

Mededeling nr. 80 van het KIWA

ECOLOGIE EN GRONDWATERWINNING

Rapport van de Werkgroep Ecologische Aspecten van de
Commissie Invloed Grondwaterwinning op de Omgeving

Auteur: M.A. den Hoed

Nieuwegein, juli 1984

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V.

correspondentieadres

Sir Winston Churchill-laan 273

Postbus 70

2280 AB Rijswijk

Telefoon (070) 90 27 20

Telex 32480

Postrekening 52 92 95

speurwerklaboratorium

Groningenhaven 7

Postbus 1072

3430 BB Nieuwegein

Telefoon (03402) 6 08 60

INHOUDSOPGAVE

	bladzijde
VOORWOORD	4
SAMENSTELLING WERKGROEP ECOLOGISCHE ASPECTEN	6
SAMENVATTING	7
INLEIDING	12
1 DE ACHTERGRONDEN VAN HET NATUUR- BEHOUD	16
2 DE ECOLOGIE	26
2.1 Het ecosysteem en het voedselweb	28
2.2 De ecologische "niche"	37
2.3 Niche-differentiatie	41
2.4 Ecosysteemontwikkeling	44
2.5 Soortenrijkdom	53
2.6 Consequenties voor het natuurbeheer	59
2.7 Natuurtechniek	63
3 DE ECOLOGISCHE GEVOLGEN VAN GROND- WATERWINNING	66
3.1 De rol van het grondwater in het natuurlijke milieu	66
3.1.1 Grondwater en vegetatie (flora)	66
3.1.1.1 De water- en zuurstofhuishouding in de bodem	70
3.1.1.2 De mineralenbeschikbaarheid	72
3.1.1.3 De grondwaterkwaliteit	74
3.1.2 Grondwater en fauna	78
3.1.3 Grondwater en aquatische ecosystemen	79
3.2 De ecologische gevolgen van grond- waterwinning	80

	bladzijde
3.2.1	Grondwaterstandsdeling 80
3.2.2	Mineralisatie 81
3.2.3	Oppervlaktewaterkwaliteit 83
3.2.4	Grondwaterkwaliteit 84
3.2.5	Toename fluctuaties grondwaterstand 85
3.3	Grondwaterstandsdeling als factor bij de achteruitgang van het natuur- lijke milieu in Nederland 86
3.3.1	De achteruitgang van het natuurlijke milieu 86
3.3.2	De rol van grondwaterstandsdeling 90
3.4	Samenvatting 94
4	HET STANDPUNT VAN DE OVERHEID INZAKE NATUUR EN LANDSCHAP 98
4.1	De structuurschema's 99
4.1.1	De plaats van structuurschema's in het overheidsbeleid 99
4.1.2	Het Structuurschema (en de Nota) Drink- en Industriewatervoorziening 101
4.1.3	Het Structuurschema Natuur- en Land- schapsbehoud 103
4.1.4	Het Structuurschema N & L en de drinkwaterwinning 105
4.2	Milieu-effectrapportage 106
4.2.1	Doelstellingen 107
4.2.2	De werkingssfeer van m.e.r. 107
4.2.3	De procedure 109
4.2.4	De inhoud van het M.E.R. 110
4.2.5	M.e.r. en grondwaterwinning 112
5	DE ECOLOGISCHE PROBLEMATIEK BIJ (GROND-)WATERLEIDINGBEDRIJVEN 114
5.1	De enqueteresultaten 114
5.2	De toekomst 116

	bladzijde	
6	ECOLOGISCH ONDERZOEK IN HET KADER VAN DE PLANNING VAN WATERWINPLAAT- SEN	120
6.1	Enige aspecten van ecologisch on- derzoek ter beoordeling van een ingreep in het natuurlijke milieu	120
6.1.1	Wat er nodig is	120
6.1.2	De keuze van milieukeurmerken	121
6.1.3	De kaartschaal	121
6.1.4	De voorspelling van de gevolgen	123
6.1.5	De beoordeling van de de gevolgen	126
6.2	De verschillende niveaus van be- sluitvorming	128
6.3	Ecologisch onderzoek ten behoeve van de besluitvorming op regionaal niveau	130
6.4	Ecologisch onderzoek in het kader van de vergunningverlening	131
6.4.1	Beschrijving van de uitgangssituatie	133
6.4.2	De kaartschaal	134
6.4.3	De voorspelling, afweging en eva- luatie	135
6.5	Welke biologische informatie is waar beschikbaar	137
6.6	Conclusies	139
6.7	Tenslotte	141

Bijlage 1 - De vergelijking van twee eco-
logische onderzoeken ten behoeve
van de besluitvorming omtrent
grondwaterwinning op regionaal
niveau

Bijlage 2 - Glossarium

VOORWOORD

Aan het eind vande jaren 70 werd duidelijk dat waterleidingbedrijven in de toekomst, bij een vergunningsaanvraag voor grondwaterwinning, in toenemende mate geconfronteerd zouden worden met vragen naar de gevolgen van die winning voor het natuurlijke milieu. Als illustratie hiervan moge dienen de volgende zinsnede uit het Tweede Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening: "Winning, kunstmatige aanvulling en kunstmatige voorraadvorming van grondwater dienen te worden afgestemd op de waarden van het milieu en op het streven naar het behouden of herstellen van de fundamentele waarden van het natuurlijke milieu".

Dit was voor de VEWIN aanleiding, om ook aan deze aspecten aandacht te besteden in het kader van het VEWIN-speurwerkprogramma. Gekozen werd voor een oriënterend onderzoek onder begeleiding van de Werkgroep Ecologische Aspecten van de KIWA-Commissie Invloed Grondwaterwinning op de Omgeving (CIGO). De samenstelling van de Werkgroep vind u op bladzijde 6. De omschrijving van dit onderzoek luidde als volgt:

- a. inzicht krijgen in de achtergronden en bezwaren, die in de kringen van natuurbehoud en landschapsbescherming worden geuit tegen de uitbreiding van grondwaterwinning;
- b. het opstellen van een overzicht dat de omvang van de problematiek bij de grondwaterleidingbedrijven kan aangeven;
- c. het formuleren van, uit ecologisch oogpunt te stellen eisen aan een hydrologisch meetnet en aan compenserende maatregelen.

Onderhavig rapport vormt de afsluiting van het werk van de Werkgroep met betrekking tot de punten a en b.

Het is vooral geschreven met het oog op diegenen in de bedrijfstak, die met de problematiek grondwaterwinning-natuurlijk milieu in aanraking komen.

Dit kan zijn bij de locatiekeuze voor een grondwaterwinning, bij een vergunningsaanvraag, maar ook bijvoorbeeld als lid van een provinciale werkgroep ter voorbereiding van het grondwaterplan.

In alle gevallen kan kennis van zaken de geloofwaardigheid van een gesprekspartner alleen maar verhogen.

Dit rapport wil een bouwsteen vormen voor de kennis en kennisvermeerdering van de ecologische aspecten van grondwaterwinning binnen de grondwaterwinnende bedrijven.

Gezien deze doelstelling zal het geen verbazing wekken dat dit rapport geen afgerond geheel is, geen volledig overzicht van deze aspecten binnen het probleemveld.

Daar waar wetenschappelijke achtergronden aan de orde komen, zullen deze globaal besproken worden.

SAMENSTELLING WERKGROEP ECOLOGISCHE ASPECTEN

Ir. P. Jonkman : voorzitter
Waterleidingbedrijf Midden-Nederland

Drs. M.A. den Hoed : projectleider/
secretaris
Keuringsinstituut voor waterleidingartikelen N.V.

Dr. F.G. Mulder
N.V. Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland

Drs. F.W. van der Vegte
Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland

Drs. E.A.J. Wanders
Duinwaterleiding 's-Gravenhage

Ir. M.G.M. den Blanken
Keuringsinstituut voor waterleidingartikelen N.V.

Ir. G. van der Velde
Keuringsinstituut voor waterleidingartikelen N.V.

SAMENVATTING

Het rapport Ecologie en Grondwaterwinning is tot stand gekomen in het kader van het VEWIN-speurwerkprogramma. Met de totstandkoming van dit rapport wordt de eerste fase van het project "Ecologie en Grondwaterwinning" afgesloten.

Het rapport wil een handleiding zijn met name voor diegenen in de bedrijfstak die uit hoofde van hun functie te maken hebben (of krijgen) met de problematiek van de ecologische gevolgen van grondwaterwinning.

De indruk bestaat (zie hoofdstuk 5) dat waterleidingbedrijven in toenemende mate met dit probleemveld te maken (zullen) krijgen. De toenemende druk op het gebruik van de open ruimte en een toenemende behoefte bij verschillende sectoren aan gebruik van grondwater hebben ertoe geleid, dat de betrokken overheden steeds vaker aan een verzoek tot waterwinning een afweging van de betrokken belangen willen laten voorafgaan.

Zo wordt er thans, vaker dan vroeger het geval was, bij een vergunningsaanvraag voor grondwaterwinning ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening, de vraag naar de gevolgen voor het natuurlijke milieu van de voorgenomen winning gesteld.

Het lijkt dan ook een goede zaak dat alle betrokkenen inzicht hebben in de achtergronden en motieven voor natuurbehoud. Hoofdstuk 1 gaat hier nader op in. Deze motieven kunnen van velerlei oorsprong zijn. Naast religieuze, ethische en esthetische motieven zijn er ook drijfveren die berusten op het inzicht dat de natuur allerlei functies voor de mens vervult. Daarnaast heeft de kennis, ontleend aan de ecologie, tot het inzicht geleid, dat de mens niet los te zien is van het natuurlijke milieu. Met name de laatste jaren

wordt er van verschillende kanten de nadruk op gelegd, dat natuurbehoud niet bestaat uit het in stand houden van het patroon, het uiterlijk van natuurlijke elementen, maar dat de nadruk dient te liggen op de instandhouding van de biologische processen. Zo kunnen bijvoorbeeld kwelgebonden vegetaties alleen behouden worden als de kwel zelf niet verdwijnt. Kennis van dit type processen is nodig om de schade aan natuur en landschap als gevolg van menselijke activiteiten te voorkomen (hoofdstuk 2). De ecologie levert een deel van deze kennis. Onder ecologie wordt verstaan de wetenschap van de relaties tussen levende systemen en hun omgeving alsmede van de eigenschappen van beide. Het ecosysteem neemt in de ecologische beschouwing een centrale plaats in. Hiermee wordt bedoeld dié functionele eenheid in een bepaalde ruimte, die bestaat uit de levensgemeenschap van organismen op die plaats inclusief hun abiotische milieu. Binnen zo'n ecosysteem zijn "eten-en-gegeten-words"-relaties aan te geven. Een netwerk van zulke relaties vormt een voedselweb. In ecosystemen, die geruime tijd zich hebben kunnen ontwikkelen, zonder storing van buiten af, zijn vaak zeer complexe relatiestelsels aan te geven. Er komen vele soorten voor, die veelal slecht tegen grote milieufunctuaties bestand zijn: hun ecologische amplitudo is smal. Verstoring van buiten af kan tot nivellering en verarming leiden. Die verstoring kan op verschillende manieren plaatsvinden.

Kennis ontleend aan ondermeer de studie van ecosystemen vormt de basis voor de natuurtechniek, waarvan zowel natuurbouw als natuurbeheer deel uitmaken. Bij eerstgenoemde is het hoofddoel de voorwaarden voor de ontwikkeling van natuurlijke waarden te verbeteren, terwijl men van natuurbeheer spreekt als het gaat om het afschermen van een natuurlijke levensgemeenschap

tegen veranderingen in externe factoren en om het onderhoud en herstel van die levensgemeenschap.

Welke natuurlijke processen spelen een rol in de relatie natuur-grondwaterwinning? Op deze vraag wordt in hoofdstuk 3 nader ingegaan.

Grondwaterwinning grijpt op verschillende wijzen in in grondwaterafhankelijke ecosystemen.

Zo leidt het veelal tot grondwaterstandsaling. Voor sommige planten kan dit - periodiek - watertekort betekenen, voor andere biotoopverlies (bijvoorbeeld in- en op het water levende soorten) voor weer anderen kan het van belang zijn dat in bodems met veel organische stof de mineralisatie toeneemt, waardoor snelgroeiende en grote ruigtekruiden de overhand krijgen.

Als gevolg van het feit dat, met het dalen van de grondwaterstand het zuurstofgehalte in de bodem toeneemt kan ook de oplosbaarheid van en daarmee de beschikbaarheid van bepaalde nutriënten verschuiven.

Voor waterecosystemen, zoals sloten, vennen en dergelijke betekent grondwaterstandsaling vaak een belangrijke teruggang in kwaliteit. Bovendien kan grondwaterwinning ook de weg van diepe kwelstromen beïnvloeden. Voor dié vegetatietypen, die gebonden zijn aan situaties waar lithotroof water aan de oppervlakte komt, kan dit een bedreiging betekenen.

Verlaging van hoge grondwaterstanden kan ook voor de fauna een bedreiging zijn. Weidevogels, moerasvogels en dergelijke zijn gebonden aan vochtige milieus.

Figuur 3.13 geeft een globaal overzicht van de ecologische gevolgen van grondwaterwinning.

Op verschillende besluitvormingniveaus met betrekking tot de grondwaterwinning speelt natuur- en landschapsbehoud een rol.

De Rijksoverheid heeft haar ideeën hieromtrent onder-

meer neer gelegd in twee structuurschema's. Ook in het kader van milieu-effect-rapportage wordt over de m.e.r.-plichtigheid van grondwaterwinningen van een bepaalde omvang gesproken.

Op provinciaal niveau zullen de grondwaterplannen het kader gaan vormen, waarbinnen de afweging van grondwaterwinlocaties zal plaatsvinden.

Aan het winplaatsonderzoek in het kader van de vergunningverlening worden steeds vaker eisen gesteld met betrekking tot onderzoek naar de ecologische effecten. Dit blijkt ondermeer uit een enquête gehouden onder een aantal regionale (grond-)waterleidingbedrijven (hoofdstuk 5).

Welke onderzoeksmethoden staan de bedrijven nu ter beschikking om op de verschillende besluitvormingsniveaus gefundeerd rekening te kunnen houden met natuur- en landschapsbehoud?

De aandacht gaat met name uit naar het niveau van de locatiekeuze en het winplaatsonderzoek, omdat deze onder de verantwoordelijkheid van de waterleidingbedrijven zullen vallen. Van ecologisch onderzoek ter ondersteuning van de locatiekeuze zijn twee voorbeelden bijgevoegd, om een indruk te geven van de methoden die daar tot op heden voor gebruikt zijn.

Theoretisch zijn er duidelijke verschillen aan te geven tussen onderzoek ten behoeve van beide genoemde niveaus. Bij locatiekeuze zal het of om een vergelijking van een aantal alternatieven dienen te gaan of om het inperken van een regio tot gebieden met de minste ecologische schade. Dit betekent dat er van de betrokken ecologen relatieve uitspraken worden verwacht. De gegevens die als basis voor de uitspraken nodig zijn zullen globaler kunnen zijn, dan dat bij winplaatsonderzoek het geval is.

Daar immers gaat het om een zo concreet mogelijke voorspelling van de gevolgen van één winning. Deze

uitspraak is meer absoluut. Het hanteren van dosis-effect-relaties is hier meer voor de hand liggend. Uit methodische overwegingen zijn locatiekeuze en winplaatsonderzoek niet los van elkaar te zien. In de toekomst zullen met name de provinciale grondwaterplannen het kader vormen voor de locatiekeuze. Inzichten verkregen bij de provinciale milieukarteringen zullen daarbij zeker een rol spelen.

Om de kennis met betrekking tot het gedrag van soorten als reactie op grondwaterstandsvaling en kwelreductie te verruimen, lijkt het zinvol om vaker dan thans het geval is, de ecologische gevolgen van grondwaterwinning in de tijd te volgen; uiteraard in nauwe samenhang met de hydrologische veranderingen, die als gevolg van de winning optreden.

INLEIDING

De afgelopen decennia is er in Nederland sprake geweest van duidelijke veranderingen in ruimtegebruik. Zo duidelijk dat zij voor vrijwel iedereen zichtbaar zijn geweest; de intensivering in de landbouw leidde tot het samenvoegen van kavels, het verdwijnen van vele overhoekjes, hagen en andere landschapselementen. Bovendien kwam er meer mest beschikbaar, zowel organische mest als kunstmest en nam de produktie per ha toe. Daarnaast raakten er meer en meer terreinen in de nabijheid van steden en dorpen bebouwd, het wegennet werd geïntensiveerd en nieuwe industrieterreinen werden geopend. Dit betekende een verschuiving in het ruimtegebruik. Tabel 1.1 geeft, voor de periode 1950-1978, hiervan een overzicht.

	1950 ¹⁾		1978 ²⁾	
	km ²	%	km ²	%
cultuurgrond	25 049	74	24 375	66
bos	2 422	7	2 905	8
natuurlijk terrein	2 642	8	1 641	4
verkeersterrein	951	3	1 269	3
bouwtterrein			337	1
industrieterrein			394	1
overig bebouwd terrein	1 786	5	2 194	6
overige gronden	120	1	833	2
water	1 889	3	3 244	9
totaal oppervlakte	33 849	100	37 186	100

N.B.: In tegenstelling tot de landbouwtelling omvat deze oppervlakte cultuurgrond tevens tuinen voor eigen gebruik, cultuurgrond van niet-telplichtigen, verspreide bebouwing, water smaller dan 6 meter, bermen breder dan 6 meter enzovoorts.

1) Exclusief water 75 ha

2) Gewijzigde methodiek, 1976: Groningen, Friesland en Drenthe, 1977: Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord- en Zuid-Holland en de Zuidelijke IJsselmeerpolders, 1978: Zeeland, Noord-Brabant en Limburg.

Tabel 1.1 - Bodemgebruik (CBS, 1983)

Hieruit blijkt dat de toename in het totale oppervlak van Nederland vooral ten goede is gekomen aan het ruimtebeslag door wegen en bebouwing.

Het aandeel van natuurlijk terrein is procentueel bijna gehalveerd. Dit is des te pregnanter als men zich realiseert, dat er op de cultuurgrond van 1950 veel meer plaats was voor natuurlijke elementen dan thans het geval is. Als voorbeeld kan de ontwikkeling in de samenstelling van het cultuurgrasland dienen. Waar vroeger meerdere soorten deel uitmaakten van de samenstelling is thans sprake van monocultures.

Met andere woorden: er is thans sprake van een veel sterkere functie-scheiding dan vroeger het geval was. De hier geschetste ontwikkeling is voor velen aanleiding geweest om aan te dringen op een afweging van alle betrokken belangen bij een voornemen tot verandering in het gebruik van de open ruimte. Met name zouden de belangen van natuur en landschap hierbij beter naar voren dienen te worden gebracht.

Een vergelijkbaar proces zien we bij het gebruik van grondwater. Tussen 1950 en 1980 is het gebruik van water in het huishouden en in de industrie toegenomen. Ook de landbouw stelde haar eisen: lagere voorjaarspeilen zodat men vroeger in het jaar het land kon bewerken en de groei van gewassen eerder op gang zou komen. In grondwaterafhankelijke natuurgebieden dienen de grondwaterstanden in het voorjaar echter geruime tijd hoog te zijn. Rond de pompstations ten behoeve van de drinkwatervoorziening tenslotte, zien we het gehele jaar door een zekere* verlaging maar zullen de grootste grondwaterstandsverlagingen veelal in de zomerperiode worden gemeten, als het gebruik

* de omvang is uiteraard afhankelijk van de geohydrologische omstandigheden ter plaatse en de gewonnen hoeveelheid grondwater

het hoogst is. Ook hier zien we dat verschillende sectoren verschillende belangen hebben.

Dit inzicht, en de wens om natuur en landschapsbehoud een meer gelijkwaardige plaats in de besluitvorming te laten spelen, heeft er toe geleid dat er in toenemende mate aan bestemmingsveranderingen van de open ruimte of van natuurlijke hulpbronnen een afweging vooraf gaat van alle betrokken belangen. Natuur- en landschapsbehoud vormt daarbij één van de belangen.

In het kader van die afweging worden waterleidingbedrijven in toenemende mate geconfronteerd met het belang van natuur- en landschapsbehoud en hiermee samenhangend, met ideeën en denkbeelden die voortkomen uit de ecologie.

Om hierin meer inzicht te verkrijgen zijn de hoofdstukken 1 en 2 geschreven.

In hoofdstuk 1 wordt de ontwikkeling van de natuurbehoudsgedachte weergegeven; in hoofdstuk 2 wordt een aantal begrippen uit de ecologie nader toegelicht.

Om rekening te kunnen houden met het feit dat het natuurlijke milieu schade kan ondervinden van grondwaterwinning, is het zinvol op de hoogte te zijn van de mogelijke gevolgen van waterwinactiviteiten voor het natuurlijke milieu. Een beschrijving hiervan vindt u in hoofdstuk 3.

Een belangrijk kader waarbinnen de afweging met betrekking tot het ruimtegebruik plaatsvindt, wordt gevormd door het beleid van de rijksoverheid.

In een aantal structuurschema's komt waterwinning in relatie tot het natuurlijke milieu aan de orde. In bepaalde gevallen kan ook de milieu-effectrapportage een rol gaan spelen.

Deze onderwerpen worden besproken in hoofdstuk 4.

Hoofdstuk 5 geeft kort de resultaten weer van een,

onder een aantal waterleidingbedrijven gehouden, enquête. Hierbij wordt een beeld geschetst van de mate waarin ecologische aspecten een rol spelen bij de belangenafweging, die plaatsvindt bij uitbreiding van bestaande of stichting van nieuwe winplaatsen.

In hoofdstuk 6 tenslotte, wordt nader ingegaan op de wenselijkheid van ecologisch onderzoek voor verschillende niveaus van besluitvorming, op de aard van dat onderzoek, alsmede op de problemen die zich hierbij kunnen voordoen.

In bijlage 1 worden twee ecologische methoden beschreven, die gebruikt zijn om bij de locatiekeuze van grondwaterwinning gefundeerd rekening te kunnen houden met de belangen van natuur en landschap.

Van een aantal in dit rapport gebruikte termen en begrippen vindt u de omschrijving in het glossarium dat als bijlage 2 aan het rapport is toegevoegd.

1

DE ACHTERGRONDEN VAN HET NATUURBEHOUD

In het beleid ten aanzien van de Ruimtelijke Ordening is in de afgelopen jaren een groeiende bereidheid waarneembaar om rekening te houden met de belangen van de natuur. Men spreekt over "natuurwaarden" en "natuurfuncties" als factoren, die voor de samenleving als geheel van belang zijn. Dit doet de vraag rijzen naar de herkomst en achtergronden van het streven naar natuurbehoud.

De wijze waarop mensen gedacht hebben over de hen omringende natuur en over het ingrijpen van de mens daarin wordt bestudeerd door de cultuurfilosofie.

De oorsprong van het westerse cultuurbegrip is gelegen in het denken van de Grieken: in de 5e eeuw voor Christus beginnen de Sofisten onderscheid te maken tussen "physis" en "nomos" oftewel tussen "natuur" (namelijk dat wat vanzelf gegroeid is) en het "wetmatige" (namelijk dat wat door de mens bepaald wordt). Dit heeft een omkering in het denken tot gevolg: de natuur is niet langer de norm van alle dingen, maar de mens komt centraal te staan.

In de tijd van Socrates en Plato zijn er elementen in de discussie, die ook in latere perioden een rol hebben gespeeld in de discussie over natuur, bijvoorbeeld: de natuur in de mens, en de natuur om de mens, de vraag of de mens de maat voor alle dingen is, of dat het om absolute waarden gaat, van een min of meer bovenmenselijke orde (Plato).

Vanaf het ontstaan van de derde stand, de burgers, in de Middeleeuwen zien we dat in het denken natuur en cultuur los van elkaar komen te staan. De natuur wordt gezien als iets zelfstandigs, de cultuur als datgene wat de mens bereikt heeft, dankzij een toenevende beheersing en onderwerping van die natuur. Vooral de ontwikkeling van de natuurwetenschappen,

beginnend in de Renaissance draagt hier sterk aan bij. Immers de natuur blijkt te ontrafelen te zijn, de natuur wordt "onttoverd". De succesvolle ontwikkeling van de natuurwetenschappen met haar hoogtepunten in de Verlichting en de eerste industriële revolutie leiden tot een benadrukking en bevestiging van het beeld dat de "beheersing" en het "gebruik" van de natuur leidt tot groei van mogelijkheden van nijverheid en industrie. De natuur wordt steeds duidelijker gezien als een min of meer ontuitputtelijke bron van grondstoffen. Ondanks de romantiek ("terug naar de natuur"), een periode waarin bijvoorbeeld Rousseau probeerde aan te geven dat de mens het contact met de natuur verloren heeft en, in de 19e eeuw, de neo-romantiek, een periode die bijvoorbeeld de utopisten voortgebracht heeft (bijvoorbeeld "Walden", Fred. van Eeden), is deze utilistische gedachte tot in onze tijd blijven staan. Zo vinden we haar onder andere bij Marx terug en in wezen bij zeer vele economen. De gedachte dat de natuur een onuitputtelijke bron voor onze grondstoffen is en een niet te verzadigen stortplaats, voor onze afvalstoffen, is met de enorme expansie van techniek en industrie, in de laatste decennia duidelijk gerelativeerd, maar in ons handelen ook nu nog niet verlaten. Een belangrijke oorzaak van dit niet loslaten is te vinden in het neopositivisme. Deze wetenschapsstroming is ontstaan in het begin van onze eeuw. Haar aanhangers gaan ervan uit dat de wetenschap zich kan losmaken van maatschappelijke waarden en slechts op rationele wijze de werkelijkheid behoeft te bestuderen: wetenschap en techniek kunnen zich, daarbij ongehinderd door ideologieën en maatschappelijke behoefte ontwikkelen. De bakermat van de ideeën over natuurbewoud zijn dan ook in eerste instantie niet hier te vinden, maar in de neo-romantiek aan het einde van de vorige eeuw. Ook

in onze dagen zullen velen erkennen dat natuur een eigen intrinsieke waarde heeft. Dit kan gestoeld zijn op religieuze motieven (het rentmeesterschap), of op de erkenning van het feit dat de mens niet het recht heeft de natuur te vernietigen vanwege de natuur op zich. Meer recente ontwikkelingen in de ecologie geven aanleiding tot het inzicht dat de Homo sapiens niet langer "boven" of "los van" de natuur staat (en dus niet probleemloos de natuur naar eigen hand kan blijven zetten). Net zo goed als andere organismen maakt de mens een intrinsiek onderdeel van die natuur uitmaakt, zij het, dat zijn grote invloedsmogelijkheden alsmede het vermogen tot reflectie, hem ook een zeer grote verantwoordelijkheid voor die natuur geven. Een andere belangrijke reden van de toenemende aandacht voor natuurbehoud is het feit dat de achteruitgang van het natuurlijke milieu de laatste tientallen jaren niet langer alleen voor experts zichtbaar is, maar voor grote groepen mensen waarneembaar. Een afspiegeling van die achteruitgang zien we in het feit dat 54 % van onze ongeveer 1300 inheemse plantensoorten tegenwoordig in hun bestaan worden bedreigd, dat de floristische verscheidenheid (rekening houdend met soorten aantal en aantal vindplaatsen per soort) de laatste 50 jaar met 93 % achteruit is gegaan, dat ons kleinschalige ("fijnkorrelig") landschap, eeuwenlang door de mens in stand gehouden door "op dezelfde plek steeds hetzelfde, maar overal wat anders" te doen, werd vervangen door een grootschalig ("grofkorrelig") landschap door "steeds wat anders, maar wel overal hetzelfde te doen". (Overigens is dit ook een argument dat aangeeft dat de mens ook een positieve invloed op het milieu kan hebben, mits hij maar de goede keuze maakt.)

Deze snelle teruggang van natuurlijke waarden heeft

met name na de 2e wereldoorlog, - maar ook daarvoor al; denk aan de bestemming tot natuurmonument van het Naardermeer in 1905 om te voorkomen dat het een vuilstort van Amsterdam zou worden - geleid tot een heroverweging van natuurwaarden. De argumenten voor natuurbehoud, die het resultaat waren van deze heroverwegingen zijn - zoals hierboven reeds is aangegeven - in te delen in vier groepen:

1. Ethische en religieuze motieven
2. Esthetische motieven
3. Ecologische motieven
4. Utilistische motieven.

Gezien het feit dat vooral de laatste twee groepen het minst bekend zijn verdienen zij hier onze aandacht, zonder daarmee echter iets aan de waarde van de eerste twee af te willen doen.

De laatste twee categoriën zijn niet altijd even goed van elkaar te scheiden. Bij ecologische argumenten ligt de nadruk op het feit dat veranderingen in de biotische en abiotische omgeving van de mens, ook gevolgen voor die mens zelf heeft. Heel duidelijk is dat bij grootschalige ingrepen: het kappen van tropisch regenwoud leidt tot erosie, neerslagreductie en uiteindelijk wellicht tot een daling van het zuurstofgehalte in de atmosfeer; maar ook bij kleine ingrepen kan dit duidelijk blijken: bodemverontreiniging leidt er toe dat grondwater als bron voor de watervoorziening onbetrouwbaar kan worden en relatief grootschalige ontwatering en ontginning van de "woeste" gronden kan, ten gevolge van een verminderde infiltratie, leiden tot een verlaging van de grondwaterspiegel over een groter oppervlak dan uit landbouwkundige overwegingen gewenst is.

Hieruit blijkt al dat de mens op allerlei wijzen van de natuur gebruik maakt, die natuur allerlei functies toekent. Onder ecologische functies van het milieu

zullen we in het vervolg verstaan, dié functies of gebruiksmogelijkheden, waarbij een beroep wordt gedaan op de autonome eigenschappen van het natuurlijk milieu, met andere woorden eigenschappen die niet door de mens aan het natuurlijk milieu zijn toegevoegd (Van der Maarel, 1976).

Deze functies zijn tot op heden op verschillende wijzen ingedeeld.

Mörzer Bruyns (1973) geeft de volgende functies aan:

Economische functies

Sprekende voorbeelden te over; men denke aan de visvangst, (waarbij overbevissing kan leiden tot het "slachten van de kip met de gouden eieren", bijvoorbeeld de walsvisvangst, de haringvangst. Beide voorbeelden waarbij men lange tijd bleef uitgaan van de "onuitputtelijkheid".) de jacht en andere natuurproducten. Maar ook bij de gewasbescherming kan de natuur een belangrijke rol spelen bij het in stand houden van predator-prooi-relaties (natuurlijke vijanden en biologische bestrijding) of bij het voorkomen van erosie of oeverbeschadiging (oeverplanten). De betekenis van in het wild levende soorten als genenbron bij de veredeling van natuurlijke welvaartsbronnen lijkt alleen nog maar toe te nemen. Men moet daarbij niet alleen denken aan land- en tuinbouwgewassen maar ook aan grassen, biezten en houtsoorten. Niemand weet precies, wat er in de toekomst nodig zal zijn; het behoud van de natuur als genenbron wordt daarom als wijs beleid gezien.

Volksgezondheidsfuncties

Natuurelementen zorgen overal in de natuur voor het opruimen van dood organisch materiaal. Het volledig functioneren van de stof-kringlopen is van wezenlijk

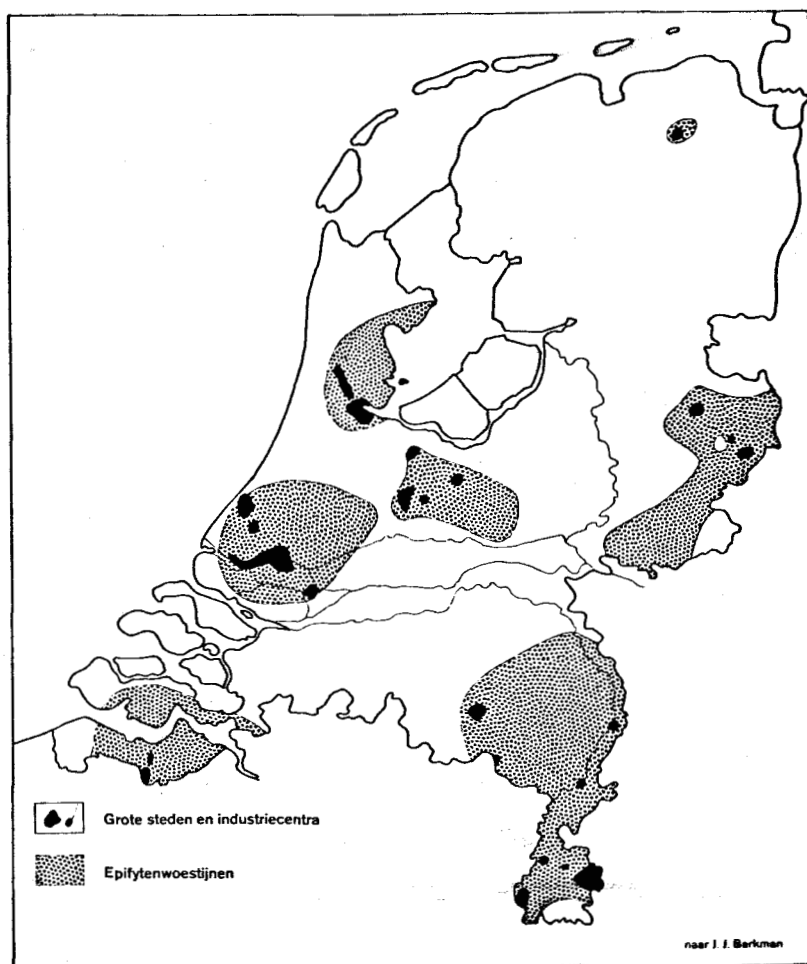
belang voor het behouden van niet-verontreinigde milieus. Men denke bijvoorbeeld aan het "zelfreinigende vermogen" van oppervlaktewater. Het belang van recreatie in deze tijd wordt meer en meer benadrukt. De natuur speelt hier vaak een grote rol in. Vooral de grote afwisseling van de natuur blijkt van groot belang te zijn, terwijl de rust van natuurgebieden, bossen en landelijke gebieden een steeds meer gewaardeerde en voor de volksgezondheid wellicht vitale factor is.

Culturele functies

Deze worden vaak genoemd maar zijn weinig onderzocht, al is er veel over geschreven. Genoemd kunnen worden de functie van de natuur in de opvoeding en opleiding van kinderen; de laboratoriumfunctie voor natuurwetenschappelijk (en niet alleen natuurhistorisch!) onderzoek en de ethische en esthetische functies zoals die hierboven al eerder zijn aangeduid.

Het idee van ecologische functieervulling is nader uitgewerkt en operationeel gemaakt in de basisstudie Globaal Ecologisch Model (Van der Maarel e.a. 1977). Er worden twee groepen natuurtechnische functies onderscheiden, de informatiefuncties en de regulatiefuncties. De informatiefuncties betreffen de beschikbaarheid van informatie die de mens uit de natuur kan putten. Dat kan visueel zijn: de ruimtelijke variatie in vegetaties en landschapselementen, maar het kan ook cognitief zijn: de kennis geput uit de natuur: de wetenschappelijk functie en de educatieve functie.

Daarnaast heeft de natuur soms een signaalfunctie: het verdwijnen of verschijnen van bepaalde soorten geeft informatie over een verandering.



Figuur 1.2 - Aangegeven is in welke delen van Nederland korstmossen op bomen en dergelijke ontbreken (Uit Westhoff e.a., 1973)

Een bekend voorbeeld is het verdwijnen van vele korstmossen ten gevolge van luchtverontreiniging (zie figuur 1.2), maar ook bijvoorbeeld het verdwijnen van vele grondwaterafhankelijke plantensoorten (freatofyten) bij ingrijpende grondwaterstands dalingen. Ook wordt onderscheiden de reservoirfunctie. Men denke daarbij aan thans nog volledig onbekende organismen, die we in elk geval zouden moeten leren kennen vóór ze uitsterven, om na te gaan of ze geen rol zouden kunnen spelen bij de veredeling van landbouwgewassen bij de fabricage van geneesmiddelen stimulantia etc..

Alleen als een levensgemeenschap "autonoom" (dat wil zeggen: zonder te grote menselijke invloed) functioneert is een goede functievervulling in dit opzicht verzekerd.

Dit geldt zeker ook voor de groep regulatiefuncties, waarbij een onderscheid gemaakt wordt tussen zuiveringsfuncties en stabiliseringsfuncties.

In het eerste geval is sprake van een actieve functie; men denke aan filtering van stof uit de lucht door een bos en aan "biologische zelfreiniging" van oppervlaktewater. In het tweede geval is er sprake van regulatie in de meest strikte zin. Als voorbeeld kan de waterregulatie dienen. Terwijl in het stedelijk milieu regenwater nauwelijks de kans krijgt om te infiltreren zien we dat in goed ontwikkelde ecosystemen het hemelwater opgevangen wordt en langzaam naar de bodem afgegeven wordt, alwaar het voor een groot deel tijdelijk wordt opgeslagen. Zonder een dergelijke interceptie zou de run-off langs het oppervlak veel groter zijn en dus de mogelijkheid tot berging van de neerslag gering. Deze regulatie is vrijwel tegengesteld aan die in vele landbouwgebieden: in plaats van opslag voor droge tijden of andere functies wordt het (tijdelijk) overtollige water zo snel mogelijk afgevoerd. Benadrukt moet worden dat het hier om één voorbeeld gaat; er zijn er vele mogelijk.

Regulatie in ecologische termen is een van de belangrijkste kenmerken binnen een goed functionerend ecosysteem (zie ook hoofdstuk 2). Of het nu gaat om de temperatuurschommelingen binnen bepaalde grenzen te houden (Larcher 1976), de luchtvochtigheid of populatiegroottes, het "streven" naar evenwicht (Odum 1971) binnen een ecosysteem kan grote fluctuaties "afdempen". Het zal duidelijk zijn dat het natuurlijke milieu slechts ten dele door de mens gebruikt kan worden voor informatie en regulatie.

Het wordt in de praktijk tevens gebruikt voor leverantie van materialen en energie en als drager van allerlei activiteiten, oftewel voor produktie- en draag-functies. Bij de eerste kunnen we denken aan de agrarische produktie (die een eigen inrichting van het ecosysteem vraagt) en bij de tweede aan urbaan-industriële bebouwing, afvalopvang en dergelijke. Bij een belangenafweging kan functie-afweging een belangrijke rol vervullen.

Uit bovenstaande zal duidelijk geworden zijn dat, via een utilistische benadering het natuurlijke milieu een groot aantal functies toegedacht kan worden. Door de benadering van het Globaal Ecologisch Model is onder andere ook duidelijk geworden dat het bij belangenafweging in de ruimtelijke ordening niet alleen maar om plantje A of vogel B gaat, maar dat voor een aantal functies een goed functionerend ecosysteem nodig is, waarvan plantje A of vogel B hoogstens een indicator of exponent kan zijn.

Dit inzicht wordt ondersteund door onder meer de inzichten verkregen via de commoditeitenkunde (De Zeeuw, 1979, 1982). De grenzen aan de ontwikkeling van economie, wetenschap en techniek worden gevormd door de moeite die een samenleving moet doen om te kunnen beschikken over grondstoffen en energie (commoditeiten). Naarmate een technische ingreep of maatregel meer beslag legt op natuurlijke reserves (hetzij door gebruik van bijvoorbeeld brandstoffen, hetzij door verontreiniging door bijvoorbeeld het lozen van afvalprodukten) des te sterker zal dit kostprijsverhogend werken voor verdere ontwikkelingen.

Vanuit de commoditeitenkunde wordt dan ook gewezen op de noodzaak om bij elk technisch handelen de rekening voor alle betrokken aspecten op te maken. Dit om te voorkomen dat vooruitgang in de ene sector (bijvoorbeeld industrie) leidt tot achteruitgang in de be-

schikbaarheid van natuurlijke bronnen (bijvoorbeeld schoon water), omdat dit laatste uiteindelijk kan leiden tot een vertraging (of omkering) van de welvaartsontwikkeling.

Hiermee is ook de argumentatie voor natuurbehoud verschoven: de mens is afhankelijk van het functioneren van de ecosystemen (via de functies die deze vervullen). Verstoring van de (nog) aanwezige evenwichten houdt grote risico's in. Veranderingen in het milieu zijn vaak het eerst aan planten en dieren waarneembaar (signaalfunctie), terwijl het in stand houden van een zo groot mogelijke verscheidenheid aan ecosystemen essentieel is voor een na te streven evenwicht tussen de mens en zijn milieu.

Dit type overwegingen maakt, dat binnen het maatschappelijke bestel meer en meer belang gehecht wordt aan de opvatting, dat een ieder die veranderingen in zijn omgeving aanbrengt, mede verantwoordelijk dient te zijn voor de gevolgen van die ingreep.

DE ECOLOGIE

Het begrip ecologie is in 1866 door Ernst Haeckel geïntroduceerd.

Hij verstond onder ecologie de wetenschap die zich bezighoudt met de betrekkingen, die een levend organisme onderhoudt met zijn omgeving.

Daartoe rekende hij alle bestaansvoorwaarden voor dat organisme in die omgeving, biotisch (levend) en abiotisch (niet levend). Haeckel legt dus de nadruk op relaties.

Deze benadering is ook terug te vinden in veel recentere omschrijvingen van het begrip ecologie. Zo definieert Charles J. Krebs (1972) ecologie als de wetenschappelijke analyse van die wisselwerkingen waardoor de verspreiding en de aantallen van levende organismen kunnen worden verklaard.

Hoewel ook andere benaderingen mogelijk zijn zal uit bovenstaande duidelijk zijn dat "relaties" tussen organismen onderling en tussen organismen en hun abiotische milieu een centrale plaats innemen. Echter niet alleen organismen of individuen zijn onderwerp van studie maar ook populaties, levensgemeenschappen en ecosystemen.

Odum (1971) definieert ecologie als de studie van de structuur en de functie van ecosystemen; een meer holistische (van het grote geheel uitgaande) benadering dan bijvoorbeeld die, waarbij in het onderzoek steeds maar één soort centraal staat.

Daartussen ligt een range van mogelijkheden die alle onder het begrip ecologie vallen. In fig. 2.1 wordt hiervan een overzicht gegeven. De aangegeven niveaus van onderzoek zijn niet los van elkaar te zien. Elk onderzoek op een bepaald niveau is deels gebaseerd op kennis en inzicht van een lager integratieniveau.

Zo is populatiebiologie meestal pas mogelijk (zie

niveau van organisatie studieobject	probleem, vraagstelling	vakgebied binnen de ecologie	andere (hulp-) wetenschappen
landschap	stofkringlopen energiestromen relaties tussen levensgemeenschappen	LANDSCHAPS- ECOLOGIE	fysische geografie bodemkunde klimatologie hydrologie aut-ecologie populatie ecologie syn-ecologie
levensgemeenschap	soortsamenstelling structuur successie klassificatie stofkringlopen energiestromen	SYN-ECOLOGIE vegetatiekunde productiebiologie	bodemkunde klimatologie meteorologie hydrologie aut-ecologie populatie-ecologie
populatie	verspreiding: verdeling in de ruimte dynamica: veranderingen in de tijd	POPULATIE-ECOLOGIE: verspreidings-ecologie populatie-dynamica	aut-ecologie populatie-genetica
individue	verspreiding van de soort beschrijving levenscyclus invloed milieu-factoren op levenscyclus, aanpassing	AUT-ECOLOGIE	faunistiek biogeografie bionomie fysiologie ethologie morfologie

Fig. 2.1 - De verschillende organisatieniveaus in relatie tot een aantal vakgebieden binnen de ecologie. (Naar K. Bakker, 1977)

fig. 2.1) als men goed bekend is met de factoren die voor de beschouwde soort van belang zijn. Zo bouwt de populatiebiologie deels voort op de aut-ecologie. Daar, waar concurrentie een belangrijke rol speelt in de ontwikkeling van de populatiegrootte kunnen ecosystemekenmerken van belang zijn voor verklaringen op populatieniveau. Hoe hoger het niveau, des te complexer is het onderzoeksobject. Een voorbeeld: relaties tussen twee individuen of twee diersoorten zullen meestal nog wel waarneembaar zijn; relaties op ecosystemeniveau zijn vaak slecht zichtbaar. Zo zien we de vegetatie-samenstelling en -structuur en soms nog een deel van de dierenwereld binnen een ecosysteem, maar schimmels en bacteriën zien is al veel moeilijker en directe waarnemingen aan stofkringlopen, voedselketens en dergelijke zijn vaak zeer fragmentarisch.

Toch heeft vooral de laatste decennia de ecologie, en met name het onderzoek aan ecosystemen, een hoge vlucht genomen en is er meer duidelijkheid verschaft over processen, die van belang zijn voor het voortbestaan van natuurlijke systemen. In onderstaande zal in vogelvlucht een aantal begrippen en onderwerpen uit de ecologie aan de orde komen.

2.1

Het ecosysteem en het voedselweb

Bij het onderzoek naar organismen en de relaties tussen die organismen en hun omgeving, blijkt de onderzoeker veelal op een complex van factoren te stuiten, die van belang zijn voor de betrokken soort.

De factoren vertonen tevens onderlinge verbanden. Als we zeggen: "een wulp is een typische weidevogel" willen we zoveel zeggen als: een complex van factoren, dat zich in dié combinatie alleen in vochtige graslanden voordoet, is van levensbelang voor de

wulp. Het vochtige grasland is dan het biotoop, de woonplaats van die wulp.

Maar er zijn meer organismen, die in dat betreffende grasland leven en die naast de wulp allemaal een zekere rol spelen. In de eerste plaats de planten, grassen en kruiden, daarnaast allerlei bodemorganismen, die een rol spelen in de afbraak van de organische stof en het in stand houden van een bepaalde bodemstructuur, en de (gedomesticeerde) grazers die er voor zorgen dat het grasland ook grasland blijft.

De abiotische factoren: grondwaterstand, bodemtype, temperatuur etc. bepalen echter in de eerste instantie of deze levensgemeenschap zich hier kan ontwikkelen. Dit systeem wordt bovendien gekenmerkt doordat de mens uit dit systeem oogst, hetzij in de vorm van mest en vlees, hetzij in de vorm van gras (bij hooien). Het systeem is, als men naar de energie- en materiecomponent kijkt, niet gesloten (alle materie blijft in het systeem) maar open (er is een uitwisseling van materie tussen dit systeem en de omgeving). Anders ligt dat bijvoorbeeld voor een uitgestrekt min of meer natuurlijk bos.

De biomassa, gevormd door fotosynthese, wordt vastgelegd in plantenmateriaal. Dit wordt gegeten door herbivoren (planteneters) of, nadat het afgestorven en op de grond terecht gekomen is, omgezet door bacteriën en schimmels, die organisch materiaal afbreken tot - weer door de plant opneembare - mineralen. De herbivoren op hun beurt worden of gegeten door andere dieren of sterven af waarna schimmels en bacteriën weer hun werk doen.

De carnivoren (vleeseters), die van herbivoren leven kunnen op hun beurt weer genuttigd worden door andere carnivoren etc.. In deze zogenaamde trofische structuur (de "wie eet wie"-structuur) van dit bos blijkt er weinig materiaal het systeem te verlaten (er ver-

laat wel iets het systeem bijvoorbeeld door uitspoeling van mineralen of door omzetting door bacteriën van NO_3^- in N_2 ↑). Het systeem is meer gesloten dan het vorige.

Ook hebben we nu kennis gemaakt met het voedselweb; een aantal voedselketens waartussen onderling ook weer relaties bestaan.

Een voorbeeld

In fig. 2.2 wordt een vereenvoudigd voedselweb getoond van een bossysteem.

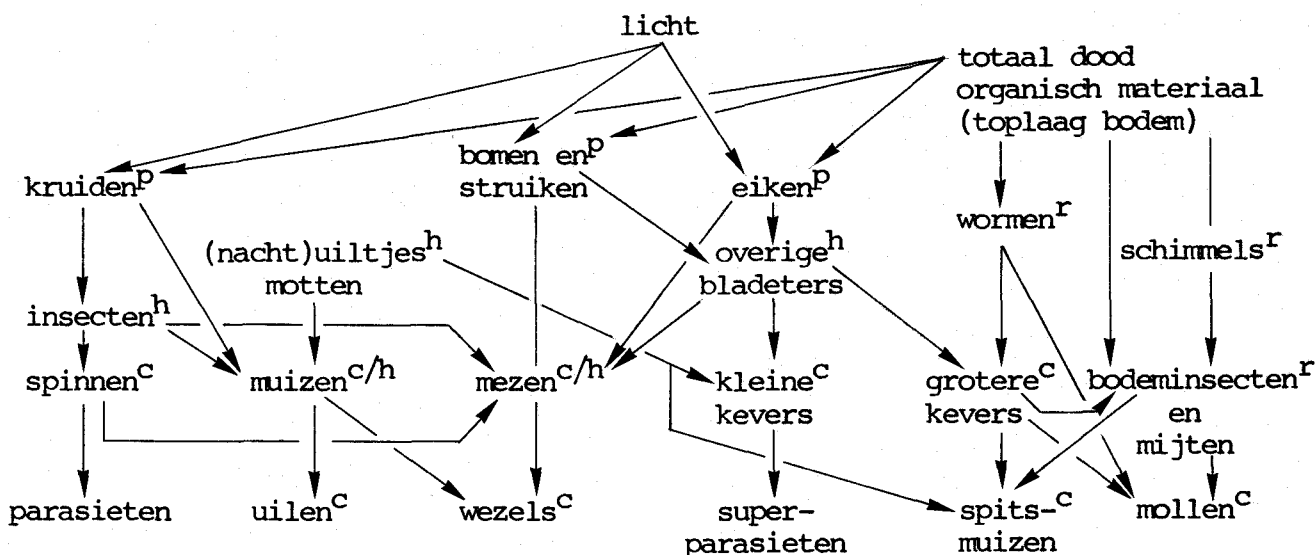


Fig. 2.2 - Vereenvoudigd voedselweb voor Wytham Woods, England (After Varley 1970). Uit Krebs (1972). De symbolen p (planten, 1e trofieniveau), h (herbivoor, 2e trofieniveau), c (carnivoor, volgende trofieniveaus) en r (reducenten) zijn terug te vinden in fig. 2.3

Uit de figuur blijkt wel hoeveel wie-eet-wie-relaties zo'n bos telt.

Een voedselweb is dan ook een goed voorbeeld van één facet van de complexiteit van het bos-ecosysteem.

In dit voedselweb zijn verschillende trofische niveaus aan te duiden (zie fig. 2.3).

Het eerste trofie-niveau wordt gevormd door de groene planten en bomen. Zij leggen CO_2 vast in de vorm van organische stof met behulp van het zonlicht en zijn daarmee de primaire producenten van organische stof.

Het tweede trofie-niveau wordt gevormd door de primaire consumenten, de planteneters; het derde niveau door de vleeseters en parasieten, het vierde niveau door de tertiaire consumenten, de topcarnivoren, die aan het einde van de voedselketen staan.

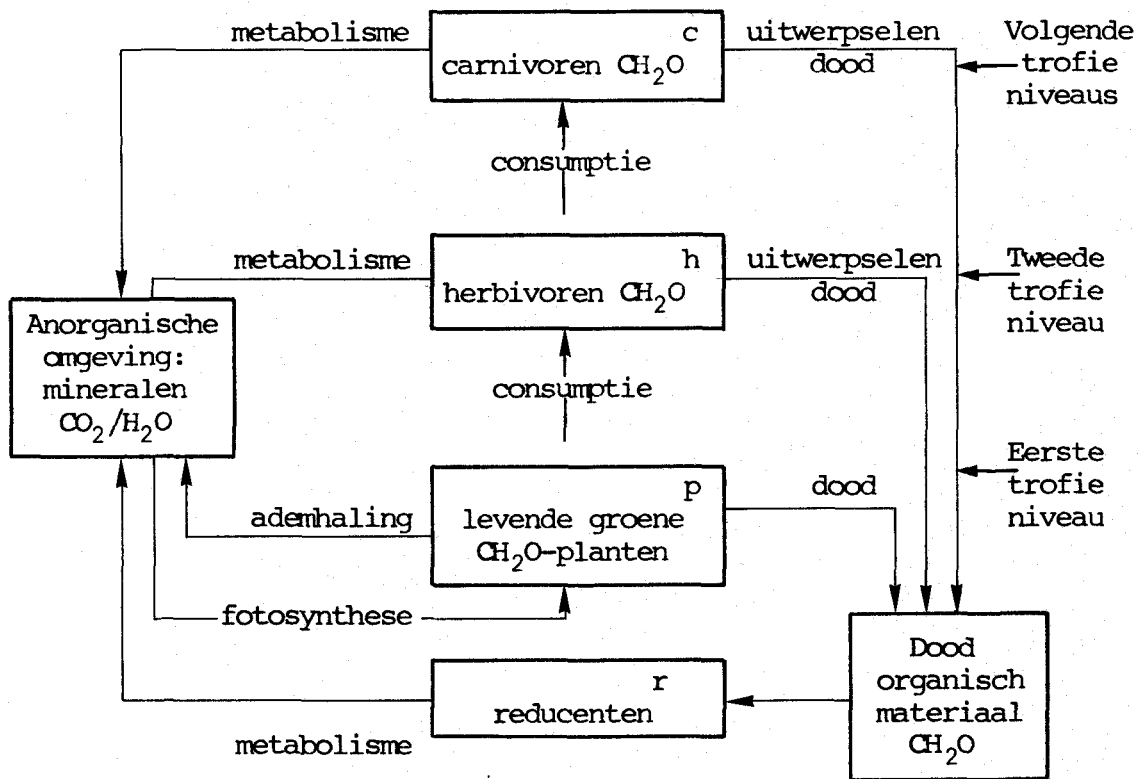


Fig. 2.3 - Vereenvoudigd schema der koolstofkringloop

Aan het begrip ecosysteem zitten steeds twee aspecten. Enerzijds gaat het om relaties tussen organismen en hun biotische en abiotische omgeving. Anderzijds wordt er ook materiestroom (bijvoorbeeld mineralen) doorgegeven in het systeem. Naarmate er minder uitwisseling is van materie met de omgeving noemen we een ecosysteem meer gesloten.

Samenvattend is een ecosysteem als volgt te definiëren:

ecosysteem = eenheid van alle organismen, inclusief hun abiotische milieu binnen een bepaalde ruimte, waarin de kringlopen én relaties binnen het systeem overheersen over de relaties en kringlopen buiten het systeem.

Eenvoudiger gezegd, de levensgemeenschap op een bepaalde plaats inclusief het abiotische milieu.

In de definitie wordt het ecosysteem functioneel omschreven met de nadruk op proces: immers relaties moeten onderhouden worden en kringlopen in gang gehouden.

Zoals gezegd, is een voedselweb een schema dat aangeeft langs welke weg organische stof wordt doorgegeven. Elk trofie-niveau in de voedselketen kan, voor een bepaald ecosysteem, uitgedrukt worden in aantallen individuen, of kilogram droge stof, per oppervlakte-eenheid.

Door de trofie-niveaus aan te geven in kg droge stof per ha kan een goede indruk verkregen worden van de organische stof verliezen bij de overgang naar een volgend trofieniveau. Dat er verliezen moeten zijn is duidelijk; immers elk organisme verbrandt organische stof om deze in energie om te zetten voor de levensverrichtingen en de instandhouding van het lichaam; organische stof wordt afgebroken tot CO_2 en H_2O en er komt warmte vrij.

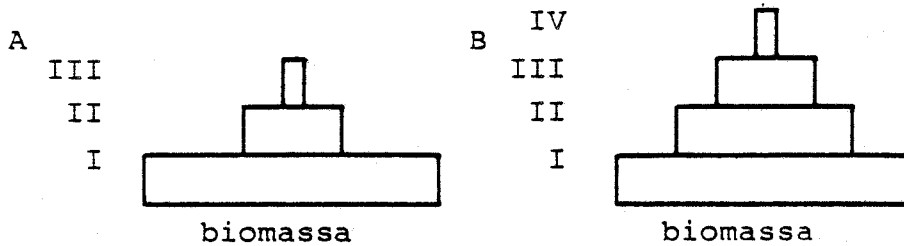
Toch is de grootte van die verliezen nogal verschillend. In een mariene milieu, waar veel koudbloedige organismen leven, zijn de omzettingsverliezen aanzienlijk kleiner dan in een terrestrisch milieu.

In het eerstgenoemde milieu zal bij een zelfde primaire produktie de voedselketen derhalve gemiddeld

langer kunnen zijn dan in het laatstgenoemde milieu.

Een voorbeeld:

Trofieniveau:



A. Voedselpyramide in een terrestrisch milieu.

B. Voedselpyramide in een marien milieu. Elk trofieniveau uitgedrukt in kg droge stof/ha.

Zo'n voedselpyramide maakt een aantal zaken duidelijk. In de eerste plaats dat alle dieren direct of indirect van de groene planten afhankelijk zijn. De omvang en de aard van de primaire produktie (de fotosynthese of koolstofassimilatie) bepalen onder andere hoeveel en welke organismen op het tweede trofieniveau zullen kunnen voorkomen. Dit nog afgezien van de andere functies die planten voor dieren hebben, denk aan beschutting, broedplaatsen, etc..

Bovendien valt uit bovenstaande af te leiden dat direct of indirect organismen van elkaar afhankelijk zijn. Als bijvoorbeeld in het voedselweb van fig. 2.2 het aantal uilen ongebreideld toe zou nemen, zou de voedselsituatie voor de wezels kunnen verslechteren en daarmee hun populatie-omvang. Anderzijds zou een sterke toename van insecten indirect kunnen leiden tot een toename van uilen en wezels, terwijl beide nagenoeg geen insecten consumeren.

Ook geeft deze benadering een verklaring voor het feit dat die stoffen, die biologisch niet afbreekbaar zijn en niet uitgescheiden kunnen worden, in een voedselketen accumuleren.

De hoeveelheid van deze stof (bijvoorbeeld kwik, gechlloreerde koolwaterstoffen etc.) neemt - absoluut gezien - niet toe per stap in de voedselpyramide. Doordat er echter bij de overgang van het ene trofieniveau naar het andere organische stof verloren gaat, zal de concentratie van niet afbreekbare en niet uitscheidbare stoffen toenemen, in elk volgend trofieniveau. De top-carnivoren, die aan het einde van een voedselketen staan, zijn dan ook het meest kwetsbaar. Dit hebben we in Nederland gezien, met de snelle achteruitgang van de havik in de zestiger en zeventiger jaren in Oost-Nederland en van de stern. De hoge concentratie pesticiden in de moërdieren bleek aanleiding tot de produktie van een te dunne schaal van de eieren, waardoor erg veel eieren braken en de reproductie sterk terugliep.

In bovenstaande hebben we kennis gemaakt met het bos en het weiland als een ecosysteem. Voor elk ecosysteem is een voedselweb op te stellen. De mate van complexiteit van dat voedselweb geeft ons informatie over de complexiteit van het ecosysteem. Eerder is al gesproken over de mate waarin zo'n systeem open of gesloten is, de mate waarin er een uitwisseling van stoffen bestaat tussen het ecosysteem en de omgeving.

Binnen het ecosysteem worden nutriënten als het ware doorgegeven. Ze doorlopen een kringloop.

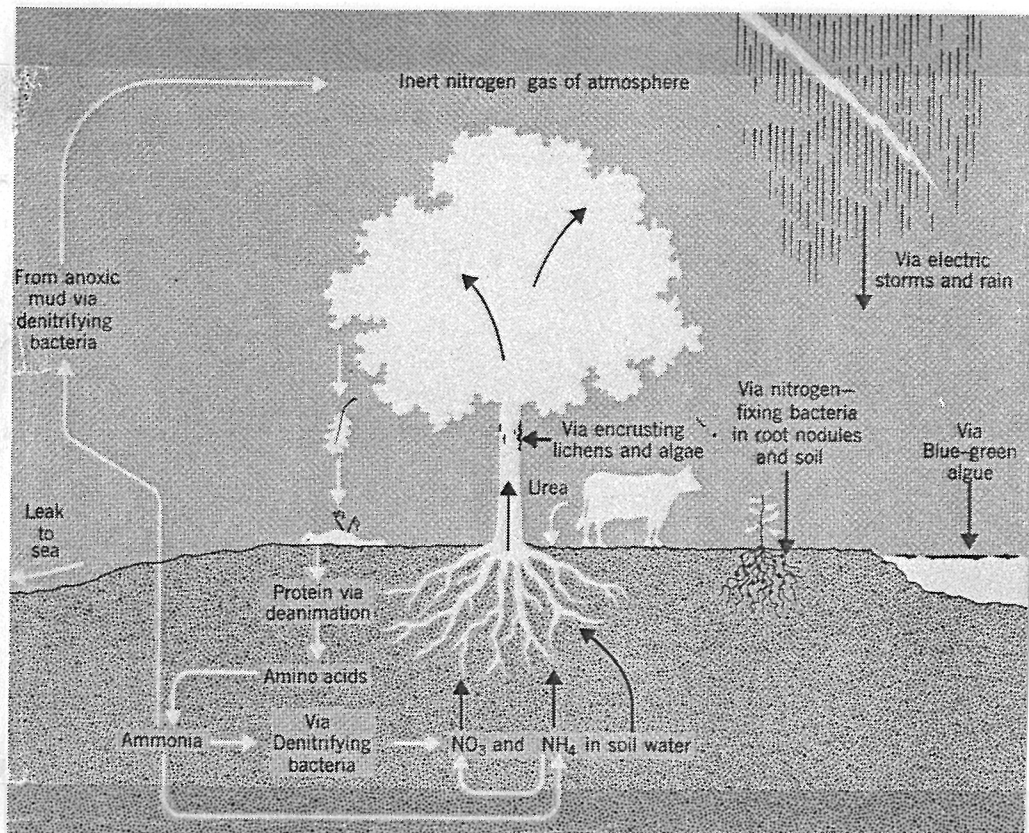
Een voorbeeld van de stikstofkringloop wordt in onderstaande uitgewerkt.

De stikstofkringloop wordt globaal weergegeven in fig. 2.4. Stikstof doorloopt het ecosysteem in de vorm van zowel oxydes als gereduceerd tot ammonium, aminozuren, eiwitten en dergelijke.

Voortdurend lekt er een zekere hoeveelheid weg uit het systeem door uitspoeling en afspoeling.

Daardoor is aanvulling nodig. Dit kan geschieden door stikstof-fixatie uit de atmosfeer.

Verschillende microorganismen zijn hiertoe in staat door met name N_2 te reduceren tot ammonium. In natuurlijke omstandigheden kan ook regenwater stikstofoxydes bevatten, gevormd door bliksemontlading. Stikstof wordt weer teruggebracht in de



Figuur 2.4 - Vereenvoudigde weergave van stikstofkringloop (uit Colinvaux, 1972)

atmosfeer door denitrificerende bacteriën.

De zwarte pijlen geven het vastleggen van stikstof in het systeem aan, terwijl de witte pijlen aangeven op welke wijze stikstof vrijkomt.

Op deze wijze weergegeven is een kringloop een proces waarbij een groot aantal evenwichtsreacties betrokken is. De soort samenstelling van het ecosysteem is onder meer een weerspiegeling van het niveau waarop deze evenwichten zich hebben ingesteld. Door van buitenaf stikstof in het systeem in te brengen - bijvoorbeeld door bemesting - kan er verstoring plaatsvinden. De levensgemeenschap zal hierop reageren door wijziging in de soort samenstelling: zo zullen er bijvoorbeeld ruigtekruiden verschijnen, die een belangrijke concurrentie betekenen voor veel kleinere plantesoorten. De structuur (ruimtelijke opbouw) van het systeem verandert, hetgeen weer consequenties kan hebben voor insecten en vogels etc. etc..

In principe is voor alle nutriënten een kringloop op te stellen.

In fig. 2.5 wordt een voorbeeld van de calciumkringloop in een bos gegeven.

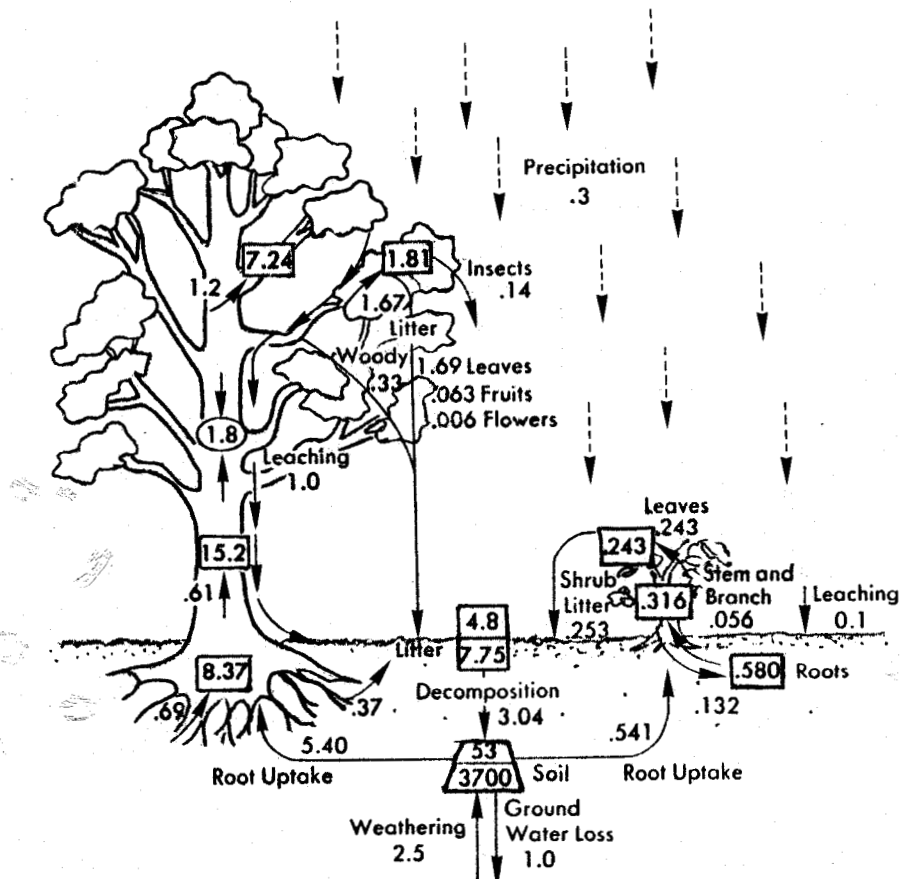


Fig. 2.5 - Calciumkringloop in een gemengd bos met bosbesondergroei.

De omlijnde getallen geven de calciumopslag in gr/m^2 weer.

De niet-omlijnde getallen vertegenwoordigen de hoeveelheid calcium die er per m^2/jaar doorgegeven wordt.

Het omcirkelde getal geeft weer de accumulatie van het calcium per m^2/jaar , als gevolg van de toename in biomassa (naar: Whittaker, 1975)

Gedurende de successie van de levensgemeenschap (zie

blz. 44) wordt de kringloop meer gesloten. Interne kringlopen binnen pionier-stadia van levensgemeenschappen vertonen daarentegen wel vrij veel uitwisseling met de omgeving.

2.2

De ecologische "niche"

Om de structuur en de organisatie van een ecosysteem beter te begrijpen is het, zoals we reeds gezien hebben, van belang om zoveel mogelijk relaties tussen organismen onderling en tussen organismen en hun milieu beter te leren kennen.

Een begrip dat alle relaties van een organisme omvat, zowel met biotische als met abiotische factoren is de "niche".

De niche van een organisme is:

de functionele rol van dat organisme in het ecosysteem, ook wel de beroepsfunctie genoemd.

Om hier een goed beeld van te krijgen eerst wat voorbeelden.

In het voedselweb van het boscysteem zagen we reeds, dat elke soort zijn eigen plaats heeft in dit web.

Hoewel wezels en muizen in hetzelfde bos leven, eten ze verschillend. Ze leven in dezelfde habitat (namelijk het bos), maar hebben een verschillende niche. De plaats in de voedselketen is een onderdeel van de niche van een organisme. Ook de relaties met abiotische factoren bepalen de niche van een organisme. De range van alle relevante milieufactoren waarbinnen voor een soort leven mogelijk is, vormt de niche-breedte van zo'n soort.

In het hiernavolgende wordt daar een voorbeeld van gegeven.

Rode heide, dopheide en struikheide zijn heide-soorten die soms samen aangetroffen worden, soms ook twee van de drie of een van de drie.

Een belangrijk verschil tussen deze soorten is hun amplitudo voor de factor bodemvochtbeschikbaarheid.

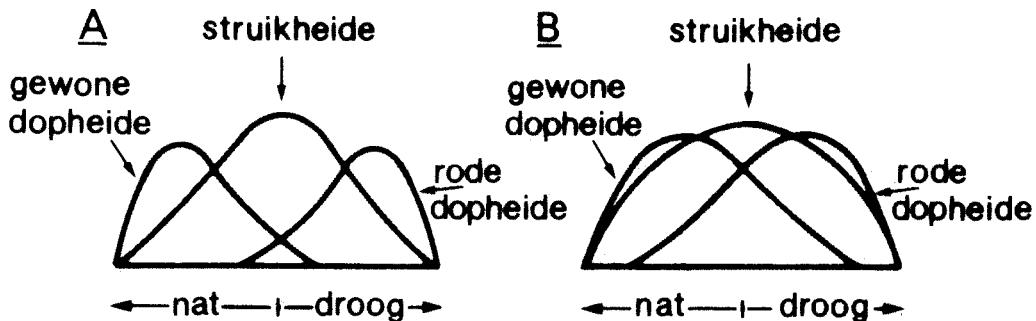


Fig. 2.6 - De verdeling van Gewone Dopheide, Rode Dopheide en Struikheide op typische veenbodems. (A) actuele distributie, (B) potentiële distributie; situatie zonder concurrentie. Naar: Open University, 1974

Uit laboratoriumproeven is gebleken (fig. 2.6 B) dat Gewone Dopheide de nattere situaties preferreert en in droge situaties nauwelijks voorkomt, terwijl Rode Dopheide uitgesproken droge situaties preferreert. Struikheide heeft een bredere amplitudo, maar het optimum van deze plant zit ergens tussen beide vorige in.

In B wordt de situatie weergegeven van het gedrag van de soort zonder concurrentie van de andere soorten. De range die voor de plant onder die omstandigheden mogelijk blijkt, is de potentiële of fysiologische amplitudo.

Echter in de veldsituatie (A) blijkt dat de feitelijke amplitudo smaller is dan men zou verwachten op basis van de vorige gegevens.

De actuele of ecologische amplitudo blijkt kleiner te zijn. Dit is begrijpelijk als men zich bedenkt dat bijvoorbeeld op de wat drogere plaatsen, waar Gewone Dopheide nog nét voor zou kunnen komen, gezien zijn fysiologische mogelijkheden, de struikheide dicht bij het optimum zit; met andere woorden: "het daar erg goed doet". De struikheide zal de dopheide daar makkelijk kunnen verdringen, zodat de bestaansmogelijkheden van de laatste soort aan de "droge kant" van de ecologische range, sterk gereduceerd wordt.

Voor alle, voor een soort relevante, abiotische factoren (bijvoorbeeld licht, temperatuur, voedselrijkdom bodem, waterbeschikbaarheid etc.) is de ecologische amplitudo van een soort te bepalen. De som van al deze amplitudo's, samen met de biotische relaties, die een organisme onderhoudt, vormen de niche van dat organisme.

Onderzoek naar niches van verschillende organismen in een ecosysteem wijst erop, dat twee soorten, met precies dezelfde ecologische niche, niet in één ecosysteem zullen voorkomen.

Als de ecologische amplitudo van een soort voor een aantal factoren smal is spreken we van specialisatie of van steno-oece soorten. Een kleine verandering in de omstandigheden kan voor zo'n soort fataal zijn. Aan de andere kant echter, zal zo'n soort door zijn hoge mate van specialisatie in een stabiele situatie vrij zeker van zijn bestaan zijn en weinig concurrentie te duchten hebben. Deze soorten treffen we aan in ecosystemen, die ruim de tijd hebben gehad zich te ontwikkelen en waar de veranderingen van buitenaf veroorzaakt minimaal zijn (bijvoorbeeld mestinwaai, grondwaterstands daling etc.). In Nederland zijn deze situaties zeldzaam geworden.

Generalisten of eury-oece soorten zijn soorten met een brede ecologische amplitudo. Zij zijn bestand tegen schommelingen in hun milieu en zij zijn te vinden in onstabiele situaties waar regelmatig veranderingen plaatsvinden (schorren, opgespoten vlakten, agrarisch gebied).

In bovenstaande wordt gesproken van "de" ecologische amplitudo van een soort. Echter, binnen één populatie zijn de individuen zelden genetisch (in erfelijke aanleg) identiek. Meestal is er sprake van een zekere

genetische variatie: individuen verschillen daardoor (zij het zeer gering) van elkaar in bijvoorbeeld fysiologische amplitudo.

Die individuen, die net zo van de overigen afwijken dat ze - in bepaalde omstandigheden - een bepaald voordeel hebben (in de vorm van een betere ontwikkeling en voortplanting) zullen in de loop van de tijd procentueel in de populatie toenemen, als die bepaalde omstandigheden zich voordoen.

Een bekend voorbeeld van zo'n selectieproces is de nachtvlinder *Biston betularia* (de peper- en zoutvlinder). Van deze vlinder was reeds lang een zwart-wit vorm bekend; een kleurpatroon dat blijkbaar een uitstekende schutfunctie had, omdat de vlinders overdag rusten op berkenstammen, welke met korstmossen waren begroeid en waar zij, met dit kleurenpatroon, moeilijk van de ondergrond te scheiden waren. In 1848 werd voor het eerst, in de buurt van Manchester een veel zwartere vorm gevonden. Nadien nam de frequentie van deze laatste vorm snel toe. Vooral in industriegebieden kreeg de donkere vorm de overhand op de lichtere (zie fig. 2.7). De vraag was aan welke selectiedruk deze verschuiving te wijten zou zijn.

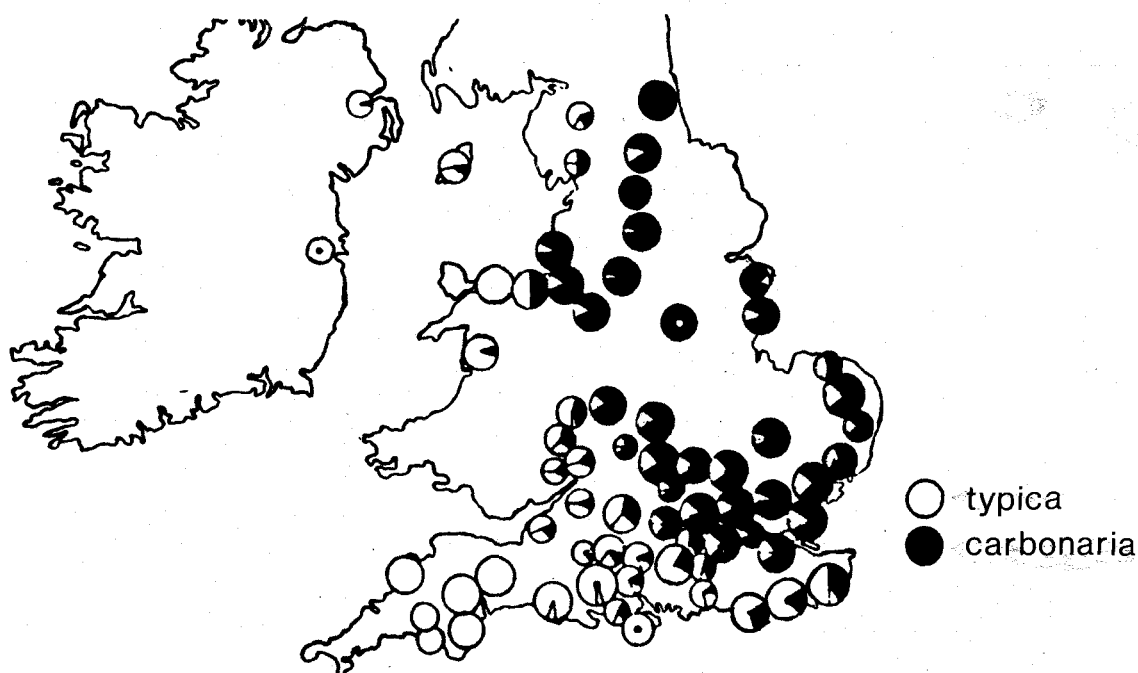


Fig. 2.7 - De verspreiding van de zwarte vorm ("carbonaria") en de lichte vorm ("typica") van *Biston betularia* in Groot-Brittanië

Uitvoerig onderzoek van Kettlewell bracht aan het licht dat de predatie door vogels een sterke selectiedruk uitoefende: deze, vooral visueel ingestelde, predatoren werden sterk beïnvloed door de mate waarin de vlinder overeenkwam met de ondergrond waar hij op leefde.

De lichte vorm viel in de industriegebieden, waar de korstmossen verdwenen waren van de stammen en de bomen veelal beroet waren, veel meer op dan de, aanvankelijk zéér gering in aantal zijnde, donkere vorm. Doordat de overleving van de lichte vorm zeer veel lager was dan van de donkere vorm, vond er geleidelijk aan een verschuiving plaats naar de donkere vorm.

De donkere vorm werd in de "schone" gebieden juist benadeeld, waardoor hier de lichte vorm de overhand bleef houden.

2.3

Niche-differentiatie

Wanneer twee soorten tegelijk op één plaats voorkomen en deels dezelfde eisen aan het milieu stellen, kan er sprake zijn van concurrentie. Zo kan er tussen planten of bomen bijvoorbeeld sprake zijn van concurrentie om licht. Bepaalde soorten onttrekken zich aan een dergelijke concurrentie door specialisatie. Knol- en bolgewassen in voedselrijke loofbossen vormen hiervan een voorbeeld.

In de zomer is het bladerdak van zo'n bos zo dicht, dat de hoeveelheid licht die de bodem bereikt voor veel bosplanten de beperkende factor vormt. In dit type bossen zien we dan ook geen rijke ondergroei in de zomer maar wel in het voorjaar, vóór de bladeren aan de bomen komen. De planten, die zich dan ontwikkelen zijn veelal knol- en bolgewassen zoals de Bosanemoon en het Speenkruid (zie fig. 2.8)

Doordat deze planten in bol- of knolvorm overwinteren, hebben zij in het voorjaar een flinke voedselreserve, die maakt dat zij, zo gauw de temperatuur dat toestaat, zich snel kunnen ontwikkelen en voortplanten.

Tegen de tijd dat de bomen in blad staan zijn zij al weer uitgebloeid en hebben hun knol of bol voor het volgende seizoen gereedgemaakt.

Met andere woorden: door scheiding in de tijd wordt concurrentie vermeden.



Fig. 2.8 - Speenkruid - *Ranunculus ficaria*

Een andere mogelijkheid is scheiding in de ruimte.

In fig. 2.9 staan 3 mezen afgebeeld.

Lopend door een bosje zal men alle drie tegen kunnen komen, maar al lijkt hun maaltijdsamenstelling wel wat op elkaar, ze bezetten niet dezelfde niche, al was het maar, doordat ze andere plaatsen hebben waar ze hun voedsel zoeken. De pimpelmees beweegt zich hoog en aan de buitenkant van de boomkruin, de matkop zit meer richting van de stam, terwijl de koolmees, naast onderin de boom, ook lager bij de grond zijn voedsel bij elkaar scharrelt.

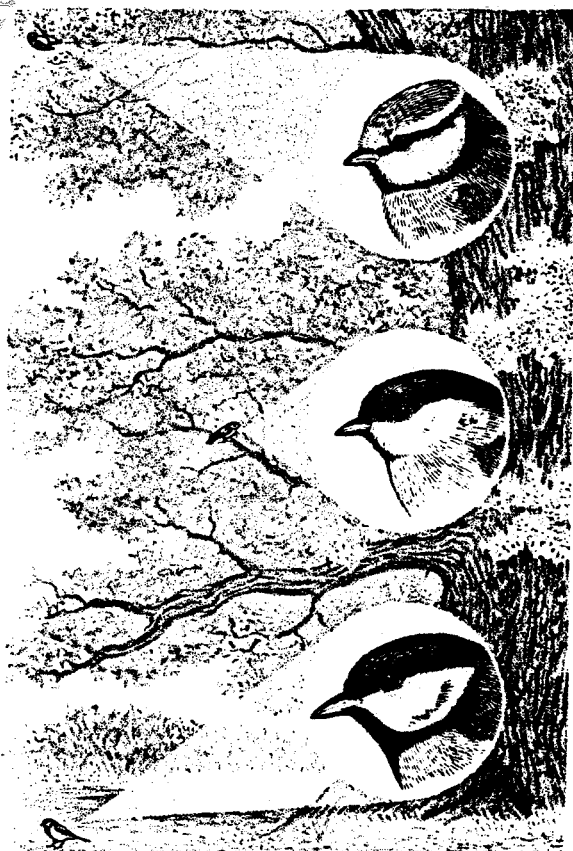


Fig. 2.9 - Pimpelmees, Matkop en Koolmees op zoek naar voedsel

Beide voorbeelden geven aan dat de concurrentie tussen soorten, die een grote niche-overlap hebben, vermeden kan worden door scheiding van functievervulling, hetzij in de ruimte, hetzij in de tijd.

De ontwikkeling van die scheiding van functievervulling vraagt (en heeft gevraagd) een lang tijdsbestek. Het gaat daarbij namelijk niet om de verandering van één individu, maar om de eigenschappen van de gehele (lokale) populatie van die soort. De theorie over de niche-differentiatie is geënt op de evolutietheorie van Darwin, die stelt dat alleen verschillen in fitness de basis vormen van alle evolutie. (Een organis-

me met een hoge fitness heeft veel levensvatbare, concurrentiekrachtige nakomelingen).

Het voorbeeld van de peper- en zoutvlinder maakt dit nog eens duidelijk.

2.4 Ecosysteemontwikkeling

Met bovenstaande geraken we aan de ontwikkeling van een ecosysteem in de loop van de tijd.

Ecosysteemontwikkeling, ook wel ecologische successie genoemd, wordt door drie karakteristieken gekenmerkt (Odum, 1971):

1. het is een ordelijk verlopend proces van ontwikkeling van de levensgemeenschap waarbij veranderingen plaatsvinden in soort-samenstelling, structuur en processen, die zich afspelen binnen de levensgemeenschap. Het is een tamelijk gerichte en daardoor voorspelbare ontwikkeling;
2. de ontwikkeling brengt met zich mee dat het abiotische milieu door de levensgemeenschap geleidelijk veranderd wordt: het ene type levensgemeenschap verandert het milieu zodanig, dat een volgend type de kans krijgt. Daarbij worden abiotische factoren steeds minder bepalend voor de soort-samenstelling, structuur en dergelijke. Wel bepalen de abiotische factoren op macroniveau (klimaat, relief, substraat) de snelheid en het patroon van de veranderingen. Ook bepalen zij hoe ver die ontwikkeling door kan gaan;
3. het eindstadium wordt gevormd door een ecosysteem met - voor die uitgangssituatie - een maximum aan informatie en aan symbiotische-(samenleef-)functies tussen organismen per eenheid energiestroom door het systeem.

Dit eindstadium wordt climaxstadium genoemd.

Als er over successie en kenmerken van successiestadia wordt gesproken, vormen bovengenoemde kenmerken meestal de theoretische achtergrond.

Successie-onderzoek heeft aan allerlei uiteenlopende systemen plaatsgevonden, maar gezien het grote belang van de factor tijd kan dit onderzoek nooit uitputtend zijn. De volledige duur van de successie uitgaande van een eenvoudige levensgemeenschap tot bijvoorbeeld een bos overstijgt immers de gemiddelde levensverwachting van de mens.

Veel van de gedachtenvorming is dan ook gebaseerd op een deductie van wat we nu in de ruimte aantreffen aan verschillende levensgemeenschappen in een gebied. De ideeën over successie lopen dan ook zeer uiteen, maar onderzoek aan uiteenlopende ecosystemen heeft wel tot het constateren van genoemde trends geleid. De discussie hierover is echter nog zeker niet gesloten.

Als voorbeeld van twee onderzoeken aan verschillende ecosystemen, die in een zelfde richting wijzen is fig. 2.10 bijgevoegd.

In zowel de onderste als de bovenste grafiek staan uitgezet de hoeveelheid primaire produktie (fotosynthese) P_G , de hoeveelheid biomassa die verloren gaat door verademing (verbranding) door alle organismen van het systeem R en de totale hoeveelheid biomassa B in het systeem aanwezig op verschillende tijdstippen in de ontwikkeling van twee ecosystemen.

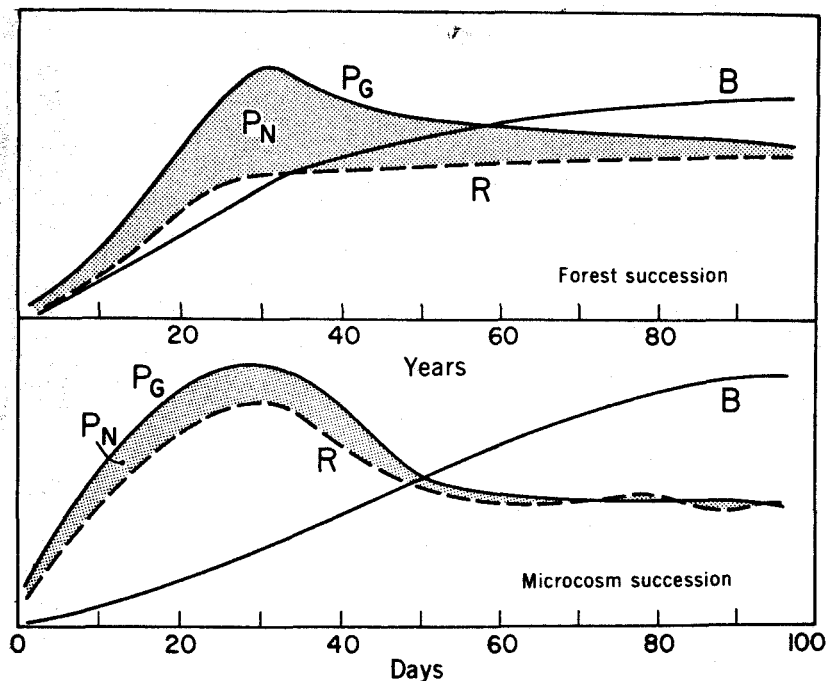


Fig. 2.10 - Vergelijking van de energiebalans bij ecosystemontwikkeling in een bos (naar Kira and Shidei (1967)) en een laboratorium cultuur van micro-organismen naar Cooke (1967). P_G ,bruto produktie, P_N , netto produktie, R , totale verademing door levensgemeenschap, B , totale biomassa (Uit Odum, 1971)

De bovenste figuur geeft de ontwikkeling van deze grootheden weer voor een bos, het tweede voor een levensgemeenschap van micro-organismen in een cultuur in het laboratorium.

Op een heel verschillende tijdschaal blijkt de aard van de ontwikkeling sterk op elkaar te lijken: in het begin (pioniersstadium) neemt de primaire produktie sterk toe, de toename van de verademing van alle organismen samen wat minder snel zodat de totale biomassa van het systeem kan toenemen.

Aan het eind van de successie stabiliseert de bruto primaire produktie van het systeem op een bepaald niveau, zij het op een lager dan maximaal niveau. Op dat moment benadert de verademing van het systeem als geheel de primaire produktie en blijft de biomassa

ook min of meer constant.

Dit type onderzoek heeft nog een aantal andere kenmerken van successiestadia aan het licht gebracht.

Globaal beschouwd neemt de ruimtelijke diversiteit en de gelaagdheid van de vegetatie tijdens de successie toe. Het aantal niches neemt toe; er komt plaats voor meer, en meer gespecialiseerde soorten, zodat de soorten rijkdom in een climaxstadium in veel gevallen groter is, dan in een pioniersstadium.

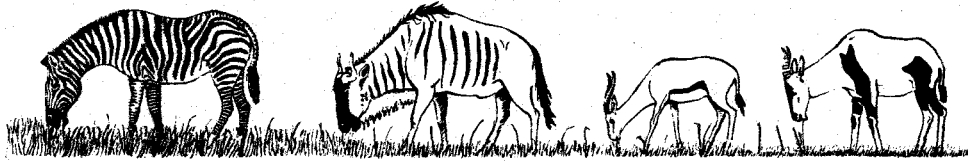
Doordat de organismen in een climax-systeem veelal een smallere ecologische amplitudo hebben met betrekking tot relevante milieufactoren, zijn veranderingen in die factoren (verstoring) eerder merkbaar in de soortsamstelling, dan in minder ontwikkelde systemen.

In tabel 2.11 wordt een overzicht gegeven van een aantal verschillen tussen soorten uit een pioniersstadium en uit het climaxstadium van een successiereeks.

Tabel 2.11 - Soort karakteristieken van pioniersstadium en climaxstadium

	Kenmerken van soorten in pioniersstadium	Kenmerken van soorten in climaxstadium
groei	snel, weinig investering in biomassa, alles in snelle voortplanting geïnvesteerd	langzaam, veel investering in biomassa, weinig in voortplanting.
nakomelingen	veel kleine nakomelingen/zaad, bij dieren geen broedzorg	weinig grote nakomelingen/zaden met veel reservevoedsel. broedzorg
levenscyclus	kort en eenvoudig	lang en complex
interrelaties	weinig	veel
aanpassingen	weinig specialisatie	specialisten

Als voorbeeld van interrelaties is fig. 2.12 bijgevoegd. Door specialisatie wordt concurrentie vermeden.



Grazende zebra en antilopen. De zebra eet bij voorkeur lange grassen, de blauwe gnoe eet wat de zebra laat staan en de gazelle graast af wat de gnoe overlaat. De topi-antilope eet de droge halmen die door andere soorten worden versmaad. Door deze begrazing wordt de concurrentie beperkt. Naar „Fauna“.

Fig. 2.12 - Een voorbeeld van interrelaties (uit: Jürgens, e.a. 19)

Hoewel een goed ontwikkeld ecosysteem verstoord kan worden, juist omdat de soorten zo'n smalle ecologische amplitudo hebben ten aanzien van een aantal abiotische factoren is de interne organisatie zeer complex. Er is een groot aantal organismen bij betrokken, die onderling veel interrelaties hebben en daardoor "goed op elkaar zijn afgestemd". Daardoor zullen de fluctuaties in aantallen per soort gering zijn. Een ecosysteem verandert in het begin van de successie snel en veel. Men denke bijvoorbeeld aan het snel en massaal begroeid raken van nieuwe polders met moerasandijvie, een soort die zich na een jaar niet meer kon handhaven en verdween, plaatsmakend voor andere soorten waar het, door de moerasandijvie veranderde, milieu nu geschikt voor was. Aan het eind van de successie gaan de veranderingen steeds langzamer.

In tropische regenwouden of oude bossen in onze streken vinden er gedurende een mensenleven nauwelijks zichtbare veranderingen plaats.

Al eerder is gezegd: de levensgemeenschap wordt langzaam maar zeker gedurende die successie meer en meer onafhankelijk van het uitgangsmilieu.

Hoe moeten we dit opvatten?

In de successietheorie wordt uitgegaan van de ontwikkeling van een levensgemeenschap op maagdelijk (nooit eerder begroeide) grond. Deze is uitgesproken mineraal van samenstelling. Er zijn geen bomen of andere beschutting dus weer en wind hebben vrij spel.

Aanvankelijk zullen er slechts organismen huizen, die tegen grote fluctuaties (koud-warm, nat-droog, etc.) bestand zijn.

Zij brengen organische stof, bladval, dode organismen, etc in de bodem (humus) waardoor de waterhuishouding en het temperatuurregime in de bodem wat gelijkmatiger wordt. Hierdoor krijgen andere soorten een kans.

Zo gauw de kruidlaag zich sluit of er staan wat struiken, dan neemt de invloed van de wind af, en is de luchtvochtigheid niet langer onderhevig aan grote fluctuaties.

De zon brandt bovendien niet meer zo op de bodem en de organische stof wordt niet langer meer zo snel omgezet. De accumulatie van organisch stof neemt sneller toe.

Doordat er hogere planten, struiken en bomen komen, komt er meer plaats voor allerlei organismen.

In de bodem komt een rijker bodemleven tot stand. De activiteit van een aantal bodemdieren gaat in sterke mate de mineralenbeschikbaarheid en de lucht- en waterhuishouding in de bodem bepalen enz. enz..

Deze grove schets van de ontwikkeling geeft aan, dat de fluctuaties in een aantal milieufactoren getemperd worden. Zoals we al eerder gezien hebben was dat voorwaarde voor soorten met een smallere ecologische amplitudo. Zo zien we dat alles in het systeem streeft naar stabilisatie in de tijd, er is sprake van regulatieversterking.

Bij vergelijking van de kringlopen in "jonge" en "rijpe" ecosystemen blijkt dat oude rijpe systemen beter in staat zijn om nutrienten binnen de systemen vast te houden. In bovenstaand voorbeeld: een bos met veel levend organisch materiaal, ook in het winterseizoen (veel stammen, waarin veel mineralenopslag kan plaatsvinden), en een humuslaag, die veel mineralen kan adsorberen, zal beter in staat zijn de mineralen uit de afgevallen groene delen van de plant

vast te houden, dan een systeem op een strandvlakte, waar vrijwel geen humus aanwezig is en de planten 's-winters voor een deel afsterven, terwijl er weinig mineralen opgeslagen kunnen worden.

Dat het van groot belang is dat de stofkringlopen min of meer gesloten raken in de loop van de successie moge blijken uit het volgende voorbeeld:

Het tropische regenwoud wordt gekenmerkt door een hoge biomassa per oppervlakte eenheid, door een complexe gelaagdheid van het bos en door een zeer grote soortenrijkdom. Het heeft zich kunnen ontwikkelen onder relatief constante omstandigheden vergeleken met de bossen in onze streken, zeker als men aan de jaarlijkse fluctuaties in temperatuur en lichtintensiteit denkt, maar ook als men de storing door menselijke activiteiten erbij betreft. De hoge biomassa en de hoge primaire produktie (produktie van organische stof door groene planten) wekten hoge verwachtingen ten aanzien van de geschiktheid van de bodems van deze bossen voor de landbouw.

Echter de bevolking uit deze streken weet wel beter. Het eerste jaar na de kap van oerwoud is de opbrengst van een akker (die in wezen een pioniersstadium vertegenwoordigt) goed, het tweede jaar al beduidend minder en het derde of vierde jaar vaak ronduit slecht.

Dan is de tijd gekomen om een nieuw stuk bos te kappen en opnieuw te beginnen.

Onderzoek naar dit fenomeen leidde tot het inzicht dat de bodem van het regenwoud in wezen voedselarm is. Alleen door nutriënten binnen het systeem vast te houden kan een hoge produktie gerealiseerd worden. Onder andere het feit dat zo'n woud geen jaarlijkse bladval kent, waarbij alle bladeren tegelijk op de bodem komen met kans op uitspoeling van nutriënten, maar dat de opbouw en afbraak het gehele jaar door plaatsvindt, met een optimum aan efficiëntie, leidt ertoe dat een groot deel van de nutriënten steeds in de biomassa opgeslagen is. Met andere woorden: de kringloop verloopt snel. In fig. 2.13 wordt weergegeven hoe de verdeling van de organische stof in een tropisch regenwoud en in naaldbos uit gematigde streken is.

De hoeveelheid dode organische stof in en op de

bodem is in het regenwoud gering: door de hoge temperatuur en luchtvochtigheid worden tal van organismen in staat gesteld deze dode organische stof snel af te breken tot mineralen, de omringende planten nemen deze weer op en benutten ze voor een snelle groei.

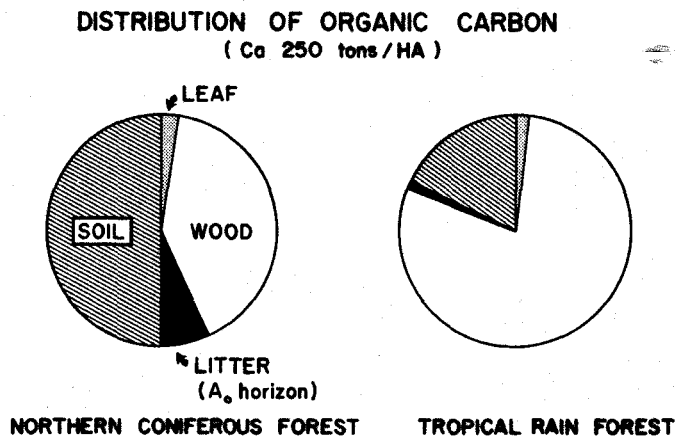


Fig. 2.13 - De verdeling van de organische stof in twee typen bossen (Odum 1971)

Bij bovenstaande schets van de ontwikkeling van het ecosysteem door de tijd, dient men niet uit het oog te verliezen dat het hier een schematisatie betreft. In de praktijk zal het moeilijk blijken systemen te vinden, die in alle opzichten aan dit beeld voldoen. Ook de scheiding tussen de twee groepen soorten uit pionier- en climaxvegetaties is een ideale indeling. In werkelijkheid zal men te maken krijgen met soorten die eigenschappen hebben van beide groepen, zij het wat meer van de ene dan van de andere.

In de Nederlandse situatie, waar de invloed van de mens groot is, komt deze ideale successie-ontwikkeling vrijwel niet voor.

Toch spelen de theorieën over successie ook in het Nederlandse natuurbeheer een grote rol, zoals we aan het eind van dit hoofdstuk nader zullen zien.

In hoeverre passen bijvoorbeeld de, toch zo soortenrijke schraallanden en heidevelden in dit concept?

Deze levensgemeenschappen zijn het resultaat van vrij constant beheer gedurende een lange periode. De schraallanden, werden door de boeren op een bepaalde tijd van het jaar gehooïd of beweïd. De heide werd begraasd en zo nu en dan geplagd of gebrand. In beide gevallen werd boomopslag voorkomen.

De vegetatie heeft vele jaren (vaak meer dan een eeuw) de tijd gehad om zich aan dit beheer aan te passen. Ook hier zien we dat er sprake is van een toename van de soortenrijkdom, een toename van soorten met een smallere ecologische amplitudo en dergelijke.

Zo'n, door menselijk handelen gestuurde, successie leidt tot een subclimax, als het ware dát eindpunt, dat onder de gegeven omstandigheden mogelijk is.

Tot slot van deze beschouwing over successie nog iets over stabiliteit. In de theoretische beschouwingen wordt het begrip stabiliteit op verschillende manieren opgevat.

In de eerste plaats kan men een stabiel ecosysteem zien als een ecosysteem waarin evenwicht heerst. De toestand (soortsamenstelling, structuur, kringlopen) verandert niet gedurende lange tijd hoewel het systeem in volle actie is (voedselketen, opbouw, afbraak etc.). In deze zin van het woord stabiliteit lijkt het beter het begrip constantie te gebruiken.

Tijdens de successie zien we dat aanvankelijk de toestand van het systeem snel verandert; naar mate de successie voortschrijdt treden er minder veranderingen op, terwijl de climaxsituatie over zeer lange tijd constant kan blijven.

Een andere betekenis van het woord stabiliteit kan wijzen op de eigenschap van een ecosysteem dat het in staat is om hetzij interne verstoringen, hetzij externe verstoringen te corrigeren of er weerstand tegen te bieden. (De vraag overigens of we met een in-

terne factor of met een externe te maken hebben is betrekkelijk en hangt af van de schaal waar op we kijken: voor een geïsoleerd bos is elke gebeurtenis, die in de aangrenzende velden plaatsvindt - bijvoorbeeld een konijnenplaag of het bemesten van een maïsveld - een externe factor. In een complex, kleinschalig landschap met veel samenhang zijn de interacties tussen de verschillende landschapselementen als interne factoren te beschouwen.) Er is sprake van elasticiteit. Ecosystemen, die moeilijk te veranderen zijn door invloeden van buitenaf hebben een hoge uitwendige stabiliteit. Men kan spreken van een constant én stabiel ecosysteem, wanneer een systeem zijn constantie kan handhaven, ondanks invloeden van buitenaf. Deze invloeden moeten dan wel binnen zekere tolerantiegrenzen blijven.

Levensgemeenschappen, die een lange ongestoorde ontwikkeling op een bepaalde plaats hebben doorlopen zijn meestal zeer gevoelig voor veranderingen van buitenaf. Wijziging van het voedselaanbod voor de groene plant is zo'n verandering, vooral in voedselarme situaties. Dit kan gebeuren door inwaai van meststoffen, maar bijvoorbeeld ook - in natte situaties - door verlaging van het grondwaterpeil, waardoor er meer zuurstof beschikbaar komt voor omzetting van organische stof tot voedingsstoffen voor de plant.

Pionier-situaties kenmerken zich door aanpassing aan grote fluctuaties in abiotische factoren. Men zou kunnen zeggen dat zij met betrekking tot fluctuaties in die factoren stabiel zijn, echter per definitie niet constant.

2.5 Soortenrijkdom

Over de relatie diversiteit en stabiliteit is het laatste woord nog niet gesproken. Een deel van de

onzekerheid hieromtrent komt voort uit de verschillende betekenissen die aan het woord stabiliteit worden gegeven.

In bovenstaande werd al aangegeven dat met stabiliteit zowel constantie als elasticiteit bedoeld kan worden en zo zijn er meer mogelijkheden. Er zijn goede aanwijzingen, dat een toenemende constantie leidt tot een groter aantal niches en daarmee tot een grotere soortenrijkdom. Of dit echter gedurende de gehele successie het geval is, is een vraag die nog beantwoord moet worden. Er zijn aanwijzingen dat onder andere door de toename van de grootte van organismen gedurende de successie (Odum, 1971) en de daarmee veranderende eisen van de soorten aan het milieu (toename territoriumgrootte, voedselbehoefte, etc.) er een punt in de successie zou kunnen zijn, waarna de soortenrijkdom weer iets afneemt.

Het probleem is dat niemand ooit in staat zal zijn om alle betrokken soorten te kennen, en daarmee definitief uitsluitel te geven.

Omgekeerd mag men zeggen, gezien het feit dat twee soorten nooit een zelfde niche kunnen bezetten, dat een grote soortenrijkdom aangeeft dat er een grote niche-diversiteit is.

Deze kan de uitdrukking zijn van een zekere constantie in het systeem. Zo zien we in een milieu, dat sterk bepaald wordt door fysische parameters een lage soortenrijkdom; in milieus, met een belangrijke invloed van biotische parameters, een hoge soortenrijkdom, maar deze kan ook een gevolg zijn van de ruimtelijke variatie in milieufactoren.

In overgangssituaties waar over een ruime afstand een factor geleidelijk verandert en waar op elke plaats op die gradient een iets andere situatie bestaat ten aanzien van één of meerdere milieufactoren, is plaats voor vele soorten, elk met een eigen ecologische

amplitudo ten aanzien van die factor(en).

In het landschap zijn talloze van dergelijke gradiënten aan te geven. Zo kennen we de overgang zoet-zout, nat-droog, kalkrijk-kalkarm, voedselrijk-voedselarm, etc.. Van Leeuwen houdt zich al geruime tijd bezig met deze problematiek in de Nederlandse situatie. Vooral omdat de instandhouding van gradienten een belangrijke factor is voor natuurbeheer en natuurbehoud.

Hij onderscheid twee typen overgangen: de "Limes convergens" en de "Limes divergens" (citaat Van Leeuwen, 1967):

"Grenssituaties van het type "Limes convergens" (scherpe contouren, grove korrels, relatief grote instabiliteit) vinden wij daar, waar de twee of meer elkaar ontmoetende tegenstellingen in de tijd elkaar afwisselen of vervangen. Dat zijn dus grensmilieus waar het nu eens zout is en dan weer zoet, nu eens droog en dan weer nat, etc.. De begroeiing van zulke milieus is gekenmerkt door scherpe grenzen en grote plakaten. Er groeien relatief weinig soorten (soms maar één), maar wel is het aantal individuen van zo'n soort doorgaans zeer groot. Zulke begroeiingen vindt men van nature langs de zee kust (kwelders), op uiterwaarden van rivieren, op plaatsen waar veel dieren actief zijn en dergelijke. Daarnaast maakt vooral ook de mens kunstmatig vegetaties van de "Limes convergens". Ons huidige cultuurlandschap met zijn scherpe grenzen lijkt in vele opzichten op de natuurlijke vegetaties van dit type grensmilieu.

Grenssituaties van het type "Limes divergens" (vage contouren, fijne korrels, relatief grote stabiliteit) vinden wij in principe op dezelfde plaatsen, maar de begroeiing is nu gekenmerkt door een grote hoeveelheid soorten, terwijl het aantal individuen per soort dikwijls naar verhouding maar klein is. Vrijwel alle soortenrijke begroeiingen leven in een "Limes divergens". Hiertoe behoren vooral soortenrijke trilvenen, duinvalleibegroeiingen en heischrale graslanden. Het zeer hoge soortenrijkdom levert de zogenaamde "mantel-zoom"-combinatie van natuurlijke bosranden.

De vraag of ergens een convergente of een divergente grens tot ontwikkeling kan komen hangt af van de lokale omstandigheden.

Ter illustratie het voorbeeld van de grens tussen "voedselrijk" en "voedselarm".

Stellen wij ons hiertoe twee situaties voor

1. in samenhang met de terreingesteldheid ligt voedselrijk hoog en voedselarm laag (fig. 2.14);
2. idem, maar nu voedselarm hoog en voedselrijk laag (fig. 2.15).

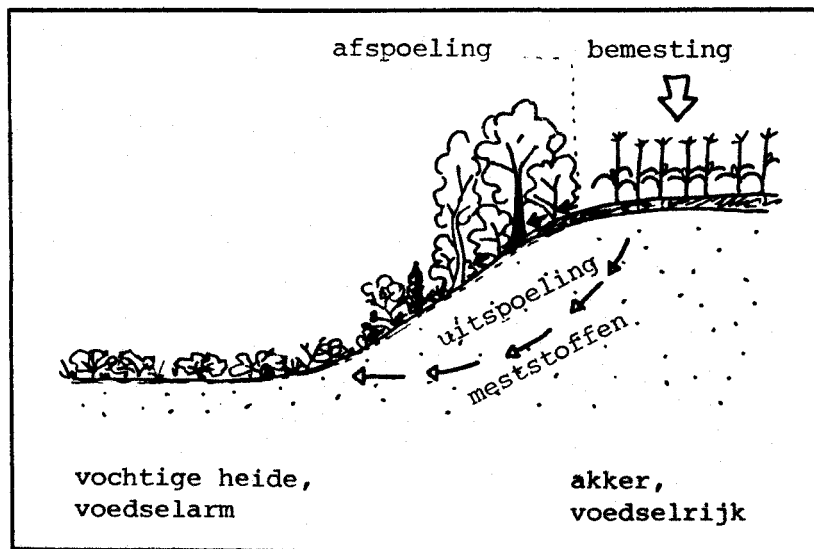


Fig. 2.14 - Limes convergens. De voedselrijke situatie is hoger gelegen dan de voedselarme situatie. Door toevoer van voedingsstoffen zal de voedselarme situatie voedselrijker worden. Dit leidt tot nivellering van de verschillen: soortenarmoede

In het eerste geval zullen de voedingsstoffen uit de hooggelegen situatie naar beneden spoelen en de voedselarme situatie bemesten.

Hierdoor ontstaat een snelle verandering in het oorspronkelijke voedselarme milieu en tenslotte zijn hoog en laag even voedselrijk; Ruimtelijke nivellering. Dit is een "Limes convergens", een instabiele situatie.

In het tweede geval zal de hooggelegen voedselarme situatie door geleidelijke uitspoeling alleen nog maar voedselarder worden, de laaggelegen voedselrijke door inspoeling nog voedselrijker. Arm wordt nog armer, rijk wordt nog rijker. Toenemende ruimtelijke variatie met allerlei graden van voedselrijkdom.

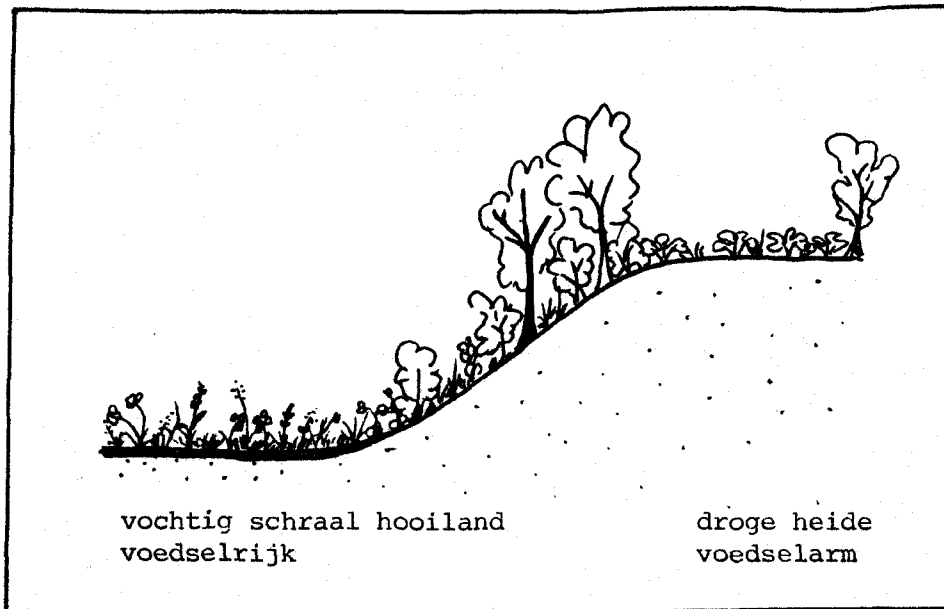


Fig. 2.15 - Limes divergens. De voedselarme situatie is hoger gelegen dan de voedselrijke. Door uitspoeling zal de hooggelegen situatie hooguit voedselarmer worden. Deze situatie is stabiel en kent tussen beide extremen vele overgangen: soortenrijkdom

Tussen hoog voedsel-(arm) en laag (voedsel)-rijk dus een geleidelijk verlopende gradient een "Limes divergens".

Deze laatstgenoemde situatie is voor de natuurbescherming de waardevolste, want hier vinden wij een grote soortenrijkdom. Het is zelfs zo dat praktisch alle plantesoorten en vegetatietypen, die in Nederland zeldzaam zijn geworden, bij deze grenssituatie behoren. Daarom is ook de belangrijkste opdracht van de botanische natuurbescherming: Verdedig het voedselarme milieu.

In Nederland zijn er bepaalde gebieden die door de lokale omstandigheden als het ware voorbeschikt waren om een "Limes divergens" te worden. De grotere gebieden met dit grensmilieu-karakter zijn op de kaart van Nederland aan te geven (zie fig. 2.16).

Praktisch alle in Nederland zeldzame soorten en vegetaties zijn tot deze divergente grenszones beperkt. Het zijn bovendien de gebieden waar de natuurlijke bosranden thuishoren." (Aldus Van Leeuwen, 1967).

Ook voor andere factoren dan voedselrijkdom is aan te geven, welke factor dominant dient te zijn, wil er sprake zijn van een limes divergens.

Zo zal zoet-zout alleen dan tot een limes divergens leiden, als zoet (de afwezigheid van NaCl) domineert over zout (de aanwezigheid van NaCl). Andersom zou het zout zich uitbreiden over zoet en zou er sprake zijn van nivellering.

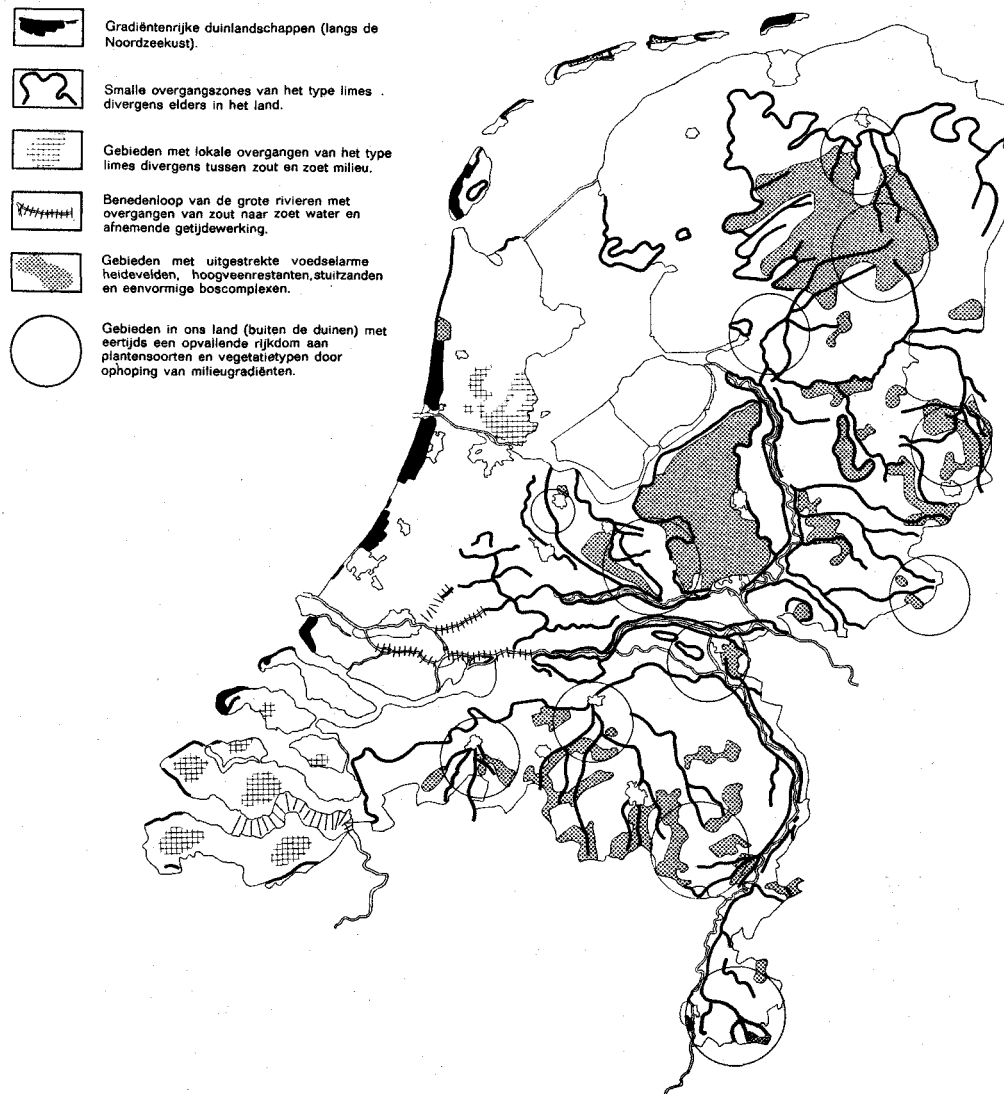


Fig. 2.16 - Overzichtskaartje van soortenrijke grensmilieus in Nederland (naar Van Leeuwen, uit Wilde planten, deel 1)

Eerder hebben we al gezien dat een toenemende niche-differentiatie gepaard gaat met de toename van de ge-

specialiseerde soorten. Dit kon alleen in een milieu waar de fluctuaties in het milieu afgedempt worden, in een relatief constant milieu. Factoren als "voedselrijkdom", "zout", maar ook "nat" zijn, mits ze domineren in een overgang, factoren die, volgens Van Leeuwen, leiden tot een lage soortenrijkdom. Men zegt dan dat de milieudynamiek hoog is. In situaties met een hoge milieudynamiek wordt (is) de soortenrijkdom dus laag.

2.6

Consequenties voor het natuurbeheer

De ideeën omtrent het natuurbeheer in Nederland zijn grotendeels op de hierboven beschreven ideeën geënt. Met name in de vijftiger en zestiger jaren won de idee veld dat men zoveel mogelijk aan diende te sluiten bij het agrarische landschapsbeheer dat geleid had tot het gedifferentieerde landschap zoals Nederland dat kende rond de eeuwwisseling. Immers (Van Leeuwen, 1979), tot het begin van deze eeuw gebruikten de boeren in Noord-West-Europa het grootste deel van het landschap als bron voor meststoffen voor hun akkers.

Daartoe dienden onder meer: heidevelden, hooilanden, sloten, wegbermen en loofbossen. Door afvoer van biomassa uit deze terreinen vond "ontmesting" of verschraling plaats, doordat met de biomassa ook een deel van de mineralen uit de kringloop werd weggenomen.

Vooraf op de hoge gronden was dit het geval, zodat door deze ontmesting in veel gevallen een limesdivergens kon ontstaan: voedselarmoede domineert voedselrijkdom.

Daarnaast is het zo dat verreweg de meeste plantesoorten in onze streken zijn ingesteld op voedselarme tot matig voedselrijke gronden, zodat verschraling op zich in veel gevallen al leidt tot een hogere soor-

tenrijkdom. Bovendien zijn planten uit schrale omstandigheden veel beter bruikbaar voor plantenetende dieren (uit allerlei groepen, waaronder insecten), dan planten die het "te goed" hebben en daardoor allerlei "anti-vraat-stoffen" kunnen produceren. Vroeger werden er in Nederland dan ook vele soorten vlinders en insecten gevonden. De verschraling op zich was uiteraard verstoring van het milieu. Echter doordat de storing jaarlijks terugkeerde, gedurende vele eeuwen, kreeg de ingreep het karakter van "constantie".

Daarnaast geschiedde de ingreep op vrij kleine oppervlakten, zodat er een groot scala van allerlei typen overgangen ontstond.

Al met al kan men zeggen dat de mens van vroeger - zij het dan noodgedwongen - een landschap voortbracht met een grote ecologische rijkdom.

Van de huidige gang van zaken in de landbouw kan dit zeker niet gezegd worden. Ontmesten is niet meer nodig, omdat de herkomst van de mest nu industrieel van aard is. Bemesten daarentegen op grote oppervlakten is aan de orde van de dag. Een gevolg van de thans gehanteerde landbouwmethoden is dat er nivellering van de variatie in de ruimte plaats vindt en inconstantie in de tijd.

Beheerders van natuurterreinen komen direct met deze problematiek in aanraking. In het natuurterrein streven zij, wil de aanwezige verscheidenheid gehandhaafd blijven, naar een zo groot mogelijke constantie: doen wat altijd gedaan werd, variatie in de tijd nalaten.

Echter buiten het natuurterrein is er sprake van én fluctuaties in de tijd, bijvoorbeeld het plotseling veranderen van grondwaterspiegel ten behoeve van landbouw of grondwaterwinning én van een stevige bemesting. Beide factoren apart en zeker beide samen zullen een nivellerende invloed op de levensgemeen-

schap in het natuurterrein hebben.

Zo zien we dat alle activiteiten buiten een natuurterrein, die leiden tot inconstantie van abiotische factoren binnen een natuurterrein, een bedreiging voor de levensgemeenschap ter plaatse vormen.

De hierboven beschreven benadering van natuurbeheer vormt nog steeds de basis voor het beheer van vele Nederlandse natuurgebieden. Met name in de zeventiger jaren gingen er echter stemmen op, die het hanteren van een referentiepunt ("de situatie rond 1900") bekritiseerden.

Immers zo stelde men, ook vóór 1900 was er natuur in Nederland. Misschien waren de soortenrijkdom en de ruimtelijke diversiteit wat lager, maar de invloed van de mens was geringer en de successie en andere processen konden ongestoord plaatsvinden.

Het fixeren van een bepaalde situatie houdt het risico in zich dat er niets nieuws kan ontstaan.

Bovendien blijkt fixeren maar zelden mogelijk. Een bekend probleem is bijvoorbeeld het beheer van heide-terreinen. Het beheer (schaapskudde, maaien, branden, plaggen) blijkt moeizaam en kostbaar; er treedt vergrassing en bosopslag op. Is het raadzaam om hier, koste wat kost, de oude situatie terug te brengen, of is ook ander beheer mogelijk, dat ook tot een ecologisch waardevolle situatie leidt?

Oosterveld (1975) geeft aan dat extensieve begrazing als beheersmaatregel hier tot een fraai, soortenrijk "parkachtig" landschap zou kunnen leiden, dat weliswaar niets meer heeft van de "grote stille heide" maar waar de natuurlijke processen (kringlopen, successie etc.) kunnen verlopen. Vele soorten zouden er een plaats kunnen vinden, zonder dat er kunstmatig een agrarische beheersmethode wordt volgehouden, die in deze tijd niet meer functioneert.

Bovendien groeide in de afgelopen jaren de overtuiging, dat de instandhouding van de processen, die ten grondslag liggen aan het bestaan van natuurterreinen, een grote prioriteit verdient.

Met een voorbeeld: het beheer van kwelafhankelijke vegetatietypes is alleen de moeite waard als de kweldruk niet vermindert.

Dit betekent meer aandacht voor relaties op landschapsniveau, waarin onder meer de hydrologie een belangrijke rol speelt.

Daarnaast is van belang dat veel natuurgebieden eilandjes in een cultuurlandschap zijn geworden, waarbij die natuurgebieden meer en meer beïnvloed worden door de omgeving. De interne processen binnen de betrokken levensgemeenschap (bijvoorbeeld de kringlopen) verschuiven hierdoor en daarmee de soort-samenstelling. Dit maakt duidelijk dat "het behoud van de rijkdom en verscheidenheid van het halfnatuurlijke landschap" op zich niet voldoende is. Volgens Sloet van Oldruitenborg (1982) zal daarom het doel van de natuurbescherming en het natuurbeheer dienen te zijn "het behoud, herstel en de ontwikkeling van natuurlijke processen en patronen". Dit is alleen te realiseren door natuurgebieden te vergroten en ander grondgebruik rond de natuurgebieden te bewerkstelligen. De aanwezige verscheidenheid in het natuurterrein kan daarbij behouden worden door gelijktijdig te streven naar een hoge mate van constantie binnen het terrein. Schoksgewijze veranderingen, ook een plotseling "nietsdoen", leiden immers tot verruiging en nivellering.

Oosterveld pleit ervoor om daar, waar dat mogelijk is over te gaan tot een zeer "geleidelijk aan minder doen, ten behoeve van méér natuur". Zowel de benadering van Van Leeuwen, als die van Oosterveld, vraagt een goede kennis van de processen, die aan de basis

van het bestaan van natuurterreinen ligt, een uitbreiding van de omvang van natuurterreinen, middelen om de terreinen te beheren en aandacht voor landschapsecologische relaties. Er gaan dan ook stemmen op om in het kader van de Ruimtelijke Ordening de belangen van natuur- en landschap als facet van elk sectorbeleid te beschouwen.

2.7

Natuurtechniek

Doordat de mens in staat is om na- en vooruit te denken kan hij ook als enige soort door middel van bewuste, doelgerichte acties van organiserende aard de ecologische gebruikswaarde van zijn omgeving beïnvloeden c.q. verbeteren. De mens is in staat om, stap voor stap, zijn omgeving meer en meer aan te passen aan de menselijk ecologische amplitudo. De ontwikkeling hiervan heeft uiteindelijk geleid tot het ontstaan van, (naast bijvoorbeeld de litho-sfeer, de atmosfeer en de biosfeer) de noö-sfeer of techno-sfeer.

Door middel van de techniek kan de mens zijn omgeving onderhouden, afschermen, herstellen en vooral verbeteren.

Binnen de techniek zijn twee richtingen aan te geven (Van Leeuwen, 1979).

1. Hoofdtechnieken

De mens ontwikkelt maatregelen gericht op van nature gegeven bruikbaarheidsrelaties.

2. Corrigerende technieken

De mens ontwikkelt maatregelen om de ongewenste neveneffecten van de hoofdtechnieken te beïnvloeden.

Voorbeelden van hoofdtechnieken zijn bijvoorbeeld cultuurtechniek, weg- en waterbouw, civiele techniek, bouwkunde, mijnbouw, etc.; voorbeelden van het tweede zijn afvalwaterbehandeling, drinkwaterzuivering en natuurtechniek. Die corrigerende maatregelen zijn in twee groepen in te delen.

a. De milieutechniek (milieuhygiëne)

Het gaat hierbij om de bescherming van de mens zelf tegen neveneffecten uit de technosfeer.

b. De natuurtechniek

Hierbij gaat het om bescherming van al die natuurlijke aspecten uit onze omgeving, die in hun voortbestaan worden bedreigd (lokaal of mondiaal) door onbedoelde aantasting, voortkomend uit het nemen van maatregelen in de technosfeer.

In de natuurtechniek spreekt men van natuurbeheer als het gaat om de instandhouding van een natuurterrein door middel van "afscherming" tegen verandering in externe factoren (extern beheer) en "onderhoud en herstel" van de levensgemeenschap (intern beheer). Bij natuurbouw is sprake van maatregelen, die tot doel hebben om de voorwaarden voor de ontwikkeling van natuurlijke waarden te verbeteren.

In het laatste geval kan dit zowel betrekking hebben op een terrein dat al bepaalde ecologische waarden had, maar die verhoogd kunnen worden, als op een cultuurgebied, dat ontwikkeld gaat worden tot natuurgebied. De natuurtechniek komt dan in de plaats van de agrotechniek.

Natuurbouw is éénmalig van karakter. Het gaat er om de voorwaarden voor de ontwikkeling tot een natuurlijk, ecologisch waardevol gebied te scheppen. Is die ontwikkeling eenmaal in gang gezet dan kan men na

enige bijsturing overgaan op natuurbeheer. Bij dit natuurbeheer gelden na verloop van tijd dan dezelfde normen als bij het natuurbeheer van bestaande gebieden. Ook hier een streven naar constantie in maatregelen en het weren van verstoring uit de omgeving.

Bij het gebruik van het begrip natuurbouw wordt vaak de suggestie gewekt dat natuur in een korte periode te maken of na te maken is. Uit bovenstaande zal duidelijk zijn dat dit niet het geval is. De natuurbouw (het "voorwaarden-scheppen") zal weliswaar niet zo lang hoeven te duren, echter het gebied zal pas ecologisch waardevol zijn na een periode van ongestoorde ontwikkeling.

Met natuurbeheer (maaien, plaggen, branden, kappen, enz.) kan de richting van de successie wat bijgestuurd worden, maar de periode tussen pionier- en climaxvegetatie wordt daardoor niet verkort. Dit is ook de reden, dat veel natuurbeschermers natuurbouw niet zien als echte compensatie van het verlies van een natuurgebied. Immers, wie garandeert dat het nieuw aangelegde terrein ook werkelijk de tijd krijgt om zich ongestoord te kunnen ontwikkelen, tot het de waarde heeft van het verloren gegane terrein dat er - in Nederland althans - vaak een lange tijd voor nodig heeft gehad om te worden wat het was: een ecologisch waardevolle levensgemeenschap.

Het grondwaterregime op een bepaalde plaats kan één van de factoren zijn die een rol spelen in het bestaan en voortbestaan van een ecosysteem. Veranderingen hierin kunnen gevolgen hebben voor een aantal van de hierboven beschreven grootheden en processen. In hoofdstuk 3 zal nader op deze gevolgen worden ingegaan.

DE ECOLOGISCHE GEVOLGEN VAN GRONDWATERWINNING

Grondwaterwinning kan nadelige gevolgen hebben voor landschap en natuur.

Enerzijds kan de verstoring ten gevolge van waterwin-activiteiten van visuele aard zijn (bedrijfsgebouwen en dergelijke); doch dit probleem is vaak te onder-vangen door bij ontwerp en planning aandacht te be-steden aan inpassing in het landschap. Hierbij dient vooral aansluiting gezocht te worden bij de schaal en het patroon van het betreffende landschap.

Fundamenteler is de invloed, die grondwaterwinning kan uitoefenen op processen in het natuurlijke mi-lieu; processen, die ten grondslag liggen aan het be-staan en de instandhouding van levensgemeenschappen. Om bij de keuze en inrichting van een locatie voor grondwaterwinning hiermee rekening te kunnen houden, is het gewenst op de hoogte te zijn van de aard en omvang van die processen. In onderstaande zal als eerste hieraan nader aandacht worden geschonken. Ver-volgens zal worden aangegeven op welke wijze grondwa-teronttrekking deze processen kan beïnvloeden. Ver-volgens zal nader worden ingegaan op de vraag in hoe-verre grondwaterstands-daling van belang is als factor in de achteruitgang van het natuurlijk milieu in Nederland. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een korte samenvatting.

3.1 De rol van grondwater in het natuurlijke milieu

3.1.1 Grondwater en vegetatie (flora)

Niet iedere plantesoort komt overal voor.

Immers elke soort heeft zijn "eigen" ecologische am-plitudo ten aanzien van een groot aantal milieufacto-ren (zie hoofdstuk 2).

En alleen dáár, waar aan al die eisen wordt voldaan kan een plantesoort zich ontwikkelen en zich voortplanten. Het grondwaterregime is één van die factoren.

Er zijn planten die voorkomen op bodems met een hangwaterprofiel, met andere woorden buiten de invloed van het grondwater. Dit zijn de zogenaamde a-freatofyten. Andere soorten daarentegen komen alleen voor op die plaatsen, waar de invloed van het grondwater tot aan het maaiveld reikt (de freatofyten) of in een - stromend of stagnerend - oppervlaktewater (hydrofyten). Londo (1975) heeft op basis van zijn veldkennis en -ervaring een indeling gemaakt van de Nederlandse plantesoorten naar hun (grond-)waterafhankelijkheid. Ook Ellenberg (1974) geeft aan in hoeverre hij een plantesoort gebonden acht - naast andere factoren - aan droge of natte omstandigheden. Hij gebruikt daarvoor een twaalfdelige schaal. Zijn indeling is voornamelijk gebaseerd op kennis van het voorkomen van planten in Midden-Europa.

Het opstellen van zo'n lijst is niet zonder problemen. Juist omdat méér factoren dan alleen grondwater de verspreiding c.q. de aan- of afwezigheid van een soort bepalen en er bovendien tussen de factoren onderling vaak relaties bestaan, lijkt het soms of de factor grondwater niet overal op dezelfde wijze op de vegetatie inwerkt. Zo zijn er planten, die in het overgrote deel van Nederland strikt aan natte situaties gebonden zijn, maar tevens in Zuid-Limburg op zeer droge kalkhellingen voorkomen. Voorbeelden hiervan zijn de Els en de Zeegroene Zegge. Bovendien zal een droogtegevoelige soort in een Atlantisch klimaat (met een relatief hoge luchtvochtigheid) op iets andere standplaatsen voor kunnen komen, dan in een continentaal klimaat (met een relatief lage luchtvochtigheid).

De uitspraken over de relatie tussen standplaats en soort zijn dus gebonden aan klimaatzônes.

Binnen deze beperkingen blijkt het echter mogelijk om voor combinaties van soorten correlaties te bepalen tussen standplaatsfactoren en het voorkomen van zo'n soortencombinatie (vegetatietype).

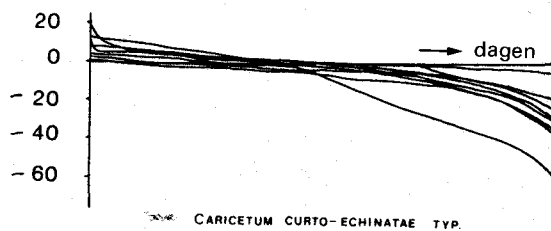
Een van de karakteriseringen van de grondwaterstand als standplaatsfactor is de overschrijdingsduurlijn. Elk punt op die lijn geeft aan het aantal dagen dat een bepaalde grondwaterstand overschreden werd in een bepaald (hydrologisch) jaar.

Uit onderzoek van onder andere Niemann (1963), Balátová-Tuláckova (1968) en Grootjans (1980) blijkt dat de overschrijdingsduurlijnen, gemeten binnen één vegetatietype een goede standplaatskarakteristiek kunnen zijn.

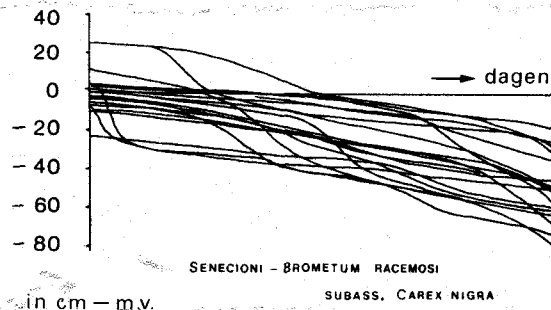
Hoewel er binnen één vegetatietype altijd sprake is van een zekere spreiding is het, met name tussen die typen, die gebonden zijn aan relatief hoge grondwaterstanden, mogelijk verschillen in grondwaterstandsverloop aan te geven. Hierbij dient dan gelet te worden op de ligging van de lijnen ten opzichte van maaiveld, de vorm van de lijnen (convex, concaaf) en de richtingscoëfficiënt. In figuur 3.1 wordt als voorbeeld voor twee vegetatietypen een verzameling overschrijdingsduurlijnen weergegeven.

De grootte van de spreiding binnen een type mag niet geïnterpreteerd worden als indicatie voor de mate waarin een verandering van het grondwaterregime kan veranderen zonder gevolgen voor de floristische samenstelling.

Uit de praktijk van de beheerders van natuurterreinen blijkt, dat met name vegetatietypen gebonden aan relatief hoge grondwaterstanden al voor kleine veranderingen in het grondwaterregime gevoelig zijn.



A. Associatie van Zomp- en Sterzegge



B. Associatie van Waterkruiskruid en Trostravik

Figuur 3.1 - Overschrijdingsduurlijnen die het grondwaterregime karakteriseren van twee plantengesellschaften, aangevend het aantal dagen per jaar dat een bepaald grondwaterniveau bereikt wordt. De data zijn ontleend aan de volgende auteurs: Balátová-Tulácková (1965, 1968), Blazková (1973), Boedeltje (1979) Grootjans (unpubl.), Klooster (1975) Tüxen (1954), Wiedenroth (1971) (Uit: Grootjans, 1980)

Het onderzoek naar de causale relaties tussen grondwaterstands daling en verandering in floristische samenstelling is zover gevorderd, dat er een vrij duidelijk beeld bestaat van de processen, die hierbij een rol spelen.

Kwantificering blijkt vooralsnog vrij moeilijk. In onderstaande zal nader worden ingegaan op een aantal factoren, die in de relatie grondwater-vegetatiesamenstelling van belang zijn.

3.1.1.1 De water- en zuurstofhuishouding in de bodem

De hoeveelheid water, die er voor een plant beschikbaar is, hangt onder meer af van het type bodem, waarop de plant groeit.

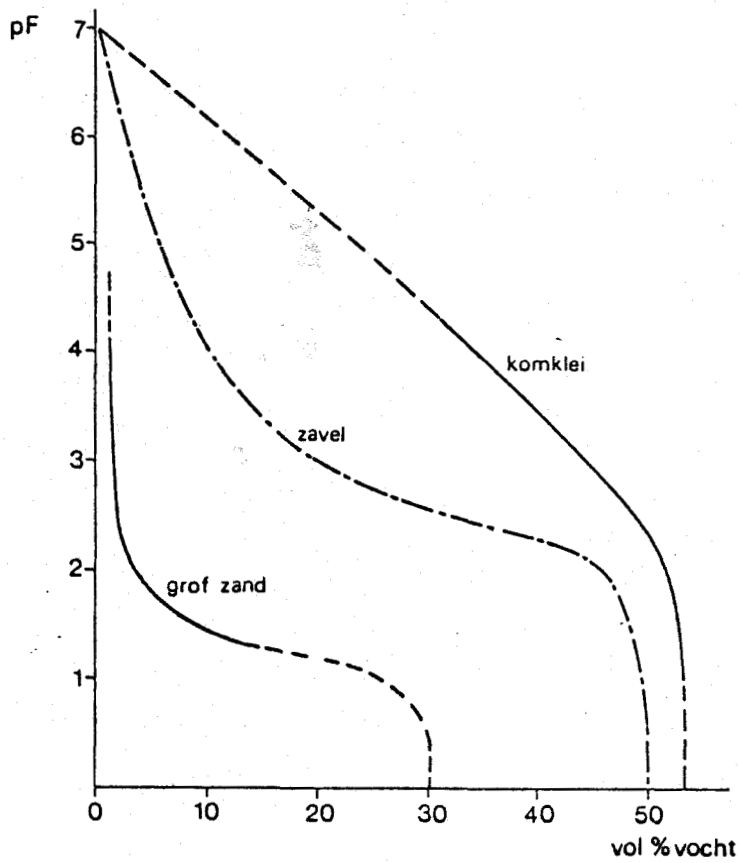
Elk bodemtype heeft een eigen vochthoudend vermogen; dit is de hoeveelheid water die, per bodemvolume, maximaal kan worden vastgehouden, tegen de zwaartekracht in. De bodem is dan op veldcapaciteit. Overtollig water zal doorsijpelen naar beneden, tot het freatisch niveau.

Niet al het in de bodem aanwezige water kan door de plant opgenomen worden. De hoeveelheid hangt af van de vorm waarin water in de bodem gebonden is. Zo is een deel van het water geadsorbeerd aan bodemdeeltjes, adsorptie aan colloïden en dergelijke); een ander deel van het water wordt capillair vastgehouden in de ruimten tussen de bodemdeeltjes. Naarmate de poriën tussen de bodemdeeltjes kleiner zijn, zal de capillaire binding van het water sterker zijn. Water dat zich bevindt in grote poriën is dus makkelijker opneembaar door de plant dan dat in kleine poriën en dit laatste is weer minder sterk gebonden dan het aan bodemdeeltjes geadsorbeerde water.

De zuigspanning is een maat voor de kracht waarmee water vastgehouden wordt in de bodem, uitgedrukt in cm waterkolom. De pF-waarde is de logaritme van deze waarde. In fig. 3.2 is een aantal voorbeelden weergegeven van de pF-waarde uitgezet tegen een toenemend vochtgehalte in de bodem. De meeste planten zijn in staat om tot een pF van 4,2 (het verwelkingspunt) water op te nemen.

Wordt de zuigspanning in de bodem groter, dan zal de plant de verdamping tot een minimum terug brengen en de assimilatie (omzetting van CO_2 en H_2O tot koolhydraten en O_2) stopzetten. Duurt deze situatie lang, dan zal de plant verwelken en afsterven.

De situatie waarbij het grondwater tot aan, of zelfs boven het maaiveld staat, brengt voor de plant bijzondere problemen met zich mee.



Figuur 3.2 - pF-curven voor drie grondsoorten (ontleend aan Collegedictaat Agrohydrologie LH-Wageningen)

De vochtspanning is dan laag, met andere woorden, de waterbeschikbaarheid is zeer hoog. Het merendeel van de poriën in de grond is in een dergelijke situatie gevuld met water, hetgeen betekent dat er weinig of geen zuurstof rond de plantewortels aanwezig zal zijn. Planten die niet aan deze zuurstofarme situaties zijn aangepast zullen een geringe wortelactiviteit vertonen en kunnen onder deze omstandigheden dan ook slecht mineralen en water opnemen.

De groei en ontwikkeling van een plantesoort in geïnundeerde situaties vergt derhalve aanpassingen van zo'n soort, die onder andere kunnen bestaan uit luchtkanalen in de wortels, zodat zuurstof via de bo-

vengrondse delen van de plant, toch het wortelmilieu kan bereiken, of een aanpassing aan een lage mineralen- en watervoorziening. Een beperkt aantal plantesoorten is aan dergelijke situaties aangepast.

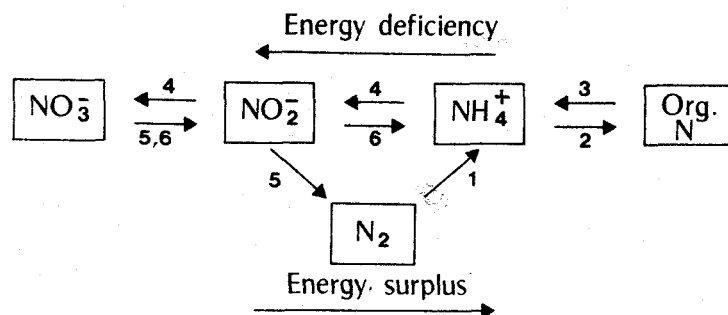
3.1.1.2 De mineralenbeschikbaarheid

De mate waarin het poriënvolume van een bodem gevuld is met water vormt een belangrijke factor in zowel de stikstofhuishouding als de fosforhuishouding in de bodem.

Zo bleek uit onderzoek van Miller en Johnson (1974) dat er bij een hoge bodemvochtigheid in de bodem voornamelijk ammonificatie (het omzetten van organisch gebonden stikstof tot NH_4^+ , zie fig. 3.3) plaatsvindt.

Neemt de vochtinhoud van de grond af dan kan er meer lucht en daarmee meer zuurstof toetreden en kan er - bacterieel - omzetting plaatsvinden van ammonium tot nitraat.

Droogt de bodem verder uit dan kan de nitrificatie weer tot stilstand worden gebracht, omdat de betrok-



Figuur 3.3 - Schematische weergave van de stikstofkringloop (Woldendorp, 1978)

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Stikstof fixatie | 4. Nitrificatie |
| 2. Ammonium immobilisatie | 5. Denitrificatie |
| 3. Stikstof mineralisatie | 6. Nitraat assimilatie |

ken bacteriën deze processen alleen in niet te droge omstandigheden kunnen uitvoeren.

Ook de denitrificatie (i.e. reductie van nitraat tot het gasvormige N_2 door bacteriën) wordt beïnvloed door het watergehalte. Uit laboratoriumonderzoek van Cleemput en Patrick (1974) blijkt onder meer dat de denitrificatie in de bodem het hoogst is, indien de zuurstofconcentratie zeer laag is. Onder dergelijke min of meer anaerobe omstandigheden kan er vrij veel nitraat omgezet worden in N_2 , zodat de hoeveelheid, voor de plant beschikbare en opneembare, stikstof afneemt.

In zijn algemeenheid kan de plant zowel NO_3^- als NH_4^+ opnemen, deels ook afhankelijk van de omstandigheden. De mate waarin dit mogelijk is hangt onder andere af van bijvoorbeeld pH, organische stofgehalte, maar ook van de aanwezigheid en de activiteit van micro-organismen (Woldendorp, 1978).

In de literatuur komt regelmatig naar voren, dat op plaatsen, waar de stikstofbeschikbaarheid laag is en de grondwaterstand hoog en waar voldoende organische stof voorhanden is, een grondwaterstands daling gevolgd wordt door een sterke toename van de beschikbare stikstof (Grootjans, 1975; Woldendorp 1978). Dit kan leiden tot verruiging (toename van snelgroeiende, grote planten) van de vegetatie.

Ook de beschikbaarheid van fosfaat blijkt deels afhankelijk te zijn van de mate waarin de bodem verzadigd is met water. De oplosbaarheid van fosfaat is onder andere afhankelijk van de zuurgraad (het oplosbaarheidstraject ligt tussen $pH = 4$ en $pH = 6,5$ (Grootjans, 1975) en de zuurstofbeschikbaarheid.

Zo zal in een bodem met een hoge grondwaterstand en derhalve een lage concentratie zuurstof, het Fe^{+++} al spoedig overgaan in Fe^{++} . Het oplosbaarheidsprodukt

van ferrifosfaat is kleiner dan van ferfosfaat, zodat er meer PO_4^{\equiv} in oplossing kan komen.

Daarnaast wordt, onder anaerobe omstandigheden, de mineralisatie van organische stof geremd.

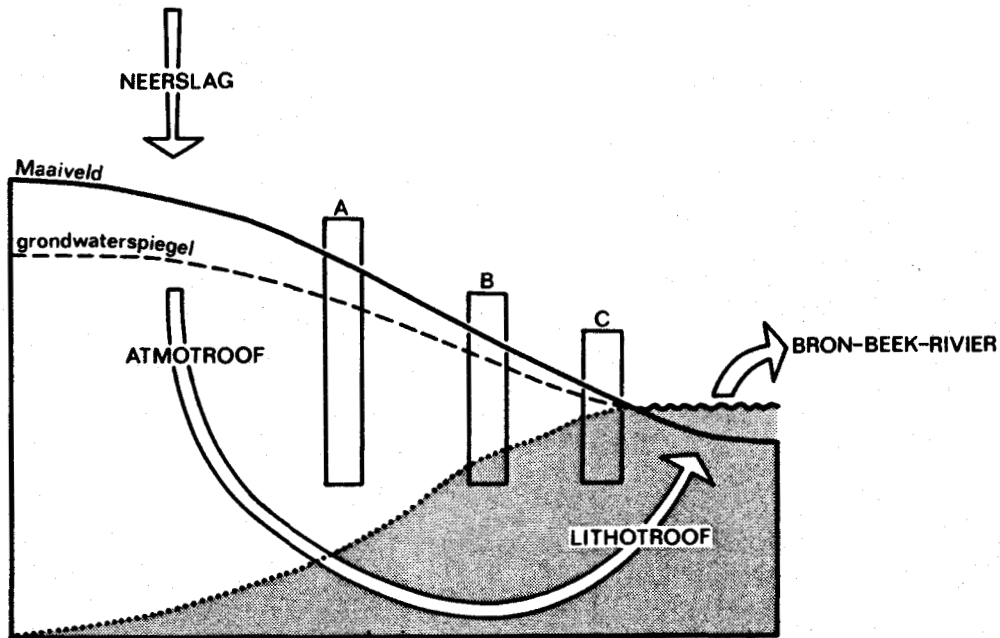
Een geringe mineralisatie betekent een geringe omzetting van P- en N-houdende organische stoffen, waardoor er weinig PO_4^{\equiv} , NO_3^- en NH_4^+ voor de plant beschikbaar komt.

Samenvattend kan men stellen dat het watergehalte van de bodem van invloed is op de beschikbaarheid van onder andere PO_4^{\equiv} , NH_4^+ en NO_3^- voor de plant en daarmee op het voedingsniveau van de vegetatie, gezien het feit dat in de meeste gevallen of $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ of PO_4^{\equiv} de beperkende factor voor de plantengroei is (Larcher, 1976).

3.1.1.3 De grondwaterkwaliteit

Uit onderzoek naar de relaties tussen grondwater en vegetatie, blijkt dat het ook voor de vegetatiesamenstelling van belang is of het betreffende gebied deel uitmaakt van een infiltratiegebied, waar infiltrerend regenwater naar de diepte kan afstromen of in een kwelzone, waar grondwater in de richting van het maaiveld wordt toegevoerd.

De positie van een vegetatie ten opzichte van kwel- en infiltratiezones is niet alleen van belang omdat dit de grondwatertrap en de overschrijdingsduurlijn mede bepaalt, maar het heeft ook consequenties voor de chemische samenstelling van het water dat in het bereik van de plant komt (o.a. Kemmers & Jansen, 1980).



Figuur 3.4 - Schema van de bron-putrelatie in de kringloop van het water (uit: Both & Van Wirdum, 1981)

Tijdens de stroming van grondwater vanaf het infiltratiepunt naar de kwelzone - opstijgend grondwater komt immers uiteindelijk uit een infiltratiegebied (zie fig. 3.4) - neemt de verblijfsduur van grondwater in de bodem toe.

Met de toenemende verblijfsduur stijgt het aandeel van de calcium-ionen in het totaal van de kat-ionen (positief geladen ionen) en van het hydrocarbonaat in het totaal van de an-ionen (negatief geladen ionen) en nemen de pH en het elektrisch geleidingsvermogen van het grondwater toe.

Procentueel nemen de aandelen van natrium- en kalium-ionen juist af.

Dit proces is het gevolg van ion-uitwisseling aan het adsorptiecomplex en van het in oplossing gaan van de

betrekkelijk gemakkelijk oplosbare calciumcarbonaat-zouten.

Dit alles maakt dat het freatische water in een infiltratiegebied een chemische afwijkende samenstelling heeft vergeleken bij het freatisch water in een kwelzone.

Tussen kwelzone en infiltratiezone is een gradiënt aan te wijzen, gelet op de grondwaterkwaliteit.

In fig. 3.4 zijn 3 bodem-vegetatiecomplexen ingetekend op die gradiënt.

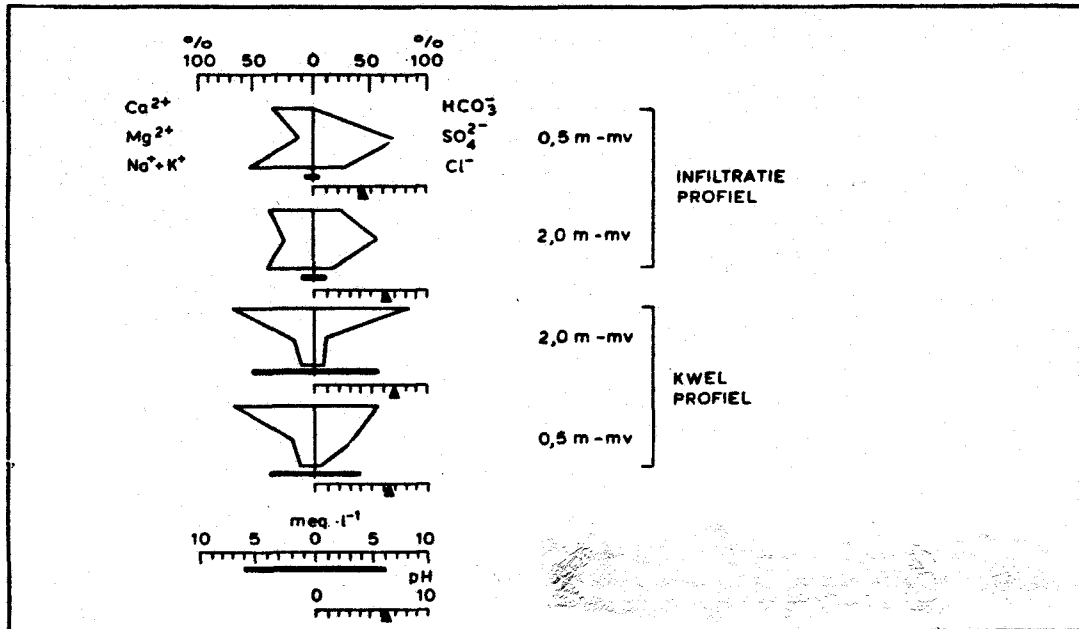
In A zal het water, waarmee de vegetatie in contact staat atmotroof* zijn, terwijl in C het grondwater een veel meer lithotroof* karakter heeft (Van Wirdum, 1980).

Bij A zal uitspoeling van de bodem plaatsvinden; daar zijn de arme podzolbodems te vinden. Bij C zal juist verrijking opgetreden zijn door accumulatie van bijvoorbeeld calcium en ijzer. Tussen A en C zijn overgangen tussen beide uitersten aan te wijzen.

In figuur 3.5 worden beide grondwatertypen (atmotroof en lithotroof) gekarakteriseerd aan de hand van zogenaamde stiff-diagrammen.

Uit onderzoek van Van Wirdum (o.a. 1979) en Van Wirdum & Both (1981) en Kemmers & Janssen (o.a. 1979, 1980) is duidelijk geworden dat de chemische samenstelling van grondwater van groot belang kan zijn voor de soorten-samenstelling van de vegetatie.

- * athmos (Grieks) = lucht, damp
- lithos (Grieks) = steen, gesteente
- trofein (Grieks) = voeden



Figuur 3.5 - Chemische karakteristiek van het grondwater op verschillende diepten onder verschillende hydrologische situaties in een dekzandgebied (uit: Kemmers & Jansen, 1980)

Toelichting

In de figuur komen de verschillen tussen beide grondwatertypen duidelijk naar voren.

Het ondiepe infiltratiewater heeft nog een sterke gelijkenis met regenwater, is zuur en heeft een relatief geringe hoeveelheid ionen in oplossing.

Het diepe kwelwater is neutraal wat pH betreft, en is relatief rijk aan ionen.

Het ondiepe kwelwater heeft een iets afwijkend karakter door de menging met regenwater.

Toch komt ook hier het karakter van diep grondwater nog duidelijk naar voren: door het lange verblijf in de bodem hebben calcium en hydrocarbonaat-ionen een groot aandeel in het totaal van respectievelijk kat-ionen en anionen.

Een enkel voorbeeld ter illustratie.

Kemmers & Jansen onderzochten de relatie hydrologie en vegetatie in een komgrondenreservaat in de Tielerwaard. De daar aanwezige kwelsituatie werd gekenmerkt door het feit dat grondwater met de eigenschappen van diep grondwater gedurende het grootste deel van het winterhalfjaar tot aan

het maaiveld stond. Dit leidde enerzijds tot zuurstofarme situaties in de bovengrond, waardoor mineralisatie van de aanwezige organische stof tot laat in het voorjaar geremd werd en daarmee het beschikbaar komen van onder andere nitraat. Anderzijds was, als gevolg van het hoge calciumgehalte en de hoge pH, de hoeveelheid opgelost fosfaat gering. De vegetatie werd dan ook gekenmerkt door soorten uit natte, betrekkelijk voedselarme situaties.

Hier kwam verandering in toen, onder meer als gevolg van grondwaterwinning, de hydrologische situatie veranderde. Naast een daling van de grondwaterstand - waardoor met name de periode van inundatie verkort werd - kreeg een deel van het terrein meer het karakter van een infiltratiegebied en het grondwater dat in contact stond met de vegetatie veranderde navenant. Naast een verhoogde mineralisatie in het voorjaar - waardoor meer nitraat voor de vegetatie beschikbaar komt - zal het zuurdere en calciumarme karakter van dit infiltratiewater ook leiden tot een grotere oplosbaarheid van fosfaten. In de vegetatie werd dit zichtbaar doordat er zich soorten gevestigd hebben van relatief droge en relatief voedselrijke graslanden.

3.1.2 Grondwater en fauna

De relatie tussen grondwater en fauna is in veel gevallen indirect. Het zou te ver voeren het grote scala aan relaties tussen grondwater en dieren te beschrijven. Hier zal worden volstaan met enkele voorbeelden.

Voor weidevogels vormen de natte en vochtige graslanden in ons land een belangrijk biotoop.

De gebondenheid aan de natte en vochtige graslanden is begrijpelijk als men weet dat het natuurlijk biotoop van deze dieren gevormd wordt door toendra's, venen en vochtige steppen.

Momenteel wordt er voor alle weidevogels een zekere - van soort tot soort verschillende - mate van achteruitgang geconstateerd. Deels is dit te wijten aan het veranderde landbouwkundige beheer (bijvoorbeeld

vroeger maaien, frezen van grasland en dergelijke, waardoor nesten verstoord of vernietigd worden) deels aan de ontwatering. Dit laatste beïnvloedt voornamelijk de voedingssituatie van de weidevogels. Bepaalde soorten zijn niet in staat om voedsel uit drogere grond los te maken. Bovendien leeft een deel van de bodemfauna in ontwaterde gronden dieper in de bodem dan in een vergelijkbare situatie op niet-ontwaterde gronden. Het voedsel kan door ontwatering dus onbereikbaar worden. Watervogels hebben open water nodig; moerasvogels, ook een bedreigde groep, zijn afhankelijk van moerasvegetaties en derhalve indirect van hoge grondwaterstanden (Van Gijsen, 1979).

Amfibieën zijn voor hun voortplanting aangewezen op schoon, min of meer stagnerend water; een biotoop dat sterk is achteruitgegaan.

3.1.3 Grondwater en aquatische systemen

Vrijwel alle aquatische ecosystemen (sloten, plasjes en dergelijke) staan in de hoge delen van Nederland in directe relatie met het grondwater (Van Gijsen, 1979).

Een uitzondering hierop vormen sommige vennen, die, door de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag, voor hun watervoorziening aangewezen zijn op regenwater.

Zowel waterstand als waterkwaliteit zijn van belang voor de levensgemeenschappen in het water.

Belangrijke milieufactoren zijn de aan- of afwezigheid van stroming en de stroomsnelheid, de zuurstofhuishouding en de chemische samenstelling.

Veel waterplanten zijn bovendien direct afhankelijk van de voedselrijkdom van het water, terwijl waterdieren veelal in eerste instantie reageren op de zuurstofhuishouding.

3.2

De ecologische gevolgen van grondwaterwinning

Grondwaterwinning heeft een aantal directe gevolgen zoals wijziging in de grondwaterstand, afstroming, berging, grondwaterstandsfluctuaties etc. en een aantal indirecte gevolgen die betrekking hebben op veranderingen in onder meer bodemprocessen, waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Deze veranderingen hebben op hun beurt weer gevolgen voor de samenstelling van de betrokken levensgemeenschappen.

In onderstaande zal een aantal van deze gevolgen globaal beschreven worden. Aan dat geschetste beeld zal het nodige nog ontbreken. Vooral ook omdat er voor de kwantificering van de te schetsen veranderingen nog veel onderzoek verricht dient te worden. Ook is er bij het onderzoek tot op heden slechts een beperkt aantal levensgemeenschappen betrokken; zo is er meer bekend van de effecten op natte hooi- en schraallanden dan van de effecten op bossen. Daarnaast hebben flora en vegetatie over het algemeen meer aandacht gekregen dan de fauna.

Dit alles maakt dat er in onderstaand slechts een globaal beeld gegeven kan worden.

Met name zal worden ingegaan op de gevolgen van

- grondwaterstands daling;
- mineralisatie van organische stof in de bodem;
- verandering in oppervlaktewaterkwaliteit;
- verandering in grondwaterkwaliteit;
- toename van fluctuaties in grondwaterstand.

3.2.1

Grondwaterstands daling

Een direct gevolg van grondwaterstands daling kan zijn, dat voor organismen die gebonden zijn aan grondwater, de nieuwe situatie te droog is.

Met betrekking tot de vegetatie zal dat betekenen dat

de grondwaterafhankelijke soorten (freatofyten) uit de vegetatie zullen verdwijnen. Hun plaats zal (zie ook par. 3.2.2) ingenomen worden door andere, meestal meer algemene soorten. Verdroging van het milieu zal ook leiden tot achteruitgang van diersoorten die aan natte tot vochtige biotopen gebonden zijn. Hiertoe behoren onder andere de weidevogels (zie par. 3.1.2). Daarnaast kan de waterafvoer zowel bovengronds als ondergronds afnemen.

In wateren, die van oorsprong een natuurlijke afwatering vormen, kan de stroomsnelheid afnemen, hetgeen gevolgen heeft voor onder meer het zuurstofgehalte. Met name is de karakteristieke beekfauna hiervoor erg gevoelig.

Ondiepe stagnante wateren, kunnen bij grondwaterstands-daling (tijdelijk) droogvallen. Ook al gebeurt dit maar incidenteel, dan nog kan dit grote gevolgen hebben voor de levensgemeenschap ter plaatse. Te meer daar er in de drooggevallen bodem een betere doorluchting gaat plaatsvinden, hetgeen leidt tot onder meer mineralisatie.

3.2.2 Mineralisatie

Van versterkte mineralisatie en derhalve van eutrofiëring na een grondwaterstands-daling zal vooral sprake zijn in die gevallen, waarin de bovengrond een relatief hoog gehalte aan organische stof bevat en waar de mineralisatie voorheen beperkt werd door de hoge grondwaterstanden (Grootjans, 1975).

Eutrofiëring kan in die situaties ook veroorzaakt worden door een verminderde denitrificatie, een verhoogde stikstofbinding, of door een combinatie van beide (zie ook blz. 72 e.v.).

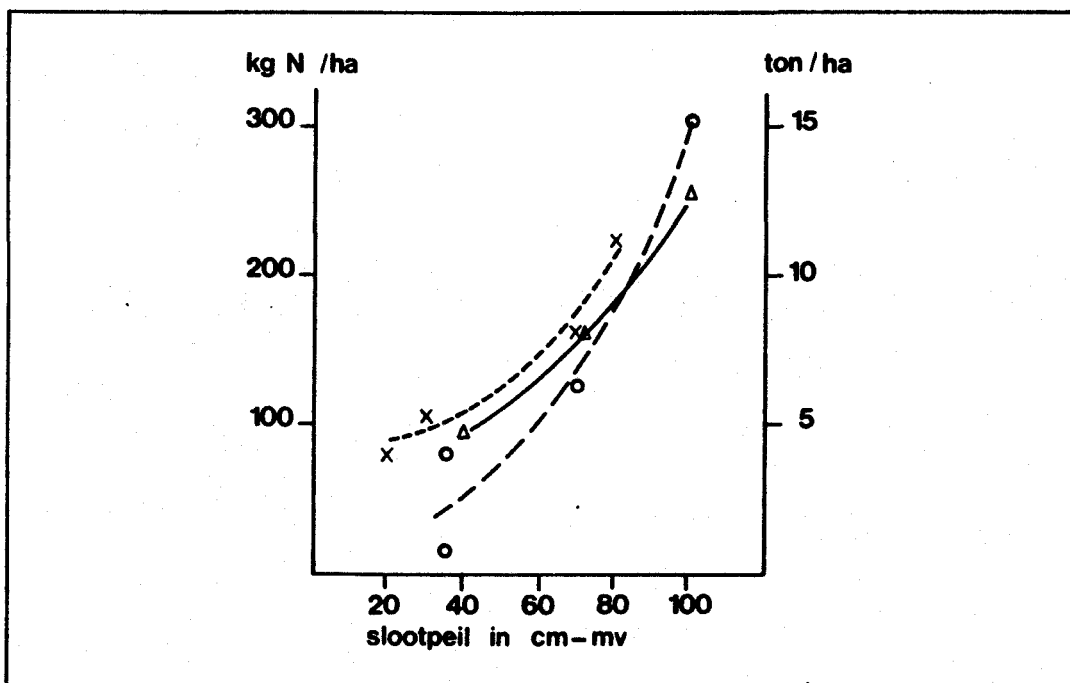
Dat die eutrofiëring in sommige gevallen aanzienlijk kan zijn, moge blijken uit onder andere onderzoek van

Grootjans (1979), waarbij hij vond dat na een grondwaterstandsdeling in een voedselarme bodem met een veenlaag (50-80 cm dikte) waarop halfnatuurlijke graslanden gesitueerd waren, de netto N-mineralisatie (in de bovenste 5-15 cm) in het eerste jaar toenam tot een hoeveelheid van 250 kgN/ha.jaar, in het tweede jaar 220 kgN/ha.jaar.

In een vergelijkbare situatie op voedselarme veenbodem (veenlaag 2-3 m dik) was de hoeveelheid vrijgekomen stikstof nog aanzienlijker: het eerste jaar na de grondwaterstandsverlaging 500 kgN/ha.jaar, het tweede jaar 225 kgN/ha.jaar.

De oorspronkelijke nitrificatie in het laatste geval moet rond de 50 kgN/ha.jaar bedragen hebben.

Ook Schothorst (1977) vermeldt dergelijke (tijdelijke) toenames van de mineralisatie in veengraslanden bij verlaging van de grondwaterstand; als gevolg van verlaging van het slootpeil, (zie fig. 3.7).



Figuur 3.7 - Verband tussen het polderpeil en de omvang van de jaarlijkse mineralisatie van stikstof in veengrasland (naar Schothorst 1977, uit: De Molenaar, 1980)

Ter vergelijking: de gemiddelde N-gift uit kunstmest in Nederland bedroeg in 1975 240 kg per hectare grasland (De Molenaar, 1980). Hiervan mag aangenomen worden dat - bij een goede vochtvoorziening en goede bedrijfsvoering - dit leidt tot een produktie in de orde grootte van 9-13 ton droge stof per hectare (bovengrondse delen). Dat bij de genoemde mineralisatiesnelheid de consequenties voor de natuurlijke vegetatie aanzienlijk zullen zijn moge ook blijken uit het volgende. Grime (1978) en Vermeer & Berendse (1983) vonden belangrijke indicaties dat de relatie tussen soortenrijkdom en droge stofproduktie (bovengronds) in de door hen onderzochte grazige vegetatietypes weergegeven kan worden door een optimumcurve waarbij de grootste soortenrijkdom ergens rond het produktieniveau van 4 à 5 ton droge stof per ha ligt. Globale vergelijking van deze cijfers met de mineralisatiesnelheden gevonden door Grootjans en Schothorst, gekoppeld aan produktiecijfers, moet tot de conclusie leiden dat de soortenrijkdom van schraallanden op venige bodem sterk bedreigd kan worden door grondwaterstands daling.

De gegeven cijfers voor de mineralisatie maken ook duidelijk waarom schrale vegetaties na grondwaterstands daling in veel gevallen verdrongen worden door ruigtekruiden. Deze laatste zijn soorten die snel gebruik kunnen maken van de vrijgekomen nutriënten. Het zijn soorten, die snel groeien en hoog worden. Lichtconcurrentie met de nog aanwezige schraallandplanten valt hierdoor in hun voordeel uit.

3.2.3 Oppervlaktewaterkwaliteit

Een grondwaterstands daling kan leiden tot vermindering van de afvoer van waterlopen.

Afgezien van een vermindering van de stroomsnelheid

waardoor wijziging in de zuurstofhuishouding zal optreden, zal dit gevolgen hebben voor de concentraties opgeloste stoffen. Vooral indien er in het gebied sprake is van belasting van het oppervlaktewater door uitspoeling van kunstmest of door andere menselijke activiteiten (lozingen) betekent een geringere verdunning ten gevolge van een geringere wateraanvoer waterkwaliteitsverslechtering en eutrofiëring. Een verhoogde kans op algenbloei en grote fluctuaties in soorten en aantal van micro- en macro-flora en fauna kunnen het gevolg zijn. In de stagnerende oppervlaktewateren, die gevoed worden uit grondwater kan ook, naast een verkleining van het wateroppervlak en verzuivering van de drooggevalle oevers, kwaliteitsverandering optreden. Met name is dit het geval indien de kweldruk ter plaatse verminderd wordt ten gevolge van de winning.

In par. 3.2.4 zal op kweldrukvermindering in zijn algemeenheid worden ingegaan.

Hier wordt met een voorbeeld volstaan:

bij de biologische beoordeling van oppervlaktewater op basis van fytoplankton blijkt het goed mogelijk om, aan de hand van de planktonsamenstelling uit te maken of lithotroof water aanwezig is of niet (Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, 1977). Ditzelfde geldt ook voor een aantal hogere waterplanten. Hier zij echter bij opgemerkt dat dit beeld verstoord kan worden door vervuiling of eutrofiëring van buitenaf. Een belangrijke invloed van diep kwelwater, met een relatief hoog calciumgehalte, is ook hierbij weer het terugdringen van de $PO_4^{=}$ -concentratie.

3.2.4 Grondwaterkwaliteit

Evenals dit het geval is bij een - door kwel gevoed -

oppervlaktewater, zal ook de kwaliteit van het grondwater nabij het maaiveld beïnvloed worden door grondwaterwinning, indien er sprake is van een kwelzone ter plaatse en de grondwaterwinning leidt tot kwelreductie (zie par. 3.1.1.3 van dit rapport).

Met name op die plaatsen, waar van nature de grondwaterstand hoog is en door diepe kwel gevoed wordt, kan een verandering in de regionale grondwaterspiegel en de kweldruk leiden tot aanzienlijke veranderingen in de vegetatie. Immers daarmee verandert de positie van het terrein in het veld tussen "bron en "put". Dat grondwaterwinning tot zo'n verandering mede aanleiding kan geven blijkt onder meer uit het onderzoek van Both en Van Wirdum (1981). De grondwaterwinning, nabij het natuurterrein Koolmansdijk, leidde tot een verandering in de helling van de regionale grondwaterspiegel zodanig, dat de kweldruk ter plaatse van het natuurterrein afnam en het water, dat thans in contact met de vegetatie staat, een meer atmoclien en derhalve zuurder karakter heeft dan voorheen het geval was.

Daarnaast is de afwatering in de omgeving van het natuurterrein verbeterd ten behoeve van de landbouw. Dit leidde tot een verlaging van met name de hoge voorjaarsgrondwaterstanden in het natuurterrein.

Reeds enkele jaren na deze ingrepen, hebben zich veranderingen voorgedaan in de soortsamstelling van het natuurgebied. Een aantal plantesoorten met een voornamelijk smalle ecologische amplitudo is reeds verdwenen en de verwachting is dat er nog meer soorten zullen verdwijnen.

3.2.5 Toename fluctuaties grondwaterstand

In die gevallen, waarbij er vóór de ingreep sprake was van grondwaterstanden tot aan en hoger dan

maaiveld, betekent verlaging van de gemiddelde grondwaterstand tevens een toename van fluctuaties in die grondwaterstand, als gevolg van de toename in de berging. Veelal is bovendien de dagproduktie van een pompstation gekoppeld aan de vraag hetgeen ertoe leidt dat er, door het jaar heen, wisselende hoeveelheden water onttrokken worden. Deze wisselingen leveren een ander patroon van fluctuaties van de grondwaterstand op dan onder min of meer natuurlijke omstandigheden, hetgeen er toe leidt dat soorten, die aangepast zijn aan een bepaald grondwaterregime, kunnen verdwijnen.

Een toename van fluctuatie betekent een toename van milieu-dynamiek (zie hoofdstuk 2). "Stabiele" vegetaties, plante- en diersoorten (Van Gijsen, 1979) zullen verdwijnen en maken plaats voor soorten uit meer dynamische milieus. Met andere woorden de meer specifieke soorten (steno-oecesoorten) verdwijnen en meer algemene soorten (eury-oecesoorten) doen hun intrede.

Bij de beschrijving van de mogelijke gevolgen van grondwaterwinning voor het natuurlijke milieu is er naar gestreefd een indruk te geven van de processen die door grondwaterwinning beïnvloed kunnen worden. Relatief veel aandacht is hierbij besteed aan de relatie grondwater-vegetatie. In een concreet geval is een analyse van de rol van de genoemde processen voorwaarde voor een goede keuze van die biotische en abiotische grootheden, die bij de beoordeling van de gevolgen van een grondwaterwinning betrokken dienen te worden.

3.3 Grondwaterstandsdeling als factor bij de achteruitgang van het natuurlijke milieu in Nederland

3.3.1 De achteruitgang van het natuurlijke milieu

Alvorens te besluiten aandacht, energie en tijd te

investeren in de ecologische gevolgen van grondwaterwinning is het raadzaam de vraag te stellen naar het belang van de factor grondwaterwinning in het complex van factoren dat het natuurlijke milieu bedreigt. Dát het natuurlijke milieu in Nederland snel achteruitgaat - in oppervlakte én kwaliteit - zal voor de meeste waarnemers duidelijk zijn. Vroeger was de natuurlijke gesteldheid van het milieu uitgangspunt voor het menselijk handelen.

Bijvoorbeeld: tot het begin van deze eeuw was men niet in staat om de vruchtbaarheid van de bodem en de waterhuishouding van een gebied zo te sturen en te beheersen als thans het geval is. De techniek heeft aan de mens de mogelijkheden gegeven om - op de korte termijn - de natuurlijke gesteldheid van een gebied min of meer naar eigen hand te zetten.

Omdat men vroeger in de landbouw sterk gebonden was aan de natuurlijke mogelijkheden van een stuk grond - welke afhingen van onder andere de ligging en het substraat - en deze mogelijkheden van plaats tot plaats verschilden, ontstond er een relatief kleinschalig landgebruik. Daarbij was sprake van een hoge mate van continuïteit: "overal wat anders maar op één plaats steeds hetzelfde". Men denke als voorbeeld aan de esdorpen waar de plaats van akker, weide, hooiland, heide en bos voornamelijk bepaald werd door topografie en afstand tot de woonkern. Deze hoge mate van constantie en ruimtelijke variatie maakte het mogelijk dat er zich - ecologisch gezien - een hoge mate van diversiteit kon ontwikkelen.

De techniek in de 20e eeuw heeft de westerse mens - althans voor de korte termijn - "bevrijd" van de belemmeringen die de natuurlijke gesteldheid hem oplegde. Bemesting en waterhuishouding worden in hoge mate beheerst en machines kunnen verrichten wat met mankracht alléén wellicht onmogelijk was. Het resultaat hiervan is onder meer, dat het huidige landschap gekenmerkt wordt door een hoge mate van dynamiek én grootschaligheid: overal gebeurt op steeds grotere schaal hetzelfde en de intensiteit van de bewerking is hoog.

Ecologisch gezien betekent dit dat er in zo'n landschap slechts mogelijkheden liggen voor soorten, die aangepast zijn aan een hoge mate van dynamiek en bovendien voor weinig verschillende soorten: een lage diversiteit.

Dit in grove lijnen geschetste beeld, zien we, zoals uit onderstaande zal blijken inderdaad terug als we de statistieken betreffende flora en fauna over de afgelopen 30 jaar bekijken.

Van de periode daarvóór is helaas weinig bekend. Bij het in beschouwing nemen van dit soort cijfers dient men steeds goed te beseffen dat het hierbij om indicaties voor de kwaliteit van het natuurlijke milieu gaat en dat deze cijfers zeker geen totaalbeeld geven.

a) Flora

De achteruitgang van de Nederlandse flora gedurende de afgelopen kwart eeuw is weergegeven in tabel 3.8 (Molenaar, 1980). Deze achteruitgang is berekend op basis van het aantal uurhokken (dat wil zeggen standardeenheden van 5 x 5 km) waarin een soort voorkomt. De soort hoeft slechts éénmaal in een uurhok voor te komen om genoteerd te worden; of hij dus veel of weinig in een uurhok voorkomt blijkt er niet uit.

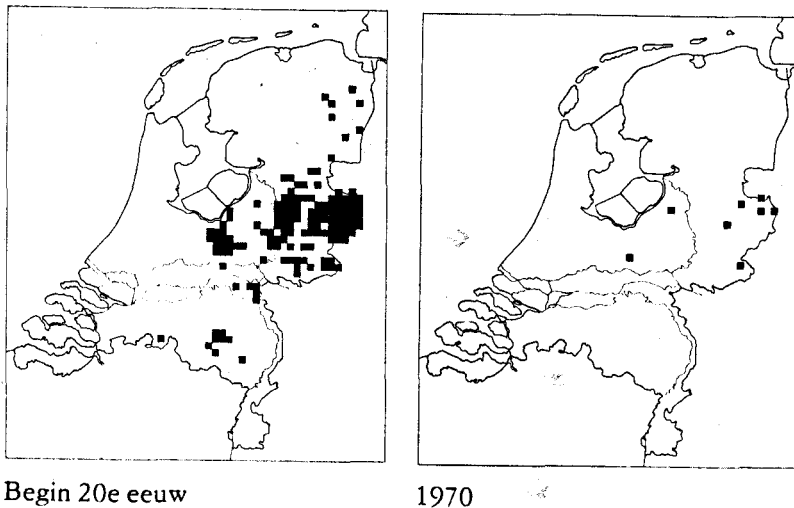
Tabel 3.8 - De achteruitgang van de Nederlandse flora tussen 1950 en 1975

	aantal soorten	%	%	
flora totaal	1502	100	---	
achteruitgegaan	824	55	100	
achteruitgang	50 %	108	7	13
achteruitgang	51- 70 %	423	28	51
achteruitgang	71- 90 %	182	12	22
achteruitgang	91-100 %	111	7	13

Als voorbeeld van een uurhokverspreidingsbeeld van één soort op twee tijdstippen is fig. 3.9 afgebeeld.

Uit tabel 3.8 blijkt onder meer dat maar liefst 55 % van de plantesoorten in de beschouwde periode is achteruitgegaan, waarvan het overgrote deel in zeer sterke mate (uurhokfrequentiedaling 50 %).

Gezien het feit, dat bij de berekening de frequentie in een uurhok geen rol heeft gespeeld, zal de werkelijke achteruitgang nog veel groter zijn.



Figuur 3.9 - Achteruitgang van Vetblad (uit Westhoff e.a. 1970)

Uit tabel 3.10 blijkt dat ook, over een langere periode beschouwd, de soortenrijkdom per uurhok sterk is afgenomen.

Tabel 3.10 - De verandering van het gemiddelde aantal soorten per standaardinventarisatieoppervlakte tussen 1900 en 1970 (De Molenaar, 1980)

		gemiddelde aantal soorten	
		1900	1970
per uurhok	(5 x 5 km ²)	250	180
per kwartierhok	(1 x 1 km ²)	120	79

b. Fauna

Van de achteruitgang in de fauna is minder cijfermateriaal beschikbaar. Logisch als men zich realiseert hoe groot sommige diergroepen zijn. Toch heeft elke natuurliefhebber wel eens gezegd: "dié soort, die kwam vroeger véél meer voor".

Dát er grote achteruitgang ten opzichte van de situatie van een eeuw geleden is, leidt geen twijfel.

Het zeer globale beeld voor vogels, zoogdieren, amfibieën en reptielen ziet er als volgt uit (De Molenaar, 1980):

	achteruitgang	stabiel	vooruitgang
zoogdieren (periode 1950-1970)	59 %	36 %	5 %
broedvogels (periode 1960-1970)	36 %	37 %	27 %
reptielen en amfibieën (periode 1940-1970)	95 %	5 %	-

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de soorten die vooruitgang vertonen, juist de min of meer opportunistische soorten zijn, de cultuurvolgers met een brede ecologische amplitudo, terwijl de achteruitgang vooral de meer specialistische, meer "kritische" soorten betreft.

Tot zover een globale indruk van de achteruitgang van flora en fauna in Nederland.

3.3.2

De rol van grondwaterstands daling

Welk aandeel heeft nu de grondwaterstands daling van de afgelopen decennia in deze achteruitgang gehad? Gezien het complex van factoren dat verandert bij een

grondwaterstands daling (zie 3.2) is het moeilijk een compleet beeld te geven.

Eenzijds omdat grondwaterstands daling vaak gepaard gaat met ander grondgebruik of andere bewerkingsmethoden, maar ook omdat één van de gevolgen van verdroging mineralisatie van organische stof is; een proces van verrijking van voedingsstoffen dat niet wezenlijk verschilt van de voedselverrijking, die tegenwoordig op grote schaal plaatsvindt, door onder andere de bemesting in de landbouw.

Dit maakt dat in onderstaande slechts gekeken zal worden naar de directe relatie organisme - grondwaterstand, wetende dat het beeld, dat hier uit voortkomt een te gunstig beeld zal zijn en niet geheel juist, immers bijvoorbeeld een waterplant kan ook om andere redenen, dan een gebrek aan water, verdwijnen.

Flora

Om een indruk te krijgen van de achteruitgang van plantesoorten, die direct afhankelijk zijn van het grondwater, de zogenaamde freatofyten, in vergelijking met echte waterplanten, de hydrofyten en de planten die onafhankelijk zijn van grondwater, de afreatofyten, is door De Molenaar de verdeling van deze groepen over verschillende zeldzaamheidsklassen bepaald voor de jaren 1950 en 1975 (De Molenaar, 1980).

Uit vergelijking van de situatie met betrekking tot zeldzaamheid van deze drie groepen maakt hij op dat:

- de Nederlandse flora als geheel in die periode kwantitatief sterk achteruitgegaan is;
- de achteruitgang van freatofyten en hydrofyten als geheel groter is dan die van de afreatofyten.

Bovendien bleek uit dit onderzoek dat:

- zowel de freatofyten van relatief stabiele milieus

als die van relatief dynamische milieus achteruit zijn gegaan, maar dat de eerstgenoemde sterker zijn achteruitgegaan dan laatstgenoemde.

Met andere woorden: juist de waardevolle stabiele situaties zijn het meest bedreigd.

De situatie van de vegetatietypen van de vochtige en natte omstandigheden is al niet rooskleuriger (De Molenaar, 1980): bijna 80 % van de vegetatietypen uit dat milieu is op dit moment bedreigd tot sterk bedreigd, terwijl in het recente verleden bijna de helft van deze typen verdwenen is uit 50 % van de in 1950 bekende vindplaatsen.

Fauna

Vele soorten dieren zijn in meer of mindere mate aan hoge grondwaterstanden gebonden.

Zo kennen gronden met hoge waterstanden hun eigen bodemfauna, zijn er allerlei insecten en amfibieën, die tijdens hun ontwikkeling aan stagnerend water en plasjes zijn gebonden en zijn er vogelsoorten die alleen kunnen fourageren en/of nestelen op vochtige gronden. Hoe belangrijk grondwaterstands­daling voor deze groepen is, kan wellicht het best geïllustreerd worden aan de weidevogels. Over deze diergroep is relatief veel bekend. Weidevogels zijn alle in meer of mindere mate aan vochtige, extensief beweide, graslanden gebonden. Nederland heeft een bijzondere verantwoordelijkheid voor deze vogels, gezien het grote percentage van de populatie dat in Nederland broedt (zie tabel 3.11).

Tabel 3.11 - De broedvogelpopulatie in Nederland van de vijf meest karakteristieke weidevogelsoorten als percentage van het totale bestand in Midden- en West-Europa (uit De Molenaar, 1980)

grutto	90 % (1)
kievit	50 % (2)
tureluur	50 %
kemphaan	75 %
watersnip	40 %

(1) Inclusief de IJslandse ondersoort is dit 80 %
(2) Exclusief Sleeswijk-Holstein

Momenteel wordt voor alle weidevogels een achteruitgang geconstateerd, zij het dat de situatie voor de ene soort beter is dan voor de ander.

De kemphaan wordt met uitsterven bedreigd, terwijl ook de tureluur sterk in aantal afneemt. De overigen nemen minder snel in aantal af. Oorzaken van de achteruitgang van weidevogels in het algemeen moeten gezocht worden in de veranderde bedrijfsvoering in de landbouw (hogere veebezetting, vervroegde maaidatum, bemesting en dergelijke) maar ook in de ontwatering en grondwaterstands daling.

Een indruk van het belang van deze laatste factor wordt gegeven in tabel 3.12.

Uit onderzoek blijkt (Beintema en Van den Berg 1976 en 1977), dat kievit, grutto, tureluur, watersnip en kemphaan de voorkeur geven aan slecht ontwaterd, relatief extensief gebruikt, grasland. Vindt er een lichte daling van de grondwaterstand plaats (bijvoorbeeld enkele decimeters), dan komen alleen nog de natste (meestal de laagst gelegen) delen in aanmerking als nestelgelegenheid, hetgeen in zo'n geval leidt tot een veel lagere broedvogeldichtheid. Op dit moment is er geen onderzoek bekend waaruit blijkt dat het effect van grondwaterstands daling, ten gevolge van grondwaterwinning op weidevogels een principieel

andere zal zijn, dan dat ten gevolge van ontwatering ten behoeve van de landbouw.

Tabel 3.12 - Vergelijking van de weidevogelstand (broedparen) voor en na ingrijpende polderpeilverlaging (Vledder, Oosterwolde, Mastenbroek), respectievelijk ruilverkaveling (Geestmerambacht): globale achteruitgang in procenten (afgerond op halve tientallen; De Molenaar, 1980)

gebied	Vledder	Ooster- wolde	Geestmer- ambacht ¹⁾	Masten- broeker- polder circa
periode	1960-'73	1958-'72	1969-'74	1940-/60
scholekster	40 ²⁾	-	90	-
kievit	80	90	85	
grutto	75	70	85	90
tureluur	80	70	90	
kemphaan	-	80	100	
watersnip	90	100	45	-

- (1) Berekend uit de dichtheid in het blok voor de ruilverkaveling en de dichtheid daarna in hetzelfde gebied exclusief het gespaarde Kleimeer.
 (2) Zeer globaal (geringe dichtheden)

3.4

Samenvatting

Grondwaterwinning kan op verschillende wijzen het natuurlijke milieu negatief beïnvloeden.

In de vegetatiesamenstelling komen de veranderingen ten gevolge van waterwinning vaak tot uiting doordat de vochtafhankelijke soorten verdwijnen ten gevolge van peilverlaging, soorten van voedselarme milieus verdwijnen door een toename van de mineralisatie in de bodem en soorten die gebonden zijn aan stabiele milieus, verdwijnen door een toename in de milieudynamiek.

Kwelreductie kan leiden tot het verdwijnen van soorten, die aan lithotroof grondwater gebonden zijn. Hun plaats wordt veelal ingenomen door ruigtekruiden en

andere soorten, gebonden aan dynamische milieus, wier snelle groei vaak leidt tot een monotone vegetatie.

Voor de fauna kan grondwaterstanddaling leiden tot afname van biotoop. Dit geldt onder andere voor moerasvogels, weidevogels en amfibieën. Een afname van soortenrijkdom zal dan het gevolg zijn.

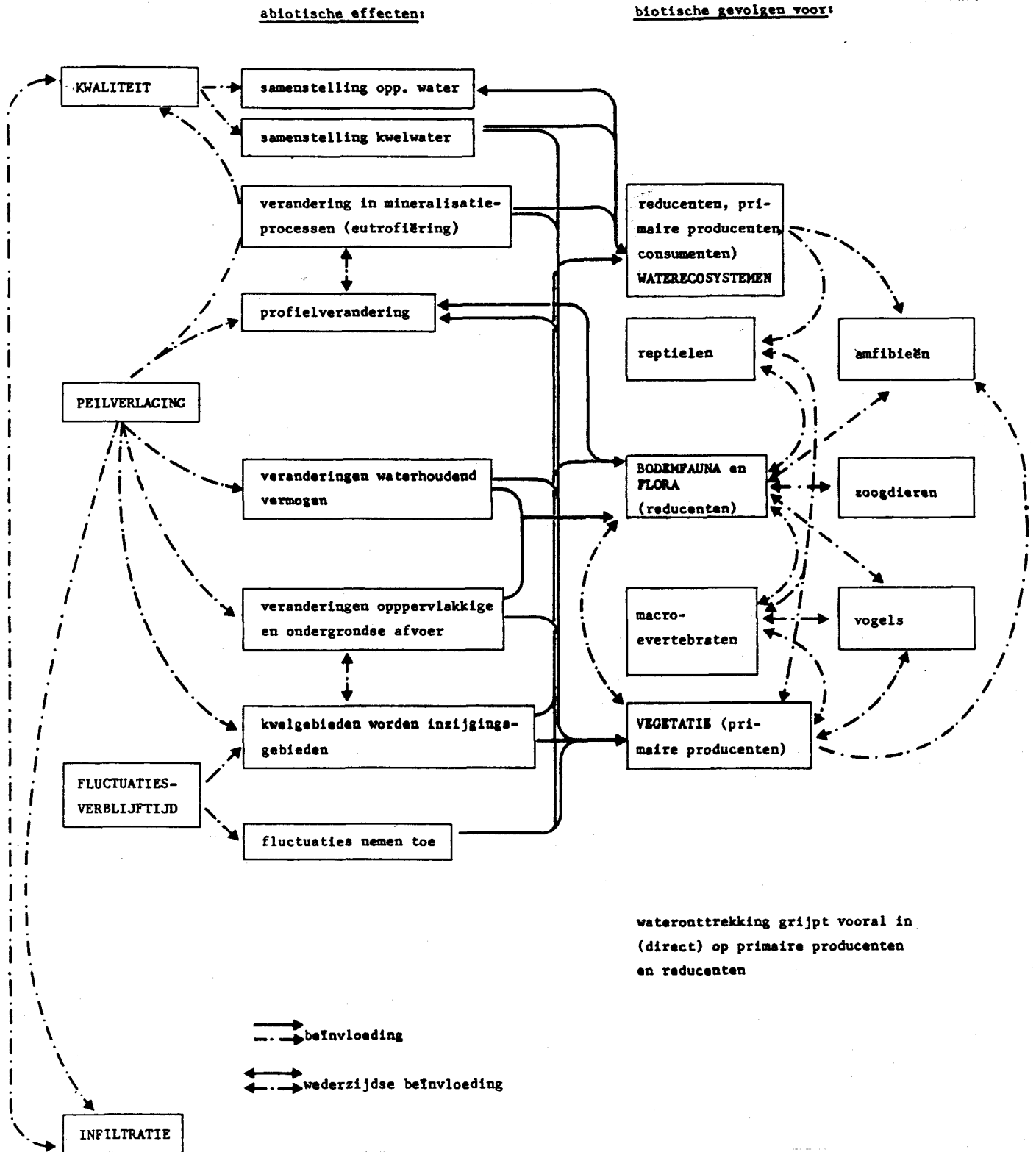
De toename van de fluctuaties in grondwaterstand kan ook hier leiden tot afname van soorten die gebonden zijn aan stabiele milieus.

Aquatische ecosystemen kunnen geheel verdwijnen door grondwaterwinning indien sprake is van (tijdelijk) droogvallen van stagnante wateren, die oorspronkelijk gevoed werden door grondwater.

Stromende systemen zullen beïnvloed worden doordat de stroomsnelheid afneemt en alle organismen die aan hogere stroomsnelheden gebonden zijn (bijvoorbeeld beekfauna) zullen verdwijnen.

De produktie van algen in het water zal toenemen en het water krijgt een meer eutroof karakter, vooral als er sprake is van kwelreductie. Dit uit zich in het verdwijnen van aan voedselarme situaties gebonden organismen, grotere kans op algenbloei en grote fluctuaties in het O₂-gehalte onder andere door rotting. De verlanding (het dichtgroeien) van sloten en dergelijke zal sneller plaatsvinden (Van Gijsen, 1979).

Van Gijsen (1979) heeft deze gevolgen van grondwaterwinning globaal in schema gebracht, rekening houdend met lange termijn en korte termijn effecten. Zie figuur 3.13.



Figuur 3.13 - De gevolgen van grondwateronttrekking (uit: Van Gijssen, 1979)

Uit een overzicht van de achteruitgang van het natuurlijke milieu in Nederland blijkt dat, gelet op soorten en ruimtelijke verscheidenheid, er sprake is van een snelle nivellering van natuurlijke waarden. De grondwaterstands daling in zijn algemeenheid heeft er een duidelijk aandeel in gehad.

Thans behoren de aan vochtige plaatsen gebonden, waardevolle levensgemeenschappen c.q. soortengroepen dan ook tot de meest bedreigde in Nederland.

HET STANDPUNT VAN DE OVERHEID INZAKE NATUUR EN LAND-
SCHAP IN RELATIE TOT GRONDWATERWINNING

Het standpunt van de Rijksoverheid met betrekking tot natuur en landschap is onder meer terug te vinden in een aantal structuurschema's en beleidsnota's.

Voor het spanningsveld natuur en landschap enerzijds en grondwaterwinning anderzijds zijn vooral van belang het Tweede Structuurschema Drink- en Industrie-watervoorziening (1981) met de bijbehorende Nota en het Structuurschema Natuur en Landschapsbehoud (1981).

De structuurschema's behandelen vooral de mogelijke claims, die door de verschillende sectoren op de ruimte worden gelegd.

Het ontwerp van wet Milieu-effectrapportage (m.e.r.) is gericht op de wijze waarop de belangen van het milieu ingebracht worden in de besluitvorming en moet dan ook vooral gezien worden als een besluitvormingsinstrument.

In onderstaande zullen zowel de genoemde structuurschema's als m.e.r. kort worden besproken. Daarbij zal eerst ingegaan worden op de plaats van de structuurschema's in het overheidsbeleid en vervolgens op de relatie grondwaterwinning-natuur en landschap, zoals die in de structuurschema's aan de orde komt. Van de m.e.r. zal - zeer beknopt - de procedure en de inhoud worden aangegeven, waarna wordt ingegaan op de gevolgen die mogelijk voor de (grond)waterleidingbedrijven aan m.e.r. verbonden zijn.

De rol van de provinciale overheden komt in hoofdstuk 5 nader aan de orde, wanneer aandacht wordt besteed aan de provinciale grondwaterplannen.

4.1 De structuurschema's

4.1.1 De plaats van structuurschema's in het overheidsbeleid

In december 1973 verscheen de Oriënteringsnota Ruimtelijke Ordening als beleidsvoornemen van de toenmalige regering.

Nadien is een reeks van nota's, visies, schetsen en schema's gevolgd, die de invulling van het beleid ten aanzien van de Ruimtelijke Ordening (RO) dient te zijn. De doelstelling van RO is het verwezenlijken van de best denkbare wederkerige aanpassing van de ruimte en de samenleving, zulks terwille van die samenleving.

RO is derhalve geen zelfstandige beleidsector, zoals de energievoorziening, de landbouw, of drink- en industriewatervoorziening dat zijn, maar is een facet van al die sectoren. Andere beleidsfacetten zijn het economische en het sociaal-culturele facet.

Van allerlei kanten wordt er de laatste jaren op aangedrongen dat ook het milieu zo'n beleidsfacet zou moeten zijn. Op dit moment is dat niet het geval.

De sectorplanning is de concrete programmering voor de lange en middellange termijn van één tak van overheidsbeleid en vormt een element in de besluitvorming over RO op nationaal niveau, die als volgt dient te verlopen:

In een structuurvisie voor een bepaalde sector wordt, voor alle facetten het toekomstige beleid aangegeven. Vanuit deze structuurvisie dient aan te worden gegeven wat de ruimtelijke consequenties zijn. Hiermee legt de sector zijn wensen ten aanzien van het gebruik van de ruimte dus vast. De wensen van alle sectoren moeten tegen elkaar afgewogen worden; dit gebeurt in structuurschetsen, waarvan er nu twee be-

staan: Structuurschets voor de Verstedelijking en voor de Landelijke Gebieden.

Aan deze integratiekaders kunnen de ruimtelijke aanspraken van de sectoren globaal op hun ruimtelijke aanvaardbaarheid worden getoetst. Deze aanspraken worden vervolgens vastgelegd in structuurschema's per sector.

Echter in de praktijk bleken structuurschema's éérder te verschijnen dan de structuurschetsen, waardoor het structuurschema helaas geen vertaling werd van het beleid per sector na afweging van de ruimtelijke wensen van alle sectoren. Op deze wijze ontstond het risico dat structuurschema's gemaximaliseerde wensenlijstjes van de verschillende sectorministers worden, die voor wat betreft hun ruimtelijke aanspraken slechts marginaal getoetst zijn.

De nota's, structuurvisies en structuurschema's doorlopen als beleidsvoornemen de procedure van de planologische kernbeslissing (PKB) voordat de regering haar plannen aan kan bieden aan de Tweede Kamer. Een ieder die dat wenst kan in deze procedure zijn/haar mening geven over de plannen. De regering verwerkt - zo mogelijk - de ideeën van de insprekers (op zich al een probleem: de meningen en belangen van de insprekers zullen uiteraard zeer uiteenlopen), voordat zij het schema of de nota aan de Kamer aanbiedt.

Hoe past nu het streekplan in dit geheel?

Daar immers worden de diverse aanspraken op provincieniveau op elkaar afgestemd? Het structuurschema kán restrictief zijn voor een streekplan. In de structuurschema's wordt onderscheidt gemaakt tussen "volledig afgewogen" en "gewogen" beslissingen. De eerste moeten als "hard" uitgangspunt worden beschouwd en de Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening kan krachtens een artikel in de wet RO de provincie ertoe brengen dit over te nemen.

De Rijksoverheid kan op deze wijze een duidelijke invloed op een streekplan uitoefenen. Vanuit de burger gezien betekent dit dat hij meerdere malen (namelijk én bij de PKB's én bij het streekplan) moet inspreken.

4.1.2 Het Structuurschema en de Nota Drink- en Industriewatervoorziening

Het structuurschema en de nota zijn gelijktijdig verschenen omdat zij een duidelijke samenhang hebben en elkaar aanvullen.

De nota bevat de "hoofdpijnen van het, met betrekking tot de drink- en industriewatervoorziening in ruime zin te voeren beleid. Het structuurschema geeft, na globale afweging, de reserveringen aan voor de ten behoeve van deze voorziening eventueel te realiseren projecten".

Juist omdat de nota de hoofdpijnen van het beleid omvat, geeft deze een goed uitgangspunt om na te gaan welke beleidsuitspraken hier gedaan worden met betrekking tot waterwinning en ecologische waarden. In de nota wordt als hoofddoelstelling vermeld "het bevorderen van de drink- en industriewatervoorziening, afgestemd op de behoefte aan water ten dienste van de gezondheid, het welzijn en de welvaart van de samenleving op een maatschappelijk verantwoorde wijze". Dit wordt uitgewerkt in vijf doelstellingen; aan elke doelstelling is vervolgens een aantal richtlijnen verbonden.

Doelstelling 5 vermeldt: "De infrastructurale werken en activiteiten dienen te voldoen aan milieuhygiënisch en ecologisch verantwoord te achten condities en ingepast te worden binnen de gewenste ruimte en waterhuishoudkundige structuren; schade aan andere belangen dient zoveel mogelijk te worden beperkt.

Bij de uitwerking in richtlijnen blijkt dat bij de uitvoering van waterwinningsprojecten gelet dient te worden op inpassing in het landschap en dat waardevolle landschappen en natuurgebieden gehandhaafd dienen te blijven.

Met betrekking tot gebieden met de hoofdfunctie natuur wordt nadrukkelijk gesteld dat behoud en zo mogelijk regeneratie van natuurwaarden in de eerste plaats betekent, het in stand houden van die aspecten, die de grondslag vormen van de bijzondere geschiktheid van het natuurlijke milieu ter plaatse.

Functies in de sfeer van natuur en landschap zijn nu eenmaal het meest kwetsbaar en veelal onvervangbaar.

Dit kan betekenen dat regionale grondwaterspiegels, kwel- en inzigtspatronen, grondwaterstandsfluctuaties, grondwaterkwaliteit en dergelijke zoveel mogelijk in stand gehouden dienen te worden, omdat zij vaak voorwaarde vormen voor de aanwezigheid van waardevolle biotische elementen (zie ook hoofdstuk 3).

Ook de kunstmatige aanvulling en voorraadvorming van grondwater dient mede gericht te zijn op het in stand houden of herstellen van deze fundamentele waarden van het milieu.

Naast richtlijnen voor winplaatsinrichting en voor de infrastructuur van watervoorzieningswerken ("bundeling van gelijksoortige vormen van infrastructuur" onder andere om zo aantasting en versnippering van het landelijke gebied te voorkomen) wordt aangegeven dat bij de opstelling van oppervlakte- en grondwaterplannen in een zo vroeg mogelijk stadium met de waterwinningen ten behoeve van drink- en industriewater rekening dient te worden gehouden. Niet wordt aangegeven in hoeverre deze richtlijnen strijdig zijn of overeenkomen met de richtlijn, die voortkomt uit de doelstelling "Het bevorderen van de winning en de bereiding van drinkwater uit die bronnen en met die

methoden, die in combinatie, uit oogpunt van volksgezondheid, een betrouwbaar eindprodukt leveren" en die aangeeft dat zoet grondwater als grondstof de voorkeur verdient boven achtereenvolgens geïnfiltreerd oppervlaktewater en oppervlaktewater via een buffervoorraad.

4.1.3

Het Structuurschema Natuur en Landschapsbehoud

Dit structuurschema kwam tot stand door samenwerking van het Ministerie van CRM en het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, en werd voorjaar 1981 aan de Tweede Kamer aangeboden. Het zou in het kader van dit rapport te ver voeren om en detail in te gaan op het totale beleid ten aanzien van natuur en landschap zoals de Rijksoverheid dat in dit structuurschema presenteert.

De nadruk in onderstaande zal daarom liggen op een aantal in het oog springende, en voor waterleidingbedrijven van belang zijnde, hoofdlijnen.

Als hoofddoelstelling voor het beleid wordt geformuleerd:

het bevorderen, binnen het totaal van het maatschappelijk kader, van zodanige voorwaarden en omstandigheden dat:

- de natuurlijke en cultuurhistorische verscheidenheid in het landelijk gebied, alsmede de verschijningsvorm daarvan wordt in stand gehouden, hersteld of ontwikkeld;
- natuurwaarden, cultuurhistorische waarden en daarmee verband houdende waarden in de sfeer van de menselijke beleving, met inachtneming van hun onderlinge samenhangen worden gehandhaafd, hersteld of ontwikkeld; één en ander mede met het doel bij te dragen aan het welzijn en de ontplooiing van

individuen en groepen uit de samenleving.

Deze hoofddoelstellingen worden uitgewerkt in doelstellingen, die de vertaling naar een concreet beleid vormen.

Deze doelstellingen zijn onder andere gebaseerd op het feit dat de kwaliteit van natuur- en landschap de afgelopen decennia in toenemende mate achteruit is gegaan ten gevolge van een veelheid van menselijke activiteiten, variërend van verstedelijking, industriële activiteit, recreatie en landbouw- tot waterwinning en militaire activiteiten. Voor elk van deze activiteiten kan een effect beschreven worden. De overheid verwacht dat met behulp van de milieu-effectrapportage het in de toekomst mogelijk zal zijn om de gevolgen van maatschappelijke activiteiten voor milieu, natuur en landschap te toetsen aan doelstellingen en beleid van de overheid op dit gebied (zie ook 4.2).

Een aantal categorieën van gebieden, waarvan erkend wordt dat zij relatief grote natuurlijke en landschappelijke waarden herbergen, wordt vervolgens onderscheiden en het beleid ten aanzien van deze gebieden wordt geformuleerd. Elke categorie omvat gebiedstypen of situaties die tot op zekere hoogte innerlijke verwantschap vertonen en eigen, bij benadering gelijksoortige, problemen kennen, zodat ook het beleid op die eigensoortigheid gericht kan zijn.

Er worden 4 beleidscategorieën onderscheiden, elk met eigen doelstellingen.

- 1) Beleids categorieën met het accent op natuur: natuurgebieden, bossen en nationale parken.
- 2) Beleids categorieën met het accent op landschap: rivierenlandschap, laaglandstromen, cultuurmonumenten, waardevolle historische en/of landschap-

pelijke gezichten.

- 3) Beleidscategorieën met het accent op natuur en landschap: bijvoorbeeld buitenplaatsen, waardevolle agrarische cultuurlandschappen, grote landschapseenheden en nationale landschappen.
- 4) Beleidscategorieën van de Noordzee en de Grote Wateren: de Noordzee en de Grote Wateren.

Deze gebieden zijn op kaarten weergegeven.

Met nadruk wordt gesteld dat het niet slechts gaat om de instandhouding van de gebieden als zodanig, maar juist om handhaving van de ecologische en landschappelijke kwaliteiten, welke in sterke mate bepaald worden door de aard en de activiteiten binnen die gebieden en de ruimtelijke en ecologische relaties met de omgeving. Voor wat betreft de grondwaterwinning moet dan bijvoorbeeld gedacht worden aan beïnvloeding van de regionale grondwaterspiegel of reductie van kwel.

4.1.4

Het structuurschema N & L en de drinkwaterwinning

In het structuurschema wordt met name voor de natuurgebieden en de gebieden met hoofdfunctie natuur (bijvoorbeeld Utrechtse Heuvelrug, duinen) aangegeven dat "waterhuishoudkundige maatregelen mede beoordeeld en gewogen moeten worden aan het belang van natuurbehoud" en dat "verdere intensivering van de waterwinning in deze gebieden alleen toelaatbaar is als de belangen van natuur en landschap niet worden geschaad, dan wel de mogelijkheden tot regeneratie niet worden beperkt. Daar waar goede mogelijkheden liggen voor regeneratie van natuurwaarden zal beëindiging of extensivering van de waterwinning worden bevorderd, mits dit uit oogpunt van de drinkwatervoorziening verantwoord is".

De mogelijkheden voor waterwinning in de gebieden van

de overige categorieën wordt, binnen de richtlijnen van de Rijksoverheid, voornamelijk bepaald door de mogelijkheden, die de provincies geven. Die mogelijkheden zullen tot uitdrukking worden gebracht in de provinciale grondwaterplannen.

4.2 Milieu-effectrapportage

In 1979 werd door de toenmalige Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne aan de Tweede Kamer een nota aangeboden betreffende milieu-effectrapportage (m.e.r.).

Op basis van zowel deze nota als de aanvullingen en het commentaar hierop door onder meer de Centrale Raad Milieuhygiëne (CRMH) en de Natuurbeschermingsraad werd vervolgens een wettelijke regeling voorbereid door het toenmalige Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne in samenwerking met het Ministerie van Cultuur Recreatie en Maatschappelijk werk. Het wetsontwerp dat hieruit resulteerde werd op 21 mei 1981 aan de Kamer aangeboden.

Op dit moment is niet duidelijk of en zo ja hoe de uitvoering van de m.e.r. geëffectueerd zal worden. Toch lijkt het zinvol om aan dit onderwerp enige aandacht te besteden. Te meer daar, als m.e.r. doorgang zal vinden op een wijze zoals de indieners van het wetsontwerp voor ogen stond, ook waterleidingbedrijven met m.e.r. te maken zullen gaan krijgen.

In onderstaande zal - zeer beknopt - een overzicht worden gegeven van de doelstellingen van m.e.r., de procedure en de inhoud van het M.E.R.. Tenslotte zal ingegaan worden op de mogelijke consequenties voor grondwaterleidingbedrijven.

4.2.1 Doelstellingen

Doel van invoering van m.e.r. is om het milieubelang een gelijkwaardige plaats in de besluitvorming te verzekeren naast alle overige belangen. M.e.r. is een besluitvormingsinstrument, een hulpmiddel om bij de besluitvorming rond allerlei menselijke activiteiten, de gevolgen van die ingrepen voor het milieu zichtbaar te maken en wel zodanig dat vanaf een zo vroeg mogelijk stadium in de voorbereiding ("het voorstel tot ...") tot en met de realisering én de evaluatie daarvan, de milieu-aspecten volwaardig in de beschouwing betrokken worden.

Toepassing van m.e.r. houdt een erkenning in van de gelijkwaardigheid van het milieubelang naast andere belangen maar garandeert geenszins ook altijd een, voor het milieu optimaal, besluit. Een spin-off van m.e.r. is dat er sprake zal zijn van een stroomlijning van procedures met betrekking tot milieuvergunningen. Zo zal, daar waar meerdere milieuvergunningen nodig zijn, één instantie als bevoegd gezag gelden en zal de beslissingsbevoegdheid van deze instantie daartoe verruimd worden.

4.2.2 De werkingssfeer van de m.e.r.

Welke activiteiten zullen er in de toekomst m.e.r.-plichtig worden?

De indieners menen dat, gezien de moeite en kosten die m.e.r.-plicht met zich meebrengt, alléén die activiteiten m.e.r.-plichtig dienen te zijn, die het milieu in belangrijke mate negatief kunnen beïnvloeden en waar bovendien (in verband met de controleerbaarheid) besluiten van een overheid voor nodig zijn. Nu doorloopt een besluitvormingsproces over een voorgenomen activiteit meestal meerdere stadia. Voor

grondwaterwinning denke men aan:

- Structuurschema DIV
- VEWIN-Tienjarenplan
- waterwinvergunning (Grondwaterwet)
- bestemmingsplan
- bouwvergunning.

Niet ten behoeve van alle overheidsbesluiten, die in de diverse stadia worden genomen, zal m.e.r. behoeven te worden toegepast. Dit kan naar de mening van de regering worden beperkt tot de zogenaamde cruciale besluiten:

besluiten waarbij één of meer wezenlijke alternatieven worden uitgesloten of één of meer verplichtingen worden aangegaan, die bepalend zijn voor het doorgaan van een voorgenomen activiteit. Hierbij zijn een aantal niveaus te onderscheiden:

- besluiten van algemene strekking (bijvoorbeeld een wet of algemene maatregel van bestuur);
- beleidsbesluiten (bijvoorbeeld vaststelling van een structuurschema);
- uitvoeringsbesluiten (bijvoorbeeld bij verlening van een waterwinvergunning).

Om de rechtszekerheid te verhogen is gekozen voor een systeem van positieve lijsten, waarop vermeld staan al die categorieën van activiteiten en besluiten, waarop m.e.r. van toepassing zal zijn. Deze lijsten zullen uiteindelijk worden vastgesteld bij algemene maatregel van bestuur (amvb), na inspraak en advisering over het ontwerp-amvb. Om nu te voorkomen dat het vaststellen van positieve lijsten een zekere verstarring te weeg brengt én om er zeker van te zijn dat er op nieuwe ontwikkelingen ingespeeld zal kunnen worden, voorziet het wetsontwerp bovendien in een verplichte, periodieke bijstelling van die lijsten.

Op dit moment (zomer '83) ziet het er naar uit dat zowel het Structuurschema Drink- en Industriewater-

voorziening, als het VEWIN-tienjarenplan, als grond- en oppervlaktewaterwinningen groter dan $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ alsmede infiltratie van oppervlaktewater met diezelfde capaciteit, m.e.r.-plichtig kunnen worden (Ministerie VOMIL e.a. 1982).

4.2.3 De procedure

De m.e.r.-procedure omvat het maken, beoordelen en gebruiken van het milieu-effectrapport (MER) alsmede het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van een besluit; één en ander met inachtneming van een aantal procedurele uitgangspunten.

De procedure bij m.e.r.-plichtige besluiten door anderen dan het bevoegd gezag zelf omvat globaal de volgende stappen.

1. De initiatiefnemer van een m.e.r.-plichtig project stelt het bevoegd gezag van zijn voornemen op de hoogte.
2. Het bevoegd gezag maakt deze plannen openbaar.
3. De Commissie m.e.r. brengt advies uit over de gewenste inhoud van het MER. Ook derden kunnen zich tot het bevoegd gezag wenden, om te voorkomen dat bepaalde aspecten of alternatieven over het hoofd worden gezien (vooroverleg). Het bevoegd gezag geeft aan welke informatie zij in het MER wil zien, één en ander liefst in samenspraak met alle belanghebbenden (specifieke richtlijnen + afbakening).
4. Onder verantwoordelijkheid van de initiatiefnemer wordt het MER opgesteld.
5. MER wordt toegezonden aan het bevoegd gezag.
6. Als deze het MER aanvaardbaar vindt, volgt publicatie.
7. Het MER wordt onderworpen aan inspraak.
8. Het bevoegd gezag alsmede de Commissie m.e.r.

ontvangt alle inspraakresultaten.

9. De Commissie toetst het MER aan de door haar gestelde richtlijnen en adviseert het bevoegd gezag.
10. Het bevoegd gezag neemt op basis van het MER, de inspraak en het commissieadvies een besluit.

In figuur 5.1 (blz. 111) wordt de procedure nog eens visueel gemaakt. Links in de figuur wordt de tijdsduur van de verschillende stappen aangegeven.

4.2.4 De inhoud van het MER

Het ontwerp van wet m.e.r. geeft de volgende richtlijnen voor de inhoud van een MER.

Artikel 41i

1. Een milieu-effectrapport bevat ten minste:
 - a. een beschrijving van hetgeen met de voorgenomen activiteit wordt beoogd;
 - b. een beschrijving van de voorgenomen activiteit en van de wijze waarop zij zal worden uitgevoerd, alsmede van de alternatieven daarvoor, die redelijkerwijs in beschouwing dienen te worden genomen;
 - c. een aanduiding van de besluiten bij de voorbereiding waarvan het milieu-effectrapport wordt gemaakt, en een overzicht van de eerder genomen besluiten van overheidsorganen, die betrekking hebben op de voorgenomen activiteit en de beschreven alternatieven;
 - d. een beschrijving van de bestaande toestand van het milieu, voor zover de voorgenomen activiteit of de beschreven alternatieven daarvoor gevolgen kunnen hebben, alsmede van de te verwachten ontwikkeling van dat milieu, indien die activiteit noch de alternatieven worden ondernomen;
 - e. een beschrijving van de gevolgen voor het milieu, die de voorgenomen activiteit, onderscheidenlijk de beschreven alternatieven kunnen hebben, alsmede een motivering van de wijze waarop deze gevolgen zijn bepaald en beschreven;
 - f. een vergelijking van de ingevolge onderdeel d beschreven te verwachten ontwikkeling van het milieu met de beschreven gevolgen voor het milieu van de voorgenomen activiteit, alsmede met de beschreven gevolgen voor het milieu van elk der in beschouwing genomen alternatieven;
 - g. een overzicht van de leemten in de onder d en e bedoelde beschrijvingen ten gevolge van het ontbreken van de benodigde gegevens;
 - h. een samenvatting die aan een algemeen publiek voldoende inzicht geeft voor de beoordeling van het milieu-effectrapport en van de daarin beschreven gevolgen voor het milieu van de voorgenomen activiteit en van de beschreven alternatieven.
2. Tot de ingevolge het eerste lid, onder b, te beschrijven alternatieven behoort in ieder geval het alternatief waarbij de beste bestaande mogelijkheden ter bescherming van het milieu worden toegepast.
3. Bij algemene maatregel van bestuur kunnen regelen worden gesteld met betrekking tot de wijze waarop de in het eerste lid bedoelde gegevens worden bepaald en beschreven.

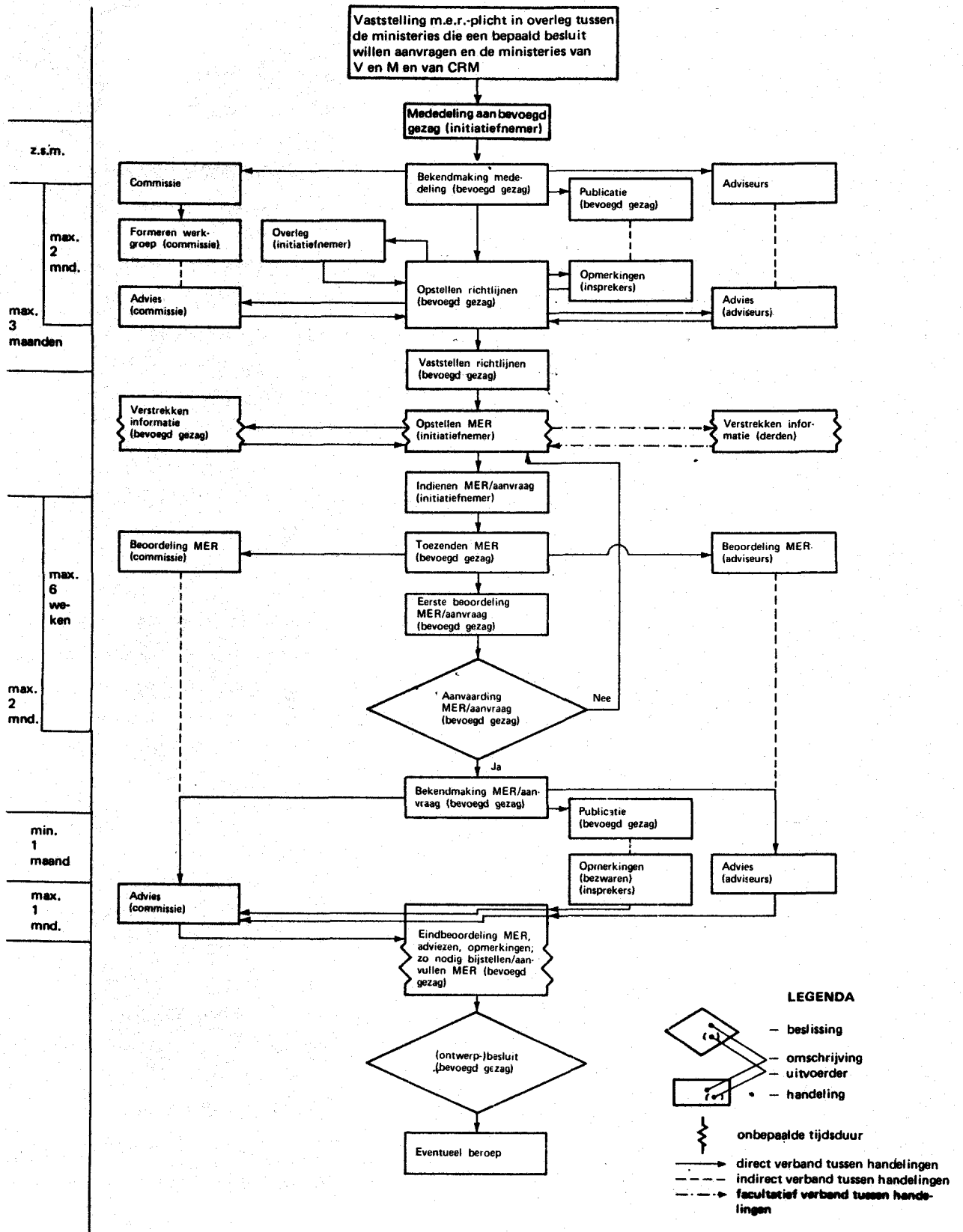


Fig. 4.1 Schematisch overzicht m.e.r.-proces bij besluiten op verzoek (uit: Voorlopige Algemene Richtlijnen; Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne e.a. 1981)

Het zou hier te ver voeren op alle genoemde punten in te gaan. Bovendien zal van een aantal aspecten in de praktijk moeten blijken, hoe zij benaderd en opgelost dienen te worden.

Veel zal afhangen van de mate waarin de opstellers van het MER er in slagen om een goed evenwicht te vinden tussen enerzijds juistheid en volledigheid en anderzijds een heldere en overzichtelijke presentatie.

4.2.5 M.e.r. en grondwaterwinning

Bij de huidige gang van zaken rond de vergunningverlening voor grondwaterwinning blijkt (zie hoofdstuk 5) dat de gevolgen voor het milieu in steeds sterkere mate een rol (gaan) spelen.

De verwachting lijkt dan ook gerechtvaardigd dat invoering van m.e.r. op het niveau van de vergunningverlening geen fundamentele veranderingen te weeg zal brengen in de omvang van het winplaatsonderzoek.

Uiteraard stelt de m.e.r. wel zo haar eigen regels aan procedure en presentatie maar, anders dan allerlei andere bedrijfstakken, zijn waterleidingbedrijven altijd al genoodzaakt geweest (zie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven) aan te geven in welke mate andere belangen aangetast kunnen worden door een nieuwe winning, of door uitbreiding van een bestaande winning. M.e.r. brengt daar geen wijziging in aan.

Anders ligt dit voor de hogere beleidsniveaus.

Op het niveau van de structuurschema's wordt ook gedacht aan m.e.r. Op dit niveau is de locatiekeuze en de keuze van waterwinmethode (onder andere grondwater of oppervlaktewater en dergelijke) onderwerp van studie.

In dit opzicht kan de ontwikkeling van provinciale

grondwaterplannen, als gunstig gezien worden. Immers hierdoor komen gegevens beschikbaar (met betrekking tot bijvoorbeeld geohydrologie, natuur en landschap, landbouw etc.) op basis waarvan het mogelijk wordt tot een meer expliciete afweging te komen dan voorheen mogelijk was.

De gegevens verzameld ten behoeve van het provinciale grondwaterplan zouden als zodanig bruikbaar kunnen zijn.

De proef-MER op het niveau van het Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening (de MER-Zuid-Kennemerland) heeft tot het inzicht geleid, dat m.e.r., op een dergelijk beleidsniveau zodanig dient te zijn dat uitgegaan kan worden van globale milieugegevens (Bruggink, 1982, Knoppert, 1982).

Voorbeelden hiervan zullen nader uitgewerkt dienen te worden.

5 DE ECOLOGISCHE PROBLEMATIEK BIJ (GROND-)WATERLEI-
DINGBEDRIJVEN

In het voorgaande is ingegaan op de gevolgen van grondwaterwinning voor het natuurlijke milieu en op het beleid van de overheid in het spanningsveld natuur-grondwaterwinning.

Om een indruk te krijgen van de mate waarin de grondwaterwinnende waterleidingbedrijven met deze problematiek te maken hebben, is in het kader van het VEWIN-speurwerkprogramma in 1980 een oriënterende enquête gehouden onder 68 waterleidingbedrijven. De Werkgroep EA begeleidde dit onderzoek.

Na uitwerking van deze enquête bleek een gedetailleerder beeld van de situatie gewenst.

Derhalve is vervolgens onder een twaalftal streekwaterleidingbedrijven - alle vertegenwoordigd in de Werkgroep Gevolgen Grondwaterwinning van de CoCluWa - een meer uitgebreide enquête rondgestuurd.

In onderstaande zullen de resultaten van beide enquêtes besproken worden.

5.1 De enquêteresultaten

De eerste enquête werd door 61 bedrijven (232 pompstations omvattend) ingevuld. Uit de resultaten van de enquête blijkt onder meer dat

- 16 procent van de bedrijven in het verleden te maken heeft gehad met bezwaren uit kringen van natuur- en landschapsbehoud;
- deze bedrijven in 1980 91 vergunningaanvragen hadden lopen;
- van de 33 bedrijven die één of meerdere vergunningaanvragen hadden lopen, er 19 bedrijven tot op de enquêtedatum géén bezwaar uit milieukringen hadden ondervonden;

- bij 62 % van de bedrijven een of meerdere natuurgebieden door een bestaande winning wordt/werd beïnvloed.

Deze eerste enquête droeg een zeer globaal karakter; ook al omdat de gegevens per bedrijf zijn geïnventariseerd, ongeacht het aantal winplaatsen per bedrijf. Nadere detaillering van het beeld leek gewenst.

Daartoe is de tweede enquête gehouden, onder 12 regionale bedrijven (154 pompstations).

Uit deze enquête bleek onder meer het volgende:

- In het verleden zijn bij ruim een vierde (40) van de (154) vergunningaanvragen bezwaren gerezen vanuit de kringen van natuur- en landschapsbehoud (inclusief bezwaren van CoGroWa op basis van ecologische overwegingen). In 27 gevallen leidde dit tot hetzij afwijzing, hetzij toewijzing van een geringere dan de aangevraagde hoeveelheid te onttrekken water, hetzij verlening van een proefvergunning.
- Van de 27 vergunningaanvragen die zeer recent zijn/ of binnenkort worden ingediend (niet behorend tot voorgaande groep) wordt verwacht dat er tegen 12 bezwaren zullen rijzen uit kringen van natuur- en landschapsbehoud.
- De ecologie heeft tot 1980 nauwelijks een rol gespeeld bij het winplaatsonderzoek. Slechts twee bedrijven meldden bij winplaatsonderzoek tevens ecologische aspecten betrokken te hebben. Als belangrijkste motieven om ecologische aspecten niet bij winplaatsonderzoek te betrekken brachten de bedrijven naar voren dat dit of niet werd gevraagd door de vergunningverlenende instanties, of niet noodzakelijk werd geacht in de ge-

ven situatie ("vermoedelijk geen ecologische waarden in het geding").

- Met betrekking tot compenserende maatregelen bleek dat bij 11 pompstations hiermee ervaring werd opgedaan. Het betrof hier dan compensering door hetzij infiltratie van oppervlaktewater, hetzij aanpassing van het slootpeil door stuwen, hetzij wateraanvoer of het aanbrengen van een slechtdoorlatende laag. Ook waren er gevallen waarin er sprake was van herverdeling van de onttrekking over verschillende pompstations. In hoeverre de compensering aan de gestelde verwachting voldeed, werd veelal niet nagegaan.

- De meeste bedrijven meenden dat ecologische aspecten van grondwaterwinning in de toekomst een belangrijke rol zullen gaan spelen bij de vergunningverlening. Deze verwachting wordt ondersteund door het gegeven dat ecologische aspecten bij recente vergunningaanvragen in veel meer gevallen een rol spelen dan dat in het verleden het geval is geweest (zie bovenstaande).

5.2

De toekomst

Uit de enquête is naar voren gekomen dat de meeste bedrijven van mening zijn dat de ecologische aspecten van grondwaterwinning in de toekomst een duidelijk belangrijker rol zullen gaan spelen in de besluitvorming rond de vergunningverlening dan dat in het verleden het geval is geweest. Te verwachten valt dat er in de toekomst op meerdere niveaus van de besluitvorming behoefte zal zijn aan een meewegen van de belangen van natuur en landschap. De ontwikkeling van de provinciale grondwaterplannen is een stap in die

richting.

Voor de waterleidingbedrijven is het grondwaterplan vooral van belang omdat het een belangrijke rol gaat spelen bij de locatiekeuze van waterwinplaatsen en derhalve, qua beleidsniveau aansluit bij het VEWIN-tienjarenplan. Bij algemene maatregel van Bestuur is bepaald dat het grondwaterplan zodanig opgesteld dient te worden dat het mogelijk wordt om, door het toekennen van gewichten aan verschillende belangen, te komen tot een afweging. Daartoe dient het plan gegevens te bevatten betreffende onder meer de geohydrologie, de grondwatersituatie (gebruik, hoeveelheid, kwaliteit, etc. etc.) en de beleidsvoornemens die deze situatie kunnen beïnvloeden, bijvoorbeeld toekomstige onttrekkingen, ruilverkavelingen, bestemmingsplannen, structuurschema's, etc.. Uiteindelijk dient het plan inzicht te geven in de wijze waarop de verschillende belangen bij het grondwater betrokken zijn. In de praktijk zal dit betekenen dat ook een beeld van de relatie grondwater - natuurlijk milieu in het grondwaterplan gegeven zal worden.

Zodra de grondwaterplannen gereed zijn, wordt het voor de waterleidingbedrijven mogelijk om, in een vroeg stadium van de besluitvorming rond uitbreiding van het leveringsvermogen, een indruk te krijgen van de mate waarin mogelijke waterwinning op verschillende locaties in de provincie conflicterend kan zijn met andere belangen.

Een locatiekeuze op basis van het grondwaterplan is echter geen verzekering voor het verkrijgen van een waterwinvergunning. Weliswaar zal het grondwaterplan het kader vormen voor Gedeputeerde Staten bij de vergunningverlening maar de verwachting is dat winplaatsonderzoek noodzakelijk zal blijven.

Dat heeft vooral te maken met het feit dat de ge-

gens, op basis waarvan het grondwaterplan zal worden opgesteld, veelal globaal van karakter zullen zijn en, voor zover het bijvoorbeeld de geohydrologie betreft, berusten op relatief grove berekeningen.

Dit zou kunnen betekenen dat, zodra in het kader van de vergunningverlening informatie gevraagd wordt over de invloed van de mogelijke winning op de omgeving, een grotere mate van detail en bijvoorbeeld een pomp-proef gewenst blijven.

Wel kan het verrichten van onderzoek op niveau van de locatiekeuze ertoe leiden dat het winplaatsonderzoek sneller zal verlopen en dat de kans op onverwachte resultaten veel geringer is dan zonder deze globale screening. Dit kan resulteren in verkorting van de periode tussen aanvraag en vergunningverlening.

In de praktijk zal moeten bijkomen wat precies het verschil in detaillering dient te zijn tussen locatiekeuze en winplaatsonderzoek.

Gezien het feit dat de verschillende provincies elk op eigen wijze het grondwaterplan zullen opstellen en dat winplaatsonderzoek als een aanvulling op het grondwaterplan beschouwd dient te worden, is het mogelijk dat het winplaatsonderzoek in de toekomst van provincie tot provincie inhoudelijk zal verschillen, voor zover het de ecologische aspecten betreft.

In alle gevallen echter zal het winplaatsonderzoek een goede beschrijving dienen te geven van de mogelijke gevolgen op de gekozen locatie en zal nadere detaillering en aanvulling van de gegevens afkomstig uit het grondwaterplan noodzakelijk zijn.

Naast ecologisch onderzoek ten behoeve van de locatiekeuze of in het kader van een vergunningaanvraag,

komt het steeds vaker voor dat er in een vergunning tot grondwaterwinning voorwaarden met betrekking tot ecologisch onderzoek, vermeld staan.

Veelal wordt daarin gevraagd de ecologische gevolgen van waterwinning in de tijd vast te leggen. Dit onderzoek vindt veelal plaats op grote schaal (bijvoorbeeld 1:10.000) en vormt een vervolg op het winplaatsonderzoek. Uitgangspunt voor een dergelijk onderzoek is een goede beschrijving van de uitgangssituatie.

Gedurende enkele jaren worden vervolgens de ontwikkelingen gevolgd in geohydrologie, flora, vegetatie en fauna in het invloedsgebied van de winning. Vergelijking met de uitgangssituatie zal dan uitsluitend moeten geven over de werkelijke invloed van een winning op de natuurlijke waarden in de omgeving.

In hoofdstuk 6 zullen met name locatiekeuze - en winplaatsonderzoek nader aan de orde komen.

6

ECOLOGISCH ONDERZOEK IN HET KADER VAN DE PLANNING
VAN WATERWINPLAATSEN

Om kennis te maken met ecologisch onderzoek naar de mogelijke effecten van een voorgenomen activiteit, wordt allereerst aandacht besteed aan een aantal facetten van dit type onderzoek.

Alvorens te beschrijven op welke wijze van dit type onderzoeksmethoden tot op heden gebruik wordt gemaakt ter ondersteuning van de planning van uitbreiding van de grondwaterwinning, zullen de verschillende stappen besproken worden, die in het proces van de besluitvorming zijn te onderscheiden. Hoe het ecologisch onderzoek op verschillende niveaus er uit kan zien, komt op het eind van het hoofdstuk kort aan de orde.

6.1 Enige aspecten van ecologisch onderzoek ter beoordeling van een ingreep in het natuurlijke milieu

6.1.1 Wat er nodig is

Om te komen tot de beoordeling van de mogelijke gevolgen van een ingreep in het natuurlijk milieu, is een keten van informatie nodig:

1. de abiotische en biotische kenmerken van de uitgangssituatie
2. de aard en omvang van de ingreep
3. een voorspelling van de abiotische gevolgen van die ingreep
4. de verandering van de biologische processen ten gevolge van de veranderingen in het abiotische milieu en daarmee zo mogelijk een voorspelling van de biotische verandering in het milieu
5. een interpretatie c.q. beoordeling van de effecten.

In het onderstaande volgen enkele opmerkingen met betrekking tot deze punten.

6.1.2 De keuze van milieukenmerken

Een processchema zoals dat van Van Gijssen (1979, zie blz. 96) vormt een goed vertrekpunt voor het onderzoek, ongeacht het besluitvormingsniveau.

In principe dienen alle in een dergelijk schema genoemde facetten bij het onderzoek betrokken te worden. In de praktijk zal veelal blijken dat lang niet alle genoemde facetten een rol spelen. Ook zullen er facetten moeten afvallen omdat er te weinig bekend is van de rol en betekenis ervan. Dit geldt met name bepaalde biotische kenmerken. Steeds is het van belang aan te geven waarom sommige biotische kenmerken wel en andere niet bij de beoordeling worden betrokken. Het opsporen van lacunes in kennis is immers het begin van kennisverdieping. Ook geeft het de beperkingen van de beoordeling aan. De keuze van de abiotische facetten wordt in hoge mate bepaald door hetgeen nodig is voor de voorspelling van de veranderingen in de biotische facetten.

6.1.3 De kaartschaal

In het ideale geval is de schaal en de mate van detail van de beschrijving van de uitgangssituatie en van de effecten in overeenstemming met de fase in de besluitvorming. Anders gezegd: voor locatiekeuze-onderzoek is een hogere mate van globaliteit wenselijk dan voor winplaatsonderzoek.

Hier doen zich echter verschillende problemen voor. Om er enkele te noemen:

1. Gekwantificeerde uitspraken over de relatie tus-

sen biotische facetten en abiotische veranderingen in het milieu zijn - zo ze al bekend zijn - veelal alleen bekend op soortsniveau.

Met andere woorden het gedrag van plantesoort X of diersoort Y is vaak beter gekwantificeerd, dan dat van vegetatietypen of levensgemeenschappen.

Kwalitatieve informatie dienaangaande is er wel, veelal in de vorm van veldkennis van biologen en literatuur.

Naarmate men meer wenst te kwantificeren, zal de mate van detail navenant groter dienen te worden, ongeacht het besluitvormingsniveau.

2. De kaartschaal hangt mede af van de schaal van het in beschouwing te nemen landschap.
Kleinschalige landschappen herbergen meer (biotische en abiotische) variatie dan grootschalige.
Wil men deze ruimtelijke verscheidenheid weergeven, dan dient de kaartschaal zodanig gekozen te worden, dat de kleinste weer te geven eenheden op de te maken kaart niet veel kleiner uitvallen dan bijvoorbeeld 0,5 x 0,5 cm.
3. De kaartschaal is nadrukkelijk niet afhankelijk van de grootte van het te beïnvloeden gebied. Anders gezegd, de kaartschaal nodig om de uitgangssituatie rond een kleine freatische winning te beschrijven is in principe niet groter dan die nodig voor een winning waarbij in groot gebied verlagingen worden verwacht.
4. Het onderscheidend vermogen van een methode hangt niet alleen af van de kaartschaal maar ook van het aantal klassen dat gebruikt wordt bij de

effectbeoordeling en het aantal criteria waarop beoordeeld wordt. Daarnaast is het aantal betrokken aspecten van belang.

In het geval, beschreven onder 3, is het veelal wel mogelijk het te beschouwen gebied te beperken door bijvoorbeeld de hoge gronden met diepe grondwaterstanden buiten beschouwing te laten.

Uit bovenstaande moge blijken dat het niet wenselijk is om met betrekking tot de kaartschaal tot één richtlijn te komen.

Als vuistregel echter zou men kunnen stellen dat regionaal onderzoek veelal plaatsvindt op de kaartschalen 1 : 50.000 en 1 : 25.000; lokaal onderzoek op 1 : 10.000 of groter.

In sommige gevallen kan het ook wenselijk zijn om verschillende kaartschalen naast elkaar te gebruiken al naar gelang de gewenste mate van detail.

6.1.4 De voorspelling van de gevolgen

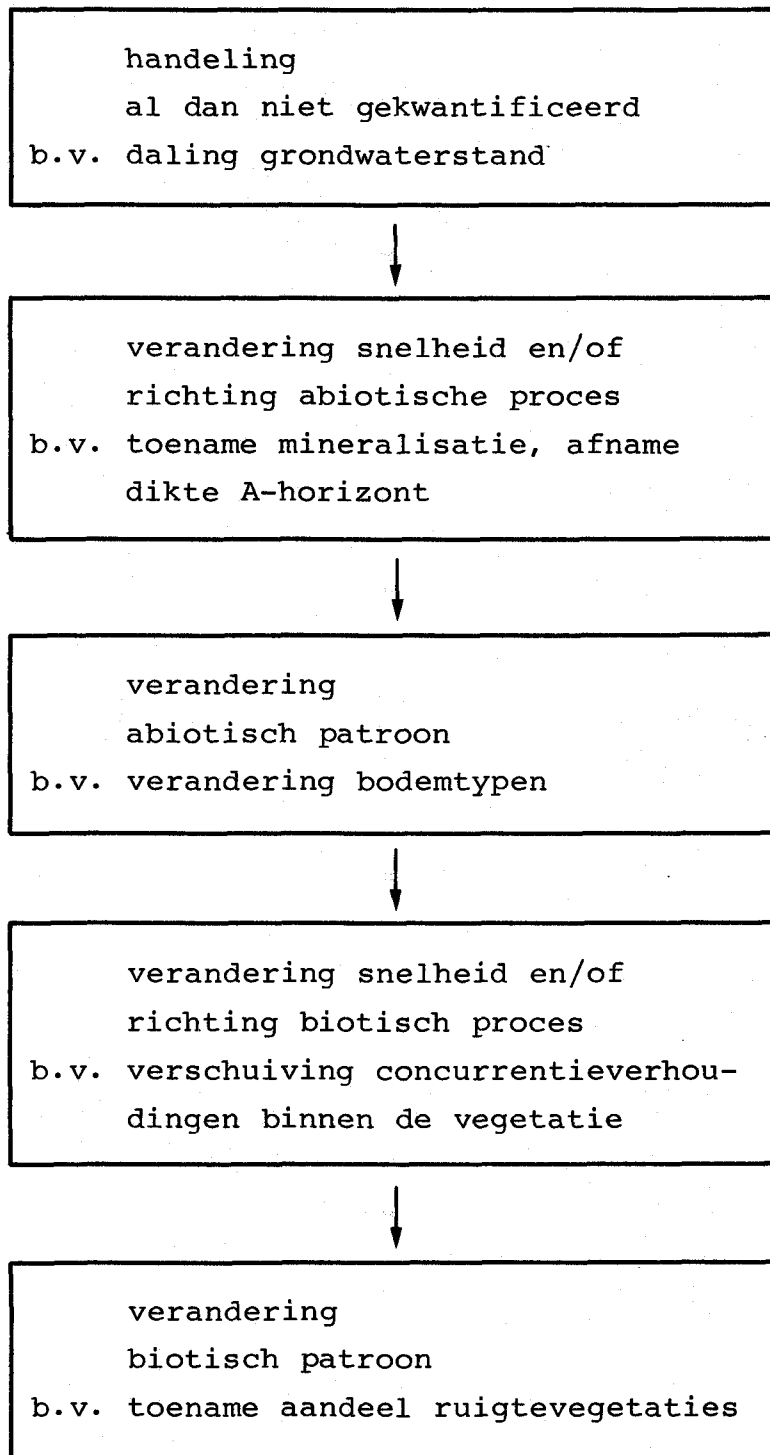
Menselijke ingrepen in het milieu hebben zowel direct als indirect gevolgen voor zowel het abiotische als het biotische milieu.

Een processchema zoals weergegeven op blz. 96 geeft globaal aan welke deelfacetten bij zo'n verandering in het milieu betrokken zijn.

Een goede kennis van de processen die aan de veranderingen ten grondslag liggen is voorwaarde voor een nadere omschrijving van de omvang van een verandering. In figuur 6.1 wordt weergegeven via welke keten van veranderingen ingreep en effect met elkaar verbonden kunnen zijn.

Hierbij gaat het vooral om een nadere omschrijving van de aard van de verandering zoals "toename ver-

ruiging" of "achteruitgang aandeel freatofyten".
Wil men kwantificeren dan is het nodig tot het om-



Figuur 6.1 - Een schematische beschrijving van de relatie tussen ingreep en effect in het natuurlijke milieu (naar: Huits e.a. 1980)

schrijven van dosis-effectrelaties te komen. Hierbij wordt de grootte van de ingreep gekoppeld aan de grootte van de verandering van een biotisch effect. Dit vraagt een zeer goede kennis van de uitgangssituatie en van de processen, die door een ingreep op gang komen. Toch krijgt deze benadering in toenemende mate de aandacht, omdat het hierdoor mogelijk wordt een beeld te geven van de situatie na het uitvoeren van een ingreep.

Vergelijking van de situatie voor en na de ingreep kan vervolgens tot een beoordeling van de ingreep leiden.

Anders ligt dit indien men zich beperkt tot bijvoorbeeld een kwetsbaarheidsbeoordeling van de uitgangssituatie voor een bepaalde ingreep.

Ook hier baseert men zich op een processchema en goede kennis van de uitgangssituatie. Hierbij gaat men niet zover dat de mogelijk nieuwe situatie na de ingreep beschreven kan worden, maar wordt een schatting gemaakt van de gevoeligheid van de beschreven biotische aspecten voor een bepaalde verandering in het abiotische milieu, bijvoorbeeld de mate van kwetsbaarheid van de vegetatie voor grondwaterstands daling.

De mate van kwetsbaarheid is dan niet beschreven voor een bepaalde grootte van de abiotische verandering.

In bijlage 1 wordt van beide benaderingen een voorbeeld gegeven. De voorbeelden betreffen beide een locatiekeuze-onderzoek. In het, door het RIN uitgevoerde onderzoek, wordt gebruik gemaakt van dosis-effect-relaties, waarbij de grondwaterstands daling weergegeven wordt in klassen met een klassebreedte van 10 tot 20 cm grondwaterstands daling.

Het succesvol hanteren van een dergelijke dosis-effect-relatie is alleen mogelijk als de voorspel-

ling van de grondwaterstands daling een foutenmarge heeft, die beduidend kleiner is dan de genoemde klassebreedte. Het feit, dat regionale hydrologische onderzoeken meestal niet aan een dergelijke nauwkeurigheid kunnen voldoen, doet dit de vraag rijzen of het gebruik van gekwantificeerde dosis-effect-relaties met een nauwkeurigheid zoals hierboven aangehaald, wel zinvol is, met name in de gebieden waar de ondergrond gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van inhomogeniteiten.

Bij winplaatsonderzoek liggen er in dit opzicht meer mogelijkheden. Hier mag een duidelijk hogere mate van detail worden verwacht (zie verder 6.4). In beide gevallen echter dient men er zich rekenschap van te geven dat de ruimtelijke weergave van de abiotische gevolgen van grondwateronttrekking een discontinu beeld kan opleveren. Met name daar waar kwelzones beïnvloed worden, kan zich dit voordoen. Dit type landschapsecologische relaties kan over het hoofd gezien worden, indien een te klein gebied in beschouwing wordt genomen.

Uit bovenstaande blijkt tevens dat het op elkaar afstemmen van hydrologische en ecologische voorspellingsmodellen zeker de aandacht behoeft.

6.1.5 De beoordeling van de effecten

Een beoordeling van de effecten van een ingreep is in dit kader de beoordeling van de wenselijkheid van die ingreep uit oogpunt van natuur- en landschapsbehoud.

Bij het hanteren van min of meer gekwantificeerde dosis-effect-relaties zal het globaal mogelijk zijn de "oude" en de "nieuwe" situaties met elkaar te vergelijken. Maar op grond van welke criteria dient zo'n beoordeling te geschieden?

Huits e.a. (1980) stellen de volgende eisen:

De criteria dienen:

- meetbaar en reproduceerbaar te zijn
- informatie te geven over de veranderingen onder invloed van de ingreep
- ecologisch, dan wel voor natuurbehoud relevant te zijn.

Bekende criteria zijn onder meer:

- (landelijke) zeldzaamheid : "is er nog veel van?"
- authenticiteit : "hoort het hier?"
- karakteristiekiteit : "is het kenmerkend voor dit type landschap?"
- ruimtelijke verscheidenheid: "hoe groot is de variatie?"

Door aan te geven hoe de situatie voor en na de ingreep is met betrekking tot één of meerdere van deze criteria kan men tot een beoordeling komen. Daarvoor is het gewenst om een formele maat voor deze criteria te gebruiken. Voor de zeldzaamheid van plantesoorten zou dit bijvoorbeeld de uurhokfrequentie kunnen zijn.

Is alleen een kwetsbaarheidsbeoordeling toegepast dan is een beoordeling niet mogelijk, omdat de "nieuwe" situatie niet omschreven is. Toch lijkt dit verschil groter dan het in de praktijk vaak is, vooral omdat "kwetsbaarheid" voor grondwateronttrekking en bijvoorbeeld "zeldzaamheid" in de Nederlandse situatie vaak parallel lopen. De mate van nauwkeurigheid van een voorspelling op basis van de formulering van een dosis-effect-relatie bepaalt in hoeverre de uitkomst van de beoordeling/evaluatie van een verandering concreter kan

zijn dan alleen op basis van een kwetsbaarheidsbeoordeling. Uit de beschrijving in bijlage 1 van de technische voorbereiding van het Grondwaterplan Drenthe blijkt dat de kwetsbaarheidsbepaling ook duidelijk geformaliseerd kan worden, zij het op basis van "best professional judgement" beoordelingen.

6.2 De verschillende niveaus van besluitvorming

Bij de planning van nieuwe en uitbreiding van bestaande grondwaterwinningen zijn de volgende niveau's van besluitvorming aan te geven.

1. Nationaal niveau

Een belangrijk kader voor de globale planning voor een periode van circa 30 jaar, wordt gevormd door de Structuurschema's. De rijksoverheid is verantwoordelijk voor de totstandkoming.

2. Provinciaal niveau (regionaal)

Met de inwerkingtreding van de grondwaterwet zal het de taak van de provincie worden globaal een beeld te geven van het beleid met betrekking tot het grondwater.

Daartoe dienen grondwaterplannen te worden opgesteld. Een dergelijk plan dient om de 10 jaar herzien te worden.

De verwachting is dat deze plannen zodanig zullen worden gepresenteerd dat duidelijk wordt in welke gebieden uitbreiding van de grondwaterwinning - rekening houdend met alle betrokken belangen - wenselijk wordt geacht.

Daarmee zal het een belangrijk instrument worden bij de locatiekeuze van waterwinplaatsen. Thans is men in het voorbereidingsstadium van deze plannen. Dit betekent dat de verantwoordelijk-

heid voor de locatiekeuze en de wijze waarop deze geschiedt, op dit moment nog geheel bij de waterleidingbedrijven ligt. Een overzicht van de beleidsvoornemens van waterleidingbedrijven op dit niveau wordt gegeven in het VEWIN-tienjarenplan dat ook een looptijd van circa 10 jaar heeft (herziening elke 3 tot 5 jaar).

Ook het streekplan speelt op dit niveau een rol.

3. Lokaal niveau

Op het moment dat duidelijk is, wat de preciese omvang van de toekomstige winning gaat worden, kan een vergunningsaanvraag worden ingediend.

Waar in het verleden de minister een grote rol speelde zal voortaan de provincie de aanvraag beoordelen.

Een vergunningsaanvraag gaat vergezeld van een rapport van een winplaatsonderzoek.

De tendens van de laatste jaren is geweest dat aan dit winplaatsonderzoek steeds hogere eisen worden gesteld. Met name wordt steeds vaker de vraag gesteld naar de gevolgen voor het natuurlijke milieu (zie ook hoofdstuk 5).

Waterleidingbedrijven zullen vooral te maken hebben met de planvorming op regionaal en lokaal niveau.

In de toekomst zal het grondwaterplan het kader vormen waarbinnen de locatiekeuze zal plaatsvinden. Thans al worden waterleidingbedrijven veelal betrokken bij de voorbereiding van die grondwaterplannen. Het leek, met het oog hierop, een goede zaak om aan ecologisch onderzoek op regionaal niveau enige aandacht te schenken.

Te meer daar de VEWIN in 1983 een grondslag heeft aanvaard, die aangeeft dat ecologische aspecten ook

een rol zullen spelen bij de locatiekeuze in de interimfase, dat wil zeggen tot het moment waarop de Grondwaterplannen van kracht worden.

6.3 Ecologisch onderzoek ten behoeve van de besluitvorming op regionaal niveau

Zowel bij de grondwaterplannen als bij de locatiekeuze door de bedrijven zelf zal het om de afweging van een aantal mogelijkheden gaan.

Veelal zal de vraag aldus geformuleerd worden:

Met welke waterwinmethode en op welke locatie kan tegemoet gekomen worden aan de gestelde prognoses voor watergebruik in een bepaalde regio, zodanig dat rekening houdend met alle betrokken belangen de keuze optimaal is?

Natuur en landschap is één van die belangen, naast bijvoorbeeld bedrijfseconomie, landbouwschade, volksgezondheid etc.. Om zo'n afweging mogelijk te maken zal duidelijk moeten worden hoe groot de mogelijke schade aan de verschillende belangen is bij verschillende alternatieven.

Een andere benadering is om een gehele regio in ogenschouw te nemen en op grond van bijvoorbeeld mogelijke schade aan natuur- en landschap tot een inperking te komen van het gebied waar vanuit die optie waterwinning mogelijk wordt geacht.

Het in ogenschouw nemen van alle bij het grondwater betrokken belangen, is uiteraard geen garantie dat al die belangen ook optimaal gediend zullen worden. Immers het gewicht dat aan de verschillende belangen gehecht wordt, zal op subjectieve gronden worden vastgesteld.

In veel gevallen zal men er in zo'n situatie toe besluiten via een geformaliseerde procedure, op basis van de aanwezige gegevens en kennis te komen

tot een voorkeursvolgorde per betrokken aspect. De uiteindelijke locatiekeuze op basis van de informatie valt buiten de technische voorbereiding. Rekening houden met de belangen van natuur en landschap betekent voor het ecologisch onderzoek, dat het zodanige informatie dient te geven, dat gebieden of alternatieve projecten met elkaar vergeleken kunnen worden voor wat betreft de kwetsbaarheid c.q. de mogelijke schade.

Om van het type gegevens, dat hiertoe gebruikt wordt en van de wijze waarop zo'n selectie tot stand komt, een beeld te geven wordt er in bijlage 1 een tweetal onderzoeken kort beschreven. Beide liggen op het niveau van het provinciale grondwaterplan.

Een aantal methodische aspecten van ecologisch onderzoek in het algemeen zijn besproken in paragraaf 6.1.

6.4 Ecologisch onderzoek in het kader van de vergunningverlening

Op dit niveau zijn twee situaties denkbaar: of er is locatiekeuze-onderzoek aan voorafgegaan en de effecten op regionale schaal van een voorgenomen winning zijn reeds bekend - in dat geval is het juist te spreken van inpassingsonderzoek -, of er is geen vooronderzoek uitgevoerd. In dat laatste geval zal het winplaatsonderzoek ruimer dienen te worden, omdat noch van de abiotische, noch van de biotische aspecten op voorhand al een zekere indruk bestaat. De hier als eerste beschreven situatie verdient duidelijk de voorkeur. In beide gevallen gaat het in principe om de beschrijving van de effecten van een voorgenomen winning. Hoogstens kunnen er enkele uitvoeringsalternatieven met elkaar

vergeleken worden. Hierdoor heeft inpassings- of winplaatsonderzoek een meer absoluut karakter dan - het meer vergelijkende - locatiekeuze-onderzoek. Immers door in alle stadia van de besluitvorming de ecologische aspecten van een voorgenomen winning te betrekken, kan worden voorkomen, dat in een laat stadium onverwachte obstakels zichtbaar worden en dat in dat stadium door de vergunningverlenende instantie een breed oriënterend onderzoek verlangd wordt met een grote mate van detail.

Dit is alleen mogelijk indien bij de onderzoeken ten behoeve van de verschillende niveaus, bij de keuze van de mate van detail, zoveel mogelijk aansluiting wordt gezocht met de aard van de beslissing. Met andere woorden: onderzoek ten behoeve van een winplaatsonderzoek dient op meer gedetailleerde gegevens en op kaarten met een grotere kaartschaal te berusten dan bijvoorbeeld locatiekeuze-onderzoek. In hoeverre het altijd mogelijk is om aan deze eis tegemoet te komen, is nader besproken in 6.1.3.

Samenvattend kan ten aanzien van het verschil tussen locatiekeuze-onderzoek en winplaatsonderzoek c.q. inpassingonderzoek gesteld worden dat:

1. het twee verschillende momenten in de besluitvorming betreft
2. het wenselijk is een duidelijk verschil aan te brengen in mate van detail en kaartschaal tussen onderzoek voor beide besluitvormingsniveau's
3. winplaatsonderzoek een meer absoluut karakter draagt.

In onderstaande zal een aantal kenmerken van inpassingsonderzoek nader worden belicht.

6.4.1 Beschrijving van de uitgangssituatie

Het feit dat locatiekeuze-onderzoek al heeft plaatsgehad, houdt onder meer in dat informatie over de regionale aspecten van de geohydrologie (regionale grondwaterstroming, kwel, inziggingspatronen, waterhuishoudkundige situatie, inzicht in andere onttrekkingen en dergelijke) in grote lijnen bekend is. De nadruk zal bij dit onderzoek liggen op nadere detaillering en invulling van de beschrijving van de uitgangssituatie en op de voorspelling van de gevolgen. De inzichten verkregen uit het regionale onderzoek vormen veelal een goede leidraad om te komen tot een gemotiveerde keuze van kaartschaal en de te beschouwen abiotische en biotische facetten. Ook kan vroegtijdig overleg met de betrokken instanties (CoGroWa en Provincie) tot een gerichte inperking van het onderzoek leiden.

Als basis voor het winplaatsonderzoek wordt voor de beschrijving van de uitgangssituatie en als uitgangspunt voor de voorspelling van de abiotische effecten, gedacht aan de volgende informatie:

- geologische opbouw (watervoerende en weerstandbiedende lagen)
- stijghoogten, grondwaterstanden (overschrijdingsduurlijnen)
- open waterpeilen
- kwel- en inziggingspatronen
- stromingspatronen (onder andere locale opbollingen van het freatische vlak)
- kwaliteit grondwater
- bodemtypen (hiervan af te leiden is onder meer een indicatie over de trofiegraad)
- bodemgebruik
- kwaliteit grond- en oppervlaktewater

- afvoer watergangen
- kwaliteit oppervlaktewater
- kwaliteit van eventueel aan te voeren oppervlaktewater
- andere wateronttrekkingen in de omgeving (bijvoorbeeld landbouw, industrie, drinkwatervoorziening) en cultuurtechnische werken c.q. belangrijke voornemens daartoe.

Ook de keuze van de biotische facetten hangt nauw samen met de bevindingen van het regionale onderzoek. Onduidelijkheden of generalisaties bij het regionale onderzoek kunnen bij het winplaatsonderzoek nader gedetailleerd en toegelicht worden. Men denke hierbij aan:

- meer en detail karteren van vegetatietypen
- verspreiding van relevante plante- en diersoorten, zoals:
 - freatofyten
 - weidevogels
 - regionaal belangwekkende soorten (bijvoorbeeld amfibieën e.d.)
- landschapsecologische relaties (waarbij grond- en/of oppervlaktewater een rol spelen).

6.4.2 De kaartschaal

Een vegetatiekundige zal op dit niveau van de besluitvorming gezien de gewenste mate van detail al gauw besluiten tot een kaartschaal van 1 : 5.000 tot maximaal 1 : 10.000, voor de beschrijving van de uitgangssituatie afhankelijk van de ruimtelijke variatie in het terrein. De hydroloog echter, die voor de nauwkeurigheid van zijn berekeningen gebonden is aan de schaal waarop variabelen van de ondergrond (c-, kd-waarden) zijn weergegeven en geïnterpoleerd, zal er veelal problemen mee hebben om

op een schaal van 1 : 10.000 zijn resultaten weer te geven. Het aantal punten waarop interpolaties gebaseerd zijn laat dit veelal niet toe. Dit betekent tegelijkertijd dat een bioloog vaak een gedetailleerdere beschrijving van bijvoorbeeld het verlagingenpatroon verlangt, dan de hydroloog kan geven. Met name voor gebieden, waarvan de opbouw van de ondergrond gekenmerkt wordt door veel inhomogeniteiten, kan dit tot problemen aanleiding geven. De afstemming van hydrologisch op ecologisch onderzoek en vice versa zal in de toekomst dan ook meer aandacht behoeven dan het tot op heden gekregen heeft (zie ook 6.2.4).

6.4.3 De voorspelling, afweging en evaluatie

De wijze van voorspelling van mogelijke veranderingen ten gevolge van een ingreep wijkt op dit niveau niet fundamenteel af van die op locatiekeuzeniveau, zij het dat op winplaatsenniveau een meer absolute uitspraak wordt verwacht. Dit pleit in theorie ervoor om bij winplaatsonderzoek het effect bij voorkeur aan de hand van een ingreep-effect-relatie te beschrijven; althans voor zover de kennis van het betrokken facet dit toestaat. In de praktijk zal duidelijk dienen te worden in hoeverre dit ook mogelijk is. Thans zal in veel gevallen nog volstaan worden met een kwetsbaarheidsanalyse. De beoordeling van de voorspelde gevolgen kan ook weer geschieden aan de hand van een of enkele van de eerder genoemde beoordelingscriteria.

De eindafweging over de wenselijkheid van een winning is uiteindelijk de taak van de vergunningverlener.

Tot op heden is er nog weinig ervaring opgedaan met

dit type ecologisch onderzoek.

Daarom lijkt het van groot belang om - in de onderzoeksfeer - na te gaan in hoeverre gedane voorspellingen met betrekking tot de gevolgen van een winning, ook werkelijk, na het in gebruik nemen van het pompstation uitkomen. Dit dient dan zowel een controle van de voorspelling van de hydrologische effecten te betreffen, als een controle van de voorspelling van de gevolgen voor de biotische factoren. Met betrekking tot de hydrologie kan dit leiden tot meer inzicht in de foutenmarges van de gehanteerde modellen en methodes, terwijl met betrekking tot de ecologie meer inzicht verkregen kan worden in dosis-effect-relaties.

Hierbij wordt dan gedacht aan, na het beschrijven van de uitgangssituatie, het volgen, gedurende de eerste jaren van de winning, van een aantal grootheden, bijvoorbeeld de grondwaterstanden, stijghoogten en oppervlaktewaterpeilen in het door het pompstation beïnvloede gebied, alsmede aan het volgen van de ontwikkelingen in vegetatie, flora en fauna door jaarlijks een aantal permanente kwadranten (vaste proefvlakken, waarbinnen de vegetatiesamenstelling wordt opgenomen) te beschrijven en/of een aantal gevoelige soorten binnen het beïnvloedingsgebied te karteren.

Het belangrijkste kenmerk van deze evaluatie dient de systematische opzet en de regelmatige herhaling te zijn, want alleen door de veranderingen ten gevolge van grondwaterwinning in het natuurlijke milieu op de voet te volgen, zal het mogelijk worden betere voorspellingen met betrekking tot de relatie grondwater - natuurlijk milieu te formuleren.

6.5

Welke biologische informatie is waar beschikbaar

Met de toenemende belangstelling voor natuur- en landschap in de jaren zeventig nam ook de behoefte aan concrete gegevens over het natuurlijke milieu toe.

Vooraf ten behoeve van de provinciale planning (streekplan en dergelijke) is er in die periode in veel provincies een begin gemaakt met het karteren van een aantal facetten van het natuurlijke milieu. Een uitgebreide bespreking van de "voors en tegens" van milieukartering lijkt hier niet op zijn plaats. Het gebruik van dergelijke gegevens heeft wel geleerd dat overleg tussen gebruikers en verzamelaars van de gegevens van groot belang is; dat met name de kaartschaal van de gegevens zoveel mogelijk overeen dient te komen met die van de toepassing en dat het waarden van kaartvlakken tot problemen kan leiden. Uit het verleden zijn voorbeelden bekend van situaties waarbij in gebieden met een lage waardering activiteiten voorzien werden met uitgebreide planologische consequenties (Burggraaff e.a., 1979). De samenhang tussen kaartelementen op een waarderingskaart is door niet-deskundigen blijkbaar moeilijk te zien. Dit neemt niet weg dat goede kennis van en inzicht in het natuurlijke milieu in een bepaald gebied een goede basis vormt voor een inschatting van de mogelijke gevolgen van een activiteit en als zodanig vormen de gegevens van milieukarteringen een belangrijke bron van informatie.

In tabel 6.2 wordt een zeer globaal overzicht gegeven van de stand van zaken bij de verschillende provincies eind 1982.

Niet alleen provincies maar ook andere instellingen verzamelen informatie. Zo vervaardigt het Rijksher-

	Geomorfologie	Landschapsbeeld	Cultuurhistorie	Flora	Vegetatie	Vogels	Hydrobiologie	Herpetofauna
Groningen	=	*	=	*	*	=B	.	-
Friesland	+	=	*	x	x	xB	o	-
Drenthe	=	.	-	=	=	=B	x	o
Overijssel	x	x	x	x	x	*	x	-
Gelderland	-	o	-	x	x	+	.	-
Utrecht	*	x	-	=	*	o	*	x
Noord-Holland	-	-	-	*	*	*B	*	*
Zuid-Holland	-	*	-	=	x	=	*	-
Zeeland	i	*	i	*	*	xB +	x	-
Noord-Brabant	x	-	x	-	x	x	-	-
Limburg	-	-	-	-	-	-	-	-

verklaring der tekens

* gehele provincie	+ beperkt tot bepaalde groepen
= gehele provincie in eerste ronde gereed	o incidenteel
x beperkt tot bepaalde delen	. in orientatiefase
B beperkt tot broedvogels	- geen inventarisatie
	i in voorbereiding

Tabel 6.1 - Overzicht van de - per provincie bij de provinciale milieukartering betrokken facetten; stand van zaken in begin 1983 (bron: IAWM 1983)

barium te Leiden gegevens over het voorkomen van planten op uurhok (5 x 5 km)-niveau en heeft de Stichting Ornithologisch Veldonderzoek Nederland (SOVON) een Atlasproject opgezet, waarbinnen - ook weer per km² hok - de broedvogelstand wordt weergegeven.

Alle genoemde bronnen geven informatie op nationaal of regionaal niveau.

Voor winplaatsonderzoek zal veelal aanvullende informatie verzameld dienen te worden.

6.6

Conclusies

- * Indien ecologisch onderzoek plaatsvindt naar de gevolgen van een voorgenomen grondwaterwinning dient duidelijk te zijn voor welk niveau van de besluitvorming de resultaten gebruikt worden.
- * De keuze van schaal en de mate van detail van een ecologisch onderzoek, dienen zoveel mogelijk aan te sluiten bij (de aard van) het betrokken besluitvormingsniveau.
- * Ecologisch onderzoek ter ondersteuning van locatiekeuze kenmerkt zich door het feit dat het om vergelijking van de mogelijke locaties gaat; winplaatsonderzoek draagt een meer absoluut karakter.
- * Door zowel bij de locatiekeuze als bij de vergunningaanvraag rekening te houden met de ecologische gevolgen van een winning, kan onnodige vertraging bij de vergunningverlening voorkomen worden.
- * Bij ecologisch onderzoek, ongeacht het niveau van besluitvorming, dient rekening te worden gehouden met grootschalige ruimtelijke relaties, zoals ef-

fecten van de beïnvloeding van regionale grondwaterstromen.

- * Hydrologische voorspellingsmethoden met betrekking tot verlagingspatronen en ecologische voorspellingsmethoden met betrekking tot veranderingen in levensgemeenschappen sluiten wat betreft de mate van detail niet altijd goed op elkaar aan.

- * Evaluatie van de gevolgen van recent gestarte of te starten winningen zal leiden tot een toename in kennis van dosis-effect-relaties en daarmee tot een verbetering van de bestaande voorspellingstechnieken.

6.7

Tenslotte

Alvorens een rapport dat de ecologische aspecten van grondwaterwinning betreft, af te sluiten, lijkt het goed een indruk te geven van de ideeën die in de Werkgroep Ecologische Aspecten naar voren zijn gebracht met betrekking tot de voortgang van het onderzoek in het kader van het VEWIN-speurwerkprogramma.

In voorgaande is gesproken over ecologisch onderzoek in het kader van de planning. Dit type onderzoek veronderstelt dat het mogelijk is, op basis van bestaande kennis, een voorspelling te doen over het gedrag van planten en dieren na een grondwaterstandsaling en/of kwelreductie. In hoofdstuk 3 is naar voren gekomen, dat kwantificering nog vaak op problemen stuit. Een goede mogelijkheid om hierin meer inzicht te krijgen is de evaluatie van de ecologische gevolgen van een winning.

Deze zou kunnen geschieden bij recent te starten (uitbreidingen van) grondwaterwinningen, waarbij zowel hydrologische als ecologische parameters in de tijd gevolgd worden.

De duur van een dergelijk onderzoek zou minstens de periode van enige jaren dienen te beslaan. Uit de literatuur is namelijk bekend (bijvoorbeeld Reijnen e.a., 1981) dat het effect van een grondwaterstandsaling op de vegetatie nog geruime tijd kan najlen. Via dergelijk onderzoek zal een indruk verkregen kunnen worden van de nauwkeurigheid van zowel de hydrologische voorspellingsmodellen als van ecologische voorspellingen. Samenwerking met de KIWA-Werkgroep Geohydrologische Aspecten lijkt dan ook gewenst.

Dit geldt ook voor de afstemming op elkaar van geohydrologisch en ecologische voorspellingsmodellen. Met name de gewenste mate van detail zal hierbij onder-

werp van discussie vormen.

Op verschillende plaatsen in Nederland wordt thans gewerkt aan het beschrijven van dosis-effect-relaties. Het model WAFLO dat in bijlage 1 aan de orde komt bij de beschrijving van de methode die in het gebied ten zuiden van Breda gebruikt is, wordt thans door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer nader bekeken. Er zal onder meer een toetsing en ijking van het model plaatsvinden. Medio 1984 zullen deze gereed zijn. Dan zal er een beter beeld bestaan van de bruikbaarheid van een dergelijke benadering. De opdracht voor dit onderzoek door het RIN is afkomstig van de Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven (CoGroWa). Mocht men na toetsing en ijking tot het inzicht komen dat dit model de mogelijke gevolgen van een grondwaterstandsdeling goed beschrijft dan zullen de mogelijkheden van gebruik van deze methode bij winplaatsonderzoek nader bezien dienen te worden. In de fase die volgt op de periode van modelontwikkeling zal onder meer inzicht verkegen dienen te worden in de randvoorwaarden waaraan het gebruik van dat model gebonden is. Hierin lijkt ook zeker een rol voor het KIWA weggelegd.

LITERATUUR

1. Anonymus, 1981; Besluit inrichting grondwaterplannen, 22 april 1981 op voordracht van de Minister van Verkeer en Waterstaat; gelet op artikel 8, tweede lid, Grondwaterwet.
Stb. 1981, 392
2. Anonymus, 1981; Uitbreiding van de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne (Regelen met betrekking tot Milieu-effect-rapportage). Tweede Kamer, zitting 1980-1981, 16814, nrs. 1-3
3. Bakker, K.; Syllabus Ecologie
RU Leiden, 1977
4. Balátová-Tuláckova, E. 1968; Grundwasserganglinien und Wiesengesellschaften.
Ac. Sc. Nat. Brno. 2, 2, pp 1-37
5. Bannister, P., 1976. Introduction to physiological plant ecology.
Blackwell scientific publications. Oxford-London
6. Both, J.C. en Wirdum, G. van 1981; Waterhuishouding, bodem en vegetatie van enkele Gelderse natuurgebieden; basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, RIN
7. Bruggink, M., 1982; M.e.r. boven water.
Doctoraalscriptie/RPD-verslag

8. Burggraaff, M. e.a., 1979. Milieukartering, methoden, toepassing en perspectief.
Centrum voor Landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie, Wageningen
9. Centraal Bureau voor de Statistiek, 1983. Milieustatistiek 1979-1982.
Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage
10. Cleemput, O., Patrick, W.H. 1974; Nitrate and Nitritereduction in flooded gamma-irradiated soil under controlled pH and redox-potentiale conditions Soil, Bioch. vol. 6 pp 85-88
11. Ellenberg. H, 1978, Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas.
Scripta Geobotanica IX. Erich Goltze KG, Göttingen
12. Grime, J.P., 1978; Interpretation of small-scale patterns in the distribution of plant-species in space and time.
In: Structure and functioning of plantpopulations. Freysen, A.H.J. en J.W. Woldendorp.
N.H. Publish. Compan., Amsterdam
13. Grootjans, A.P., 1975; De invloed van grondwaterstands daling op de vegetatie in natuurgebieden.
Rapport PPD-Drenthe
14. Grootjans, A.P. e.a., 1979; Ondergang van het laatste blauwgrasland in Drenthe.
Natuur en Milieu 6, p. 9-15

15. Grootjans, A.P., 1979; Some remarks on the relation between nitrogen mineralisation, groundwater table and standingcrop in wet meadows.
Acta Bot. Neerlandica 28, 23
16. Grootjans, A.P., 1979; Effecten van grondwaterstanddaling op een beekdalreservaat in het stroomdallandsschap van de Drentse Aa.
WLO-mededelingen 6 (1979), 3
17. Grootjans, A.P., 1979; Distribution of plantcommunities along rivules in relation to hydrology and management.
Ber. der Int. Symp. der Int. Ver. für Vegetationskunde
18. Grootjans, A.P. en W.Ph. ten Klooster, 1980; Changes of groundwaterregime in wet meadows.
Acta Bot. Neerl. 29 5/6
19. Grootjans, A.P. en Made, J.G. van der, 1982; Waterwinning, natuurbehoud en landbouw in Drenthe.
H₂O, 13, p. 321-337
20. Gijsen, M.E.A. van, 1979; Ecologische aspecten van grondwaterwinning. RIN-rapport 79/11.
RIN-Leersum
21. Heukels, H. & S.J. van Oostroom, 1977; Flora van Nederland, 19e druk.
Wolters-Noordhoff, Groningen

22. Huits, P.A.J. e.a., 1980. Toepassing van ecologische karteringsgegevens en methoden.
Deelrapport I landschapsecologische pilotstudie-vaste landsduinen Zuid-Holland in het kader van Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland
RIN-rapport 80/9. Leersum
23. Instituut voor Milieuvraagstukken, 1980. Algemene Inleiding Milieuproblematiek.
Vrije Universiteit Amsterdam
24. Instituut Systematische Plantkunde, 1979. Oecologie voor de eerste fase.
Syllabus. RU-Utrecht
25. Jansen, P.C. en Kemmers, R.H., 1979; Onderzoek naar de relatie vegetatie-waterhuishouding in het komgrondenreservaat Tielerwaard-West. Deelrapport 1 & 2.
ICW-Wageningen, nota 1142 en 1143.
26. Jurgens, B.H. e.a., 1977; Kernbiologie deel 3
Thieme, Zutphen
27. Kemmers, R.H. en Jansen, P.C., 1980; Halfnatuurlijke vegetaties in relatie tot waterhuishouding en waterkwaliteit.
ICW, Wageningen
28. Knoppert, P.L. en E.G.H. Vreedenburg, 1982; Ervaringen met een proef Milieu-effectrapportage drinkwatervoorziening
H₂O 15, 2 pp 22-24

29. Krebs, C.J.. 1972; Ecology
Harper and Row, New York
30. Kuenen, D.J., (red.) 1975; Inleiding in de mi-
lieukunde.
Van Gorcum, Assen/Amsterdam
31. Larcher, W., 1976. Ökologie der Pflanzen.
Ulmer-Verlag Stuttgart
32. Leeuwen, Chr.A. van, 1965. Het verband tussen
natuurlijke en anthropogene landschapsvormen
bezien vanuit de betrekking in grensmilieu's.
Gorteria 2, 8, p. 93-105
33. Leeuwen, Chr.A. van, 1966. A relation theoretical
approach to pattern and process in vegetation.
Wentia 15, pp. 25-46
34. Leeuwen, Chr.A. van, 1970. Het botanisch beheer
van natuurreservaten op structuur-ecologische
grondslag.
Gorteria 3, 2, 1970 pp. 16-28
35. Leeuwen, Chr.A. van, 1979. Collegedictaat Ecolo-
gie I & II.
TH-Delft, afd. Bouwkunde
36. Londo, G., 1975; Nederlandse lijst van hydro-
freato- en afreatofyten. RIN-rapport
37. Maarel, E. v.d., 1976; De winning en aanvulling
van grondwater: ecologische gevolgen. H₂O (9) 26

38. Miller, R.D. en Johnson, D., 1964; The effect of soil moisture tension on carbon dioxide evolution, nitrification and nitrogen-mineralisation. Soil Science Soc; Am. Proceedings 1964, pp. 644-646
39. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk, 1982
Milieu Effect Rapportage - 10. Werkingsfeer; Waterhuishouding, oppervlaktedelfstoffen ondergrondse activiteiten.
Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage
40. Ministerie van Volkshuisvesting en Milieuhygiëne 1981: Voorlopige Algemene Richtlijnen
Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk: M.e.r-reeks nr. 6, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage
41. Molenaar, J.G. de, 1980; Bemesting, waterhuishouding, intensivering in de landbouw en het natuurlijke milieu.
RIN-Leersum/Ministerie CRM
42. Mörzer Bruyns, M.F., 1965; Natuurbehoud als Gemeenschapsbelang. Inaugurele rede 20 mei 1965.
Veenman & Zn. Wageningen
43. Mörzer Bruyns, M.F., 1973; Landinrichting en natuurbeheer. Landbouwkundig Tijdschrift (85) 8
44. Niemann, E., 1963; Beziehungen zwischen Vegetation und Grundwasser.
Natursch. Landsch. Forsch. 3 p. 3-26, Berlin

45. Odum, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology.
Third ed. Saunders Comp. Philadelphia etc.
46. Oosterveld, P., 1975. Beheer en ontwikkeling van
natuurreservaten door begrazing.
Natuur en landschap 29 (6); 161-171
47. Open University; Ecology, A third level course.
Block A. and C.
The Open University Press, 1974
48. Oriens, G.H., 1975. Diversity, stability and
maturity in natural ecosystems.
In: Unifying concepts in Ecology. Eds. Van Dobben
& Lowe-McConnell.
Junk, The Hague
49. Rense, R. en Savornin Lohman, J. de, 1982; Hoe nu
verder? Invulling en uitvoering van het wets-
ontwerp inzake milieu-effectrapportage. Voor-
dracht gehouden in het kader van de POA-cursus
milieu-effectrapportage, Delft, 10 maart 1982
50. Reijnen, M.J.D.M., A. Vreugdehil & H.M. Beije,
1981. Vegetatie en grondwaterwinning in het
gebied ten zuiden van Breda.
RIN-rapport 81/24, Leersum
51. Schroevers, P.J., (red.), 1982; Landschapstaal.
Pudoc, Wageningen
52. Schothorst, C.J., 1977; Subsidence of low peat
soils in the Western Netherlands.
Geoderma 17, p. 265-291

53. Sloet van Oldruitenborgh, C.J.M., 1982. Waarheen met het beheer van natuurreservaten.
De Levende Natuur, 84, 5/6
54. Smittenberg, J.C., e.a., 1978; Milieukartering Drenthe 1974-1978. PPD-Drenthe, Assen
55. Vermeer, J.G. en Berendse, F., 1983; The relationship between nutrient availability, shoot biomass and species-richness in grassland and wetland communities Vegetatio 53, 121-126.
56. Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, 1977. Biologische waterbeoordeling.
Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, 1977
57. Westhoff, V., 1970; Natuurbehoud en samenleving. Natuur & Landschap 24, 185-200
58. Westhoff, V. e.a. 1970. Wilde planten, delen 1 en 2. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten, 's-Gravenland
59. Wirdum, G. van, 1978; Een landschapsecologische basis voor de normering van waterkwaliteit. RIN-notitie.
60. Wirdum, G. van, 1979; Dynamische aspecten van trofiegradiënten in een kraggelandschap.
H₂O, 12, 3
61. Wirdum, G. van, 1980; Eenvoudige beschrijving van de kwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming. TNO, Comm. Hydrol. Onderz., 's-Gravenhage

62. Wirdum, G. van, 1981; Linking up the natec sub-system in models for the water management.
In: Water Resources Management on a regional Scale.
Proc. of Technical Meeting 37.
TNO. Comm. Hydrol. Onderz. Den Haag
63. Woldendorp, J.W., 1978; The rhizosphere as part of the plant soil system.
In: Structure and Functioning op Plant-populations.
Freysen, A.H. and J.W. Woldendorp N.H. Publ. Comp. Amsterdam
64. De Zeeuw, J.W., 1978; Peat and the dutch golden age. Meded. Afd. Cultuurtechniek no. 25. LH-Wageningen
65. De Zeeuw, J.W., 1982; Commoditeitenkunde. Meded. Afd. Cultuurtechniek nr. 34. LH-Wageningen
66. Zon, J.C.J. van en Zonderwijk, P., 1981; Linten in het landschap (3 delen).
Tijdschrift nr. 6, 7, 8

Bijlage 1 DE VERGELIJKING VAN TWEE ONDERZOEKEN TEN BEHOEVE
VAN DE BESLUITVORMING OMTRENT GRONDWATERWINNING OP
REGIONAAL NIVEAU

Om de overwegingen, genoemd in hoofdstuk 6, met betrekking tot een methode voor de bepaling en beoordeling van de ecologische gevolgen van grondwaterwinning op locatiekeuzeniveau meer te concretiseren, worden in deze bijlage twee onderzoeken ten behoeve van regionaal beleid besproken. Beide onderzoeken hebben tot doel te komen tot een gemotiveerde locatiekeuze voor grondwaterwinning.

Na een korte beschrijving van de onderzoeken zullen een aantal van de in hoofdstuk 6 genoemde aspecten besproken worden.

1 DE VOORBEREIDING VAN HET GRONDWATERPLAN DRENTHE;
TECHNISCHE FASE

1.1 Inleiding

Doel van het grondwaterplan is om een afweging te maken tussen gebieden ten opzichte van elkaar voor wat betreft de mogelijkheden tot grondwaterwinning, rekening houdend met de diverse betrokken belangen. Onderstaande heeft betrekking op de wijze waarop de belangen van het natuurlijk milieu in deze besluitvorming worden ingebracht.

De methode, die gehanteerd wordt bij het opstellen van het plan, dient uit te monden in een score, die overeenkomt met het belang van elk van de betrokken aspecten per fictieve winplaats (km²-hok).

Hierbij worden bij het grondwaterplan als geheel de volgende belangen onderscheiden:

- a. landbouw
- b. het natuurlijke milieu
- c. de openbare drinkwatervoorziening
- d. de industriële watervoorziening
- e. beregening uit grondwater ten behoeve van land- en tuinbouw
- f. overige belangen: recreatie, scheepvaart, landschap, bosbouw.

Door per km² elk aspect een bepaalde effectscore te geven kunnen enerzijds, voor elk aspect afzonderlijk de meest gunstige plaatsen voor grondwaterwinning worden aangegeven (wenselijkheidsvolgorde), anderzijds kan bij de bestuurlijke afweging, aan elk aspect een bepaald gewicht toegekend worden en kan aldus, rekenkundig, een bestuurlijke wenselijkheidsvolgorde worden opgesteld.

Dit laatste valt buiten de hier te beschrijven technische sfeer.

In onderstaande wordt een korte beschrijving gegeven van de wijze waarop men voor het natuurlijk milieu tot een wenselijkheidsvolgorde is gekomen.

1.2 Methode ter bepaling van de kwetsbaarheid van het natuurlijk milieu met betrekking tot grondwateronttrekkingen

Als basiskaarteenheid is bij het opstellen van het grondwaterplan gekozen voor het km²-hok van de topografische kaart.

Alvorens na te kunnen gaan wat de gevolgen van grondwaterwinning op uiteenlopende locaties voor de verschillende bij het grondwater betrokken belangen zouden kunnen zijn, werden allereerst de mogelijke hydrologische gevolgen globaal bepaald.

Door achtereenvolgens in het midden van elk km²-hok

een mogelijke winplaats (capaciteit 2.10^6 m³/jaar) te denken en vervolgens met behulp van een (superpositie)model (RID-model STATRECT) de gevolgen voor de centra van alle mogelijke te beïnvloeden omringende km²-hokken te berekenen, wordt het mogelijk de gevolgen van verschillende winningen te vergelijken.

Hierbij is nagegaan wat de mogelijke invloed van een winning is op

- de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand;
- de aan- of afvoer van het oppervlaktewater onder gemiddelde voorjaarsomstandigheden.

Bij de methode ter beoordeling van locaties gezien vanuit het belang van het natuurlijke milieu, is uitgegaan van de aspecten vegetatie, weidevogels en hydrologisch-gevoelige potenties in het abiotische milieu. Gegevens met betrekking tot deze aspecten zijn ontleend aan de provinciale milieukartering. Per km²-vak is de kwetsbaarheid van deze drie aspecten afzonderlijk bepaald.

Voor de kwetsbaarheidsbeoordeling is de volgende procedure gevolgd.

1. Vegetatie

Op de vegetatiekaart, die het resultaat is van de provinciale milieukartering worden 120 vegetatietypen onderscheiden.

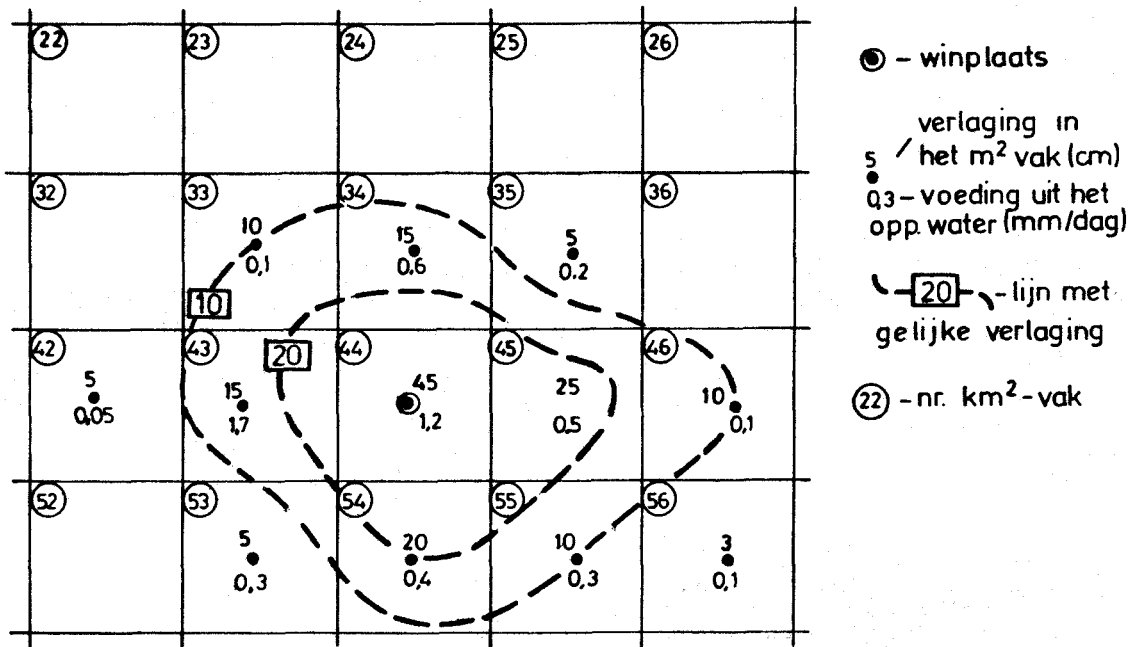
Per vegetatietype is nagegaan

- a. wat de bron is van het water, dat met de vegetatie in contact staat (kwel-, ondiep grond-, regen- of boezemwater)
- b. de trofiegraad (kwalitatief)

Voorbeeld modeluitkomsten

winplaats: km²-vak 44

Beïnvloede km ² -vakken	verlaging grondwaterstand (in cm)	voeding vanuit het oppervlaktewater (in mm/d)
33	10	0,1
34	15	0,6
35	5	0,2
42	5	0,05
43	15	1,7
44	45	1,2
45	25	0,5
46	10	0,1
53	5	0,3
54	20	0,4
55	10	0,3
56	3	0,1



modeluitkomsten in figuur (voorbeeld!)

Figuur B.1 - Voorbeeld van de hydrologische berekeningen ten behoeve van de technische fase van het grondwaterplan-Drenthe

De verlaging wordt berekend voor het midden van elk betrokken km²-vak als gemiddelde voor het hele vak (zie figuur B.1).

- c. of inundatie al dan niet noodzakelijk is
- d. de grondwaterstand die voor het vegetatietype noodzakelijk is, in drie klassen:
 - grondwaterstand altijd hoger dan 50 cm-mv
 - " tussen 50-200 cm-mv
 - " altijd lager dan 200 cm-mv
- e. de jaarlijkse amplitudo van de grondwaterstand teruggebracht tot drie klassen:
 - amplitudo 50 cm
 - " 150 cm
 - " 150 cm.

Op basis van hetgeen uit de literatuur bekend is over het optimaal vóórkomen van vegetatietypen en na een beoordeling van de typen op bovenstaande kenmerken zijn de vegetatietypen ingedeeld in drie kwetsbaarheidsklassen.

Hierbij werden de volgende criteria gebruikt:

1. De legenda-eenheid is op basis van bovenstaande als zeer kwetsbaar geclassificeerd, indien:
 - kwelwater een van de bronnen van het frea-tisch grondwater is of
 - bij afwezigheid van kwel sprake is van natte oligotrofe omstandigheden met een amplitudo van minder dan 50 cm.
2. De legenda-eenheid ontvangt het predicaat "kwetsbaarheid is onduidelijk" indien er sprake is van puur droge omstandigheden.

3. De overige omstandigheden leiden tot een classificatie "kwetsbaar met betrekking tot veranderingen in de waterhuishouding ten gevolge van wateronttrekking".

Per km²-vak kan nu worden nagegaan hoe de kwetsbaarheid is van de vegetaties in dat vak.

Elk km²-vak is vervolgens als geheel toegedeeld aan een bepaalde kwetsbaarheidsklasse, volgens onderstaand systeem:

Klasse	Criterium
0	Er komen geen kwetsbare of zeer kwetsbare legenda-eenheden voor
1	a. Kwetsbare legenda-eenheden van gemengd cultuurgebied komen voor, of b. minder dan 3 ha aan kwetsbare vegetatie legenda-eenheden
	a. Minder dan 3 ha aan kwetsbare legenda-eenheden en minder dan 1 ha aan zeer kwetsbare legenda-eenheden, of b. meer dan 3 ha aan kwetsbare legenda-eenheden
3	a. Minder dan 3 ha aan kwetsbare legenda-eenheden en 1 à 3 ha aan zeer kwetsbare legenda-eenheden, of b. meer dan 3 ha aan kwetsbare legenda-eenheden en minder dan 1 ha zeer kwetsbare legenda-eenheden
4	Meer dan 3 ha zeer kwetsbare legenda-eenheden komen voor

2. Weidevogels

In het kader van de provinciale milieukartering is de gehele vogelbevolking van Drenthe geïntventariseerd: per min of meer homogeen telgebied is er een lijst van soorten en (voor zover mogelijk) van aantallen bekend.

De beoordeling van de kwetsbaarheid voor grondwaterwinning van de telgebieden geschiedt op basis van het voorkomen van negen weidevogelsoorten.

Deze indeling geschiedt op de volgende wijze:

Klasse	Criteria
0	Minder dan 4 soorten of minder dan 8 paar weidevogels per km ²
1	a. Minstens 4 soorten en minstens 8 paar weidevogels per km ² , of b. minstens 2 broedparen van de watersnip
2	a. Minstens 4 soorten en minstens 16 paar weidevogels per km ² , of b. minstens 4 broedparen van de watersnip

Als een van de meest kritische weidevogelsoorten is de watersnip in het classificatiesysteem nog eens apart meegenomen.

Vervolgens werden de km²-vakken beoordeeld op kwetsbaarheid, op basis van de kwetsbaarheid van de erin voorkomende telgebieden. Ook de km²-vakclassificatie geschiedde in drie klassen:

Klasse	Criterium
0	Binnen het km ² -hok komt geen stukje telgebied voor van klasse 1 of 2
1	Binnen het km ² -hok komt een stuk van een telgebied van klasse 1 voor
2	Binnen het km ² -hok komt een stuk van een telgebied van klasse 2 voor

3. Hydrologisch gevoelige, potentieel waardevolle gebieden

Bij dit aspect is vooral gelet op de aanwezigheid van potentieel, waardevolle gradiënten in het abiotisch milieu (limes divergens, zie hoofdstuk 2), zoals de overgang van zandige naar venige bodems, grenssituaties van keileem- of potklei-voorkomens en kwelgebieden.

Op basis hiervan is een kwetsbaarheidsbeoordeling van de km²-vakken in drie klassen uitgevoerd.

4. De eindscore

De aldus verkregen drie scores per km²-hok zijn vervolgens geïntegreerd tot één score waarbij er in principe van is uitgegaan dat de hoogste score van de drie als eindscore voor de kwetsbaarheid van het natuurlijk milieu wordt aangehouden. Nauwkeurig is omschreven op welke wijze deze eindscore tot stand is gekomen.

Doordat er per km²-vak wordt berekend hoe ver de hydrologische gevolgen van een winning, in het cen-

trum van dat bepaalde vak, zich uitstrekken over de omringende vakken en de kwetsbaarheid per vak bepaald is kon er, per mogelijke winplaats worden nagegaan wat de kwetsbaarheid is van het beïnvloede gebied (in vijf klassen), bij een productiecapaciteit van $2 \cdot 10^6$ m³/jaar.

Voor elke mogelijke winning (c.q. km²-vak) werd dit op een kaart weergegeven, zodat inzicht verkregen is in de ligging van - uit het oogpunt van natuurbehoud - meer of minder gunstige locaties voor grondwaterwinning.

2 HET ONDERZOEK "VEGETATIE EN GRONDWATERWINNING" IN HET GEBIED TEN ZUIDEN VAN BREDA"

2.1 Inleiding

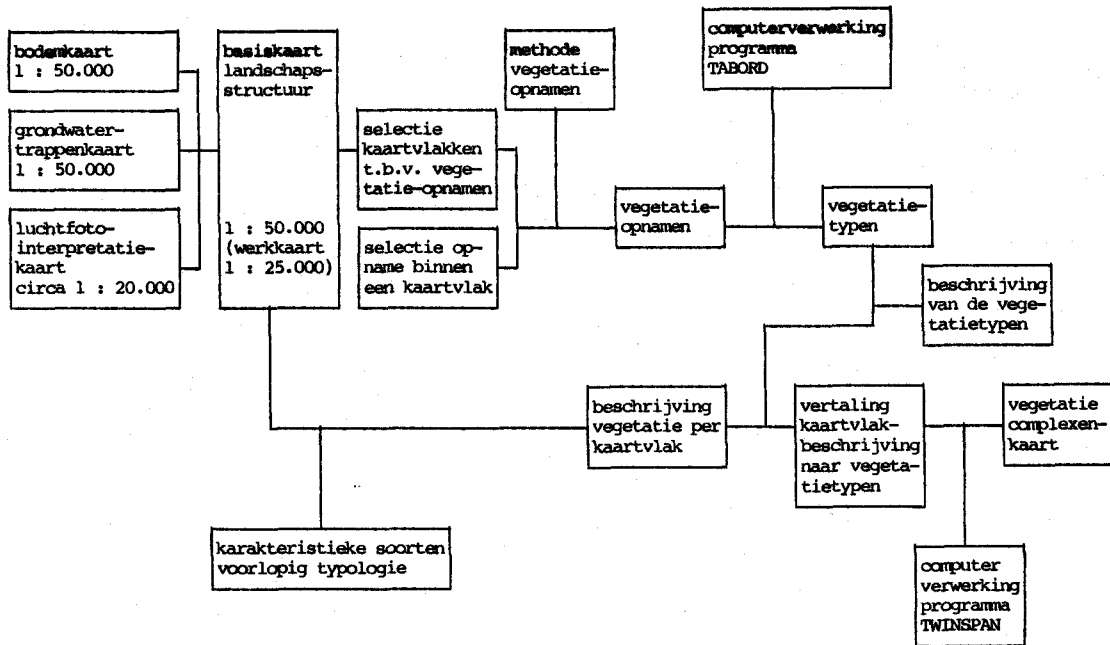
Dit onderzoek is verricht door medewerkers van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer in opdracht van Provinciale Waterstaat Noord-Brabant en had als doel inzicht te verschaffen in de effecten van grondwaterwinning op het natuurlijke milieu in het gebied ten zuiden van Breda om daar te komen tot een verantwoorde locatiekeuze.

Als criterium voor de mogelijke effecten van grondwaterwinning op het natuurlijk milieu is gekozen voor de gevoeligheid van de plantengroei voor de gevolgen van grondwateronttrekking. De auteurs stellen echter nadrukkelijk dat een breed ecologisch onderzoek waarbij meer aspecten aan de orde komen (bijvoorbeeld fauna, ecologische relaties enz.) wenselijk is.

2.2 De methode

Om te komen tot een selectie van mogelijke locaties

in een gebied van 37.000 ha is de volgende procedure gevolgd (zie fig. B.2):



Figuur B.2 - Overzicht werkwijze typering en kartering van de vegetatie bij onderzoek "Vegetatie en Grondwaterwinning in het gebied ten zuiden van Breda" (Reijnen e.a. 1981)

Het gebied is ingeperkt tot 20.000 ha door er vanuit te gaan dat op de hoge gronden met diepe grondwaterstanden (ongeacht de ligging van de winning) grondwaterwinning niet tot nadelige effecten op natuur en landschap zal leiden.

Van het onderzoeksgebied is een ecohydrologische kaart vervaardigd (schaal 1 : 50.000) waar gebieden met de grondwatertrappen (Gt) I t/m III op staan weergegeven, alsmede de potentiële en actuele kwelzônes, belangrijke waterlopen en waterscheidingen.

Vervolgens is een vegetatietypering en -kartering uitgevoerd. (Zie ook figuur B.2.)

Daartoe is, uitgaande van een basiskaart/landschapstructuur (gebaseerd op luchtfoto-interpretatie, bodemgrenzen en Gt-grenzen) eerst een selectie van de kaartvlakken gemaakt, die bemonsterd dienden te worden en zijn er in totaal ± 950 opnamen gemaakt. Op basis van deze opnamen zijn vegetatietypen vastgesteld. Die typen, die vaak samen voorkwamen zijn samengevoegd tot vegetatiecomplexen, welke op een kaart weergegeven zijn.

De volgende belangrijke stap wordt gevormd door het omschrijven van de dosis-effectrelaties, die nodig zijn om een voorspelling over de mogelijke verandering ten gevolge van grondwaterwinning te kunnen formuleren.

In dit geval heeft men gekozen voor een voorspelling van het verdwijnen van soorten onder invloed van grondwaterwinning per vegetatietype.

Dit vond men daarom het meest relevant, omdat door grondwaterwinning de stabiliteit van het milieu kan worden aangetast, zodat de kans op (her)vestiging van vooral zeldzame soorten, klein is.

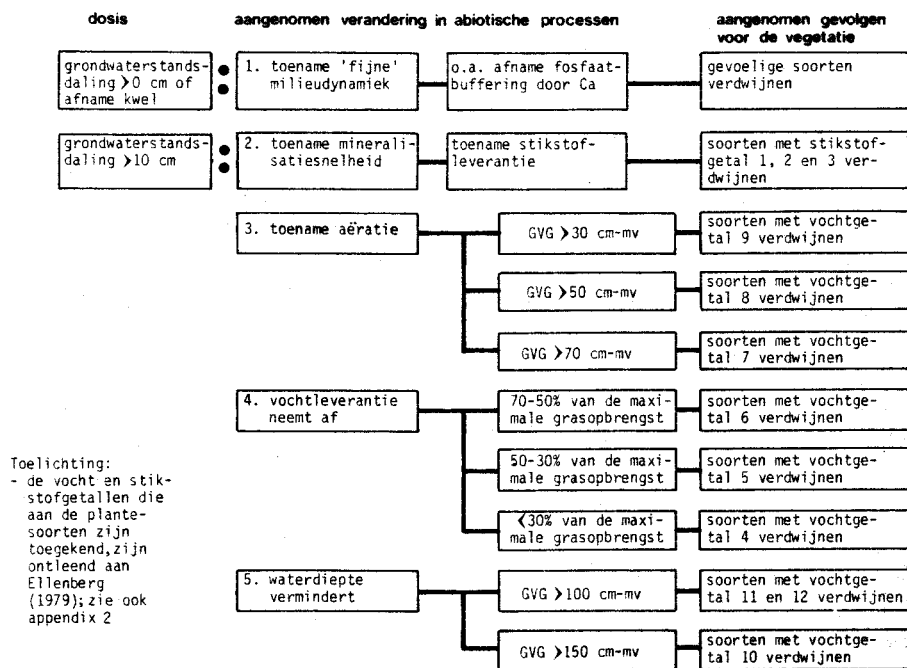
Voor de koppeling van de "dosis" met het "effect" is gebruik gemaakt van indicatorlijsten van Londo (1975) en Ellenberg (1979).

Londo geeft in zijn lijst aan in hoeverre plantesoorten obliagaat waterplant, moerasplant, grondwaterafhankelijk of niet gebonden aan de invloedssfeer van het freatische grondwater zijn.

Door onderstreping van soorten geeft hij aan, dat de desbetreffende soorten kenmerkend zijn voor meer constante en/of relatief voedselarme en/of kwetsbare milieus.

Ellenberg karakteriseert de standplaats van een groot aantal plantesoorten met betrekking tot een aantal standplaatsfactoren, waaronder stikstofbeschikbaarheid en vocht. Voor de factor stikstof geeft Ellenberg een negendelige indeling voor de factor water een twaalfdelige.

In figuur B.3 staat een overzicht van de gepostuleerde dosis-effectrelaties.



Figuur B.3 - Overzicht van de dosis-effectrelaties die betrekking hebben op de gevolgen van grondwateronttrekking voor de vegetatie in het gebied ten zuiden van Breda (uit Reijnen e.a. 1981)

Op basis van een analyse grondwater-vegetatie (zie ook hoofdstuk 3 van dit rapport) is men uitgegaan van 5 mogelijke veranderingen in het abiotisch milieu ten gevolge van grondwaterwinning:

1. Toename milieudynamiek; hierdoor zullen gevoeli-

ge (steno-oece)soorten verdwijnen (onderstreepte soorten in de lijst van Londo).

2. Toename mineralisatie humus; hierdoor zullen soorten met voedselarme standplaats verdwijnen.
3. Toename aeratie bovengrond; soorten met hoge vochtgetallen (Ellenberg) zullen verdwijnen.
4. Afname vochtleverantie; soorten van vochtige tot matig-vochtige bodems (Ellenberg getallen 6-4) zullen verdwijnen.
5. Daling van het waterpeil of langer droogvallen van sloten, plassen en poelen die onder normale omstandigheden altijd water bevatten of slechts zeer korte tijd droogvallen; bepaalde waterplanten zullen verdwijnen.

De omschreven dosis-effectrelaties zijn deels gebaseerd op literatuur, deels op veldervaring van de betrokken onderzoekers.

Toename milieudynamiek is er in al die gevallen waar de kweldruk afneemt of de grondwaterspiegel daalt.

De toename in N-leverantie (mineralisatie) is ordinaal in 5 klassen opgedeeld ("gering"- "sterk"). Alle legenda-eenheden zijn op basis van een best professional judgement voor verschillende grondwaterstandsdalingen bij een van die vijf klassen ingedeeld.

Alleen bij de hoogste 3 klassen is aangenomen dat de N-leverantie zodanig toegenomen is na grondwaterstandsdaling, dat dit effect heeft op de vegetatiesamenstelling.

Het vochtleverend vermogen is voor alle in het onderzoeksgebied vóórkomende combinaties van bodemtype en Gt berekend alsmede de veranderingen daarin ten gevolge van dalingen van het grondwaterpeil van 10, 25, 50, 75 en 100 cm (model De Laat (1980)).

Met betrekking tot sloten, plassen etc. zijn vooral grote grondwaterstandsdingen van belang omdat daarbij sprake kan zijn van min of meer permanent droogvallen, hetgeen aanleiding kan zijn tot het verdringen van bepaalde waterplanten.

Met behulp van deze dosis-effectrelaties kan voor elke combinatie van vegetatietype-bodemtype-Gt het effect op de vegetatie worden bepaald van afname van kwel en dalingen van de grondwaterstand van 10, 25, 50, 75 en 100 cm.

Dit levert per kaartvlak een beeld op van de plantesoorten, die zullen verdwijnen.

Ook kan berekend worden, wat het gemiddelde vochtgetal (Ellenberg) vóór en na de ingreep van een bepaald vegetatietype is. Dit geldt ook voor de verandering in de (landelijke) zeldzaamheid.

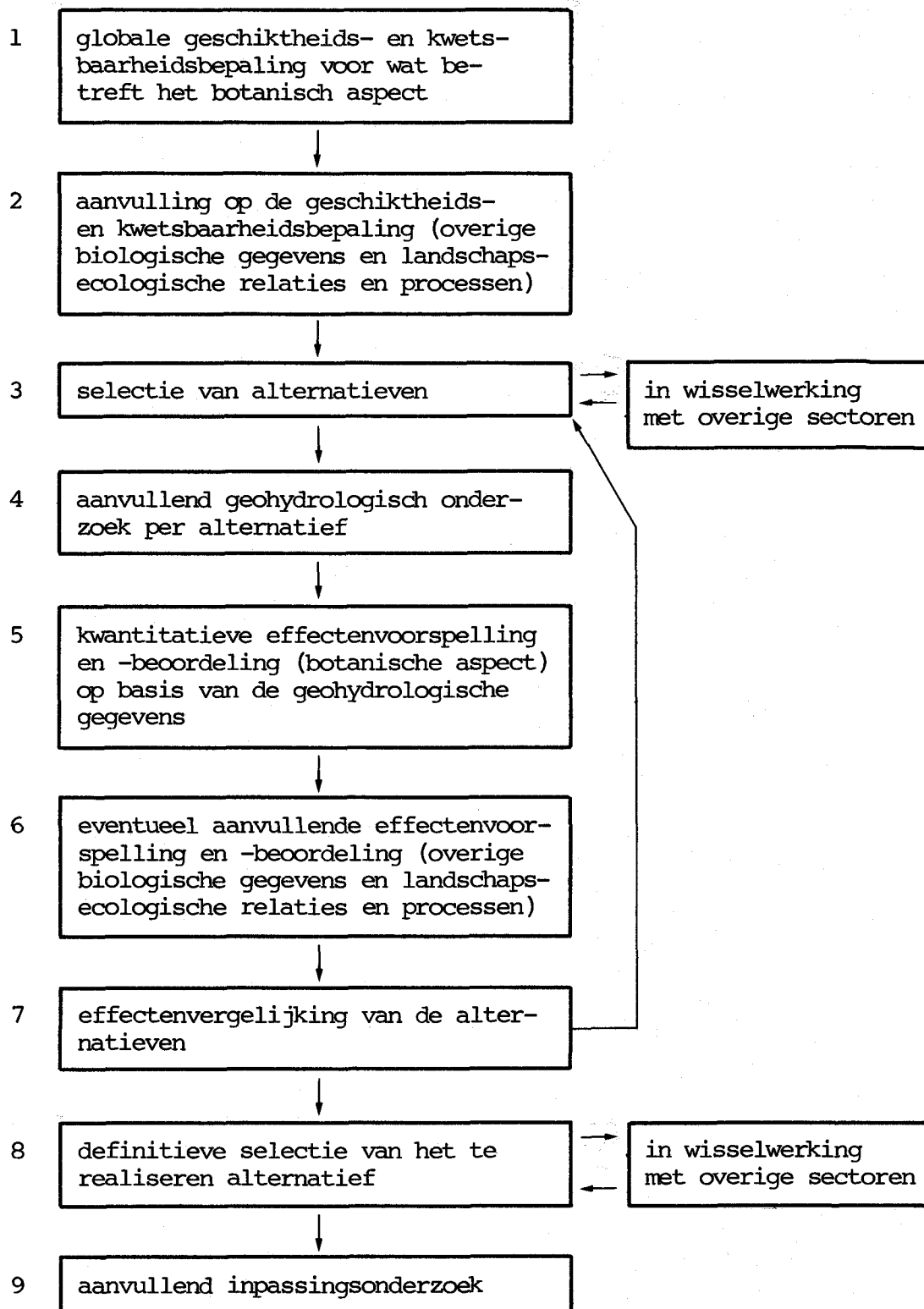
Dit laatste is het uitgangspunt geworden voor de waardering van de voorspelde verandering.

Voor één dosis (25 cm verlaging) is voor alle kaartvlakken het effect bepaald op de hierboven beschreven wijze.

Aangezien echter - op het moment van onderzoek - een kwantitatieve beschrijving van de (geo-)hydrologische gevolgen van grondwaterwinning ontbrak, was het niet mogelijk om de effecten van een aantal alternatieven met elkaar te vergelijken.

De onderzoekers hebben voor de procedure om te komen tot een locatie voor grondwaterwinning het volgende procedureschema opgesteld:

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



BESPREKING

Bij de vergelijking van de twee hierboven kort beschreven onderzoeken zal in onderstaande aandacht worden besteed aan de volgende aspecten:

- a. de mate van detail en kaartschaal
- b. de keuze van de aspecten
- c. de effecten-evaluatie
- d. de beoordeling.

a. De mate van detail en kaartschaal

In beide onderzoeken worden de resultaten gepresenteerd op een schaal 1 : 50.000.

Huits e.a. (1980) geven van deze schaalgrootte aan dat zij deze geschikt achten voor besluitvorming op provinciaal niveau.

Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat bij beide onderzoeken de basisgegevens meer gedetailleerd voor handen waren.

Bij het onderzoek ten zuiden van Breda wordt uitgegaan van min of meer natuurlijke grenzen, dit in tegenstelling tot het grondwaterplan Drenthe, waar het km²-vlak uitgangspunt is. Dit laatste kan problemen met zich meebrengen als bijvoorbeeld een kwetsbare levensgemeenschap op de grens van twee km²-vlakken ligt en slechts een van de twee hydrologisch beïnvloed wordt.

b. De keuze van de aspecten

Voor het grondwaterplan Drenthe is gekeken naar zowel plantengroei, als weidevogels en hydrologisch gevoelige, potentieel waardevolle gebieden.

Bij het Breda-onderzoek heeft de nadruk gelegen op de plantengroei, terwijl op de ecohydrologische kaart ook de hydrologisch gevoelige, potentieel waardevolle gebieden zijn weergegeven. Bij het

laatste onderzoek wordt aangegeven, dat in een later stadium ook andere aspecten in beschouwing genomen dienen te worden.

In beide gevallen wordt ervan uitgegaan dat winplaatsonderzoek (inpassingsonderzoek) nog volgt.

c. De effectevaluatie

Voor het grondwaterplan Drenthe komt men, via een geformaliseerde procedure, tot het aangeven van de kwetsbaarheid van het natuurlijk milieu per km²-vak, door integratie van de kwetsbaarheid van drie aspecten per km²-vak.

Bij het onderzoek ten zuiden van Breda gaat men uit van min of meer natuurlijke grenzen van de kaartvlakken en wordt er per kaartvlak een voorspelling gedaan over het verdwijnen van soorten onder invloed van een grondwaterstands daling uitgaande van bepaalde hypothesen omtrent de dosis-effectrelaties.

In het laatste geval is dus sprake van kwantificering, terwijl de eerste beoordeling meer kwalitatief geschiedt.

Het hanteren van dosis-effectrelaties is tot op heden nogal eens op verzet gestuit, omdat in veel gevallen de kennis ontbreekt om een oorzaak/gevolgrelatie te kwantificeren. De relatie op zich kan veelal wel worden aangetoond.

In hoofdstuk 3 wordt onder meer beschreven welke processen in het natuurlijk milieu verstoord kunnen worden door grondwaterwinning.

De aard en de richtingverandering van het proces onder invloed van een ingreep kan men meestal aangeven, alsmede de grootheden waarmee het proces te beschrijven is, maar de omvang van de verandering kan hooguit in klassen worden weergegeven.

Dit laatste is ook bij het RIN-onderzoek gebeurd.

Er zijn duidelijke "als dan"-relaties geformuleerd (zie figuur B.3) voor het aspect vegetatie.

De auteurs geven daarbij overigens zelf aan dat de door hen gehanteerde dosis-effectrelaties nog een nadere toetsing behoeven.

De kwetsbaarheidsbeoordeling ten behoeve van het grondwaterplan Drenthe is meer kwalitatief van aard, maar daar staat tegenover dat ook weidevogels bij de beoordeling betrokken worden.

De kwetsbaarheidsbeoordeling wordt geëxpliciteerd. De indeling in kwetsbaarheidsklassen geschiedt op basis van "best-professional-judgement" en draagt een zeker subjectief karakter. De auteur benadrukt dan ook het feit, dat het hier geen "absolute" maar "relatieve" beoordelingen betreft. Het gaat om het vergelijken van km²-hokken.

d. De beoordeling

Het verschil in beoordeling van de kaartvlakken en de mogelijke veranderingen daarin tussen beide rapporten is deels terug te voeren op het verschil in de effect-evaluatie.

Doordat bij het RIN-onderzoek aangegeven wordt wát er mogelijk zal verdwijnen, is het mogelijk geweest te berekenen hoe de zeldzaamheidswaarde van het betrokken kaartvlak (gebaseerd op de landelijke zeldzaamheidswaarden van plantensoorten) zou veranderen.

Voor het grondwaterplan Drenthe heeft met volstaan met het aangeven van kwetsbaarheidsklassen van de verschillende kaartvlakken.

Toch is dit verschil in de praktijk vermoedelijk kleiner dan het op het eerste gezicht lijkt.

In veel gevallen zal kwetsbaarheid en zeldzaamheid namelijk parallel lopen, vooral hier in Nederland

waar de landschappelijke verscheidenheid sterk teruggelopen is en veel voor deze nivellering kwetsbare soorten (steno-oecesoorten, zie hoofdstuk 2) zeldzaam zijn geworden.

Het verschil tussen beide methoden is vooral een verschil in de mate van kwantificering.

Om een mogelijke verandering te kunnen beoordelen zijn criteria nodig.

Huits e.a. (1980) stellen aan criteria voor de beoordeling van effecten van ingrepen vanuit de optie natuur- en landschapsbehoud de volgende eisen:

1. de criteria dienen ecologisch en vanuit het oogpunt van natuurbeheer relevant te zijn
2. ze dienen informatie te geven over de (te verwachten) veranderingen
3. ze dienen meetbaar en reproduceerbaar te zijn.

Met name aan de laatste eis voldoet het criterium "zeldzaamheid" meer dan het criterium "kwetsbaarheid".

Tenslotte

Bij bovenstaande bespreking van voorbeelden van locatiekeuze onderzoek is de factor "betrouwbaarheid van de voorspelling" nog min of meer buiten beschouwing gebleven.

De beschrijving van de aannames omtrent de biologische effecten, wordt in beide rapporten vergezeld van opmerkingen, waaruit blijkt dat voorzichtigheid geboden is.

Daarnaast echter moet men stellen dat in beide gevallen kaartvakken worden gebruikt waarbinnen een

zekere differentiatie aanwezig is, zowel in biotische als in het abiotische milieu. Bij de beoordeling van de beschreven effecten zou dit kunnen leiden tot onderwaardering van kleine, zeer waardevolle terreinen, gelegen binnen minder waardevolle gebieden. Dit probleem kan ondervangen worden door de beschrijving van het gebied en de beoordeling van een mogelijke verandering door één en dezelfde persoon te laten uitvoeren of zoals bij het grondwaterplan Drenthe is geschied, door bij opstelling van de waarderingscriteria rekening te houden met het voorkomen van kleine waardevolle gebieden.

Een probleem van een andere orde is dat van de nauwkeurigheid van de uitkomsten van hydrologische berekeningen met behulp van superpositiemodellen in relatie tot het gebruiken van dosis-effectrelaties. Uit de beschrijving van de dosis-effectrelaties, zoals die voor het RIN onderzoek gebruikt zijn, blijkt men er vanuit te gaan dat het mogelijk is uitspraken te doen over grondwaterstands daling op regionale schaal met een foutenmarge van enige centimeters.

Zo spreekt men over een grondwaterstands daling > 0 cm maar < 10 cm en worden er voorjaarsgrondwaterstandsklassen gehanteerd ter breedte van 20 cm.

In het rapport van het onderzoek ten zuiden van Breda, gaat men niet verder in op de geohydrologische berekeningen, omdat het regionaal geohydrologische onderzoek op dat moment nog niet afgerond was.

Uit de beschrijvingen van de hydrologische berekeningen ten behoeve van het Grondwaterplan Drenthe, wordt duidelijk dat daar een vrij grofmazig netwerk voor de modelberekeningen is gehanteerd (knooppun-

ten op 1 km), waarbij zowel de ondergrond als de invloed van de voeding uit het oppervlaktewater geschematiseerd zijn. De nauwkeurigheid van een dergelijke benadering zal in veel gevallen leiden tot een foutenmarge van 10-20 cm.

Aangenomen dat deze benadering van de hydrologie voor regionaal onderzoek gebruikelijk is, dan doet dit de vraag rijzen of het hanteren van gekwantificeerde dosis-effectrelaties, voor de voorspelling van de biologische veranderingen in het milieu wel zinvol is.

Bijlage 2 GLOSSARIUM*

- Afreatofyten : plantensoorten die niet aan de invloedsfeer van het freatisch oppervlak gebonden zijn.
- Atmotroof water : grondwater dat in chemische samenstelling veel lijkt op regenwater.
- Biotoop : woonomgeving van een (groep) organisme(n) (L).
- Bron-putrelatie : essentie van de natuurlijke relatievorm tussen (landschaps-) elementen, waarin het ene element het "te veel" (materie of energie) van het andere opvangt, het andere het "te weinig" van het een (L).
- Climax : levensgemeenschap, die gebonden is aan de "steady state" aan het einde van een natuurlijke successie op een bepaalde plaats.
- Diversiteit : verscheidenheid; inwendige variatie aan verschillend soortige elementen (L). Maat voor complexiteit van de verbanden binnen een ecosysteem.

* De omschrijvingen waarachter (L) vermeld staat, zijn ontleend aan Landschapstaal (Schroevers, 1982)

- Dynamiek : het samenspel van onderbreking en continuïteit; scheiding en verbinding in de tijd (L).
- Ecologie : de wetenschap van de relaties tussen levende systemen en hun omgeving en de eigenschappen van beide (L).
- Ecologische amplitudo : de range van (combinaties van) milieufactoren, waarbinnen een organisme kan voortbestaan. Deze hangt nauw samen met de responsiecurve (minimum, optimum, maximum) van dat organisme voor elke ecosysteemcomponent afzonderlijk.
- Ecosysteem : de levensgemeenschap op een bepaalde plaats, inclusief het abiotische milieu
- Eury-oece soorten : soorten met een brede ecologische amplitudo
- Eutrofiëring : het proces van verrijking met voedingsstoffen voor planten (mineralen). Hoge concentraties hiervan kunnen biologische processen verstoren. Er is dan sprake van hypertrofie.
- Fauna : de fauna van een bepaald gebied bestaat uit alle diersoorten die in dat gebied worden aangetroffen.

- Flora : de flora van een bepaald gebied bestaat uit alle plantesoorten die in dat gebied worden aangetroffen.
- Freatofyten : plantesoorten die, in een bepaald gebied, in hun voorkomen uitsluitend of voornamelijk beperkt zijn tot de invloedssfeer van het grondwateroppervlak.
- Habitat : de woonplaats van een organisme.
- Hydrofyten : waterplanten.
- Holistische beschouwing : wetenschappelijke beschouwingsmethode, die uitgaat van de stelling, dat de wereld te begrijpen valt als men de universele werkingsprincipes kent.
- Interrelaties : relaties tussen soorten die voor geen van de betrokkenen nadelig is.
- Limes convergens : overgangsmilieu gekenmerkt door scherpe grenzen
- Limes divergens : overgangsmilieu gekenmerkt door vage grenzen waarbij milieutypes zeer geleidelijk in elkaar over gaan.
- Noösfeer : het menselijk denken en de selecterende en regulerende werkingen, die daarvan uitgaan.

Overschrijdings- : Cumulatieve weergave van de
duurlijn grondwaterstand gedurende een
bepaalde periode. Elk punt op
de lijn geeft aan het aantal
dagen van die periode dat een
bepaalde grondwaterstand over-
of onderschreden wordt.

pF : de logaritmische van de zuigspan-
ning uitgedrukt in cm waterko-
lom.

Primaire produktie: de toename van de hoeveelheid
biomassa als direct resultaat
van de foto- en chemosynthese
(voornamelijk door groene plan-
ten) verminderd met de verade-
ming.

Reducenten : die organismen, die dood orga-
nisch materiaal afbreken om in
hun energiebehoefte te voorzien
(voornamelijk bacteriën en
schimmels)
= saprofyten of decomposers.

Steno-oece-soorten: soorten met een smalle ecolo-
gische amplitudo.

Subclimax : een ecosysteem in steady-state
dat als gevolg van externe fac-
toren niet het climaxstadium
bereikt dat gebruikelijk is op
de betreffende plaats. Een dis-
climax is een subclimax die
ontstaan is onder invloed van

een, met regelmatige frequentie terugkerende verstoring door de mens. Het systeem is aangepast aan het type verstoring, (bijvoorbeeld de heide).

- Successie** : geleidelijke spontane opeenvolging van levensgemeenschappen of soortencombinaties op een bepaalde plaats, in de richting van een steady-state.
- Trofische structuur** : de groep organismen, die eenzelfde aantal stappen in de voedselketen afstaan van de plant behoren tot eenzelfde trofisch niveau. Primaire producenten vormen het eerste niveau.
- Trofiegraad** : het niveau van voedselrijkdom van een levensgemeenschap. Met name gebruikt om de omvang van het nutriënten aanbod voor de groene planten aan te duiden.
- Uurhokfrequentie** : UFK. Deze maat geeft het voorkomen van een plantesoort aan in Nederland, gemeten in het aantal uurhokken (5 x 5 km) waarin hij is aangetroffen; dit aantal uurhokken is uitgedrukt in negen klassenwaarden, die een logaritmisch verband vertonen.

- Voedselweb : stelsel van voedselrelaties. Het is veelal opgebouwd uit meerdere voedselketens, die onderling verbonden zijn.
- Vegetatie : ruimtelijke massa van planten-individueen, in samenhang met de plaats waar zij groeien en in de rangschikking, die zij uit zichzelf aangenomen hebben.
- Vegetatietype : een abstracte eenheid in een classificatiesysteem van plantengezelschappen.
- Vegetatietypologie: omschrijving van vegetatietypen welke tot stand komt door - voor een bepaald gebied - zoveel vegetatie-opnamen maken als nodig is om de variatie in vegetatiesamenstelling vast te leggen en vervolgens deze opnamen te groeperen op basis van overeenkomst in aanwezigheid en bedekking van de erin voorkomende plantensoorten. Elk cluster of groep clusters beschrijft een vegetatietype.
- Vegetatiekartering: het op kaart intekenen van de onderscheiden vegetatietypen.
- Vegetatiecomplex : een vaak voorkomende combinatie van vegetatietypen.
- Verschralen : door afvoer van organische stof het nutriëntenaanbod voor de

planten verlagen.

Zuigspanning : de negatieve druk die op een bodem(monster) uitgeoefend wordt om water aan die bodem te onttrekken, uitgedrukt in cm waterkolom.