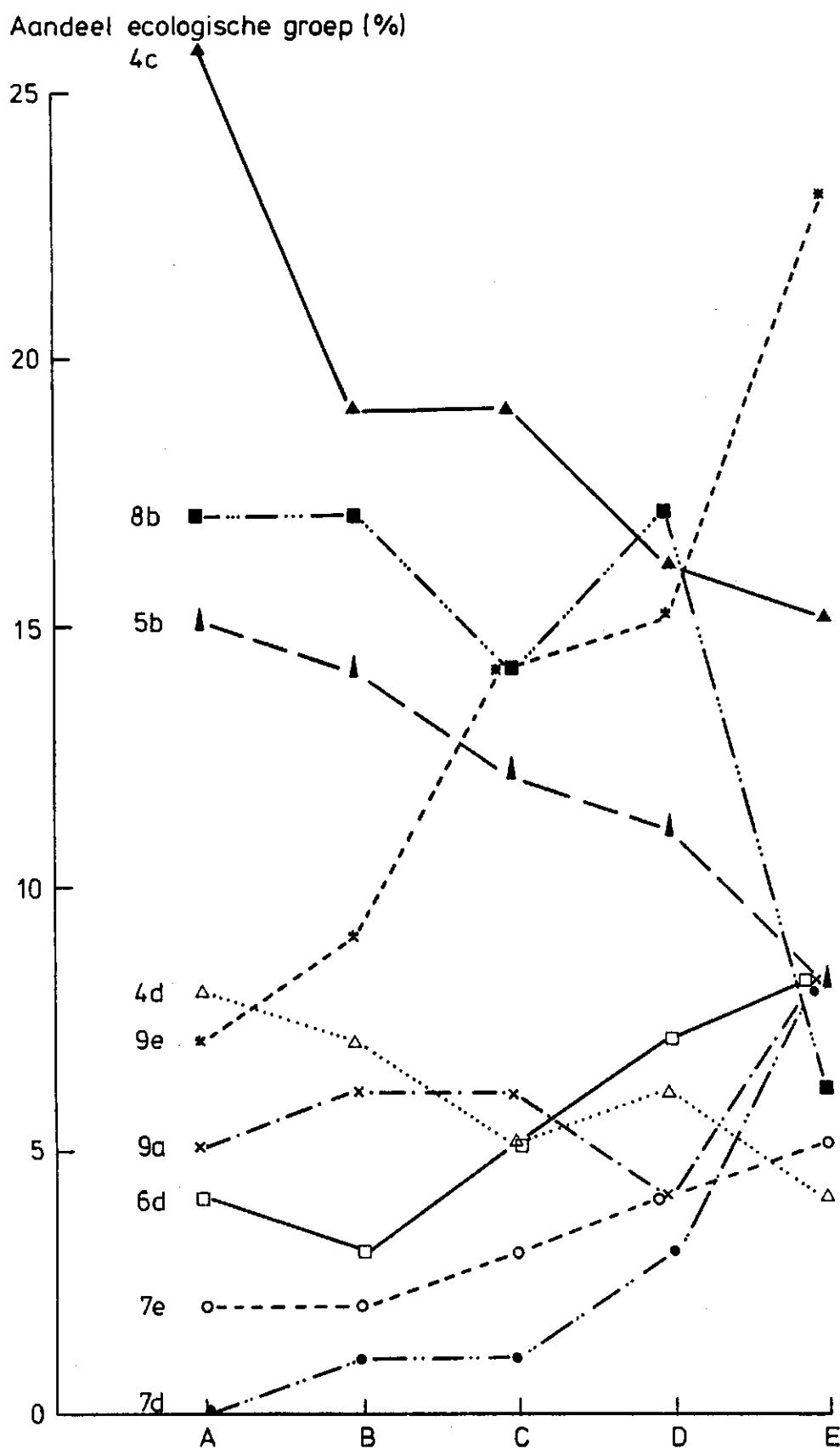


Fig. 20. Aandelen van de oecologische groepen volgens Arnolds en Van der Meijden in het totale bestand van opnamegroepen A tot en met E

1. De voedselrijkdom neemt af (indicatie: de planten van voedselrijke oevers en van natte ruigten (4c en d) nemen sterk af evenals soorten van natte bemeste graslanden (5), deze tendens is in overeenstemming met de tendens van het N-indicatiegetal (zie fig. 13) welke in dezelfde richting eveneens afneemt. Tevens nemen soorten van droge, zure gronden (6d en 9e) in sterke mate toe evenals soorten van natte heiden (7d).
2. Zuurgraad neemt toe (indicatie: toenamegroepen 6d, 9e, 7d, 7e).
3. Wat de vochtigheid betreft kan worden opgemerkt dat de verschillende groepen een tweeslachtige indruk wekken. Dit blijkt uit het feit dat zowel de natte en vochtige heiden (7d) als de droge en arme heiden (7e) toenemen. De voedselrijke oevers en moerassen (4c) en natte bemeste graslanden (5b) nemen af. Daarbij moet echter worden opgemerkt dat de droge heiden (7e) vooral gerelateerd zijn aan de zuurgraad. Bovendien is het milieu niet alleen zuur maar ook nat, zodat de correlatie van de droge heiden en de vochtfactor slechts schijnbaar is. Een dergelijke schijnrelatie treedt op bij het verschijnsel dat groep 4c en 5b niet afnemen omdat het droger zou worden maar omdat het milieu juist voedselarmer wordt. Als bij deze analyse ook de resultaten van de analyse van de vochtindicatie wordt betrokken (fig. 12) moet de conclusie luiden dat de factor vocht niet differentiërend is voor de vegetatie. Het beekdal is met andere woorden over het gehele traject nat.

Ter vergelijking is in figuur 21 eenzelfde soort grafiek getekend, gebaseerd op de gegevens van de differentiërende soorten. Hierbij valt vooral het aandeel dat oecologische groep 5a inneemt op, omdat de soorten van sterk bemeste graslanden in de vorige figuur juist werden geëlimineerd. Hetzelfde geldt voor de soorten die door Arnolds en Van der Meijden tot groep 2a gerekend worden. Bij het opstellen van de kensoortenlijst werden echter meerdere literatuurbronnen gebruikt, en meer waarde gehecht aan andere bronnen dan Arnolds en Van der Meijden (t.w.: Kemmers, Everts, Grootjans en De Vries, Westhoff en Den Held).

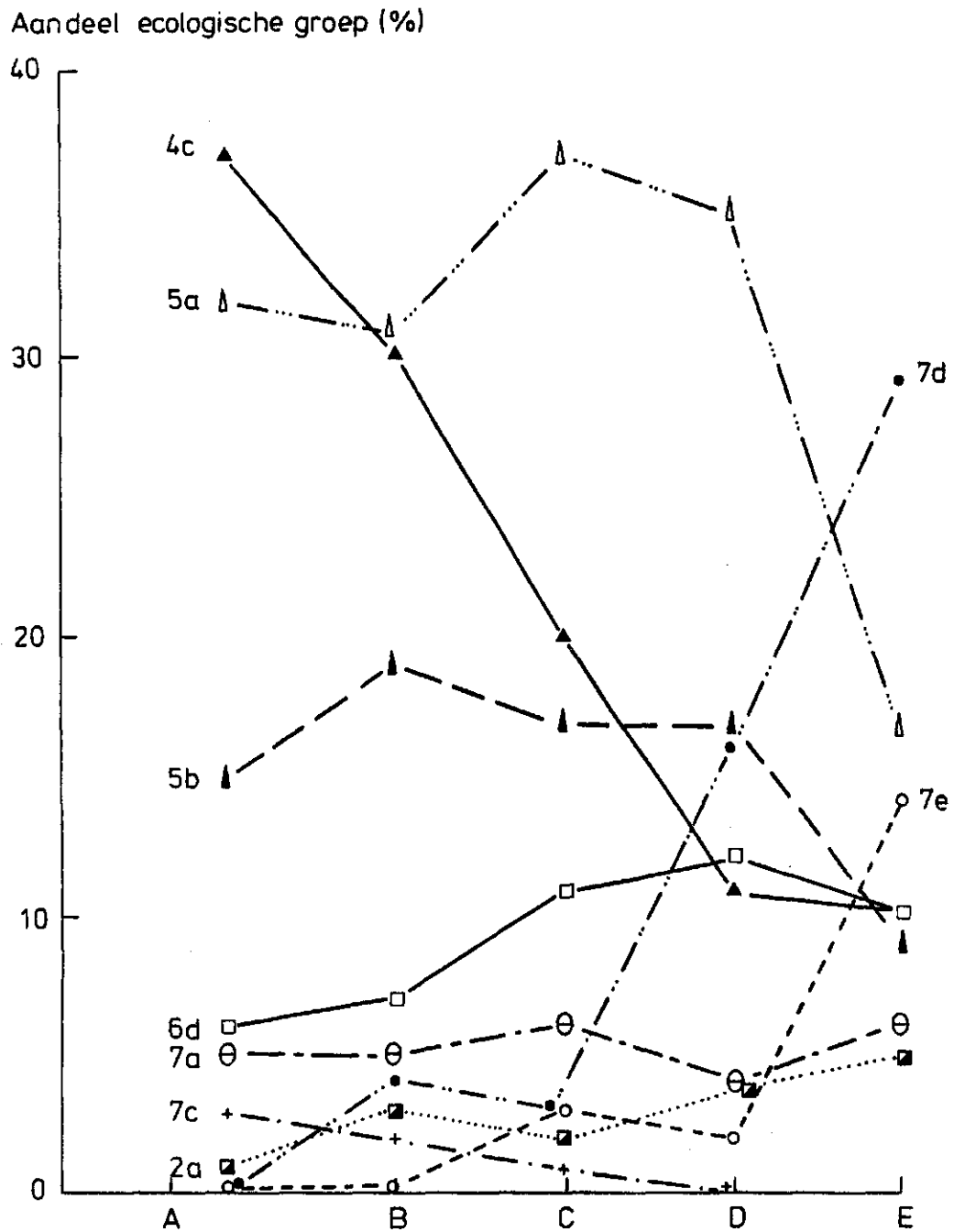


Fig. 21. Aandelen van de oecologische groepen volgens Arnolds en Van der Meijden in de opnamegroepen A tot en met E, gebaseerd op de differentiërende soorten

3.2.2.2. A n a t o m i e. ELLENBERG (1974) verdeelt de soorten, die qua anatomie verschillen over vijf groepen. Hierbij wordt vooral rekening gehouden met de aanpassingen van de plant ten behoeve van de waterhuishouding en gaswisselingssystemen. De groepen kunnen als volgt worden beschreven:

1. hd = hydromorf, geheel aangepast aan open water, zodat stof en gaswisseling direct aan de groene plantendelen plaats kan vinden.
 2. he = helomorf, beschikt over luchtkanalen in de wortel zodat lange tijd in vochtige omgeving overleefd kan worden.
 3. hg = hydromorf, slap gebouwde schaduw- of halfschaduwplanten.
 4. m = mesomorf, geen bijzondere aanpassingen (tussen hg en sk staand).
 5. sk = skleromorf, plant met dikke cuticula en epidermis en vaak verstevigde stengels.
- (6 su bladsukkulenten).

Het verloop van de verschillende morfologische groepen staat in figuur 22, opgesplitst in de 3 categoriën. Voor het totale bestand treden nauwelijks verschillen op tussen de opnamegroepen A tot en met E (fig. 22a), terwijl de differentiërende soorten een duidelijke tendens laten zien in figuur 22b. Wanneer de groepen 1, 2 en 5a worden gelimineerd (fig. 22c) komt dezelfde tendens naar voren als bij de differentiërende soorten, hoewel deze minder extreem is. In figuur 22c treedt de grootste verandering op in het aantal skleromorfen, die met 10% toenemen van groep A naar E. Daar tegenover staat een geringe afname van zowel helomorfe, hygromorfe als hydromorfe planten, waaruit valt af te leiden dat de milieu-omstandigheden droger worden. Deze droogte-indicatie is van een geheel andere aard dan de vochtindicaties van Ellenberg of de freatofytenlijst van Londo. Hydro- en helomorfen zijn vertegenwoordigd in water- en moerasvegetaties. De typische moerassituaties komen inderdaad niet, althans nu niet meer voor in de bovenstroomse gebieden, waar alle echte hoogveengebieden, òf afgegraven zijn òf sterk ontwaterd zijn. Het aantal mesomorfen neemt slechts in geringe mate (5%) toe, zodat deze, niet specifiek aangepaste soorten als constant aanwezig kunnen worden beschouwd.

De analyse van de aandelen van de verschillende anatomische groepen levert een beeld op dat aansluit bij de resultaten van de analyse van de indicatiewaarden voor de milieufactor vocht.

Aandeel morfologische groep (%)

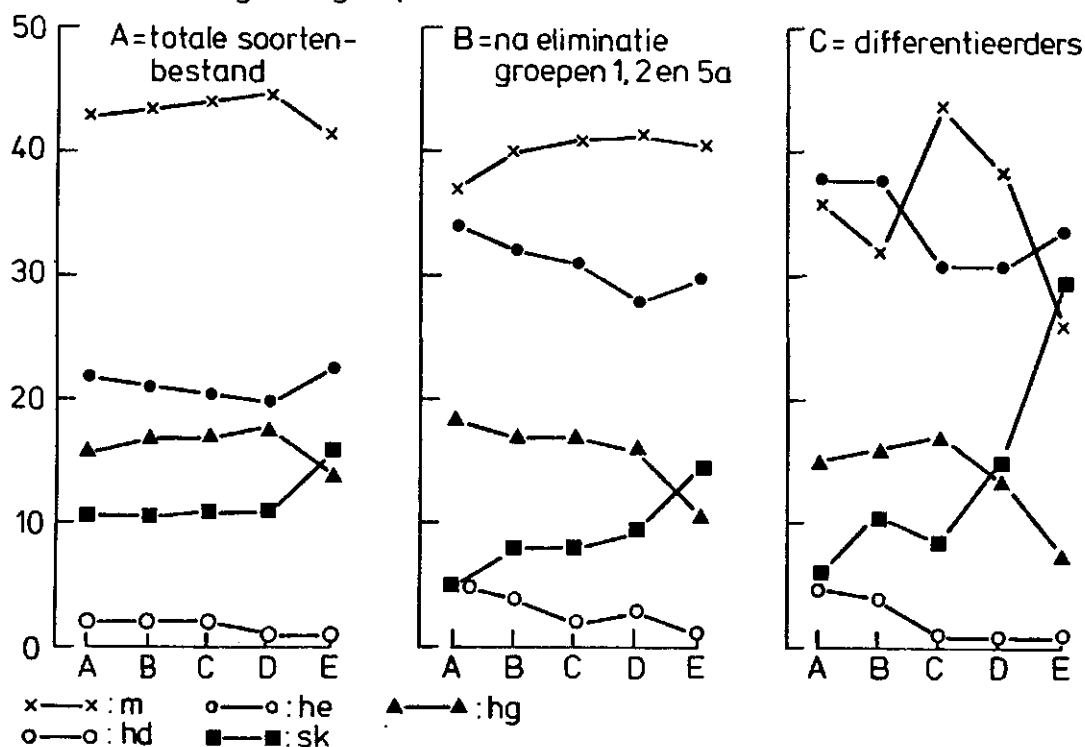


Fig. 22. Aandelen van morfologische groepen

3.3. Conclusie

Uit dit hoofdstuk kan de conclusie getrokken worden dat vegetatietypen in het stroomdal vooral gedifferentieerd worden door de milieufactoren stikstof en zuurgraad.

De resultaten, die werden verkregen via de analyse van de aandelen van de verschillende ecologische groepen in opnamegroepen, zijn daarmee in overstemming. Differentiatie treedt op naar het aandeel van soorten van respectievelijk voedselrijke, voedselarme en zure milieu's.

De factor vocht blijkt nauwelijks enig differentiërend effect te hebben. Tot deze conclusie werd gekomen zowel na analyse van het opname-materiaal met behulp van de Ellenberggetallen als met behulp van de freatofytenlijst van Londo.

Daarentegen wijst een analyse van de morfologie van de planten in de verschillende vegetatietypen dat duidelijke verschillen optreden in het aandeel skleromorfe planten naarmate het milieu zuurder en voedselarmer wordt. Dit verschijnsel dat vooral aanwezig is in hoogveen milieus is gebaseerd op het reduceren van de verdamping. Verondersteld wordt dat in extreem voedselarme milieus, planten slechts minimale hoeveelheden protoplasma (= eiwit) kunnen produceren. Protoplasma (of tonoplast) is juist de substantie waarin de plant zijn fysiologische watervoorraad opslaat. Bij een geringe protoplasmaontwikkeling is gevaar voor uitdroging dus groot, zodat morfologische aanpassingen ontwikkeld worden waarmee de verdamping wordt gereduceerd (peinomorfose, WESTHOFF et al, 1971).

Ook is enige differentiatie aanwezig in het aandeel helofyten en hygropyten, welke juist zijn aangepast aan O_2 -arme omstandigheden ten gevolge van langdurige inundatie.

Tenslotte kan geconcludeerd worden dat in alle gevallen de differentiatie duidelijker is naarmate de algemenere soorten worden geëlimineerd en de kensoorten van de vegetatietypen overblijven. Bovendien indiceren de kensoorten over de gehele linie nattere, stikstofarmere en zuurdere omstandigheden dan de totale soortenlijst, waaruit geconcludeerd wordt dat de milieu-omstandigheden in zijn algemeenheid, droger, stikstofrijker en minder zuur zijn geworden.

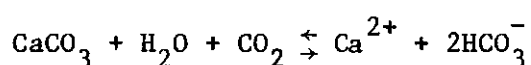
4. WATERKWALITEIT

4.1. I n l e i d i n g

Het vegetatiekundig onderzoek in het stroomdal van de Astensche Aa werd verricht met speciale aandacht voor de grondwaterafhankelijke vegetaties. Het is te verwachten dat de kwaliteitsaspecten en kwantiteitsaspecten van het grondwater mede bepalend zijn voor de te ontwikkelen potentieel natuurlijke vegetatie. De kwantiteit van het grondwater zoals grondwaterstanden en vochtleverantie wordt in dit onderzoek niet verder onderzocht.

Het water doorloopt een kringloop, de hydrologische kringloop, waarbij het neerslagwater uit de atmosfeer dóór de lithosfeer naar de oceaan stroomt alwaar het weer verdampt en in de vorm van neerslag aan een nieuwe kringloop begint. Gedurende de weg die het water aflegt in de grond zal de compositie van het water veranderen (VAN WIRDUM, 1980a).

Recent geïnfiltreerd water zal qua samenstelling sterk lijken op regenwater (het zogenaamde atmocliene type, VAN WIRDUM, 1980b), en wordt gekarakteriseerd door een lage pH, zuurstofrijkdome en een laag elektrisch geleidingsvermogen (EGV). Onder invloed van het in de wortelzone door de planten gevormde CO_2 zal het grondwater een zuur karakter krijgen waardoor calciumzouten in oplossing kunnen gaan (KEMMERS en JANSEN, 1980) volgens de volgende reactie:



Al naar gelang de verblijftijd in en de aard van de bodem krijgt het grondwater een meer lithoclien karakter (VAN WIRDUM, 1980b).

Lithoclien water wordt getypeerd door hoge concentraties Ca^{2+} en HCO_3^- en een relatief hoge pH, waardoor de oplossing basischer is geworden. Ook zuurstofarmoede is een kenmerk van lithoclien water. In figuur 23 is een doorsnede getekend van een deel van de hydrologische kringloop waarmee we in principe in het Peelgebied te maken hebben. Hierin is rechts het infiltratiegebied en links het kwelgebied, waar surplus aan grondwater wordt afgevoerd door de beek. Dit gebeurt op kleinere schaal ook in het centrum van de figuur. De grondwaterstroomsnelheid is bepalend voor de verblijftijd, en dus de kwaliteit. De stroomrichting kan het best zichtbaar gemaakt worden op een isohypsenkaart. Een isohypse is een lijn die punten verbind met een gelijke stijghoogte van het grondwater, gemeten in potentiaal buizen. Volgens de bestaande fysische wetten zal het water van een hoge naar een lage potentiaal stromen, via stroomlijnen die loodrecht op de isohypsen staan. Hiervan is een voorbeeld gegeven in figuur 24.

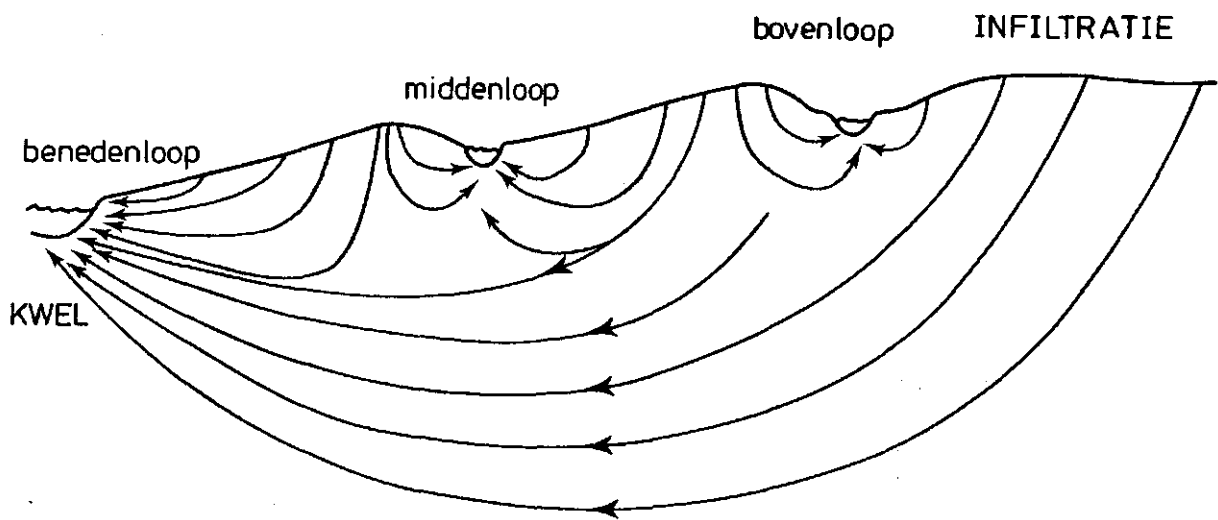


Fig. 23. Schematisch overzicht grondwaterstromingspatronen op dwarsdoorsnede

De grondwaterstroming in het studiegebied is gericht van het zuid-oosten naar het noord-westen, waarbij de hoofdwaterscheiding gevormd wordt door het hoogste gedeelte van de peelhorst. Binnen het studiegebied kunnen ook nog diverse andere, minder belangrijke waterscheidingen worden aangetroffen waarvan er enkele te vinden zijn op de isohypsenkaart (fig. 24).

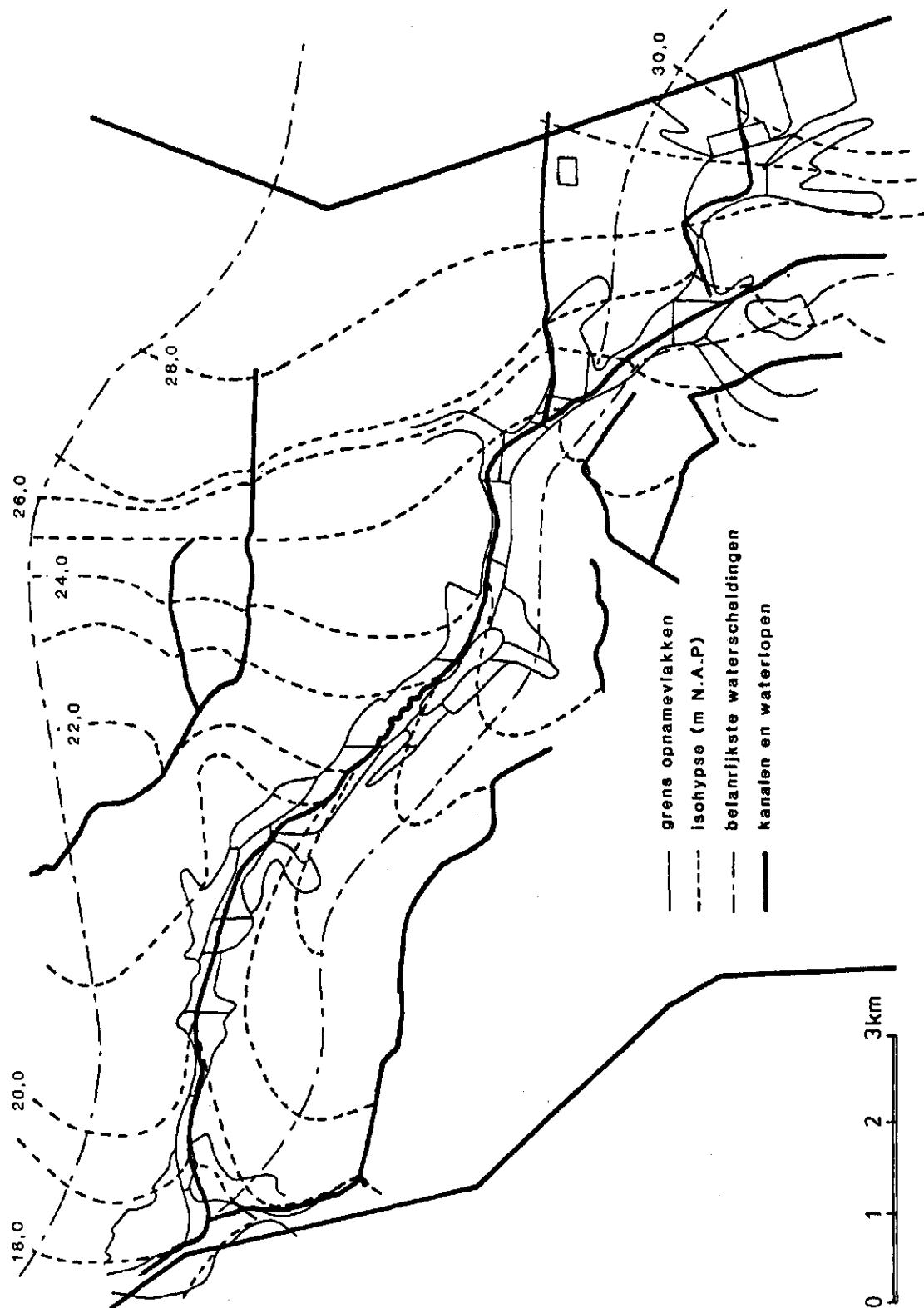


Fig. 24. Isohypsenaart van de omgeving van het stroomdal van de Astensche Aa

4.2. Typologie van het grondwater

Een veel gebruikte methode om het grondwater dat op verschillende locaties wordt aangetroffen te typeren (VAN WIRDUM, 1980a) is gebaseerd op de relatie tussen het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) enerzijds en de ionenratio (dat is het aandeel van het calciumion in de totale kationensom) anderzijds. Het EGV is een goede maat voor de hoeveelheid opgeloste mineralen in het grondwater (HEM, 1970) terwijl de ionenratio een idee geeft van de verblijftijd in de bodem doordat onder invloed van waterstofionen en het door de planten in de wortelzone geproduceerde koolzuur calciumcarbonaat uit de bodem in oplossing zal gaan (zie Inleiding) (KEMMERS en JANSEN, 1980).

Het adsorptiecomplex van de bodem in infiltratiegebieden zal voornamelijk door natrium- en waterstofionen worden bezet welke de meest dominante ionen zijn in regenwater (KEMMERS en JANSEN, 1980). Een dergelijke typologie zal alleen opgaan in natuurlijke gebieden, waar bodem en neerslag de enige bronnen van ionen zijn. In het landelijke gebied van de Peel echter worden van buitenaf ionen aan het grondwater toegevoegd (Na^+ , K^+ , $\text{SO}_4^{=}$, NO_3^- , Cl^- en Ca^{++}) door onder meer bemesting, beregening, strooizout voor wegen, verhoogde mineralisatie als gevolg van grondwaterstands daling en inlaat van eutroof Maaswater gedurende de zomerperiode. Deze toevoegingen veroorzaken veelal een verstoord beeld van de ionenratio en het EGV, waardoor interpretatie van het grondwatermonster moeilijk wordt.

Een tweede methode voor grondwatertypering leent zich beter voor agrarische gebieden, omdat deze gebaseerd is op de verhouding tussen calciumionen en waterstofionen enerzijds en hydrocarbonationen anderzijds. Deze drie ionen zijn direct betrokken bij de chemische verwerking van calciumcarbonaat zouten onder invloed van H_2CO_3 . Typering van het grondwater is daardoor gebaseerd op het proces dat ten grondslag ligt aan de differentiatie in watertypen. Een dergelijke typering wordt niet verstoord door andere kat- en anionen (Kemmers, mondelinge mededelingen). Bekalking zal mogelijk kunnen zorgen voor enige ruis via invloeden op de verhouding van de betrokken componenten. Door beide methoden te gebruiken en elkaar te laten aanvullen krijgen we een beeld van de waterkwaliteit welke relevant is voor het natuurbeheer.

Binnen het gedeelte van de hydrologische kringloop dat zich tussen het infiltratiegebied (neerslag) en de zee bevindt kunnen we, wat samenstelling betreft drie extremen onderscheiden. Aan het begin van de cyclus staat regenwater, dat atmotroof is. Kenmerkend hiervoor zijn een lage pH, laag elektrisch geleidingsvermogen en een vrij lage ionenratio. Hierbij heeft de neerslag te Witteveen in de jaren 1973/1974 model gestaan (VAN WIRDUM, 1980a). Recent geïnfiltreerd water zal qua samenstelling nog niet sterk veranderd zijn, en in vele opzichten neigen naar een atmotroof karakter, waardoor het atmoclien genoemd wordt. Tijdens de stroming van het grondwater zal de hoeveelheid opgeloste ionen sterk toenemen (dus een hoger EGV). Grotendeels kan deze toename worden toegeschreven aan het in oplossing komen van Ca^{2+} en HCO_3^- . Bij het watertype dat lithoclien genoemd wordt, heeft het calcium-ion aandeel zijn maximum van circa 90% bereikt. Het lithotroof referentiepunt komt voort uit gegevens die verzameld zijn bij Remeilly uit de Maas (VAN WIRDUM, 1980a), waar deze rivier nog vrijwel niet verontreinigd is, en gerijpt kwelwater na een lange verblijftijd in de bodem afvoert. Het derde, extreme watertype komt in het Zuidelijk Peelgebied niet voor, en wordt thallassoclien genoemd. Referentie hiervoor is het grondwater uit diepe mariene lagen, waar het grondwater gedomineerd wordt door Na^+ en K^+ en Cl^- . Het geleidingsvermogen van dit water is extreem hoog, tot circa 1000 x zo hoog als bij regenwater.

Tussen de referentiepunten zijn allerlei combinaties mogelijk (VAN WIRDUM, 1980a, b) die hier teruggebracht worden tot één groep van mengmonsters, welke op natuurlijke danwel onnatuurlijke wijze tot stand gekomen zijn. De referentiepunten zijn in de figuren aangegeven met afkortingen. At staat voor Atmotroof; Li voor Lithotroof en Th voor Thallassotroof.

4.2.1. Keuze van de kwaliteitsparameters

De opgeloste stoffen in grondwater kunnen worden opgedeeld in twee groepen: 1) de maior-ions, en 2) de overige elementen (VAN WIRDUM, 1980b). De maior-ions zijn die ionen welke de belangrijkste bijdrage leveren aan het elektrisch geleidingsvermogen van het grondwater. Zij lenen zich goed voor een typologie (KEMMERS en JANSSEN, 1980). Ook in dit onderzoek zijn de maior-ions bepaald.

De maior-ions bestaan zowel uit kationen als uit anionen, welke vanwege de elektroneutraliteitsvoorwaarde in aantal gelijk moeten zijn (uitgedrukt in meq). Hierbij mag een afwijking van ongeveer 1% worden getolereerd (HEM, 1970). Volgens literatuurgegevens worden in de meeste gevallen grotere afwijkingen gevonden (VAN WIRDUM, 1981), zodat voor dit onderzoek een tolerantiegrens van 10% aangehouden zal worden.

De bodemwatermonsters zijn in eigen laboratorium onderzocht, waarbij de volgende elementen volgens NEN-normen worden bepaald:

Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻
K ⁺	Cl ⁻
Na ⁺	SO ₄ ²⁻
Mg ²⁺	

Naast deze elementen werden ook de belangrijkste parameters pH en EGV bepaald.

4.2.2. Grondwaterbemonstering

Om het freatisch grondwater te kunnen bemonsteren wordt met een Edelman-boor een gat gemaakt van gemiddeld ongeveer 1 m diepte, hoewel in hogere gedeeltes van het stroomdal tot 2 meter doorgeboord moest worden. In het boorgat wordt een pvc-buis geplaatst waarvan de onderste 40 cm is geperforeerd en bedekt is met een filterkous om dichtslibben van de buis te voorkomen. Met behulp van een omgebouwde fietspomp (VAN DEN TOORN, 1981) kan vervolgens het toestromende grondwater aan de buis onttrokken worden.

De eerste hoeveelheid uit de buis opgepompt water wordt niet als monster gebruikt, om eventuele verontreinigingen die bij het boren kunnen optreden kwijt te raken. Het vers toestromende grondwater kan dan bemonsterd worden, en over twee flessen verdeeld worden. In een flesje van 20 cc wordt een monster genomen ten behoeve van het bepalen van de HCO₃⁻ concentratie, waarbij zorgvuldig anaeroob gewerkt dient te worden, omdat een ingesloten luchtbel door uitwisseling van CO₂ verstoring kan opleveren. De rest van het monster wordt in flessen van 0,5 l gedaan, waaraan de overige bepalingen gedaan zullen worden.

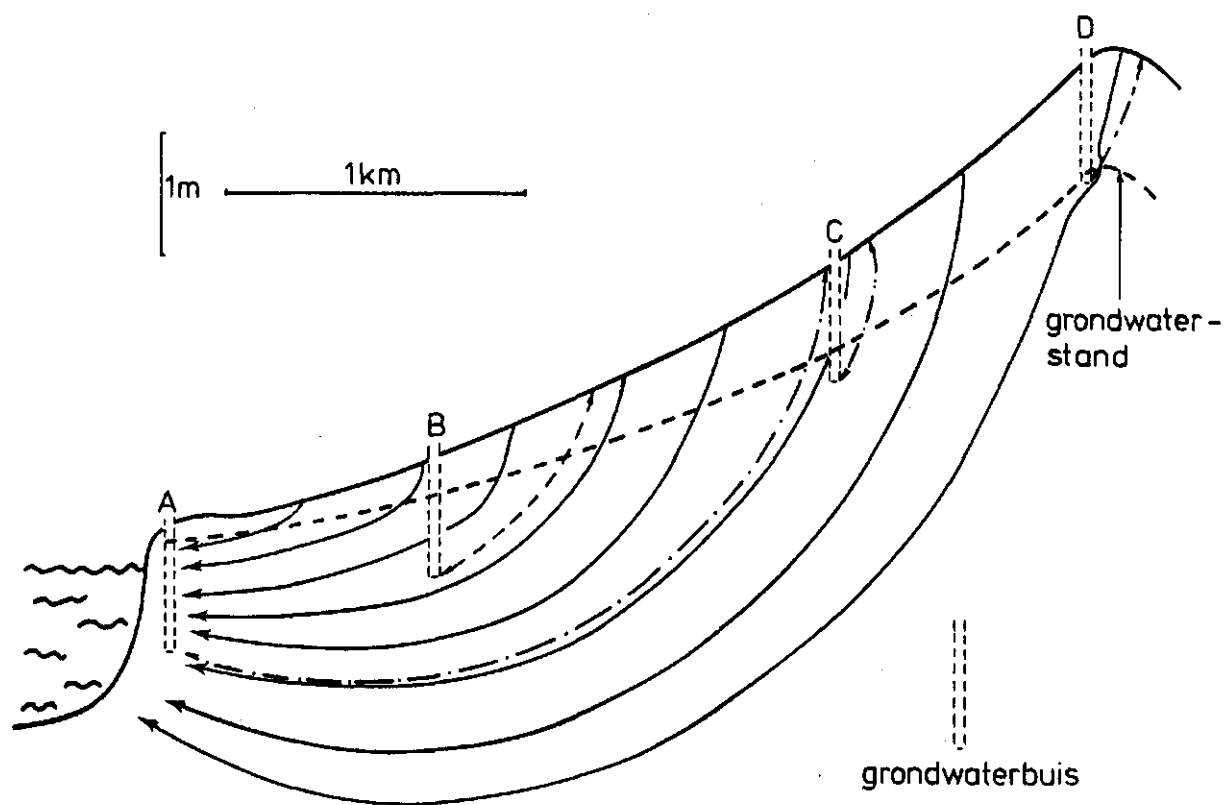


Fig. 25. Schematisch overzicht verblijftijd in de bodem van het grondwater

De bemonstering werd gedurende 3 dagen in het hydrologische winterseizoen (februari 1983) uitgevoerd, teneinde er zeker van te zijn dat de grondwaterspiegel niet te diep weggezakt zou zijn en zodoende onbereikbaar zou zijn geworden voor boorgaten van maximaal 2 meter. De plaatsen waar de bemonstering werd uitgevoerd zijn weergegeven in figuur 26. De plaatsen zijn willekeurig verspreid over het stroomdal.

In figuur 25 is schematisch weergegeven hoe via bemonstering van het oppervlaktewater verschillen in verblijftijd van het grondwater tot uiting komen.

4.3. R e s u l t a t e n

De uitslagen van de chemische analyses van het grondwater worden vermeld in tabel 17. Hierin zijn 6 groepen van monsters onderscheiden. De eerste groep wordt gevormd door de monsters die in februari zijn genomen binnen het stroomdal van de Astensche Aa (nrs. 1 t/m 24). Dit zijn dan ook de belangrijkste monsters waaraan de vegetatie gerelateerd dient te worden. De tweede groep is samengesteld uit een aantal monsters afkomstig uit het regionale meetnet van het studiegebied van Kemmers en Jansen uit maart 1982. Dit meetnet bevat ook punten die binnen het stroomdal van de Astensche Aa liggen, welke hier onder de nummers 310 tot en met 540 staan vermeld en als aanvulling gezien moeten worden, hoewel men bij interpretatie van de gegevens de nodige voorzichtigheid in acht moet nemen vanwege de afwijkende monsteromstandigheden. De derde groep vertegenwoordigt een twaalftal monsters uit het detailstudiegebied "De Berken" waarvan voor de op elkaar lijkende monsters een gemiddelde waarde werd berekend om zodoende 2 referentiepunten te krijgen voor middenloopsituaties. Bij de vierde groep heeft een soortgelijke handelwijze voor monsters uit het benedenloopdetailstudiegebied "De Oude Gooren" geleid tot een referentiepunt voor benedenloopsituaties. In beide gevallen betreft het watermonsters uit permanente, ondiepe buizen (ca. 0,5 meter diep) daterend uit januari en februari 1983. De vijfde groep omvat de waarnemingen van het oppervlaktewater van een drietal waterlopen (JANSEN, 1982). Dit zijn: 1) de Astensche Aa (Av) op drie punten; 2) De Soeloop (Sv) op twee punten en 3) Het Deurns kanaal ter hoogte van de Noordervaart (Nv). De kwaliteit van

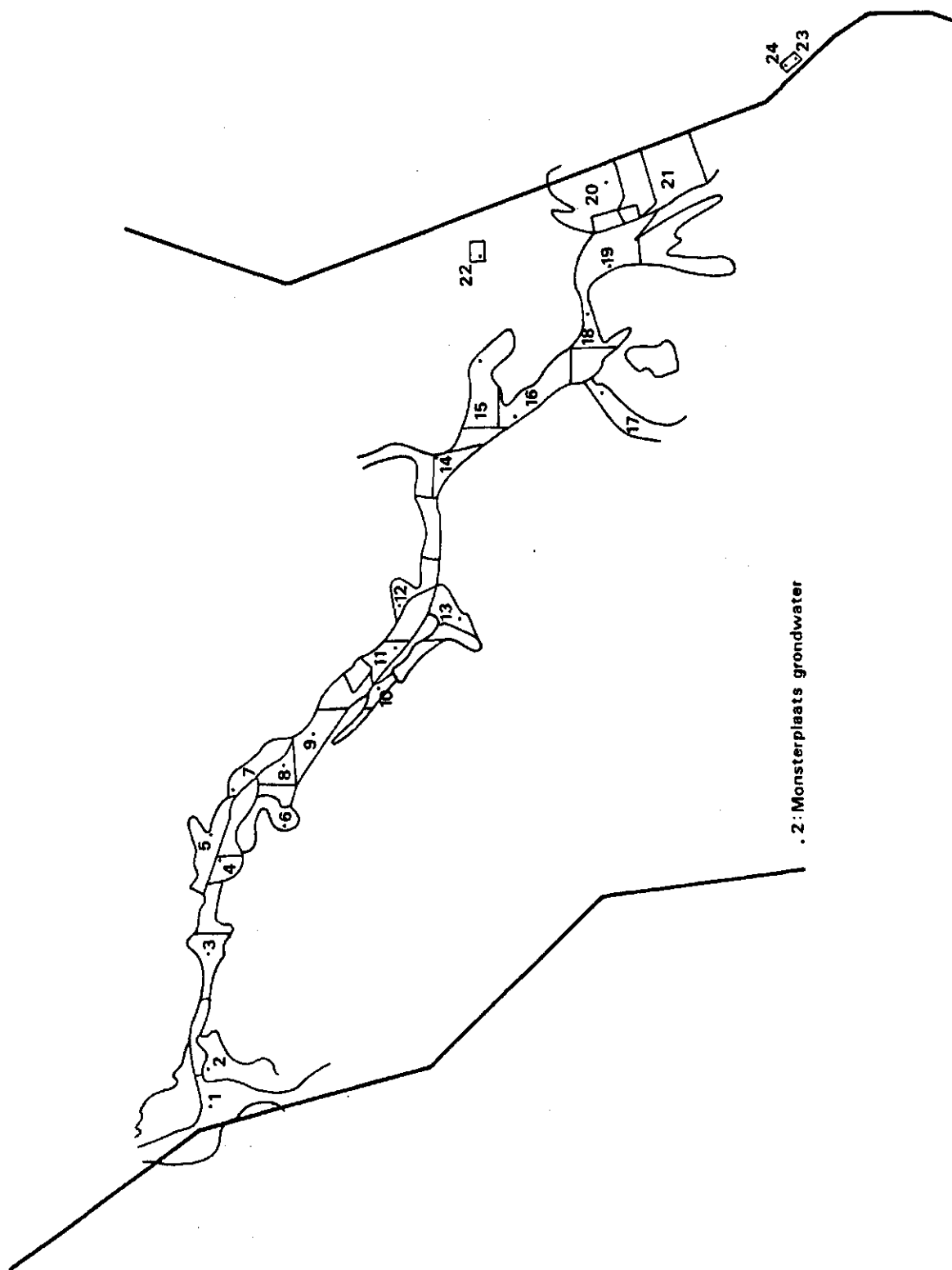


Fig. 26. Plaatsen en nummers van de grondwaterbemonstering

Tabel 17. Analyseresultaten van grondwater uit het stroomdal van de Astensche Aa

Monster- punt	pH	EGV m.S.m ⁻¹	Cl ⁻ meq/l	HCO ₃ ⁻ meq/l	SO ₄ ²⁻ meq/l	Na ⁺ meq/l	K ⁺ meq/l	Mg ²⁺ meq/l	Ca ²⁺ meq/l	Σkat meq/l	Σan meq/l	Balans	IR (meq)	Ca ²⁺ /H ⁺ (mol/l)
1	6,1	44	0,83	2,32	1,78	0,50	0,09	0,56	3,66	4,80	4,93	0,01	0,76	3,36
2	6,6	23	0,35	2,13	0,15	0,33	0,06	0,39	2,11	2,89	2,63	- 0,05	0,73	3,62
3	6,7	60	0,26	6,07	0,54	0,93	0,48	1,21	4,16	6,78	6,86	0,01	0,61	4,02
4	5,7	55	1,34	0,43	2,23	0,86	0,17	0,83	4,31	6,17	4,00	- 0,21	0,70	3,03
5	6,1	44	1,21	1,35	1,71	0,53	0,13	0,78	3,54	4,48	4,27	- 0,08	0,71	3,35
6	5,5	22	0,32	0,24	0,77	0,33	0,12	0,19	1,17	1,92	1,34	- 0,15	0,64	2,27
7	5,2	47	0,44	0,07	0,74	0,44	0,77	1,07	2,18	4,46	1,25	- 0,56	0,49	2,24
8	6,3	55	1,13	3,63	1,04	0,83	0,69	0,53	1,96	4,00	5,81	- 0,18	0,49	3,29
9	5,7	20	0,21	1,06	0,51	0,16	0,21	0,33	1,21	1,87	1,78	- 0,02	0,65	2,48
10	5,1	49	0,56	0,08	1,27	0,39	0,27	0,64	3,45	4,74	1,92	- 0,42	0,73	2,34
11	5,8	35	0,93	0,49	1,88	0,61	0,07	0,53	1,78	2,98	2,20	- 0,05	0,60	2,75
12	4,5	51	0,92	0,02	3,79	0,71	0,10	0,91	2,61	4,32	4,63	0,03	0,60	1,62
13	5,5	47	1,16	0,30	2,60	1,16	0,11	0,59	2,51	4,37	4,07	- 0,04	0,57	2,60
14	6,3	38	0,44	1,17	1,61	0,52	0,17	0,68	2,55	3,91	3,23	- 0,10	0,65	3,40
15	6,8	96	1,14	7,49	0,94	1,79	0,39	1,79	5,71	9,67	9,57	- 0,01	0,59	4,26
16	5,3	14	0,16	0,14	0,61	0,27	0,20	0,16	0,48	1,11	0,92	- 0,01	0,43	1,68
17	5,0	88	2,10	0,06	0,92	0,90	0,03	1,24	6,84	9,02	3,07	- 0,49	0,76	2,53
18	6,6	104	3,57	2,81	2,40	5,04	0,16	1,12	4,41	10,73	8,77	- 0,10	0,41	3,94
19	6,5	52	1,96	1,83	0,92	1,74	0,64	0,53	2,42	5,33	4,70	- 0,06	0,45	3,58
20	3,8	17	0,39	0,02	0,54	0,33	0,50	0,14	0,33	1,30	0,94	- 0,16	0,25	0,01
21	5,3	34	2,00	0,24	0,74	1,78	0,13	0,33	0,81	3,05	2,98	- 0,01	0,33	1,91
22	5,0	16	0,25	0,06	0,92	0,23	0,03	0,33	0,40	1,00	1,22	- 0,10	0,40	1,30
23	4,5	28	0,48	0,02	1,55	0,40	0,09	0,40	0,65	1,53	2,05	- 0,14	0,42	1,01
24	5,2	14	0,49	0,10	0,46	0,39	0,09	0,13	0,12	0,73	1,05	- 0,18	0,16	0,98
310	7,0	64	1,94	6,89	1,00	1,17	0,05	1,09	6,55	8,86	9,83	0,05	0,74	4,52
410	6,4	39	0,54	2,62	1,52	0,39	0,10	0,66	4,25	5,40	4,69	- 0,07	0,79	3,73
430	5,8	38	3,07	0,39	0,73	0,23	0,07	0,61	2,90	3,81	4,19	- 0,05	0,76	2,96
450	5,3	12	0,13	0,12	0,00	0,16	0,09	0,24	0,34	0,84	0,25	- 0,54	0,41	1,53
461	5,7	25	0,56	0,26	1,31	0,58	0,31	0,71	2,35	3,95	2,14	- 0,30	0,60	2,77
462	4,4	52	1,32	0,01	1,46	0,42	0,33	1,49	3,90	6,14	2,79	- 0,37	0,64	1,69
470	5,2	18	0,49	0,08	0,58	0,20	0,13	0,21	0,66	1,19	1,15	- 0,02	0,55	1,72
540	4,6	20	0,76	0,02	0,98	0,43	0,18	0,53	1,05	2,19	1,76	- 0,11	0,48	1,32
B1	5,0	23	0,59	0,07	1,13	0,52	0,32	0,36	1,15	2,35	1,77	- 0,15	0,49	1,70
B2	5,8	21	0,32	0,44	1,10	0,32	0,08	0,24	1,60	2,24	1,86	- 0,09	0,71	2,70
G1	6,6	45	1,10	4,56	1,01	0,99	0,03	0,64	4,41	6,07	6,67	0,05	0,73	3,96
AV	7,1	39	1,26	1,20	1,07	1,03	0,25	0,56	2,07	3,90	3,52	- 0,05	0,53	4,11
SV	6,5	25,5	0,84	0,75	0,75	0,79	0,13	0,43	1,15	2,50	2,34	- 0,03	0,46	3,26
NV	8,2	51	1,61	2,05	1,36	1,66	0,26	0,69	3,05	5,66	5,02	- 0,06	0,54	5,38
R	4,2	6	0,07	0	0,15	0,05	0,03	0,03	0,04	0,11	0,22	0,33	0,33	- 0,54

dit oppervlaktewater is van betekenis omdat veelvuldig van dit water gebruik wordt gemaakt bij berekening van percelen die dicht bij de waterlopen gelegen zijn. De zesde en laatste groep bestaat uit één punt en geeft de samenstelling van de neerslag te Eindhoven weer. Het betreft een gemiddelde waarde, berekend over de jaren 1978 tot en met 1980 (JANSEN, 1982) en kan dus als lokaal atmosferisch referentiepunt dienen.

Wanneer we de in de tabel weergegeven waarnemingen bewerken en uitzetten in een grafiek waarin op de horizontale as het EGV wordt uitgezet en op de verticale as de ionenratio, dan blijkt het beeld in sterke mate van de ideale lijn af te wijken (fig. 27), en een grote spreiding te vertonen. De meeste watermonsters hebben een te hoog EGV voor de bijbehorende IR. Of in deze gevallen het EGV te hoog dan wel de IR te laag is, of een combinatie van beide mogelijkheden kunnen we soms achterhalen met de $\text{Ca}^{++}\text{-HCO}_3^-$ grafiek (fig. 28). Een moeilijk punt vormt bijvoorbeeld no. 18 dat met een EGV van $103,5 \text{ m S.m}^{-1}$ en een IR van 0,43 rechtsmidden in figuur 27 te vinden is, terwijl het volgens grafiek 28 een typisch lithoclien punt behoort te zijn. Wanneer de samenstelling van dit monster nauwkeuriger bekijken komen we tot de conclusie dat hier sprake is van beïnvloeding door bijvoorbeeld strooizout voor wegen omdat zowel Na^+ (116 mg/l) als Cl^- (126,6 mg/l) in bijzonder hoge concentraties aanwezig zijn. Wanneer we voor deze hoge waarden een compensatie van 3 meq verwerken, wordt de Na^+ -concentratie verlaagd tot 47 mg/l en de Cl^- -concentratie wordt 20 mg/l. Als dan opnieuw het EGV berekend wordt (volgens formule, JANSEN, 1983) blijkt dit 68 m S.m^{-1} te zijn bij een ionenratio (IR) van 0,57. Dit levert een reëel beeld op, dat weliswaar nog verstoord wordt door een hoge Na^+ concentratie ten opzichte van andere, dichtbij gelegen, monsterpunten in het stroomdal. Bij een nog verder verlaagde Na^+ concentratie van circa 17 mg/l (de gemiddelde waarde voor het stroomdal) stijgt de ionenratio tot 69%, bij een EGV van 67 m S.m^{-1} . Bij de anionen lijkt het sulfaation een te grote tegenwoordigheid te hebben, gezien het gemiddelde over het gehele stroomdal. Dit zou kunnen wijzen op enige mate van ontwatering.

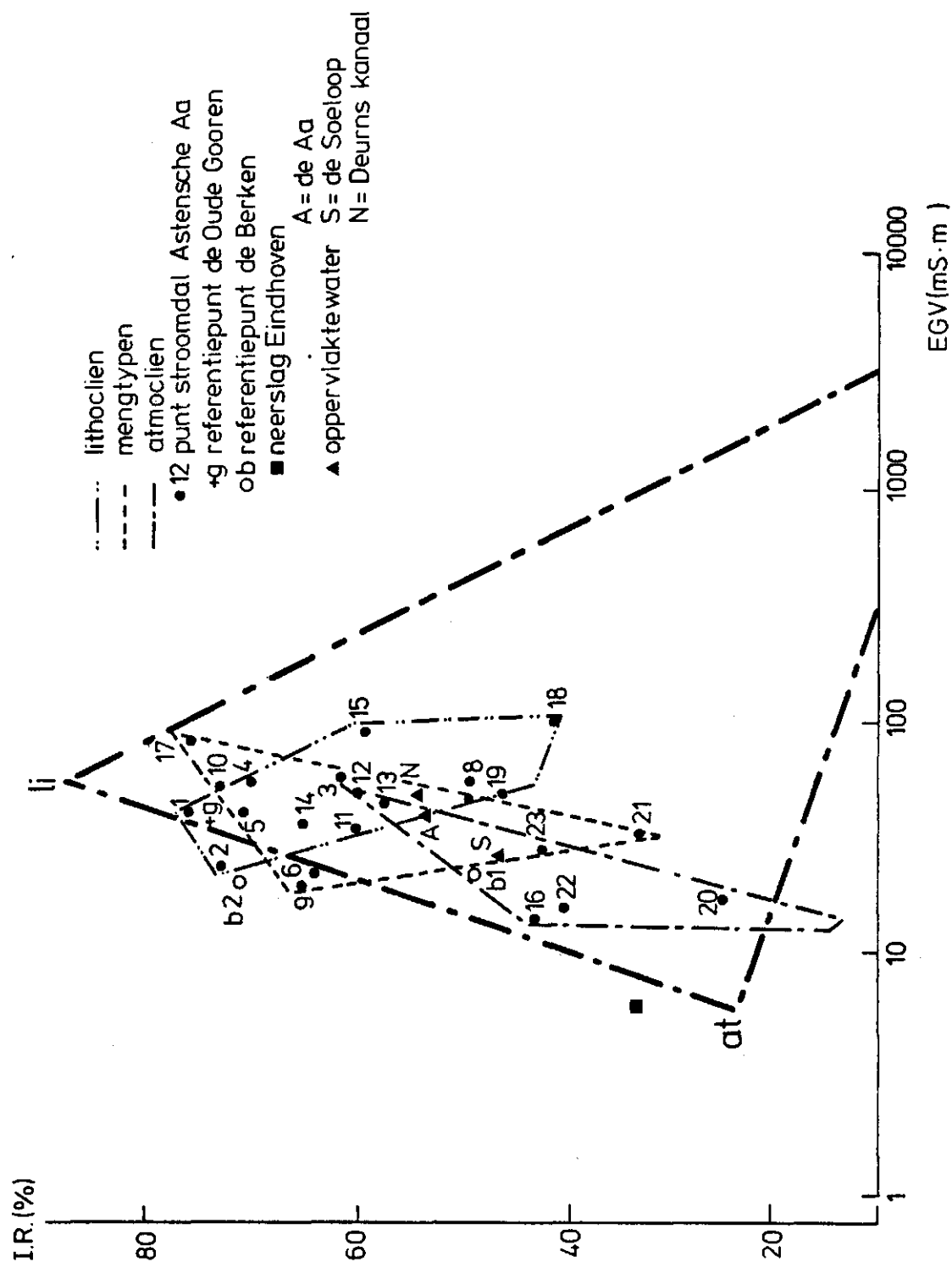


Fig. 27. Grondwatertyping aan de hand van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en de Ionen Ratio (IR)

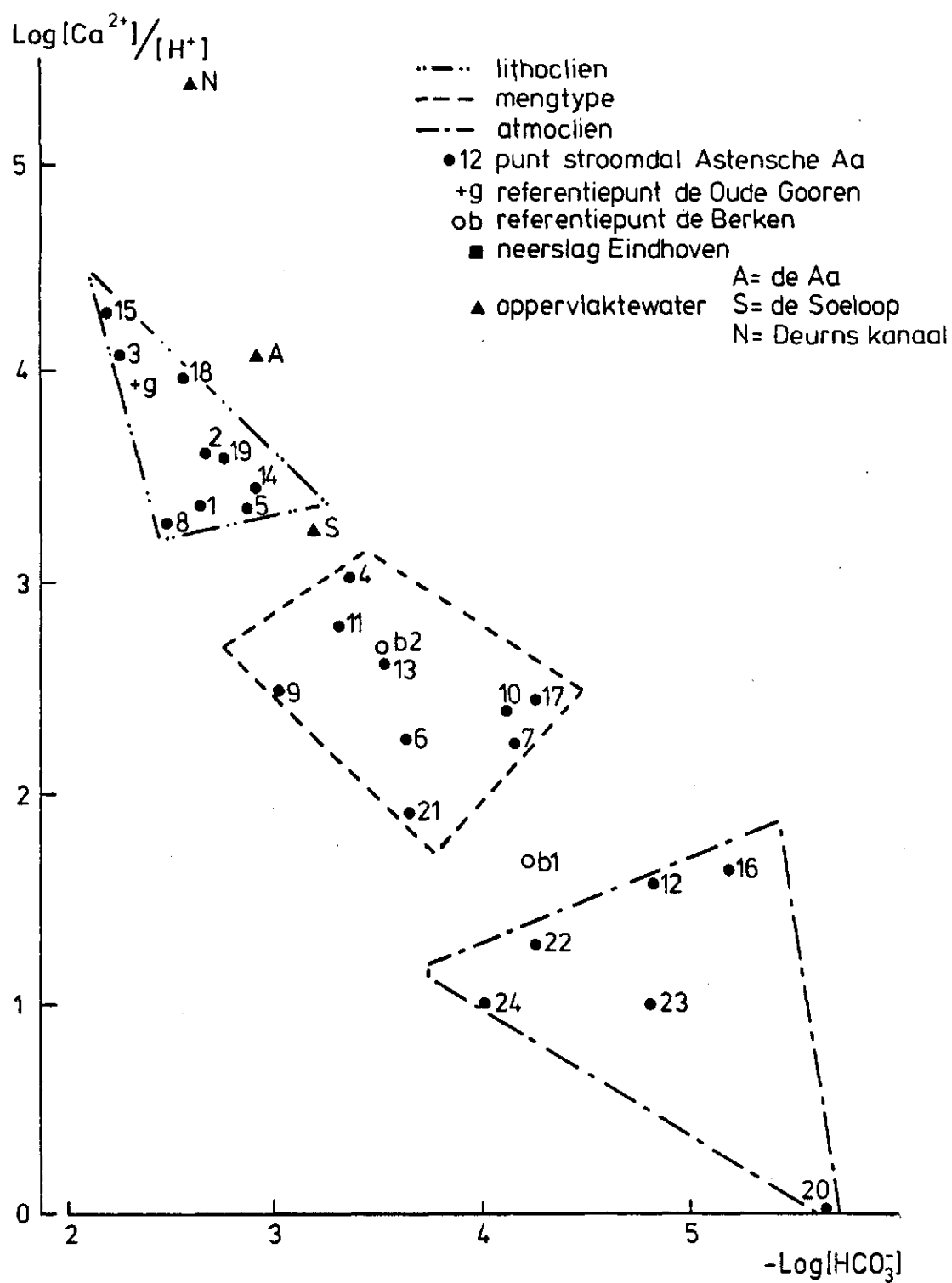


Fig. 28. Grondwatertypering aan de hand van Ca^{2+} , H^+ en HCO_3^-

Monster 12, dat volgens figuur 27 tot het lithocliene type gerekend zou moeten worden, wordt op grond van figuur 28 juist ingedeeld bij de atmocliene sector. Bij dit monster treffen we een extreem hoge SO_4^{2-} concentratie aan (178 mg/l) en een voor de heersende pH veel te hoge calciumconcentratie. Wanneer beide elementen tot respectievelijk 134 mg/l en 32 mg/l worden teruggebracht, vinden we dat de ionenratio 48% wordt en het EGV een waarde van 41 m S.m^{-1} krijgt, hetgeen een verschuiving in de richting van het atmocliene watertype betekent. Wat de bron van deze CaSO_4 -verhoging is, kan niet gezegd worden.

Wanneer we een dergelijke handelswijze toepassen op de overige monsters die een afwijkend beeld vertonen ten opzichte van het EGV en de Ionen Ratio komen we tot het volgende overzicht:

Monsternummer	Oververtegenwoordigde ionen	Gevolgen
4	Ca^{++} (voor bijbehorende pH)	te hoog EGC/te hoge IR
8	K^+ , Cl^-	te hoog EGV/te laag IR
10	Ca^{++} (voor bijbehorende pH)	te hoog EGV/te hoge IR
12	Ca^{++} , SO_4^{2-}	te hoog EGV/te hoge IR
15	Mg^{++} , HCO_3^-	te hoog EGV/te lage IR
17	Ca^{++}	te hoog EGV/te hoge IR
18	Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-}	te hoog EGV/te lage IR
19	Na^+ , K^+ , Cl^-	te hoog EGV/te lage IR
21	Na^+ , Cl^-	te hoog EGV/te hoge IR

De eventueel toe te passen correcties, zodat de samenstelling een minder gestoorde situatie weergeeft, staan weergegeven in tabel 18.

Tabel 18. Gecorrigeerde waarden voor EGV en IR

Monster- nummer	Element	meq/l Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	m S.m ⁻¹ EGV	% IR
19		- 0,74	- 0,38	- 0,90	.	.	.	.	39	57
18		- 4,29	.	- 3,00	.	.	.	.	67	69
8		.	- 0,50	- 0,50	+ 0,50	.	.	.	45	61
15		.	.	- 0,50	.	- 1,00	.	- 0,50	51	66
4		.	.	.	- 1,00	.	- 1,00	+ 1,00	48	64
10		.	.	.	- 1,50	.	.	.	29	62
17		.	.	.	- 5,00	.	.	.	32	46
21		- 1,00	.	- 1,00	.	.	.	.	21	39
12		.	.	.	- 1,00	.	- 1,00	.	41	48

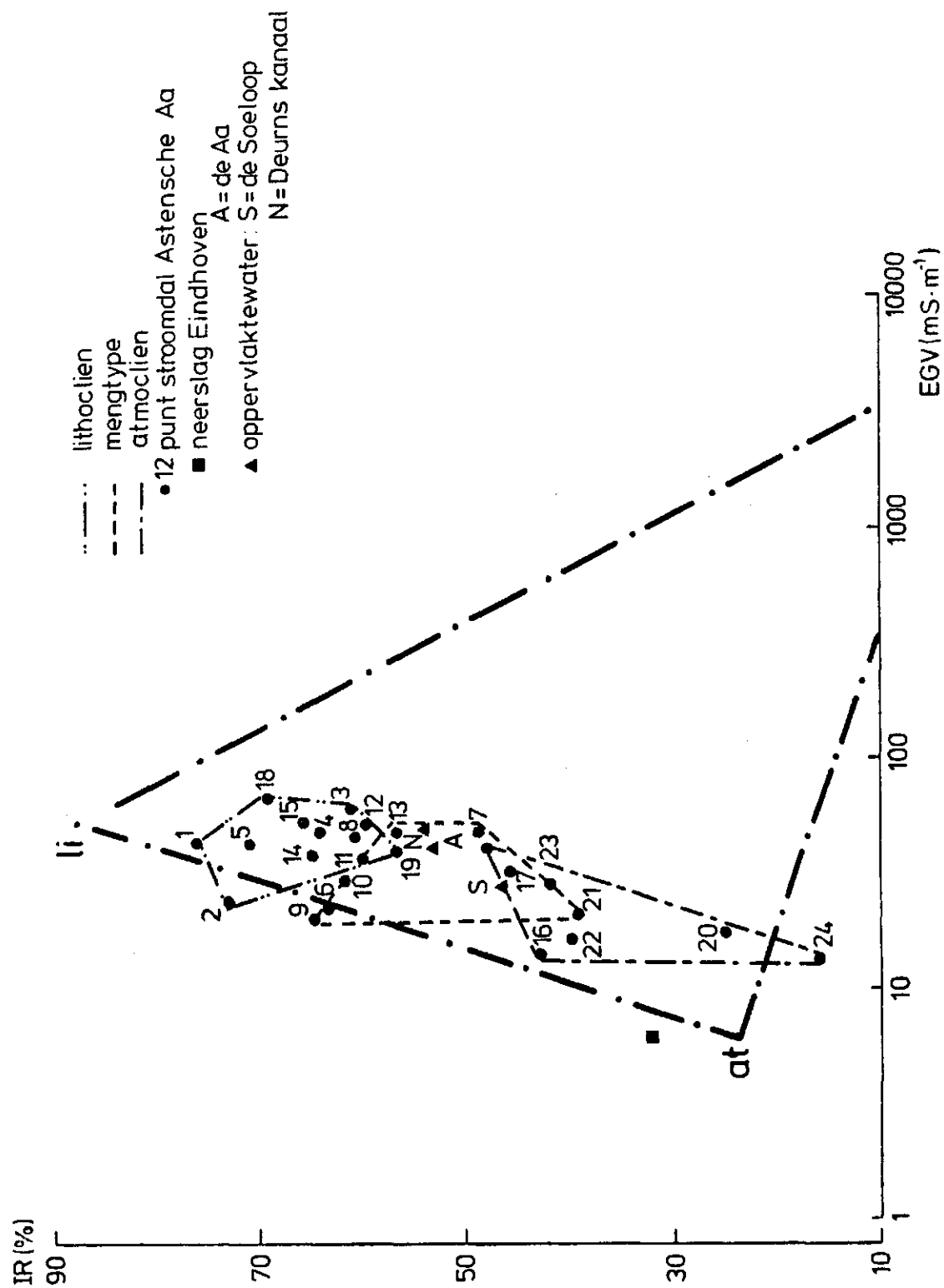


Fig. 29. Grondwatertyping na correctie van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en de Ionen Ratio (IR)

Wanneer bovenstaande veranderingen worden toegepast en de nieuwe waarden voor EGV en IR worden uitgezet in figuur 29, kunnen binnen redelijke grenzen groepen worden aangegeven die overeenkomen met de op basis van figuur 28 opgestelde indeling. Op deze manier is bewezen dat de indeling die in figuur 28 wordt gegeven een juist beeld weerspiegelt. Wanneer de oorspronkelijke gegevens worden uitgezet in een zogenaamd Piper-diagram (PIPER, 1944) ontstaat een overzichtelijk beeld van de waterkwaliteit van het, in het studiegebied aangetroffen, grondwater.

In het Piper-diagram kan onderscheid worden gemaakt tussen 5 groepen watertypen:

1. Primaire watertypen. Deze worden gekarakteriseerd door een groot aandeel van de eenwaardige kationen.
2. Secundaire watertypen. Deze worden juist overheerst door de tweewaardige kationen.
3. Saliene watertypen worden hoofdzakelijk beheerst door zuurresten van sterke zuren.
4. Alkaliene watertypen. Deze worden gekarakteriseerd door juist een grote hoeveelheid ionen van zwakke zuren.
5. Mengwatertypen. Deze worden niet gedomineerd door een van de bovengenoemde ionengroepen, maar zijn allen even sterk vertegenwoordigd.

Het Piper-diagram is weergegeven in figuur 30. De hierboven beschreven lithocliene watermonsters worden teruggevonden in de sector 1 van het diagram. De atmocliene monsters komen in sector 4 terecht, terwijl in sector 5 de mengmonsters en intermediaire monsters staan. De sterk beïnvloede monsters, die door menselijke ingrepen onnatuurlijk van karakter zijn geworden, komen tot uiting in sector drie bovenin het diagram. Het mag opvallend genoemd worden dat 50% van de monsters in sector 3, de onnatuurlijke watertypen, valt. In ongestoorde situaties zal het rijpingsproces, door de in de inleiding genoemde oorzaken, wijzigingen in de chemische samenstelling veroorzaken. De grafische weergave hiervan wordt ongeveer benaderd door de onderbroken pijl in het Piper-diagram (KEMMERS en JANSSEN, 1980). Dit model blijkt voor de extreme watertypen, atmotroof zowel als lithotroof, goed te kloppen, maar bij de tussen vormen gaat dat niet steeds op. De monsters die aan de hand hiervan wel getypeerd kunnen worden zijn de nummers:

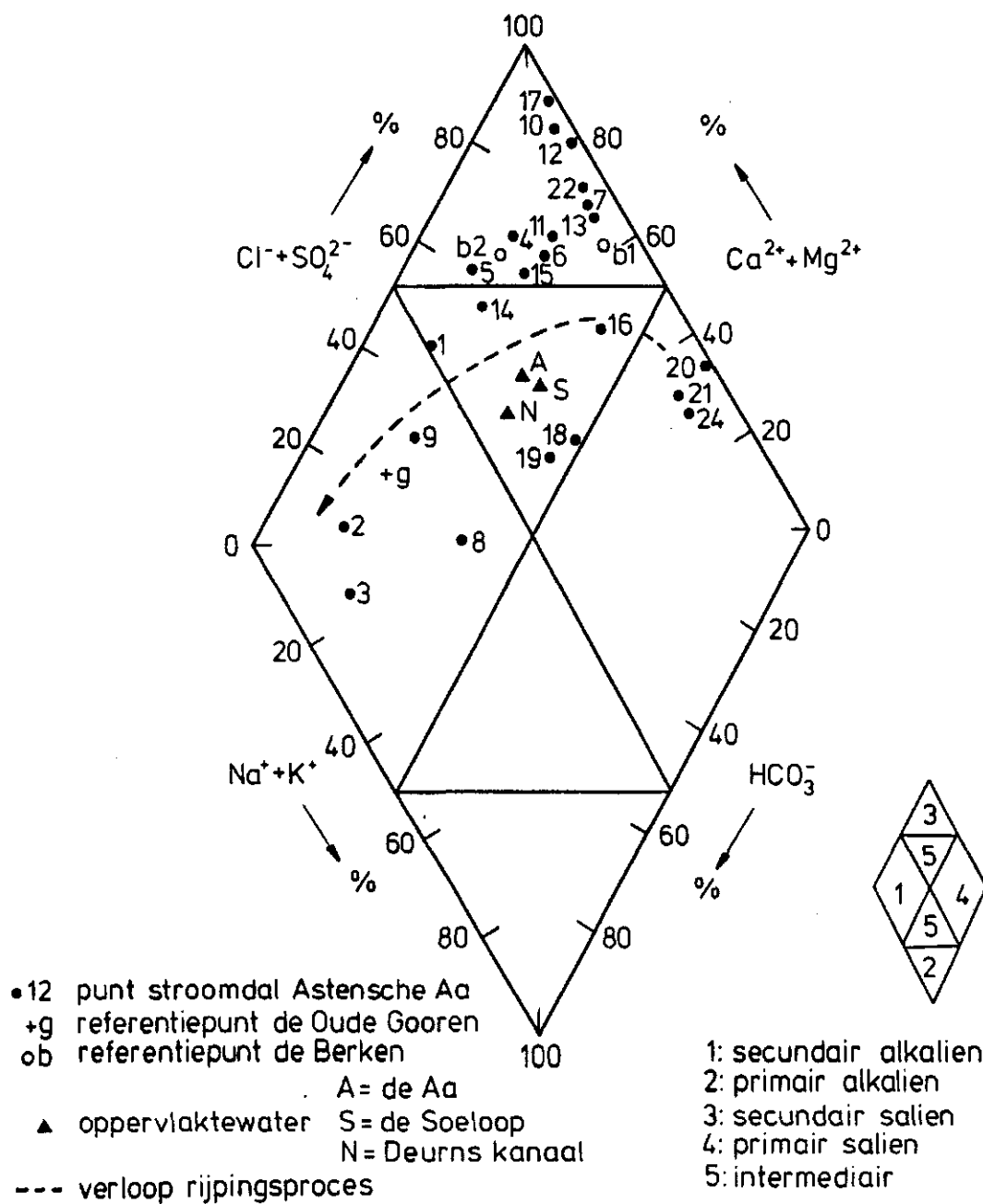


Fig. 30. Overzicht van de aangetroffen grondwatertypen met behulp van een Piper-diagram

2, 3; 9, 1, 14; 16, 20 21 en 24. Deze typering kan echter niet als ondersteuning dienen van de eerder gepostuleerde theorie waarbij de kationen Ca^{++} en H^+ enerzijds en het anion HCO_3^- anderzijds tot inde-
lingscriteria werden benoemd, en evenmin van het beeld dat verkregen wordt wanneer de ionenratio en het EGV tegen elkaar worden uitgezet. Waarschijnlijk spelen hierbij bemestingen en andere kunstmatige ionenverrijkingen als strooien, afvalwaterlozingen en dergelijke een doorslaggevende rol. De voorkeur bij het scheiden van de watermonsters in watertypen gaat dan ook uit naar de meest onafhankelijke methode, die gebruik maakt van Ca^{2+} , H^+ en HCO_3^- en het beeld als in figuur 28 schetst.

4.4. K a r t e r i n g v a n d e w a t e r k w a l i t e i t

In figuur 31 is in kaart gebracht, hoe de watermonsters, op grond van de hierboven beschreven methode in typen ingedeeld, over het stroomdal zijn verspreid.

Hierbij wordt direct de aandacht getrokken naar een viertal lithocliene monsters in de bovenloop van de Astensche Aa (monsternummer 14, 15, 18 en 19). Op basis van topografie kan hier echter een atmoclien of eventueel een intermediair watertype verwacht worden. Een mogelijke verklaring voor dit verschijnsel kan gevonden worden in het voorkomen van de Peelrandbreuk, dat deel uitmaakt van een uitgebraid breukenstelsel in Zuid-Nederland (zie figuur 32).

Vooraf wanneer langs een breukvlak smering van organisch materiaal of lemig materiaal heeft plaats gevonden kan door het optreden van zo'n ondoorlatende laag de grondwaterstroming worden geblokkeerd waardoor in plaats van inzigging juist kwel optreedt. Dit gedrag wordt geschetst in figuur 33 a tot en met c.

Er zijn nog enkele locaties waar een watertype werd aangetroffen dat anders was dan op grond van de topografie kon worden verwacht. Onder meer is dat het geval bij de monsterpunten 4, 8, 12 en 21. Bij monsterpunt 4 werd waarschijnlijk water bemonsterd dat pas een korte tijd in de bodem heeft gestroomd, nadat het op de Oostappensche heide is geïnfiltreerd. Door deze relatief korte verblijftijd in de bodem, is ondanks de ligging in de uiterste benedenloop van de Astensche Aa, een intermediair watertype niet onwaarschijnlijk.

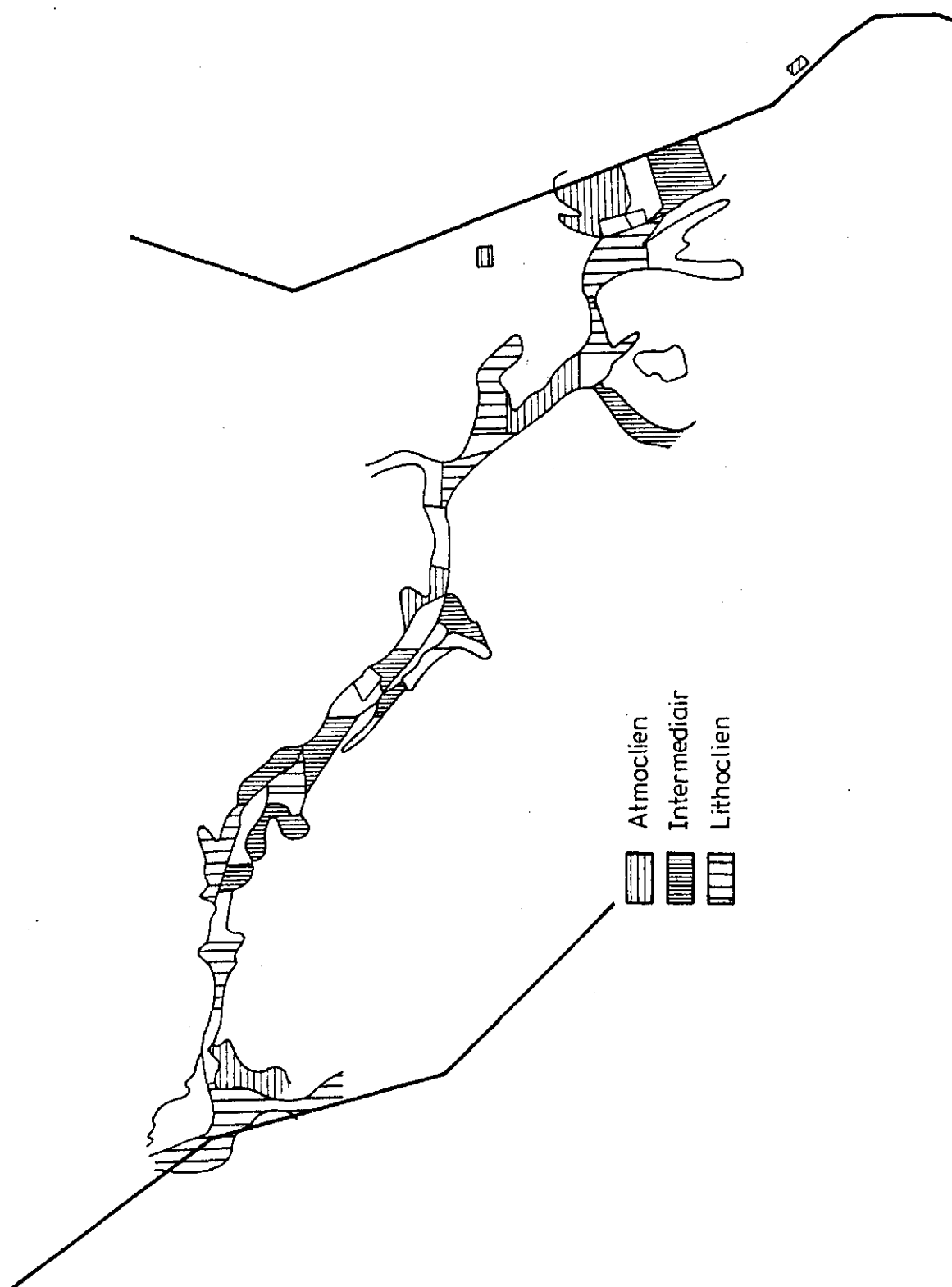


Fig. 31. Verspreiding der grondwatertypen over het stroomdal van de Astensche Aa

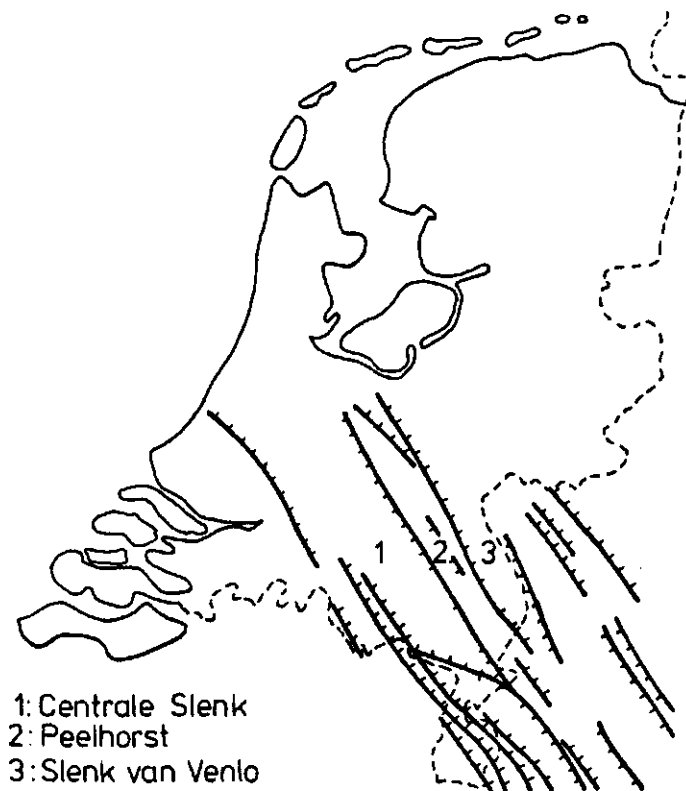


Fig. 32. Het voorkomen van geologische breuken in Nederland

Monsterpunt 8 geeft een watertype te zien dat een te lithoclien karakter heeft ten opzichte van de omringende monsterpunten (6, 7 en 9). Het kan echter ook zijn dat deze punten een te atmoclien beeld geven, doordat het oppompen van diep grondwater ten behoeve van de drinkwatervoorziening, bij het pompstation Vlierden, min of meer de kwelstroom kan onderbreken. Hierdoor gaat meer recent geïnfiltreerd water, dat

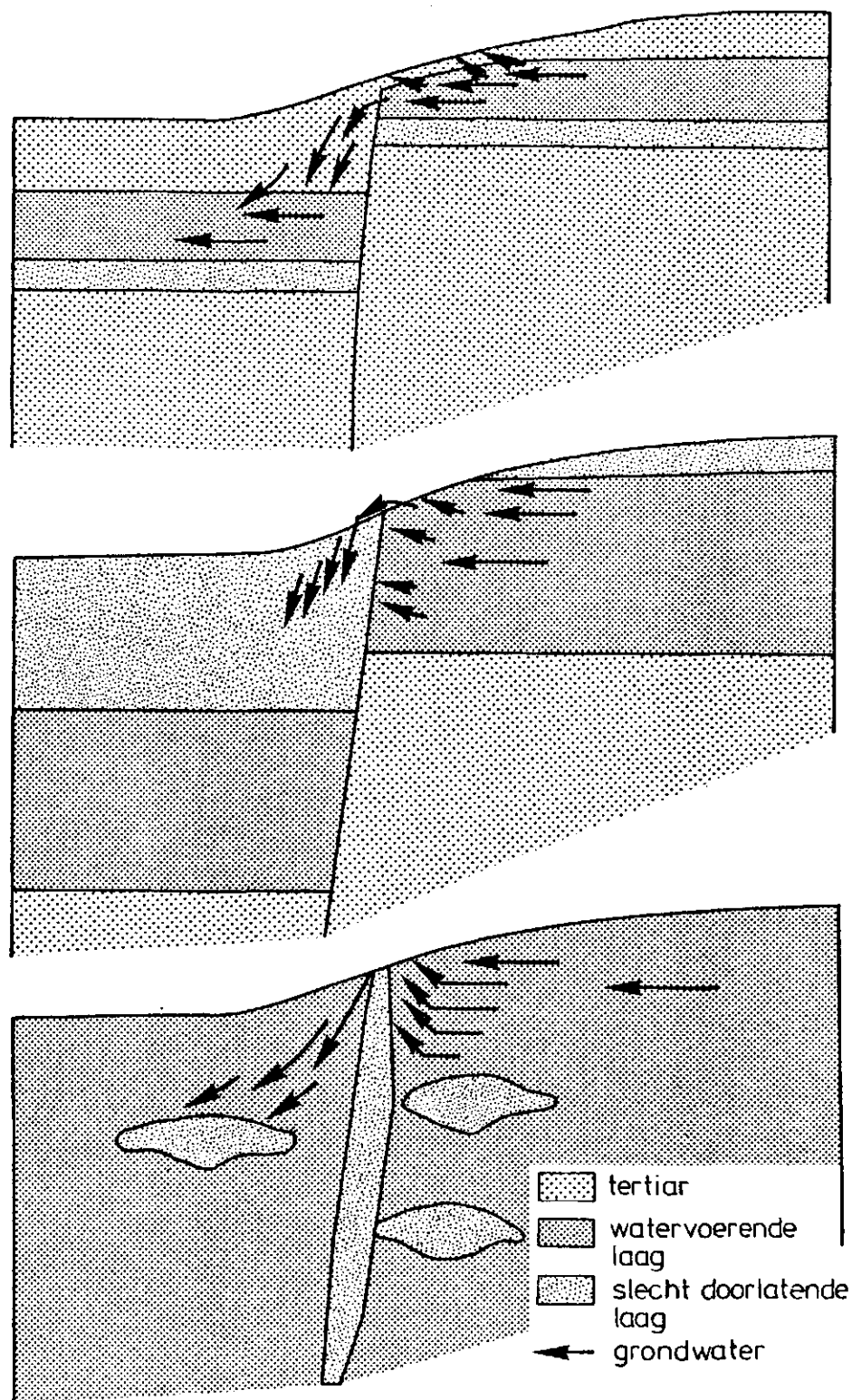


Fig. 33. Schematische weergave van de invloed van breuken in de bodem op de stroming van het grondwater (naar VERWIJST, 1982)

zich minder diep in de bodem bevindt, een belangrijker rol spelen.

Monster 12, dat als atmoclien wordt ingedeeld moet gezien de positie in het stroomdal van een intermediair type zijn. Een zekere mate van ontwatering kan hiervan de oorzaak zijn, hetgeen geïndiceerd wordt door een extreem hoge sulfaatconcentratie in het grondwater, terwijl bijvoorbeeld het Cl^- -ion niet sterker dan normaal is vertegenwoordigd, hetgeen kan wijzen op een omzetting van organisch materiaal. Chloride is een indifferent ion en gaat haast geen verbindingen aan met andere stoffen, waardoor de regen eigenlijk de enige bron is van het chloride-ion. Bij een betere doorluchting van de bodem als direct gevolg van een grondwaterstands daling komt door mineralisatie onder andere veel sulfaat vrij.

Bij monsterpunt 21 treedt juist het omgekeerde op: men treft er een intermediair watertype aan terwijl een atmoclien type verwacht wordt. In dit geval is er waarschijnlijk sprake van het toestromen van eutroof water uit het Deurnes Kanaal, dat tot 10 à 20 meter kan doordringen in de omliggende bodem.

5. SAMENHANG VEGETATIE EN WATERKWALITEIT

De in het eerste deel beschreven vegetatietypologie heeft een kaartbeeld opgeleverd van de te verwachten verspreiding van grondwaterstandsafhankelijke vegetaties bij extensief menselijke activiteiten. Hetzelfde is gedaan aan de hand van de waterkwaliteit, hoewel dit een indeling in slechts drie groepen is. Hierbij gaan we er van uit dat in gebieden waar een lithoclien type grondwater heerst de vegetatie gedomineerd zal worden door Magno-Caricion en Calthion soorten. (Van het Calthion zijn twee gemeenschappen vertegenwoordigd: het Angelio-Cirsietum oleracii en het Senecioni-Brometum racemosi.) Bij het intermediaire grondwatertype overheersen Senecioni-Brometum racemosi (Calthion) en Juncetum acutiflori (Junco-Molinion) terwijl bij het atmocliene grondwatertype vooral Junco Molinion- en Oxycocco-Sphagnetum soorten aan te treffen zijn. Bij vergelijking van de kaartbeelden blijkt dat in een aantal gevallen de kwaliteit (d.i. de chemische samenstelling) van het grondwater niet in overeenstemming is met de huidige vegetatie.

Van de negen watermonsters die tot de lithocliene groep gerekend worden blijkt er een een vegetatie te hebben die schraler is dan op grond van het watertype verwacht mag worden. Deze schrale vegetatie, die gevonden wordt bij monsterpunt 8, wordt mogelijk veroorzaakt door het oppompen van drinkwater bij het pompstation Vlierden, waardoor met name in de zomermaanden de kweldruk aanzienlijk afneemt, maar 's winters door een stijging van het grondwaterniveau weer iets sterker aanwezig is.

Bij de 10 intermediaire watermonsters wordt in één geval een rijkere vegetatie aangetroffen dan op grond van het watertype verwacht werd (opname 6). Doordat de bemonstering daar in het zuidelijk gedeelte van dit kaartvlak genomen is, kan het gebeuren dat het bemonsterde water een kortere verblijftijd in de bodem heeft gehad dan wanneer het grondwater dicht bij de beek was bemonsterd.

Er was bij deze 10 monsters ook een monster waar de aangetroffen vegetatie niet overeenkwam doordat deze schraler was dan uit de chemische watersamenstelling verwacht zou mogen worden. Dit is het geval bij opname 17. Hier is waarschijnlijk sprake van de invloed van de Peelrandbreuk, waarbij aan de oostkant van de breuk het grondwater vroegtijdig omhoog kwelt, en daardoor een hoge ionenrijkdom ($EGV > 40 \text{ m S.m}^{-1}$) de vegetatie beïnvloed. Historisch en topografisch gezien zou in dit kaartvlak een atmoclien watertype aangetroffen moeten worden. In 1850 was deze streek nog onontgonnen hoogveen, dat behoorde tot de Peel het Eeuwige Leven (zie fig. 6).

De samenhang tussen de vegetatie en watersamenstelling wordt geïllustreerd met figuur 34. Hierin is te zien hoe de aan de hand van de watersamenstelling verwachte vegetatietypen (links in de figuurlegenda) zich verhoudt tot de aangetroffen vegetatietypen A tot en met E. (Voor karakterisering van deze 5 groepen raadplege men hoofdstuk 2, de Vegetatie.)

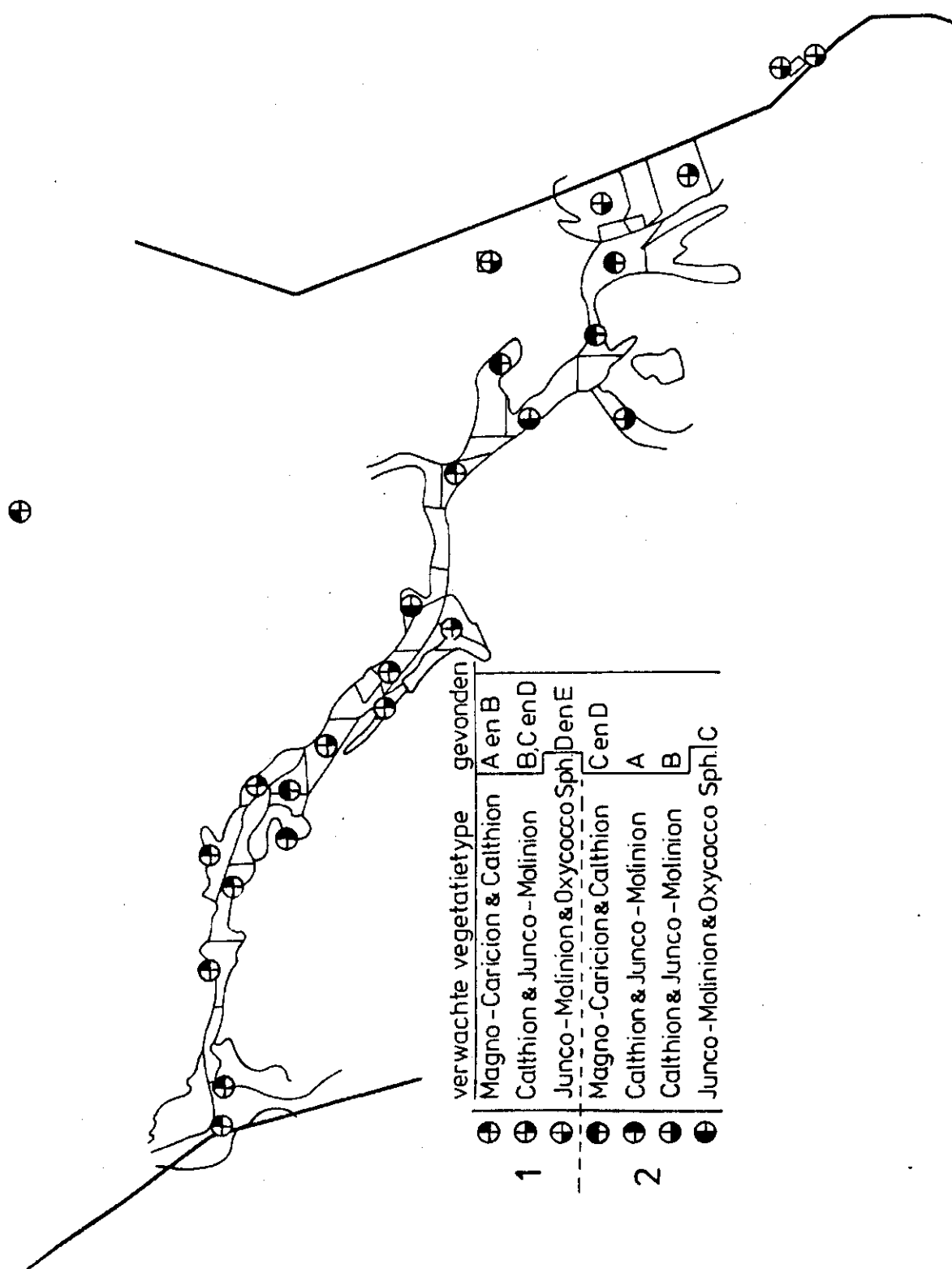


Fig. 34. Samenhang tussen de op grond van waterkwaliteit te verwachten vegetatietypen en de werkelijk gevonden watertypen

6. DISCUSSIE

Omdat dit onderzoek in principe is bedoeld een opstap te vormen naar een vervolgend onderzoek, waarbij het in de inleiding bedoelde natuurmodel geëxtrapoleerd moet worden naar een groter gebied, kan in dit stadium nog geen uitsluitsel gegeven worden omtrent de bruikbaarheid van de gegevens die bij dit onderzoek zijn verzameld.

Het is heel goed mogelijk dat de schaal waarop de opnamen zijn gemaakt te groot is geweest, waardoor de op grond van die resultaten geponeerde typologie te grof is om het natuurmodel naar te extrapoleren. Een verdere verkleining van de kaartvlakken, waarbij de verveelvoudigde hoeveelheid data met behulp van geautomatiseerde analyse methoden zullen moeten worden verwerkt, zal een oplossing zijn. Er is echter nog een andere methode om een gedetailleerde achtergrond te krijgen. Hierbij moet van een andere opnametechniek worden uitgegaan, waar ik hier niet verder op wil ingaan, maar die kunnen leiden tot een duidelijker herkenning van potentiële vegetatietypen.

In de detailgebieden is een meetnet opgezet van grondwaterstands-buizen, waaruit regelmatig watermonsters werden genomen en op het laboratorium geanalyseerd. Wanneer deze watermonsters nauwkeurig bestudeerd worden kan men tot de conclusie komen dat tussen twee punten die op slechts enkele tientallen meters van elkaar gelegen zijn formidabele verschillen in watersamenstelling kunnen optreden. Als voorbeeld geef ik hieronder de samenstelling van de monsters uit februari uit "De Berken". Het betreft de monsterpunten 63 en 65, die ongeveer 100 meter uit elkaar gelegen zijn.

Tabel 19. Chemische samenstelling van een tweetal monsterpunten in "De Berken"

Monsterpunt	pH	m S.m ⁻¹ EGV	mg.l ⁻¹						
			Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
63	6,3	9,1	6,3	15,0	12,0	5,0	1,9	2,3	12,8
65	5,3	36,6	13,3	5,5	65,5	8,0	7,3	3,8	53,0

Hieruit blijkt de betrekkelijkheid van het grondwaterkwaliteitsonderzoek dat in het kader van dit project werd uitgevoerd. Naar mijn mening zouden er meer watermonsters genomen moeten worden om een redelijk beeld te kunnen verkrijgen van de verschillen die zich voordoen. Naar mijn smaak zou een aantal van 3 watermonsters per opnamevlak het minimum aanvaardbare zijn. De mogelijkheden hiertoe waren niet aanwezig, zodat moet worden volstaan met de 24 monsterpunten die bezocht zijn.

Wat betreft de kwaliteit van het aangetroffen grondwater valt sterk op dat een zo groot aantal een onnatuurlijke samenstelling hebben. Het beeld dat ik hier kan schetsen zal een verstoord beeld zijn ondanks dat met de door Kemmers ontworpen methode (op grond van calciumconcentratie, pH en hydrocarbonaatconcentratie), de meeste invloeden van externe ionenbronnen kunnen worden opgeheven. In het natuurmodel zal dan ook een richtlijn moeten zijn opgenomen voor de kwaliteit van het grondwater.

Gebleken is dat de vegetatie die zich op het ogenblik gevestigd heeft in het Zuidelijk Peelgebied vrij uniform is. De verspreiding van de soorten die nog enigszins bijdragen tot een differentiatie van het stroomdal in floristisch oogpunt zijn weergegeven (in kaartvorm) in de bijlagen 7, 8, 9, 10, 11, 12 en 13. De indeling zoals in dit verslag wordt gepresenteerd is gebaseerd op de verspreiding van slechts weinig kensoorten, welke zelfs niet sterke kensoorten waren voor de te onderscheiden potentiële (half-)natuurlijke vegetatietypen (zie tabel 3). In vergelijking met de verspreiding van vegetatietypen in het stroomdal van de Drentse Aa (EVERTS, GROOTJANS en DE VRIES, 1980) komen sterke overeenkomsten voor, hoewel bij de in Drenthe onderscheiden vegetatietypen ook niet grondwaterafhankelijke eenheden gebruikt zijn. Dit kan een aanwijzing zijn dat de indeling zoals wordt geschetst een hoge waarschijnlijkheid heeft.

Bij de detailonderzoeken in de 3 natuurterreinen (Kemmers, in voorbereiding) komt naar voren dat zich ook in het stroomdal van de Astensche Aa meerdere vegetatietypen voordoen, welke, volgens literatuurgegevens (WESTHOFF & DEN HELD, 1980; EVERTS, GROOTJANS en DE VRIES, 1980), als vervangingsgemeenschappen kunnen worden opgevat van de potentieel natuurlijke vegetatie. Wanneer de verspreiding van deze gemeen-

schappen in kaart wordt gebracht, kan een aanvulling worden verkregen op de in het onderzoek herleidde verspreiding van die potentieel-natuurlijke vegetatie. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van hetzelfde opnamemateriaal als voor de rest van de studie gebruikt is.

7. SAMENVATTING

In deze studie wordt getracht de verspreiding van de potentieel-natuurlijke vegetaties in het stroomdal van de Astensche Aa te herleiden uit vegetatiekundige en hydrologische gegevens die gedurende een periode van drie maanden in het Zuidelijk Peelgebied zijn verzameld. Er van uitgaande dat elk potentieel half-natuurlijk vegetatietype afhankelijk is van een specifiek en karakteristiek hydrologisch regime, moet met het inzicht in de verspreiding van deze vegetaties, aangegeven kunnen worden welke randvoorwaarden gesteld moeten worden aan de waterhuishouding en de waterkwaliteit in het stroomdal, indien deze vegetaties tot ontwikkeling gebracht zouden worden. Indien vanuit het beleid de mogelijkheid wordt geboden voor een waterbeheer, dat optimaal is voor de ontwikkeling van natuurlijke vegetaties, kunnen de resultaten van dit onderzoek richting geven aan de inrichting van specifieke gebieden voor het waterhuishoudkundig beheer.

Op basis van topografie en bodemkundige kenmerken, is het stroomdal van de Astensche Aa in kaartvlakken opgedeeld en geïnventariseerd op het voorkomen van vegetatietypen en grondwatertypen. Met behulp van kensoorten, die begroeiingen typeren in natuurreservaten in beekdalen, werden relictten opgespoord van de grotendeels verdrongen potentieel natuurlijke vegetaties in het stroomdal. Verondersteld werd dat de begroeiingen in de reservaten nog min of meer een afspiegeling vormen van deze potentiaal natuurlijke vegetaties. De met behulp van de relictten opgespoorde potentieel natuurlijke vegetaties in het stroomdal werden in kaart gebracht. Redenerend vanuit een oorzakelijk verband tussen vegetatietypen en grondwaterkwaliteit is ook op basis van de grondwatersamenstelling een verspreiding opgezet van de potentieel natuurlijke vegetaties. De beide herleidingen worden met elkaar vergeleken.

Een analyse van de indicatiewaarden van de onderscheiden vegetatietypen voor de factoren vocht, stikstof en zuurgraad verschaft inzicht in de milieuvorwaarden van deze vegetaties. Opvallend is dat een dergelijke analyse voor de kensoorten van de verschillende vegetaties over de hele range van het stroomdal waarden opleverden voor de indicatie van vocht die hoger en voor de indicatie van stikstof en zuurgraad die aanzienlijk lager zijn, dan indien de analyse wordt uitgevoerd voor het totale soortenbestand. Indien verondersteld wordt dat de kensoorten meer informatie verschaffen over de milieu-omstandigheden van de potentieel natuurlijke vegetaties dan het totale soortenbestand, werd hieruit geconcludeerd, dat de potentieel natuurlijke vegetaties onder aanzienlijk vochtiger, stikstofarmer en zuurder omstandigheden behoren voor te komen dan in de huidige situatie aanwezig is.

Ten aanzien van de differentiatie van elk van de factoren afzonderlijk in het traject van het stroomdal bleken duidelijke gradiënten aanwezig te zijn in de stikstof en zuurgraadindicatie. Beide factoren indiceren in de bovenstroomse delen aanzienlijk lagere waarden dan in de benedenstroomse delen. Geen duidelijke differentiatie was aanwezig ten aanzien van de factor vocht: over de gehele lengte van het stroomdal werd een hoge vochtigheid geïndiceerd.

Uit deze indicaties kan de conclusie worden getrokken dat in het stroomdal variatie in de vegetatiesamenstelling sterk wordt beïnvloed door de beschikbaarheid van stikstof en de zuurgraad. De vochtig tot natte omstandigheden over het gehele stroomdal doen vermoeden dat de variatie in de milieu factoren stikstof en zuurgraad veeleer samenhangt met de waterkwaliteit dan met de waterkwantiteit.

Hydrologisch onderzoek bevestigde de veronderstelling dat in het stroomdal een duidelijke gradiënt in de waterkwaliteit aanwezig is. De stroomopwaarts gelegen gebieden hebben grondwater dat nog sterke gelijkenis vertoont met neerslagwater. Benedenstrooms is het grondwater beïnvloed door het gesteente en vooral verrijkt met Ca^{2+} en HCO_3^- ionen.

Met name de Ca^{2+} ionen in het grondwater kunnen door interactie met het adsorptiecomplex aanleiding zijn tot hogere waarden van de pH in de bovengrond van benedenstroomse delen.

Via de zuurgraadafhankelijkheid van de stikstofmineralisatie, welke toeneemt bij hogere waarden, kan een verband worden gelegd tussen de waterkwaliteit en de door de vegetatie geïndiceerde stikstofgradiënt in het stroomdal.

Niet in alle bovenstrooms gelegen gebieden blijkt grondwater met een regenwaterkarakter voor te komen. In deze gebieden blijkt het voorkomen van geologische breukvlakken in de ondergrond oorzaak te zijn van toestroming van grondwater met een gerijpt karakter. In de vegetatie ter plaatse komen de eigenschappen van dit gerijpte water duidelijk tot uiting in de hogere waarden van de stikstof- en zuurgraadindicatiegetallen.

LITERATUUR

- ANONYMUS, 1853. Topografische kaarten 1:50 000. Topografische Dienst, Delft.
- , 1967/1973. Bodemkaart van Nederland 52W/510, 1:50 000. Stiboka, Wageningen.
- , 1973/1978. Topografische kaarten 1:10 000 / 1:25 000. Topografische Dienst, Delft.
- ARNOLDS, E.J.M. en R. v.d. MEIJDEN, 1976. Standaardlijst van de Nederlandse flora, Rijksherbarium, Leiden.
- BROUNEN, J.M.J., P.J.A. TIMMERMAN en C. TÖNISSEN, 1977. Vegetatiekundige kartering van Midden-Brabant, rapport van de Dorschkamp, Wageningen.
- CULTUURTECHNISCHE VERENIGING, 1973. Cultuurtechnisch vademecum, Utrecht.
- DRENT, J., 1981. Optimalisatie van het regionaal waterbeheer in gebieden met tegengestelde belangen; onderzoeksvoorstel. ICW nota 1256.
- ELLENBERG, H., 1974. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas, Göttingen.
- ETHERINGTON, J.R., 1975. Environment and Plant Ecology, John Wiley & Sons Ltd. London.
- EVERTS, F.H., A.P. GROOTJANS en N.P.J. DE VRIES, 1980. De vegetatie van de madelanden in het stroomdal van de Drentse Aa. Rapport Rijks Universiteit Groningen.

- GROOTJANS, A.P., 1980. Distribution of plant communities along rivulets in relation to hydrology and management. In Willmans, O. en R. Tüxen, 1980; Epharmonie, Berichte über die Internationalen Symposium der IVV, 1979. pp. 143-170, Cramen Verslag.
- HARMSSEN, J., 1983. Chemische analyse methoden gebruikt voor de Zuidelijke Peelstudie, ICW-nota 1398.
- HEM, J.D., 1970. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, Geological Survey water supply papers 173, Washington.
- HEUKELS, H. en S. VAN OOSTROOM, 1977. Flora van Nederland. Wolters-Noordhoff.
- JANSEN, P.C., 1982. De kwaliteit van het oppervlaktewater in het Zuidelijk Peelgebied in de periode oktober 1981 - oktober 1982. ICW nota 1373.
- , in voorbereiding. Waterkwaliteit. (In: Cultuurtechnisch Vademecum 2).
- JENNY, H., 1958. Role of the plant factor in the pedogenic functions Ecology 39.
- KALKHOVEN, J.T.R., A.H.P. STUMPEL en S.E. STUMPEL-RIENKS, 1976. Landelijke milieukartering, RIN-verhandeling 9, Leersum.
- KEMMERS, R.H. en P.C. JANSEN, 1980. De invloed van chemische factoren in grondwater en bodem op enkele vegetatietypen in het CRM reservaat Groot Zandbrink. ICW nota 1181, Wageningen.
- , 1981a. Natuurlijk milieu, onderzoeksafbakening regionale studie Zuidelijk Peelgebied. ICW nota 1265, Wageningen.
- , 1981b. Voorstel tot samenwerkingsverband ICW-RIN in het kader van het Zuidelijk Peelproject 1, Notitie.
- , in voorbereiding. Vegetatie-analysen Zuidelijke Peel. ICW nota.
- LONDO, G., 1976. Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. RIN rapport Leersum.
- MUELER-DOMBOIS, D. und H. ELLENBERG, 1973. Aims and Methods of vegetation ecology.
- PIPER, A.M., 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Transactions, American Geophysical Union.

- REIJNDERS, Th., 1967. De vegetatie van hoogveenrestanten in de Peel (In De Levende Natuur: 70-6; 121-131).
- REIJNEN, M.J.S.M., A. VREUGDENHIL en A.M. BEIJE, 1981. Vegetatie en grondwaterwinning in het gebied ten zuiden van Breda. RIN rapport 81/24, Leersum.
- SHIMWELL, D.W., 1971. Description and classification of vegetation, London.
- TANSLEY, A.G., 1965. The British isles and their vegetation (I+II), Cambridge.
- TOORN, A. v.d., 1981. Het nemen van grondwatermonsters. ICW nota 1242, Wageningen.
- VERWIJST, T., 1982. De ecologie van de wijstgronden. SBB rapport 20.827.7.
- VRIEZE, J. DE, en H. STEVENS, 1981. Ecologische gevolgen van grondwateronttrekking. Werkgroep Ecologische gevolgen grondwateronttrekking (Ecogrowa).
- WESTHOFF, V. en A.J. DEN HELD, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland, Zutphen.
- e.a., 1971. Wilde planten deel 2. Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten.
- WIRDUM, G. VAN, 1979. Dynamic aspects of trophic gradients in a mire complex. CHO-TNO proceedings no. 25.
- , 1980a. Linking up the natec subsystem in models for the water management. TNO proceedings and informations 27.
- , 1980b. Eenvoudige beschrijving van waterkwaliteitsveranderingen gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming. TNO rapport no. 5.

Grondsoort, grondwatertrap en oppervlakte van de opnamevakken

opname	grond- soort	gt	oppervl. (ha)	opname	grond- soort	gt	oppervl. (ha)
1	A	3	34	23	D	3	22
2	A	3	31	24	C	3	13
3	B	2	41	25	C	3	26
4	B	2	12	26	C	3	24
5	B	2	26	27	C	3	19
6	B	2	19	28	A	3	13
7	B	2	11	29	A	3	40
8	A	3	41	30	A	3	38
9	B	2	25	31	A	3	19
10	C	3	30	32	E	3	23
11	A	3	10	33	E	2	27
12	C	3	19	34	A	3	23
13	A	3	23	35	D	5	53
14	A	3	26	36	E	3	9
15	D	3	8	37	D	5	57
16	A	3	20	38	E	2	6
17	C	3	10	39	E	3	56
18	A	3	17	40	E	2	27
19	D	3	14	41	E	2	69
20	C	3	14	42	E	5	5
21	A	3	14	43	E	3	14
22	C	3	28				

grondsoorten: A beekeerdgronden

B meerveen zonder podzol

C lage enkeerd

D gooreerd (evt. met veldpodzol)

E vlierveen of moerige podzol

of meerveen met podzol

grondwatertrappen

cm-maaiveld

GLG GHG

2	70	-
3	< 120	-
5	< 120	70

BIJLAGE 2 Totale soortenlijst (tussen haken het aantal kaartvlakken waarin aangetroffen)

<i>Acer pseudoplatanus</i> (4)	<i>Digitalis purpurea</i> (1)
<i>Achillea millefolium</i> (40)	<i>Digitaria ischaemum</i> (3)
<i>Achillea ptarmica</i> (28)	<i>Drosera spec.</i> (1)
<i>Acorus calamus</i> (2)	<i>Dryopteris cristata</i> (10)
<i>Aegopodium podagraria</i> (24)	<i>Dryopteris filix-mas</i> (5)
<i>Agrostis spec.</i> (40)	<i>Echinochloa crus-galli</i> (14)
<i>Alisma plantago-aquatica</i> (29)	<i>Elytrigia repens</i> (24)
<i>Allium vineale</i> (1)	<i>Epilobium hirsutum</i> (20)
<i>Alnus glutinosa</i> (24)	<i>Epilobium parviflorum</i> (1)
<i>Alopecurus geniculatus</i> (27)	<i>Epilobium tetragonum</i> (37)
<i>Alopecurus pratensis</i> (12)	<i>Epipactis helleborine</i> (1)
<i>Andromeda polifolia</i> (1)	<i>Equisetum arvense</i> (26)
<i>Angelica sylvestris</i> (16)	<i>Equisetum fluviatile</i> (6)
<i>Anthoxanthum odoratum</i> (27)	<i>Equisetum palustre</i> (18)
<i>Anthriscus sylvestris</i> (13)	<i>Erica tetralix</i> (2)
<i>Apera spica-venti</i> (2)	<i>Erigeron canadensis</i> (16)
<i>Arctium lappa</i> (1)	<i>Eriophorum spec.</i> (1)
<i>Arrhenatherum elatior</i> (28)	<i>Erodium cicutarium</i> (10)
<i>Artemisia vulgaris</i> (24)	<i>Erysimum cheiranthoides</i> (5)
<i>Asparagus officinalis</i> (18)	<i>Erysimum hieracifolium</i> (2)
<i>Athyrium filix-femina</i> (7)	<i>Euonymus europaeus</i> (1)
<i>Atriplex patula</i> (32)	<i>Eupatorium cannabinum</i> (20)
<i>Atriplex hastata</i> (5)	<i>Euphorbia helioscopia</i> (1)
<i>Bellis perennis</i> (9)	<i>Fagus sylvatica</i> (3)
<i>Berteroa incana</i> (2)	<i>Festuca pratensis</i> (8)
<i>Beta vulgaris</i> (1)	<i>Festuca rubra</i> (2)
<i>Betula pendula</i> (25)	<i>Filipendula ulmaria</i> (24)
<i>Betula pubescens</i> (17)	<i>Frangula alnus</i> (18)
<i>Bidens tripartitus</i> (19)	<i>Fraxinus excelsior</i> (12)
<i>Bromus mollis</i> (19)	<i>Galeopsis tetrahit</i> (41)
<i>Bromus sterilis</i> (2)	<i>Galinsoga parviflora</i> (9)
<i>Calamagrostis canescens</i> (11)	<i>Galium aparine</i> (22)
<i>Calluna vulgaris</i> (7)	<i>Galium mollugo</i> (3)
<i>Caltha palustris</i> (1)	<i>Galium palustre</i> (30)
<i>Calystegia sepium</i> (21)	<i>Galium uliginosum</i> (10)
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (31)	<i>Geranium molle</i> (13)
<i>Cardamine pratensis</i> (18)	<i>Geranium pusillum</i> (10)
<i>Carduus crispus</i> (3)	<i>Glechoma hederacea</i> (30)
<i>Carex acuta</i> (7)	<i>Glyceria fluitans</i> (37)
<i>Carex flacca</i> (1)	<i>Glyceria maxima</i> (21)
<i>Carex hirta</i> (6)	<i>Hedera helix</i> (2)
<i>Carex nigra</i> (1)	<i>Heracleum sphondylium</i> (22)
<i>Carex pilulifera</i> (1)	<i>Hieracium laevigatum</i> (2)
<i>Carex ovalis</i> (15)	<i>Hieracium pilosella</i> (4)
<i>Carpinus betulus</i> (4)	<i>Hieracium umbellatum</i> (16)
<i>Centaurea pratensis</i> (11)	<i>Holcus lanatus</i> (41)
<i>Centaurea jacea</i> (37)	<i>Holcus mollis</i> (5)
<i>Centaurea cyanus</i> (4)	<i>Hordeum murinum</i> (2)
<i>Cerastium holostoides</i> (2)	<i>Humulus lupulus</i> (6)
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (32)	<i>Hydrocotyle vulgaris</i> (17)
<i>Chelidonium majus</i> (1)	<i>Hypericum maculatum</i> (36)
<i>Chenopodium album</i> (20)	<i>Hypericum perforatum</i> (4)
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> (15)	<i>Hypochaeris radicata</i> (11)
<i>Chrysanthemum segetum</i> (12)	<i>Iris pseudacorus</i> (25)
<i>Cirsium arvense</i> (40)	<i>Juncus acutiflorus</i> (27)
<i>Cirsium palustre</i> (30)	<i>Juncus bufonius</i> (11)
<i>Cirsium vulgare</i> (32)	<i>Juncus effusus</i> (43)
<i>Convolvulus arvense</i> (6)	<i>Juncus inflexus</i> (5)
<i>Cornus sanguinea</i> (1)	<i>Juncus squarrosus</i> (6)
<i>Corylus avellana</i> (2)	<i>Juncus subuliflorus</i> (10)
<i>Crataegus monogyna</i> (19)	<i>Lamium album</i> (27)
<i>Dactylus glomerata</i> (38)	<i>Lamium galeobdolon</i> (1)
<i>Daucus carota</i> (6)	<i>Lamium purpureum</i> (18)
<i>Deschampsia caespitosa</i> (19)	<i>Lathyrus pratensis</i> (2)

BIJLAGE '2 vervolg.

Leontodon autumnalis (34)
Linaria vulgaris (40)
Lobium multiflorum (2)
Lolium perenne (41)
Lonicera periclymenum (6)
Lotus uliginosus (37)
Luzula campestris (1)
Luzula multiflora (2)
Lychnis flos-cuculi (23)
Lycopus europaeus (28)
Lysimachia vulgaris (38)
Lythrum salicaria (25)
Malus domestica (1)
Malva neglecta (1)
Matricaria maritima (inodora) (31)
Matricaria matricarioides (17)
Medicago lupulina (6)
Melampyrum pratense (2)
Melandrium album (10)
Melandrium rubrum (2)
Mentha aquatica (4)
Mentha arvensis (15)
Molinia caerulea (17)
Myosotis arvensis (5)
Myosotis palustris (32)
Nasturtium officinale (4) *rum*
Orchis maculata (1)
Ornithopus perpusillus (2)
Osmunda regalis (3)
Oxalis europaea (6)
Papaver dubium (3)
Petasites hybridus (2)
Peucedanum palustre (28)
Phalaris arundinacea (25)
Phleum pratense (41)
Phragmites australis (28)
Pinus sylvestris (9)
Plantago lanceolata (27)
Plantago major (23)
Poa annua (38)
Poa palustris (1)
Poa pratensis (36)
Poa trivialis (18)
Polygonum amphibium (18)
Polygonum aviculare (35)
Polygonum convolvulus (29)
Polygonum hydropiper (26)
Polygonum persicaria (38)
Populus alba (3)
Populus tremula (23)
Potentilla anserina (17)
Potentilla erecta (8)
Prunella vulgaris (5)
Prunus avium (14)
Prunus padus (13)
Prunus serotina (20)
Pteridium aquilinum (9)
Quercus robur (37)
Quercus rubra (8)
Ranunculus acris (23)
Ranunculus flammula (12)
Ranunculus repens (41)
Ranunculus sceleratus (7)

Rhynchospora alba (1)
Robinia pseudo-acacia (2)
Rorippa amphibia (33)
Rosa spec. (3)
Rubus spec. (36)
Rubus idaeus (2)
Rumex acetosa (41)
Rumex acetosella (20)
Rumex crispus (16)
Rumex obtusifolius (39)
Sagina nodosa (2)
Sagina procumbens (3)
Salix alba (10)
Salix aurita (4)
Salix cinerea (39)
Salix repens (1)
Sambucus nigra (18)
Saponaria officinalis (2)
Sarothamnus scoparius (7)
Scirpus sylvaticus (8)
Scrophularia nodosa (19)
Scutellaria galericulata (6)
Sedum telephium (3)
Senecio jacobaea (1)
Senecio vulgaris (20)
Sinapis arvensis (2)
Sisymbrium altissimum (2)
Sisymbrium officinale (10)
Sium spec. (6)
Solanum dulcamara (9)
Solanum nigrum (18)
Solidago canadensis (2)
Sonchus asper (16)
Sonchus oleraceus (15)
Sorbus aucuparia (22)
Spergula arvensis (23)
Spergularia rubra (4)
Spiraea salicifolia (2)
Stachys palustris (11)
Stellaria alsine (3)
Stellaria graminea (37)
Stellaria holostea (6)
Stellaria media (40)
Stellaria palustris (3)
Symphytum officinale (14)
Tanacetum vulgare (26)
Taraxacum vulgare (38)
Thalictrum flavum (1)
Thlaspi arvensis (3)
Tilia spec. (4)
Trifolium pratense (21)
Trifolium repens (40)
Turritis glabra (1)
Tussilago farfara (10)
Typha latifolia (20)
Ulmus minor (1)
Urtica dioica (41)
Urtica urens (7)
Vaccinium myrtillus (5)
Valeriana officinalis (10)
Veronica arvensis (8)
Veronica chamaedris (8)
Veronica serpyllifolia (4)

BIJVOEGSEL 2 vervolg 2

Viburnum opulus (9)

Vicia cracca (23)

Vicia hirsuta (8)

Vicia sativa (11)

Viola arvensis (26)

Fagopyron aesculentum (1)

Melilotus officinalis (1)

Veronica beccabunga (4)

Vicia sepium (1)

Veronica scutellata (1)

Cynosurus cristata (1)

Lysimachia nummularia (1)

Omschrijving oecologische groepen

afkorting:	omschrijving	beknopte aanduiding:
1.	<i>Planten van: akkers en droge ruigten</i>	<i>Onkruiden</i>
a.	akkers op voedselrijke, niet kalkrijke grond	planten van voedselrijke akkers
b.	akkers op kalkrijke grond	planten van kalkrijke akkers
c.	akkers op matig voedselarme, kalkarme grond	planten van kalkarme akkers
d.	regelmatig betreden plaatsen op droge, voedselrijke grond	tredplanten
e.	ruigten op weinig betreden, voedselrijke, niet humeuze of kalkrijke, droge grond	planten van voedselrijke ruigten
f.	ruigten op weinig betreden, kalkrijke, niet humeuze, droge grond	planten van kalkrijke ruigten
g.	ruigten op weinig betreden, voedselrijke, humeuze, matig droge grond	planten van humeuze ruigten
2.	<i>Planten van: gestoorde plaatsen of open, vochtige tot natte, humusarme grond</i>	<i>Storings- en natte pionierplanten</i>
a.	voedselrijke plaatsen met wisselende waterstand of anderszins sterk fluctuerende milieu-omstandigheden	planten van storingsmilieus
b.	open, voedsel-(speciaal stikstof-)rijke, natte grond	pionierplanten van stikstofrijke, natte grond
c.	open, matig voedselrijke tot voedselarme, vochtige grond	pionierplanten van matig voedselarme, vochtige grond
3.	<i>Planten van: zeeduinen, zoute wateren en kwelders</i>	<i>Kustplanten</i>
a.	stranden, zeeduinen en zandige vloedmerken	zeeduinplanten
b.	zoute en sterk brakke wateren, slikken en lage kwelders	schorreplanten
c.	hoge kwelders en kontaktsituaties tussen zout en zoet milieu	planten van hoge kwelders

Bijlage 3 vervolg

Omschrijving oecologische groepen (vervolg)

afkorting:	omschrijving:	beknopte aanduiding:
4.	<i>Planten van: zoete wateren en oevers</i>	<i>Water- en oeverplanten</i>
a.	zoete tot matig brakke, voedselrijke wateren	planten van voedselrijke wateren
b.	zoete, matig tot zeer voedselarme wateren en de periodiek droogvallende oevers daarvan	planten van voedselarme wateren
c.	voedselrijke waterkanten en moerassen	planten van voedselrijke oevers
d.	aanspoelselgordels, natte ruigten en rivierbegeleidende wilgestruwelen	planten van natte ruigten
5.	<i>Planten van: bemeste graslanden op matig voedselrijke tot voedselrijke, vochtige tot natte grond</i>	<i>planten van bemeste graslanden</i>
a.	bemeste graslanden op matig vochtige grond	planten van vochtige, bemeste graslanden
b.	matig bemeste graslanden op natte grond	planten van natte, bemeste graslanden
6.	<i>Planten van: droge graslanden en muren</i>	<i>Planten van droge graslanden</i>
a.	muren	muurplanten
b.	graslanden op droge, matig voedselrijke tot voedselrijke, niet tot matig kalkhoudende, zwak zure tot zwak basische grond	planten van droge, neutrale graslanden
c.	graslanden op droge, matig voedselrijke, kalkrijke of zinkhoudende, neutrale tot basische grond	planten van kalkgraslanden
d.	graslanden op droge, tamelijk voedselarme, kalkarme, zure grond	planten van droge, zure graslanden

Omschrijving oecologische groepen (vervolg)

afkorting:	omschrijving:	beknopte aanduiding:
7.	<i>Planten van: heiden, venen, schraal-landen en kalkmoerassen</i>	<i>Heide- en veen planten</i>
a.	matig voedselarme, kalkarme, zure laagveenmoerassen en natte, humeuze duinvalleien	laagveenplanten
b.	matig voedselarme, kalkrijke, basische moerassen	planten van kalkmoerassen
c.	onbemeste graslanden op vochtige tot natte, matig voedselarme, zwak zure, venige grond	planten van blauwgraslanden
d.	hoogvenen, natte heiden en onbemeste graslanden op natte, zeer voedselarme, zure, humeuze grond	planten van natte heiden
e.	droge heiden en onbemeste graslanden op matig vochtige tot droge, voedselarme, zure, humeuze grond	planten van droge heiden
8.	<i>Planten van: kaalslagen, zomen en struwelen</i>	<i>Planten van bosranden en struwelen</i>
a.	kaalslagen op matig vochtige tot droge, matig voedselrijke tot voedselrijke grond	planten van kapvlakten
b.	zomen op voedsel-(vooral stikstof-)rijke, niet kalkrijke, humeuze, matig vochtige grond	planten van voedselrijke zomen
c.	zomen op kalkhoudende, lemige, matig vochtige tot droge grond	planten van kalkrijke zomen
d.	struwelen op matig vochtige tot droge, voedselrijke grond	struweelplanten
9.	<i>Planten van: bossen</i>	<i>Bosplanten</i>
a.	bossen op voedselrijke, vochtige tot natte grond en van brongebieden	planten van natte bossen
b.	bossen op gerijpte, matig voedselrijke tot voedselrijke, matig vochtige tot droge grond	planten van droge, voedselrijke bossen
c.	bossen op jonge, voedselrijke, matig vochtige grond	stinseplanten
d.	bossen op gerijpte, kalkrijke, droge grond	planten van kalkrijke bossen
e.	bossen en bosranden op tamelijk tot zeer voedselarme, kalkarme, droge grond	planten van droge, zure grond

Vergelijking tussen de oecologische groepen en syntaxonomische groepen volgens WESTHOFF & DEN HELD (1969)

oecologische groep: omvat soorten die hun optimum vinden in de volgende syntaxa:

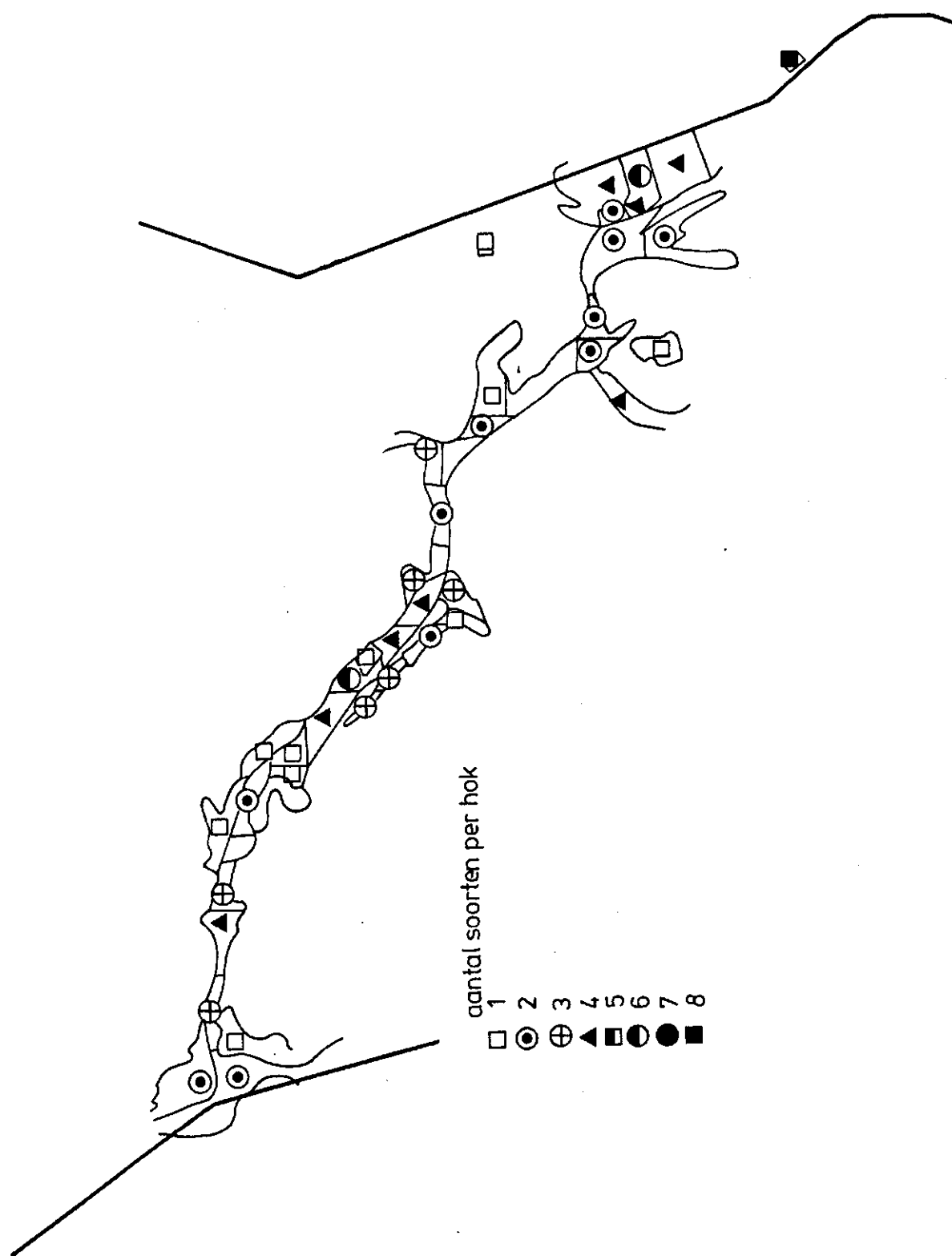
- | | |
|----|---|
| 1a | 12Aa' Eu-Polygono-Chenopodion; 13C Lolio-Linetalia |
| 1b | 13Ab Aphanion; 13B Secalietalia |
| 1c | 12Aa" Panico-Setarion; 13Aa Arnoseridion; 13Ab Aphanion |
| 1d | 12Bb Polygono-Coronopion; 16Aa Lolio-Plantaginion |
| 1e | 12Ba Sisymbrium; 16Aa Lolio-Plantaginion |
| 1f | 12Ba Sisymbrium; 12Bd Onopordion acanthii |
| 1g | 17Aa Arction |
| 2a | 16Ab Agropyro-Rumicion crispi |
| 2b | 11 Bidentetetea tripartiti |
| 2c | 10 Isoeto-Nanojuncetetea |
| 3a | 9 Cakiletea maritimae; 15 Ammophiletea; 24Ac Puccinellio-Spergularion salinae; 24Ad Halo-Scirpion |
| 3b | 2 Zosteretetea; 3 Ruppietetea; 8 Thero-Salicornietetea; 14 Spartinetetea; 24Aa Puccinellion maritimae |
| 3c | 16Ab Agropyro-Rumicion crispi; 17Bb Angelicion litoralis; 23 Saginetetea maritimae |
| 4a | 1 Lemnetetea; 4 Charetea; 5A Magnopotametalia; 5B Parvopotametalia |
| 4b | 5C Luronio-Potametalia; 6 Littorelletetea |
| 4c | 19 Phragmitetetea |
| 4d | 17B Convolvuletalia sepium; 25Ab Filipendulion; 33 Salicetetea purpureae |
| 5a | 12Bc Helminthion echinoidis; 25B Arrhenatheretalia |
| 5b | 25Aa Calthion palustris; 25Ab Filipendulion |
| 6a | 7 Asplenietetea rupestris |
| 6b | 20Bb Sedo-Cerastion; 20Bc Galio-Koelerion |
| 6c | 20Ca Alysso-Sedion; 21 Festuco-Brometetea; 22 Violetea calaminariae |
| 6d | 20A Corynephorretalia; 20Ba Thero-Airion |

Vergelijking tussen de oecologische groepen en syntaxonomische groepen (vervolg)

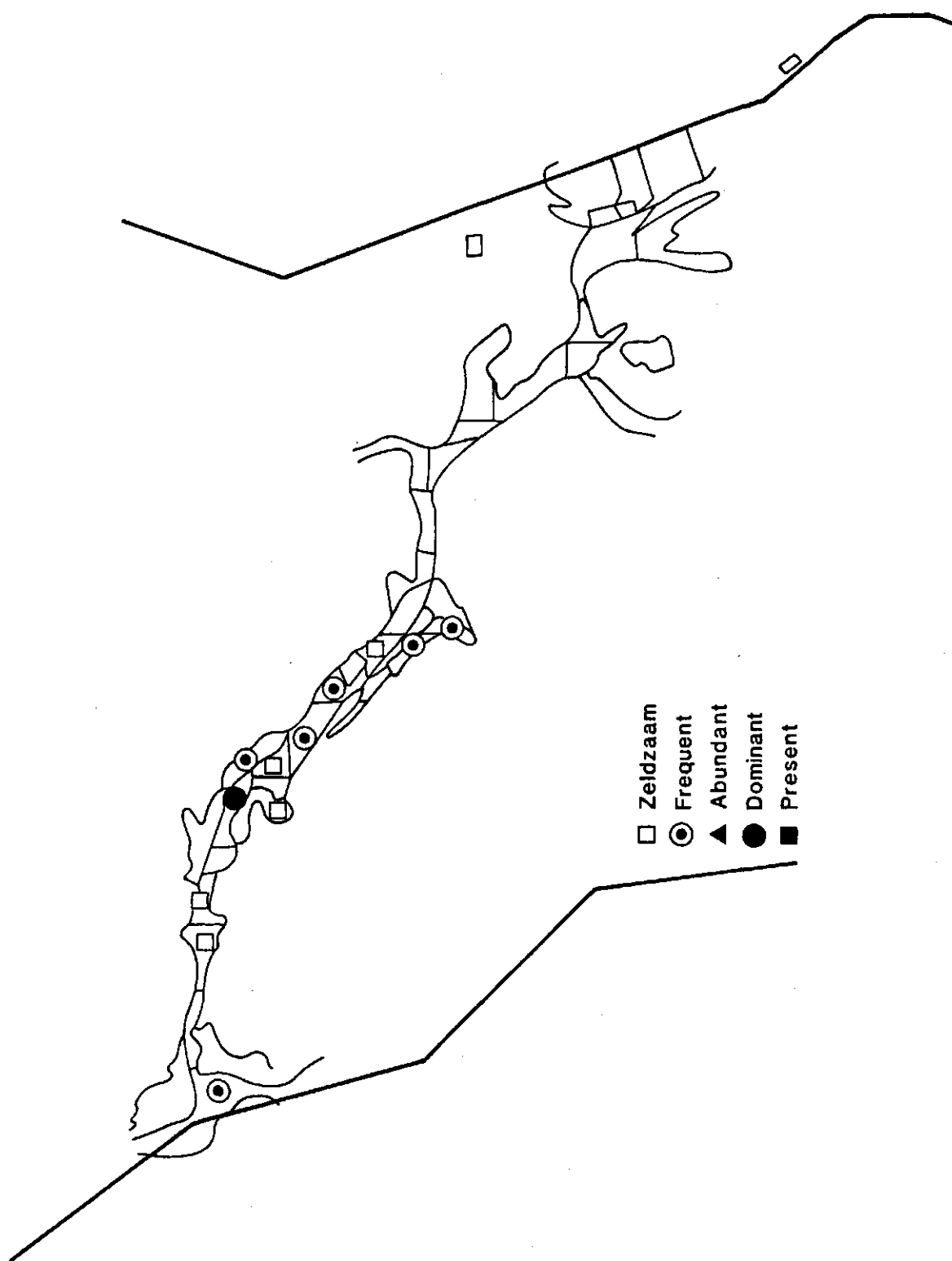
oecologische groep: omvat soorten die hun optimum vinden in de volgende syntaxa:

- | | |
|----|--|
| 7a | 27A Caricetalia nigrae |
| 7b | 27B Tofieldietalia |
| 7c | 25Ac Junco-Molinion |
| 7d | 28 Scheuchzerietea; 29 Oxycocco-Sphagnetes; 30Aa Violion caninae; 32Aa Salicion cinereae |
| 7e | 30Aa Violion caninae; 30B Vaccinio-Genistetalia |
| 8a | 18 Epilobietea angustifolii; 34B Sambucetalia |
| 8b | 17Ab Galio-Alliarion; 17Ac Aegopodion podagrariae |
| 8c | 31 Trifolio-Geraniëtea sanguinei |
| 8d | 34A Prunetalia spinosae |
| 9a | 26 Montio-Cardaminetea; 32Aa Salicion cinereae; 35 Alnetea glutinosae; 38Aa' Circae-Alnion |
| 9b | 38 Querco-Fagetes |
| 9c | 38Aa" Ulmion carpinifoliae |
| 9d | 38Ab Carpinion betuli |
| 9e | 36 Vaccinio-Piceetes; 37 Quercetes robori-petraeae |

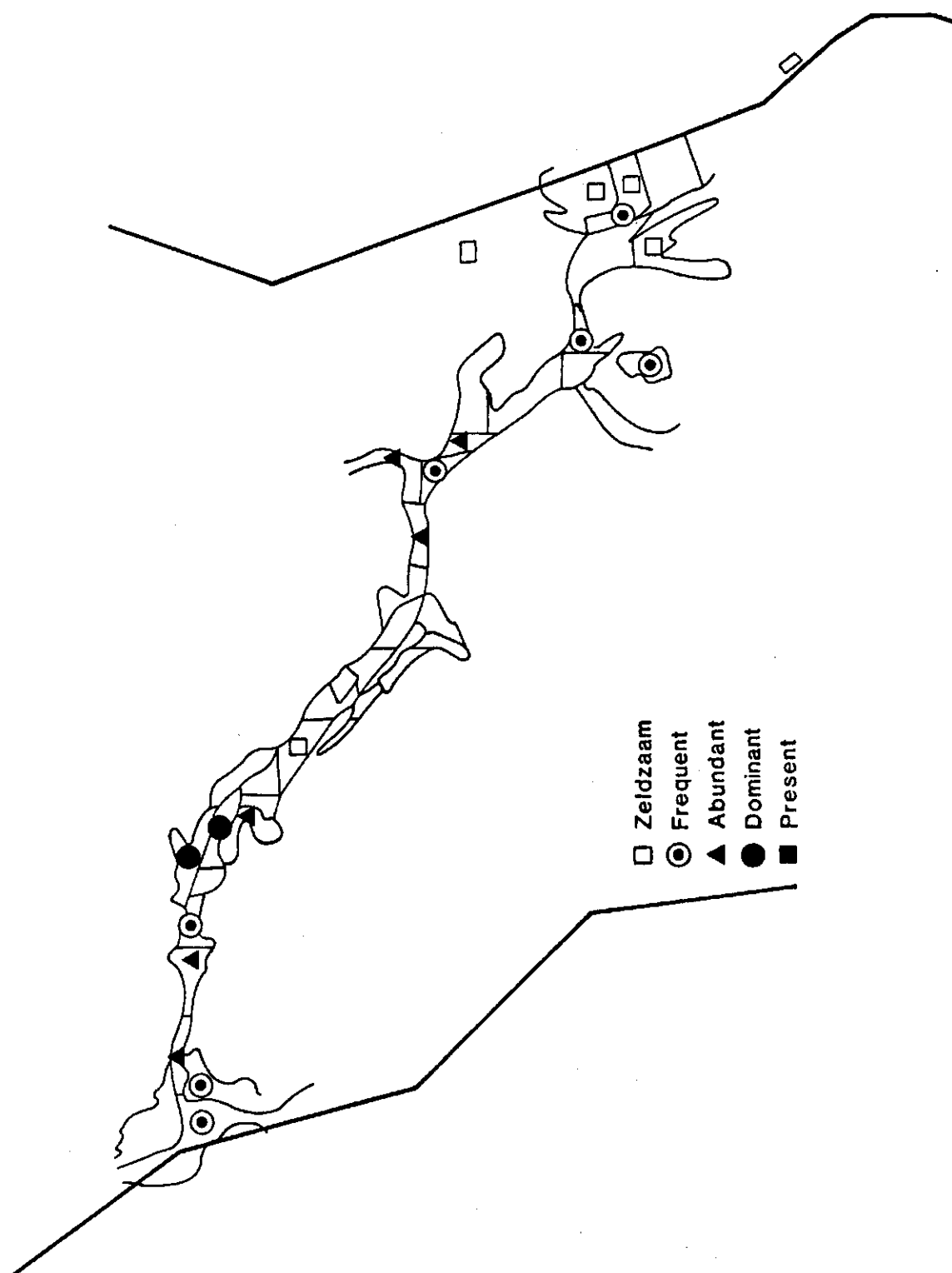
Voorkomen van soorten die door Londo als zeer kwetsbaar worden beschouwd



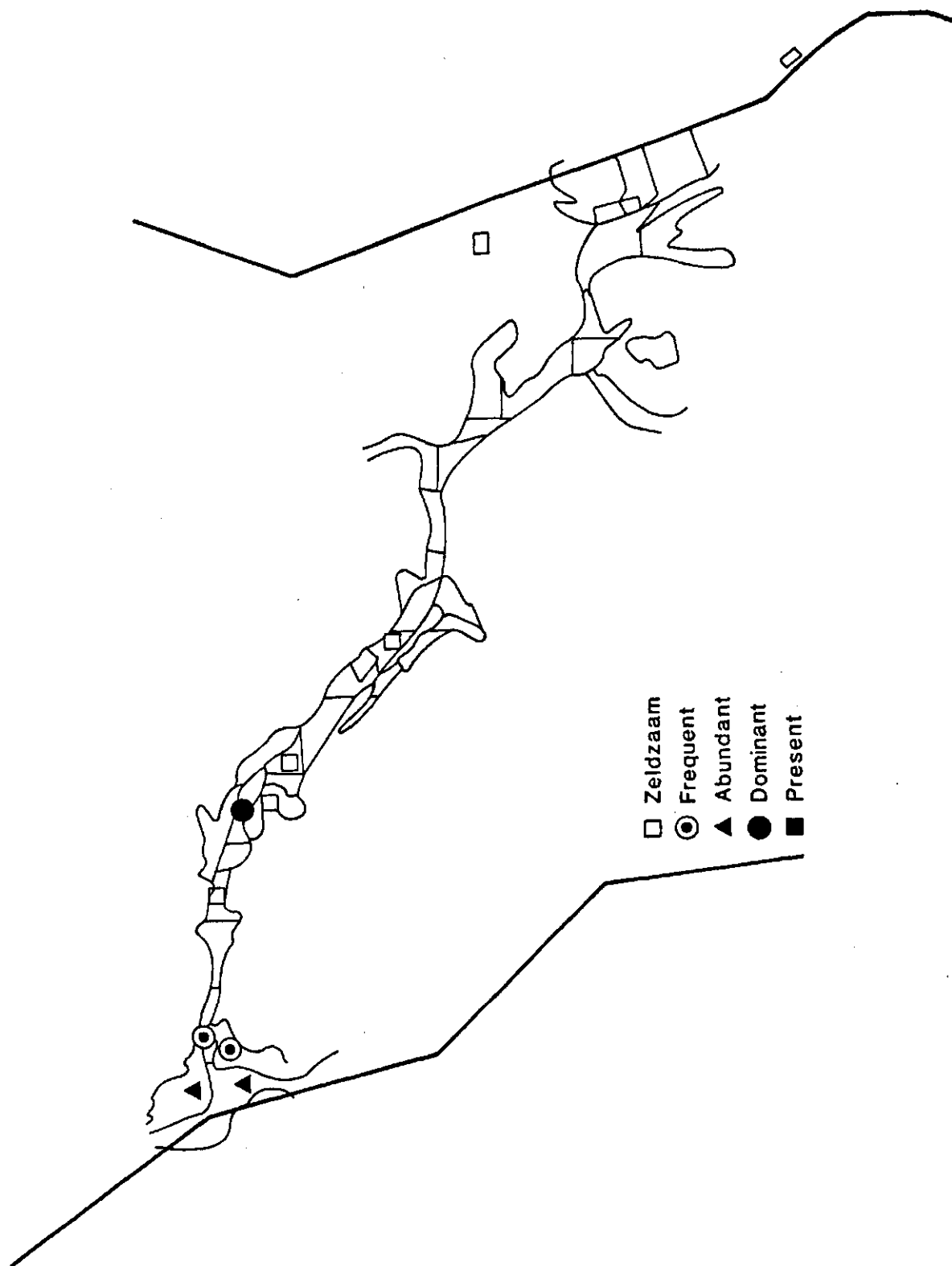
Het voorkomen van *Ranunculus flammula* (A)



Het voorkomen van *Glyceria maxima* (AA)

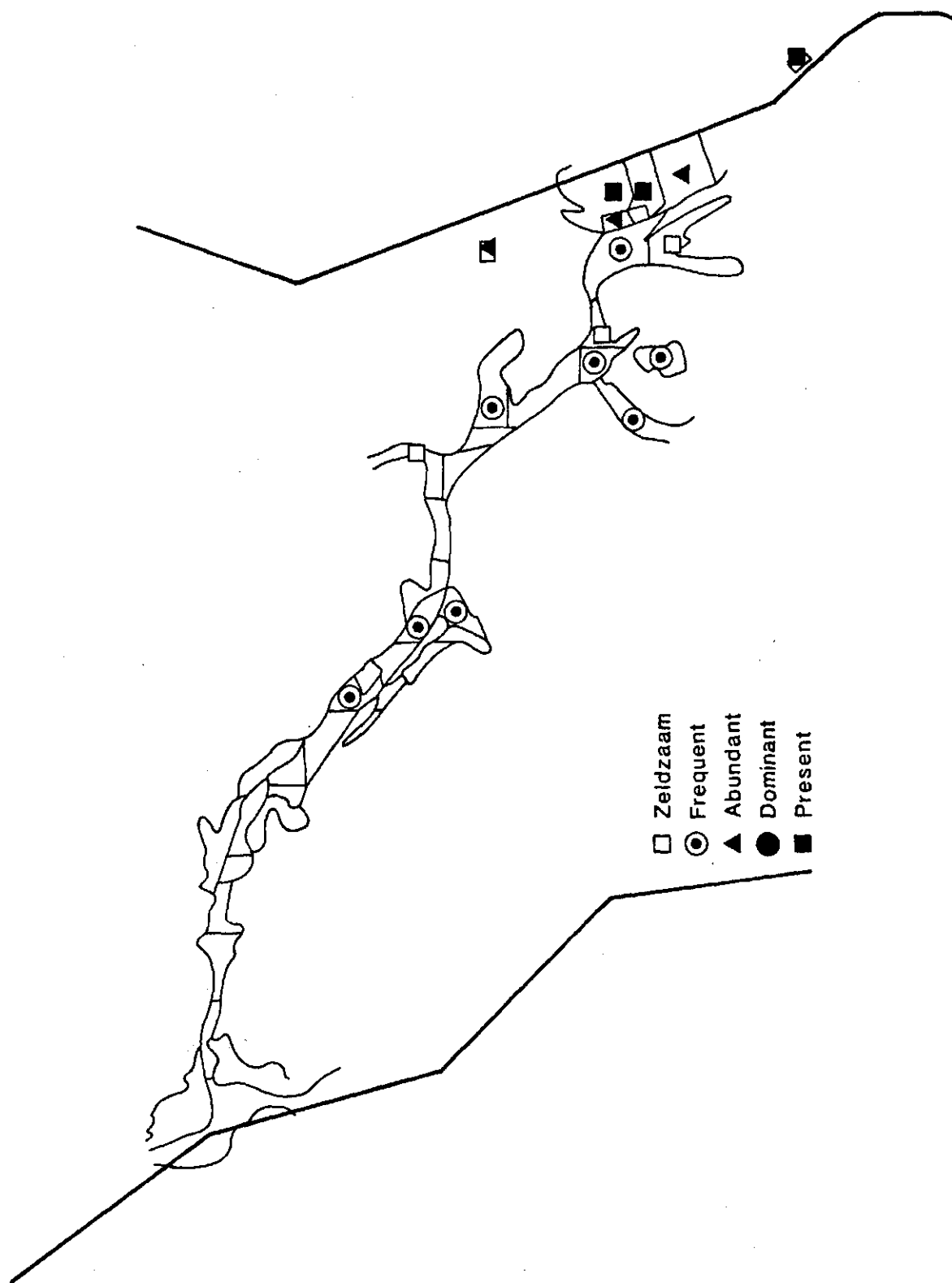


Het voorkomen van *Juncus subvuliflorus* (Z)

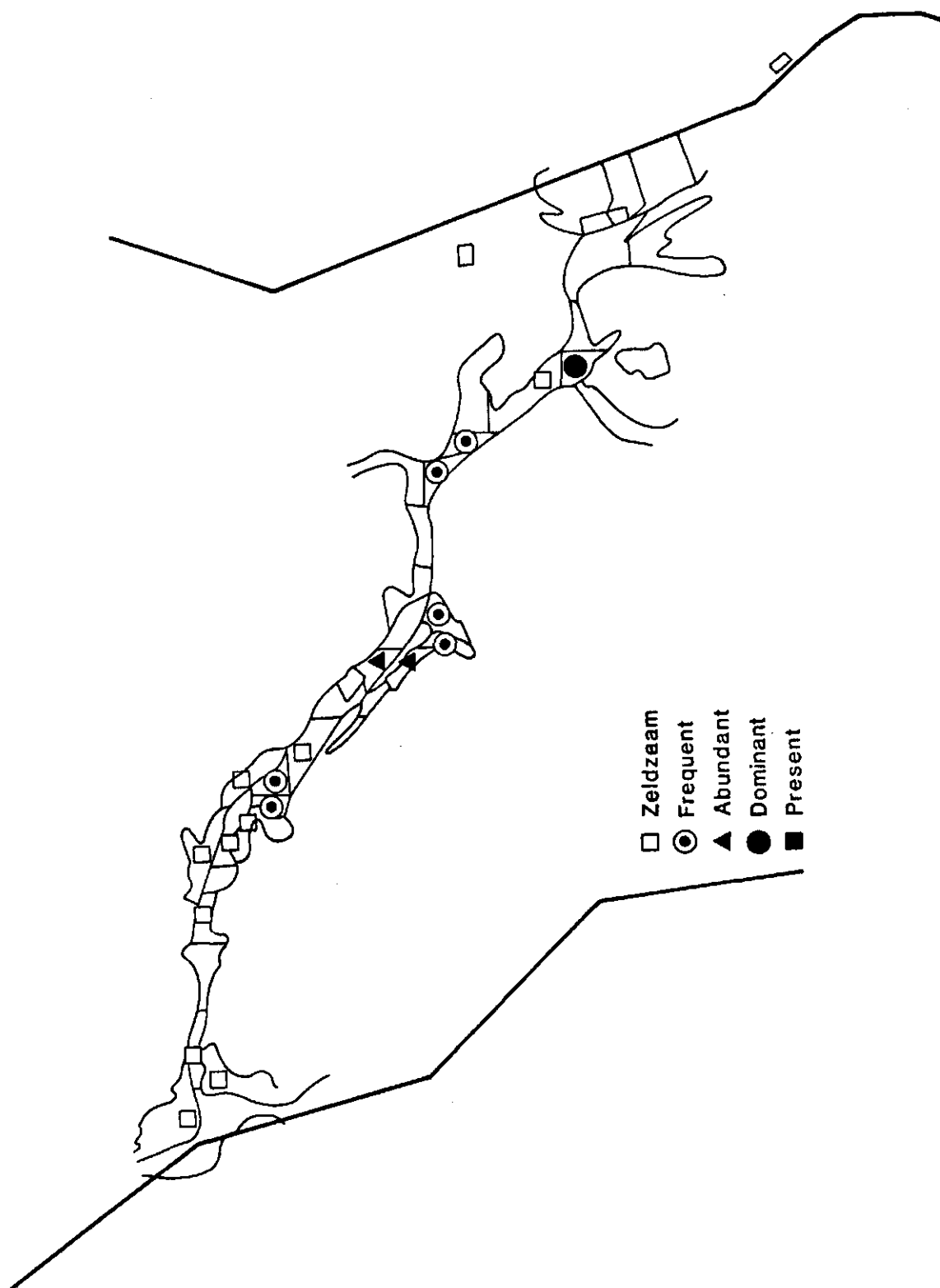


Bijlage 9

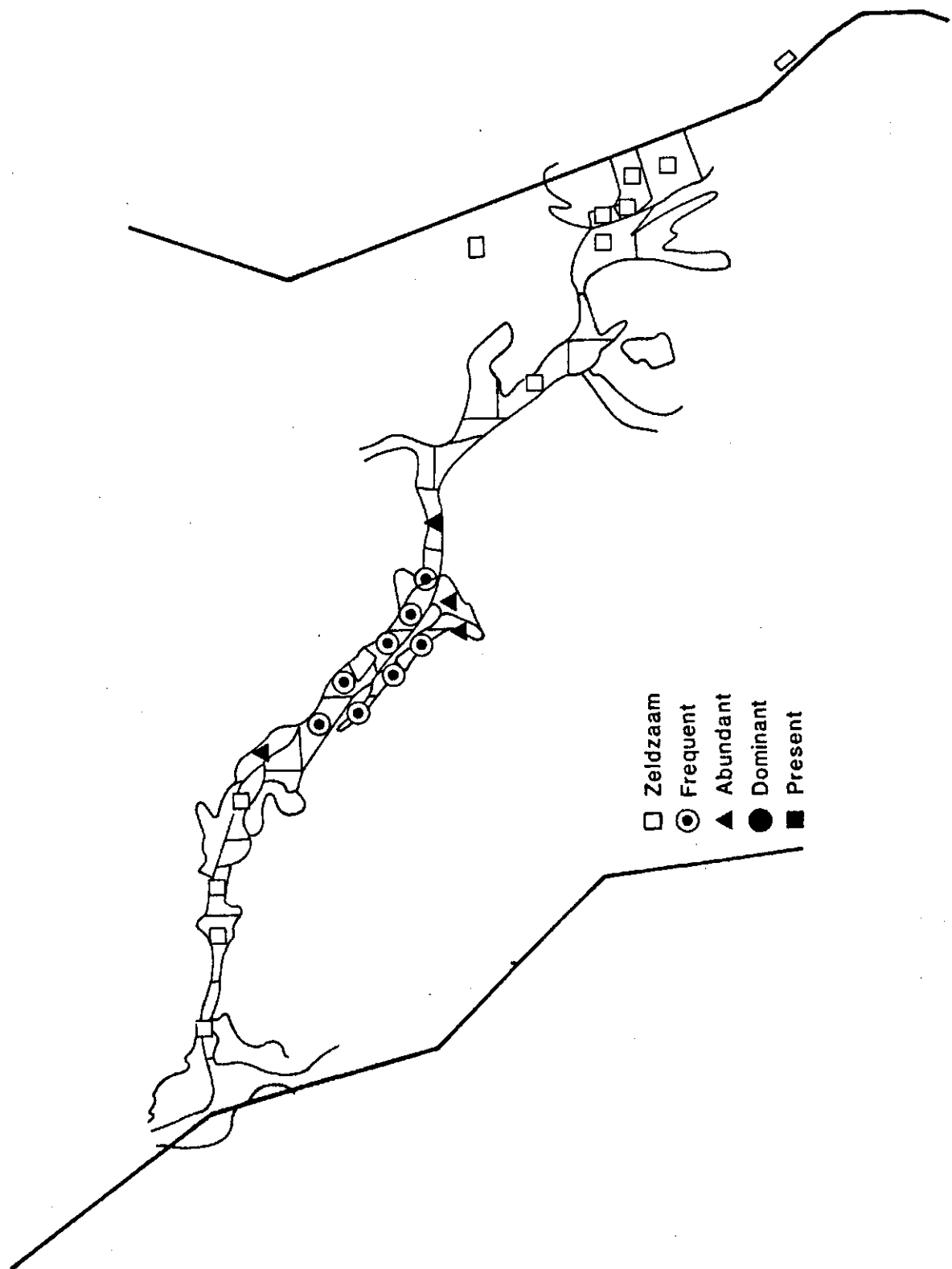
Het voorkomen van *Molinia coerulea* (A)



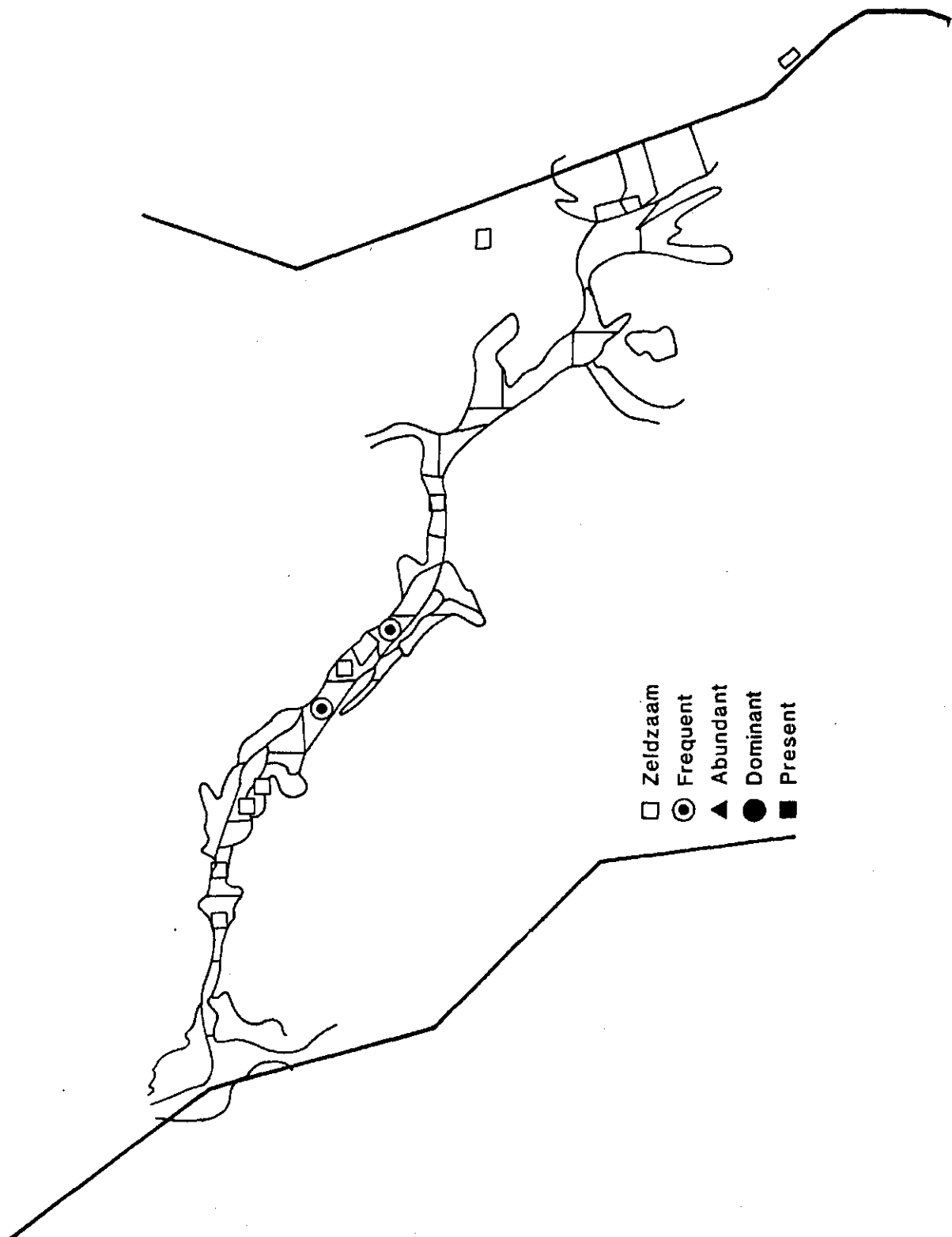
Het voorkomen van *Deschampia caespitosa* (A)



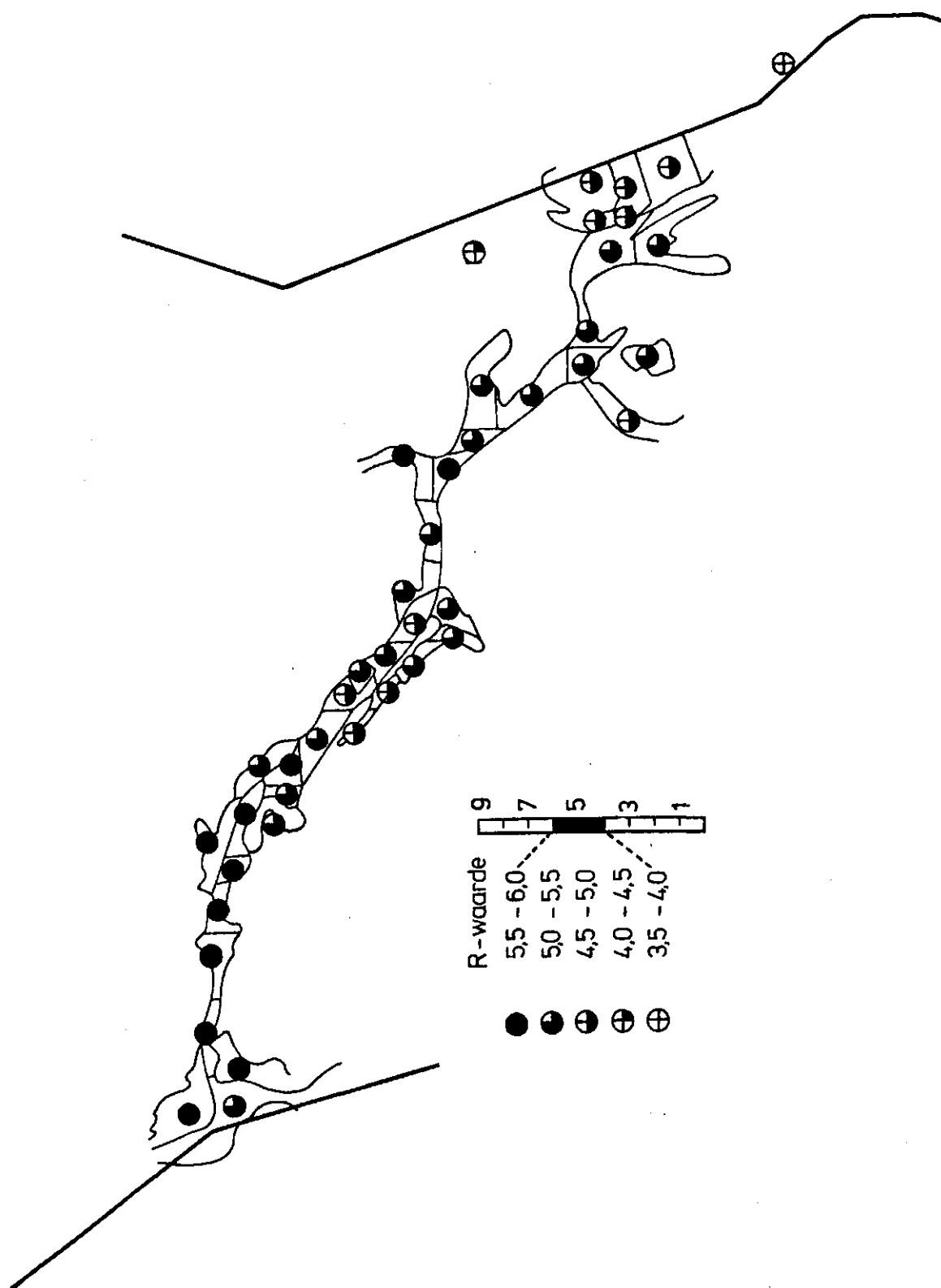
Het voorkomen van *Juncus acutiflorus* (AA)



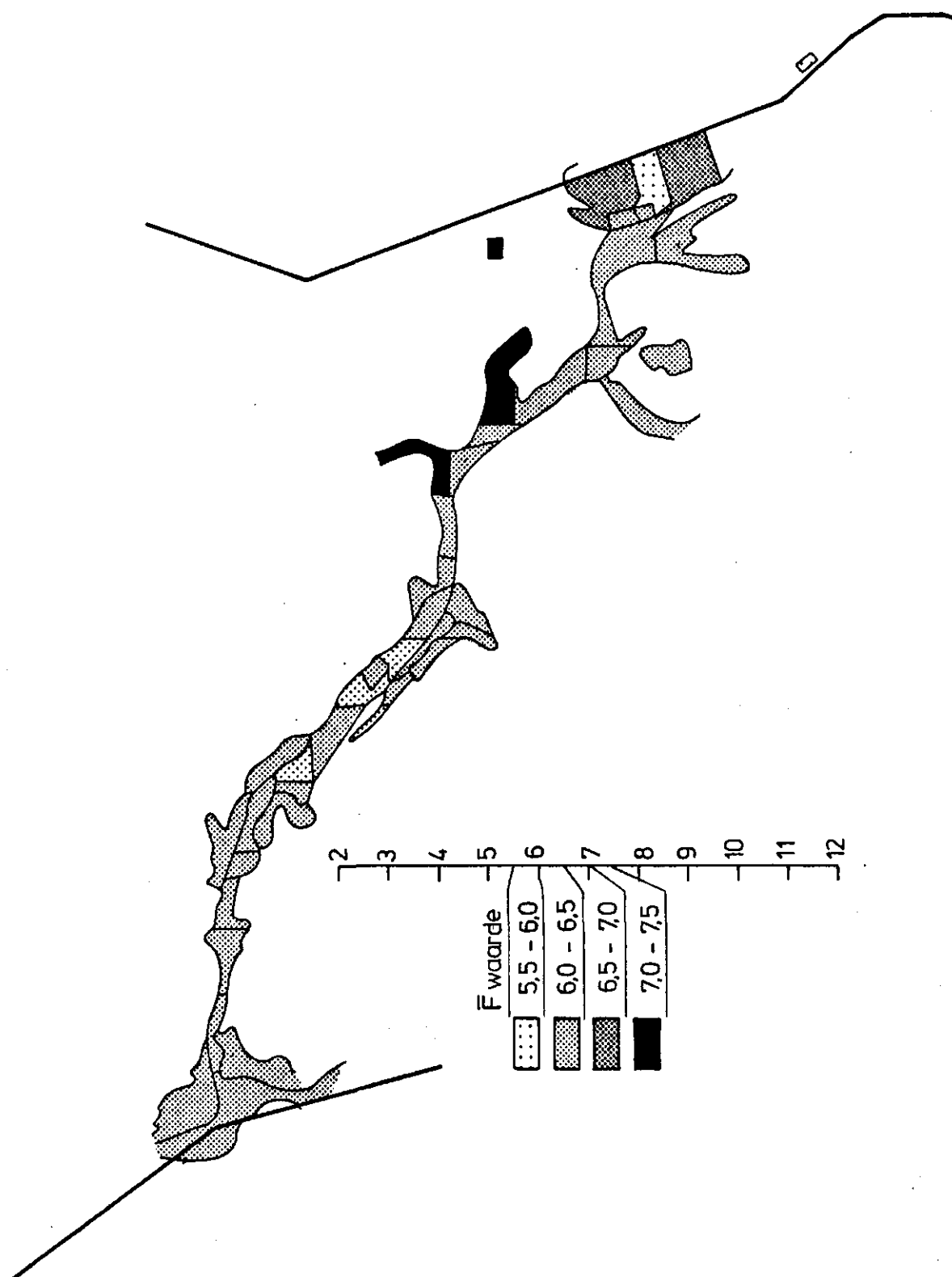
Het voorkomen van *Scirpus sylvaticus* (Z)



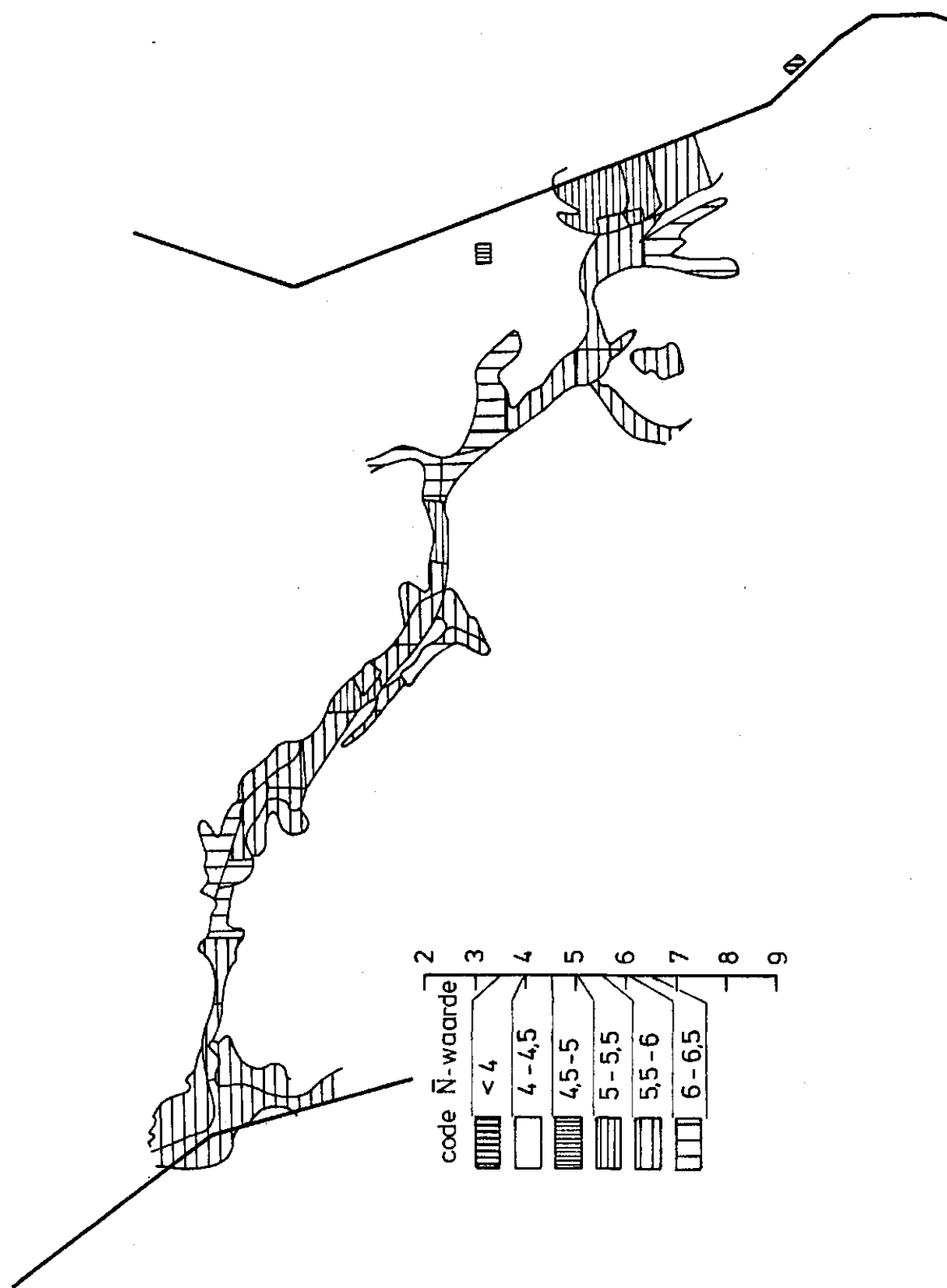
Gemiddelde R-waarden (a.h.v. de totale soortenlijst) per kaartvlak



Gemiddelde F-waarden van de totale soortenlijst per kaartvlak



Gemiddelde N-waarden van de totale soortenlijst per kaartvlak



Verspreiding van het elektrisch geleidingsvermogen over het stroomdal

