



BIBLIOTHECA BOTANICA
JOOP SCHAMINEE
BOEKEN
R-0007

VEGETATIE EN GRONDWATERWINNING IN HET GEBIED TEN ZUIDEN VAN BREDA



M.J.S.M. Reijnen
A. Vreugdenhil
H.M. Beije

Rijksinstituut
voor Natuurbeheer
Leersum 1981

ISN 163626



BIBLIOTHECA BOTANICA
JOOP SCHAMINEE
BOEKEN
R-0007

VEGETATIE EN GRONDWATERWINNING IN HET GEBIED TEN ZUIDEN VAN BREDA

M.J.S.M. Reijnen, A. Vreugdenhil & H.M. Beije

RIN-rapport 81/24

Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Leersum

1981

E-163626

voorkant: gedeelte van de ecohydrologische kaart
(zie bijlage 3)

		blz.
	INHOUD	1
	VOORWOORD	7
1	SAMENVATTING	11
2	INLEIDING	19
2.1	Probleemstelling en doel	19
2.2	Uitgangspunten en beperkingen	21
2.3	Uitwerking van de probleemstelling	22
	2.3.1 Globale beschrijving van het onderzoekgebied met nadruk op de hydrologische aspecten	22
	2.3.1.1 Geohydrologie	22
	2.3.1.2 Geologie, geomorfologie, bodem en grondwater	24
	2.3.1.3 Veranderingen in landschap en waterhuishouding	28
	2.3.2 Grondwaterwinning	29
	2.3.2.1 Mogelijke gevolgen voor het grondwaterregime	29
	2.3.2.2 Huidige grondwaterwinning	31
	2.3.2.3 Toekomstige grondwaterwinning	35
	2.3.3 Biologische gevolgen van grondwaterwinning	35
	2.3.3.1 De betekenis van grondwater voor ecosystemen	35
	2.3.3.2 De relatie grondwater-vegetatie	36
	2.3.3.3 De relatie grondwater-fauna	39
2.4	Uitwerking van de doelstelling	39
3	WERKWIJZE	43
3.1	Globale opzet	43
3.2	Typering en kartering van de vegetatie	45
	3.2.1 Algemeen	45
	3.2.2 Basiskaart landschapsstructuur	47
	3.2.2.1 De inhoud van de kaartvlakken	47
	3.2.2.2 Classificatie van de kaartvlakken	50

		blz.
3.2.3	Keuze van lokaties voor vegetatieopnamen	54
	3.2.3.1 Selectie van te bemonsteren kaartvlakken	54
	3.2.3.1 Lokatiekeuze van vegetatieopnamen binnen een kaartvlak	55
3.2.4	Methode vegetatieopname	56
	3.2.4.1 Tijdstip in het seizoen	57
	3.2.4.2 Keuze van het proefvlak	57
	3.2.4.3 Beschrijving van het proefvlak	59
3.2.5	Determinatie en codering van plantesoorten	61
	3.2.4.1 Determinatie	61
	3.2.5.2 Codering	64
3.2.6	Het opstellen van de vegetatietypologie	64
3.2.7	Beschrijving van de vegetatietypen	68
3.2.8	Kartering van de vegetatie	69
3.2.9	Vegetatiecomplexenkaart	73
3.3	Beschrijving van de dosis-effectrelaties	74
3.3.1	Algemeen	74
3.3.2	Veranderingen in de 'fijne' milieudynamiek en het effect daarvan op de plantengroei	76
3.3.3	Veranderingen in de mineralisatie-snelheid en het effect daarvan op de plantengroei	77
3.3.4	Veranderingen in de aëratie van de bovengrond en het effect daarvan op de plantengroei	78
3.3.5	Veranderingen in het vochtleverend vermogen van de bodem en het effect daarvan op de plantengroei	79
3.3.6	Veranderingen in de waterdiepte en het effect daarvan op de plantengroei	80
3.4	Voorspelling van het effect van grondwateronttrekking op de vegetatie	82

		blz.
3.5	Evaluatie van de voorspelde veranderingen in de vegetatie en de cartografische weergave daarvan	85
	3.5.1 Evaluatie	85
	3.5.2 Cartografische weergave	88
3.6	Ecohydrologische kaart	89
4	BESPREKING VAN DE RESULTATEN	91
4.1	Typering en kartering van de vegetatie	91
	4.1.1 Vegetatietypen	91
	4.1.2 Vegetatiecomplexenkaart	103
4.2	Voorspelde effecten van grondwaterwinning op de vegetatie	110
	4.2.1 Enige kanttekeningen bij de methode	110
	4.2.2 Bespreking van de resultaten	112
	4.2.2.1 Beschrijving van de legenda van de kaarten	112
	4.2.2.2 Globale analyse van de kaartbeelden vóór en na verandering	113
4.3	Interpretatie van de ecohydrologische kaart	115
	4.3.1 Hydrologisch systeem	115
	4.3.2 Relatie tussen het hydrologisch systeem en de actuele vegetatie	118
	4.3.3 Gevolgen van grondwaterwinning voor de vegetatie; een globale indicatie	119
5	TOEPASSING	121
5.1	Algemeen	121
5.2	Globale geschiktheids- en kwetsbaarheidsbepaling van het natuurlijk milieu t.b.v. de selectie van een aantal alternatieve winningsplaatsen (fase 1 en 2)	122
5.3	Effectenbeschrijving met betrekking tot de plantengroei op basis van kwantitatieve gegevens over veranderingen van het grondwaterregime (fase 5, 6 en 9)	122
6	LITERATUUR	125

APPENDICI

		blz.
1	Overzicht van de industriële grondwaterwinning in het gebied ten zuiden van Breda in de periode 1974-1980 (bron PWS Noord-Brabant)	129
2	Overzicht van niet in het rapport opgenomen basis-gegevens en resultaten	130
3	Overzicht van bodemtypen waar een matige tot sterke toename van de N-leverantie is te verwachten als gevolg van daling van het grondwaterpeil	131
4	Overzicht van de onderscheiden vegetatietypen met vermelding van het gemiddelde vocht-(V) stikstof-(N) en zeldzaamheidsgetal(Z)	132
5	Overzicht van de belangrijkste vegetatietypen per legenda-eenheid van de vegetatiecomplexen-kaart	136
6	Voorstel procedureschema voor inperking van het onderzoekgebied en keuze winningslokatie (sector natuurbehoud)	137

BIJLAGEN

1 Basiskaart landschapsstructuur 1:50.000
2 Overzicht veldonderzoek 1:50.000
3 Ecohydrologische kaart 1:50.000

FIGUREN blz.

2.1 Globaal overzicht van het onderzoekgebied 20

2.2 Globaal schema van de geohydrologische opbouw van de ondergrond van het gebied ten zuiden van Breda (bron: RID) 25

2.3 Het voorkomen van water in de grond (schematisch) 27

2.4 Grondwaterwinning door Waterleidingbedrijven in het gebied ten zuiden van Breda en omgeving in 1980 (bron: PWS Noord-Brabant) 34

2.5 Totale grondwaterwinning in het gebied ten zuiden van Breda voor het jaar 1980, uitgesplitst naar watervoerend pakket en verbruik 34

3.1 Globaal overzicht van de werkwijze 44

3.2 Overzicht werkwijze typering en kartering van de vegetatie 48

3.3 Overzicht van gekarteerde begroeiingstypen 51

3.4 Weergave van het oppervlakte-aandeel van vlakelementen en de dichtheid van lijnelementen in vijf klassen 52

3.5 Classificatie van begroeiingstypen (alleen vlakelementen) op het niveau van kaartvlakken 53

3.6 Het resultaat van de selectie van te bemonsteren kaartvlakken in relatie tot de bodemtypen op het niveau van hoofdgroepen 55

3.7 Overzicht van de perioden waarin de verschillende biotooptypen bij voorkeur onderzocht dienen te worden (naar Leijs 1978) 58

3.8 Opnameformulier 62

3.9 Formulier t.b.v. inventarisatie freatofyten en hydrofyten buiten de opname 63

3.10 Schematische weergave van de classificatie van de vegetatieopnamen met behulp van het programma TABORD 66

3.11 Definiëring kensoorten ten behoeve van de beschrijving van de vegetatietypen (naar Westhoff & Van der Maarel 1973) 70

3.12 Weergave van het oppervlakte-aandeel c.q. de dichtheid van vegetatie-eenheden per kaartvlak 71

		blz.
3.13	Standaardformulier 'inventarisatie vegetatietypen per kaartvlak'	72
3.14	Overzicht van dosis-effectrelaties die betrekking hebben op de gevolgen van grondwateronttrekking voor de vegetatie in het gebied ten zuiden van Breda	83
3.15	Voorbeeld van een voorspelling van de gevolgen van grondwateronttrekking voor een soortenrijk nat grasland (type 313, zie paragraaf 4.1)	84
3.16	Overzicht van de uurhokfrequentieklassen en de daaruit afgeleide zeldzaamheidsgetallen van plantesoorten	87
4.1	Legenda van de kaarten 'zeldzaamheid van de vegetatie' en 'voorspelling van de verandering van de zeldzaamheid van de vegetatie als gevolg van een grondwaterstandsdaling van 25 cm'.	114

VOORWOORD

In het voorjaar van 1980 verleende de Hoofdingenieur-Directeur van Provinciale Waterstaat in Noord-Brabant aan het Rijksinstituut voor Natuurbeheer de opdracht tot het verrichten van een onderzoek naar de effecten van een eventuele uitbreiding van de grondwaterwinning op de flora en vegetatie in het gebied ten zuiden van Breda. Bij deze onderzoekopdracht waren drie hoofdproblemen aan de orde:

- het ontwikkelen van een bruikbare methode van vegetatiekartering voor een zéér groot gebied in een beperkte tijdsduur,
- de analyse van het hydrologisch systeem,
- het ontwikkelen van een effectvoorspellingsmethodiek met behulp van dosis-effectrelaties.

Ervan uitgaande dat optimaal gebruik kon worden gemaakt van alle binnen het RIN aanwezige, deels pas recent verworven kennis en ervaring, was het duidelijk dat een deel van deze vraagstukken slechts opgelost zou kunnen worden door middel van een goede externe, interdisciplinaire samenwerking. Bij de voltooiing van dit onderzoekproject past dan ook vooral een woord van dank aan de verschillende onderzoekinstellingen en de betrokken onderzoekers die aan het welslagen van dit project hebben bijgedragen.
Met dit onderzoek zijn naar onze mening een aantal stevige stappen gezet in de richting waarin de oplossing van bovenstaande problemen gezocht moet worden. Het RIN hoopt in de toekomst de in dit onderzoek ontwikkelde methodiek voor de voorspelling van effecten van grondwateronttrekking op het natuurlijk milieu te kunnen vervolmaken en vertrouwt daarbij graag op een continuering van de externe samenwerking. Deze methodiek kan in de toekomst een belangrijk hulpmiddel gaan vormen bij de milieu-effectrapportage voor waterwinningsactiviteiten.

Het onderzoek is in hoofdzaak uitgevoerd door de drie auteurs van dit rapport. Drs. M.J.S.M. Reijnen was vanaf het voorjaar 1980 bij het project betrokken, aanvankelijk (tot 1 oktober 1980) als tijdelijk medewerker en daarna in vaste dienst bij de afdeling Adviezen en Algemeen Onderzoek van het RIN. Hij leverde een belangrijke bijdrage aan de opzet van het onderzoek en was belast met de voorbereiding en

de dagelijkse leiding van de veldinventarisaties, welke door de drie auteurs gezamenlijk werden verricht. Daarnaast heeft hij in sterke mate bijgedragen aan de gedachtenvorming met betrekking tot de dosis-effectrelaties en, in nauwe samenspraak met Drs. J. Wiertz van bovengenoemde afdeling en Drs. G. van Wirdum van de afdeling Botanie, richting gegeven aan de ontwikkeling van de effectvoorspellings- en evaluatiemethodiek. Tot slot verzorgde hij grotendeels de rapportage van dit onderzoek.

Drs. A. Vreugdenhil en Ir. H.M. Beije hebben in de zomer en herfst 1980 als tijdelijk medewerkers naast hun aandeel in het veldwerk tevens een deel van de verslaglegging verzorgd. Eerstgenoemde heeft daarna, tot 1 april 1981, meegewerkt aan de eindrapportage.
Bij de uitwerking van de inventarisatiegegevens werden de auteurs geassisteerd door twee stagiairs: de heer R.J. Prins en mejuffrouw E. Bloemsma.
Mevrouw Drs. W. Kortekaas heeft gedurende de maanden oktober 1980 t/m januari 1981 op part-time basis gewerkt aan de verwerking van de vegetatieopnamen tot een vegetatietypologie. Daarbij gaf Dr. E. van der Maarel van de Afdeling Geobotanie van de Universiteit van Nijmegen waardevolle aanwijzingen, terwijl deze afdeling gratis computerfaciliteiten ter beschikking stelde.
Drs. C.J.F. ter Braak en H. Adding van IWIS-TNO verleenden assistentie bij de berekeningen die in het kader van de effectvoorspelling uitgevoerd moesten worden en bij de totstandkoming van de vegetatiecomplexenkaart.
De ecohydrologische kaart steunt in belangrijke mate op geohydrologische gegevens welke door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening werden verstrekt. Tevens mag hier de goede samenwerking met de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen niet onvermeld blijven; Ir. J.C. Pape en Ir. A.F. van Holst hebben door het beschikbaar stellen van de gegevens over vocht- en stikstofleverantie van de bodem een wezenlijke bijdrage geleverd aan de ontwikkelde voorspellingsmethodiek. Voorts werd op het concept-eindrapport commentaar geleverd door de leden van de werkgroep van de Commissie ad hoc ter

bestudering van de mogelijkheden van grondwaterwinning ten zuiden van Breda en in groter verband in geheel westelijk Noord-Brabant*).
De wetenschappelijke begeleiding berustte in hoofdzaak bij Wiertz.
Ir. A.L.J. Wijnhoven trad op als projectcoördinator.

Leersum, december 1981 De Directie

*) De samenstelling van de werkgroep was als volgt:

Ir. G.A.M. Bloem	Gem. Energie- en Waterbedrijf Breda
Ing. J.C. Bron	Provinciale Waterstaat van Noord-Brabant
Ir. A.F. van Holst	Stichting voor Bodemkartering
Ir. J.F. de Jong, voorzitter	Provinciale Waterstaat van Noord-Brabant
Ing. G.J. Leunk	Technisch Secretariaat CoGroWa
Ir. J.H.C. Mülschlegel	Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening
Ir. P. Nuhn	N.V. Waterleidingmaatschappij Noordwest-Brabant
Drs. M.J.S.M. Reijnen	Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Ir. L. Scholma	Hoogheemraadschap West-Brabant
Ir. A.W. Sleeking	Technisch Secretariaat CoGroWa
Ir. A.L.J. Wijnhoven	Rijksinstituut voor Natuurbeheer.



1 SAMENVATTING

Aanleiding, doel en nadere afgrenzing van het onderzoek

Uitgaande van de huidige prognoses van de waterbehoefte zal naast een vergroting van de exploitatie van oppervlaktewater ook de winning van grondwater moeten worden uitgebreid. Een van de gebieden waarin uitbreiding van grondwaterwinning wordt overwogen, ligt ten zuiden van Breda (zie figuur 2.1). Om een verantwoorde afweging van belangen mogelijk te maken is door Provinciale Waterstaat Noord-Brabant een onderzoek op gang gebracht dat inzicht moet verschaffen in de effecten van grondwaterwinning op het natuurlijk milieu en de landbouw. Het onderzoek is opgedragen aan het RIN (natuurlijk milieu) en de Stiboka (landbouw), terwijl het RID is gevraagd gegevens te leveren over te verwachten dalingen van het freatisch grondwater.

Wanneer men voor een bepaald gebied wil weten wat de effecten zijn van grondwateronttrekking op het natuurlijk milieu, dient een breed opgezet ecologisch onderzoek te worden uitgevoerd. Een dergelijk onderzoek bleek in verband met beschikbare financiële middelen niet mogelijk. Daarom is gezocht naar mogelijkheden om tot een inperking van de oorspronkelijke onderzoekopzet te komen. Omdat de plantengroei, vooral de meer natuurlijke, tot op zekere hoogte indicatief is voor de bestaansmogelijkheden van andere organismen, is prioriteit gegeven aan een botanisch onderzoek. Verder is het te karteren gebied ingeperkt van ca. 37.000 tot 20.000 ha, door aan te nemen dat de plantengroei op de drogere gronden (het overgrote deel van de grondwatertrappen VI en VII) niet is gebonden aan het freatische grondwater.

Uitwerking van de probleemstelling

Alvorens de werkwijze van het onderzoek te kunnen vaststellen was het nodig de probleemstelling verder uit te werken (operationalisering). Nader inzicht was gewenst in de ingreep (grondwaterwinning), het hydrologische systeem en de veranderingen die daarin kunnen optreden, en de te verwachten effecten op de plantengroei en de mogelijke kwantificering van deze effecten.

Ofschoon het huidige onderzoek vooral is geëntameerd vanwege een verwachte toenemende behoefte aan drinkwater, zijn nog andere grondwaterwinningsbelangen in het geding, zoals die ten behoeve van de in-

dustrie en de landbouw. Met name voor de landbouwwinningen is een toename te verwachten, wat zich vooral manifesteert in droge jaren (in het droge jaar 1976 al gelijk aan de destijds plaatsvindende drinkwaterwinning). Voor de evaluatie van het onderzoek is het dan ook van belang dat aan de landbouwwinningen de nodige aandacht wordt geschonken.

De effecten van grondwateronttrekking op het hydrologische systeem komen vooral tot uiting in een afname van kwelstromen en een daling van het peil van het freatisch grondwater. Kwel vanuit dieper gelegen watervoerende pakketten lijkt in een aanzienlijk deel van het onderzoekgebied van belang te zijn.

De effecten op de vegetatie van de veranderingen in het grondwaterregime zijn verdeeld in directe en indirecte effecten. De directe effecten hebben betrekking op de watervoorziening van de plant:
- bij landplanten is het vochtleverend vermogen van de bodem van belang;
- bij waterplanten is de waterdiepte een relevanter gegeven.

De indirecte effecten hebben in eerste instantie betrekking op veranderingen in abiotische aspecten van het milieu. Deze veranderingen brengen op hun beurt weer veranderingen te weeg in de plantengroei. De volgende aspecten zijn van belang geacht:
- geringe veranderingen in de milieudynamiek, o.a. afname van het kalkgehalte van het freatisch grondwater als gevolg van een afname van diepere kwel;
- toename van de mineralisatiesnelheid, waardoor o.a. veel stikstof vrijkomt;
- toename van de aëratie van de bovengrond.

De hier beschreven effecten van grondwaterwinning op de vegetatie kunnen zich ook op grote afstand van de winplaats voordoen. Omdat van plantesoorten veel meer ecologische gegevens beschikbaar zijn dan van vegetatietypen, is ten behoeve van een kwantificering van de hiervoor genoemde effecten, gekozen voor een beschrijving van de plantengroei op floristische grondslag.

Globale opzet van het onderzoek (zie figuur 3.1)

Rekening houdend met de in het voorgaande aangegeven inperking van het onderzoekveld en de daarna beschreven uitwerking van de probleemstelling, zijn de doelstelling en globale opzet nader gepreciseerd en

uitgewerkt:

- het vervaardigen van een vegetatiebeschrijving en een kaart gebaseerd op lokale vegetatiekundige eenheden (waardoor een soortbenadering mogelijk is) voor dat deel van het onderzoekgebied waar de vegetatie door het grondwater wordt beinvloed;
- het beschrijven van dosis-effectrelaties tussen veranderingen in het grondwaterregime en de vegetatie;
- de beschrijving van de voorspelde veranderingen in de vegetatie door grondwateronttrekking;
- evaluatie van de voorspelde gevolgen voor de vegetatie met behulp van criteria die gerelateerd worden aan de doelstelling van het natuurbehoud;
- het vervaardigen van een ecohydrologische kaart gebaseerd op een interpretatie van beschikbare gegevens opdat de geografische relaties vooral via kwelstromen aangegeven kunnen worden;
- een beschouwing over de bruikbaarheid van de onderzoekresultaten voor verdere toepassing.

Het gehele onderzoek is uitgevoerd op schaal 1:50.000.

Beschrijving van de vegetatie

Voor het beschrijven van de vegetatie is een typologie opgesteld die is gebaseerd op vegetatie-opnamen uit het onderzoekgebied. Vanwege de omvang van dit gebied was het niet mogelijk het gehele terrein te bezoeken ten behoeve van de keuze van geschikte opnamelokaties. Daarom is gekozen voor een min of meer gestratificeerde opnamelokatie met behulp van een 'basiskaart landschapsstructuur' (zie bijlage 1). Op deze kaart is het onderzoekgebied op basis van voor de vegetatie relevante kenmerken (bodem, grondwatertrap, luchtfoto-eenheden) in ca. 1000 kaartvlakken verdeeld. De kaartvlakken zijn aan de hand van de genoemde kenmerken in een aantal typen ondergebracht, waarna van elk type ca. 20% van de kaartvlakken door middel van opnamen is bemonsterd (zie bijlage 2). In totaal zijn 989 opnamen gemaakt in de periode juli-augustus 1980, verdeeld over 204 kaartvlakken.

Vanwege het grote aantal opnamen is besloten bij de verwerking gebruik te maken van een multivariate methode, waardoor de computer kan worden ingeschakeld. Gelet op een aantal vooral praktische overweging-

en kwam de methode die is ontwikkeld aan de afdeling Geobotanie van de KU te Nijmegen (programma TABORD) het meest in aanmerking. Voor een schematische weergave van de procedure wordt verwezen naar figuur 3.10. Deze bewerking heeft geresulteerd in het onderscheiden van 81 vegetatietypen (zie appendix 4), die zijn samengevat in zeven hoofdtypen. Een globale beschrijving van deze hoofdtypen is gegeven in paragraaf 4.1.1.

De beschrijving van de vegetatie (kartering) is geschied per kaartvlak (gemiddeld ongeveer vijf vegetatietypen per kaartvlak).

Beschrijving van de dosis-effectrelaties

Om een uitspraak te kunnen doen over het effect van grondwaterwinning op de vegetatie is het nodig te weten welke aspecten in het geding zijn, in welke mate zij veranderen en welke plantesoorten binnen een vegetatietype daarop reageren. Dergelijke beschrijvingen zijn aan te duiden met de term dosis-effectrelaties (DER's). Een voorspelling over de samenstelling van de plantengroei na grondwateronttrekking (vestiging van nieuwe soorten, hervestiging) is niet uitgevoerd, omdat de kennis die nodig is voor dergelijke uitspraken, onvoldoende werd geacht.

Voor de beschrijving van de dosis is uitgegaan van de gevolgen voor het grondwaterregime: daling van het grondwaterpeil in verschillende mate (DER I t/m V) en afname van kwel (DER I). Voor het grondwaterpeil is de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) aangehouden.

Op basis van de analyse van de te verwachten effecten van grondwateronttrekking op de plantengroei (zie uitwerking van de probleemstelling) zijn vijf belangrijk geachte aspecten in de relatie grondwater-vegetatie onderscheiden. Met behulp van de literatuur en bestaande niet-gepubliceerde kennis bleek het mogelijk voor deze aspecten dosis-effectrelaties op te stellen. Daarvoor was het wel nodig in een aantal gevallen van hypotheses uit te gaan die echter zo goed mogelijk zijn verantwoord. Om de ecologische amplitude van plantesoorten ten aanzien van de genoemde aspecten te kwantificeren is gebruik gemaakt van de 'Zeigerwerte' van Ellenberg (1979) en de 'Freatofytenlijst' van Londo (1975). De dosis-effectrelaties worden hierna kort aangeduid (zie ook figuur 3.14):

I veranderingen in de 'fijne' milieudynamiek en het effect daarvan op de plantengroei;
II veranderingen in de mineralisatiesnelheid en het effect daarvan op de plantengroei;
III veranderingen in de aëratie van de bovengrond en het effect daarvan op de plantengroei;
IV veranderingen in het vochtleverend vermogen van de bodem en het effect daarvan op de plantengroei;
V veranderingen in de waterdiepte en het effect daarvan op de plantengroei.

Voorspelling van het effect van grondwateronttrekking op de vegetatie

Op basis van de beschreven dosis-effectrelaties is het effect op de vegetatie voorspeld van een afname van kwel en van een aantal mogelijke genormeerde dalingen van het grondwaterpeil (10, 25, 50, 75 en 100 cm). Het effect is weergegeven in de vorm van een lijst met gevoelige soorten (soorten die op korte of lange termijn zullen verdwijnen). Terwille van een snelle ecologische interpretatie is de hiervoor beschreven weergave van het effect samengevat tot een indexwaarde; in dit geval het gemiddelde vochtgetal van de betrokken soorten. Ter vergelijking is het gemiddelde vochtgetal van het vegetatietype vóór verandering bepaald.

Evaluatie van de voorspelde veranderingen in de vegetatie

Voor gebruik van de in dit onderzoek verzamelde gegevens met betrekking tot de vraag waar er ten zuiden van Breda grondwater kan worden gewonnen met zo min mogelijk schade voor de plantengroei, is het aangeven van de gevoeligheid van de vegetatie onvoldoende. Men zal de uitgangssituatie en de veranderingen die daarin optreden ook moeten waarderen; de criteria daarvoor zijn ontleend aan de doelstelling van het natuurbehoud. Bij dit onderzoek zijn de landelijke zeldzaamheidsgetallen van de plantesoorten als uitgangspunt genomen voor de evaluatie.

De zeldzaamheid van de vegetatie en de veranderingen die daarin optreden als gevolg van een daling van het grondwaterpeil van 25 cm zijn in kaart gebracht. In paragraaf 4.2.2 is de legenda van deze kaarten toegelicht en vindt een korte bespreking van het resultaat plaats.

Betrouwbaarheid van het effectenvoorspellingsmodel

Het effectenvoorspellingsmodel, zoals dat voor deze studie is ontwikkeld, berust in een aantal essentiële onderdelen op hypotheses die nog onvolledig onderbouwd zijn. Een nadere gevoeligheids- en betrouwbaarheidsanalyse is derhalve gewenst, alsmede nader onderzoek ter onderbouwing van de hypotheses. Het uitvoeren daarvan vraagt echter veel tijd en past ook niet geheel binnen dit onderzoek. In dit rapport is daarom volstaan met het aangeven van een aantal direct relevant lijkende aspecten en de mogelijke invloed op de betrouwbaarheid van de gegeven resultaten.

Beschrijving en interpretatie van de ecohydrologie

De opzet van deze beschrijving, die vooral in kaartvorm wordt weergegeven, was een globaal inzicht te verkrijgen in de grondwater- en kwelstromen in het onderzoekgebied, vanwege het belang dat deze kunnen hebben voor de vegetatie. Omdat nader hydrologisch onderzoek met betrekking tot grondwaterwinning nog moet plaatsvinden, kan een dergelijke beschrijving tevens bijdragen tot de keuze van te onderzoeken aspecten.

Op de ecohydrologische kaart zijn aangegeven:

- globale stroomrichting van het middeldiepe grondwater;
- gebieden waar de stijghoogte van het middeldiepe grondwater hoger is dan die van het freatische grondwater; dit zijn dus gebieden waar in potentie regionale (diepere) kwel kan optreden;
- gebieden waar aan het oppervlak kwelverschijnselen (met name ijzerroest) zijn waargenomen; deze kwel kan zowel een regionale als een lokale (ondiepe) herkomst hebben;
- waterlopen en waterscheidingen in het isohypsenpatroon van het freatisch grondwater, waarmee de herkomst van de lokale kwel globaal is aangegeven.

Bij de interpretatie van de ecohydrologie is vooral ingegaan op de relatie tussen het hydrologisch systeem en de actuele vegetatie. De vanuit een oogpunt van natuurbehoud belangrijkste gebieden (in het gekarteerde deel van het onderzoekgebied) kunnen globaal in twee categorieën worden ondergebracht:

- er bestaat een relatie met lokale en waarschijnlijk (omvangrijke) regionale kwel;

- er is een schijngrondwaterstand aanwezig.

De gebieden van de eerstgenoemde categorie komen het meeste voor. Het optreden van regionale kwel lijkt hier een belangrijke voorwaarde voor het voortbestaan van de nog aanwezige botanische rijkdom.

Toepassing

Aangezien bij de afronding van dit onderzoek nadere gegevens over de hydrologische effecten nog ontbraken, was een kwantitatieve beschrijving van de mogelijke effecten van grondwateronttrekking niet goed uitvoerbaar. Uitgaande hiervan is een procedureschema ontworpen dat als leidraad kan dienen om tot een inperking van het onderzoekgebied en van het aantal winningslokaties te kunnen komen. Daarbij is aangegeven op welke wijze de resultaten van dit onderzoek kunnen worden gebruikt (zie verder hoofdstuk 5 en appendix 6).

In zijn algemeenheid is het hiervoor genoemde schema in overeenstemming met de procedure zoals die door de beleidsverantwoordelijke instantie, i.c. Provinciale Waterstaat Noord-Brabant, gevolgd zal worden.

2 INLEIDING

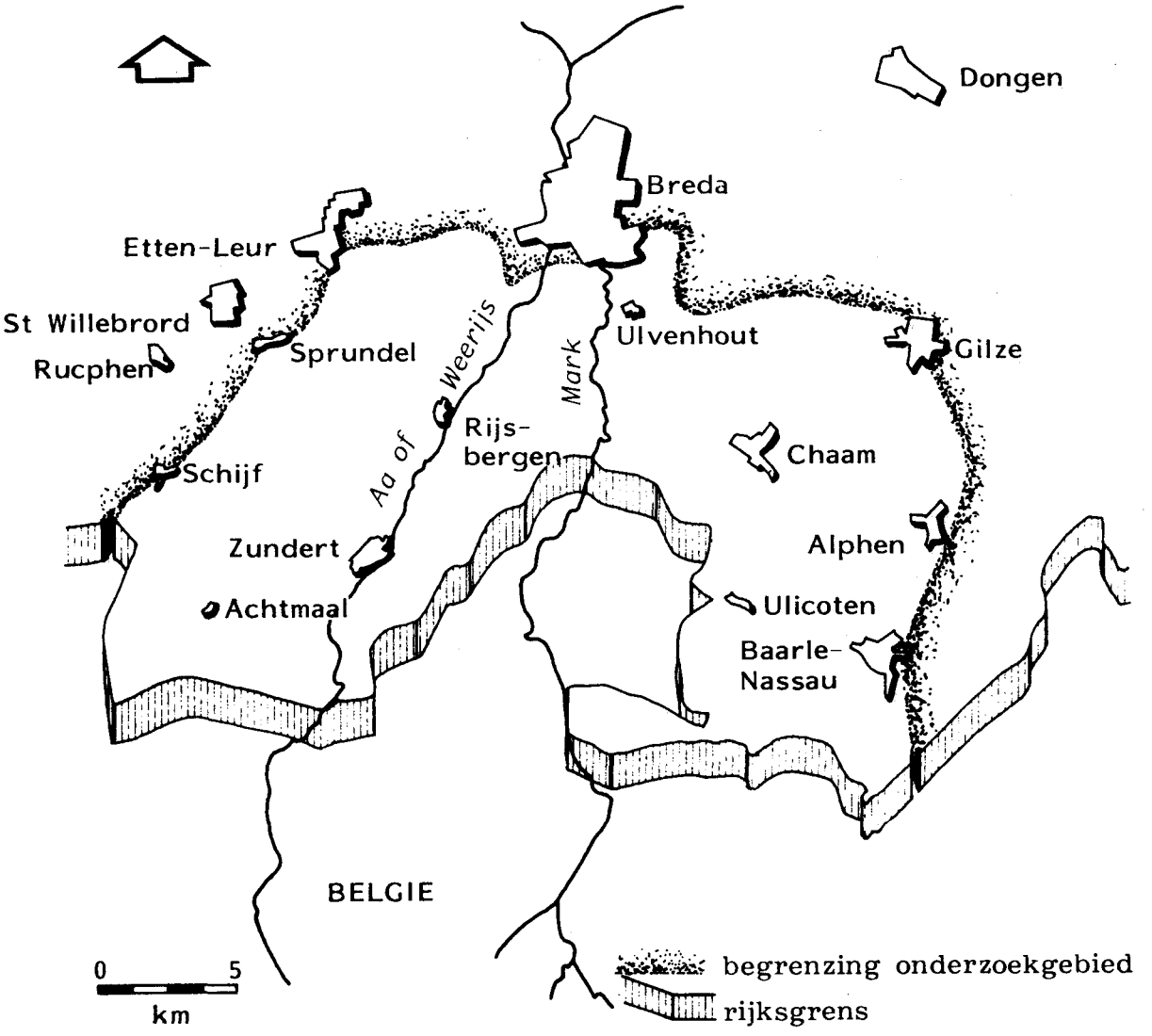
2.1 Probleemstelling en doel

De afgelopen jaren is de waterbehoefte van de bevolking en de industrie sterk gegroeid. De prognoses voor waterbehoefte in het 'Ontwerp Structuurschema drink- en industriewatervoorziening' (Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening 1972) gaan ook uit van een groei van het watergebruik. Volgens ramingen in het 'Tweede structuurschema drink- en industriewatervoorziening deel A beleidsvoornemen' (Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne e.a. 1981) en de 'Nota drink- en industriewatervoorziening' (Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne 1981) zal het totale nationale waterverbruik, dat in 1971 1,7 miljard kubieke meter bedroeg, in het jaar 2000 gestegen zijn tot 2,4 miljard kubieke meter. Om aan deze behoefte te kunnen voldoen zal volgens het structuurschema naast een vermeerdering van de exploitatie van oppervlaktewater, ook de winning van grondwater moeten worden uitgebreid. Deze prognoses dienen echter met voorzichtigheid te worden gehanteerd omdat de meest recente nogal afwijken van de prognoses in het Ontwerp Structuurschema 1972. Daarin werd namelijk voor het jaar 2000 een waterbehoefte van 4 miljard kubieke meter geraamd.

In het Structuurschema wordt erop gewezen dat bij de uitbreiding van grondwaterwinning ook rekening moet worden gehouden met de belangen van de landbouw en het natuurbehoud. Daarbij kan worden opgemerkt dat met grote inspanning gezocht zal moeten worden naar mogelijkheden om het watergebruik te beperken, omdat het natuurbehoud daar het meest mee gediend is.

Een van de gebieden waarvoor de uitbreiding van grondwaterwinning wordt overwogen, ligt ten zuiden van Breda. Om een verantwoorde afweging van belangen mogelijk te maken zijn de verantwoordelijke instanties, Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant, in overleg met de Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven (CoGroWa) en de betrokken waterleidingbedrijven in 1974, overgegaan tot de instelling van een 'Commissie ad hoc ter bestudering van de mogelijkheden van grondwaterwinning ten zuiden van Breda en in groter verband in geheel westelijk Noord-Brabant'.

Het gekozen onderzoekgebied ten zuiden van Breda wordt begrensd door de lijn Roosendaal-Breda-Gilze en de Belgisch-Nederlandse grens (zie figuur 2.1). De grootte bedraagt ca. 370 km^2.



Figuur 2.1 Globaal overzicht van het onderzoekgebied

Het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) heeft op verzoek van Provinciale Waterstaat Noord-Brabant in 1977 een voorlopig indicatief rapport uitgebracht over de gevolgen voor het natuurlijk milieu van eventuele grondwaterstandsdaling (De Molenaar 1977). Mede naar aanleiding van dit rapport is besloten om in het gebied nader onderzoek te laten verrichten naar de gevolgen van een eventuele grondwaterstandsdaling voor de daarin aanwezige natuurwaarden. Voorts werd het ook wenselijk geacht inzicht te verkrijgen in de gevolgen van een eventuele grondwaterstandsverlaging voor de landbouw. Het onderzoek is door de hoofdingenieur-directeur van de Provinciale Waterstaat Noord-Brabant opgedragen aan respectievelijk het RIN en de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka). Binnen dit kader is aan het RIN verzocht de botanische kwetsbaarheid aan te geven en aan de Stiboka om de gevoeligheid van landbouwgronden te bepalen. Het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (RID) voert in samenwerking met Belgische en Nederlandse instanties een geohydrologisch onderzoek uit in het grensgebied van westelijk Noord-Brabant en de Antwerpse Kempen. In dit verband is het RID gevraagd gegevens te leveren over de te verwachten dalingen van het freatisch grondwater.

In dit rapport zal worden ingegaan op de gevolgen voor de vegetatie van grondwaterstandsdaling. Over de integratie van de afzonderlijke deelonderzoeken en over de toepassing van de resultaten zijn bij de aanvang van dit onderzoek geen afspraken gemaakt.

2.2 Uitgangspunten en beperkingen

Wanneer men voor een bepaald gebied wil weten wat de effecten zijn van grondwateronttrekking voor het natuurlijk milieu dient een breed opgezet ecologisch onderzoek te worden uitgevoerd. Daarin zal moeten worden gekeken naar het voorkomen van plantesoorten, vegetaties en diersoorten in hun onderlinge relaties en in relatie tot het abiotisch milieu (klimaat, bodem, grondwater). Voor een dergelijk onderzoek bleken in dit verband de beschikbare financiële middelen niet toereikend te zijn. Noodgedwongen moest het ecologisch onderzoek worden ingeperkt tot een botanisch onderzoek. Dit heeft als consequentie dat nu informatie beschikbaar is over slechts één aspect van het milieu: de vegetatie. Dit betekent dat er geen prognose gemaakt kan worden van de gevoeligheid van totale levensgemeenschappen

(het totaal van planten en dieren) voor grondwateronttrekking. Ondanks de onvolledigheid inherent aan deze aspectenbenadering leek het gerechtvaardigd prioriteit te geven aan een botanisch onderzoek, omdat vegetaties - vooral de meer natuurlijke - tot op zekere hoogte indicatief zijn voor de bestaansmogelijkheden van andere organismen.

Door aan te nemen dat vegetaties op de relatief hooggelegen gronden (het overgrote deel van de grondwatertrappen VI en VII) niet gebonden zijn aan het freatisch grondwater, kon het karteringsgebied ingeperkt worden van ca. 37.000 tot 20.000 ha. Voor het verkrijgen van inzicht in geografische relaties met betrekking tot het grondwater moest uiteraard het gehele onderzoekgebied in beschouwing worden genomen.

Een precieze effectenstudie is vooralsnog niet mogelijk omdat de veranderingen in het grondwaterregime en de gebieden waarover deze zich zullen uitstrekken nog niet bekend zijn. In het botanisch deelonderzoek zal nu worden volstaan met een kwetsbaarheidsbeschrijving voor een aantal hypothetische grondwaterstandsverlagingen en afname van kwelstromen.

2.3. Uitwerking van de probleemstelling

2.3.1 Globale beschrijving van het onderzoekgebied met nadruk op hydrologische aspecten

2.3.1.1 Geohydrologie

De ondergrond van het westelijk deel van Noord-Brabant wordt gevormd door diverse afzettingen van zowel mariene, fluviatiele als eolische oorsprong. Deze afzettingen vormen een complex van min of meer evenwijdige lagen dat afhelt van zuid naar noord. In de Belgische Kempen komen deze lagen nabij of aan de oppervlakte voor. In de omgeving van Breda bedraagt de dikte van deze lagen ongeveer 300 m (Lekahena & Smoor 1970, p. 16). De basis wordt gevormd door een nagenoeg ondoorlatende tenminste 100 m dikke laag van midden-oligocene ouderdom: Boomse klei. Het daarboven gelegen materiaal is laagsgewijs opgebouwd uit afzettingen die geohydrologisch kunnen worden geschematiseerd tot relatief goed en relatief slecht doorlatende lagen.

De goed doorlatende lagen bestaan uit zand en grindpakketten. Deze watervoerende lagen worden van elkaar gescheiden door slecht doorlatende klei- en leemlagen.

In het gebied ten zuiden van Breda zijn globaal drie watervoerende pakketten te onderscheiden. De geohydrologische opbouw van de ondergrond is schematisch als volgt weer te geven (ontleend aan een nota van de Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven 1977):

1. Pleistoceen, Nuenengroep, dekzand met plaatselijk leemlenzen. Ondiep watervoerend pakket met freatisch grondwater, wisselend van dikte, maximaal echter 10 m.
2. Pleistoceen, Formatie van Kedichem en gedeeltijk Formatie van Tegelen, fijn zand, klei en leem. Eerste slecht doorlatende laag, 30-50 m dik. Samenstelling en opbouw zijn zeer wisselend zodat ook de doorlatendheid varieert. De klei- en leemlenzen komen vooral in het bovenste gedeelte van deze laag voor (soms tot aan het maaiveld) en worden wel aangeduid als Kedichemklei.
3. Pleistoceen, onderste deel van de Formatie van Tegelen en de Formatie van Maarsluis, grovere zanden met schelpresten. Middeldiep watervoerend pakket, enkele tientallen meters dik. In het zuiden van westelijk Noord-Brabant is de doorlatendheid iets groter dan in het noorden.
4. Plioceen, Formatie van Oosterhout (klei van Kallo), overwegend klei. Tweede slecht doorlatende laag, variërend in dikte van 10 tot 30 m. In zuidelijke richting neemt de dikte van deze laag af en wordt de klei bovendien zandiger.
5. Plioceen, Formatie van Oosterhout (zanden van Kattendijke), schelphoudende zanden. Diep watervoerend pakket, goed doorlatend. In het centrale deel van westelijk Noord-Brabant 50-100 m, aan de west- en oostzijde 10-20 m dik.
6. Mioceen, Formatie van Breda, fijn zand. Deze vele tientallen meters dikke laag behoort bij het diepe watervoerende pakket, maar is veel minder doorlatend dan de bovenliggende laag.
7. Oligoceen, Formatie van Rupel (Boomse klei), stugge klei. Deze zeer dikke laag vormt een ondoorlatende basis.

Uit de isohypsenkaarten (Lekahena & Smoor 1970; door het RID vervaardigde kaarten van 1976, 1978) van het middeldiepe en diepe water-

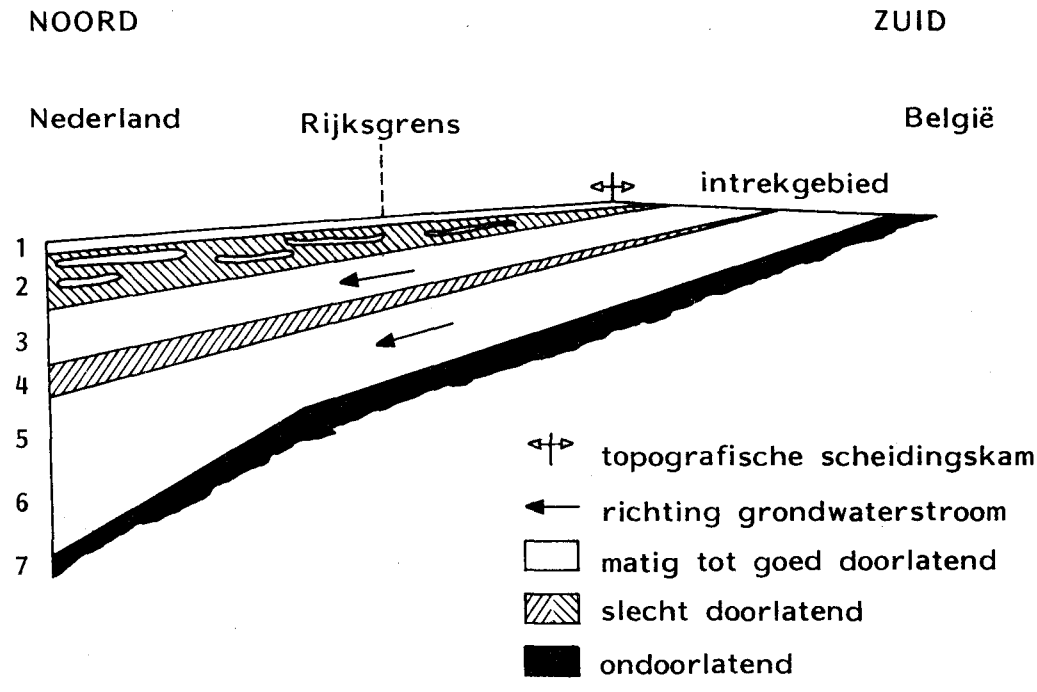
voerende pakket is af te leiden dat het stromingspatroon in het onderhavige gebied in beide pakketten vrijwel identiek en noordwaarts gericht is. Infiltratie van regenwater naar de watervoerende pakketten zal met name in het zuiden (België) plaatsvinden aangezien deze daar aan of dichtbij de oppervlakte komen en de hydrologische weerstand van de slecht doorlatende klei- en leemlagen daar relatief gering is. Dit heeft tot gevolg dat de samenhang tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het middeldiepe grondwater in het zuiden van het gebied aanzienlijk groter is dan in het noorden.

De verschillen in stijghoogte tussen het middeldiepe grondwater en het ondiepe grondwater wekken de indruk dat grondwater uit het diepere pakket ook een aandeel heeft in de toevloeiing naar de beken c.q. beekdalen. Dit is bevestigd door Faber (1972) die aantoont dat ca. 20% van de totale afgevoerde hoeveelheid water in het stroomgebied van de Mark uit kwelwater van de diepere pakketten bestaat. Faber stelt dat het optreden van diepere kwel mogelijk is omdat de veelal slecht doorlatende Kedichemse afzetting (de bovenste laag van de Formatie van Kedichem) met name ontbreekt in het stroomgebied van de Mark tussen Breda en de Belgische grens (Vallei van Breda).

Tenslotte nog enkele korte opmerkingen over de chemische samenstelling van het grondwater (ontleend aan Lekahena & Smoor 1970). Vanaf het maaiveld tot ongeveer 20 m onder NAP treedt sulfaat in een relatief hoog percentage op (20-40 mg/1), plaatselijk speelt chloride een overheersende rol (<30 mg/1). Naar de diepte verandert het grondwater duidelijk in samenstelling: het sulfaat neemt af (absoluut en procentueel), terwijl calcium en bicarbonaat toenemen (tot ca. 20° hardheid in de schelpenrijke zandlagen van het diepe watervoerende pakket).

2.3.1.2 Geologie, geomorfologie, bodem en grondwater

De oppervlaktegeologie van het onderzoekgebied wordt bepaald door het voorkomen van een enkele meters dikke leem- en kleilaag van pleistocene oorsprong op geringe diepte, de Kedichemklei (Faber 1972). In de Vallei van Breda is deze afzetting echter als gevolg van erosie grotendeels weer verdwenen. Gedurende het Laat-Pleistoceen zijn daarna in het hele gebied diverse dekzanden afgezet die gerekend worden tot de Oude en Jonge Dekzanden (Stiboka 1964).



VERKLARING:

1. ondiep watervoerend pakket met freatisch grondwater (dekzand)
2. weerstandbiedend zand-, klei- en leemcomplex (Formatie van Tegelen)
3. middeldiep watervoerend pakket (Formatie van Tegelen en Formatie van Maarsluis)
4. weerstandbiedende kleihoudende laag (Formatie van Oosterhout)
5. diep watervoerend pakket, goed doorlatend (Formatie van Oosterhout)
6. diep watervoerend pakket, matig doorlatend (Formatie van Breda)
7. ondoorlatende stugge klei (Formatie van Rupel)

Voor nadere toelichting zie paragraaf 2.3.1.1

Figuur 2.2 Globaal schema van de geohydrologische opbouw van de ondergrond van het gebied ten zuiden van Breda (bron: RID)

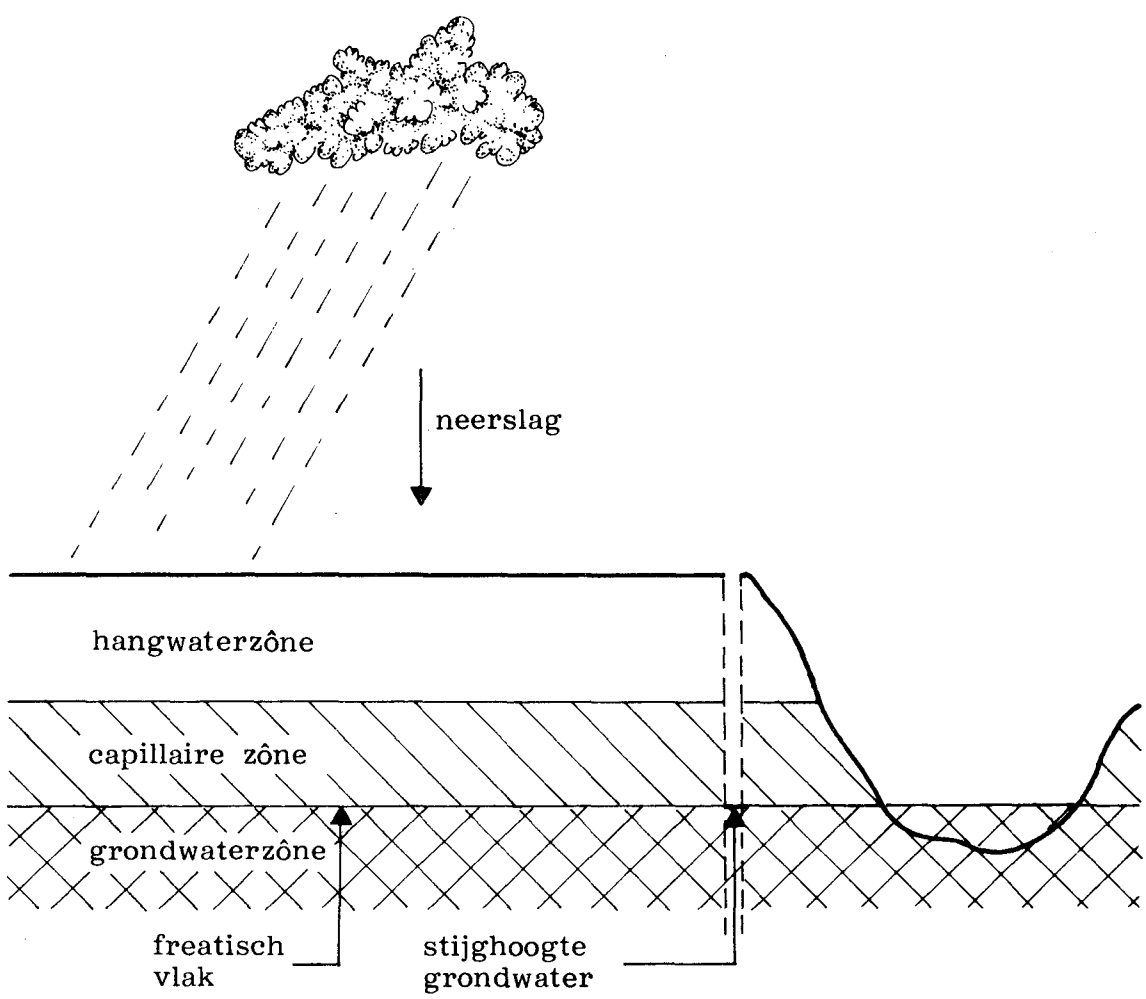
De Kedichemklei is van invloed op de waterhuishouding: zij stagneert de infiltratie van regenwater en kan ook de stroomrichting van het freatisch grondwater wijzigen. Het ontspringen van diverse kleine beken op de 'flanken' van de erosievallei is hiervan waarschijnlijk een gevolg.

Het oppervlak van het gebied vertoont een zwak golvend karakter met een zwakke helling van zuidoost naar noordwest. Dit algemene patroon wordt enigszins verstoord door de Vallei van Breda. Het hoogste punt ligt in het uiterste zuidoosten op 23 m boven NAP en de laagste plek ligt juist op NAP-niveau even ten noordwesten van Etten. Uitgestoven laagten, restanten van voormalige beekdalen, enkele hogere zandruggen en de huidige beekdalen vergroten de differentiatie in het reliëf.

De hiervoor beschreven geologische en geomorfologische situatie zorgden ervoor dat tijdens het Holoceen, onder invloed van bodemvormende processen, een grote variatie aan bodemtypen kon ontstaan. Op de hoger gelegen delen ontstonden veld- en haarpodzolgronden. In de beekdalen werden beek- en gooreerdgronden gevormd en in de min of meer afvoerloze laagten konden moerige en venige gronden tot ontwikkeling komen. Onder invloed van de mens werd de differentiatie in bodemtypen nog vergroot: enkeerdgronden, vlak- en duinvaaggronden. De ruimtelijke verspreiding van de bodemtypen wordt gegeven op de bodemkaart 1:50.000 van de Stiboka (Kanters e.a. 1978).

De relatie tussen grondwater en bodem is zeer direct. Het grondwater bevindt zich in grote delen van Nederland dicht onder het maaiveld en beïnvloedt hierdoor de bodemontwikkeling. In het bodemprofiel kunnen drie zones worden onderscheiden naar het voorkomen van water. Het zijn de grondwater-, de capillaire en de hangwaterzone. De invloed van het grondwater beperkt zich tot de grondwater- en capillaire zone (zie figuur 2.3). In de grondwaterzone bevindt het water zich onder een druk groter of gelijk aan de atmosferische en zijn alle poriën met grondwater gevuld. De capillaire zone bevat grondwater dat door capillaire werking boven het freatisch vlak uitstijgt. In het onderste deel van deze zone kunnen alle poriën nog met (gebonden) water gevuld zijn (vol capillaire zone); daarboven is naast water ook lucht aanwezig.

In de hangwaterzone bevindt zich capillair gebonden water dat afkomstig is van regenwater dat als zakwater in de grond is achtergebleven. Waar de capillaire zone ophoudt en de hangwaterzone begint, is dikwijls moeilijk te bepalen. Het grondwaterniveau kan zowel in de tijd als de ruimte variëren. Door de Stiboka is een landelijke klassenindeling opgesteld waarmee de grondwaterdiepte en de wisseling ervan in de seizoenen gekarteerd kan worden (De Bakker & Schelling 1966; Van Heesen 1971). Deze zogenaamde grondwatertrappen (Gt I t/m V) zijn aangegeven op de bodemkaarten (schaal 1:50.000).



Figuur 2.3 Het voorkomen van water in de grond (schematisch)

2.3.1.3 Veranderingen in landschap en waterhuishouding

Het halfnatuurlijke landschap zoals dat sinds de vroege Middeleeuwen tot eind vorige eeuw voorkwam op de pleistocene zandgebieden van Zuid- en Oost-Nederland werd gekenmerkt door een verhoudingsgewijs klein oppervlak aan bouw- en grasland en daaromheen uitgestrekte heidevelden, soms afgewisseld met bossen en venen. De 'Topografische en Militaire kaart van het Koninkrijk der Nederlanden' verkend omstreeks 1840, toont voor het gebied ten zuiden van Breda een landschapsbeeld zoals hierboven omschreven. In die tijd bedekten de Ulicootsche-, Chaamsche, Strijbeeksche-, Galdersche- en Zundertsche Heide ruim de helft van het gebied. In deze heidevelden lagen grote aantallen vennen en vennetjes. In de omgeving van Zundert, vooral langs de Belgisch-Nederlandse grens, kwamen uitgestrekte grotendeels al afgegraven veengebieden voor.

De heide- en veengebieden hadden een regulerende invloed op de waterhuishouding. Door het ontbreken van sloten en greppels en het vasthouden van water door veen kon het neerslagwater slechts zeer geleidelijk afstromen (Baaijens & De Molenaar 1981). Met de komst van kunstmest aan het eind van de vorige eeuw heeft men de uitgestrekte, van nature voedselarme velden ontgonnen tot cultuurgrond. Het systeem van geleidelijke afvoer van overtollig neerslagwater werd hiermee teniet-gedaan, hetgeen leidde tot extra wateroverlast in de laagliggende gebieden.

Het huidige landschap ten zuiden van Breda heeft over het algemeen een totaal ander karakter dan het voormalige halfnatuurlijke landschap. Het bestaat thans voor ca. 77% uit landbouwgrond, voor ca. 20% uit natuurgebied en aangeplante bossen en voor ca. 3% uit bebouwing (volgens Faber 1972). Door de moderne, sterk gemechaniseerde agrarische bedrijfsvoering zijn vooral de laatste decennia veel natuurlijke waarden verloren gegaan. Wat nu nog resteert zijn de relicten van het eens uitgestrekte, halfnatuurlijke landschap. De bespreking van de veranderingen zal hier beperkt blijven tot waterhuishoudkundige veranderingen, alhoewel deze dus, zoals in het voorgaande uiteengezet is, niet op zichzelf staan maar juist nauw verbonden zijn met andere ingrepen.

Vooral door de landbouw is er steeds naar gestreefd de waterhuishouding zodanig te reguleren, dat een optimale bedrijfsvoering

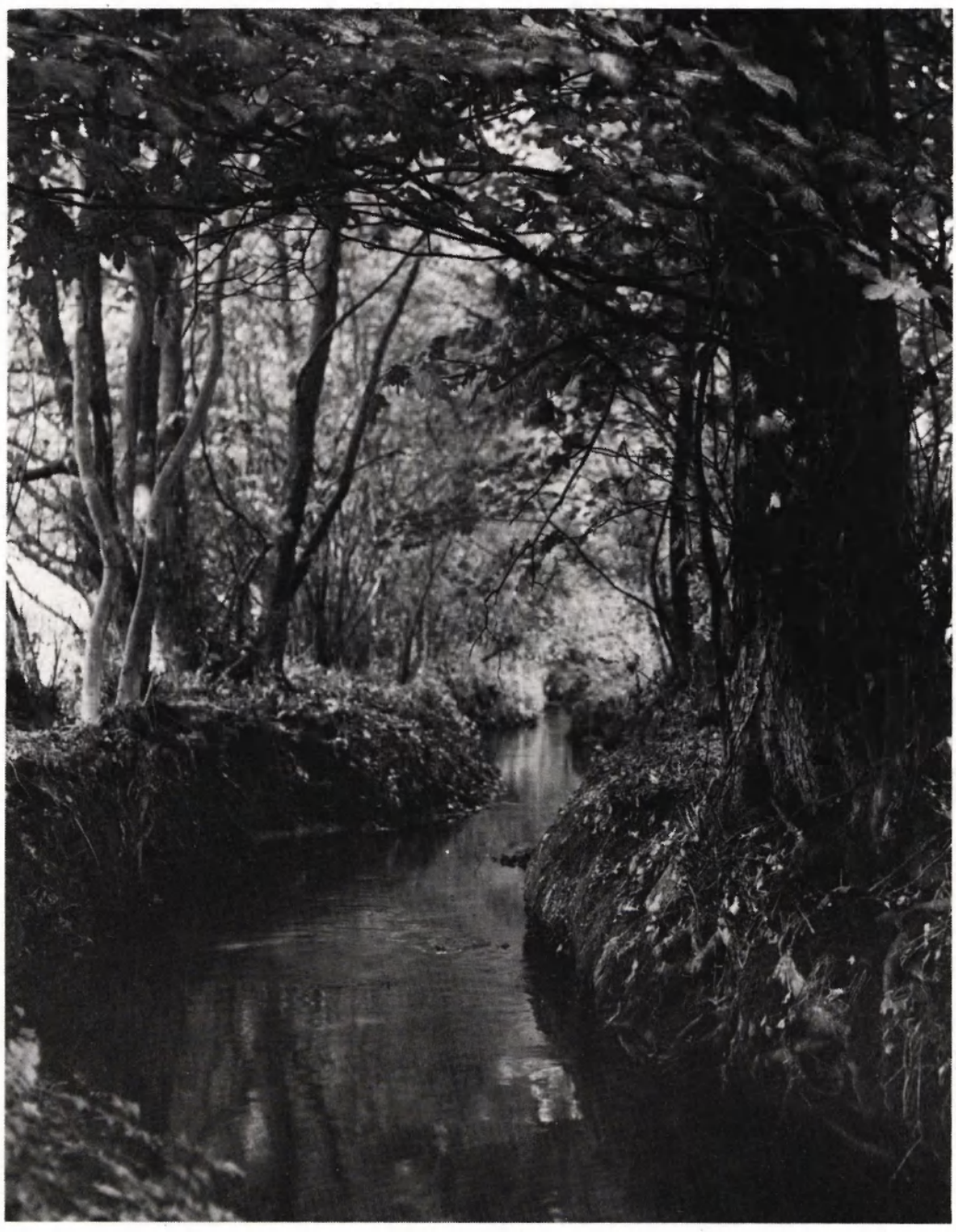
gewaarborgd is. Globaal komt dit streven neer op het snel afvoeren van oppervlaktewater in winter en voorjaar en het vasthouden van water in de zomer. Door de technische ontwikkelingen zijn de mogelijkheden van kunstmatige regulering sterk vergroot. Dit heeft recent geresulteerd in het verbreden, uitdiepen en rechttrekken van de meeste waterlopen (o.a. de Mark en de Weerijs of Aa). Deze regulaties, met als doel het voorkomen van wateroverlast in perioden met neerslagoverschot, hebben echter de voor de landbouw negatieve gevolgen van minder wateraanbod in het zomerhalfjaar versterkt. De hiertegen opgeworpen voorzieningen in de vorm van stuwen e.d. blijken vaak niet volledig te voldoen. Mede als gevolg hiervan is in de landbouw beregening, als middel om de vochtvoorraad binnen het bereik van de wortels van het gewas te verhogen, sterk toegenomen. Hiervoor wordt oppervlaktewater en in toenemende mate grondwater gebruikt. Het grondwater wordt meestal gewonnen uit het middeldiepe watervoerende pakket (zie paragraaf 2.3.1.1. en 2.3.2.2). In samenhang met de beekregulaties en in het kader van ruilverkavelingen zijn ook veel vochtige en natte gronden beter ontwaterd ten behoeve van het uitoefenen van moderne landbouw. Momenteel zijn voor een groot deel van het gebied nog ruilverkavelingen in voorbereiding.

De hiervoor geschetste veranderingen in de waterhuishouding zijn van grote invloed geweest op het natuurlijk milieu. Van oorsprong natte en vochtige milieus zijn veelal verdwenen, terwijl de intensivering van de landbouw veel resterende natuurwaarden heeft aangetast in en buiten de natuurgebieden. Bovendien heeft de regulering van een groot aantal waterlopen, samen met een algehele verontreiniging van het oppervlaktewater, geleid tot het grotendeels verdwijnen van de oorspronkelijke beekmilieus en de daaraan verbonden levensgemeenschappen. Een aantal kleinere beken hebben tot op heden nog relatief veel van hun waarde behouden. Hiervan geeft Moller Pillot (1976) een uitvoerige beschrijving. Met name zijn te noemen het Merkske, de Strijbeekse beek, de Chaamse beek en de Molenley.

2.3.2 Grondwaterwinning

2.3.2.1 Mogelijke gevolgen voor het grondwaterregime

Grondwater wordt over het algemeen gewonnen uit de dieper gelegen



De Chaamse beek op het landgoed Honsdonk ten noorden van Chaam; een voorbeeld van een relatief nog weinig gestoorde beekloop

watervoerende pakketten. In het onderzoekgebied is vooral het diep gelegen watervoerende pakket met veel grof schelpenrijk zand geschikt voor waterwinning (RID 1972). Doordat de weerstand van de hoger gelegen slecht doorlatende lagen niet zeer groot is, kan men verwachten dat de gevolgen van grondwaterwinning tot in het freatisch pakket merkbaar zullen zijn. Globaal kan men stellen dat, hoe ondieper de winning plaatsvindt hoe groter de invloed op het freatisch pakket is (voor een nadere toelichting zie paragraaf 2.3.1.1).

De invloed op het waterregime is globaal in twee categoriën onder te brengen (zie met name Van Wirdum 1981 en Udo de Haas e.a. 1980).

- een al dan niet plaatselijke daling van de gemiddelde grondwaterstand, samen met een vergroting van de fluctuaties tussen hoogste en laagste peil; samenhangend hiermee zal een toenemende doorluchting van de bodem optreden, waardoor o.a. een versterkte mineralisatie van organisch materiaal kan plaatsvinden.
- een verandering van de intensiteit en mogelijk zelfs van de richting van de grondwaterstroming, waardoor de wegzijging toeneemt en de kwel afneemt; dit heeft tot gevolg dat lokaal veranderingen optreden op plaatsen met:

1. een constant waterregime onder invloed van kwel;
2. een relatieve voedselarme situatie onder invloed van kwel in een overigens eutroof milieu;
3. een fosfaatbuffering onder invloed van lithotrofe kwel (met name Ca-rijke kwel).

Met kwel wordt hier vooral de opwaartse stroming van het middeldiepe naar het ondiepe grondwater bedoeld (zie paragraaf 3.6 en 4.3).

In paragraaf 2.3.2.2 wordt toegelicht hoe de veranderingen in het waterregime en de daarmee samenhangende veranderingen in de kwaliteit van het grondwater en de bodem doorwerken in het biotisch milieu, met name in de plantengroei. In paragraaf 4.3 wordt de betekenis van grondwaterstromingen in relatie tot de plantengroei (ruimtelijke relaties) nader toegelicht.

2.3.2.2 Huidige grondwaterwinning

Het grondwaterverbruik kan worden onderverdeeld in leidingwaterverbruik en verbruik door industrie en landbouw middels eigen winning. Het leidingwaterverbruik bestaat voornamelijk uit huishoudelijk en

industrieel waterverbruik. Van het leidingwaterverbruik en het industrieel waterverbruik met eigen winning zijn exacte cijfers beschikbaar. Van het agrarisch verbruik met eigen winning (kunstmatige beregening en bevloeiing in de landbouw) zijn voor het onderzoekgebied enkele cijfers uit de enquete van 1976 van de Stichting tot Uitvoering van Landbouwmaatregelen (STULM) bekend (De Wilde & Linthorst 1978). Naast het grondwaterverbruik ten behoeve van bovengenoemde doeleinden vindt ook nog onttrekking van grondwater door bronbemaling plaats.

De hierna vermelde gegevens over de omvang van de winningen door de diverse vormen van grondwaterverbruik zijn verstrekt door Provinciale Waterstaat Noord-Brabant.

Grondwaterwinning door waterleidingmaatschappijen

Figuur 2.4 geeft de ligging aan van de pompstations in of vlakbij het onderzoekgebied; tussen haakjes staan vermeld voor welke hoeveelheden de CoGroWa inmiddels (situtie 1980) een positief advies heeft uitgebracht. De pompstations Prinsenbosch (5.10^6 m^3) en Gilze (2.10^6 m^3) en het pompstation Ginneken waarvoor de CoGroWa in 1980 een positief advies heeft uitgebracht voor een winning van $0{,}4.10^6$ m^3 per jaar, liggen binnen het onderzoekgebied. De direct omliggende pompstations hebben ook hun invloed op de waterhuishouding van het onderzoekgebied. Met name geldt dit voor het pompstation Schijf ($10{,}5.10^6$ m^3). Over pompstations in België die binnen het stroomgebied van de Mark en de Weerijs liggen, stonden ons geen gegevens ter beschikking. In 1980 bedroeg de grondwaterwinning in het onderzoekgebied, de invloed van de omliggende pompstations in Nederland daarbij meegerekend, ca. 11,7 m^3. De winning vindt vooral plaats vanuit het diepe watervoerende pakket.

Grondwaterwinning door de industrie

De grondwaterwinning door de industrie bedroeg in het onderzoekgebied in 1980 $4{,}7.10^6$ m^3, de invloed van de direct omliggende industriële winningen daarbij meegerekend. Vanaf 1974 is de winning door de industrie met ca. 23% afgenomen, voornamelijk een gevolg van de werkingssfeer van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. De winningen vinden plaats vanuit de middeldiepe en diep watervoerende pakketten.
De winningscijfers van de industrie per gemeente zijn in appendix 1

weergegeven (1974-1980).

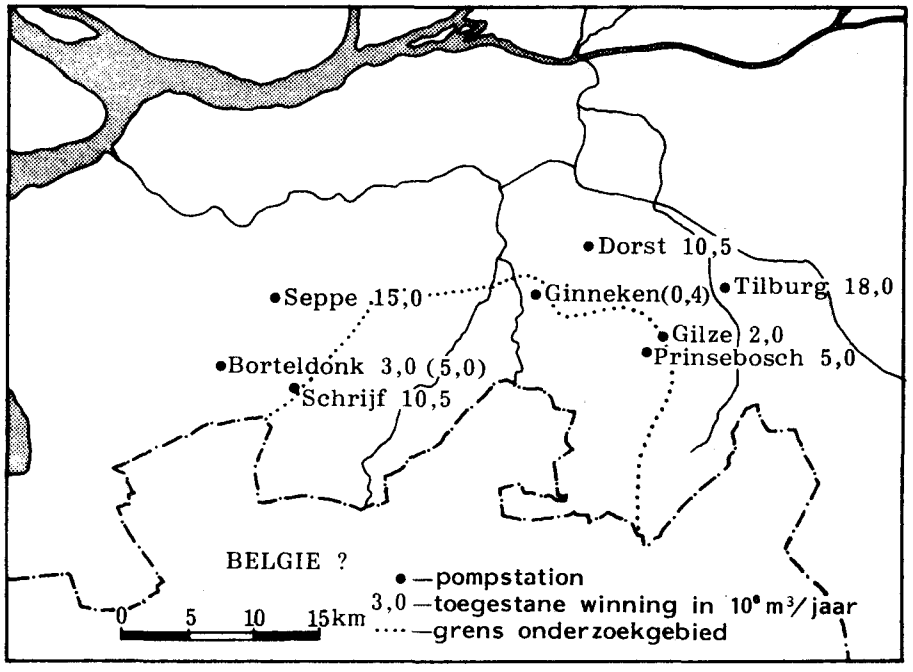
Grondwaterwinning door de landbouw en bronbemaling

Modernisering in de landbouw heeft ertoe geleid dat steeds meer gebruik wordt gemaakt van kunstmatige beregening. De landbouwputten onttrekken over het algemeen grondwater uit het middeldiepe watervoerende pakket. Over het aantal putten en hun ligging staan ons geen gegevens ter beschikking. Omtrent de gewonnen hoeveelheid in het onderzoekgebied zijn enkel cijfers uit de al eerder genoemde STULM-enquete van 1976 beschikbaar (zie De Wilde en Linthorst 1978). Volgens de enquete bedroeg de grondwateronttrekking ten behoeve van kunstmatige beregening in het gebied ten zuiden van Breda in de uitzonderlijk droge zomer van 1976 ca. 11.10^6 m^3. Deze hoeveelheid is niet representatief voor de grondwateronttrekking door de landbouw onder klimatologisch gemiddelde omstandigheden. Een indruk hiervan kan worden verkregen door uit te gaan van de potentiële aanvullende waterbehoefte van landbouwgewassen onder dergelijke gemiddelde omstandigheden (ca. 70 mm). Onder potentiële aanvullende waterbehoefte wordt verstaan de hoeveelheid water die nodig is om het gewas optimaal van vocht te voorzien als aanvulling op de hoeveelheid welke wordt bepaald door het klimaat en de natuurlijke vochtleverantie van de bodem. Voor het onderzoekgebied wordt dan, uitgaande van een met grondwater beregend oppervlak dat 1,5 maal zo groot is als in 1976 (ca. 5000 ha), een onttrekking van $3\text{-}4.10^6$ m^3 per jaar gevonden.

De onttrekking van grondwater door bronbemaling vindt voornamelijk plaats vanuit het ondiepe watervoerende pakket. In 1980 bedroeg de onttrekking ca. $0{,}2.10^6$ m^3.

Evaluatie

Wanneer we de onttrekking van grondwater in het gebied ten zuiden van Breda door waterleidingbedrijven, industrie, bronbemalingen en landbouw onder klimatologisch gemiddelde omstandigheden sommeren voor het jaar 1980, komen we op een totaal van ca. 20.10^6 m^3. In figuur 2.5 is een uitsplitsing gemaakt naar de winningshoeveelheid per watervoerend pakket. Hieruit valt af te leiden dat het overgrote deel van het grondwater wordt onttrokken vanuit het diepe watervoerende pakket, een kleiner deel vanuit het middeldiepe watervoerende pakket en



Figuur 2.4 Grondwaterwinning door Waterleidingbedrijven in het gebied ten zuiden van Breda en omgeving in 1980 (bron: PWS Noord- Brabant)

verbruikerscategorie	watervoerend pakket		
	diep	middeldiep	ondiep
waterleidingmaatschappijen	11,7	-	-
industrie	----- 4,7 -----		-
landbouw	-	3-4	-
bronbemaling	-	-	0,2

Figuur 2.5 Totale grondwateronttrekking in het gebied ten zuiden van Breda voor het jaar 1980, uitgesplitst naar watervoerend pakket en verbruik (de getallen vermenigvuldigen met $10^6 m^3$)

zeer weinig vanuit het ondiepe watervoerende pakket. In droge jaren kan de onttrekking vanuit het middeldiepe watervoerende pakket echter even omvangrijk zijn als die vanuit het diepe watervoerende pakket. Deze toename komt vooral voor rekening van landbouwonttrekkingen ten behoeve van kunstmatige beregening. Eerder is gesteld (zie paragraaf 2.3.2.1) dat hoe ondieper de winning plaatsvindt, hoe groter de invloed zal zijn op het ondiepe watervoerende pakket en daarmee op de plantengroei. Het is daarom te verwachten dat de situatie in droge jaren aanmerkelijk meer schadelijke gevolgen voor het natuurlijk milieu zal hebben dan de situatie in 'gemiddelde' jaren. Voor de evaluatie van het onderzoek is het dan ook van belang dat aan de landbouwwinningen de nodige aandacht wordt geschonken.

2.3.2.3 Toekomstige grondwaterwinning

Over de toekomstige grondwaterwinning in het gebied ten zuiden van Breda is momenteel alleen op te merken dat in het eerdergenoemde 'Tweede Structuurschema Drink- en Industrievoorziening' (Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne 1981) voor de stroomgebieden van de Mark en de Weerijs een winbare hoeveelheid grondwater van 45.10^6 m^3/jaar wordt genoemd.

2.3.3 Biologische gevolgen van grondwaterwinning

2.3.3.1 De betekenis van grondwater voor ecosystemen

In de natuur levende planten en dieren zijn door velerlei betrekkingen en wisselwerkingen met elkaar en hun omgeving verbonden. Een eenheid van interactiestelsels noemen we een ecosysteem; daarin vormen de planten en dieren de biotische component; bodem, klimaat en water de abiotische component.

Water vervult een centrale rol in alle ecosystemen. Het is onmisbaar als directe grondstof voor de opbouw en instandhouding van organismen en als transportmedium van plantenvoedingsstoffen. Veranderingen in het waterregime of in de fysisch-chemische aard van het water zullen kunnen leiden tot veranderingen in het ecosysteem, aangezien elk ecosysteem specifieke eisen stelt ten aanzien van deze factoren.

Vanuit het natuurbeheersoogpunt is het zinvol om water op grond

van chemische eigenschappen in drie categoriën onder te verdelen (Van Wirdum 1981):
1) grond- en rivierwater, 2) regenwater en 3) zeewater. Het verschil tussen de eerste twee typen (het derde type is hier van weinig belang) wordt vooral bepaald door het relatief hoge calcium- en bicarbonaatgehalte van grond- en rivierwater. De verklaring daarvoor en het belang daarvan worden in paragraaf 2.3.3.2 besproken.

Hierna wordt alleen ingegaan op de relatie grondwater-vegetatie (zie paragraaf 2.2). Voor de relatie grondwater-fauna wordt verwezen naar enkele literatuurbronnen.

2.3.3.2 De relatie grondwater-vegetatie

Om het belang van grondwater voor de vegetatie systematisch te kunnen behandelen en de gevolgen van veranderingen in de grondwaterhuishouding voor de vegetatie te kunnen analyseren zullen de begrippen directe, indirecte en ruimtelijke werking van grondwater gehanteerd worden (zie o.a. Van Wirdum 1979; Baaijens & De Molenaar 1981).

Directe werking

De directe of operationele werking van water heeft betrekking op de waterbehoefte van de plant. Of in deze behoefte kan worden voorzien wordt vooral bepaald door het vochtleverend vermogen van de bodem en het grondwaterpeil. Veranderingen in de directe relatie tussen plant en grondwater hebben voor de ene plantesoort veel meer consequenties dan voor de andere.

Londo (1975) heeft de inheemse plantesoorten onderscheiden naar hun afhankelijkheid van grondwater:
afreotofyten: soorten die in hun verspreiding niet aan de invloed van het grondwater zijn gebonden. Vele soorten kunnen echter wel binnen die invloedssfeer worden aangetroffen, vaak zelfs talrijk.
freatofyten: soorten die in hun verspreiding uitsluitend of voornamelijk aan de invloedssfeer van het grondwater zijn gebonden. Binnen deze groep worden obligate en niet-obligate freatofyten onderscheiden.
hydrofyten: soorten waarvan de vegetatieve delen zich in normale omstandigheden onder water en/of drijvend op het wateroppervlak bevinden.

Ruim eenderde van de inheemse plantesoorten is gebonden aan de

invloedssfeer van grond- en oppervlaktewater. Van de in totaal 500 hydrofyten en freatofyten zijn er 280 uitgestorven, sterk afgenomen of lopen in de nabije toekomst gevaar te zullen verdwijnen (Van der Maarel 1976).

Ellenberg (1974) heeft het meerendeel van de in Midden-Europa voorkomende plantesoorten gekarakteriseerd door het toekennen van een getal voor de belangrijkste ecologische eigenschappen; zo ook voor de vochtafhankelijkheid.

Indirecte werking

De indirecte of conditionele werking van grondwater op vegetatie heeft met name betrekking op fysisch-chemische en biologische omzettingsreacties in de bodem die in belangrijke mate afhankelijk zijn van de waterhuishouding. In dit verband zijn de volgende processen van belang om verder te bespreken: verhoogde mineralisatie, verhoogde aëratie, vermindering van fosfaatbuffering.

Na ontwatering van vochtige bodems treedt bij uitdroging eutrofiëring op, die wordt veroorzaakt door de omzetting van organische (humus-) verbindingen in o.a. anorganische stikstof- en fosfaatverbindingen (o.a. Grootjans 1975) en die per bodemsoort sterk kan verschillen (Van Wirdum 1981). Deze mineralisatie hangt nauw samen met het feit dat na peilverlaging of bij vergrote peilfluctuaties de bodem minder gebufferd is tegen temperatuurschommelingen en er dan meer zuurstof in kan binnendringen. Dit betekent dat bij een stijgende buitentemperatuur ook de bodem sneller opwarmt, hetgeen bij de aanwezigheid van zuurstof resulteert in verhoogde mineralisatie van de bovengrond.

In graslanden op venige bodem bijvoorbeeld kan bij verlaging van het grondwaterpeil tot 600 kg N/ha/jaar vrij komen als gevolg van mineralisatie (zie o.a. De Molenaar 1980). In voedselarme gebieden - dit zijn in het algemeen de gebieden met zeldzamere organismen en bijzondere gradiëntensituaties - krijgen enkele plantesoorten die de mineralenflux optimaal kunnen benutten de kans om zich ten koste van de oorspronkelijke vegetatie explosief te ontwikkelen. Een dergelijke verruiging van de vegetatie leidt op vochtige heidevelden tot dominantie van pijpestrootje (Molinia caerulea) en in vochtige schrale hooilanden tot dominantie van bijvoorbeeld echte witbol (Holcus lanatus).

Een toegenomen aëratie van de bodem, als gevolg van daling van het grondwaterpeil, leidt niet alleen tot een verhoogde mineralisatie maar heeft nog een ander belangrijk gevolg voor de plantengroei. Voordat vochtgebrek een rol gaat spelen, blijken vele vochtminnende soorten toch al te verdwijnen. Het gaat hier om plantesoorten die aangepast zijn aan het groeien in een als gevolg van waterverzadiging zuurstofarme bodem. In een meer doorluchte bodem worden deze soorten verdrongen door concurrentiekrachtiger soorten.

Grondwaterwinning kan zoals toegelicht in paragraaf 2.3.2.1 via een afname van kwelwaterstromen ook de kwaliteit van het freatisch grondwater wijzigen. Deze wijziging heeft vooral betrekking op een afname van het calcium- magnesium- en ijzergehalte, met als gevolg dat de fosfaatbuffering sterk vermindert. Uit vegetatiekundig onderzoek is bekend dat tal van zeldzame tot uiterst zeldzame plantesoorten en levensgemeenschappen gebonden zijn aan het voorkomen van Ca-rijk kwelwater (Van Wirdum 1981). Vermindering of het verdwijnen van de kwelinvloed kan zonder dat de vochtleverantie van de bodem verandert of het grondwaterpeil belangrijk daalt al een grote verarming van de soortensamenstelling tot gevolg hebben (Grootjans 1980; Grootjans & Ten Klooster 1980). Afname van kwel van relatief voedselarm water in een overigens eutrofe omgeving leidt uiteraard tot verminderde levenskansen van oligotrafente soorten (zie paragraaf 4.3.2).

Ruimtelijke werking

Relaties van ruimtelijke aard worden positionele relaties genoemd; zij zijn hier nader toegelicht als bijzonder geval van indirecte relaties. Veel laagliggende vochtige terreinen worden gevoed met grondwater dat afkomstig is van hoger gelegen delen. De hydrologische relatie tussen watervoerende en waterontvangende gebieden kan zich over een afstand van enkele meters tot enkele honderden kilometers uitstrekken. Met betrekking tot onderhavige studie is de relatie tussen inzijging van regenwater in de Belgische Kempen en dieper grondwater in het gebied ten zuiden van Breda van groot belang. Voorbeeld van een ruimtelijke relatie over korte afstand is die tussen aangrenzende hoge delen van een beekdal en de laaggelegen beekdalgraslanden (ondiep grondwater).

Dit betekent dat de hiervoor beschreven directe en indirecte

effecten zich ook op grote afstand van de winplaats kunnen voordoen. Voor een nadere beschouwing hierover zie paragraaf 4.3.

2.3.3.3 De relatie grondwater-fauna

Aangezien de fauna niet in het onderhavige onderzoek is betrokken, zal de relatie grondwater-fauna niet uitvoerig worden besproken. Volstaan wordt met het verwijzen naar enkele recente literatuurbronnen die de effecten van veranderingen in het waterregime op o.a. de fauna beschrijven. Opgemerkt moet worden dat de literatuurlijst géén volledigheid beoogt.

Huits e.a. 1980	: vogels, amfibieën en reptielen, terrestrische entomofauna, aquatische entomofauna, zoogdieren
Udo de Haas & Van Dijk 1979	: vogels, amfibieën en reptielen, aquatische entomofauna, vissen
Eijsink e.a. 1980	: vogels, amfibieën
Beintema & Van den Bergh 1976, 1977, 1979	: weidevogels

2.4 Uitwerking van de doelstelling

In het begin van de inleiding (paragraaf 2.1) is de doelstelling van het onderzoek al globaal geformuleerd: het aangeven van de botanische kwetsbaarheid voor veranderingen in de grondwaterhuishouding als gevolg van grondwaterwinning. Rekening houdend met de in de voorgaande paragrafen behandelde 'uitgangspunten en beperkingen' (2.2) en 'uitwerking van de probleemstelling' (2.3) is de doelstelling als volgt nader gepreciseerd en uitgewerkt:

1. het vervaardigen van een vegetatiebeschrijving en -kaart gebaseerd op lokale vegetatiekundige eenheden (waardoor een soortbenadering mogelijk is) voor dat deel van het onderzoekgebied waar de vegetatie door het grondwater wordt beïnvloed;
2. het beschrijven van dosis-effectrelaties tussen veranderingen in het grondwaterregime (als gevolg van grondwateronttrekking) en de vegetatie;
3. beschrijving van de voorspelde veranderingen in de vegetatie als

gevolg van grondwateronttrekking;

4. evaluatie van de voorspelde gevolgen voor de vegetatie met behulp van criteria die gerelateerd worden aan de doelstelling van het natuurbehoud;
5. het vervaardigen van een ecohydrologische kaart gebaseerd op een interpretatie van beschikbare gegevens opdat de geografische relaties vooral via kwelstromen aangegeven kunnen worden;
6. een beschouwing over de bruikbaarheid van de onderzoekresultaten voor verdere toepassing.

Het veldwerk ten behoeve van de vegetatiekaart is op schaal 1:25.000 uitgevoerd: de overige werkzaamheden en de presentatie van de resultaten hebben plaats gevonden op schaal 1:50.000.

ad 1. Voor het maken van een botanische beschrijving van een gebied waren in principe velerlei methoden voorhanden (zie bijvoorbeeld Huits e.a. 1980). De resultaten moesten in dit geval echter bruikbaar zijn voor een interpretatie van de effecten van grondwaterwinning. Omdat van plantesoorten veel meer ecologische gegevens beschikbaar zijn dan van vegetatietypen, leek een beschrijving op floristische grondslag het geschiktst. In dit onderzoek is gekozen voor een vegetatiekartering gebaseerd op lokale typen. Deze typen zijn volledig floristisch te definiëren, doordat vegetatieopnamen uit het onderzoekgebied de basis hebben gevormd voor de typologie. Uit praktische overwegingen is het onderzoek beperkt tot de hogere planten. Overigens zijn van de lagere planten (o.a. mossen, korstmossen) veel minder ecologische gegevens beschikbaar.

Voor de ruimtelijke begrenzing van de kaartvlakken is van natuurlijke grenzen uitgegaan. Het gebruik van een gridbasis is om de volgende redenen niet toegepast (zie o.a. Weihs 1981):

- Door een onnatuurlijke begrenzing ontstaat verlies aan homogeniteit; pas bij een vrij kleine gridgrootte vervalt dit bezwaar grotendeels, maar het aantal grids wordt dan erg groot;
- naderhand is een kartering die uitgaat van natuurlijke begrenzingen gemakkelijker te vertalen in een kartering die uitgaat van een gridbasis, dan andersom.

ad 2/3. Het beschrijven van de gevolgen van de grondwaterwinning voor de vegetatie kan alleen plaatsvinden door de ingreep en het directe

effect daarvan op het abiotische milieu (grondwaterpeil, kwelstromen) nauwkeurig te omschrijven. Omdat dergelijke gegevens tijdens het onderzoek niet voorhanden waren, is uitgegaan van een aantal mogelijke genormeerde grondwaterstandsdalingen (10, 25, 50, 75 en 100 cm) en afname van kwel.

ad 5. De ecohydrologische kaart is vooral bedoeld als een verbinding naar nog uit te voeren geohydrologisch onderzoek.

De resultaten uit de hiervoor genoemde onderzoekingen zijn in eerste instantie bedoeld voor een voorlopige keuze van een aantal waterwinningslokaties, waaruit in tweede instantie een nadere selectie kan worden gemaakt. De onderzoekgegevens zijn ook bruikbaar voor deze tweede selectieronde, waarbij sprake kan zijn van een precieze effectenrapportage met betrekking tot de vegetatie aan de hand van aangegeven lokaties, te winnen hoeveelheden water en de te verwachten verlaging.

3 WERKWIJZE

3.1 Globale opzet

De werkwijze van het onderzoek zal in de komende paragrafen uitgebreid aan de orde komen. Om de diverse onderdelen (zie paragraaf 2.4) in het totaal van het onderzoek te kunnen plaatsen wordt de onderlinge samenhang hier kort toegelicht; figuur 3.1 geeft een schematisch overzicht. Globaal zijn twee onderzoeklijnen te onderscheiden:

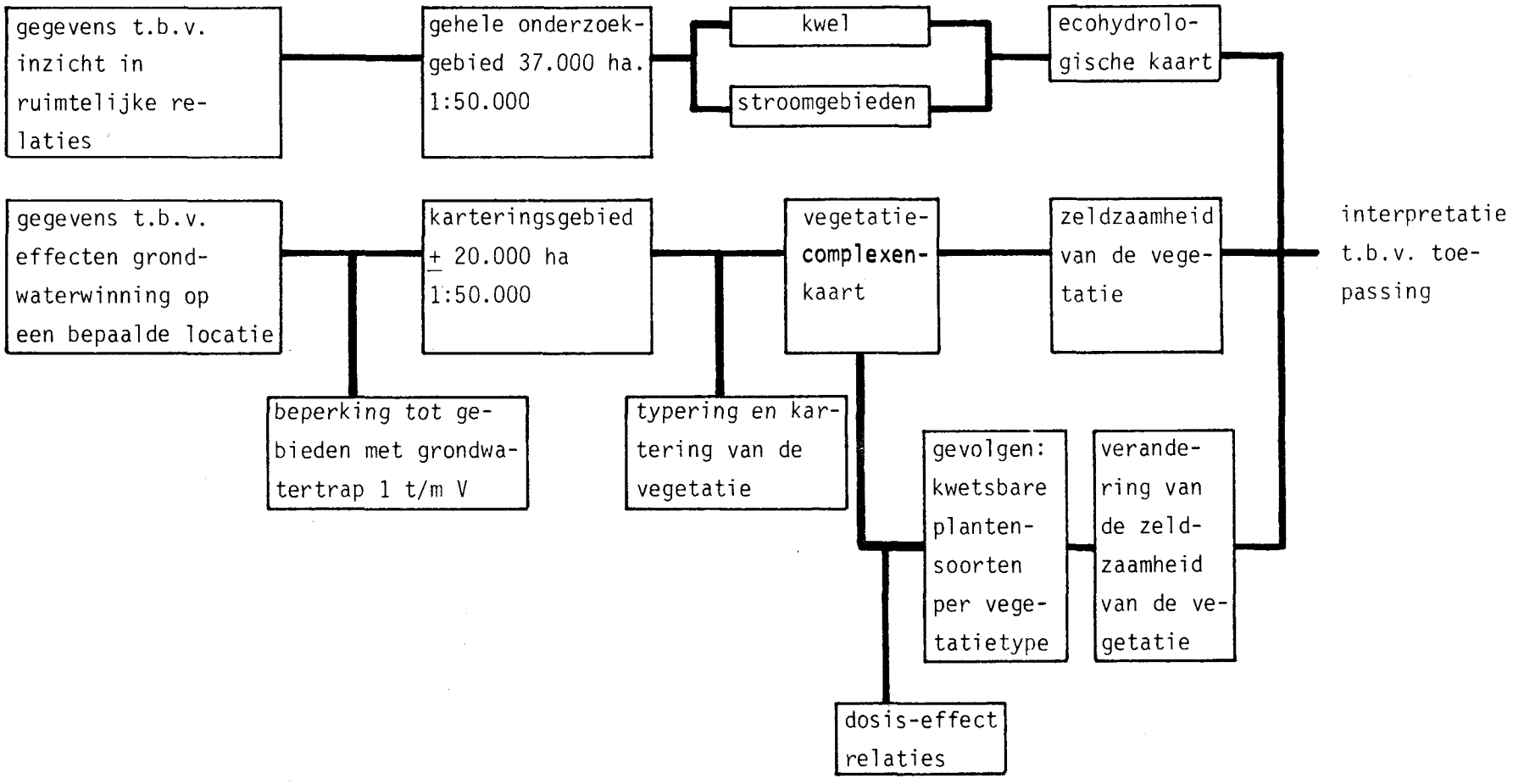
- het verkrijgen van inzicht in ruimtelijke relaties met betrekking tot het grondwater;
- het verzamelen van gegevens om de effecten van grondwateronttrekking op een bepaalde lokatie vast te stellen.

De eerste lijn van onderzoek heeft betrekking gehad op het vervaardigen van een ecohydrologische kaart van het gehele onderzoekgebied (paragraaf 3.6) en een interpretatie daarvan (paragraaf 4.3).

De tweede lijn van onderzoek heeft zich beperkt tot het deel van het onderzoekgebied waar een relatie aanwezig was tussen het grondwater en de plantengroei; globaal genomen de gebieden met een grondwatertrap I t/m V. De basis is gevormd door een beschrijving en kartering van de vegetatie (paragraaf 3.2). Met behulp van de opgestelde dosis-effectrelaties (paragraaf 3.3) zijn daarna de gevolgen van grondwaterwinning voor de vegetatie op een bepaalde plaats aangegeven (paragraaf 3.4). Deze gevolgen, weergegeven in de vorm van een lijst met kwetsbare plantesoorten per vegetatietype, zijn vertaald in termen van verlies aan betekenis voor het natuurbehoud met behulp van het criterium zeldzaamheid (paragraaf 3.5).

De resultaten van beide deelonderzoeken vormen de basis voor een verdere toepassing in beleidsvoorstellen en -keuzen. Op welke wijze daarbij van de onderzoekresultaten gebruik kan worden gemaakt, wordt toegelicht in hoofdstuk 5.

Het gehele onderzoek is uitgevoerd op kaartschaal 1:50.000. Voor het vegetatiekundig deel zijn werkkaarten op schaal 1:25.000 vervaardigd.



Figuur 3.1 Globaal overzicht van de werkwijze

3.2 Typering en kartering van de vegetatie

3.2.1 Algemeen

In paragraaf 2.4 van de Inleiding is uiteengezet waarom voor de beschrijving van de plantengroei is uitgegaan van een vegetatiekartering met op lokale gegevens gebaseerde typen. Als methode voor de beschrijving en classificatie van de vegetatie is gekozen voor de benadering van Braun-Blanquet (zie o.a. Braun-Blanquet 1964, Westhoff & Van der Maarel 1973). In Nederland is deze methode het meest gangbaar en de floristische grondslag sluit goed aan bij de gewenste gegevens: per vegetatietype een zo volledig mogelijke lijst van voorkomende plantesoorten met vermelding van de frequentie en de abundantie (in de vegetatiekunde is het gebruikelijk om te spreken van presentie, hier is echter gekozen voor de term frequentie).

Bij het beschrijven en classificeren van de vegetatie zijn de volgende stappen te onderscheiden:

- keuze van de lokaties waar vegetatieopnamen worden gemaakt;
- het maken van vegetatieopnamen;
- ordening van de vegetatieopnamen, zodat verschillende op elkaar gelijkende vegetatieopnamen tot één type kunnen worden samengevoegd; het resultaat is een overzicht van aangetroffen vegetatietypen;
- beschrijving van de vegetatietypen zodat herkenning in het veld mogelijk wordt.

Vanwege de omvang van het onderzoekgebied was het niet mogelijk het gehele terrein te bezoeken ten behoeve van de keuze van geschikte opnamelokaties. Geïnspireerd door het vegetatieonderzoek van het International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences in Enschede (ITC) is daarom gekozen voor een min of meer gestratificeerde keuze van opnamelokaties (o.a. Zonneveld e.a. 1979). Globaal komt deze werkwijze op het volgende neer:

- op basis van voor de vegetatie relevante kenmerken verdeelt men het onderzoekgebied in deelgebiedjes (kaartvlakken): de 'basiskaart landschapsstructuur'. Van de relevante kenmerken moet voor het onderzoekgebied een volledig beeld voorhanden zijn; in deze studie zijn dit bodem, grondwatertrappen en luchtfoto-eenheden (i.c. begroeiings- c.q. landschapstypen);

- de deelgebiedjes zijn beschreven aan de hand van de gebruikte kenmerken, waarna een kaartvlaktypologie is opgesteld;
- van elk type kaartvlak is 20% van de kaartvlakken bemonsterd.

Wanneer men inzicht heeft in het aantal opnamen dat per kaartvlak nodig is om de vegetatie te beschrijven, is het mogelijk een vrij betrouwbare schatting van het aantal benodigde opnamen te maken; voor deze studie bedroeg dit aantal ongeveer 1000. In verband met het grote aantal opnamen dat zou moeten worden gemaakt is daarom op voorhand besloten de classificatie met behulp van de computer uit te voeren (programma TABORD; Van der Maarel e.a. 1978).

Na het classificeren en beschrijven van de vegetatie is met behulp van de onderscheiden vegetatietypen de plantengroei van het onderzoekgebied in kaart gebracht. Daar het gehele veldonderzoek in één seizoen moest worden uitgevoerd, kon met de kartering niet worden gewacht tot de vegetatietypologie gereed was. Na het maken van de vegetatieopnamen is daarom direct begonnen met het beschrijven van de kaartvlakken waarin geen opnamen waren gemaakt. Daarbij is gebruik gemaakt van een voorlopige typologie en van karakteristieke soorten. De schaal waarop is gewerkt maakte het echter niet mogelijk alle vegetatietypen afzonderlijk in kaart te brengen. Daarom is op de 'basiskaart landschapstructuur' per kaartvlak aangegeven welke vegetatietypen voorkomen met vermelding van het oppervlakte-aandeel (vlakvormige) of de dichtheid in lengte per oppervlakte-eenheid (lijnvormige elementen).

Na afloop van het veldwerk is eerst de typologie opgesteld, waarna de veldbeschrijvingen per kaartvlak vertaald zijn naar de onderscheiden vegetatietypen. De op deze wijze verzamelde gegevens zijn vanwege het complexe karakter (in de regel verschillende vegetatietypen per kaartvlak, verschillen in oppervlakte-aandeel en/of dichtheid) niet zonder generalisatie op één kaart weer te geven. Aangezien de opdrachtgever een dergelijke kaart nodig had, is onderzocht of een bevredigende manier van generalisatie mogelijk was. Gekozen is voor de methode waarbij steeds terugkerende combinaties van vegetatietypen zijn te onderscheiden, die als een legenda-eenheid op de kaart kunnen worden aangegeven.

Vanwege de omvangrijkheid van de gegevens is bij de bewerking gebruik gemaakt van automatische verwerking met behulp van de computer (programma TWINSPAN; Hill 1979). Het eindresultaat is een vegetatiecomplexenkaart.

De in het voorgaande globaal beschreven werkwijze bij het typeren en karteren van de vegetatie (zie voor een schematische weergave figuur 3.2) wordt in de hiernavolgende paragrafen 3.2.2 t/m 3.2.9 nader uitgewerkt.

3.2.2 Basiskaart landschapsstructuur (bijlage 1)

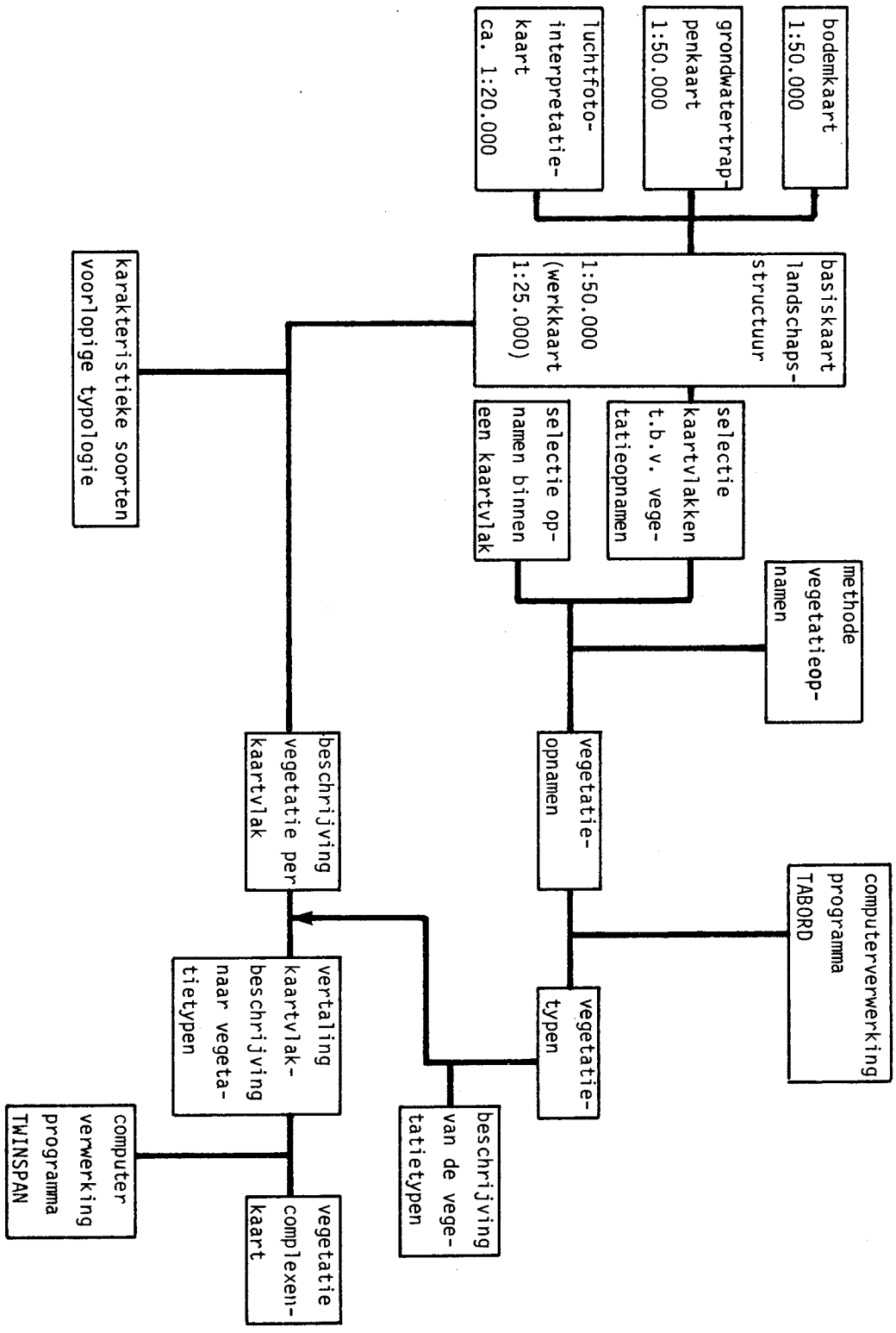
3.2.2.1 De inhoud van de kaartvlakken

Zoals in paragraaf 3.2.1 is uiteengezet, lenen de kenmerken bodem, grondwatertrap en begroeiing zich het best om het onderzoekgebied nader in te delen. Bij het maken van de kaart is de volgende hiërarchie gehanteerd: eerst zijn de bodemgrenzen ingetekend, daarna vond een verdere opdeling plaats met behulp van verschillen in grondwatertrappen en tenslotte zijn waar nodig extra grenzen getrokken op grond van globale verschillen in begroeiing c.q. landschapsstructuur. Elk kaartvlak dat op deze wijze werd gevormd, is te karakteriseren door één legenda-eenheid van de bodemkaart en grondwatertrappenkaart en één begroeiings- c.q. landschapsstructuurtype.

De gebruikte kenmerken worden hierna achtereenvolgens kort toegelicht.

Bodem en grondwatertrap

De huidige bodemkaarten zijn vooral gericht op landbouwkundige interpretatie en in bepaalde opzichten minder geschikt om relaties met meer natuurlijke vegetaties aan te geven. Voor dit onderzoek is volstaan met de bestaande kaarten. Er is dus geen generalisatie toegepast, maar ook geen verdere detaillering aangebracht (zie voor verdere toelichting o.a. Kalkhoven e.a. 1976 en de paragrafen 2.3.3.2 en 3.4.1. van dit rapport). De desbetreffende kaarten op schaal 1:50.000, waarop ook de grondwatertrappen zijn weergegeven, zijn deels gepubliceerd (Stiboka 1964; Kanters e.a. 1978) en deels als conceptkaarten door de Stiboka ter beschikking gesteld.



Figuur 3.2 Overzicht werkwijze typering en kartering van de vegetatie

Voor een overzicht van de voorkomende legenda-eenheden van de bodemkaart wordt naar voornoemde literatuur verwezen. Een nadere toelichting op de indeling in grondwatertrappen wordt gegeven door Van Heesen (1971).

De klassen VI en VII van de grondwatertrappenindeling (het droge deel van het onderzoekgebied) beslaan ongeveer de helft van het oppervlak van het onderzoekgebied. Dit deel is niet bij het vegetatieonderzoek betrokken (zie paragraaf 2.2), met uitzondering van de binnen dit gebied voorkomende vochtige en natte terreinen (afgeleid uit de luchtfoto-interpretatie). Bij de luchtfoto-interpretatie en op basis van al bestaande terreinkennis bleek dat relatief veel vochtige en natte terreinen aanwezig waren in gebieden met grondwatertrap VI waar een oude kleilaag binnen 120 cm met een dikte van meer dan 20 cm voorkomt (toevoeging t op de bodemkaart). Op grond hiervan is deze combinatie van grondwatertrap en bodem ook geheel bij het onderzoek betrokken.

In een aantal gevallen worden op de bodemkaart gebieden aangeduid met de term 'open water'. Het betreft meestal natuurterreinen die deels uit open water, deels uit moeras en moerasbos bestaan. Aan deze gebieden is de meest van toepassing zijnde legenda-eenheid van de bodemkaart toegekend, waarbij vooral is gelet op overeenkomstige terreinen waarvan het bodemtype wel is aangegeven. Verder is in een zeer beperkte mate de bestaande bodemcodering van een kaartvlak of deel daarvan gewijzigd.

Begroeiing

Dit kenmerk is afgeleid van luchtfoto's die zijn verstrekt door de Topografische Dienst: kaartblad 49, schaal 1:19.000, vliegdatum 22-04-1975; kaartblad 50, schaal 1:18.000, vliegdatum 21-03-1976. De luchtfoto's zijn voor dit doel niet stereoscopisch bekeken.

Bij het begrenzen van begroeiings- c.q. landschapsstructuren is niet uitgegaan van een vooraf opgestelde indeling. Aan bepaalde grenzen is echter wel meer gewicht toegekend dan aan andere. Grenzen binnen bouw- en graslanden zijn over het algemeen niet gekarteerd, terwijl dat binnen meer natuurlijke begroeiingen wel is gedaan. Ter controle zijn enkele veldbezoeken aan het terrein gebracht.

Het overzicht van gekarteerde begroeiingstypen (zie figuur 3.3 in paragraaf 3.2.2.2) geeft ongeveer een beeld van de relevant geachte verschillen.

Als minimumgrootte is een oppervlak van ongeveer 250 x 250 meter (± 6 ha, 5 x 5 mm op schaal 1:50.000) aangehouden; meer lijnvormige structuren met een breedte van meer dan ca. 100 m en een lengte van meer dan ca. 400 m zijn ook afzonderlijk gekarteerd.
Het deel van het onderzoekgebied dat niet behoort tot de grondwatertrappen I t/m V en VI met een kleilaag binnen 120 cm, is alleen onderzocht op vochtige en natte onderdelen. Het betrof in de meeste gevallen vennen die niet in contact staan met het grondwater. Deze zijn als afzonderlijke kaartvlakken aangegeven.

3.2.2.2 Classificatie van de kaartvlakken

Van elk kaartvlak is informatie voorhanden over bodem en grondwatertrap. Deze gegevens vormen in een sterk door de mens beinvloed gebied echter een onvoldoende basis voor een typologie ten behoeve van de hier gewenste selectie; daarvoor is minimaal ook een beschrijving van de begroeiing c.q. landschapsstructuur vereist. Voor het uitvoeren van een dergelijke beschrijving is aan de hand van een aantal geselecteerde luchtfoto's een lijst met te karteren begroeiingstypen (ongeveer vergelijkbaar met landschapselementen) opgesteld, onderverdeeld in vlak- en lijnelementen (zie figuur 3.3). Daarna zijn de grenzen van de basiskaart landschapsstructuur overgebracht op de luchtfoto's en is een stereoscopische analyse uitgevoerd van de kaartvlakken met ondersteuning van topografische kaarten. Van de vlakelementen is het oppervlakte-aandeel en van de lijnelementen de dichtheid in klassen weergegeven (zie figuur 3.4). Lijnelementen die zich op de grens van twee kaartvlakken bevinden zijn bij elk kaartvlak voor de helft meegeteld.
De kartering van de begroeiingstypen is per kaartvlak op een systeemkaartje samengevat. Vervolgens werden de systeemkaartjes zodanig geordend (met de hand) dat nauw verwante kaartvlakken in één groep konden worden ondergebracht. Daarbij is de volgende procedure gevolgd:

- eerst zijn alle kaartvlakken met gelijke bodemtypen (niet gelet op de toevoegingen) bij elkaar gelegd;

categorie	vlakelementen	lijnelementen
agrarisch gebied	grasland	wegen (bermen)
	bouwland	(begreppeling)
	schraal en/of verruigd grasland	
bos	loofbos	houtwal, houtsingel
	naaldbos	heg
	struweel	
heide	heide lichtkleurig (pijpestrootje)	
	heide donkerkleurig (dop-/struikheide)	
water	ven	sloot (slootkant)
	gegraven plas	beek/riviertje
	kleine poel/plas (drinkpoelen)	
	moeras/water	
	oude of afgesneden beekloop	

Figuur 3.3 Overzicht van gekarteerde begroeiingstypen

	klasse	oppervlakte aandeel in %
vlakelementen	1	< 5
	2	5 - 25
	3	25 - 50
	4	50 - 75
	5	75 -100

	klasse	dichtheid in kilometers/100 ha
	1	< 1
lijnelementen	2	1 - 2
	3	2 - 4
	4	4 - 8
	5	> 8

Figuur 3.4 Weergave van het oppervlakte-aandeel van vlakelementen en de dichtheid van lijnelementen in vijf klassen

- daarna is een splitsing gemaakt naar grondwatertrappen;
- tenslotte is een verdere onderverdeling gemaakt op basis van een classificatie van de begroeiingstypen, waarbij alleen de vlakelementen zijn meegenomen (zie figuur 3.5). De eenheden van deze classificatie zijn samengesteld uit één begroeiingstype of uit een combinatie van verschillende begroeiingstypen. In het laatste geval is een dergelijke eenheid ook aan te duiden als landschapstype.

De ordening resulteerde in 203 groepen verdeeld over 961 kaartvlakken. Een verdere opsplitsing naar het voorkomen van lijnelementen is achterwege gelaten omdat er dan een te groot aantal groepen zou ontstaan. Bovendien werden verschillen in dichtheid van lijnelementen als sloten al vrij goed weergegeven door verschillen in grondwatertrappen.

categorie	onderscheiden begroeiingstypen c.q. landschapstypen
agrarisch gebied	grasland
	bouwland
	grasland en bouwland
	grasland met loofbosjes
	grasland met naaldbosjes
	grasland met loof- en naaldbosjes
	grasland en bouwland met loofhoutbosjes
	grasland en bouwland met naaldbosjes
	grasland en bouwland met loof- en naaldbosjes
	grasland en bouwland met heideperceeltjes
	schraal en/of verruigd grasland
bos	loofbos
	naaldbos
	loof- en naaldbos
	struweel
heide	lichtkleurig (pijpestrootje)
	donkerkleurig (dopheide/struikheide)
	lichtkleurig en donkerkleurig
water	ven
	gegraven plas
	kleine poel/plas (drinkpoelen)
	moeras/water
	oude of afgesneden beekloop, eventueel nat grasland en/of bos

Figuur 3.5 Classificatie van begroeiingstypen (alleen vlakelementen) op het niveau van kaartvlakken

3.2.3 Keuze van lokaties voor vegetatieopnamen

Om zoveel mogelijk zekerheid te hebben dat de vegetaties van alle milieutypen door middel van opnamen gekarakteriseerd zouden worden, is uitgegaan van een gestratificeerde lokatiekeuze.
Hierbij zijn de volgende stappen onderscheiden:

- selectie van te bemonsteren kaartvlakken met behulp van de kaartvlakkentypologie (paragraaf 3.2.2.2).
- keuze van lokaties van vegetatieopnamen binnen een kaartvlak.

3.2.3.1 Selectie van te bemonsteren kaartvlakken

De verdeling van de kaartvlakken over de typen was zeer ongelijk (maximaal 114 per groep, minimaal 1). Een bemonstering evenredig met het aantal kaartvlakken per type zou daarom kunnen leiden tot een te groot aantal opnamen van algemene vegetatietypen en mogelijk te weinig opnamen van minder algemene vegetatietypen. Bovendien was het te verwachten dat de vegetatiekundige variatie binnen algemene begroeiingstypen zoals graslanden vanwege de hoge cultuurdruk veel geringer zou zijn dan binnen meer natuurlijke maar meestal minder algemeen voorkomende begroeiingen als moeras, struweel e.d. Daarom is voor de definitieve selectie van de kaartvlakken niet vastgehouden aan een per type evenredige bemonstering. Uitgangspunt bleef wel dat ongeveer 20% van het totale aantal kaartvlakken bemonsterd zou moeten worden. Globaal is daarbij de volgende procedure aangehouden:

1e selectie: keuze van typen die volledig of gedeeltelijk worden bemonsterd.

2e selectie: keuze van kaartvlakken binnen de gedeeltelijk te bemonsteren groepen; daarbij is ook gelet op het voorkomen van lijnelementen.

3e selectie: nadere beperking van het aantal te bemonsteren kaartvlakken met de begroeiingstypen bouwland en grasland.

Het resultaat van deze werkwijze was uiteindelijk een selectie van 204 kaartvlakken. De verdeling van deze kaartvlakken over de bodemtypen op het niveau van hoofdgroepen is weergegeven in figuur 3.6. Ter vergelijking is de verdeling van alle kaartvlakken over de bodemtypen gegeven.

De hier beschreven procedure gold als uitgangspunt voor het veldwerk.

Tijdens het veldwerk kon worden besloten om bijvoorbeeld nog meer kaartvlakken te bemonsteren, binnen een kaartvlak niet van alle vegetatietypen opnamen te maken, grenzen te wijzigen e.d. Alle kaartvlakken waarin uiteindelijk opnamen zijn gemaakt, zijn weergegeven op de kaart 'Overzicht veldwerk' (bijlage 2).

bodemtype	aantal kaartvlakken per bodemtype, uitgedrukt in % van het totaal aantal kaartvlakken (n=961)	aantal bemonsterde kaartvlakken per bodemtype. Uitgedrukt in % van het totaal aantal bemonsterde kaartvlakken (n=204)
veengronden	2	7
moerige gronden	6	11
podzolgronden	52	38
enkeerdgronden	7	5
eerdgronden	17	18
oude kleigrond	<1	< 1
div. associaties van enkelv. eenh.	12	12
associaties van vele enkelv. eenheden	4	7
overigen	<1	2

Figuur 3.6 Het resultaat van de selectie van te bemonsteren kaartvlakken in relatie tot de bodemtypen op het niveau van hoofdgroepen

3.2.3.2 Lokatiekeuze van vegetatieopnamen binnen een kaartvlak

Op basis van een globale vegetatiekundige verkenning met behulp van luchtfoto's en literatuurgegevens is het aantal opnamen vastgesteld dat nodig is om de variatie in de vegetatie te beschrijven. De aard van het onderzoek leende zich niet voor een gedetailleerde be-

schrijving van verschillen binnen associaties zoals Westhoff & Den Held (1969) die hebben beschreven. Van te voren is geschat dat gemiddeld vijf opnamen per kaartvlak nodig zouden zijn. Deze schatting bleek naderhand overeen te komen met het werkelijk benodigde gemiddelde aantal opnamen per kaartvlak.



De Withagen ten noorden van Ulicoten; landschapstype 'grasland met loofbosjes'.

3.2.4 Methode vegetatieopnamen

Bij het maken van vegetatieopnamen is vrijwel geheel uitgegaan van de methode zoals die beschreven is in de 'Interprovinciale handleiding voor vegetatieopnamen'. Deze handleiding is samengesteld door de subwerkgroep flora en vegetatie van de Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieukartering (1981).

Ten behoeve van dit onderzoek is de handleiding op een aantal punten gewijzigd (zie appendix 2). In deze paragraaf wordt volstaan met een korte samenvatting.

Bij het maken van een vegetatieopname zijn vijf stappen onderscheiden:

1. nagaan welk tijdstip in het seizoen het geschiktst is;
2. keuze van het proefvlak (plaats en oppervlak);
3. beschrijven van algemene kenmerken van het proefvlak;
4. beschrijven van de floristische samenstelling van het proefvlak;
5. afzonderlijk noteren van plantesoorten vlak buiten het proefvlak.

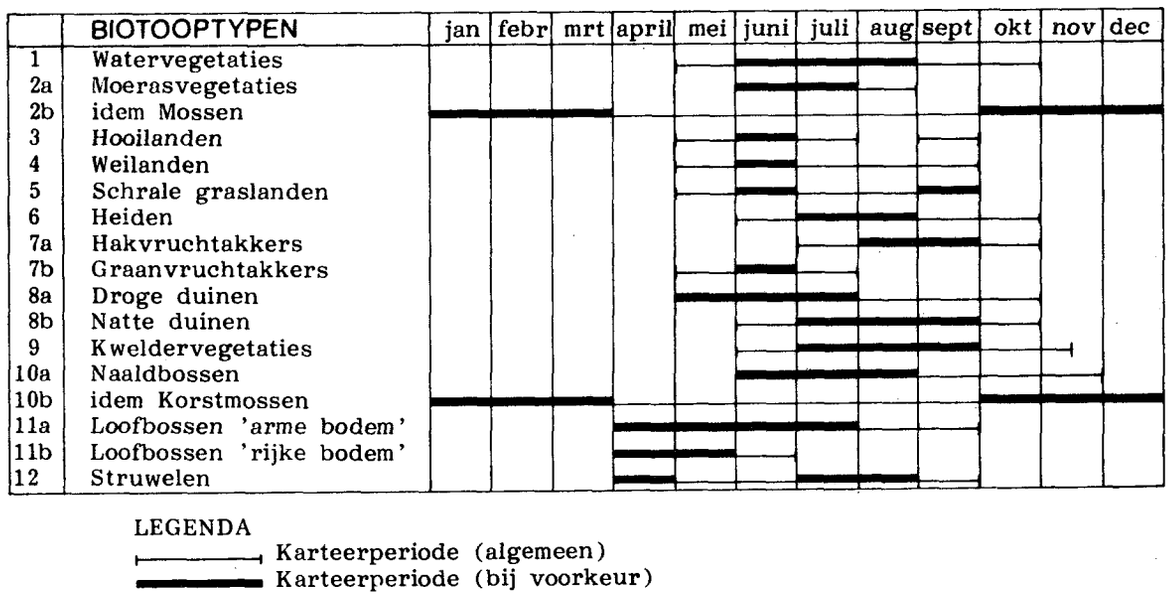
3.2.4.1 Tijdstip in het seizoen

Vegetaties zijn niet gedurende het hele seizoen even goed ontwikkeld. Wanneer men opnamen van een bepaald vegetatietype wil maken is het gewenst een tijdstip uit te kiezen waarop de betreffende vegetatie optimaal ontwikkeld is. In een aantal gevallen kan het nodig zijn om op twee tijdstippen in het seizoen opnames te maken. Leys (1978) geeft een schematisch overzicht van de perioden waarin de verschillende biotooptypen (hier vegetaties) het best onderzocht kunnen worden (zie figuur 3.7).

Omdat het veldwerk voor dit onderzoek niet eerder kon beginnen dan in juli, ontbreekt van bepaalde vegetatietypen een deel van het karakteristieke voorjaarsaspect. Het betreft met name de voorjaarsflora van loofbossen op de voedselrijkere gronden en van soortenrijke vochtige graslanden. De overige vegetaties zijn vrijwel steeds in de juiste periode onderzocht. Het veldwerk voor wat betreft de opnamen is beëindigd omstreeks half september.

3.2.4.2 Keuze van het proefvlak

De opnamen zijn gemaakt op plaatsen waar de vegetatie zowel qua oppervlak als floristische samenstelling het best ontwikkeld was. Op de opnameplaatsen moet de vegetatie uiteraard zo homogeen mogelijk zijn. Voor de grootte van het proefvlak zijn de volgende richtlijnen aangehouden (zie o.a. Westhoff & Van der Maarel 1973, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974):



Figuur 3.7 Overzicht van de perioden waarin de verschillende biotooptypen bij voorkeur onderzocht dienen te worden (naar Leijs 1978)

begroeiingstype	minimumareaal in m^2
bos	100 - 500
struweel	25 - 100
akker	25 - 100
heide	10 - 50
droog voedselarm grasland	10 - 50
moerasvegetatie	10 - 50
natte ruigte, hooiland	10 - 25
waterplantenvegetatie	10 - 25
weiland	5 - 10
vochtige pioniervegetatie	1 - 4

Voor de vorm van de opname is zoveel mogelijk een vierkant nagestreefd. Bij oevers, sloten, greppels, bermen en houtwallen zijn lintvormige opnamen gemaakt, waarbij bovenstaande richtlijnen voor de grootte zijn aangehouden.

De positie van de opname is in het veld nauwkeurig aangegeven op een luchtfoto (met een speld een klein gaatje prikken). De opnamepunten zijn later overgebracht op een topografische kaart schaal 1:10.000 ten behoeve van het bepalen van de coördinaten (zie appendix 2).

3.2.4.3 Beschrijving van het proefvlak

Ten behoeve van de automatische verwerking van de opnamegegevens is alle informatie, op standaardformulieren in een cijfercode genoteerd. Deze standaardformulieren zijn zodanig opgesteld dat ze direct dienst kunnen doen als ponsconcept. De algemene kenmerken en de floristische samenstelling van het proefvlak zijn op één formulier vermeld: het opnameformulier (zie figuur 3.8).

Het noteren van de plantesoorten buiten de opname is beperkt tot de hydro- en freatofyten. De soorten zijn op een afzonderlijk formulier vermeld: inventarisatie freatofyten en hydrofyten (zie figuur 3.9). Op dit formulier zijn alleen de ten behoeve van de identificatie noodzakelijke kenmerken opgenomen.

Hierna wordt een beknopt overzicht gegeven van de gebruikte algemene kenmerken, waarbij wordt gerefereerd aan de posities in de 'kop'

van beide voornoemde standaardformulieren (zie figuur 3.8 en 3.9).

positie	verklaring
1 - 5	coördinaten west-oost
6 - 10	coördinaten zuid-noord
11 - 14	opnamenummer
17 - 19	gemeente
20 - 21	provincie
22 - 24	onderzoeker
25 - 26	jaar
27 - 28	week
29 - 31	IPI: inventarisatie-eenheid t.b.v. floristisch, vegetatiekundig en hydrobiologisch onderzoek; vergelijkbaar met ecotoop
32 - 33	tabeltype: grove indeling in vegetatiecategorieën: bos en struweel, grasland, water en moeras, heide en veen, bouwland
39	opnamemethodiek
40	herhalingsopname
41 - 42	oppervlakte en vorm van het proefvlak
43	helling
44	expositie
45	reliëf
46	diepte bij wateropnamen
47	peil; afstand tussen het wateroppervlak en het maaiveld van het proefvlak
49	grondwatertrap
50 - 58	bodemtype volgens de 1:50.000 kaart van de Stichting voor Bodemkartering
59 - 62	hoogte van de vegetatie, waarin apart onderscheiden zijn: boomlaag, struiklaag, hoge kruidlaag of helofytenlaag in geval van wateropnamen, lage kruidlaag of drijflaag in geval van wateropnamen

63 - 70	bedekking van de vegetatie, waarin apart onderscheiden zijn: totale bedekking, boomlaag, struiklaag, hoge kruidlaag of helofytenlaag in geval van wateropnamen, lage kruidlaag of drijflaag in geval van wateropnamen, moslaag of zweeflaag in geval van wateropnamen, dood organisch materiaal of sapropeliumlaag in geval van wateropnamen, humuslaag
71 - 74	nummer van het kaartvlak waarin de opname is gemaakt
75 - 77	opname vlak- of lijnvormig
78	oppervlakte-aandeel van de beschreven vegetatie in het gehele kaartvlak
79 - 80	totaal aantal soorten in de opname

Van de in de opname voorkomende plantesoorten is de mate van voorkomen, uitgedrukt in abundantie en/of bedekking, geschat volgens de uitgebreide schaal van Braun-Blanquet (9 klassen). Alleen de hogere planten zijn tot op de soort en in bepaalde gevallen tot op de ondersoort gedetermineerd. De lagere planten zijn als volgt verwerkt: Chara sp. (kranswieren), korstmos, Sphagnum sp. (veenmossen), Riccia fluitans (watervorkje, behoort tot de levermossen), overige mossen.

Van de plantesoorten die worden genoteerd op het formulier 'inventarisatie hydro- en freatofyten' is de mate van voorkomen geschat met behulp van de schaal volgens Tansley (1935).

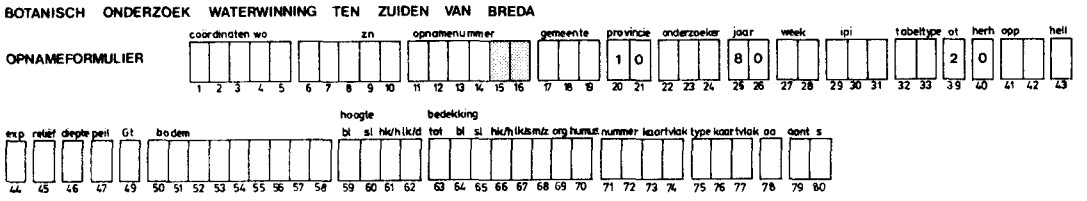
Aangezien het veldwerk door drie onderzoekers werd uitgevoerd, is de eerste serie opnamen gezamenlijk gemaakt om de werkwijze en daarmee het resultaat zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen.

3.2.5 Determinatie en codering van plantesoorten

3.2.5.1 Determinatie

Niet bekende plantesoorten (taxa) zijn in het veld op naam gebracht met gebruikmaking van de volgende determinatiewerken:

- Flora van Nederland (Heukels & Van Ooststroom 1977, 19e druk),
- Grassentabel (Van der Meijden e.a. 1980),
- British Sedges (Jermy & Tutin 1968).



Acer pseudopl	0002	Fagus sylvat	0513	Phalis aru	0930	Trifolium rep	1306
Achill. mill	0004	Festuca o (tenui)	1474	Phleum prat	0932	Typha latif	1318
Aegopodium p	0011	- pratensis	0519	Phragmites a	0933	Urtica dioica	1321
Agrost. stoi	0018	- r (rubra)	0520	Pinus sylves	0943	Valeriana off	1333
- tenuis	0019	Ficaria verna	1047	Plantago lanc	0946	Veronica arve	1347
Alisma plantago-a	0028	Filipen. ulma	0526	- maj (major)	0947	- beccabunga	1349
Alliaria pet	0029	Frangula aln	0530	Poa annua	0952	- chamaedrys	1351
Alnus gluti	0036	Galeopsis tetra	0543	- pr (pratensis)	0958	- serpullifolia	1363
Alopeco pratensis	0042	Galium apari	0546	- trivialis	0959	Viburnum opul	1367
Anemone nemor	0056	- m (mollugo)	0550	Polygonat. mu	0964	Vicia cracca	1369
Angelica sylv	0060	- pa (elonga	0552	Polygonum am	0967	- hirsuta	1370
Anthox. odor	0066	- pa (palustre)	1479	- aviculare (s.s.)	0968	- sa (angusti)	1368
Anthris sylv	0070	- uliginosum	0556	- conv + dum	2251	- sa (sativa)	1372
Arctium sp	1902	Geranium molle	0571	- mite	0976	- tetrasperma	1375
Arrhenat. el	0096	- robertianum	0576	Populus trem	0983	Viola arvensis	1378
Artemisia vulg	0101	Geum urbanum	0579	Potamoget. crisp.	0990	- riviniana	1966
Atriplex hast	0121	Glechoma hed	0582	- natans	0995	- tricolor	1390
Bellis pere	0135	Glyceria flui	0584	- pectinatus	0998		
Betula pend	0140	- maxima	0585	Potentil. ans	1006		
- pubescens	0139	Hedera helix	0598	- erecta	1008		
Bidens tripart	0144	Heracl. sphond	0607	- reptans	1010		
Bromus mollis	0161	Hierac. pilos	0621	Prunella vul	1017		
Callitriche sp	1906	- u (umbellat)	0625	Prunus avium	1018		
Calluna vulg	0186	Holcus lanat	0631	- padus	1019		
Caltha p (pal)	0187	- mollis	0632	- serotina	1020		
Calystegia sep	0188	Hottonia pal	0638	Pteridium aq	1022		
Campanula rot	0198	Humulus lupu	0639	Quercus rob	1037		
Capsella bu	0200	Hydrocoty. vu	0641	- rubra	1876		
Cardamine p (pal)	1461	Hypericum perf	0649	Ranunc. acris	1040		
- p (prat)	1462	- tetrapterum	0651	- aq (peltatus)	1055		
Carduus cri	0208	Hypochaer. r (eri)	0655	- flammula	1048		
Carex acuta	0211	- r (radicata)	0654	- repens	1056		
- acutiformis	0212	Iris pseudac	0665	Ribes nigrum	1070		
- disticha	0225	Jasione mont	0669	Rorippa amph	1074		
- hirta	0235	Juncus b (buf)	0675	- palustris	1076		
Centaurea deb	0283	- b (bulbosus)	0676	Rosa canina	1081		
Cerastium arv	0292	- effusus	0680	Rubus idaeus	1091		
- f (triviale)	0296	- subuliflorus	0679	Rubus sp.	-452		
Cerato deme	0299	Lamium album	0700	Rumex acetosa	1093		
Chamaene. an	0450	- purpureum	0706	- acetosella	1094		
Chenopod. al	0306	Lapsana comm	0708	- crispus	1098		
- polyspermum	0315	Lathyrus prat	0715	- o (obtusifol)	1101		
Chrysanth. le	0319	Lemna minor	0723	Sagina procumb	1112		
- segetum	0321	Leontod. autu	0725	Sagitta. sagi	1114		
Cirsium arv	0331	Linaria vul	0745	Salix aurita	1117		
- vulgare	0336	Lolium peren	0756	- cinerea	1119		
Convalla maja	0349	Lonicera per	0759	Sambuc. n (nigra)	1133		
Convolv. arv	0350	Lotus cornic	0761	Sarotham. sc	1140		
Corydal. clav	0362	- uliginosus	0763	Scrophul. nodo	1170		
Corylus ave	0366	Luzula campe	0766	Scutella. gal	1173		
Crataeg. mon	0369	Lychis flos	0772	Senecio j (jac)	1188		
Crepis bien	0371	Lycopsis arv	0779	- vulgaris	1192		
- capillaris	0372	Lycopus euro	0780	Sisymbr. off	1211		
Cynosurus cr	0386	Lysimach. vu	0784	Sium erectum	1215		
Dactylis glo	0390	Lythrum sali	0785	Solanum dulc	1218		
Daucus caro	0394	Matri. mar (ino)	0795	- nig (nigrum)	1219		
Deschamp. ces	0397	- matricarioi	0796	Sonchus ar (or)	1223		
- flexuosa	0398	Medicago lupul	0799	- asper	1224		
Dryopte. carth	0426	Melampy. prat	0804	Sorbus aucup	1227		
- dilatata	0419	Melandr. rubr	0807	Sparga. er (er)	1533		
Eleocha. p (pal)	0437	Mentha aquat	0813	Spergula arv	1234		
Elodea cana	0441	Moehring. tri	0830	Stachys arve	1243		
- nuttallii	0442	Molinia caer	0832	- sylvatica	1246		
Elytrig. r (rep)	0446	Myosotis arv	0840	Stellaria gram	1248		
Epilobium hirs	0451	- laxa	0841	- holostea	1249		
- palustre	0456	- p (nemora)	1493	- media	1250		
- parviflorum	0457	- p (palustr)	0844	Symphytum of	1259		
Equiset. arv.	0462	Myriophyl. spic	0851	Tanacetum vu	1260		
- fluviatile	0463	Nasturt. micr	0859	Taraxac. sp	-517		
- palustre	0466	Nuphar lutea	0865	- Vulgaria	1264		
Erica tetralix	0473	Nymphaea alb	0866	Teucr. scorod	1273		
Erigeron cana	0475	Ornithopu. pe	0897	Thalictr. flav	1275		
Erodium c (ci)	0480	Oxalis aceto	0909	Trifolium arv	1296		
Eupatorium c	0490	Papaver rhoeas	0916	- dubium	1299		
Euphorb. helio	0495	Peucedan. pal	0929	- pratense	1305		

Figuur 3.8 Opnameformulier

BOTANISCH ONDERZOEK WATERWINNING TEN ZUIDEN VAN BREDA

Inventarisatie Freatofyten en Hydrofyten

coördinaten wo			zn		opnamenummer				gemeente			provincie		onderzoeker			week		nummer				kaartvlak		type kaartvlak		
												1	0														
1	2	3	6	7	8	11	12	13	14	17	18	19	20	21	22	23	24	27	28	71	72	73	74	75	76	77	

Achillea ptarm	0005		Epilobi. palustre	0456		Myosotis p (nemoro)	1493		Rorippa palustris	1076	
Acorus cala	0007		- parviflorum	0457		- p (palustr)	0844		- sylvestris	1078	
Agrostis c(ca)	1544		- roseum	0458		Myosoton aqu	0847		Rumex hydro	1099	
Alisma gram	0026		- t (lamyi)	0452		Myosurus mio	0848		- maritimus	1100	
- lanceolatum	0027		- t (tetrag)	0449		Myrica gale	0849		- palustris	1102	
- plantago-a	0028		Equiset. fluv	0463		Myriophyl. al	0850		- sanguineus	1103	
Alnus gluti	0036		- hyemale	0464		- spicatum	0851		Sagitta. sagi	1114	
Alopec. aequ	0038		- palustre	0466		- verticillatum	0852		Salix alba	1116	
- geniculatus	0040		Erica tetralix	0473		Narthec. ossif	0858		- aurita	1117	
Andromeda p	0055		Eriopho. ang	0476		Nasturt. micr	0859		- cinerea	1119	
Apium inund	0077		- vaginatum	0479		- officin	0860		- fragilis	1121	
- nodiflorum	0078		Eupatorium c	0490		Nuphar lutea	0865		- pentandra	1122	
Aster tradesc	0116		Euphrasia s (stri)	1919		Nymphaea alb	0866		- purpurea	1123	
Betula pubes	0139		Festuca arun	0514		Nymphoid. pel	0867		- repens	1124	
Bidens cern	0141		- gigantea	0515		Oenanthe aqu	0868		- triandra	1125	
- tripartitus	0144		Filipen. ulma	0526		- fistulosa	0869		- viminalis	1126	
Blechum sp	0146		Frangula aln	0530		Orchis incar	0884		Sanguiso. off	1137	
Briza media	0153		Fraxinus exc	0531		- maculata	2351		Saxifr.g (gran)	1144	
Bromus racem	0162		Galeops. bifi	0540		- praetermissa	0890		Scirpus ce (germ)	1153	
Butomus umb	0171		- speciosa	0542		Osmunda rega	0908		- fluitans	1154	
Calamagr. ca	0173		Galium pa (pal)	1479		Oxycoccus pal	0913		- l. (lacustris)	1155	
Callitriche 'spec'	1906		- pa (elonga)	0552		Pedicula. pal	0923		- sylvaticus	1160	
Caltha p(palus)	0187		- uliginosum	0556		- sylvatica	0924		Scrophul. nees	1169	
Cardamine a	0201		Gentiana pneu	0568		Peplis portu	0925		Scutella gal	1173	
- flexuosa	0202		Glyceria dec	0583		Petasites hy	0926		Senecio aqua	1183	
- p (palustri)	1461		- fluitans	0584		Peucedan. pal	0929		- congestus	1184	
- p (pratens)	1462		- maxima	0585		Phalaris aru	0930		- fluviatilis	1186	
Carex acuta	0211		- plicata	0586		Phragmites o	0933		- paludosus	1187	
- acutiformis	0212		Gnaphal. ulig	0589		Phyteuma nig	0935		Sium erectum	1215	
- curta	0219		Herniaria gl	0609		- spicatum	0936		- latifolium	1216	
- demissa	0220		Hippuris vul	0630		Poa palustris	0957		Solanum dulc	1218	
- dioica	0223		Holcus lana	0631		Polygala ser	0962		Sonchus pal	1226	
- disticha	0225		Hottonia pal	0638		Polygonum am	0967		Spargani. ang	1228	
- echinata	0228		Humulus lupu	0639		- bistorta	0969		- er.(erectum)	1533	
- elongata	0229		Hydrocha. mor	0640		- hydropiper	0972		- emersum	1231	
- flacca	0232		Hydrocoty. vu	0641		- lapathifolium	0973		Spirodela po	1241	
- hostiana	0236		Hypericum el	0644		- minus	0975		Stachys pal	1245	
- hudsonii	0237		- humifusum	0646		- mite	0976		Stellaria alsi	1247	
- nigra	0244		- ma (obtasiu)	0647		Populus nigra	0982		- palustris	1254	
- otrubae	0245		- tetrapterum	0651		Potamoget. ac	0985		Stratiotes a	1255	
- ovalis	0246		Impatiens noli	0660		- alpinus	0986		Succisa prat	1258	
- panicea	0248		Iris pseudac	0665		- berchtoldii	0987		Symphytum of	1259	
- paniculata	0249		Juncus acuti	0670		- compressus	0989		Thalictr. flav	1275	
- pseudocype	0254		- articulatus	0673		- crispus	0990		Thelypt. pal	0427	
- pulicaris	0255		- buf. (bufonius)	0675		- friesii	0992		*Trifolium frag*	1300	
- remota	0258		- bul. (bulbosus)	0676		- gramineus	0993		Trigloch pal	1311	
- riparia	0259		- compressus	0678		- lucens	0994		Typha angust	1317	
- rostrata	0260		- effusus	0680		- natans	0995		- latifolia	1318	
- se (serotina)	1464		- inflexus	0684		- obtusifolius	0997		Utricula minor	1324	
Catabrosa a	0274		- squarrosus	0687		- pectinatus	0998		- vulgaris	1327	
Centaurium er	0286		- subuliflorus	0679		- perfoliatus	0999		Valeriana di	1332	
- pulchellum	0287		- tenuis	0690		- polygonifol	1000		- officinalis	1333	
Cerato. deme	0299		Lamium g (galeob)	1486		- pusillus	1002		Veronica anagall	1346	
- submersum	0300		Lathyrus pal	0714		- trichoides	1003		- becca bunga	1349	
Cicuta viro	0326		Lemna gibba	0722		Potentil. ang	1005		- catenata	1350	
Circaea lut	0329		- minor	0723		- anserina	1006		- montana	1354	
Cirsium diss	0332		- trisulca	0724		- erecta	1008		- peregrina	1357	
- oleraceum	0334		Leontod. taraxa	0727		- palustris	0346		- scutellata	1362	
- palustre	0335		Limosella a	0739		- supina	1012		- serpyllifolia	1363	
Cladium ma	0337		Listera ovata	0750		Primula elat	1014		Viburnum opu	1367	
Corrigio. lit	0360		Littorell. un	0753		Prunella vul	1017		Viola palustris	1385	
Crepis paludosa	0373		Lotus tenuis	0762		Prunus pad	1019		Wolffia arrh	1395	
Deschamp. ces	0397		- uliginosus	0763		Pulicaria dy	1029		Zannich. (pa, pa)	1396	
Dipsacus ful	0412		Luronium nat	0765		- vulgaria	1030				
Drosera inter	0417		Lusula m (cong)	0767		Ranunc. aq (aq)	1041				
- rotundifolia	0418		- m (multiflo)	0768		- aq (peltatus)	1055				
Dryopte. carth	0426		Lychnis flos	0772		- aurícomus	1043				
- dilatata	0419		Lycopus euro	0780		- circinatus	1046				
Echinod. ran	0429		Lysimach. nem	0781		- flammula	1048				
- repens	0430		- nummularia	0782		- fluitans	1049				
Elatine hexa	0432		- thyrsiflora	0783		- hederaceus	1050				
Eleocha. acic	0435		- vulgaris	0784		- lingua	1051				
- multicaulis	0436		Lytrum sali	0785		- sardous	1057				
- p (palustr)	0437		Mentha aquat	0813		- sceleratus	1058				
- p (uniglum)	0440		- arvensis	0814		Rhinanth. ser	1066				
Elodea cana	0441		Menyanth. tri	0821		Rhynchosp. al	1068				
- nutallii	0442		Mercuria. peren	0823		- fusca	1069				
Epilobi. ade	0448		Molinia caer	0832		Ribes nigrum	1070				
- hirsutum	0451		Montia (chondr)	0835		Rorippa amph	1074				
- obscurum	0455		Myosotis laxa	0841		- austriaca	1075				

Figuur 3.9 Formulier t.b.v. inventarisatie freatofyten en hydrofyten buiten de opname

Moeilijk te determineren soorten zijn verzameld en nader gedetermineerd op de afdeling Botanie van het RIN te Leersum.

3.2.5.2 Codering

Over het algemeen zijn de plantesoorten (taxa) met behulp van de codelijst die is toegevoegd aan de 'Interprovinciale handleiding voor vegetatieopnamen' zonder problemen te coderen. Deze codelijst is gebaseerd op de standaardlijst van de Nederlandse Flora (Arnolds & Van der Meijden 1975), welke op een aantal punten is aangevuld.

Door het niet-systematische karakter van de codelijst geeft het coderen soms echter problemen. Het betreft met name soorten waarvan ondersoorten worden onderscheiden. In een aantal gevallen hebben de ondersoorten wel een code, maar de soort niet. Wanneer niet tot op de ondersoort kan worden gedetermineerd, is het niet mogelijk om te coderen. Dit probleem is voor deze studie ondervangen door in zo'n situatie de code van de meest algemene ondersoort te gebruiken.

3.2.6 Het opstellen van de vegetatietypologie

In paragraaf 3.2.3 is uiteengezet dat voor het opstellen van een lokale vegetatietypologie van het onderzoekgebied een groot aantal opnamen nodig is. De schatting vooraf was 204 (aantal te bemonsteren kaartvlakken) x 5 (gemiddeld aantal opnamen per kaartvlak) = 1020. Classificatie van zo'n groot aantal opnamen met de hand is zeer tijdrovend. Daarom is besloten gebruik te maken van een multivariate verwerkingsmethode, waardoor de computer kan worden ingeschakeld.

Multivariate methoden in de vegetatiekunde worden gewoonlijk ingedeeld in classificatie en ordinatie (voor een recent overzicht zie Van der Maarel e.a. 1980). Voor het onderhavige onderzoek is gekozen voor een classificatie. Bij de keuze van een methode is vooral uitgegaan van practische overwegingen:

- het moest een bestaande methode zijn, daar het zelf ontwikkelen van een dergelijke methode zeer tijdrovend is;
- uit ervaring moest zijn gebleken dat de methode bruikbare resultaten oplevert;
- de methode moest direct beschikbaar zijn.

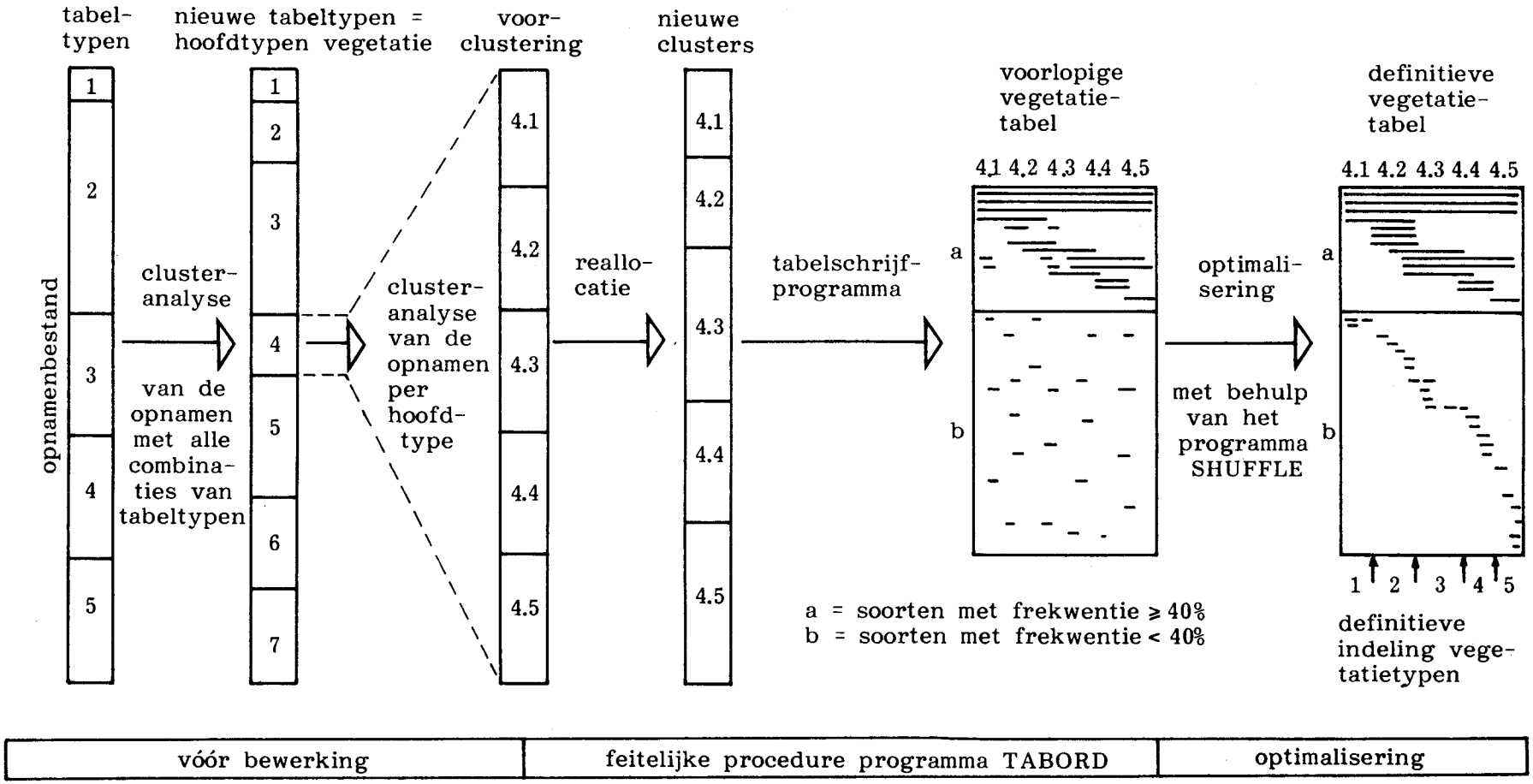
Gelet op het voorgaande kwam de methode die is ontwikkeld aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen het meest in aanmerking (zie o.a. Van der Maarel e.a. 1978). De opnamegegevens konden daar ter plaatse worden verwerkt zodat geen tijd verloren ging met het opnieuw implementeren van de programma's op een andere computer. Tevens kon een onderzoeker worden aangetrokken, die ervaring had met de in Nijmegen ontwikkelde methode om de verwerking van de opnamen tot een typologie uit te voeren.

De opnamegegevens zijn geponst door IWIS - TNO te Den Haag. De daarna gevolgde werkwijze is uitvoerig beschreven in een intern rapport (Kortekaas & Reijnen 1981). Hier wordt volstaan met een beknopte weergave (zie ook figuur 3.10).

Programma TABORD

De kern van de methode wordt gevormd door het programma TABORD (Van der Maarel e.a. 1978). In dit programma zijn de volgende stappen te onderscheiden:

1. Beginclustering; de opnamegegevens moeten geclusterd worden ingevoerd. Dit kan geschieden met de hand (op basis van bijvoorbeeld voorkennis) of het kan worden overgelaten aan het programma. In het laatste geval moet het aantal clusters worden opgegeven, waarna de opnamen aselect worden samengevoegd. Voor dit onderzoek is gekozen voor een andere werkwijze: een zo objectief mogelijke zelf uitgevoerde beginclustering. Daarbij is gebruik gemaakt van een CLUSTAN-procedure (hiërarchische clusteranalyse volgens de methode van Ward, zie Wishart 1978).
2. Reallokatie; de ingevoerde clusters worden getest op hun homogeniteit en zonodig worden opnamen naar andere clusters gebracht of worden zelfs geheel nieuwe clusters gevormd (door splitsing of samenvoeging). Het aantal reallokaties, een minimum en een maximum voor het aantal clusters, alsmede de afstand die clusters tot elkaar moeten hebben (fusielimiet),moeten worden opgegeven.
3. Weergave van de resultaten in een tabel: de opnamen horizontaal (gegroepeerd per cluster) en de plantesoorten verticaal. De plantesoorten die een presentie hebben boven een bepaalde grens (meestal ca. 40%) kunnen in de tabel worden gerangschikt; daarbij wordt uitgegaan van een diagonaalstructuur.



voor toelichting zie paragraaf 3.2.6

Figuur 3.10 Schematische weergave van de classificatie van de vegetatie-opnamen met behulp van het programma TABORD

Splitsing van de opnamen in een aantal deelgroepen voor verwerking met TABORD

De omvang van het opnamemateriaal (ca. 900 opnamen) ging de capaciteit van de computer waarop het programma TABORD is gedraaid (ca. 200 opnamen), te boven waardoor opsplitsing vooraf noodzakelijk was. Bestaande programma's die een dergelijk groot aantal opnamen in één keer kunnen splitsen in een aantal groepen, bleken voor de in dit onderzoek verzamelde gegevens niet direct operationeel.

Om praktische redenen is daarom de volgende procedure gevolgd:

1. splitsing van de opnamegegevens in een vijftal grote groepen aan de hand van de in het veld bepaalde 'tabeltypen' (zie paragraaf 3.2.4.3);
2. toepassen van een CLUSTAN-procedure (hiërarchische clusteranalyse, zie de beginclustering van TABORD) op vrijwel alle mogelijke combinaties van tabeltypen;
3. interpretatie van deelprocedure 2 met als resultaat een definitieve indeling van de opnamen in zeven groepen ten behoeve van de TABORD-verwerking.

De hiervoor beschreven procedure is dus vooral te beschouwen als het toetsen van de homogeniteit van de tabeltypen. In de interpretatiefase is nagegaan of tabeltypen of delen daarvan (soms misschien één opname) moeten worden samengevoegd of gesplitst. Daarbij is vooral gebruik gemaakt van de resultaten weergegeven in de vorm van dendrogrammen.

Optimalisering van de met behulp van TABORD verkregen tabellen

Per tabel zijn alleen de soorten met een frequentie van $> 40\%$ gerangschikt, terwijl verder is aangegeven welke opnamen tot één cluster behoren. De op deze wijze weergegeven resultaten van de clustering waren nog niet geschikt voor een interpretatie naar vegetatietypen. Bovendien leek de clustering van de opnamen niet altijd even bevredigend. Daarom zijn met behulp van het programma SHUFFLE, dat een nieuwe rangschikking van opnamen en/of soorten uitschrijft, nog de volgende stappen uitgevoerd:

- rangschikken van de soorten met een frequentie van $< 40\%$;

- het aanbrengen van kleine wijzigingen in de clustering van de opnamen.

Na deze laatste 'handbewerkingen' waren de tabellen definitief en zijn de grenzen tussen de vegetatietypen aangegeven.

3.2.7 Beschrijving van de vegetatietypen

Het resultaat van de clustering (paragraaf 3.2.6) was een overzicht van de onderscheiden vegetatietypen in de vorm van tabellen. Om de botanische beschrijvingen van de kaartvlakken waar geen opnamen zijn gemaakt, te kunnen vertalen in de vegetatietypen en voor een verdere interpretatie van de gegevens is een nadere beschrijving c.q. definiëring van de typen noodzakelijk. Voor dit onderzoek zijn alleen die kenmerken in beschouwing genomen die direct van belang waren, namelijk floristische samenstelling, enkele synecologische gegevens en verspreiding. Tevens is het vegetatietype van een naam voorzien en is het aantal opnamen vermeld dat eraan ten grondslag ligt. De genoemde kenmerken zullen hierna achtereenvolgens worden toegelicht.

Floristische samenstelling

In eerste instantie is een overzicht samengesteld van de volledige floristische samenstelling per vegetatietype met vermelding van de frequentie (= presentie) en de karakteristieke abundantie per soort. Met frequentie wordt bedoeld het aantal malen dat een plantesoort in de opnamen van een vegetatietype is aangetroffen, uitgedrukt in procenten van het totale aantal opnamen; de karakteristieke abundantie is het gemiddelde van de waargenomen abundanties (abundantie heeft hier betrekking op de gecombineerde schaal van Braun-Blanquet; voor het schatten van de abundantie c.q. de bedekking van soorten, zie paragraaf 3.2.4).

Het hiervoor bedoelde overzicht is vervaardigd met behulp van het computerprogramma SYNOP, dat ook aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen is ontwikkeld (zie Kortekaas & Reijnen 1981). Met behulp van dit overzicht zijn de vegetatietypen als volgt nader gedefinieerd met behulp van soortengroepen (zie o.a. Westhoff & Van der Maarel 1973):

- kensoorten: dit zijn soorten die aan een bepaald vegetatietype zijn gebonden. Deze worden onderverdeeld in exclusieven, selectie-

ven en preferenten. Op welke wijze de kensoorten zijn vastgesteld en ingedeeld, is weergegeven in figuur 3.11.

- constante begeleiders: soorten die geen binding of voorkeur vertonen voor een bepaalde vegetatie in het desbetreffende tabeltype; de frequentie dient meer dan 60% te zijn
- overige soorten: hier worden alleen vermeld: zeldzame en/of karakteristieke soorten; soorten met een hoge abundantie (>7) en lage frequentie; soorten met een frequentie van > 40% indien ze in een nauw verwant type tot de constante begeleiders behoren.

Synecologische gegevens

Alleen de volgende kenmerken zijn bepaald: het gemiddelde vochtgetal en het gemiddelde stikstofgetal. Voor de bepaling is uitgegaan van de ecologische gegevens per soort zoals Ellenberg (1979) die geeft. De feitelijke werkwijze is beschreven in paragraaf 3.4.

Zeldzaamheid

Per vegetatietype is een zeldzaamheidsgetal bepaald op basis van de landelijke zeldzaamheidscijfers van de plantesoorten. Zie voor verdere toelichting paragraaf 3.5.

Naamgeving

Aan elk vegetatietype is in principe een naam toegekend die bestaat uit een kensoort en een constante begeleider. Een dergelijke combinatie is echter niet steeds voorhanden waardoor op een andere wijze een toch zo karakteristiek mogelijke naamgeving moest worden gegeven. Vaste richtlijnen daarvoor waren moeilijk op te stellen.

3.2.8. Kartering van de vegetatie

In paragraaf 3.2.1 is al uiteengezet dat met de kartering niet kon worden gewacht tot de vegetatietypologie gereed zou zijn. De vegetatie van de kaartvlakken waarin geen opnamen waren gemaakt, moest dus zodanig worden beschreven dat een interpretatie naar de te vervaardigen typologie mogelijk was. De kartering werd voornamelijk verricht van ca. begin september tot eind oktober; een kleiner deel was al gekarteerd in juli en augustus.

De volgende werkwijze is aangehouden:

kensoorten	in het te beschrijven vegetatietype		in vergelijking met andere vegetatietypen	
	frequentie	abundantie	frequentie	abundantie
exclusieven	IV - V	3 - 5	I - II	+ - 2
	IV - V	+ - 2	I	+ - 2
	I - III	+ - 5	afwezig of zeer zeldzaam	
selectieven	IV - V	3 - 5	II - III	+ - 2
	IV - V	+ - 2	II - III	+ - 2
	III - IV	+ - 2	I - II	+ - 1
	I - III	+ - 2	I	+
preferenten	I - V	3 - 5	I - V	+ - 2

toelichting:

frequentie:		abundantie:	
I	20%	+ bedekking	< 5%, enkele exemplaren
II	20 - 40%	1 "	< 5%, veel exemplaren
III	40 - 60%	2 "	5- 25%, aantal ex. willekeurig
IV	60 - 80%	3 "	25- 50%, " " "
V	80 -100%	4 "	50- 75%, " " "
		5 "	75-100%, " " "

Figuur 3.11 Definiëring kensoorten ten behoeve van de beschrijving van vegetatietypen (naar Westhoff & Van der Maarel 1973)

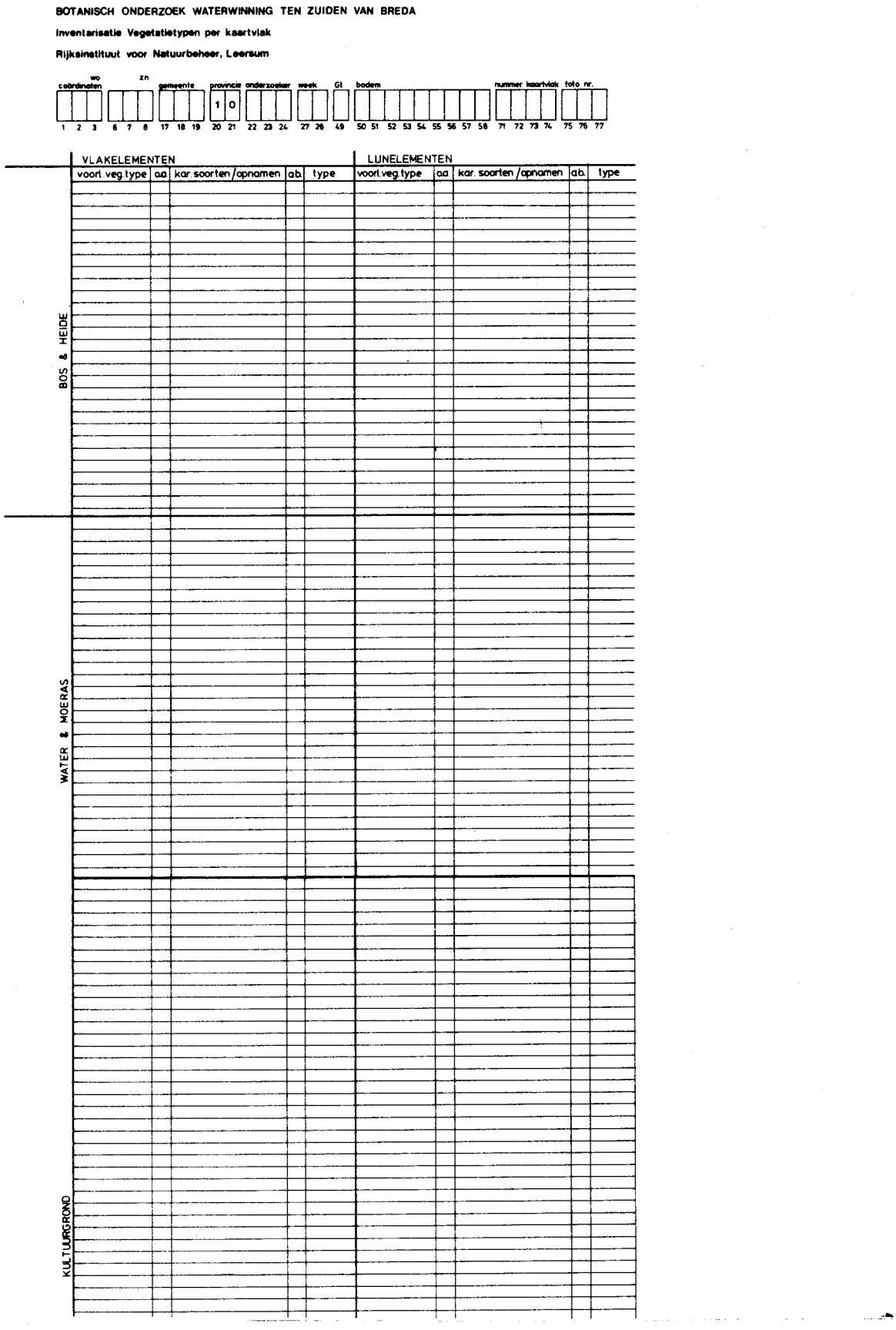
- eerst is een verkenning van het kaartvlak uitgevoerd, waarbij gebruik is gemaakt van luchtfoto's (zie paragraaf 3.2.2), literatuurgegevens (zie appendix 2) en topografische kaarten. Daarna is vastgesteld welke vegetatie-eenheden zijn te onderscheiden.
- van elke vegetatie-eenheid zijn zowel de karakteristieke als de dominerende plantesoorten bepaald met vermelding van de abundantie volgens Tansley (1935). Hierbij dienden Westhoff & Den Held (1969) en de gemaakte vegetatie-opnamen als uitgangspunt. Dit gegeven is tot stand gekomen door in onderling overleg een voorlopige typologie op te stellen. Verder zijn de resultaten van de kartering regelmatig (elke week) besproken om de gegevens zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen.

Van elke vegetatie-eenheid is tevens een schatting gemaakt in vijf klassen van het oppervlakte-aandeel c.q. de dichtheid binnen het kaartvlak (zie figuur 3.12).

	vlakelementen	lijnelementen
klasse	oppervlakte-aandeel in %	dichtheid in km/100 ha
1	1 - 5	< 1
2	5 - 25	1 - 2
3	25 - 50	2 - 4
4	50 - 75	4 - 8
5	75 - 100	> 8

Figuur 3.12 Weergave van het oppervlakte-aandeel c.q. de dichtheid van vegetatie-eenheden per kaartvlak.

Ten behoeve van verdere bewerking zijn alle gegevens per kaartvlak op een standaardformulier genoteerd 'inventarisatie vegetatietypen per kaartvlak' (zie figuur 3.13). Eventuele vegetatieopnamen zijn hierop vermeld middels het opnamenummer (zie paragraaf 3.2.4). Voor het invullen van de 'kop' van het formulier wordt verwezen naar paragraaf 3.2.4, met uitzondering van het 'fotonummer' (positie 75, 76, 77).



Figuur 3.13 Standaardformulier 'inventarisatie vegetatietypen per kaartvlak'

Hier is het nummer van de in het veld gebruikte luchtfoto opgegeven.

Na het gereedkomen van de vegetatietypologie (zie paragraaf 3.2.5) zijn de voorlopige vegetatiebeschrijvingen vertaald in de vegetatietypen. Op het standaardformulier is plaats ingeruimd om de definitieve vegetatietypen in code in te vullen (onder 'type').

3.2.9 Vegetatiecomplexenkaart

Vegetatiecomplexen zijn te omschrijven als steede terugkerende combinaties van vegetatietypen, die ook in ecologisch opzicht een samenhangend geheel vormen (zie o.a. Tüxen 1978). In dit onderzoek is de (ecologische) begrenzing van de kaartvlakken vastgelegd via de basiskaart landschapsstructuur (zie paragraaf 3.3.2), waarna van elk kaartvlak de vegetatiekundige samenstelling kwantitatief is bepaald. De op deze wijze beschreven kaartvlakken (ca. 1000) zijn elk afzonderlijk te beschouwen als een vegetatiecomplextype dat éénmaal voorkomt. Een duidelijke cartografische weergave van zoveel typen is uiteraard nauwelijks mogelijk. Daarom is nagegaan in welke mate de ca. 1000 vegetatiecomplexen (typen) zijn te generaliseren (reduceren) tot een aantal typen dat goed is weer te geven op een kaart. De werkwijze die daarbij is gevolgd, wordt hierna beschreven.

Voor het groeperen van de kaartvlakken in een klein aantal typen is gebruik gemaakt van het computerprogramma TWINSPAN (Hill 1979). TWINSPAN maakt een hiërarchische classificatie van de kaartvlakken. Hiertoe worden de kaartvlakken eerst gesplitst in twee groepen en vervolgens worden deze elk weer verdeeld in twee groepen, en zo verder. Elke splitsing komt tot stand door de erbij betrokken kaartvlakken te rangschikken met de ordinatiemethode reciprocal averaging (RA) en vervolgens de kaartvlakken te verdelen in twee groepen al naar gelang ze links of rechts van het midden van de rangschikking liggen. De groepsindeling wordt nog verfijnd door die vegetatiecomplexen meer nadruk te geven die sterk in frequentie van voorkomen verschillen tussen de twee groepen.

Op ongeveer dezelfde wijze wordt ook een hiërarchische classificatie van de vegetatiecomplexen gemaakt, met dien verstande dat deze is gebaseerd op de indeling van de kaartvlakken, in casu op de trouwgraad van de vegetatiecomplexen aan de onderscheiden groepen van kaartvlakken. Tenslotte worden de groepen van kaartvlakken

en de groepen van vegetatiecomplexen zo gerangschikt dat zoveel mogelijk een tabel met een diagonale structuur ontstaat. Deze tabel geeft zo overzichtelijk mogelijk weer welke groepen vegetatiecomplexen voorkomen in welke groepen kaartvlakken.

Voor het onderhavige onderzoek is in eerste instantie een aantal splitsingsniveaus van zes aangehouden. Een deel van de kaartvlakken (n=679, de cultuurgebieden) is nog drie niveaus verder gesplitst. Aan de hand van de hiërarchische indeling en de tabel is daarna een definitieve indeling in groepen gemaakt. De werkwijze die daarbij is gevolgd, is afgestemd op het doel: een niet te omvangrijke maar toch duidelijke legenda voor de vegetatiecomplexenkaart.

3.3 Beschrijving van de dosis-effectrelaties

3.3.1 Algemeen

In paragraaf 2.3.3.2 is de relatie grondwater-vegetatie in algemene zin beschreven. Op basis van deze analyse zijn vijf belangrijke aspecten in de relatie grondwater-vegetatie te onderscheiden, die bij grondwaterwinning een rol spelen:

1. 'fijne' milieudynamiek; de milieudynamiek die o.a. betrekking heeft op het Ca- gehalte van het grondwater, constant grondwaterpeil e.d.;
2. mineralisatie van humus, met name met betrekking tot de stikstofleverantie;
3. aëratie van de bovengrond;
4. vochtleverantie;
5. waterdiepte (voor watervegetaties).

Om een uitspraak te kunnen doen over het effect van grondwaterwinning op de vegetatie is het nodig te weten wanneer welke aspecten in het geding zijn, in welke mate zij veranderen en welke vegetaties c.q. plantesoorten daarop reageren. Dergelijke beschrijvingen kan men aanduiden met de term dosis-effectrelaties (DER's). De beschrijving van het effect blijft in deze studie echter beperkt tot het aangeven van de plantesoorten c.q. vegetaties die 'gevoelig' zijn en daardoor op korte of lange termijn in aantal kunnen afnemen en verdwijnen. Men kan daarom ook spreken van een gevoeligheids- of kwetsbaarheidsbeschrijving.

Een voorspelling van de samenstelling van de plantengroei na grondwaterwinning is niet uitgevoerd, omdat de benodigde kennis onvoldoende werd geacht. Door grondwaterwinning zal echter vaak een minder stabiel milieu (zeker voor wat betreft de factor water) ontstaan, waardoor de kans op (her)vestiging van vooral zeldzame soorten klein is.

Als dosis is primair de grondwaterwinning zelf te beschouwen die te kwantificeren is in m^3 water/jaar; een dergelijke omschrijving is echter niet direct beschikbaar. Daarom is bij de beschrijvingen steeds uitgegaan van de gevolgen voor het grondwaterregime: daling van het grondwaterpeil in verschillende mate (DER I t/m V) en wijziging van de grondwaterstroming c.q. afname kwel (DER I). Gegevens over het grondwaterpeil zijn ontleend aan de grondwatertrappenindeling (Gt's), waarvan voor het gehele onderzoekgebied een beeld voorhanden was. De grondwatertrappen zijn gekarakteriseerd door een GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) en een GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand). Als relevante maat voor de plantengroei is uitgegaan van de GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, af te leiden uit de GHG en GLG). Dan wordt het peil aan het begin van het vegetatieseizoen gebruikt; overigens is deze maat ook aangehouden bij de vochtleverantieberekeningen van de bodem. Ofschoon het mogelijk is op grond van theoretische overwegingen betere maten voor het grondwaterpeil in relatie tot de vegetatie te formuleren (bijvoorbeeld door uit te gaan van het grondwaterstandsverloop gedurende het gehele vegetatieseizoen gebaseerd op directe metingen), is hier om vooral practische redenen gekozen voor de GVG.

De uitwerking van de hier bedoelde dosis-effectrelaties is afhankelijk van de mogelijkheid om enerzijds de genoemde aspecten (milieudynamiek, mineralisatie, aëratie, vochtleverantie en waterdiepte) en de veranderingen daarin meetbaar te maken en anderzijds om de ecologische amplitude van vegetaties c.q. plantesoorten te kwantificeren ten aanzien van de genoemde aspecten. Wat het laatste betreft is in de inleiding (zie paragraaf 2.4) al gesteld dat een benadering via de plantesoorten het meest bruikbaar lijkt. Met behulp van de literatuur en ongepubliceerde gegevens Van Wirdum (RIN), Pape en Van Holst (Stiboka) bleek het mogelijk de dosis-effectrelaties zodanig te beschrijven dat ze voldeden aan de bovengenoemde

eisen. Hiervoor was het wel nodig in een aantal gevallen van hypotheses uit te gaan die zo goed mogelijk zijn verantwoord. De dosis-effectrelaties worden hierna beschreven en in figuur 3.14 schematisch weergegeven. Een korte samenvatting wordt ook gegeven door Reijnen & Wiertz (in druk). Een overzicht van alle toegekende ecologische indicatiewaarden ligt ter inzage op het RIN te Leersum (zie appendix 2).

3.3.2 Veranderingen in de 'fijne' milieudynamiek en het effect daarvan op de plantengroei

Zoals in paragraaf 2.3.3.2 is toegelicht blijken bepaalde, met name zeldzame en bijzondere plantesoorten, al op zeer geringe dalingen van het grondwaterpeil en afname van kwel te reageren. Een belangrijke abiotische factor die in het geding is, lijkt vaak het relatief hoge Ca-gehalte van het grondwater c.q. kwelwater te zijn.

Kwantificering van abiotische veranderingen met betrekking tot dergelijke factoren en van de daarmee samenhangende gevolgen voor de plantengroei is vooralsnog niet mogelijk. Daarom is voor dit onderzoek volstaan met de volgende hypothese: elke daling van het grondwaterpeil (>0 cm) en afname van kwel hebben een afname of verdwijnen van zeldzame en bijzondere soorten tot gevolg. Voor de lijst van zeldzame en bijzondere soorten is uitgegaan van de onderstreepte soorten in de Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten die door Londo (1975) is opgesteld. Londo geeft voor deze categorie van soorten de volgende omschrijving: soorten die kenmerkend zijn voor de meer constante (minder dynamische) en/of relatief oligotrofe (voedselarme) en/of uitwendig kwetsbare milieus, of wel relatief zeldzame soorten van meer dynamische en/of voedselrijke milieus.

De geografische 'omvang' van deze DER is afhankelijk van de aard van de dosis. Is er alleen sprake van een afname van kwel, dan zal het gevolg voor de vegetatie zich beperken tot plaatsen waar kwel voorkomt: globaal genomen alle bodems met Gt I, II en III (zie paragraaf 4.3), met uitzonderingen van 'vengronden' (gebieden met een schijngrondwaterstand). Een daling van het grondwaterpeil heeft overal effect.

3.3.3 Veranderingen in de mineralisatiesnelheid en het effect daarvan op de plantengroei

Pape (Stiboka) heeft van alle legenda-eenheden van de bodemkaart van het onderzoekgebied een beoordeling gegeven van de volgende verschijnselen die het gevolg zijn van een toegenomen mineralisatie bij een verlaging van de GHG van > 50 cm:

- organisch stofverlies en klink in 3 klassen;
- toename N-leverantie in 5 klassen;
- afname van de C/N in 3 klassen.

Van deze verschijnselen is alleen voor de toename van de N-leverantie een directe koppeling gemaakt met de plantengroei. De overige verschijnselen zijn buiten beschouwing gelaten.

De toename van de N-leverantie is ordinaal in 5 klassen weergegeven: gering, tussen gering en matig, matig, tussen matig en sterk, sterk. Voor een nadere kwantificering zijn vrijwel geen gegevens beschikbaar (zie paragraaf 2.3.3.2). Verder heeft Pape de GHG gehanteerd in plaats van de hier voorgestelde GVG. Daar de GVG in veel gevallen in belangrijke mate wordt bepaald door de GHG, is aangenomen dat de gegevens over de toename van de N-leverantie ook voor het onderhavige onderzoek bruikbaar zijn.

Een indeling van alle in het onderzoekgebied voorkomende plantesoorten naar het N-gehalte van de bodem waarop zij voorkomen, en die het meest vergelijkbaar is met de Nederlandse situatie, geeft Ellenberg (1979). Hij rangschikt de soorten in een negendelige ordinale schaal. Koppeling van deze indeling met die van de N-leverantie is niet zonder meer mogelijk. Bij de toename van de N-leverantie moet eerst de uitgangssituatie worden 'opgeteld' om een indruk te krijgen van het N-gehalte na daling van het grondwaterpeil. Dit kan alleen wanneer gegevens over de exacte waarden, zowel van de uitgangssituatie als van de toename, beschikbaar zijn. Tevens zal men ook een aantal gegevens over de exacte waarden van de indeling van Ellenberg nodig hebben. Het verkrijgen van dergelijke gegevens was op korte termijn echter niet mogelijk. Ten behoeve van dit onderzoek is daarom besloten tot een sterke vereenvoudiging. Aangenomen is dat alleen bij de klassen 3, 4 en 5 van de 'toename van de N-leverantie' (matige tot sterke toename) effecten zullen optreden en wel op de soorten met een N-getal van 1, 2 en 3.

Een lijst van bodemtypen die behoren tot de klassen 3, 4 en 5 is opgenomen als appendix 3. Ellenberg omschrijft de N-indicatiegevallen als volgt:
1: indicatief voor zeer stikstofarme standplaatsen; 2: tussen 1 en 3; 3: op stikstofarme standplaatsen algemener dan op matig stikstofrijke tot stikstofrijke standplaatsen.

Het hier op grond van veelvuldige veldwaarnemingen beschreven effect van daling van het grondwaterpeil op de mineralisatie van de bodem gaat uit van een daling van > 50 cm van de GHG. Volgens Pape zou op cultuurgronden met een goede capillaire stijging bij geringere dalingen het effect veel minder groot zijn. Op gronden die niet in cultuur zijn, kan een geringere daling al voor een groot effect zorgen. Omdat de soorten met een N-getal van 1, 2 en 3 vooral in de laatste gebieden voorkomen of in minder beinvloede lijnelementen in cultuurgebieden, is gesteld dat er van een effect sprake is vanaf een daling > 10 cm. Plantesoorten die al op geringere dalingen reageren, zijn opgenomen bij veranderingen in de 'fijne' milieudynamiek.

3.3.4 Veranderingen in de aëratie van de bovengrond en het effect daarvan op de plantengroei

In paragraaf 2.3.3.2 is toegelicht dat een toename van de aëratie afgezien van de mineralisatie met name gevolgen heeft voor de concurrentieverhoudingen binnen de vegetatie, wanneer nog geen vochtgebrek optreedt.

Bij een analyse van de veranderingen in het vochtleverend vermogen van de bodems in het onderzoekgebied als gevolg van grondwaterstandsdalingen (gegevens Stiboka, zie paragraaf 3.3.5) bleek dat voor elk bodemtype bij een GVG van < 70 cm beneden maaiveld het vochtleverend vermogen maximaal of bijna maximaal was. Hieruit is geconcludeerd dat in het traject van 0-70 cm andere processen een rol moeten spelen, in dit geval een verandering in de aëratie.

De meest bruikbare indeling van plantesoorten die aanknopingspunten biedt, is de indeling in vochtklassen volgens Ellenberg. Na overleg met Van Wirdum (RIN) en op grond van veldervaringen opgedaan in het onderzoekgebied werd besloten de soorten met de vochtgetallen 7, 8 en 9 tot deze categorie te rekenen. Ellenberg omschrijft deze klassen als volgt:

7: vochtindicator, voornamelijk op vochtige niet natte bodems; 8: tussen 7 en 8; 9: indicator voor natte luchtarme bodems.

De vochtklassen zijn als volgt over het GVG-traject van 0-70 cm onder het maaiveld verdeeld:

7: 50-70 cm; 8: 30-50 cm; 9:< 30 cm.

Aangenomen is dat relevante veranderingen in de aëratie pas optreden bij dalingen van het grondwaterpeil van > 10 cm.

3.3.5 Veranderingen in het vochtleverend vermogen van de bodem en het effect daarvan op de plantengroei

Het vochtleverend vermogen van een bodem is afhankelijk van een complex van factoren. Belangrijk zijn o.a. grondwatertrap, bodemkenmerken als humusgehalte en korrelgrootte, klimaat. Van Holst (Stiboka) heeft met behulp van een model (zie Bouma 1979 en De Laat 1980) het vochtleverend vermogen van de in het onderzoekgebied voorkomende combinaties van bodemtype en grondwatertrappen berekend, en de veranderingen die daarin optreden bij dalingen van het grondwaterpeil van 10, 25, 50, 75 en 100 cm. Deze berekeningen zijn zowel uitgevoerd voor een gemiddeld gewogen jaar als een 10%-droogtejaar. In het model worden veranderingen in de bewortelingsdiepte en het humusgehalte die als gevolg van grondwaterstandsverlaging kunnen optreden, niet meegenomen.

De op voornoemde wijze berekende gegevens over het vochtleverend vermogen zijn echter niet direct bruikbaar voor het maken van een koppeling met de plantengroei, gezien de variërende eisen van een plant aan de vochtleverantie in de loop van het groeiseizoen. Daarom is voorlopig uitgegaan van de vertaling van deze gegevens in termen van 'grasopbrengst', die te beschouwen is als een relatieve maat voor groeiproblemen ten gevolge van een gereduceerde vochtleverantie. Omdat af en toe een droog jaar een beperkende standplaatsfactor is, zijn de groeicijfers voor een 10%-droogtejaar gebruikt (zie appendix 2).

Voor een indeling van de plantesoorten is uitgegaan van de vochtklassen volgens Ellenberg (1979). Op hooggelegen doorlatende arme bodems (o.a. duinvaaggronden) blijken soorten met een vochtgetal van 1 t/m 3 zich nog goed te kunnen handhaven. De relatieve 'grasopbrengst' bevindt zich in deze gevallen vrijwel steeds beneden de 30%.

Deze situatie is gekozen als ondergrens voor het optreden van effecten. In de vorige paragraaf is gesteld dat soorten met een vochtgetal van 7 of meer voorkomen op bodems waar ook in een 10%-droogtejaar geen vochtgebrek c.q. vermindering van de grasopbrengst optreedt. Als bovengrens zijn daarom de soorten met een vochtgetal 6 genomen. Vervolgens zijn de vochtklassen 4 t/m 6 als volgt over het traject 30-100% relatieve grasopbrengst verdeeld:
6: 100% - 70%; 5: 70% - 50%; 4: 50% - 30%.
Ellenberg omschrijft de vochtklassen (3), 4, 5, 6 en (7) als volgt:
(3 : droogte-indicator, op droge bodems meer voorkomend dan op iets vochtige tot vochtige bodems;
4 : tussen 3 en 5;
5 : indicator voor iets vochtige bodems, zowel ontbrekend op natte als op dikwijls verdrogende bodems;
6 : tussen 5 en 7;
(7 : vochtindicator, voornamelijk op vochtige, niet natte bodems).

Aangenomen is dat relevante veranderingen in de 'grasopbrengst' pas optreden bij dalingen van het grondwaterpeil van $>$ 10 cm.

3.3.6 Veranderingen in de waterdiepte en het effect daarvan op de plantengroei

Deze dosis-effectrelatie zal in dit gebied pas in het geding zijn bij grote dalingen van het grondwaterpeil. Het gaat vooral om sloten, waterlopen, plassen en poelen, die altijd water bevatten of slechts kortdurend droogvallen. Diepe grind- en zandgaten zijn buiten beschouwing gelaten. Op basis van veldervaring opgedaan in het onderzoekgebied zijn de volgende criteria gehanteerd:
- daalt de GVG tot $>$ 100 cm, dan is er geen permanent open water meer;
- daalt de GVG tot $>$ 150 cm, dan zal ook een milieu dat gedurende een voor de vegetatie relevante periode open water bevat, niet meer voorkomen.

Ook hier biedt de indeling van de plantesoorten in vochtklassen volgens Ellenberg aanknopingspunten:
- daalt de GVG tot $>$ 100 cm, dan verdwijnen de soorten met vochtgetal 11 en 12;
- daalt de GVG tot $>$ 150 cm, dan verdwijnen de soorten met vochtgetal 10.



Slanke sleutelbloem in drasland langs het Merkske; voorbeeld van een soort die gevoelig is voor geringe veranderingen in het milieu

De vochtklassen 10, 11 en 12 worden door Ellenberg als volgt omschreven:

10: waterplant die gedurende langere tijd droogvallen verdraagt;

11: waterplant die onder water wortelt maar tenminste af en toe boven het wateroppervlak uitgroeit, of drijvende waterplanten;

12: waterplant die vrijwel steeds onder het wateroppervlak blijft.

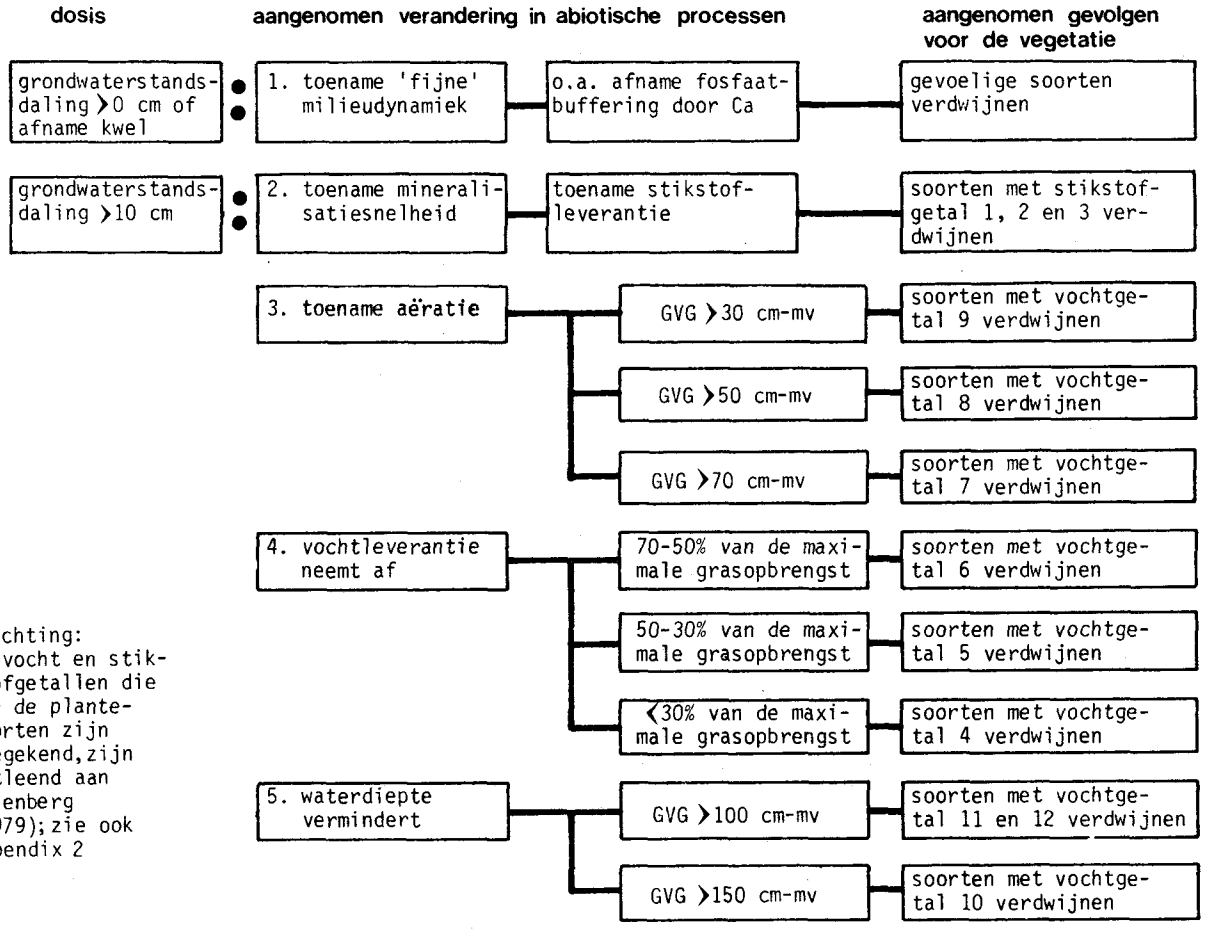
Uit de kartering van de vegetatie is gebleken dat plantesoorten met vochtgetal 10 af en toe ook voorkomen buiten de hiervoor genoemde milieus. In dergelijke gevallen worden deze soorten niet in de dosis-effectrelaties betrokken. De invloed hiervan op het resultaat is echter verwaarloosbaar klein.

3.4 Voorspelling van het effect van grondwateronttrekking op de vegetatie

Op basis van de in paragraaf 3.3 geformuleerde dosis-effectrelaties is het effect op de vegetatie voorspeld van een afname van kwel en van dalingen van grondwaterpeil van 10, 25, 50, 75 en 100 cm. Het effect is weergegeven in de vorm van een lijst met gevoelige soorten (soorten die op korte of langere termijn zullen verdwijnen) per vegetatietype; figuur 3.15 geeft een concreet voorbeeld.

Omdat berekening met de hand te veel tijd zou vergen (ca. 1000 kaartvlakken, gemiddeld vijf vegetatietypen per kaartvlak) is de effectenvoorspellingsprocedure geautomatiseerd.

Het uitdrukken van het effect van grondwateronttrekking op vegetatietypen in de vorm van een lijst met gevoelige plantesoorten is echter niet erg overzichtelijk. Daarom is ter wille van een snelle globale ecologische interpretatie gekozen voor een samenvattende indexwaarde; In dit geval het gemiddelde vochtgetal van de gevoelige soorten dat kan worden vergeleken met het gemiddelde vochtgetal van het vegetatietype vóór verandering. Men moet zich er echter wel van bewust zijn dat alleen een verandering in het vochtgetal een te beperkt beeld geeft van de gevoeligheid voor grondwaterstandsdaling; er zijn immers veel meer aspecten in het geding (zie de relevante aspecten genoemd in paragraaf 3.3). In het kader van deze studie was het echter niet mogelijk om na te gaan of nog andere beoordelingscriteria bruikbaar waren.



Toelichting:
- de vocht en stikstofgetallen die aan de plantesoorten zijn toegekend, zijn ontleend aan Ellenberg (1979); zie ook appendix 2

Figuur 3.14 Overzicht van de dosis-effectrelaties die betrekking hebben op de gevolgen van grondwateronttrekking voor de vegetatie in het gebied ten zuiden van Breda

Uitgangssituatie

vegetatie : nat soortenrijk grasland (type 313)
bodem : beekeerdgrond
grondwater : GVG 30 cm beneden maaiveld
max. grasopbrengst: 100%

Dosis

verlaging van de grondwaterstand met 25 cm

Aangenomen verandering in abiotische processen

I toename 'fijne' milieudynamiek (daling grondwaterpeil > 0 cm)
II toename mineralisatiesnelheid (een beekeerdgrond geeft een matig tot grote toename van de N-leverantie bij een daling van het peil van >10 cm en bij een GVG van < VI).
III toename van de aëratie van de bovengrond (het grondwaterpeil daalt tot beneden 50 cm beneden maaiveld)
(IV) afname van de vochtleverantie (de maximale grasopbrengst bedraagt in de nieuwe situatie 94,3%; aangenomen is echter dat pas bij daling beneden de 70% een effect optreedt)
(V) niet van toepassing

Aangenomen gevolgen voor de vegetatie

Alleen de (aangenomen) veranderingen in de abiotische processen I, II en III zullen gevolgen voor de plantengroei hebben.

proces I		proces II		proces III	
Sanguisorba officinalis	3[1)]	Ranunculus flammula	2	Lotus uliginosus	5
Juncus acutiflorus	3	Achillea ptarmica	2	Galium palustre	4
Carex rostrata	1	Carex nigra	2	Juncus effusus	4
Viola palustris	1	Hydrocotyle vulgaris	1	Equisetum palustre	4
Crepis paludosa	1	Agrostis c. canina	1	Lysimachia vulgaris	3
Glyceria declinata	1	Epilobium palustre	1	Filipendula ulmaria	3
Menyanthus trifoliata	1	Stellaria palustris	1	Carex acuta	3
Primula elatior	1	Deschampsia cespitosa	1	Carex acutiformis	3
Scirpus sylvaticus	1			Carex disticha	3
Selinum carvifolia	1			Cirsium palustre	3
Cirsium oleraceum	1			Lythrum salicaria	3
				Symphytum officinale	2
				Angelica sylvestris	2
				Epilobium obscurum	2
				Mentha aquatica	2
				Juncus articulatus	2
				Juncus subiliflorus	2
				Epilobium hirsutum	2
				Calamagrostis canescens	2
				Lycopus europaeus	1
				Phalaris arundinacea	1
				Alnus glutinosa	1
				Rorippa palustris	1
				Carex vesicaria	1
				Bidens tripartites	1
				Juncus bufonius	1
				Eleocharis palustre	1
				Myosotis p. palustre	1
				Peucedanum palustre	1
				Stellaria alsine	1
				Agrostis gigantea	1
				Alopecurus geniculatus	1
				Valeriana officinalis	1
				Humulus lupulus	1
				Caltha palustris	1
				Galium uliginosum	1
				Polygonum hydropiper	1
				Myosotis laxa	1
				Hypericum tetrapterum	1

1) frequency: 1 1 - 20%
2 21 - 40%
3 41 - 60%
4 61 - 80%
5 81 - 100%

Figuur 3.15 Voorbeeld van een voorspelling van de gevolgen van grondwateronttrekking voor een soortenrijk nat grasland (type 313, zie paragraaf 4.1)

Bij het gebruik van een samenvattende indexwaarde komt de vraag naar voren of en hoe de abundantie en de frequentie van de plantesoorten moeten worden verwerkt. Vanwege verschillen in expressievermogen van plantesoorten is besloten de abundantie buiten beschouwing te laten; sommige soorten (dikwijls zeldzame en bijzondere) hebben altijd lage abundanties, waardoor ze in vergelijking met andere plantesoorten steeds te laag gewaardeerd zouden worden. De frequentie van de plantesoorten binnen een vegetatietype wordt wel als een relevant gegeven beschouwd: een lage frequentie telt minder zwaar dan een hoge. Een dergelijke handelwijze wordt ook door Ellenberg (1979) voorgesteld.

De berekening van het gemiddelde vochtgetal ($\bar{V}$) van een vegetatietype en de verandering daarin ($\Delta\bar{V}$) als gevolg van een concrete daling van het grondwaterpeil is als volgt uitgevoerd:

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i \in s_1} F_i.V_i}{\sum_{i \in s_1} F_i}$$

$$\Delta\bar{V} = \frac{\sum_{i \in s_2} F_i.V_i}{\sum_{i \in s_1} F_i}$$

s_1 = alle soorten van het vegetatietype
s_2 = gevoelige soorten van het vegetatietype
F_i = frekwentie van soort i
V_i = vochtgetal van soort i

3.5 Evaluatie van de voorspelde veranderingen in de vegetatie en de cartografische weergave daarvan

3.5.1 Evaluatie

Voor gebruik van de in dit onderzoek verzamelde gegevens met betrekking tot de vraag waar in het gebied ten zuiden van Breda grondwater kan worden gewonnen met de geringste schade voor de natuurlijke plantengroei is het aangeven van veranderingen onvoldoende. Men zal de uit-

gangssituatie en de veranderingen die daarin optreden ook moeten waarderen; de criteria daarvoor zijn ontleend aan de doelstelling van het natuurbehoud. Voor een exposé hierover kan verwezen worden naar de structuurvisie natuur- en landschapsbehoud (Ministerie van CRM 1977); samengevat komt deze op het volgende neer:

- behoud van genetische informatie, c.q. soorten;
- behoud van de habitat van iedere soort;
- behoud van de onderlinge relaties tussen soorten (levensgemeenschappen) en hun gemeenschappelijk milieu (biotoop) c.q. de natuurlijke regulatiemechanismen.

Dit onderzoek is gekozen voor het criterium (landelijke) zeldzaamheid en wel om de volgende redenen:

- het criterium is meetbaar en reproduceerbaar;
- het criterium is in hoge mate relevant ten aanzien van de hiervoor genoemde doelstelling van het natuurbehoud.

Criteria die men ook kan overwegen zijn o.a. regionale zeldzaamheid, authenticiteit en natuurlijkheid; ze zijn niet in beschouwing genomen vanwege de geringe meetbaarheid en reproduceerbaarheid.

Bij de bepaling van de zeldzaamheid per vegetatietype en van de veranderingen daarin is uitgegaan van landelijke zeldzaamheidsgetallen per soort. Gegevens hierover zijn vermeld in de standaardlijst van de Nederlandse Flora (Arnolds & Van der Meijden 1975): voor elke soort wordt de uurhokfrequentie, verdeeld over negen klassen, weergegeven. Er is echter geen gebruik gemaakt van de klasse-aanduidingen maar van de exacte waarden van de klassegemiddelden (Van der Maarel 1971). Omdat een hoge zeldzaamheid meer wordt gewaardeerd dan een lage, zijn de reciproke waarden van de klassegemiddelden, herleid tot hele getallen, gehanteerd (zie figuur 3.16).

Voor een aantal soorten is een ander zeldzaamheidsgetal aangehouden dan Arnolds & Van der Meijden geven. Aan exoten en soorten die toenemen is een zeldzaamheid 0 toegekend, waardoor ze niet meetellen bij de waardering (zie appendix 1). De betekenis voor het natuurbehoud van deze veelal zeldzame soorten is gering.

Op grond van dezelfde overwegingen als genoemd bij het beoordelen van de gevoeligheid, wordt één geïntegreerde waarde berekend van de zeldzaamheid per vegetatietype ($\bar{Z}$) en van de verandering daarin ($\Delta\bar{Z}$).

De bepaling is als volgt geschied:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i \in S_1} F_i.Z_i}{\sum_{i \in S_1} F_i}$$

$$\Delta\bar{Z} = \frac{\sum_{i \in S_2} F_i.Z_i}{\sum_{i \in S_1} F_i}$$

S_1= alle soorten van het vegetatietype
S_2= gevoelige soorten van het vegetatietype
F_i= frekwentie van soort i
Z_i= zeldzaamheid van soort i

klasse	klassegrenzen	klassegemiddelde	zeldzaamheidsgetal
1	0,5 - 3,5	2	710
2	3,6 - 10,5	6	237
3	10,6 - 29,5	18	79
4	29,6 - 79,5	48	30
5	79,6 - 189,5	121	12
6	189,6 - 410,5	279	5,1
7	410,6 - 710,5	540	2,6
8	710,6 - 1210,5	927	1,5
9	1210,6 - 1673,5	1423	1

Figuur 3.16 Overzicht van de uurhokfrequentieklassen en de daaruit afgeleide zeldzaamheidsgetallen van plantesoorten

Toelichting

Het is gewenst dat de gemiddelde zeldzaamheidswaarde van een vegetatietype zoveel mogelijk overeenkomt met de werkelijke situatie op plaatsen waar het vegetatietype gekarteerd is. Wanneer in algemene (weinig zeldzame) vegetatietypen één of enkele zeldzame soorten voorkomen met een lage frequentie, dan kunnen deze soorten de gemiddelde zeldzaamheid van het type sterk verhogen. Een dergelijke zeldzaamheidswaarde geeft dan geen reëel beeld meer van de over het algemeen aanwezige situatie. Daarnaast kan het ook voorkomen dat een te karteren begroeiing waarin één of enkele zeldzame soorten, moet worden gerekend tot een algemeen vegetatietype.

De hiervoor besproken problemen zijn als volgt opgelost (zie ook appendix 2):

- zeldzame soorten met een lage frequentie in algemene vegetatietypen zijn niet betrokken bij de zeldzaamheidsbepaling van de typen; op plaatsen waar de zeldzame soorten zijn aangetroffen, wordt de zeldzaamheidswaarde van het type dan verhoogd;
- op plaatsen waar zeldzame soorten voorkomen en de vegetatie tot een algemeen type is gerekend, wordt de zeldzaamheid verhoogd.

3.5.2 Cartografische weergave

Gemiddeld komen per kaartvlak vijf vegetatietypen voor: van elk vegetatietype is bekend het oppervlakte-aandeel (5 klassen) c.q. de dichtheid (5 klassen), het zeldzaamheidsgetal en de veranderingen die daarin optreden als gevolg van een aantal veronderstelde dalingen van het grondwaterpeil en een afname van kwel. Om de zeldzaamheid van de vegetatie en de veranderingen daarin cartografisch te kunnen weergeven was een nadere generalisatie noodzakelijk. Deze generalisatie is uitgevoerd in twee stappen.

Eerst zijn de zeldzaamheidsgetallen in vier klassen ondergebracht. Daarna zijn de zeldzaamheidsgetallen van alle vegetatietypen binnen een kaartvlak tot één zeldzaamheidsaanduiding geintegreerd. Hiervoor waren in principe twee procedures mogelijk:

- men bepaalt een gemiddelde, rekening houdend met het oppervlakteaandeel c.q. de dichtheid van de vegetatietypen;
- men kent aan de zeldzaamheidsklassen een verschillend gewicht toe en berekent daarna het gemiddelde op eerstgenoemde wijze.

De eerste procedure bleek voor ons doel niet geschikt omdat hierbij te veel informatie verloren gaat: vegetatietypen met een gering oppervlakte-aandeel (dichtheid) worden 'weggemiddeld'; tot deze categorie behoren veelal juist (zeldzame) vegetatietypen die voor het natuurbehoud het meest van betekenis zijn. Daarom is gekozen voor de tweede procedure. Het toekennen van een gemiddeld zeldzaamheidsgetal aan een kaartvlak is echter niet op rekenkundige wijze geschied, maar op een beschrijvende manier. De oorspronkelijke informatie (zeldzaamheids- en vochtklassen met hun oppervlakte-aandelen c.q. dichtheden) is hierdoor zoveel mogelijk zichtbaar gebleven (zie figuur 4.1).

3.6 Ecohydrologische kaart

De opzet van deze kaart is een globaal beeld te verkrijgen van de grondwater- en kwelstroom in het onderzoekgebied, vanwege het belang dat deze kunnen hebben voor de vegetatie (zie hiervoor paragraaf 2.3.3 en 4.3).

Op basis van een vergelijking van isohypsenpatronen voor de datum 28 maart 1978 zijn door het RID gebieden aangegeven waar de stijghoogte van het middeldiepe grondwater hoger is dan die van het freatische grondwater. Deze gebieden zijn aangeduid als potentiële 'diepere' kwelgebieden. Kwelgebieden kunnen ook gevoed worden door grondwater dat alleen door het freatisch pakket heeft gestroomd, dit is lokale kwel genoemd. Daarnaast zijn tijdens het veldwerk alle ijzerroestverschijnselen gekarteerd, waarmee een indruk is verkregen van de op deze wijze herkenbare actuele kwelgebieden; het kaartbeeld bleek vrijwel geheel samen te vallen met gebieden die behoren tot de grondwatertrappen I t/m III. Deze actuele kwel kan echter zowel een lokale (ondiepe) als regionale (diepere) herkomst hebben. De herkomstgebieden van de lokale kwel zijn globaal aangegeven door het intekenen van waterscheidingen in het isohypsenpatroon van het freatische grondwater. Daarbij is ook gebruik gemaakt van de Waterstaatskaarten (uitgave Topografische Dienst, blad 49-oost 1973, blad 50-west 1970 en blad 50-oost 1967). Alle hogere delen in het stroomgebied van de Mark en de Weerijs fungeren waarschijnlijk als herkomstgebieden van deze regionale kwel.

Gegevens over de kwaliteit van het grondwater zijn over het algemeen te incidenteel om een volledig kaartbeeld samen te stellen. Voor een globale indruk kan worden verwezen naar paragraaf 2.3.1.1 (zie ook Lekahena & Smoor 1970).

4. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

De resultaten zijn voornamelijk weergegeven in tabellen en kaarten. Alleen de voornaamste eindresultaten zijn opgenomen in de appendices of toegevoegd als bijlage. De overige gegevens (zie appendix 2 voor een overzicht) liggen ter inzage op het RIN te Leersum. In dit hoofdstuk wordt volstaan met een korte bespreking van voornoemde gegevens.

4.1 Typering en kartering van de vegetatie

De basiskaart landschapsstructuur die als uitgangspunt heeft gediend voor de lokatie(keuze) van de opnamen en de kartering van de vegetatie is opgenomen als (kaart)bijlage 1. Op bijlage 2 zijn de kaartvlakken aangegeven waar de opnamen zijn gemaakt.

4.1.1 Vegetatietypen

De bewerking van de opnamen volgens de in de werkwijze beschreven procedure heeft geresulteerd in 81 vegetatietypen die zijn samengevat in zeven hoofdtypen:

- akkers;
- intensief beheerde graslanden en grazige vegetaties gekenmerkt door Engels raaigras (Lolium perenne);
- extensief beheerde graslanden en grazige, soms kruidenrijke vegetaties gekenmerkt door echte witbol (Holcus lanatus);
- vochtige tot natte loofbossen, broekbossen en struwelen gebonden aan een relatief hoog voedingsstoffenniveau;
- vrij droge loof- en naaldbossen gebonden aan een relatief laag voedingsstoffenniveau;
- heide en vochtige tot natte struwelen gebonden aan een relatief laag voedingsstoffenniveau;
- veen-, moeras- en watervegetaties.

Een uitgebreide beschrijving van de vegetatietypen en een weergave van de resultaten in de vorm van vegetatie- en synoptische tabellen liggen ter inzage op het RIN te Leersum. In dit rapport wordt volstaan met een korte bespreking van de hiervoor genoemde hoofdtypen. Een overzicht van alle onderscheiden vegetatietypen met vermelding van de gemiddelde vocht-, stikstof- en zeldzaamheidsgetallen is opgenomen als appendix 4.

Akkers

Het aantal opnamen dat in akkers is gemaakt bedraagt 25. Na bewerking kon een verdeling worden aangebracht in maïsakkers en overige akkers (kool, graan, prei, biet). De maïsakkers zijn over het algemeen soortenarm en hebben geen karakteristieke plantesoorten; de overige akkers zijn soortenrijker en worden o.a. gekenmerkt door zwarte nachtschade (Solanum nigrum) en greppelrus (Juncus bufonius). Specifieke akkeronkruidsoorten zoals windhalm (Apera spica-venti) en gele ganzebloem (Chrysanthemum segetum) zijn weinig aanwezig.

Intensief beheerde graslanden en grazige vegetaties gekenmerkt door Engels raaigras

Het aantal opnamen dat tot dit hoofdtype is gerekend, bedraagt 73 en is verdeeld over vijf vegetatietypen. Plantesoorten die in alle typen algemeen en constant voorkomen zijn: Engels raaigras (Lolium perenne), straatgras (Poa annua), ruw beemdgras (Poa trivialis), kruipende boterbloem (Ranunculus repens), paardebloem (Taraxacum sp.) en witte klaver (Trifolium repens). De verschillen tussen de typen zijn vooral bepaald door verschillen in (agrarisch) beheer en vochtgehalte van de bodem.

Het type dat gekenmerkt wordt door vogelmuur (Stellaria media) wordt het meest intensief gebruikt en is zeer soortenarm (type 201). Op meer vochtige tot natte gronden treedt bij een intensief agrarisch beheer vooral knikkende vossestaart (Alopecurus geniculatus) op de voorgrond (type 202) en bij een iets minder intensief beheer zijn ook andere vochtminnende soorten als gewone pinksterbloem (Cardamine pratensis), scherpe boterbloem (Ranunculus acris), moeraswalstro (Galium palustre) e.a. nog aan te treffen (type 204); in een aantal gevallen kan kweek (Eytrigia repens) dominant zijn (type 203).

Grazige vegetaties in bermen langs wegen (vooral verharde wegen) worden ook tot dit hoofdtype gerekend. Opvallende plantesoorten zijn dan duizendblad (Achillea millefolium), smalbladige weegbree (Plantago lanceolata), veldzuring (Rumex acetosa; type 205).

Extensief beheerde graslanden en grazige, soms kruidenrijke vegetaties gekenmerkt door echte witbol

Dit hoofdtype is verdeeld in 13 vegetatietypen die gebaseerd zijn op 211 vegetatieopnamen. Alleen echte witbol komt in alle typen algemeen en vrijwel constant voor. Een vrij algemeen voorkomende soort die slechts in enkele vegetatietypen ontbreekt, is de kruipende boterbloem. Het voorkomen van de hier bedoelde vegetaties is vooral gebonden aan lijnvormige elementen als wegbermen, greppels, slootkanten en overhoeken; slechts een enkele maal wordt een groter aaneengesloten oppervlak ingenomen. Door het minder intensieve gebruik (minder of weinig bemesten, maaien, beweiden e.d.) zijn deze vegetaties over het algemeen soortenrijker dan de 'Lolium perenne'-graslanden, beschreven in het vorige hoofdtype.

Op relatief voedselarme tot matig voedselrijke, vochtige tot droge gronden worden de typen gekenmerkt door gewoon struisgras (Agrostis tenuis), gladde witbol (Holcus mollis), duizendblad, rood zwenkgras (Festuca rubra) en veldzuring. In slootkanten zijn daarnaast vooral gewone wederik (Lysimachia vulgaris), fioringras (Agrostis stolonifera) en moerasrolklaver (Lotus uliginosus) aanwezig (typen 302 en 303); langs bovenranden van slootkanten en in bermen vooral reukgras (Anthoxanthum odoratum), schapezuring (Rumex acetosella) en in mindere mate pijpestrootje (Molinia caerulea). Met name in bermen langs onverharde wegen zijn bovendien soms heischrale graslandsoorten aan te treffen als tormentil (Potentilla erecta), blauwe knoop (Succisa pratensis), dopheide (Erica tetralix), struikheide (Calluna vulgaris), borstelgras (Nardus stricta) en kruipwilg (Salix repens; type 305). Als gevolg van storing, die meestal bestaat uit een verhoging van het voedingsstoffenniveau in de bodem zonder dat dit wordt gecompenseerd door een maaibeheer, krijgen kweek (type 306) of kropaar (Dactylis glomerata) en Frans raaigras (Arrhenatherum elatius; type 307) meer kansen.

In een langs randen van natte greppels op matig voedselrijke gronden wordt het aspect van de vegetatie door heel andere soorten bepaald: mannagras (Glyceria fluitans), pitrus (Juncus effusus), egelboterbloem (Ranunculus flammula), waternavel (Hydrocotyle vulgaris; type 301). Verder wordt dit vegetatietype gekenmerkt door veel freatofyten met lage presenties, zoals de vrij zeldzame dwergbies (Scirpus setaceus), thrincia (Leontodon taraxacoides) en blaaszegge (Carex vesicaria).



De Hel bij Zundert; natte greppel met o.a. Pitrus, Egelboterbloem, Waternavel, Kruipend struisgras en Mannagras (vegetatietypen 301 en 713)

Op voedselrijkere vochtige tot natte gronden kan de vegetatie van extensief beheerde grazige vegetaties globaal worden verdeeld in ruigtkruidenvegetaties (géén of bijna geen maaibeheer) en wei- en hooilanden (wel maaibeheer, maar géén of vrijwel geen beweiding). Kenmerkend voor de ruigtkruidenvegetaties zijn o.a. grote brandnetel (Urtica dioica), kropaar (Dactylis glomerata), smeerwortel (Symphytum officinale), vogelwikke (Vicia cracca) en akkerdistel (Cirsium arvense).
In sterk gestoorde situaties overheersen grote brandnetel en rietgras (Phalaris arundinacea) en is de vegetatie vrij soortenarm (typen 308, 309 en 311); deze vegetaties zijn veel aan te treffen langs vervuilde beken en sloten. Verruigde natte graslanden en minder gestoorde sloot- en beekkanten kunnen daarentegen zeer soortenrijk zijn, waarbij soorten als moerasspirea (Filipendula ulmaria), moeraszegge (Carex acutiformis), riet (Phragmites australis), grote pimpernel (Sanguisorba officinalis), moesdistel (Cirsium oleraceum) op de voorgrond treden (type 310).

De extensief beheerde vochtige tot natte wei- en hooilanden hebben een begroeiing waarin vooral scherpe boterbloem, pinksterbloem, echte witbol en in mindere mate moerasspirea, grote pimpernel, dotterbloem (Caltha palustris) en moesdistel opvallen (type 312). Op plaatsen waar deze vegetatie zich optimaal kan ontwikkelen, is een zeer soortenrijke begroeiing aanwezig met o.a. veldrus (Juncus acutiflorus), moerasstreepzaad (Crepis paludosa), waterdrieblad (Menyanthes trifoliata), slanke sleutelbloem (Primula elatior), karwijselie (Selinum carvifolia) en veel zeggesoorten (type 313).

Vochtige tot natte loofbossen, broekbossen en struwelen gebonden aan een relatief hoog voedingsstoffenniveau

Tot dit hoofdtype zijn 54 opnamen gerekend, die zijn verdeeld over zes vegetatietypen. In vrijwel alle typen is zwarte els (Alnus glutinosa) een van de belangrijkste structuurbepalende soorten. Daarnaast zijn zomereik (Quercus robur), grauwe wilg (Salix cinera) en braam (Rubus sp.) vrijwel steeds aanwezig.

Op vochtige tot vrij droge gronden in beekdalen komt een struweel- en bostype voor dat gekenmerkt wordt door een hoge abundantie van eenstijlige meidoorn (Crataegus monogyna) en hondsdraf (Glechoma hederacea); verder zijn o.a. aanwezig, iep (Ulmus sp.), sleedoorn (Prunus spinosa) en gewone vlier (Sambucus nigra; type 401). In beekbegeleidende bossen en ook wel op andere vochtige tot natte plaatsen op matig voedselrijke

grond is de es (Fraxinus excelsior) soms de belangrijkste boomsoort. Dit bostype (type 402) is meestal soortenrijk en herbergt veel zeldzame soorten. Kenmerkende en/of bijzondere soorten zijn o.a. moeraszegge (Carex acutiformis), hazelaar (Corylus avellana), ruwe smele (Deschampsia cespitosa), vogelkers (Prunus padus), slanke sleutelbloem, witte rapunzel (Phyteuma spicatum), eenbes (Paris quadrifolia), boskortsteel (Brachypodium sylvaticum), bittere veldkers (Cardamine amara), muskuskruid (Adoxa moschatellina) en bosanemoon (Anemone nemorosa).

In bossen en struwelen op permanent natte matig voedselrijke tot voedselrijke plaatsen domineert in de boom- c.q. struiklaag de zwarte els, vaak vergezeld van de grauwe wilg. De kruidlaag is vooral samengesteld uit freatofyten als hennegras (Calamagrostis canescens), scherpe zegge (Carex acuta), moeraswalstro, gele lis (Iris pseudacorus), melkeppe (Peucedanum palustre), watermunt (Mentha aquatica) en kale jonker (Cirsium palustre; type 403 en 404). In gestoorde situaties kan braam overheersen (type 402). Soms komen minder algemene soorten voor als moerasvaren (Thelypteris palustris) en elzenzegge (Carex elongata; type 404). Op iets drogere en gestoorde plaatsen is een geheel andere onderbegroeiing aanwezig, die vooral bestaat uit echte witbol, brede stekelvaren (Dryopteris dilatata), braam en in mindere mate pijpestrootje (type 405). Ofschoon de zwarte els in dit type nog de dominante boomsoort is, komt veel bijmenging voor van met name Amerikaanse vogelkers (Prunus serotina), vuilboom (Frangula alnus) en lijsterbes (Sorbus aucuparia).

Op sterk gestoorde plaatsen zijn bosjes en brandsingels aangetroffen waar de ratelpopulier (Populus tremula) in de boomlaag domineert. De soortenarme kruidlaag wordt vooral bepaald door braam, fioringras, gladde witbol en rietgras.

Vrij droge loof- en naaldbossen gebonden aan een relatief laag voedingsstoffenniveau

Binnen dit hoofdtype, waartoe 147 opnamen zijn gerekend, is een verdeling gemaakt in tien vegetatietypen. Plantesoorten die in alle typen voorkomen zijn ruwe berk (Betula pendula), pijpestrootje, amerikaanse vogelkers, zomereik, braam en lijsterbes. De boomlaag van deze bossen is weinig gevarieerd; de struiklaag is gering tot matig ontwikkeld of ontbreekt. Kenmerkend voor de soortenarme kruidlaag is dat meestal

één of enkele soorten domineren of dat een kruidlaag vrijwel afwezig is. De typen zijn globaal te verdelen in naaldbossen en loofbossen.

Binnen de naaldbossen is een onderscheid gemaakt tussen grovedennenbos en overig naaldhout. In het grovedennenbos kan de kruidlaag gedomineerd worden door pijpestrootje (type 501) of er is sprake van een meer open, vaak gestoorde onderbegroeiing waarin vooral soorten als braam en echte witbol voorkomen (type 502). Het type met pijpestrootje heeft zijn ontstaan deels te danken aan het dichtgroeien van heide dat soms nog tot uiting komt in het frequent voorkomen van struikheide en dopheide. De boomlaag van de overigen naaldbossen bestaat vooral uit fijnspar (Picea abies) en lork (Larix sp.; type 508). De kruidlaag van dit type heeft over het algemeen een lage bedekking en is zeer soortenarm.

In de loofbossen wordt de boomlaag vooral bepaald door de zomereik. Op niet te voedselarme en te droge plaatsen met weinig storing is het eikenbos het best ontwikkeld; kenmerkende soorten zijn dan o.a. kamperfoelie (Lonicera periclymenum), vogelkers, dalkruid (Maianthemum bifolium), lelietje-der-dalen (Convallaria majalis), moeraszegge en esdoorn (Acer pseudoplatanus; type 503). De overige eikenbossen zijn soortenarmer of door verstoring verrijkt met allerlei min of meer ruderale soorten als echte witbol, fioringras, kropaar, kweek en gewone hennepnetel (Galeopsis tetrahit; type 506 en 507; vaak kleine bosjes met sterke randinvloed). De onderbegroeiing van de soortenarme eikenbossen heeft veel overeenkomsten met die van de grovedennenbossen: dominantie van pijpestrootje (type 504) of een geringe betrekking van de kruidlaag (type 505). Daarnaast is nog een type onderscheiden met een dominantie van adelaarsvaren (Pteridium aquilinum; type 509).

Wanneer in de boomlaag niet de zomereik, maar de beuk (Fagus sylvatica) of de Amerikaanse eik (Quercus rubra) domineren, is een onderbegroeiing nauwelijks aanwezig; dit type (510) is zeer soortenarm.

Heide en vochtige tot natte struwelen gebonden aan een relatief laag voedingsstoffenniveau

Het aantal opnamen dat in heide en voedselarme struwelen is gemaakt, bedraagt 136. Om de variatie in de begroeiing goed tot uiting te laten komen was het nodig 16 vegetatietypen te onderscheiden. Deze typen zijn globaal in vier groepen onder te brengen: droge heide, vegetatie met grondster (Illecebrum verticillatum), vochtige tot natte heide en



Matig voedselrijk loofbos bij Ulvenhout (vegetatietype 503)

vochtig tot nat wilgen- en gagelstruweel. De enige gemeenschappelijke soort van alle typen is pijpestrootje die in veel gevallen het aspect van de vegetatie bepaalt.

In de droge heide kan struikheide (type 601) of pijpestrootje (type 603) overheersen; beide typen zijn zeer soortenarm.

Langs en op paden in bossen is soms een vegetatie aan te treffen die met name bestaat uit grondster (type 602). Dit type neemt in het hoofdtype een enigszins afzonderlijke plaats in en sluit niet geheel aan bij de overige typen.

De vochtige tot natte heide wordt over het algemeen gekenmerkt door het veelvuldig voorkomen van dopheide. Overige gemeenschappelijke soorten die met een wisselende bedekking en frequentie voorkomen, zijn veenmos (Sphagnum sp.) en veenpluis (Eriophorum angustifolium).
Op plaatsen waar de (grond-)waterstand sterk fluctueert en vaak tijdelijk boven het maaiveld komt, is pijpestrootje dominant (type 604); overige soorten met uitzondering van dopheide, veenmos en pitrus ontbreken vrijwel. De vegetatiestructuur is sterk bultig. Wanneer het (grond-)waterpeil aan minder fluctuatie onderhevig is, heeft dopheide een groter aandeel in de vegetatie (meestal een bedekking tussen 25-50%). De volgende typen zijn onderscheiden:

- matig vochtige soortenarme dopheidevegetatie (type 605);
- vochtige tot natte vegetatie op verdichte grond (paadjes en slenken) met kenmerkende zeldzame soorten als witte snavelbies (Rhynchospora alba), bruine snavelbies (Rhynchospora fusca) en kleine zonnedauw (Drosera intermedia; type 606);
- matig vochtige vrij soortenarme dopheidevegetatie met veel pijpestrootje en klokjesgentiaan (Gentiana pneumonanthe; type 607);
- natte soortenrijke dopheidevegetatie gekenmerkt door zeldzame soorten als beenbreek (Narthecium ossifragum), veenbes (Oxycoccus palustris), klokjesgentiaan, kleine zonnedauw, ronde zonnedauw (Drosera rotundifolia) en witte snavelbies (type 608). Ten aanzien van vocht verreist dit type een constant waterpeil;
- natte oevers van voedselarme vennen waarbij tijdelijk inundatie op kan treden. Dopheide heeft in dit type weer een lage frequentie en bedekking. De vegetatie wordt bepaald door veenmos, veelstengelige waterbies (Eleocharis multicaulis), veenpluis en knolrus (Juncus bulbosus; type 609).



Het Langven ten westen van Chaam; open water omzoomd door een sterk bultige Pijpestrootjevegetatie (vegetatietype 604)

De wilgen- en gagelstruwelen hebben veel soorten gemeenschappelijk, doch de frequentie en/of abundantie kan heel verschillend zijn. Alleen gagel (Myrica gale) en geoorde wilg (Salix aurita) komen in alle typen redelijk frequent voor. Op natte plaatsen kan veenmos een hoge bedekking halen; in de struiklaag bepalen ruwe berk en gagel het aspect, terwijl in de kruidlaag riet voorkomt (type 610). Gagel kan plaatselijk, vooral in minder nat terrein ook volledig domineren en heeft dan meestal een dichte onderbegroeiing van hennegras (type 611; als gevolg van verdroging) of van pijpestrootje (type 614). In type 614 komt af en toe klokjesgentiaan voor. Wanneer het milieu wat minder voedselarm is, bepaalt grauwe wilg het aspect van de struiklaag en zijn in de kruidlaag frequent soorten aan te treffen als pitrus, gewone wederik (Lysimachia vulgaris), kruipend struisgras (Agrostis canina), smalle stekelvaren (Dryopteris carthusiana) en moerasviooltje (Viola palustris; type 612 en 613). Op drogere plaatsen is soms een open berkenbroek aanwezig met in de kruidlaag vooral soorten als hennegras en pijpestrootje (type 615).

Veen- moeras- en watervegetaties

In veen-, moeras- en watervegetaties zijn in totaal 199 opnamen gemaakt die zijn verdeeld over 30 vegetatietypen. Gemeenschappelijke soorten van alle typen komen in dit hoofdtype niet voor. De typen zijn globaal in zes groepen onder te brengen: vegetaties van vennen en venoevers, natte ruigtkruidenvegetaties, vegetaties van natte greppels, ondiepe waterlopen en plasjes, vegetaties van hoogopgroeiende helofyten, vegetaties van diepe waterlopen en plassen, pioniervegetatie op natte kale bodems.

De vegetaties van vennen en venoevers worden vooral gekenmerkt door knolrus. In ondiep tot matig diep water domineert knolrus (type 701), soms vergezeld van waterlelie (Nymphaea alba; type 702). Een enkele maal zijn in dit type uiterst zeldzame soorten aangetroffen als ijle rus (Juncus tenageia) en witbloemige waterranonkel (Ranunculus ololeucos). Op de natte oever tot in ondiep water wordt het aspect meer bepaald door veenmos vergezeld door veenpluis, veelstengelige waterbies (Eleocharis multicaulis) en snavelzegge (Carex rostrata; type 703 en 704).

Wanneer veenmos boven het water uitgroeit en bulten vormt, kan een milieu ontstaan waarin veenbes, lavendelheide (Andromeda polifolia), zonnedauwsoorten (Drosera sp.) en witte snavelbies zich thuisvoelen (type 705).

De natte ruigtkruidenvegetaties hebben soorten gemeenschappelijk als gewone wederik, pitrus, riet en moeraswalstro. Op zeer natte matig voedselrijke plaatsen kunnen pitrus en kruipend struisgras het aspect bepalen (type 706); in een wat voedselrijker milieu domineren bitterzoet (Solanum dulcamara), zachte duizendknoop (Polygonum mite) en moerasaardbei (Potentilla palustris; type 707). Deze twee typen komen vooral voor in en langs gestoorde vennetjes en met name vegetaties die behoren tot type 707 kunnen zeer soortenrijk zijn met: o.a. moerashertshooi (Hypericum elodes), knikkend tandzaad (Bidens cernuus) en koningsvaren (Osmunda regalis). Op minder natte open plaatsen tussen wilgenstruwelen is soms een vegetatie aanwezig die overheerst wordt door hennegras en waarin verder opvallen melkeppe (type 708) of moerasrolklaver (Lotus uliginosus) en kattestaart (Lythrum salicaria; type 709).

De vegetaties van natte greppels, ondiepe waterlopen en plasjes zijn over het algemeen soortenarm en kenmerken zich door een hoge abundantie van vaak maar één of twee soorten. De soorten die domineren zijn geknikte vossestaart (type 710), mannagras (type 710 t/m 713), sterrekroos (Callitriche sp.; type 711, 712, 714 en 718), klein kroos (Lemma minor; type 715 t/m 718), watervorkje (type 716) en bultkroos (Lemna gibba; type 717). Type 711 wordt verder gekenmerkt door het frequent voorkomen van drijvend fonteinkruid (Potamogeton natans) en de aanwezigheid van minder algemene soorten als teer vederkruid (Myriophyllum alterniflorum) en kranswieren (Chara sp.). In een vegetatie gekenmerkt door soorten van type 715 is éénmaal de zeer zeldzame pilvaren (Pilularia globulifera) aangetroffen.

Vegetaties van hoog opgroeiende helofyten zijn gebonden aan plaatsen waar het grondwater permanent of een groot deel van het jaar boven het maaiveld staat. Het type met een dominantie van grote lisdodde (Typha latifolia; type 719) komt voor in sloten en kleine plasjes. Rietlanden zijn voornamelijk aanwezig in natuurreservaten en worden verdeeld in drie typen: soortenarm nat rietland (type 720); mosrijk rietland (type 721) met soorten als veenmos, moerasaardbei en moeras-

varen; vochtig kruidenrijk rietland (type 722) met soorten als kattestaart, moerasspirea (Filipendula ulmaria) en koningskruid (Eupatorium cannabinum). Begroeiingen waarin liesgras (Glyceria maxima) het aspect bepaalt, zijn vooral aan te treffen in bredere sloten en afgesneden beeklopen. Er is onderscheid gemaakt tussen een soortenarm type (723) met vrijwel alleen liesgras en een soortenrijker type (724) met veel rietgras en moeraszegge en verder o.a. oeverzegge (Carex riparia), watermunt, holpijp (Equisetum fluviatile) en riet. Op één plaats is een begroeiing aangetroffen die vrijwel alleen bestaat uit galigaan (Cladium mariscus; type 730).

De vegetaties van diepe waterlopen en plassen worden vrijwel geheel bepaald door slechts enkele soorten echte waterplanten (hydrofyten). Het voorkomen van gele plomp (Nuphar lutea), vaak vergezeld van schedefonteinkruid (Potamogeton pectinatus), smalle waterpest (Elodea nuttallii), sterrekroos en soms gewoon blaasjeskruid (Utricularia vulgaris), is vooral beperkt tot afgesneden beekarmen (type 726). Watervegetaties waarin smalle waterpest domineert, zijn aan te treffen in brede, vrij diepe waterlopen; overige soorten zijn dan vooral drijvend fonteinkruid (type 727) en schedefonteinkruid (type 728). Op één plaats (Krochten en Lange Goren) is een zeldzame vegetatie aanwezig met drijvend fonteinkruid, kleinste egelskop (Sparganium minimum), kikkerbeet (Hydrocharis morsus-ranae) en gewoon blaasjeskruid (type 725).

Op kale vochtige tot natte zandige randen langs sloten en in greppels vormen plaatselijk een optimaal milieu voor moerasdroogbloem (Gnaphalium uliginosum), waterrus (Juncus articulatus), greppelrus, knolrus en de zeldzame dwergbies (type 729).

4.1.2 Vegetatiecomplexenkaart.

Na rangschikking van de kaartvlakken volgens de in de werkwijze beschreven precedure zijn 20 typen c.q. legenda-eenheden onderscheiden die zijn samengevat tot 4 hoofdtypen:

- agrarisch gebied (legenda-eenheid 1 t/m 6),
- bos (7 t/m 13),
- voornamelijk voedselarme vennen, struwelen en heide (14 t/m 17),
- matig voedselrijk tot voedselrijk moeras en water (18 t/m 20).

Daarnaast is een categorie 'diversen' onderscheiden (21).

De vegetatiecomplexenkaart is niet als bijlage bij dit rapport opgenomen. De legenda van de kaart zal hierna wel worden weergegeven. Tevens wordt de geografische verspreiding van de legenda-eenheden kort toegelicht. Een overzicht van de belangrijkste vegetatietypen per legenda-eenheid is opgenomen als appendix 5.

De volgende legenda-eenheden c.q. vegetatiecomplexen zijn onderscheiden:

1. droog tot vochtig cultuurgrasland en boomkwekerijen met plaatselijk bouwland; matig schrale tot sterk verruigde of gestoorde randen en bermen.

Dit type komt vrijwel alleen in de omgeving van Zundert voor.

2. droog tot vochtig cultuurgrasland en bouwland; matig schrale tot sterk verruigde randen; bermen matig schraal; plaatselijk houtsingels en gestoorde loofbosjes.

Het meest algemene type dat in het gehele onderzoekgebied aanwezig is en niet gebonden lijkt aan een bepaald bodemtype of grondwatertrap.

3. droog tot vochtig cultuurgrasland en bouwland met plaatselijk natte delen; randen en bermen overwegend heischraal.

Het voorkomen van dit type is vrijwel beperkt tot relatief jonge heideontginningen: ten oosten en noordoosten van Zundert en ten oosten en zuiden van Chaam en Ulicoten.

4. droog tot vochtig en nat cultuurgrasland met plaatselijk bouwland; randen en bermen matig schraal; natte soms soortenrijke greppels en slootkanten; plaatselijk slootvegetaties, houtsingels en gestoorde loofbosjes.

Een algemeen voorkomend type dat vooral in beekdalen is aan te treffen. De vegetatiekundige inhoud van deze legenda-eenheid kan sterk variëren.

5. nat cultuurgrasland; bermen en randen matig schraal tot heischraal; natte soms soortenrijke greppels en slootkanten en plaatselijk slootvegetaties.

Weinig algemeen type, vooral voorkomend in de beekdalen ten zuiden van Chaam en Ulicoten.



Heide-ontginningsgebied met heischrale bermen ten westen van Zundert (legenda-eenheid 3 van de vegetatiecomplexenkaart)

6. extensief beheerd, soms verruigd nat grasland en cultuurgrasland; plaatselijk goed ontwikkelde natte elzenbosjes en slootvegetaties.
Dit type komt vrijwel alleen voor in het stroomdal van het Merkske ten zuiden van Ulicoten.

7. gestoord en/of zeer soortenarm loofbos.
Verspreid voorkomend type; het betreft meestal kleine percelen omgeven door agrarisch gebied.

8. matig ontwikkeld, droog tot vochtig eikenbos op voedselarme bodem.
Algemeen type dat vooral op de hoger gelegen delen van het gekarteerde gebied wordt aangetroffen.

9. droog tot vochtig grovedennenbos op voedselarme bodem.
De meest algemene legenda-eenheid van het hoofdtype bos; vooral aanwezig op de hoger gelegen delen ten oosten van Zundert en ten noordoosten van Chaam.

10. goed ontwikkeld vochtig eikenbos op matig voedselrijke bodem.
Dit type komt vrijwel uitsluitend voor in beekdalen ten noorden van Chaam en bij Ulvenhout.

11. droog tot vochtig loof- en/of naaldbos met dominantie van adelaarsvaren.
Weinig algemeen verspreid voorkomend type.

12. goed ontwikkeld vochtig tot nat elzen-essenbos.
Dit type komt evenals type 10 vrijwel uitsluitend voor in beekdalen ten noorden van Chaam en bij Ulvenhout.

13. matig tot goed ontwikkeld nat elzenbroekbos met plaatselijk eikenbos en wilgenstruweel.
Deze legenda-eenheid is op enkele plaatsen in beekdalen in de zuidelijke helft van het gekarteerde gebied aan te treffen.

14. droge en vochtige heide.
Vrijwel alleen aanwezig ten westen van Zundert en Rijsbergen.

15. vochtige tot natte heide en voedselarme vennen.
Plaatselijk voorkomend ten westen van Zundert, Rijsbergen en Chaam (o.a. Strijbeekse heide, Oude Buissche heide).



De Strijbeekse beek ten zuiden van Chaam op de grens van Nederland en België (legenda-eenheid 4 van de vegetatiecomplexenkaart)

16. vochtig tot nat wilgen- en gagelstruweel met plaatselijk vochtige tot natte heide en matig voedselarme tot voedselrijke vennen en plassen.

Tot dit type behoren slechts enkele gebieden: De Lokker, het overgrote deel van de natuurgebieden in de Krochten en Lange Goren en twee kleine terreinen ten noorden en ten zuiden van Ulicoten.

17. vochtig wilgen- en berkenbroek met plaatselijk gagelstruweel, vochtige heide en gestoorde vennen.

Plaatselijk voorkomend in het dal van de Bijloop tussen Achtmaal en Rijsbergen; in het overige deel van het karteringsgebied op slechts enkele plaatsen en in zeer klein oppervlak.

18. vochtige tot natte riet- en hennegrasvelden met elzen- en wilgenbroek en matig ontwikkelde voedselrijke waterplantenvegetaties.

Alleen aanwezig ten westen van Achtmaal: de Matjens en het Struikven.

19. galigaanmoeras met elzen-, wilgen- en gagelbroek en goed ontwikkelde waterplantenvegetaties.

Dit type omvat slechts één terrein van het natuurreservaat de Krochten en Lange Goren.

20. meidoornrijke bosjes, verruigd grasland en afgesneden beeklopen met matig soms goed ontwikkelde waterplantenvegetaties.

Alleen aanwezig in de beekdalen van de Mark en Weerijs.

21. diversen.

Deze legenda-eenheid omvat een drietal plasjes c.q. leemputten bij Zundert en twee zandgaten ten oosten van Rijsbergen.



De Matjens ten zuidwesten van Achtmaal (legenda-eenheid 18 van de vegetatiecomplexenkaart)

4.2 Voorspelde effecten van grondwaterwinning op de vegetatie

4.2.1 Enige kanttekeningen bij de methode

Het effectenvoorspellingsmodel, zoals dat voor deze studie is ontwikkeld, berust in een aantal essentiële onderdelen op hypotheses die nog onvoldoende onderbouwd zijn. Een nadere gevoeligheids- en betrouwbaarheidsanalyse is derhalve gewenst, alsmede nader onderzoek ter onderbouwing van de hypotheses. Het uitvoeren daarvan vraagt echter veel tijd en past ook niet geheel binnen het kader van dit onderzoek. In deze paragraaf is daarom volstaan met het aangeven van een aantal voor dit onderzoek direct relevant lijkende aspecten en de mogelijke invloed op de betrouwbaarheid van de huidige resultaten. Het RIN zal middels een eigen project trachten het hiervoor genoemde onderzoek op gang te brengen.

De volgende aspecten lijken vooral van belang:

- generalisaties in de bodem- en grondwatertrappenkaart,
- generalisaties in de vegetatietypologie,
- hypotheses in het voorspellingsmodel, met name het effect van veranderingen in de 'fijne' milieudynamiek op de vegetatie (keuze van plantesoorten).

Hierna zal eerst per aspect de invloed op de betrouwbaarheid van de effectenvoorspelling worden besproken. Daarna wordt ingegaan op de invloed van fouten in de effectenvoorspelling op de evaluatie.

Generalisaties in de bodem- en grondwatertrappenkaart

De bodemkaarten 1:50.000 die door de Stiboka worden vervaardigd hebben een te kleine schaal om alle verschillen in bodemtype en grondwatertrap weer te geven. Over het algemeen is ernaar gestreefd om afwijkingen, die onzuiverheden worden genoemd, te beperken tot ca. 30% van de oppervlakte van elk kaartvlak (Kanters e.a. 1978).

Door deze onzuiverheden in de bodemkaart is het mogelijk (tijdens het veldwerk is dit een aantal malen vastgesteld) dat aan een vegetatietype een verkeerd bodemtype en grondwatertrap is gekoppeld. Hierdoor zal de effectenvoorspelling in een dergelijke situatie niet juist zijn.

Generalisaties in de vegetatietypologie

De floristische beschrijving van een vegetatietype is gebaseerd op alle tot dat type behorende opnamen. De homogeniteit van het type is echter niet altijd optimaal, d.w.z. er is meestal een beperkt aantal soorten dat in alle opnamen van het type voorkomt; de overige soorten komen in een beperkter deel of slechts in één opname voor. Alle soorten van deze algemene typebeschrijvingen doen evenwel mee met de effectenvoorspelling op plaatsen waar het betrokken vegetatietype is aangegeven, ook al zal de concreet aanwezige vegetatie steeds een meer of minder afwijkende floristische samenstelling hebben. Op plaatsen waar opnamen zijn gemaakt is het verschil in soortensamenstelling exact te bepalen; van de overige plaatsen is dit niet bekend.

Keuze van plantesoorten die reageren op verandering in de 'fijne' milieudynamiek

De keuze van de hier bedoelde plantesoorten is van groot belang omdat is aangenomen dat bij elke verandering deze (zeldzame en bijzondere) soorten zullen achteruitgaan of verdwijnen. De betrouwbaarheid van de in dit onderzoek gebruikte lijst van soorten is moeilijk te beoordelen. Jarenlange veldervaring heeft in ieder geval uitgewezen dat deze soorten kwetsbaar zijn voor geringe veranderingen in het milieu.

Invloed van fouten in de effectenvoorspelling op de evaluatie

In het voorgaande is aangegeven dat in een aantal gevallen de betrouwbaarheid van de effectenvoorspelling minder groot kan zijn. Ten behoeve van het gebruik van de resultaten van deze studie is het echter vooral van belang na te gaan in hoeverre dergelijke fouten in de effectenvoorspelling ook kunnen leiden tot een andere evaluatie. Daar de evaluatie wordt uitgevoerd met behulp van het criterium zeldzaamheid moet de fout in de effectenvoorspelling uitgedrukt worden in zeldzaamheidswaarde. Hieruit volgt dat fouten die vooral betrekking hebben op de zeldzamere soorten, kunnen leiden tot een andere evaluatie. In dit verband lijken de aspecten 'keuze van plantesoorten die gevoelig zijn voor veranderingen in de 'fijne' milieudynamiek' en 'generalisaties in de vegetatietypologie' het meest van belang. Het eerstgenoemde aspect ('fijne' milieudynamiek) heeft alleen betrekking op zeldzame soorten.

Bij fouten in de effectenvoorspelling als gevolg van 'generalisaties in de vegetatietypologie' kan het zowel gaan om algemene als zeldzame plantesoorten. Met name in het laatste geval kan men tot een andere (onjuiste) evaluatie komen. Tijdens de verwerking van de gegevens is deze foutenbron onderkend en is getracht onjuistheden zoveel mogelijk uit te sluiten (zie verder paragraaf 3.3.3).

Het gevolg voor de evaluatie van fouten in de effectenvoorspelling door generalisaties in de bodem- en grondwatertrappenkaart wordt gering geacht omdat hier alleen meer algemene soorten in het geding zijn, aangezien de zeldzamere soorten al zijn betrokken bij veranderingen in de 'fijne' milieudynamiek.

4.2.2 Bespreking van de resultaten

Voor elk kaartvlak zijn per vegetatietype de effecten voorspeld van afname van kwel en dalingen van het grondwaterpeil van 10, 25, 50, 75 en 100 cm. De resultaten zijn middels computerverwerking direct weergegeven als 'gemiddelde verandering van het vochtgetal' en 'gemiddelde verandering van het zeldzaamheidsgetal'. Deze gegevens liggen ter inzage op het RIN (zie appendix 2). Tevens is ook het gemiddelde vochtgetal en het gemiddelde zeldzaamheidsgetal bekend van de vegetatietypen zonder verandering (zie appendix 4).

Ten behoeve van de toepassing van voornoemde resultaten zijn de zeldzaamheid van de vegetatie en de verandering daarin als gevolg van een grondwaterstandsdaling van 25 cm op kaarten weergegeven.
Zie voor een nadere toelichting omtrent deze keuze hoofdstuk 5 'Toepassing van de resultaten'.

De bespreking van de resultaten zal in dit rapport beperkt blijven tot het beschrijven van de legenda van de vervaardigde kaarten en een globale analyse van de kaartbeelden voor en na verandering.
De kaarten zelf zijn ter inzage op het RIN (zie appendix 2).

4.2.2.1 Beschrijving van de legenda van de kaarten

De zeldzaamheidsgetallen van de vegetatietypen (zie appendix 4) zijn ingedeeld in vier klassen: laag, vrij laag, vrij hoog, hoog.
Dezelfde klassen zijn ook gebruikt om de verandering in de zeldzaamheid te classificeren. Een vegetatietype met een lage zeldzaamheid kan dus alleen een lage verandering ondergaan, een type met een vrij lage zeldzaamheid zowel een lage als een vrij lage verandering, etc.

Per kaartvlak is de zeldzaamheid of de verandering in de zeldzaamheid van alle aanwezige vegetatietypen in zes categorieën ondergebracht (zie figuur 4.1).

4.2.2.2 Globale analyse van de kaartbeelden voor en na verandering

Eerst zal een globale beschrijving van het zeldzaamheidspatroon van de vegetatie worden gegeven, waarna wordt ingegaan op de voorspelde veranderingen als gevolg van een daling van het grondwaterpeil van 25 cm.

Het meest voorkomend (>50% van het oppervlak) en vaak aaneengesloten gebieden vormend is zeldzaamheidcategorie 2 (zie figuur 4.1). Dit gedeelte van het onderzoekgebied bestaat vooral uit agrarisch in gebruik zijnde gronden (grasland, bouwland en boomkwekerijen met een lage zeldzaamheid) met vegetatiekundig matig ontwikkelde bermen, slootkanten en bosjes (vrij lage zeldzaamheid). Minder algemeen is categorie 1 die cultuurgebieden met soortenarme bermen en slootkanten omvat of éénvormige naald- en loofbossen. Categorie 3, die ongeveer een vergelijkbaar oppervlak beslaat als categorie 1 wordt vooral ingenomen door cultuurgebieden (veelal beekdalen) met vrij goed ontwikkelde bermen, slootkanten, bosjes e.d. (vrij hoge zeldzaamheid); een enkele maal bepalen bossen en heidevelden met een vrij lage zeldzaamheid het landschapsbeeld. De zeldzaamheidscategorieën 4, 5 en 6, die ongeveer 10-15% van het oppervlak uitmaken (4>5>6) kenmerken zich door de aanwezigheid van goed ontwikkelde vegetatietypen (hoge zeldzaamheid). Gebieden van categorie 4 kunnen nog uit cultuurgrond bestaan maar in gebieden van categorie 5 en 6 overheersen bos, heide, moeras, vennen, drasland e.d. De hoge zeldzaamheidscategorieën concentreren zich vooral in de Krochten en Lange Goren ten zuidoosten van Zundert, het 'landgoederen'-landschap ten westen van Zundert en Rijsbergen (Oude Buissche heide, Wallstein, Pannenhoef, De Moeren e.o.), het bossen- en vennengebied tussen Ulvenhout en Chaam (o.a. Goudbergven, landgoed Valkenburg) en in het beekdal van het Merkske ten zuiden van Ulicoten.

Een oppervlakkige beschouwing van het patroon van de verandering in de zeldzaamheid van de vegetatie als gevolg van een daling van het grondwaterpeil van 25 cm laat een vrij grote gelijkenis zien met de hiervoor beschreven zeldzaamheidskaart. De grootste veranderingen zijn

categorie (legenda-eenheid)	zeldzaamheid c.q. verandering in de zeldzaamheid van de aanwezige vegetatietypen per kaartvlak			
	laag	vrij laag	vrij hoog	hoog
1	+	-	-	-
2	+	< 25%	-	-
3	±	> 25%	-	-
	±	±	< 25%	-
4	±	(< 25% en/of	< 25%)	en < 25%
5	±	(> 25% en/of	> 25%)	en < 25%
6	±	±	±	> 25%

Verklaring: + zeldzaamheidsklasse aanwezig, oppervlakte-aandeel niet van belang;
± zeldzaamheidsklasse al of niet aanwezig, oppervlakte-aandeel niet van belang;
- zeldzaamheidsklasse afwezig;
% oppervlakte-aandeel van de zeldzaamheidsklasse binnen het kaartvlak; lijnvormige elementen zijn gerekend tot de categorie < 25%.

Figuur 4.1 Legenda van de kaarten 'zeldzaamheid van de vegetatie' en 'voorspelling van de verandering van de zeldzaamheid van de vegetatie als gevolg van een grondwaterstandsdaling van 25 cm'.

voorspeld in de gebieden die behoren tot de zeldzaamheidscategorieën 4, 5 en 6. Voor gebieden van categorie 4 is soms een geringe verandering (categorie 1 en 2) aangegeven, in de meeste gevallen wordt de vegetatie dan bepaald door vrij goed ontwikkelde bossen gebonden aan een matig voedselarm milieu: type met dalkruid (Majanthemum bifolium) en zomereik (type 503, zie paragraaf 4.1.1). In het overgrote deel van het cultuurgebied zijn de voorspelde verandering zeer gering

(meest categorie 1, veel minder 2); met name ten zuiden en ten zuidwesten van Zundert zijn de veranderingen echter wat groter (categorieën 2 en 3 overheersen).

4.3 Interpretatie van de ecohydrologische kaart (bijlage 3)

4.3.1 Hydrologisch systeem

Het hydrologisch systeem in het onderzoekgebied wordt vooral bepaald door opbouw van de ondergrond, topografische hoogteverschillen, neerslag en verdamping, en grondgebruik (zie paragraaf 2.3.1 voor een uitgebreide beschrijving van de twee eerst genoemde factoren).
Op de hogere delen van het gebied vindt voornamelijk inzijging van neerslag plaats. Het water dat door inzijging aan het grondwater wordt toegevoegd, verplaatst zich daarna langzaam naar lager gelegen delen en kan daar aan het oppervlak uittreden (kwel) en vervolgens worden afgevoerd door waterlopen.

Daarnaast vindt ook oppervlakkige afstroming van neerslag plaats, direct naar het bestaande stelsel van waterlopen. De betekenis hiervan voor de hydrologische samenhang van het gebied lijkt in dit verband niet van groot belang en wordt daarom slechts summier behandeld.

Op de hoger gelegen delen komen lokaal, ondiep in de ondergrond voorkomend, slecht doorlatende lagen voor, die in meer of mindere mate verhinderen dat neerslagwater tot het grondwater kan doordringen.
Er treedt dan stagnatie van neerslagwater op; men spreekt wel van schijngrondwaterstanden. Dit (grond-)water heeft in ongestoorde situaties over het algemeen een voedselarm karakter. Op te merken valt dat ook horizontale afstroming mogelijk is. In perioden met een hoge grondwaterstand (winterhalfjaar) daarentegen kan ook voeding met grondwater plaatsvinden. Dit geeft vaak aanleiding tot licht mesotrofe situaties.

In het onderzoekgebied is de grondwaterstroming globaal te verdelen in drie watervoerende pakketten die door weerstandbiedende lagen zijn gescheiden (zie figuur 2.2).

Grondwaterstroming in het ondiepe watervoerende pakket vindt over relatief korte afstand plaats en blijft beperkt tot de deelstroomgebieden, van waterscheiding naar afvoerleiding (ecohydrologische kaart, bijlage 3). Het optreden en de omvang van deze grondwaterstroming zijn in hoofdzaak afhankelijk van het reliëf en de hoeveelheid neerslag en

verdamping. In het winterhalfjaar zal deze grondwaterstroming daarom meer van belang zijn dan in het zomerhalfjaar. Een groot bergend vermogen van de bodem kan deze seizoenverschillen doen verkleinen of in de tijd verschuiven. Door de relatief korte verblijftijd in de bodem kan het water weinig materialen opnemen, waardoor het in niet-gestoorde situaties tamelijk voedselarm is. Door contaminatie met uitgespoelde meststoffen, toegepast door de landbouw, treedt echter in veel gevallen eutrofiëring op (zie De Molenaar 1980). Uittredend water dat afkomstig is van grondwater uit het ondiepe watervoerende pakket, wordt hier aangeduid als ondiepe of lokale kwel.

Grondwaterstroming in de middeldiepe en diepe watervoerende pakketten vindt over veel grotere afstand plaats. Dit grondwater is afkomstig van regenwater dat in het Belgisch deel van het stroomgebied van de Mark en de Weerijs is geïnfiltreerd. Omdat de bedoelde watervoerende pakketten aldaar dagzomen (zie figuur 2.2), kan het regenwater goed inzijgen, waarna het zeer langzaam via de aflopende watervoerende lagen in noordelijke tot noordwestelijke richting stroomt (zie pijlen op ecohydrologische kaart). Op plaatsen waar de stijghoogte van het middeldiepe grondwater hoger is dan die van het ondiepe grondwater en tevens gelijk of hoger is dan de ligging van het maaiveld (globaal samenvallend met gebieden behorende tot Gt I, II en III), kan het diepere grondwater aan het oppervlak komen.
Indien dit verschijnsel optreedt, wordt gesproken van diepere of regionale kwel; de gebieden die hierdoor gekenmerkt worden zijn aangegeven op de ecohydrologische kaart. Of er diepe kwel optreedt en in welke omvang, is afhankelijk van de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen tussen het ondiepe en middeldiepe grondwater. Faber (1972) heeft uit de afvoergegevens van de Mark en de Weerijs afgeleid dat ca. 20% van de afvoer van deze riviertjes toegeschreven moet worden aan diepere kwel.

De stijghoogte van het diepere grondwater en daarmee samenhangend de omvang van de diepere kwel is veel minder afhankelijk van directe seizoeninvloeden en heeft daarom een min of meer constant karakter.
De chemische samenstelling van het middeldiepe grondwater is o.a. door de lange verblijftijd veranderd onder invloed van fysisch-chemische omzettingsreacties. Welke veranderingen optreden wordt vooral bepaald door de samenstelling van het gesteente waardoor het grondwater stroomt.

Met name is tijdens de bodempassage een toename te constateren van calcium, ijzer en bicarbonaat. Kwel van het diepe naar het middeldiepe grondwater lijkt in dit verband minder van belang. Mogelijk bestaat er echter een verband tussen het voorkomen van zeer kalkrijk middeldiep grondwater en het optreden van kwel uit diep grondwater (dat door schelprijke lagen stroomt en zeer kalkrijk is).

Op de ecohydrologische kaart kan met betrekking tot de actueel voorkomende kwel (eigen veldwaarnemingen; waarschijnlijk eveneens in het resterende deel van het onderzoekgebied met Gt I, II en III) geen onderscheid worden gemaakt tussen lokale en regionale kwel. Voor gebieden waar actuele kwelverschijnselen zijn waargenomen en in potentie regionale kwel kan optreden, is het waarschijnlijk dat daar zowel lokale als regionale kwel optreden. Voor gebieden waar actuele kwel is waargenomen en geen potentiële regionale kwel is aangegeven, speelt kennelijk alleen lokale kwel een rol. Men mag deze veronderstellingen echter niet al te absoluut hanteren vanwege het globale karakter van de basisgegevens (veldwaarnemingen en isohypsenkaarten). Zo bestaat het vermoeden dat in het gebied van de Krochten en Lange Goren (ten zuidoosten van Zundert tegen de Belgische grens) regionale kwel, ofschoon niet op ecohydrologische kaart aangegeven, toch een belangrijke ecologische factor is. Over de omvang van de lokale en regionale kwel van deelgebieden zijn geen concrete gegevens bekend. De stijghoogteverschillen van het middeldiepe en ondiepe grondwater alsmede de gegevens van het veldonderzoek, zijn misschien te gebruiken voor een globale indicatie.

Ofschoon de hydrologische samenhang van het onderzoekgebied vooral wordt bepaald door grondwaterstroming, kan in enkele gevallen de oppervlakkige afvoer van regenwater (en kwelwater) van belang zijn. Dit geldt in het bijzonder voor situaties waarin waterlopen periodiek buiten hun oevers treden, wat voor zover bekend thans nog voorkomt in het stroomgebied van de Chaamse beek. Het belang ervan voor de aanwezige levensgemeenschappen is vanouds gelegen geweest in het feit dat sommige terreindelen niet alleen een gedeelte van het jaar dras stonden, maar tevens een bepaalde aanvoer ontvingen van nutriënten en slib. Omdat dergelijke inundaties thans minder frequent en onregelmatiger optreden dan vroeger en bovendien de waterkwaliteit sterk is achteruitgegaan, is de betekenis ervan met betrekking tot het behoud van deze levensgemeenschappen dubieus geworden.

4.3.2 Relatie tussen het hydrologisch systeem en de actuele vegetatie

De vanuit een oogpunt van het natuurbehoud meest belangrijke gebieden, afhankelijk van een bijzondere hydrologische situatie, kunnen globaal in twee categorieën worden ondergebracht:

- er bestaat een relatie met lokale en waarschijnlijk (omvangrijke) regionale kwel;
- er is een schijngrondwaterstand aanwezig.

De botanisch eveneens interessante gebieden welke niet in de eerste plaats afhankelijk zijn van genoemde verschijnselen, blijven hier buiten beschouwing.

De gebieden van de eerste categorie komen in bovenstaand verband het meeste voor. Hiertoe behoren vrijwel alle vegetatiekundig meest belangrijke delen van het onderzoekgebied: de Lokker en de omgeving ten noordoosten van Zundert, de Krochten en Lange Goren ten zuidoosten van Zundert, het stroomdal van het Merkske ten zuiden van Ulicoten en de beekdalen ten noorden van Chaam. De botanische rijkdom van deze gebieden lijkt op grond van bestaande gegevens voor een belangrijk deel bepaald te worden door het optreden van omvangrijke regionale kwel. Door de relatieve constantie van deze kwel, het naar verhouding hoge kalkgehalte en het contact met voedselarme lokale kwel, ontstaan stabiele en complexe milieu-omstandigheden. Deze milieuomstandigheden worden, mits ongestoord, weerspiegeld in het voorkomen van specifieke organismen, welke thans in Nederland zeldzaam zijn. In de genoemde gebieden zijn de hiervoor beschreven bijzondere milieuomstandigheden echter meestal niet meer in ongestoorde vorm aanwezig. Dat de huidige botanische waarde relatief gezien nog zeer hoog is, moet vooral toegeschreven worden aan het feit dat de storende invloeden tot op heden vooral betrekking hebben op het ondiepe grondwater. De regionale kwel daarentegen is over het algemeen nog weinig beïnvloed.

De vegetatiekundig belangrijke gebieden waar een schijngrondwaterstand aanwezig is kenmerken zich door het voorkomen van natte voedselarme heide, ven- en hoogveenvegetaties. Deze gebieden zijn vooral aan te treffen in het westelijk deel van het stroomgebied van de Bijloop (o.a. de Oude Buissche heide) en ten zuiden van Ulvenhout (Strijbeekse heide, met name het Goudbergven). Op plaatsen waar natte voedselarme terreinen worden omgeven door hoger gelegen zeer voedsel-

arme gronden (vooral stuifzand), kan lokaal zeer voedselarme kwel optreden. In gebieden waar deze milieuconstellatie aanwezig is, kunnen (zeer) zeldzame plantesoorten van voedselarme milieus voorkomen. In het onderzoekgebied is zo'n situatie in ongestoorde vorm uiterst zeldzaam; het Goudbergven vormt nog het beste voorbeeld.

Botanische waarden in de onderzoekgebieden die buiten voornoemde belangrijke terreinen voorkomen, zijn waarschijnlijk in een aantal gevallen ook van de aanwezigheid van kwel afhankelijk. Met name voor kleine relatief voedselarme elementen (sloten, greppels, e.d.) in een overigens eutroof milieu (cultuurgraslanden, akkers, boomkwekerijen) is een min of meer voortdurende toevoer van relatief schoon kwelwater van essentieel belang. De situaties zijn vooral in en langs randen van beekdalen aanwezig.

4.3.3 Gevolgen van grondwaterwinning voor de vegetatie; een globale indicatie

In het gebied ten zuiden van Breda is het diepe watervoerende pakket, uit waterwintechnisch oogpunt (RID 1972), het meest geschikt voor grondwaterwinning (met name ten behoeve van de drinkwatervoorziening). Afhankelijk van de doorlatendheid van de weerstandbiedende laag tussen het diepe en middeldiepe grondwater, die zoals beschreven in paragraaf 2.3.1.1 niet zeer groot is, zullen de effecten van deze grondwaterwinning ook doorwerken tot in het middeldiepe en ondiepe watervoerende pakket. Een afname of zelfs wegvallen van regionale kwel kan hiervan het gevolg zijn. Daar het optreden van (omvangrijke) regionale kwel een belangrijke voorwaarde lijkt voor het voortbestaan van het overgrote deel van de nog aanwezige waardevolle vegetaties, kan grondwaterwinning belangrijk nadelige gevolgen hebben.

Beschouwingen over de afname van lokale kwel en een (grotere) daling van het grondwaterpeil lijken daarom voor de huidige vegetatie van minder belang dan een beschouwing over verandering in regionale kwel. Verder moet nog opgemerkt worden dat grondwaterwinning benedenstrooms in zijn algemeenheid, voor het onderzochte gebied althans, waarschijnlijk minder grote gevolgen heeft dan bovenstrooms. In het eerste geval zal de stroomrichting van brongebied naar afvoergebied veel minder veranderen dan in het tweede geval.

Een afname van de kwel zal tevens tot gevolg hebben dat de afvoer van de meeste beken en waterlopen vermindert, waardoor op de eerste

plaats het beekmilieu zelf wordt bedreigd en op de tweede plaats de kans op inundatie kan verminderen. Het tweede effect zal vooral gevolgen hebben in het stroomgebied van de Chaamse beek. Zie overigens de opmerking die daarover is gemaakt in paragraaf 4.3.1.

De gevolgen van diepe grondwaterwinning voor gebieden met een schijngrondwaterstand zijn moeilijk exact te voorspellen; uiteraard is dit afhankelijk van de mate van isolatie ten opzichte van het omringende waterregime. In het algemeen hebben geringe veranderingen in het waterregime op plaatsen met waardevolle voedselarme vegetaties al grote gevolgen.

Op grond van voorgaande beschouwingen wordt het van groot belang geacht dat nog uit te voeren hydrologisch onderzoek zich, behalve op de gevolgen voor het grondwaterpeil, ook richt op de gevolgen voor met name de regionale kwel en gebieden met een schijngrondwaterstand.

5 TOEPASSING

5.1 Algemeen

In paragraaf 2.2 is aangegeven dat nadere gegevens over de hydrologische effecten vooralsnog ontbreken. Een kwantitatieve beschrijving van de mogelijke effecten van grondwaterwinning op de vegetatie is echter zonder deze gegevens niet uit te voeren. Uitgaande hiervan is een procedureschema ontworpen dat als een leidraad kan dienen om tot een inperking van het onderzoekgebied en van het aantal winningslokaties te kunnen komen wat betreft de sector natuurbehoud. (zie ook Wiertz 1981). Dit procedureschema dat uitgebreid wordt beschreven in appendix 6, is als volgt samengevat:

1. globale geschiktheids- en kwetsbaarheidsbepaling wat betreft het botanisch aspect;
2. aanvulling op fase 1 wat betreft overige biologische gegevens en landschapsecologische relaties en processen;
3. selectie van alternatieven (in wisselwerking met overige sectoren);
4. aanvullend geohydrologisch onderzoek per alternatief;
5. kwantitatieve effectenvoorspelling met betrekking tot het botanisch aspect; per alternatief;
6. aanvulling op fase 5 wat betreft overige biologische gegevens en landschapsecologische relaties en processen;
7. effectenvergelijking van de alternatieven;
8. definitieve selectie van het te realiseren alternatief;
9. inpassingsonderzoek.

De resultaten van het onderzoek worden toegepast in fase 1, 2, 5, 6 en 9. Op welke wijze deze inbreng kan geschieden is hierna toegelicht. Het spreekt vanzelf dat het merendeel der beslissingen een beleidsmatig karakter heeft en dientengevolge een verantwoordelijkheid is voor bestuurders en politici. Het verschaffen van de benodigde gegevens blijft uiteraard een zaak voor de onderzoekers.

In zijn algemeenheid is het schema in overeenstemming met de procedure zoals die door de beleidsverantwoordelijke instantie i.c. de Provinciale Waterstaat zal worden gevolgd.

5.2 Globale geschiktheids- en kwetsbaarheidsbepaling van het natuurlijk milieu t.b.v. de selectie van een aantal alternatieve winningsplaatsen (fase 1 en 2)

Vooralsnog ontbreken gegevens over de hydrologische effecten van grondwaterwinning in het onderzoekgebied. Men kan echter ten behoeve van het hier beoogde doel (een globale lokatiekeuze) besluiten als uitgangspunt voor de beslissing die grondwaterstandsdaling te kiezen die een duidelijk effect heeft op de vegetatie en tot op enige afstand van de winningsput kan optreden. Voor het onderhavige gebied leek het effect van een daling van 25 cm het meest geschikt. Voor deze daling zijn derhalve de onderzoekresultaten in kaart gebracht.

Met betrekking tot de natuurbehoudsaspecten zal daarna moeten worden aangegeven welke randvoorwaarden of drempelwaarden er gehanteerd kunnen worden ten aanzien van het wel of niet wenselijk zijn van de effecten (effect hier steeds lezen als verandering in relatie tot de uitgangssituatie). Op deze wijze kan een eerste inperking plaatsvinden van het onderzoekgebied.

Vervolgens wordt nagegaan of deze eerste inperking geen te nauwe grenzen stelt gelet op geografische relaties met betrekking tot de factor water, waarbij de ecohydrologische kaart (zie paragraaf 3.4) als uitgangspunt is te nemen. Daarnaast kunnen op dit moment ook verspreid aanwezige zoölogische gegevens (bijv. t.a.v. weidevogels, amfibieën) ingebracht worden in de discussie.

De op deze wijze verkregen inperking van het onderzoekgebied is te gebruiken bij de eerste selectie van een aantal alternatieve winningsplaatsen.

5.3 Effectenbeschrijving met betrekking tot de plantengroei op basis van kwantitatieve gegevens over veranderingen van het grondwaterregime (fase 5, 6 en 9)

Wanneer concrete gegevens beschikbaar zijn over veranderingen in het grondwaterregime, kunnen de effecten op vegetatie kwantitatief beschreven worden. Voor een aantal aspecten van het grondwaterregime (kwel, grondwaterpeil) zijn de effecten van de te verwachten veranderingen al voorberekend (zie appendix 2), zodat toepassing hiervan direct kan plaatsvinden. Een voorwaarde daarbij is echter dat de gewenste geografische gedetailleerdheid (o.a. kaartschaal) van deze ge-

gevens, die bepaald wordt door de gedetailleerdheid van het hydrologische onderzoek, aansluit bij die van het onderhavige onderzoek. Voor fase 9 kan het nodig blijken het vegetatiekundig onderzoek nader te detailleren; gedetailleerdere hydrologische gegevens zijn dan overigens niet nodig.

Bij de keuze van de beste lokatie in fase 8 dient men zich te laten leiden door de in fase 1 en 2 te formuleren 'drempelwaarden' ten aanzien van het wel of niet gewenst zijn van de effecten op de vegetatie.

6 LITERATUUR

Arnolds, E.J.M. & R. van der Meijden 1975. Standaardlijst van de Nederlandse Flora. Rijksherbarium, Leiden. 26 p.

Baaijens, G.J. & J.G. de Molenaar 1981. Water, water management and nature conservation. In press.

Beintema, A.J. & L.M.J. van den Bergh 1976-1979. Relaties tussen waterpeil, grondgebruik en weidevogelstand; Deel I t/m III onderzoek 1975 t/m 1978. Rapport RIN, Leersum.

Bakker, H. de & J. Schelling 1966. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Stiboka, Wageningen. 217 p.

Bouma, J. 1979. Overzichtskaarten met betrekking tot een aantal aspecten van de waterhuishouding in Gelderland. Basisrapport Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland. Stiboka, Wageningen. 45 p.

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde 3e ed. Springer Verlag, Wien - New York. 865 p.

Ellenberg, H. 1979. Zeigerwerte der Gefäszpflanzen Mittereuropas. Scripta Geobotanica IX, Göttingen. 122 p.

Eijsink, J.G.H.M., H.G.A. Reimerink & W.J.J. Colaris 1980. Twenthe: ecologische aspecten van geprojecteerde spaarbekkens, deel B: basisrapport. Rapport PPD, Overijssel. 177 p.

Faber, Th. 1972. Regimes and regime-related basin properties of some Dutch small rivers. Proefschrift Vrije Universiteit, Amsterdam. 186 p.

Grootjans, A.P. 1975. De invloed van grondwaterstandsdaling op de vegetatie in natuurgebieden. Rapport PPD, Drenthe. 75 p.

Grootjans, A.P. 1980. Distribution of plant communities along rivulets in relation to hydrology and management. In: O. Wilmanns & R. Tüxen (eds.). Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Cramer Verlag, Vaduz. p. 143-170.

Grootjans, A.P. & W.Ph. ten Klooster 1980. Changes of groundwater-regime in wet meadows. Acta Botanica Neerlandica 29 (5/6) : 541-554.

Heesen, H.C. van 1971. De weergave van het grondwaterstandsverloop Op bodemkaarten. Boor en Spade 17 : 127-149.

Heukels, H. & S.J. van Ooststroom 1977. Flora van Nederland, 19e druk. Wolters-Noordhoff, Groningen. 925 p.

Hill, M.O. 1979. Twinspan, a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, New York. 90 p.

Huits, P.A.J., M.J.S.M. Reijnen, J. Wiertz & F.J. van Zadelhoff 1980. Toetsing van ecologische karteringsgegevens en methoden; bruikbaarheid voor een effectenbeschrijving c.q. evaluatie van waterwinning en recreatie in de Zuidhollandse duinen. RIN-rapport, Leersum. 232 p.

Jermy, A.C. & T.G. Tutin 1968. British Sedges. Botanical Society of the British Isles, London. 199 p.

Kalkhoven, J.T.R., A.H.P. Stumpel & S.E. Stumpel-Rienks 1976. Landelijke Milieukartering. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, RIN-verhandeling 9, Studierapport 8 Rijksplanologische Dienst. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage. 141 p.

Kanters, H.L., A.M. van den Akker & G.G.L. Steur 1978. De bodemgesteldheid en de bodemgeschiktheid van West-Brabant; deel 1. Stiboka, Wageningen. 168 p.

Kortekaas, W. & M.J.S.M. Reijnen 1981. Classificatie van opnamegegevens met behulp van de computer ten behoeve van het project vegetatie en grondwaterwinning ten zuiden van Breda (nr. 142). Intern rapport, RIN, Leersum (in voorbereiding).

Laat, P.J.M. de 1980. Model for unsaturated flow above a shallow water-table, applied to a regional subsurface flow problem. Agricultural Research Reports 895. Pudoc, Wageningen. 126 p.

Lekahena, E.G. & P.B. Smoor 1970. Grondwaterkaart van Nederland 1:50.000; toelichting op Blad 49 Oost Bergen op Zoom en Blad 50 West Breda. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft. 37 p.

Leys, H.N. 1978. Handleiding ten behoeve van vegetatiekarteringen. Wetenschappelijke Mededelingen 130. KNNV, Hoogwoud. 52 p.

Londo, G. 1975. Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. RIN, Leersum. 52 p.

Maarel, E. van der 1971. Florastatistieken als bijdrage tot de evaluatie van natuurgebieden. Gorteria 5: 176-188.

Maarel, E. van der 1976. De winning en aanvulling van grondwater ecologische gevolgen. H_2O 9: 533-542.

Maarel, E. van der, J.G.M. Janssen & J.M.W. Louppen 1978. TABORD, a program for structuring phytosociological tables. Vegetatio 38: 143-156.

Maarel, E. van der, L. Orlocci & S. Pignatti (ed.) 1980. Data processing in phytosociology. Junk, The Hague. 228 p.

Meijden, R. van der, M. Brand & E. 't Hart 1980. Grassentabel. Rijksherbarium, Leiden. 35 p.

Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk 1977. Structuurvisie Natuur en Landschapsbehoud. Staatsuitgeverij, Den Haag. 142 p.

Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne 1981. Nota drink- en industriewatervoorziening. Staatsuitgeverij, Den Haag. 79 p.

Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Ministerie van Ruimtelijke Ordening en Volkshuisvesting & Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1981. Tweede structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening. Deel A Beleidsvoornemen. Staatsuitgeverij, Den Haag 213 p.

Molenaar, J.G. de 1977. Grondwaterwinning in zuidwestelijk Noord-Bra-Bant; een indicatie van de gevolgen voor het natuurlijke milieu van eventuele grondwaterstandsdaling. RIN-rapport, Leersum. 14 p. en bijlagen.

Molenaar, J.G. de 1980. Bemesting, waterhuishouding, intensivering in de landbouw en het natuurlijk milieu. RIN-rapport 80/6, Leersum. 349 p.

Moller-Pillot, H. 1976. Hydrobiologisch onderzoek van de waterlopen in het ruilverkavelingsgebied Baarle-Nassau. Rapport Staatsbosbeheer, Noord-Brabant. 14 p.

Mueller-Dombois & H. Ellenberg 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 547 p.

Reijnen, M.J.S.M. & J. Wiertz - Spontaneous vegetation and groundwater withdrawal in a rural area of 370 km^2. In: Proceedings of the International Congress 'Perspectives in landscape ecology' Veldhoven 5-11 April 1981. Pudoc, Wageningen. In press.

Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening 1972. Rapport betreffende het regionaal geohydrologisch onderzoek in het zandgebied van westelijk Noord-Brabant. Rapport RID, Den Haag 72 p.

Schothorst, C.J. 1977. Subsidence of low moor peat soils in the western Netherland. Geoderma 17: 265-291.

Stichting voor Bodemkartering 1964. Bodemkaart van Nederland 1:50.000; Toelichting op Blad 50 West Breda. Pudoc, Wageningen. 79 p.

Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16: 284-307.

Tüxen, R. (ed.) 1978. Assoziationskomplexe (Sigmeten) und ihre praktische Anwendung. Cramer Verlag, Vaduz. 535 p.

Udo de Haes, H.A., G.J. Baaijens & H.W.J. van Dijk 1980. Drinkwaterwinning en natuurbehoud: conflicten en mogelijkheden tot integratie. H_2O (13)19: 441-448.

Udo de Haes, H.A. & H.W.J. van Dijk 1979. Dosis-effectrelaties tussen de waterwinning en het natuurlijk milieu van de duinen (concept). CML-mededelingen nr. 3. Centrum voor Milieukunde, RU Leiden. 185 p.

Weihs, E. 1981. Zum methodischen Ansatz der ökologischen Kartierung der Europäischen Gemeinschaft. Natur und Landschaft 56 (1) 18: 22.

Westhoff, V. & A.J. den Held 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen. 324 p.

Westhoff, V. & E. van der Maarel 1973. The Braun-Blanquet approach, in: R.H. Whittaker (ed.), Handbook of Vegetation Science part V, Junk, Den Haag. p. 619-726.

Wilde, J.G.S. de & Th.J. Linthorst 1978. Beregening en bevloeiing in Nederland in het zeer droge jaar 1976. ICW-nota 973.

Wirdum, G. van 1979. - Dynamische aspecten van trofiegradiënten in een kraggelandschap. H_2O 12(3): 46-56.

Wirdum, G. van 1981. Linking up the natec subsystem in models for the water management. In: Committee for Hydrological Research TNO, Water Resources Management on a Regional Scale; Proceedings and Informations 27; Proceedings of Technical Meeting 37 (November, 1980). p. 108-128.

Wishart, D. 1978. CLUSTAN Ic, User manual 3rd ed. Edinburgh.

Zonneveld, I.S., H.A.M.J. van Gils & D.C.P. Thalen 1979. Aspects of the ITC approach to vegetation survey. Documents phytosociologiques N.S. Vol. IV: 1029-1063.

Interprovinciale ambtelijke werkgroep milieukartering, subwerkgroep flora en vegetatie 1981. Interprovinciale handleiding voor vegetatieopnamen. Provinciale Waterstaat, Utrecht. 32 p.

Wiertz, J. 1981. Mer-waterwinning: ecotopen of vegetatie karteren. WLO-mededelingen 8(2): 59-63.

Appendix 1

Overzicht van de industriële grondwaterwinning in het gebied ten zuiden van Breda in de periode 1974-1980 (bron: PWS Noord-Brabant)

gemeente	onttrekking in miljoen m^3 per jaar						
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Baarle-Nassau	0,25	0,22	0,25	0,16	0,05	0,01	0,02
Gilze-Rijen	0,35	0,40	0,40	0,34	0,31	0,30	0,25
Rijsbergen	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-	-
Rucphen[1)]	0,02	0,14	0,12	0,01	0,04	0,03	0,03
Zundert	2,52	2,14	2,09	2,14	1,84	1,61	1,82
Etten-Leur[1)]	2,84						3,2
Breda[1)]	4,51						3,3

1) De invloed van deze onttrekkingen heeft maar voor een deel betrekking op het onderzoekgebied; bij de berekening van een lokaal cijfer zijn ze voor 40% verdisconteerd.

Appendix 2

Overzicht van niet in het rapport opgenomen basisgegevens en resultaten (deze gegevens liggen ter inzage op het RIN te Leersum)

1. Aangebrachte wijzigingen in de interprovinciale handleiding voor vegetatieopnamen t.b.v. het botanisch onderzoek ten zuiden van Breda
2. Overzicht van beschikbare literatuurgegevens over flora en vegetatie van het gebied ten zuiden van Breda
3. Toegekende ecologische indicatiewaarden van de in de opnamen aanwezige plantesoorten
4. Mineralisatieverschijnselen bij grondwaterstandsverlaging in gronden ten zuiden van Breda (gegevens Stiboka)
5. Opbrengstdepressies van grasland bij verlaging van het grondwaterpeil van 10, 25, 50, 75 en 100 cm in gronden ten zuiden van Breda (gegevens Stiboka)
6. Gegevens vegetatieopnamen (op formulieren en op magnetische band)
7. Lokatie van de vegetatieopnamen op luchtfoto's (ca. 1:20.000) en op topografische kaarten 1:10.000
8. Vegetatietabellen (computeruitdraai)
9. Synoptische tabellen
10. Beschrijving van de vegetatietypen
11. Beschrijving van de vegetatie per kaartvlak (veldgegevens en vertaling naar de vegetatietypen)
12. Vegetatiecomplexenkaart 1:50.000 in kleur
13. Verwerking van het voorkomen van zeldzame soorten
14. Effectenvoorspellingsmodel van de gevolgen van grondwateronttrekking op de vegetatie in het gebied ten zuiden van Breda; op magnetische band
15. Veranderingen in de zeldzaamheids- en vochtgetallen van de vegetatietypen per kaartvlak als gevolg van verlaging van het grondwaterpeil van 10, 25, 75 en 100 cm en afname van kwel
16. Weergave op kaart van de 'zeldzaamheid van de vegetatie' 1:50.000 in kleur
17. Weergave op kaart van de 'voorspelling van de verandering in de zeldzaamheid van de vegetatie als gevolg van een daling van het grondwaterpeil van 25 cm' 1:50.000 in kleur

Appendix 3

Overzicht van bodemtypen waar een matige tot sterke toename van de N-leverantie is te verwachten als gevolg van daling van het grondwaterpeil

hoofdtype	code	grondwatertrap
veengronden	aVz	II
	Vo	I
	Vc	I
	Vz	I en II
moerige gronden	vWp	II
	zWp	II en III
	zWz	III
	zWzt	III
	vWz	II
veldpodzolgronden	Hn21	III en V
	Hn21t	III en V
	Hn21	V
	Hn23	V
	Hn23t	III en V
beekeerdgronden	pZg21	III
	pZg23	III
	pZg23w	III
	pZg23t	III en V
gooreerdgronden	pZn21	III en V
	pZn21t	III en V
	pZn23	III en V
	pZn23t	III en V
	pZn23	V
oude kleigronden	KX	II
leemgronden	pLn5	III

Appendix 4

Overzicht van de onderscheiden vegetatietypen met vermelding van het gemiddelde vocht-(V), stikstof-(N) en zeldzaamheidsgetal (Z)

hoofdtype	vegetatietype nr.	naam(type met....)	V	N	Z
akkers	101	kweek	3,7	4,6	1,5
	102	zwarte nachtschade en kweek	4,0	4,5	1,8
intensief beheerde graslanden en grazige vegetaties	201	vogelmuur en engels raaigras	4,2	5,2	1,0
	202	geknikte vossestaart en Engels raaigras	4,9	5,3	1,3
	203	kweek en Engels raaigras	5,3	5,6	1,2
	204	veldbeemdgras en Engels raaigras	4,9	4,3	1,8
	205	smalbladige weegbree en Engels raaigras	3,8	4,4	1,7
extensief beheerde graslanden en grazige, soms kruidenrijke vegetaties	301	pitrus en echte witbol	6,5	3,8	2,6
	302	moerasrolkaver en echte witbol	5,2	3,5	1,9
	303	gladde witbol en echte witbol	5,3	3,6	2,1
	304	reukgras en echte witbol	4,2	3,2	2,0
	305	tormentil en gewoon struisgras	3,8	2,4	2,3
	306	kweek en echte witbol	4,4	4,1	1,4
	307	frans raaigras en echte witbol	4,2	3,8	2,1
	308	rietgras en echte witbol	5,9	5,0	1,9
	309	hondsdraf en grote brandnetel	5,4	5,5	1,9
	310	moeraszegge en Frans raaigras	6,0	4,8	4,7
	311	kleefkruid en grote brandnetel	5,2	4,7	2,6
	312	scherpe boterbloem en echte witbol	5,4	3,8	2,8
	313	echte koekoeksbloem en echte witbol	6,3	3,3	4,2
vochtige tot natte loofbossen, broekbossen en struwelen gebonden aan een relatief hoog voedingsstoffenniveau	401	eenstijlige meidoorn en hondsdraf	4,4	4,3	3,1
	402	es en ruwe smele	5,2	4,5	7,3
	403	zwarte bes en zwarte els	6,3	4,0	2,4
	404	gele lis en zwarte els	7,2	4,1	3,7
	405	Amerikaanse vogelkers en zwarte els	3,8	2,7	2,6
	406	ratelpopulier en braam	4,9	3,6	1,8

hoofdtype	vegetatietype nr.	naam(type met....)	V	N	Z
vrij droge loof- en naaldbossen gebonden aan een relatief laag voedingsstoffenniveau	501	pijpestrootje en grove den	2,2	1,7	1,9
	502	grove den	2,7	2,4	1,9
	503	dalkruid en zomereik	3,3	2,6	4,0
	504	pijpestrootje en zomereik	3,2	2,2	2,1
	505	ruwe berk en zomereik	3,1	2,2	2,2
	506	gewoon struisgras en zomereik	3,3	2,9	2,3
	507	kropaar en zomereik	3,9	3,1	1,8
	508	larix	3,0	2,7	1,9
	509	dominantie van adelaarsvaren	2,9	2,1	2,3
	510	beuk en amerikaanse eik	1,8	1,1	1,9
heide en vochtige tot natte struwelen gebonden aan een relatief laag voedingsstoffenniveau	601	struikheide	2,8	1,2	1,9
	602	grondster	5,2	3,3	5,4
	603	dominantie van pijpestrootje	3,7	1,3	2,2
	604	pijpestrootje en veenmos	5,7	2,1	2,8
	605	dopheide	5,0	1,5	4,2
	606	bruine snavelbies en dopheide	7,2	1,6	12,6
	607	klokjesgentiaan en dopheide	5,6	1,6	8,3
	608	beenbreek en dopheide	7,2	1,5	13,9
	609	veelstengelige waterbies en veenmos	8,5	1,5	10,9
	610	veenmos en gagel	7,1	2,4	3,1
	611	hennegras en gagel	7,0	2,6	3,7
	612	pijpestrootje en grauwe wilg	6,0	2,7	2,8
	613	geoorde wilg en grauwe wilg	7,2	3,1	3,1
	614	pijpestrootje en gagel	5,6	2,0	3,5
	615	pijpestrootje en ruwe berk	4,3	1,9	2,5

hoofdtype	vegetatietype nr.	naam(type met....)	V	N	Z
Veen-, moeras- en water-vegetaties	701	dominantie van knolrus	7,8	2,3	6,3
	702	waterlelie en knolrus	10,3	3,8	7,0
	703	snavelzegge en waterlelie	9,3	2,7	8,0
	704	veenmos en knolrus	9,0	1,9	7,7
	705	veenbes en veenmos	7,5	1,8	11,7
	706	kruipend struisgras en pitrus	7,4	2,6	4,0
	707	moerasaardbei en grote lisdodde	7,9	4,5	3,5
	708	melkeppe en hennegras	7,2	3,9	2,9
	709	echte witbol en hennegras	6,4	3,7	2,3
	710	geknikte vossestaart	7,6	4,7	2,1
	711	drijvend fonteinkruid en mannagras	10,1	4,5	2,1
	712	sterrekroos en mannagras	9,3	4,2	3,5
	713	fioringras en mannagras	7,1	4,3	2,2
	714	sterrekroos	9,1	4,4	4,4
	715	klein kroos en sterrekroos	9,0	4,1	2,5
	716	dominantie van watervorkje	11,6	?	1,3
	717	dominantie van bultkroos	11,0	4,0	1,8
	718	waterviolier	9,7	3,5	3,5
	719	grote lisdodde en pitrus	8,7	4,3	4,3
	720	dominantie van riet	8,7	3,8	2,6
	721	bladmossen en dominantie van riet	7,5	3,3	2,6
	722	moerasspirea en riet	7,7	4,6	3,5
	723	liesgras	8,4	5,2	3,3
	724	rietgras en moeraszegge	8,1	4,6	2,3
	725	kleinste egelskop en drijvend fonteinkruid	11,5	5,0	28,9
	726	gele plomp	11,2	3,1	4,6
	727	smalle waterpest en drijvend fonteinkruid	11,5	3,8	1,2
	728	dominantie van smalle waterpest	12,0	2,3	0,9
	729	dwergbies en greppelrus	6,7	3,4	4,5
	730	dominantie van galigaan	10,0	3,0	30.0

Toelichting:

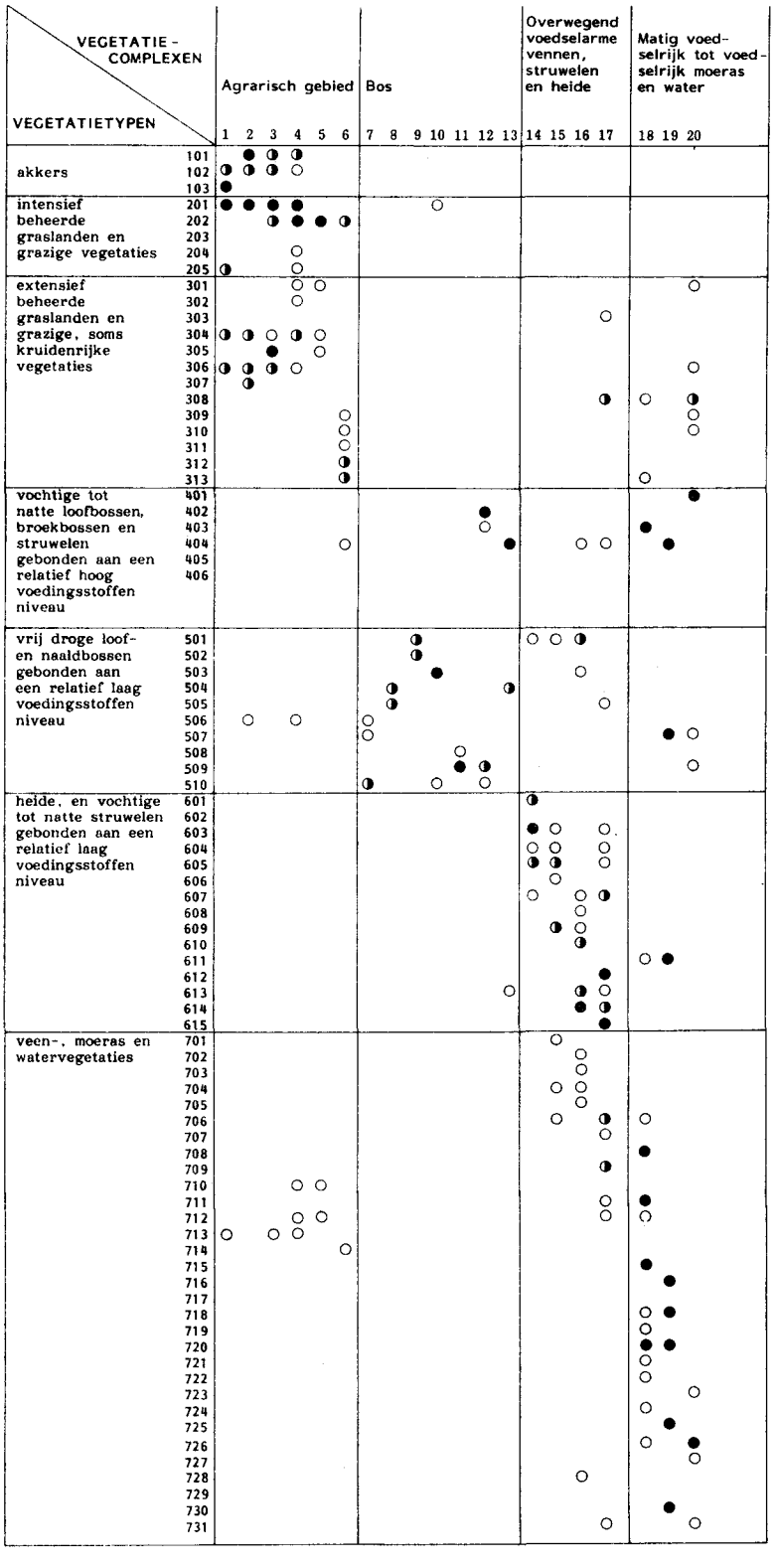
De vermelde vocht- en stikstofgetallen geven alleen een globale indicatie en zijn ongeveer als volgt te interpreteren:

vochtgetal	interpretatie	stikstofgetal	interpretatie
3	droog	2	stikstofarm
3-5	vochtig	2-4	matig stikstofarm tot
6-8	nat		matig stikstofrijk
8	water	4	stikstofrijk

Bij het bepalen van het zeldzaamheidsgetal zijn de volgende soorten niet betrokken (zie voor nadere toelichting paragraaf 3.5.1):

witbloemige waterranonkel (Ranunculus ololeuoos): type 701
ijle rus (Juncus tenageia) : type 701
teer vederkruid (Myriophyllum alterniflorum) : type 711
rosse vossestaart (Alopecurus aequalis) : type 712
groot moerasscherm (Apium nodiflorum) : type 712 en 714
pilvaren (Pilularia globulifera) : type 715
haarfonteinkruid (Potamogeton cf. trichoides) : type 727

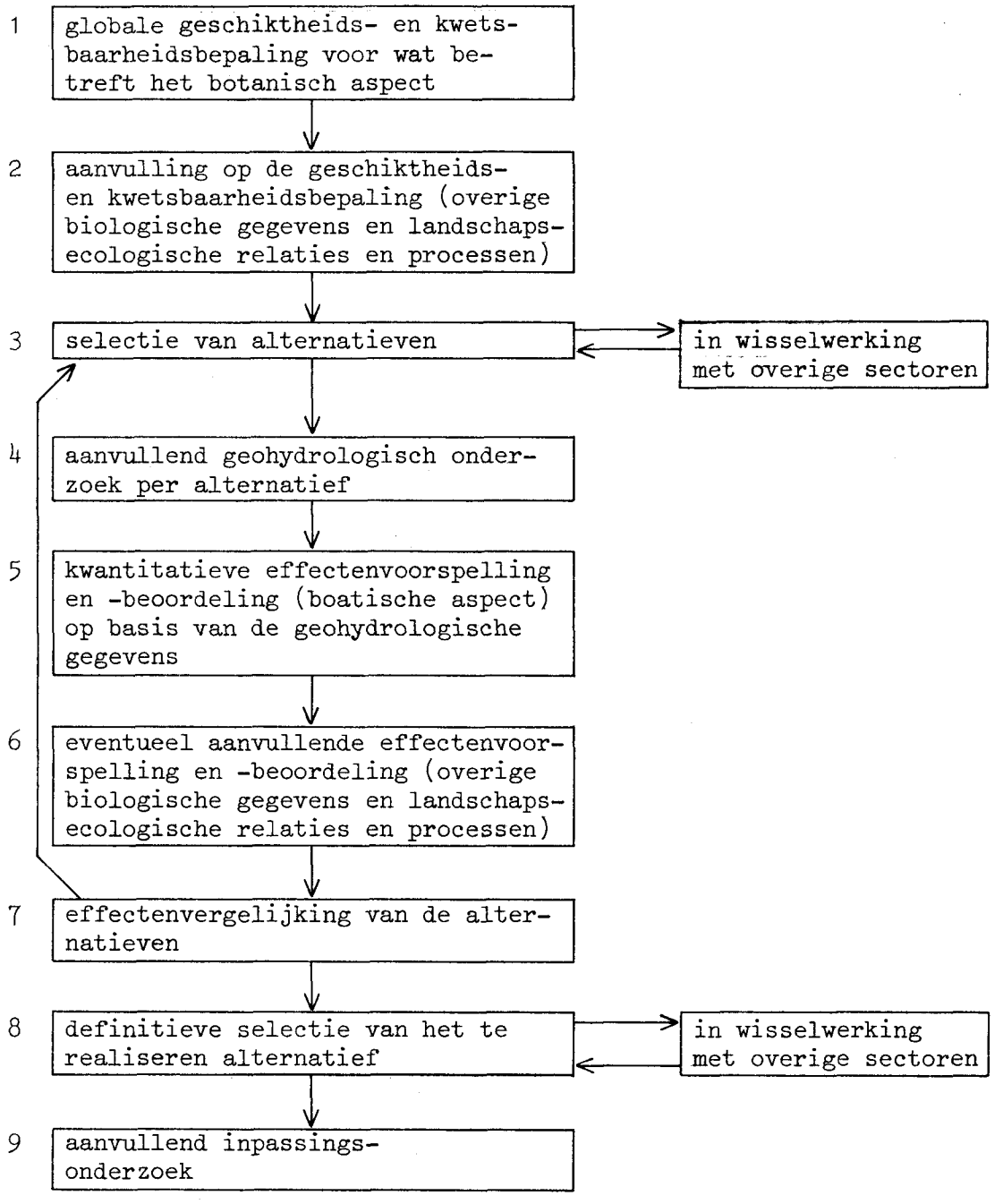
Appendix 5 Overzicht van de belangrijkste vegetatietypen per legenda-eenheid van de vegetatiecomplexenkaart



Verklaring: ● Frequentie > 80%
◑ Frequentie 40-80%
○ Frequentie 20-40%
Frequentie <20% niet opgenomen

Appendix 6

Voorstel procedureschema voor inperking van het onderzoekgebied en keuze winningslokatie (sector natuurbehoud)



Toelichting

Het procedureschema is bedoeld als een hulpmiddel om tot een inperking van het onderzoekgebied en een keuze van een (of meer) winningslokaties te kunnen komen. Uitgangspunt daarbij is dat het thans niet mogelijk is om zonder nadere geohydrologische informatie een kwantitatief beeld te geven van de mogelijke effecten op de vegetatie. Een dergelijke procedure is naar onze mening bovendien nodig omdat naast de concrete onderzoekresultaten, die zich beperken tot de vegetatie, ook andere biologische gegevens en de niet te kwantificeren landschaps-ecologische relaties en processen bij de evaluatie een afweging moeten worden betrokken. De fasen in het procedureschema kan men al naar gelang de wetenschappelijke of beleidsmatige verantwoordelijkheid globaal in drie categorieën onderbrengen:

1. hoofdzakelijk beleidsaangelegenheid: fasen 3 en 8;
2. wetenschappelijk onderzoek in nauw overleg met beleidsverantwoordelijke instanties: fasen 1, 2, 7 en 9;
3. hoofdzakelijk wetenschappelijk onderzoek: fasen 4, 5 en 6

fase 1. Voor deze fase kan gebruik worden gemaakt van reeds vervaardigde kaarten: 'zeldzaamheid van de vegetatie' en 'voorspelde verandering van de zeldzaamheid van de vegetatie als gevolg van een daling van het grondwaterpeil van 25 cm' (zie paragraaf 5.2).

fase 2. De in dit verband meest relevante landschapsecologische relaties en processen zijn weergegeven op de ecohydrologische kaart (bijlage 3) en toegelicht in paragraaf 4.3. Overige biologische gegevens die gebruikt kunnen worden als een aanvulling op de geschiktheids- en kwetsbaarheidsbepaling, hebben vooral betrekking op de avifauna en de hydrobiologie. Een overzicht van bestaande gegevens is aanwezig bij de consulent Natuurbehoud van Noord-Brabant.

fase 3. Om tot een eerste inperking van het onderzoekgebied te komen, is tenminste een zeer globale indruk vereist van de omvang van het gebied dat door een bepaalde winningshoeveelheid wordt beïnvloed. Met betrekking tot het natuurbehoudsaspect moet aangegeven worden op welke wijze de wel en niet onderzochte aspecten daarbij een rol spelen en welke drempel-

waarden er gehanteerd kunnen worden ten aanzien van de effecten die wel en niet wenselijk zijn.

fase 4. Het aanvullende geohydrologische onderzoek zal tenminste concrete informatie moeten opleveren over de te verwachten daling van het grondwaterpeil en afname van kwelstromen voor verschillende onttrekkingen per alternatief (zie paragraaf 4.3.3).

fase 5. Op basis van in de onderhavige studie berekende gegevens over de voorspelling van de veranderingen in zeldzaamheid van de vegetatie als gevolg van afname van kwel en verlaging van het grondwaterpeil van 10, 25, 50, 75 en 100 cm kan met de gegevens van het aanvullende geohydrologische onderzoek een kwantitatieve effectenvoorspelling en -beoordeling worden gegeven per alternatief.

fase 6. Voor de in dit verband meest relevante landschapsecologische gegevens kan men uitgaan van het globale beeld dat de ecohydrologische kaart en de toelichting daarop geven, zonodig nader gedetailleerd en bijgesteld aan de hand van de resultaten van het aanvullende geohydrologische onderzoek.
Zie voor de overige biologische gegevens die gebruikt kunnen worden fase 2.

fase 7. In deze fase wordt de totale effectenvoorspelling en -beoordeling van de alternatieven met elkaar vergeleken. Daarbij moet worden teruggekoppeld naar de in fase 3 geformuleerde drempelwaarden ten aanzien van de effecten die wel en niet wenselijk zijn.

fase 8. In deze fase vindt tenslotte de definitieve selectie plaats van het te realiseren alternatief. De mogelijkheid bestaat dat door de terugkoppeling naar de in fase 3 geformuleerde drempelwaarden uit een oogpunt van natuurbehoud geen der alternatieven in aanmerking komt. Men moet dan of nieuwe drempelwaarden kiezen, waarbij een heroverweging van de gekozen alternatieven nodig kan zijn, of winningsmogelijkheden buiten het onderzoekgebied zoeken.

fase 9. Om de voor het natuurbehoud meest gewenste plaats van een winplaats en de omvang van de jaarlijkse winning vast te stellen kan nader gedetailleerd onderzoek ten aanzien van het biologisch aspect nodig zijn.

Colofon

Dit rapport is geoffset door de huisdrukkerij van het Staatsbosbeheer. Het typewerk werd verzorgd door Mw. A.S. Fransen en Mw. H.I. Vos. Redactionele verbeteringen zijn aangebracht door T.A.W. van Rossum. De foto's zijn afkomstig van R. van Beek (pag. 10, 30, 56, 94, 98, 100, 105, 107) en H. Koster (pag. 81, 109). Het tekenwerk (figuren + bijlagen) is verricht door A.J. Griffioen en A. Hesse.