

**EEN METHODE VOOR HET OPSPOREN VAN
NATUUREFFECTEN OP ECOSYSTEEMNIVEAU**

k.j. canters

cml mededelingen 16, leiden 1984

Een methode voor het opsporen van natuur-
effecten op ecosysteemniveau; te gebruiken
bij het opstellen van milieubeleidsplannen
en geïllustreerd aan te verwachten ontwik-
kelingen tot omstreeks 1995 in het noorde-
lijk deel van de provincie Gelderland

K.J. Canters

C.M.L.

december 1984

INHOUD

	blz.
Inhoudsopgave	I
Voorwoord	IV
1. Inleiding	1
2. Methode voor het bepalen van natuureffecten op het niveau van landschappen	4
2.1 Het landschap en het ecosysteem als onderzoeksniveau	4
2.2 Het ecosysteem	7
2.2.1 Componenten	9
2.2.2 Patronen en processen	11
2.3 Beschrijving uitgangssituatie	12
2.4 Landschapstypen en voorbeeldgebieden	14
2.5 Specificatie van de basisontwikkelingen binnen de sectoren	17
2.6 Beschrijving 1 ^e orde effecten	22
2.7 Beschrijving 2 ^e orde effecten	24
2.7.1 Evaluatiecriteria	24
2.7.2 Relatie evaluatiecriteria en beleidsdoelstellingen	29
2.7.3 Relaties van provincie met omgeving	32
2.8 Vormgeving resultaten	34
2.8.1 Kaarten	34
2.8.2 Histogrammen	36
2.9 Toepasbaarheid methode	38
3. Relatie tussen activiteiten en 1 ^e orde effecten	41
3.1 Inschaling 1 ^e orde effecten	41
3.2 Beschrijving 1 ^e orde effecten per activiteit	45
3.2.1 Delfstofwinning	45
3.2.2 Huisvesting	49
3.2.3 Verkeer/vervoer	53
3.2.4 Waterhuishouding	61
3.2.5 Industrie	65
3.2.6 Energie	69
3.2.7 Vast afval	69
3.2.8 Afvalwater	69
3.2.9 Landbouw	72
3.2.10 Bosbouw	76
3.2.11 Defensie	79
3.2.12 Recreatie	82
3.2.13 Natuurbehoud	83
3.2.14 Externe invloeden	90
4. Uitgangssituatie	91
4.1 Voorbeeldgebied tussen het Veluwemeer en Elspeet	91
4.1.1 Inleiding	91
4.1.2 Begrenzing en ontstaansgeschiedenis	93
4.1.3 Substraat	94
4.1.4 Grondwater	96
4.1.5 Oppervlaktewater	97
4.1.6 Vegetatie	99
4.1.7 Fauna	100
4.1.8 Ecosystemen	102

	blz.
4.2 Voorbeeldgebied tussen Nijkerk en Voorthuizen	103
4.2.1 Inleiding	103
4.2.2 Begrenzing en ontstaansgeschiedenis	103
4.2.3 Substraat	105
4.2.4 Grondwater	106
4.2.5 Oppervlaktewater	108
4.2.6 Vegetatie	108
4.2.7 Fauna	110
4.2.8 Ecosystemen	110
4.3 Voorbeeldgebied tussen Apeldoorn en de IJssel	111
4.3.1 Inleiding	111
4.3.2 Begrenzing en ontstaansgeschiedenis	112
4.3.3 Substraat	114
4.3.4 Grondwater	115
4.3.5 Oppervlaktewater	116
4.3.6 Vegetatie	117
4.3.7 Fauna	119
4.3.8 Ecosystemen	120
4.4 Beschrijving uitgangssituatie in termen van de geselecteerde criteria	121
4.4.1 Ruimtelijke diversiteit	121
4.4.1.1 Macrogradiënten	121
4.4.1.2 Microgradiënten	123
4.4.1.3 Reliëf	124
4.4.1.4 Vegetatiestructuur	124
4.4.2 Abiotische huishoudingen	125
4.4.2.1 Aardhuishouding	125
4.4.2.2 Waterhuishouding	126
4.4.2.3 Bodemhuishouding	128
4.4.2.4 Stofhuishoudingen	128
4.4.3 Opbouw levensgemeenschap	129
4.4.3.1 Producenten	129
4.4.3.2 Herbivoren	130
4.4.3.3 Kleine roofdieren	132
4.4.3.4 Grote roofdieren	132
4.4.4 Functioneren van ecosystemen t.o.v. omgeving	133
4.4.4.1 Voeding	133
4.4.4.2 Lozing	133
4.4.4.3 Retentie	135
4.4.4.4 Resistentie	135
4.5 Bronnen	136
4.5.1 Voorbeeldgebied tussen het Veluwemeer en Elspeet	136
4.5.2 Voorbeeldgebied tussen Nijkerk en Voorthuizen	137
4.5.3 Voorbeeldgebied tussen Apeldoorn en de IJssel	137
4.5.4 Algemeen	138
5. Basisontwikkelingen	141
5.1 Delfstofwinning	143
5.2 Huisvesting	143
5.3 Verkeer/vervoer	146
5.4 Waterhuishouding	146
5.5 Industrie	148
5.6 Energie	148
5.7 Vast afval	148
5.8 Afvalwater	148

	blz.
5.9 Landbouw	149
5.10 Bosbouw	151
5.11 Recreatie	151
5.12 Defensie	152
5.13 Natuurbehoud	152
6. Beschrijving 1 ^e orde effecten	154
6.1 Inleiding	154
6.2 Kaarten	154
6.2.1 Uitgraven/vergraven	154
6.2.2 Verharden/bebouwen	155
6.2.3 Grondwaterstandsverandering	156
6.2.4 Oogsten/bemesten	157
6.2.5 Verstoren	158
6.2.6 Versnipperen	159
6.3 Histogrammen	159
7. Beschrijving 2 ^e orde effecten (incl. relatie tussen 1 ^e en 2 ^e orde effecten)	162
7.1 Inleiding	162
7.2 Kaarten	162
7.2.1 Aantasting van de ruimtelijke diversiteit	162
7.2.1.1 Macrogradiënten	162
7.2.1.2 Microgradiënten	163
7.2.1.3 Reliëf	164
7.2.1.4 Vegetatiestructuur	164
7.2.2 Ongestoordheid van de abiotische huishoudingen	165
7.2.2.1 Aardhuishouding	165
7.2.2.2 Waterhuishouding	166
7.2.2.3 Bodemhuishouding	166
7.2.2.4 Stofhuishoudingen	166
7.2.3 Ongestoordheid opbouw levensgemeenschappen	167
7.2.3.1 Producenten	167
7.2.3.2 Herbivoren	168
7.2.3.3 Carnivoren I	168
7.2.3.4 Carnivoren II	168
7.2.4 Wijze van functioneren van ecosysteem ten opzichte van omgeving	168
7.2.4.1 Voeding	168
7.2.4.2 Lozing	168
7.2.4.3 Retentie	168
7.2.4.4 Resistentie	168
7.3 Histogrammen	169
8. Conclusies en aanbevelingen	175
9. Samenvatting	180
10. Literatuur	182
Bijlage A Ruimtelijke effecten van een ruilverkaveling geïllustreerd aan de hand van ruilverkaveling 'Tielerwaard-west'	183
Kaartbijlagen	188

VOORWOORD

Het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) is belast met het opstellen van een beleidsnota Milieubeleidsplannen die in 1984 aan de Tweede Kamer moet worden aangeboden. In deze beleidsnota wordt onder meer ingegaan op de mogelijkheden tot het opstellen van een milieubeleidsplan op provinciaal niveau.

Om deze mogelijkheden te verkennen werd in opdracht van het Ministerie van VROM een onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van het aan-
geven van lange termijn-ontwikkelingen en -effecten ten behoeve van het opstellen van milieubeleidsplannen. De provincie Gelderland werd bereid gevonden medewerking te verlenen bij het uitvoeren van deze haalbaarheidstudie. De onderzoeksopdracht werd verstrekt aan de volgende instituten:

- Nederlands Economisch Instituut te Rotterdam,
- Economisch Technologisch Instituut Gelderland te Arnhem,
- Metra Consulting Ltd., London,
- Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit te Leiden en
- Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.

Over de verschillende onderzoeksopdrachten wordt gerapporteerd in een aantal deelrapporten, waarnaar voor nadere details over de inhoud en resultaten van de deelonderzoekingen kan worden verwezen. De resultaten van het gehele onderzoek zijn weergegeven in een eindrapport, waarvan de eindredactie berustte bij het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (Ministerie van VROM, 1984). Dit instituut was ook belast met de coördinatie van het onderzoek.

Aan het Centrum voor Milieukunde is opdracht verleend om onderzoek te doen en daarover te rapporteren naar de effecten op het natuurlijk milieu en de veroorzakers daarvan door bodemgebruik.* Het onderhavige rapport bevat de resultaten van dit onderzoek.

* Het oorspronkelijke plan om tevens onderzoek te doen naar de effecten op het landschap kon wegens geldgebrek niet worden gerealiseerd. Binnen de eindrapportage zijn wel mogelijkheden aangegeven om een dergelijk onderzoek uit te voeren.

Bij het uitvoeren van de onderzoeksoopdracht is nauwe aansluiting gezocht bij de in het kader van het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland (IODZH) ontwikkelde methode voor het bepalen van natuur-effecten op het niveau van ecosystemen.

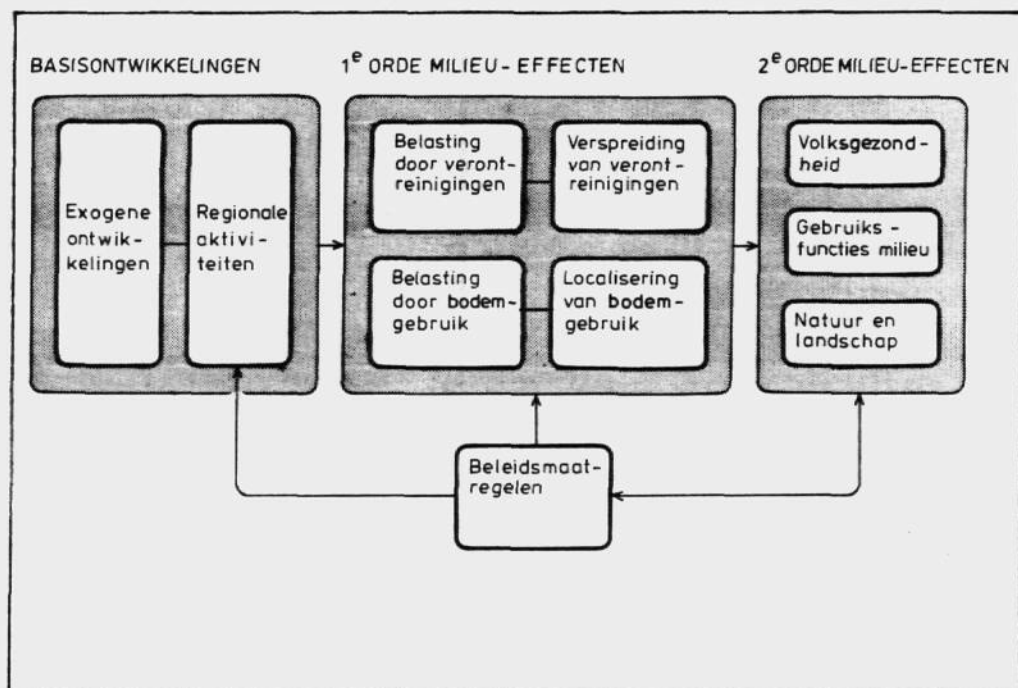
Naast nadelen, zoals een hoge mate van globaliteit en door buitenstaanders minder goed controleerbare inbreng van deskundigen, biedt een benadering op ecosysteemniveau ook voordelen. Deze voordelen betreffen:

- de snelheid waarmee resultaten kunnen worden verkregen;
- de mogelijkheid om grote oppervlakken bij het onderzoek te betrekken;
- het niet noodzakelijk moeten kunnen beschikken over gedetailleerde informatie over flora, vegetatie en fauna;
- het feit dat niet alleen naar onderdelen van het ecosysteem, maar ook naar het ecosysteem als geheel wordt gekeken;
- de mogelijkheid om gerichte aandacht aan het bestaan en de betekenis van aanwezige relaties tussen ecosystemen te kunnen besteden.

Bij het uitvoeren van dit onderzoek is van vele zijden informatie aangedragen en zijn deels ongepubliceerde gegevens gebruikt. Al diegenen die hierbij hebben geholpen worden op deze plaats bedankt, in het bijzonder G. Rensen (RIVM, Leidschendam), die veel van de tekstfiguren heeft gemaakt en M. Brittijin (Subfaculteit Biologie, RU-Leiden), die de kaartbijlagen heeft getekend. Vooral van de zijde van de Provincie Gelderland werd uitvoerig commentaar geleverd op de concept-versie van dit deelrapport, met name door A. Vreugdenhil (Dienst Landinrichting en Landbouw, afdeling Natuur en Landschap), die daarvoor eveneens wordt bedankt. Tenslotte verleende J. Bogte (RIVM, Leidschendam) veel medewerking bij de technische realisatie van het tot stand komen van dit rapport. Ook hij wordt daarvoor bedankt. De uiteindelijke verantwoordelijkheid voor interpretatie en gebruik van de gegevens berust geheel bij het Centrum voor Milieukunde, dat wil zeggen bij de bij de uitvoering van dit onderzoek betrokken onderzoeker K.J. Canters.

1. INLEIDING

De belasting van het milieu kan enerzijds worden bekeken vanuit het oogpunt: waardoor wordt deze belasting veroorzaakt, en anderzijds: vanuit welk beleidsterrein wordt deze belasting bekeken (fig. 1).



Figuur 1 Structuuroverzicht van het onderzoek

Bij de veroorzakers kan onderscheid gemaakt worden tussen exogene, niet beïnvloedbare variabelen, zoals bevolkingsontwikkeling en algemene economische ontwikkeling, en wel beïnvloedbare variabelen, onderverdeeld naar een aantal maatschappelijke sectoren. De exogene ontwikkelingen en de maatregelen die deze maatschappelijke sectoren beïnvloeden geven aanleiding tot de basisontwikkelingen binnen deze sectoren. Deze basisontwikkelingen zijn weer te geven in groeicijfers in de vorm van toegevoegde waarde per tijdseenheid. Hieruit resulteren trends, die voor de verschillende sectoren niet gelijk gericht behoeven te zijn en ook aanzienlijk kunnen verschillen. De maatschappelijke

sectoren of activiteiten kunnen op zich weer worden opgesplitst in deelactiviteiten.

De activiteiten binnen alle maatschappelijke sectoren in een bepaalde periode te zamen vormen de basisontwikkelingen zoals die in een bepaald gebied optreden. Deze basisontwikkelingen geven aanleiding tot 1^e orde milieu-effecten. Deze 1^e orde milieu-effecten, of kortweg 1^e orde effecten, bestaan uit de uitworp en verspreiding van verontreinigingen en de aard en omvang van bodemgebruik als gevolg van activiteiten binnen de maatschappelijke sectoren. De in figuur 1 gemaakte onderverdeling van de 1^e orde effecten in, bij verontreiniging, belasting en verspreiding en, bij bodemgebruik, belasting en localisering kan worden opgevat als de emissie- en immissie-kant van de 1^e orde effecten. Dat wil zeggen, bij de emissie ligt het accent nog op de bijkomende en vaak onbedoelde neveneffecten van activiteiten en bij de immissie op de plaats, in ruimtelijke zin, waar de effecten zich voordoen. De emissie geeft aan datgene wat wordt gedaan of uitgevoerd en de immissie wat het abiotisch effect is en waar dit optreedt. Zowel van verontreiniging als van bodemgebruik kunnen verschillende specifieke vormen worden onderscheiden.

Verontreiniging:

- stoffen
- geluid
- stank
- straling
- afval

Bodemgebruik:

- uitgraven/vergraven
- verhardten/bebouwen
- verandering (grond)waterstand
- oogsten/bemesten
- verstoren
- versnipperen.

In dit deelrapport wordt alleen ingegaan op de 1^e orde effecten veroorzaakt door bodemgebruik. Naast deze opsplitsing van de effecten van basisontwikkelingen in 1^e orde effecten met elk een betere mogelijkheid de daaruit voortvloeiende 2^e orde milieu-effecten af te leiden, moet de verspreiding van de verontreiniging en de localisering van het bodemgebruik worden achterhaald. De 2^e orde effecten zijn de uiteindelijke gevolgen van de 1^e orde effecten - en daarmee indirect dus ook van de activiteiten - op de mens, op de gebruiksfuncties en op natuur en landschap (zie fig. 1). In dit deelrapport wordt nader ingegaan op de 2^e orde effecten, de milieu-effecten die de doelvariabelen vormen

van een milieubeleidsplan, voor zover het natuureffecten betreft op het niveau van ecosystemen.

In hoofdstuk 2 wordt allereerst de ontwikkelde en gebruikte methode voor het bepalen van de natuureffecten op het niveau van ecosystemen uiteengezet. Hoofdstuk 3 geeft aan hoe de relatie is tussen basisontwikkelingen en 1^e orde effecten. De relatie tussen 1^e en 2^e orde effecten wordt besproken in hoofdstuk 7. De uitgangssituatie in drie voorbeeldgebieden wordt uitvoerig beschreven in hoofdstuk 4. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een algemene beschrijving van de uitgangssituatie in het noordelijk deel van de provincie Gelderland in termen van de gekozen kenmerken. Hoofdstuk 5 geeft een kort overzicht van de basisontwikkelingen, zoals die binnen het gehanteerde scenario tot omstreeks 1995 in dit deel van Gelderland zijn te verwachten. In hoofdstuk 6 worden de 1^e orde effecten hiervan nader bekeken, waarbij het accent steeds op de verschillende vormen van bodemgebruik ligt. In hoofdstuk 7 worden aan de hand van de ontwikkelde evaluatie-criteria de resulterende 2^e orde effecten weergegeven. Tenslotte bevat hoofdstuk 8 de conclusies die uit het onderzoek kunnen worden getrokken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen conclusies met betrekking tot de gebruikte methode en met betrekking tot de verkregen resultaten. Daarnaast bevat hoofdstuk 8 aanbevelingen voor nader onderzoek.

2. METHODE VOOR HET BEPALEN VAN NATUUREFFECTEN OP HET NIVEAU VAN LANDSCHAPPEN

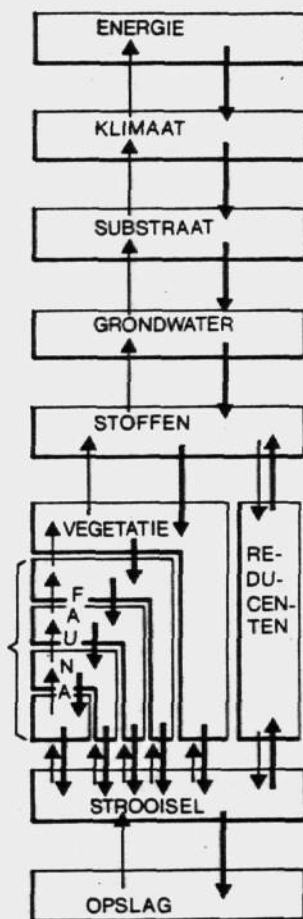
In het onderstaande wordt de methode voor het bepalen van de natuur-effecten beschreven, zoals ontwikkeld in het kader van het Provinciaal Milieuscenario Gelderland-onderzoek. Deze methode omvat de volgende onderdelen, waarop in het onderstaande nader zal worden ingegaan:

- het landschap en het ecosysteem als onderzoeksniveau
- het ecosysteem
- beschrijving van uitgangssituatie
- landschapstypen en voorbeeldgebieden
- specificatie van de basisontwikkelingen binnen de maatschappelijke sectoren
- beschrijving 1^e orde milieu-effecten (ingrepen)
- beoordeling 2^e orde milieu-effecten (criteria)
- relatie beleidsdoelstellingen en criteria
- vormgeving resultaten
- toepasbaarheid methode.

2.1 Het landschap en het ecosysteem als onderzoeksniveau

De effecten op het natuurlijk milieu zullen worden beschreven op het niveau van landschappen. Deze landschappen worden gedacht te zijn opgebouwd uit ecosystemen, die een direct ruimtelijk en functioneel verband tot elkaar hebben. Als basis voor het ecosysteem dient het model zoals weergegeven in figuur 2. Deze schematische weergave is onveranderd overgenomen uit het ecosysteem-onderzoek in het kader van het IODZH (cf. Canters, 1982). In figuur 3 is dit model in iets nader uitgewerkte vorm weergegeven, te zamen met een aantal relaties van het ecosysteem en zijn omgeving. Onder een ecosysteem wordt in dit verband verstaan "een stelsel van betrekkingen tussen organismen onderling en ook tussen organismen en hun abiotische omgeving, dat weliswaar naar buiten toe open is, maar tot op zekere hoogte tot zelfregulatie in staat is". Bij de term ecosysteem ligt de nadruk op het in onderling verband en afhankelijk van elkaar functioneren van de abiotische en biotische samenstellende delen. Hoewel het begrip niet schaalgebonden

ECOSYSTEEM

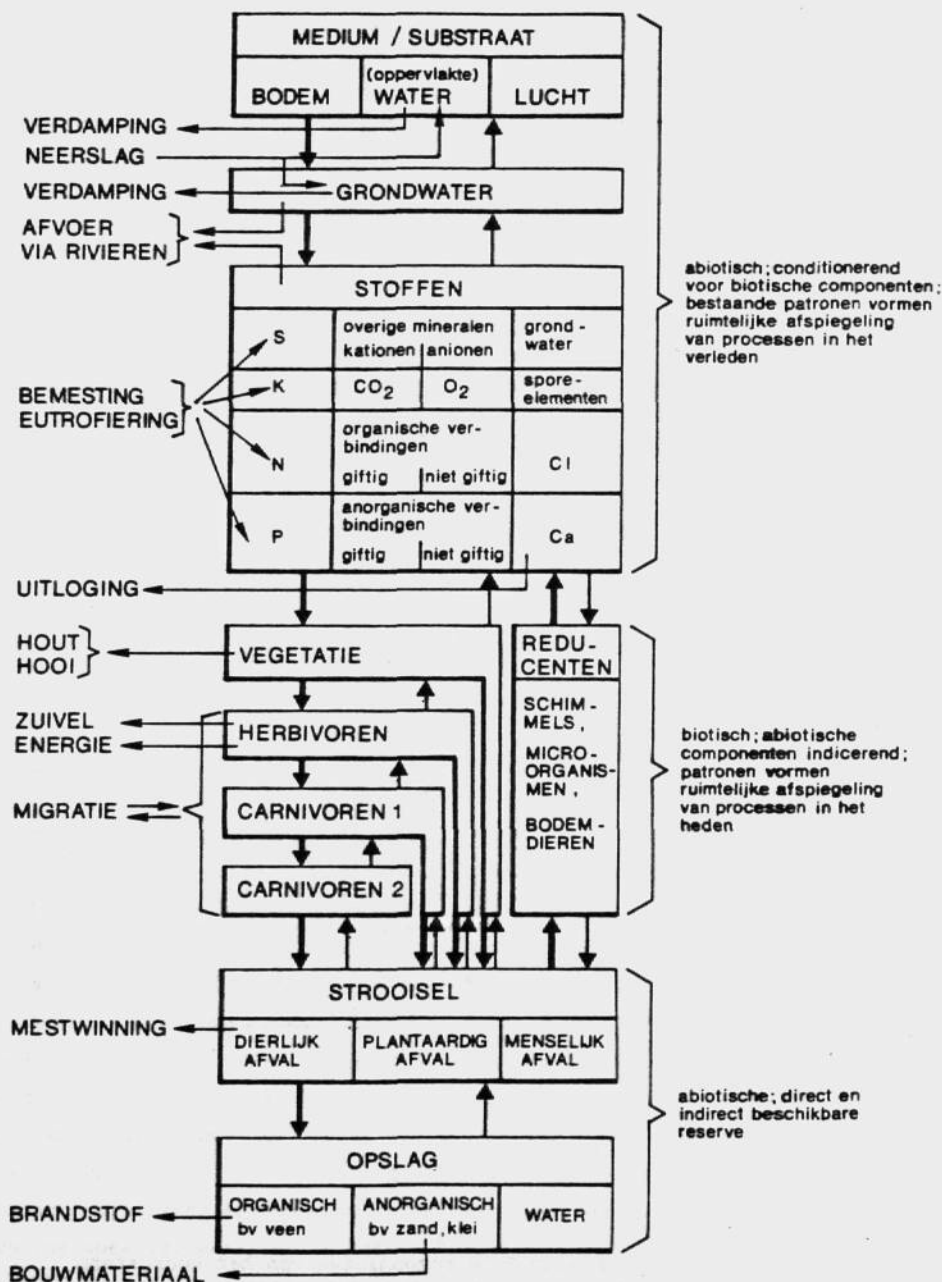


Figuur 2 De componenten van het ecosysteem

INVLOED

ECOSYSTEEM

KARAKTERISTIEK



Figuur 3 Nadere uitwerking van de componenten van het ecosysteem en een aantal relaties met de omgeving

is, wordt in dit verband gedacht aan ecosystemen op het niveau van "een heide", "een bos", "een akkercomplex", "een weidegebied", "een watersysteem", enz.

Verschillende aan elkaar grenzende en onderling een duidelijke relatie onderhoudende ecosystemen vormen een landschap. De in Gelderland voorkomende landschapstypen worden gebruikt ter karakterisering van de verschillende gebiedsdelen. Evenals bij het ecosysteem ligt ook bij het hier gehanteerde begrip landschap de nadruk op de structuur en het in onderling verband functioneren van de samenstellende delen, de ecosystemen. De verschijningsvorm en de gebruiksfunctie voor de mens spelen hierbij een ondergeschikte rol. Voor een goed begrijpen van de huidige situatie is de cultuurhistorische ontstaanswijze echter wel van groot belang.

2.2 Het ecosysteem

Het begrip ecosysteem is voor het eerst door Tansley (1935) gebruikt. Naderhand hebben ook andere onderzoekers zich met dit begrip beziggehouden (o.a. Whittaker 1975, Londo 1971, Ellenberg 1973, Van Wirdum 1979). In navolging van Ellenberg wordt hier onder een ecosysteem verstaan: "een stelsel van betrekkingen tussen organismen onderling en ook tussen organismen en hun abiotische omgeving, dat weliswaar naar buiten toe open is, maar tot op zekere hoogte tot zelfregulatie in staat is". Hiermee is duidelijk aangegeven dat de aanwezigheid van betrekkingen van wezenlijk belang is om van een ecosysteem te kunnen spreken; deze betrekkingen vormen de ecologische relaties. Daarnaast is de zelfregulatie van groot belang. Van Wirdum onderscheidt in dit verband een viertal regulatormechanismen die het functioneren van het ecosysteem mogelijk maken, t.w.: voeding, buitenhouden, lozing en binnenhouden. De verschillen in de mate waarin en de manier waarop het ecosysteem er in slaagt om deze regulatormechanismen aan te wenden bij het verkrijgen van bijv. voldoende water, stoffen, energie of informatie bepalen in hoge mate het type en de aard van dat ecosysteem.

Hierbij is uitgegaan van een hiërarchisch model (zie figuur 2), waarbij de componenten in een volgorde van meer sturend naar meer afhankelijk zijn geplaatst in aansluiting bij Van Leeuwen (1973, cf. Van

der Maarel 1977, Van der Maarel & Dauvellier 1978, Bakker e.a. 1979, 1981). Het principe van deze hiërarchie komt er op neer dat er tussen de elkaar beïnvloedende componenten veelal een overheersende werkingsrichting is aan te geven. De componenten energie en klimaat, die meer tot de atmosfeer behoren, overheersen daarbij de meer tot de aarde behorende andere abiotische componenten. Deze laatste overheersen op hun beurt weer de biotische componenten, die een centrale plaats innemen in het ecosysteem. Deze laatste groep kan onderverdeeld worden in de vegetatie (zichzelf voedend = autotroof), ook aangeduid als de producenten, en de fauna (zich voedend met andere organismen = heterotroof), ook wel aangeduid als de consumenten. Naar de aard van het voedsel kan de fauna nog verder onderverdeeld worden in herbivoren (plantenetend) en carnivoren (vleesetend), waarbij in het laatste geval weer onderscheid gemaakt kan worden tussen carnivoren van de eerste orde, de tweede orde enz. Dat deze indeling in categorieën een kunstmatig karakter heeft blijkt alleen al uit het feit, dat er ook omnivoren zijn te onderscheiden. Om het beeld niet gecompliceerd te maken, worden hier geen verdere onderscheidingen gemaakt.

Naast producenten en consumenten zijn er reducenten aanwezig, die het geproduceerde organische materiaal weer afbreken tot voor de planten opneembare stoffen. Hiermee is tevens het principe van de kringloop van de stoffen aangegeven. De reducenten hebben in tegenstelling tot de andere consumenten niet meer een duidelijk ondergeschikte rol, hetgeen getracht is in de figuur weer te geven. De fauna blijkt in belangrijke mate afhankelijk te zijn van de vegetatie en de vegetatie van de stoffen, die wel of niet in voldoende mate aanwezig zijn en op die manier de groei en vermenigvuldiging van de vegetatie bepalen. De stoffen zijn weer afhankelijk van de aard van het medium, het substraat; het medium wordt in hoge mate beïnvloed door het klimaat. En het klimaat tenslotte wordt bepaald door de hoeveelheid toegevoerde energie. De figuur is ontleend aan Bakker e.a. (1979) en op een aantal punten gewijzigd en aangevuld (met name de fauna, de reducenten, het strooisel en de opslag).

De invloed van de componenten op elkaar manifesteert zich niet alleen via de tussenliggende componenten, maar ook op directe wijze. Zo blijkt de invloed van het klimaat op de fauna duidelijk uit verschil-

lende vormen van aanpassing aan temperatuursschommelingen (haar, veren en nesten). Dat er niet alleen eenzijdige afhankelijkheidsbetrekkingen bestaan - weergegeven door dikke pijlen - maar ook minder zware invloeden in tegenstelde richting werkzaam zijn, is weergegeven met de dunnere pijlen.

Uit de figuur blijkt dat er drie hoofdgroepen van elementen zijn te onderscheiden. De eerste hoofdgroep wordt gevormd door de dominante abiotische componenten (of factoren), die een sterk conditionerend karakter hebben. De tweede hoofdgroep bestaat uit de biotische componenten. De derde hoofdgroep, strooisel en opslag, bestaat weer uit de biotische componenten en vormt de reserves van het ecosysteem. Hoewel ze een sterk ondergeschikt karakter hebben, zijn ze toch van wezenlijk belang, omdat ze in tijden van schaarste een buffer kunnen vormen, waardoor het ecosysteem toch kan blijven voortbestaan.

2.2.1 Componenten

Hieronder zullen de verschillende componenten nader worden toegelicht.

Substraat

Het substraat kan bestaan uit bodem, water of lucht, of een combinatie hiervan. Het heeft betekenis voor het ecosysteem als drager van de overige componenten van het ecosysteem. Op te merken valt dat het water hier, in de vorm van oppervlaktewater, een geheel andere rol vervult dan het grondwater.

Grondwater

Hoewel het grondwater ook tot de stoffen (zie hieronder) gerekend kan worden, is de rol en de betekenis van het grondwater zo groot en ook van zo'n essentieel belang dat het tussen substraat en stoffen als een eigen component wordt opgevoerd. Het grondwater ontleent zijn betekenis aan de functie transportmiddel.

Stoffen

Als stoffen worden onderscheiden: CO_2 , O_2 , H_2O , K, N, P, S, Fe, Ca, NaCl, overige mineralen, sporenelementen en (al of niet giftige) orga-

nische en anorganische verbindingen. Deze stoffen kunnen in het ecosysteem circuleren, maar zich ook van binnen naar buiten verplaatsen en omgekeerd. De hier opgesomde stoffen zijn onder verschillende omstandigheden van essentieel belang voor het goed functioneren van het ecosysteem en kunnen als beperkende factoren gaan optreden als er te veel of te weinig van aanwezig is. Zo komt bijv. het effect van eutrofiëring tot uitdrukking in het verhoogde gehalte van N, P of K.

Biotische componenten

Bij de biotische componenten kan een indeling gemaakt worden naar de plaats die zij innemen in het ecosysteem. Deze betreft primair het onderscheid tussen producenten (de plantengroei), consumenten en reducers. De consumenten kunnen verder worden ingedeeld in herbivoren en (primaire en secundaire) carnivoren. Opgemerkt moet worden dat deze indeling van de consumenten niet met die in systematische groepen binnen de fauna samenvalt.

Strooisel en opslag

Het strooisel vormt de tijdelijke fase van de dode organische stof. Enerzijds kan het door de reducers worden afgebroken tot weer voor de primaire producenten opneembare stoffen (mineralisatie), of voor kortere of langere tijd - bijv. in de vorm van veen - niet voor het ecosysteem beschikbaar zijn (opslag). Anderzijds kan het door verschillende vormen van oogsten (maaien, plaggen, vissen, jagen, enz.) uit het systeem verdwijnen. In de opslag kan ook water terecht komen.

Het onderkennen van de hiërarchische ordening van de componenten heeft ook consequenties voor de verstoringen van het ecosysteem. De ernst van deze verstoringen hangt voornamelijk samen met de hoogte waarop in de hiërarchie wordt ingegrepen. Deze consequenties kunnen als volgt worden omschreven (cf. Van der Maarel & Dauvellier 1978):

- naarmate een verandering door een ingreep hoger in de hiërarchie plaatsvindt, zullen de gevolgen veelal groter zijn,
- hoe langer de beïnvloedingsweg binnen het ecosysteem is, des te meer onzeker zal het uiteindelijke effect zijn, en
- hoe hoger en hoe langer de ingrepen aangrijpen, des te groter zijn de daaraan verbonden risico's voor de mens.

Naar aanleiding hiervan is het niet toevallig dat Van Wirdum (1979) drie vormen van het "geheugen" van een ecosysteem onderscheidt, die een afnemende "hardheid" bezitten. Het harde geheugen zit opgeslagen in de aard van het gesteente, het uitgangsmateriaal; het vergankelijke geheugen zit opgeslagen in de bodem en omvat ook andere abiotische factoren, zoals reliëf en grondwater. Het zwakke geheugen omvat de biotische componenten en is het meest kwetsbare geheugen.

2.2.2 Patronen en processen

Richter (1968) maakt een onderscheid in statische en functionele relaties van de componenten van een ecosysteem, overeenkomend met het onderscheid dat Watt (1947) maakt tussen patronen en processen. Dit onderscheid geeft aan dat er statische relaties zijn die teruggevonden worden in de patronen en dat er functionele of dynamische relaties zijn, die teruggevonden worden in de processen van het ecosysteem (cf. Doing 1974). In Nederland is vooral door Van Leeuwen c.s. (cf. Van Leeuwen 1966, Londo 1971, Van Wirdum 1979) veel onderzoek gedaan naar patronen en processen in ecosystemen. Het werk van Doing (1974) en Bakker e.a. (1979, 1981) illustreert dat procesonderzoek een steeds grotere aandacht in het ecosysteemonderzoek verkrijgt.

Door het onderscheiden van patronen en processen is het mogelijk om de eigenschappen van de componenten van het ecosysteem in hun biotisch en functioneel verband te bezien. Hierbij moet niet uit het oog verloren worden dat patronen en processen nauw met elkaar in verband staan; de patronen zijn de ruimtelijke neerslag van de processen in het verleden, de processen in het heden leveren de patronen in de toekomst op. Bij het indelen of beschrijven van ecosystemen wordt vaak gebruik gemaakt van patroonkenmerken (Doing 1974, Everts e.a. 1982). Deze kunnen dan zowel aanwezig zijn in de abiotische componenten, zoals de bodemsamenstelling en de geomorfologie, als ook in de biotische componenten, zoals de vegetatiestructuur. Een beperking van deze benadering vormt het feit dat wel allerlei veranderingen en overgangen worden geconstateerd, maar dat niet wordt aangegeven hoe de samenstellende delen zich in oorzakelijk verband tot elkaar verhouden. Wel wordt hierbij aansluiting gezocht bij processen, zoals die zich in het verleden hebben afgespeeld; dit wordt echter niet expliciet aangegeven

en evenmin worden de processen in het heden en in de toekomst bij de beschrijving betrokken. Juist deze processen in heden en toekomst zijn van belang om veranderingen van de patronen te kunnen verklaren en voorspellen.

Door Richter (1968) en Caspers & Karbe (1966, 1967) is een meer functionele benadering van de analyse van de processen, die zich in een ecosysteem voordoen, geïntroduceerd. Ook Ellenberg (1973) geeft het belang hiervan aan, wanneer hij gebruik maakt van eigenschappen als de productiviteit van de producenten, regelmatige toe- of afname van stoffen, relatieve betekenis van consumenten en de rol van de mens in het ecosysteem. Bakker e.a. (1981) spreken in dit verband als ze het hebben over de processen, over procesgroepen, waarmee wordt aangegeven dat ertussen de componenten doorlopende reeksen processen bestaan.

Energie in de vorm van zonne-energie blijkt dan steeds de drijvende kracht binnen deze procesgroepen te zijn. Voorbeelden hiervan zijn:

- zonne-energie → opwarming aardoppervlak → opwarming atmosfeer → drukverschillen → wind
- zonne-energie → fotosynthese → biomassa → organisch afval → afbraak → mineralisatie
- zonne-energie → verdamping → neerslag → verticale en horizontale grondwaterbewegingen.

Het bestaan van deze procesketens en van de hieruit resulterende patronen heeft aanleiding gegeven om de criteria, waarmee de effecten van de ingrepen "gemeten" moeten worden, hiervanuit te ontwikkelen.

2.3 Beschrijving uitgangssituatie

Door een beschrijving van de structuur en het functioneren van een ecosysteem en haar componenten kan een beeld worden verkregen van het natuurlijk milieu in een bepaald gebied. Voor het op juiste wijze karakteriseren van deze uitgangssituatie zijn nu vier kenmerken onderscheiden, waarmee de patroon- en proceseigenschappen van het ecosysteem kunnen worden aangegeven (tabel 1). Aangezien deze kenmerken nog niet voldoende differentiërend werken, zijn binnen elk kenmerk vier subkenmerken onderscheiden. Bij de beschrijving van de uit deze (sub)kenmerken afgeleide evaluatiecriteria wordt nader op de kenmerken ingegaan (2.7.1). Zoals is aangegeven in tabel 1 vertoont de opsplitsing

Kenmerk	Subkenmerk	
- Ruimtelijke diversiteit	- macrogradiënten	c
	- microgradiënten	c
	- reliëf	t
	- vegetatiestructuur	t
- Abiotische huishoudingen	- aardhuishouding	c
	- bodemhuishouding	t
	- waterhuishouding	c
	- stofhuishoudingen	t
- Opbouw levensgemeenschap	- producenten	t
	- herbivoren	t(c)
	- carnivoren I	c(t)
	- carnivoren II	c
- Type relatie ecosysteem met omgeving	- voeding	c
	- lozing	c
	- resistentie	t
	- retentie	t

Tabel 1 Kenmerken en subkenmerken voor het karakteriseren van het ecosysteem (c = subkenmerk met een sterk chorologisch accent; t = subkenmerk met een sterk topologisch accent)

sing van de kenmerken in vier subkenmerken een duidelijke symmetrie als gelet wordt op het chorologisch respectievelijk topologisch karakter. Dit wil zeggen dat binnen elk kenmerk evenredig veel aandacht wordt besteed aan de functionele relaties tussen gebieden, die naast elkaar liggen en van elkaar verschillen, als aan functionele relaties binnen een gebied, welk gebied op het betreffende schaalniveau als homogeen samengesteld is op te vatten. Anders gezegd: de chorologische subkenmerken hebben een sterk horizontaal karakter en de topologische een verticaal.

2.4 Landschapstypen en voorbeeldgebieden

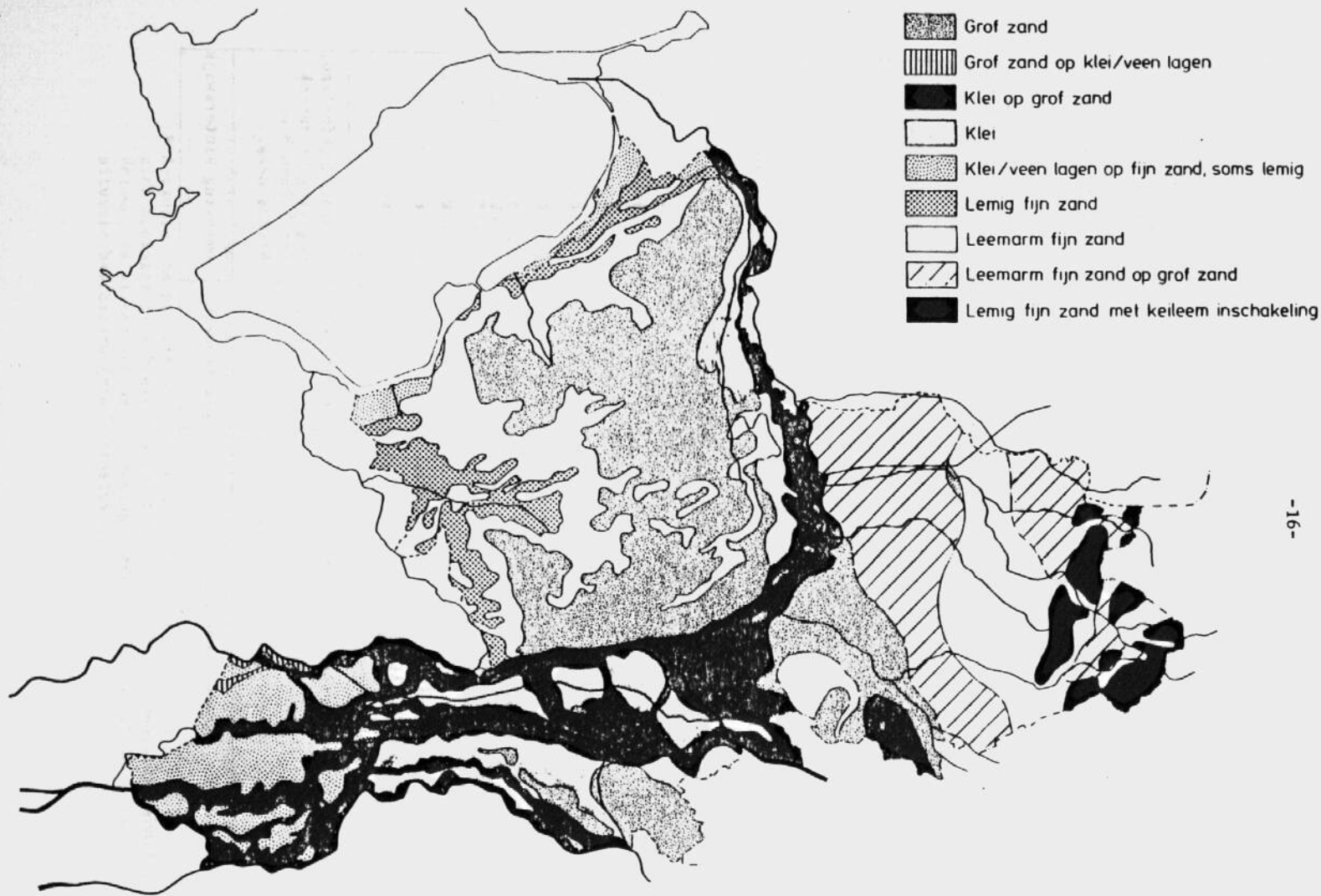
Aangezien voor een volledige en voldoende gedetailleerde beschrijving van de uitgangssituatie tijd en middelen ontbreken, wordt een aantal landschapstypen (tabel 2) onderscheiden. Bij het onderscheiden van de landschapstypen is vooral gebruik gemaakt van de geologische ontstaanswijze en de daaruit resulterende geomorfologische en bodemkundige (zie figuur 4) kenmerken, en van het bodemgebruik door de mens. Dit laatste gegeven leverde bijvoorbeeld geen nader onderscheid op tussen komkleigebieden bestaande uit hoofdzakelijk rivierklei en bestaande uit rivierklei-op-veenafzettingen. Wel werd in de Graafschap een nader onderscheid gemaakt tussen dekzandgebieden met landgoederen en dekzandgebieden met een grootschalig, open karakter. Ook werd langs de oostelijke flank van het Veluwe-massief een apart type landschap, namelijk overgang tussen stuwal en rivier met oeverwal onderscheiden. Van de landschapstypen wordt onder gebruikmaking van voorbeeldgebieden een beschrijving van de uitgangssituatie gegeven.* Deze voorbeeldgebieden zijn zodanig gekozen, dat elk voorkomend landschapstype minstens éénmaal wordt beschreven, alsmede de meest opvallende en karakteristieke overgangen tussen de verschillende typen. Deze overganggebieden zijn verhoudingsgewijs vaak in de voorbeeldgebieden opgenomen, omdat juist hier de elementen van de beide aan elkaar grenzende landschapstypen zullen voorkomen, maar ook omdat bepaalde abiotische omstandigheden met de daarbij behorende organismen zich in hun voorkomen tot deze overganggebieden beperken. Hierbij kan gedacht worden aan overgangen van hoog naar laag, van voedselarm naar voedselrijk en van zuur naar basisch.

De keuze van de voorbeeldgebieden heeft tevens plaatsgevonden op grond van de beschikbaarheid van gegevens omtrent het natuurlijk milieu. De beschrijving van het landschap in deze voorbeeldgebieden gebeurt mede aan de hand van de daar voorkomende ecosystemen. De gekozen voorbeeldgebieden zijn nader omschreven in tabel 3 en aangegeven in figuur 5. In deze figuur is ook het voorkomen van de verschillende landschaps-

* Aangezien om praktische redenen het onderzoek naar natuureffecten zich hoofdzakelijk heeft beperkt tot het noordelijk deel van de Veluwe, is alleen van de voorbeeldgebieden I, II en III de uitgangssituatie beschreven (zie hoofdstuk 4).

Type	Algemene karakterisering	Periode van ontstaan	Voorkomen in Gelderland
1. rivier met oeverwal	rivier met uiterwaarden en oeverwal met overslaggronden	holoceen	Rijn, Waal, Maas, IJssel en Oude IJssel
2. komkleigebied	rivierklei-gebieden tussen de grote rivieren	holoceen	tussen de grote rivieren
3. rivierstuifduinen	complex van rivierstuifduinen in rivierengebied	holoceen/ pleistoceen	omgeving Hatertse vennen (en langs de Oude IJssel)
4. grootschalig, open dekzandgebied	aaneengesloten landbouwgebied op dekzand	pleistoceen	zuidelijke deel Geld. Vallei en grote delen van Graafsch., Achterh. en Liemers
5. kleinschalig, gesloten dekzandgebied	stuifzanden met overgangen naar veen en zeelei	pleistoceen	noordelijke deel van de Gelderse Vallei
6. dekzandgebied met landgoederen	boscomplexen afgewisseld met landbouwgebieden	pleistoceen	noordwestelijk en -oostelijk deel van de Graafschap
7. overgang stuwwal-randmeren	overgang van stuwwal naar randmeren via dekzandruggen, veen en zeelei	pleistoceen	langs noordwestelijke Veluwe-rand
8. overgang stuwwal-IJsselval.	glooiende flank van stuwwal	pleistoceen	Oost-Veluwe-rand
9. overgang stuwwal-Rijn	glooiende flank van stuwwal met directe overgang naar rivierengebied	pleistoceen	Veluwe-zoom
10. stuwwal	door gletsjers gestuwde zandmassa's	pleistoceen	Veluwe, Montferland, omgeving Groesbeek (en Lochemse en Needse Berg)
11. Winterswijk	grondmorenengebied	pleistoceen	omgeving Winterswijk

Tabel 2 Landschapstypen



Figuur 4 Globale bodemkaart van de provincie Gelderland (bron: Rijks Geologische Dienst, 1975; gewijzigd)

	Voorbeeldgebied	Landschapstype *
I.	Omgeving Randmeren **	7 ↔ 10
II.	Noordelijk deel Gelderse Vallei **	5
III.	IJsselvallei e.o. **	1 ↔ 8 ↔ 10
IV.	Omgeving Lunterse Beek	4 ↔ 10
V.	Omgeving Zutphen/Warnsveld	6 ↔ 1 ↔ 8
VI.	Omgeving Ruurlo/Borculo	4
VII.	Omgeving Winterswijk	11
VIII.	Omgeving Arnhem/Westervoort	9 ↔ 1 (↔ 2)
IX.	Oude Rijnstrangen/Ooypolder	(2 ↔) 1 (↔ 10)
X.	Hatertse Vennen	(1 ↔) 3
XI.	Maas en Waal	1 (↔ 2)
XII.	Komkleigebied Tielerwaard	2 (↔ 1)

Tabel 3 Gekozen voorbeeldgebieden voor de karakterisering van de landschapstypen. Voor de locatie van de voorbeeldgebieden zie figuur 5. (** voorbeeldgebieden welke in hoofdstuk 4 nader zijn beschreven).

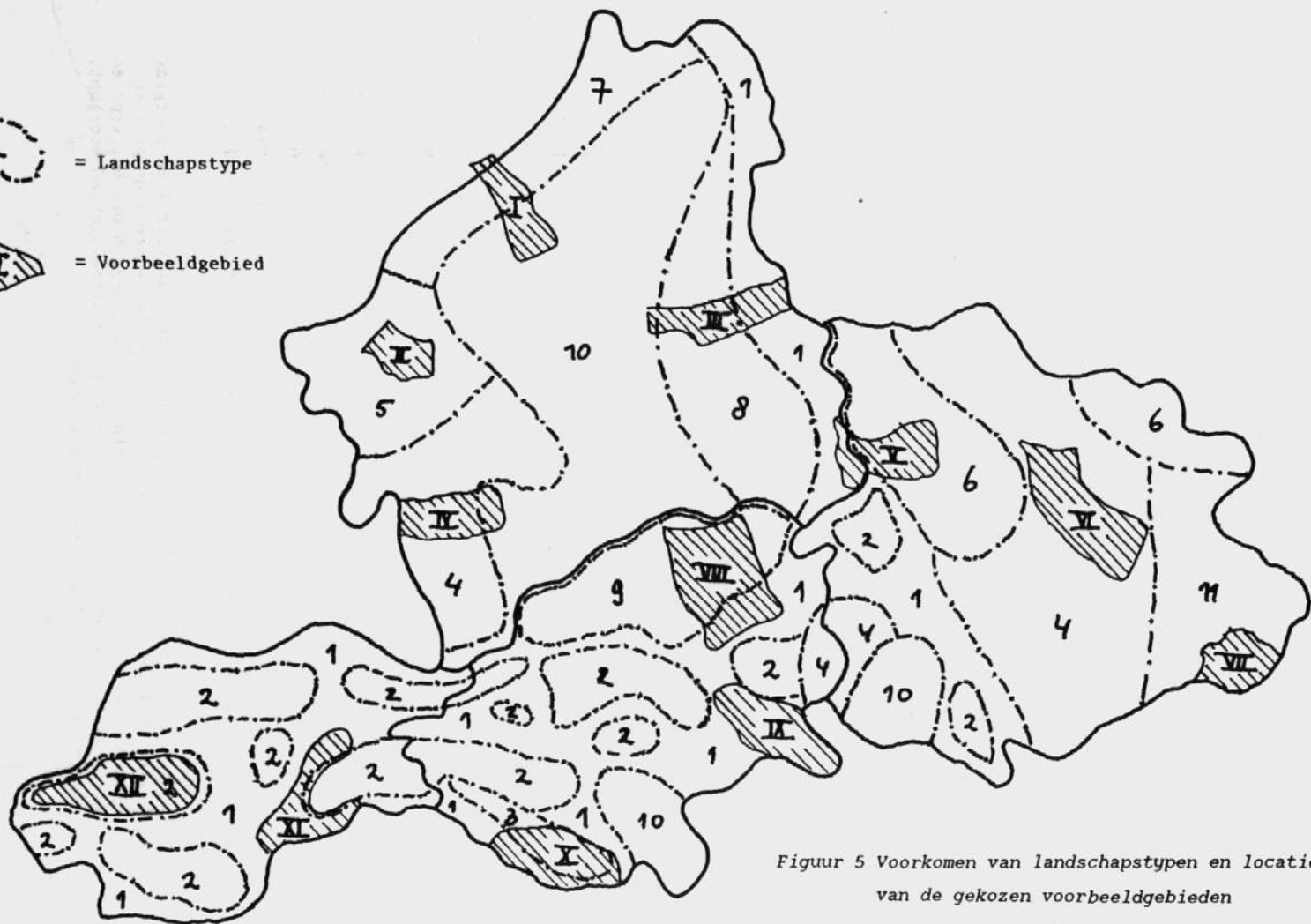
typen weergegeven. In de tabel is tevens aangegeven welke overgangszones tussen de typen in de voorbeeldgebieden aanwezig zijn.

2.5 Specificatie van de basisontwikkelingen binnen de sectoren

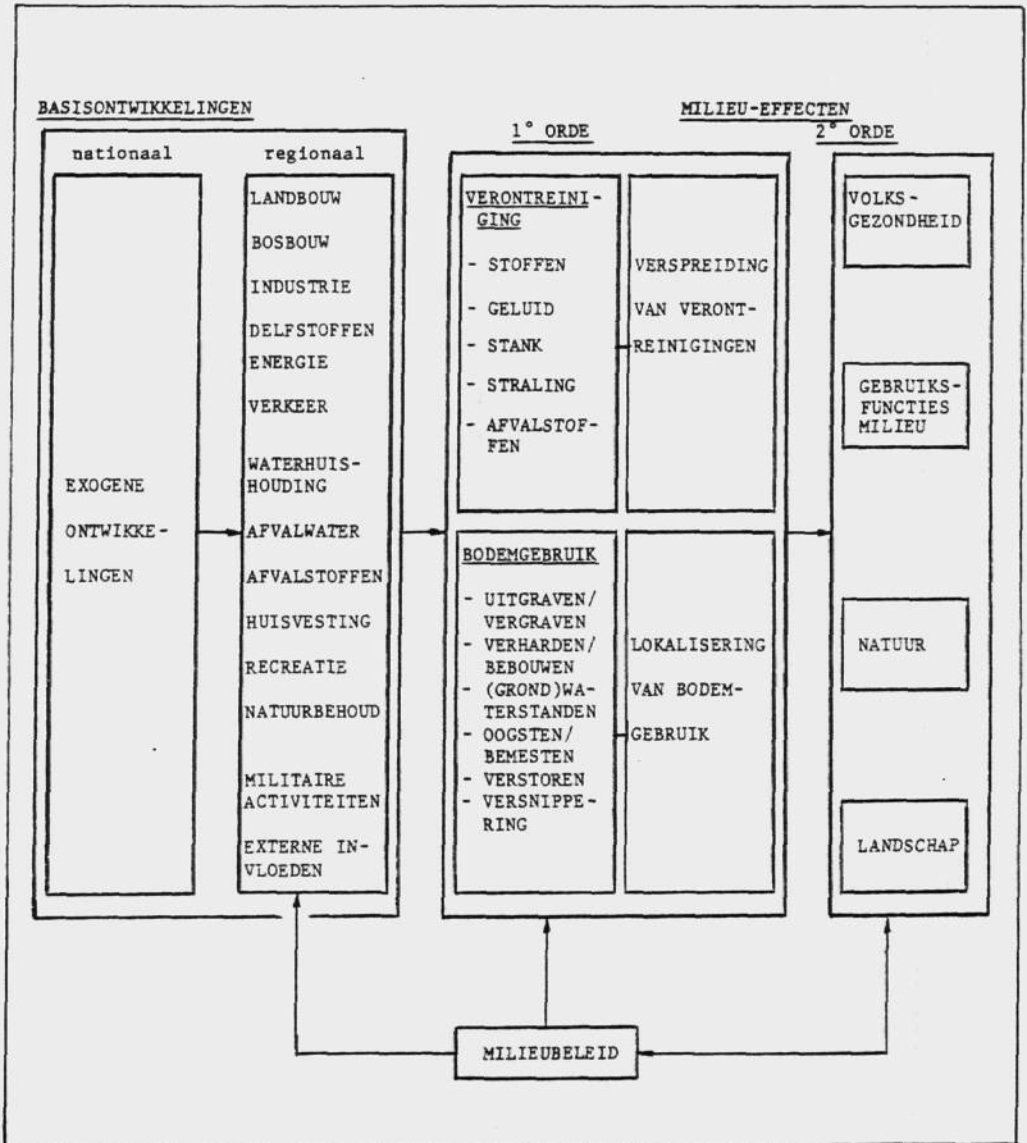
Uitgangspunt voor de beschrijving van de effecten op het natuurlijk milieu zijn de ontwikkelingen binnen een aantal maatschappelijke sectoren (figuur 6). Binnen deze sectoren worden activiteiten onderscheiden, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de aanleg van voorzieningen en het gebruik van deze voorzieningen (zie tabel 4).

* Een pijl tussen twee landschapstypen geeft aan dat vooral de overgang tussen de twee betreffende typen van belang is. Wanneer de pijl en een landschapstype tussen haken staan wil dat zeggen dat het type en de overgang naar een ander type wel in het voorbeeldgebied voorkomt, maar er geen hoofdbestanddeel van uitmaakt.

-  = Landschapstype
 = Voorbeeldgebied



Figuur 5 Voorkomen van landschapstypen en locatie van de gekozen voorbeeldgebieden



Figuur 6 Schematisch beeld van de samenhang in een milieuscenario

Delfstofwinning	: - olie-/gaswinning (locatie, ha, ton/j) - klei-/zand-/grindwinning (locatie, ha, ton/j)
Huisvesting	: - nieuwbouwwijken (locatie, ha) - dichtbouwen (locatie, ha) - wonen (locatie, ha)
Verkeer/vervoer	: - aanleg/reconstructie van wegen (locatie, type) - opheffen van wegen (locatie, type) - gebruik van wegen (locatie, type, intensiteit)
Waterhuishouding	: - dijkverhoging (locatie) - recirculatie (locatie, ha, m ³ /j) - beregening (locatie, ha, m ³ /j) - waterwinning (locatie, m ³ /j)
Industrie	: - aanleg industrieterrein (locatie, ha) - gebruik industrieterrein
Energie	: - bouw van centrales (locatie, ha) - gebruik centrales (Megawatt/j)
Vast afval	: - stortplaatsen (locatie/type, ton/j)
Afvalwater	: - zuiveringsinstallaties (locatie, type, cap.)
Landbouw	: - cultuurtechnische maatregelen - intensivering (locatie, type)
Bosbouw	: - aanleg productiebossen (locatie, type) - gebruik productiebossen (locatie, type) - gebruik "natuur"-bossen (locatie, type)
Defensie	: - aanleg oefenterreinen (locatie, type) - gebruik schietterreinen (locatie, type) - gebruik voor overige oefenterreinen (locatie, type)
Natuurbehoud	: - uitbreiding natuurgebieden en -reservaten (locatie, ha, type) - onderhoud (locatie, ha, type)
Recreatie	: - aanleg voorzieningen (locatie, type) - stationaire recreatie (locatie, ha) - mobiele recreatie (locatie, gebruiksintensiteit)

Tabel 4 Lijst van activiteiten, waarvan de locatie, ingenomen oppervlak, type en/of hoeveelheden voor 1977-1980, 1990 en 2000 moeten worden aangegeven

Daarnaast worden niet-localiseerbare activiteiten onderscheiden (tabel 5), zoals bijvoorbeeld de ontwikkeling van het autobezit. De functie hiervan is het onderbouwen en ondersteunen van uitspraken over de kwantitatieve grootte en kwalitatieve ernst van de ontwikkelingen binnen localiseerbare activiteiten. Bij de weergave van localiseerbare en niet-localiseerbare ontwikkelingen binnen de activiteiten wordt gestreefd naar een beschrijving in het verleden en in de toekomst voor de volgende jaren: 1977-1980, 1990 en 2000.

Verkeer/vervoer	:	- ontwikkeling autobezit (incl. gebruik) - ontwikkeling fietsbezit (incl. gebruik) - ontwikkeling openbaar vervoer (incl. gebruik)
Waterhuishouding	:	- ontwikkeling in gebruik van oppervlaktewater en grondwater - ontwikkeling van verhouding tussen drink-, industrie- en agrarisch gebruikt water
Landbouw	:	- ontwikkeling in gebruikt oppervlak door: - bio-industrie - veeteelt - akkerbouw - fruitteelt - tuinbouw - ontwikkeling veedichtheid als maat voor intensivering/extensivering
Bosbouw	:	- ontwikkeling verhouding naald- en loofbos - ontwikkeling van verhouding tussen productiebos/recreatiebos/natuurlijk bos
Recreatie	:	- ontwikkeling in verhouding verblijfsrecreatie en dagrecreatie.

Tabel 5 Lijst van activiteiten, die vanwege hun aard en/of door gebrek aan voldoende ruimtelijk detail niet op kaart(en) zijn weer te geven en waarvan de grootte voor 1977-1980, 1990 en 2000 moet worden aangegeven

De beschrijving van de toekomstige activiteiten, de zogenaamde basisontwikkelingen, omvat onder meer:

- een inventarisatie van bestaande plannen en analyse daarvan in termen van de weergegeven eenheden;
- een toets van deze plannen met betrekking tot eventuele ruimtelijke strijdigheid;
- het opbouwen van een scenario voor de jaren 1990 en 2000, waarbij rekening gehouden wordt met de te verwachten bevolkingsontwikkeling en financiële mogelijkheden.

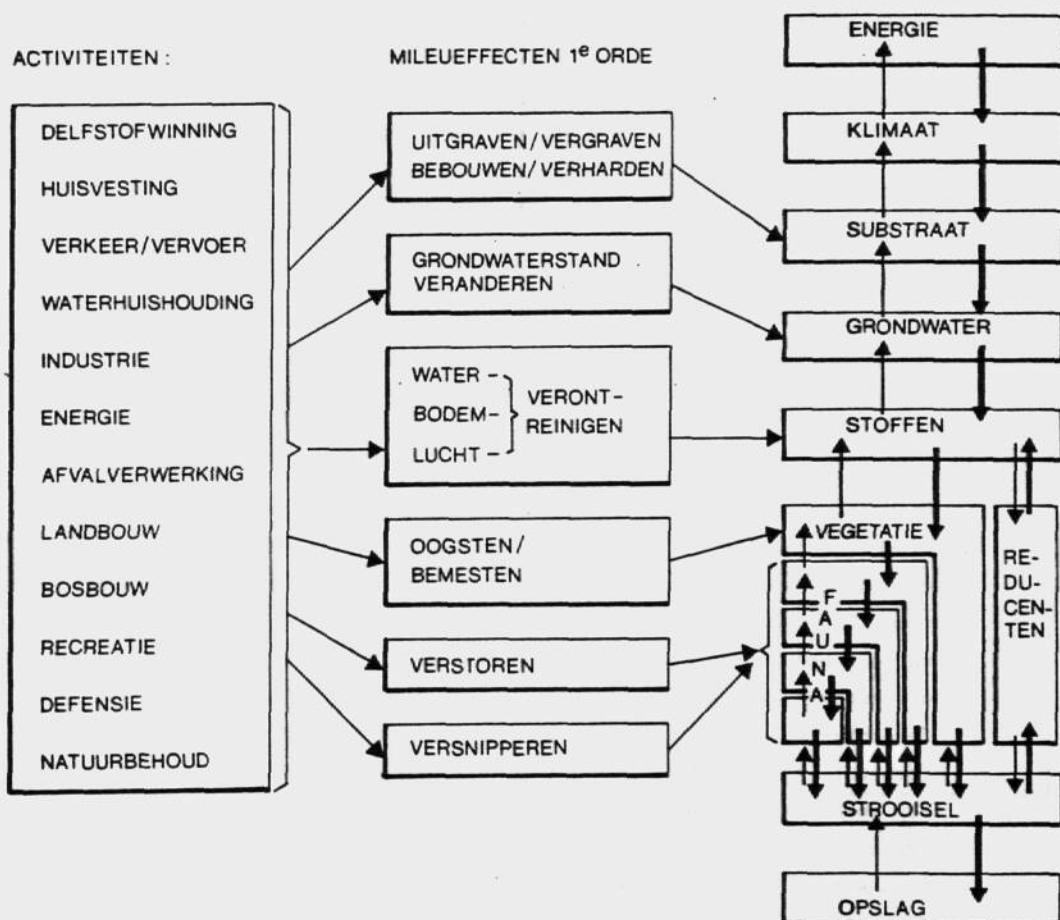
2.6 Beschrijving 1^e orde effecten

Een volgende stap is het opsplitsen van de deelactiviteiten in een beperkt aantal deelhandelingen, ofwel "milieu-effecten van de eerste orde" (kort: 1^e orde effecten). De bedoeling hiervan is, dat, terwille van de vergelijkbaarheid, de veelheid van activiteiten wordt herleid tot een beperkt aantal 1^e orde effecten. Deze effecten kunnen zo worden gerangschikt en gegroepeerd dat ze aansluiten bij de in figuur 1 onderscheiden componenten van het ecosysteem. Hierbij is vooral de traceerbaarheid van belang, zodat nagegaan kan worden welk effect op het ecosysteem door welke activiteit(en) wordt (worden) veroorzaakt. Tevens kan dan gelet worden op de plaats van aangrijpen in de hiërarchie van het ecosysteem, hetgeen van belang is bij een gewichtstoekening aan de 1^e orde effecten.

De onderscheiden activiteiten, de 1^e orde effecten en de relatie van deze laatste tot de componenten van het ecosysteem zijn weergegeven in figuur 7. Het 1^e orde effect moet steeds in directe relatie gezien worden tot de primaire receptor binnen het ecosysteem, dat wil zeggen de component, waarop de deelingreep aangrijpt. Het 1^e orde effect heeft daarom een kwantitatief beschrijvend karakter.

Het einddoel voor wat betreft de 1^e orde effecten zijn kaarten met daarop de 1^e orde effecten gecombineerd voor alle bijdragende activiteiten, waarbij zowel de plaats als ook de sterkte van het te verwachten effect is aangegeven. Per effect kan dan door de kaarten wel de basisontwikkelingen hierover of naast te leggen, welke 1^e orde effecten veroorzaken en hoe groot hun relatieve bijdrage is.

AANGRIJPINGS-
PUNT VAN
MILEUEFFECT 1^o ORDE
OP HET ECOSYSTEEM:



Figuur 7 Activiteiten, 1^o orde effecten en hun voornaamste aangrijpingspunt op componenten van het ecosysteem

2.7 Beschrijving 2^e orde effecten

De beschrijving van de milieu-effecten van de 2^e orde (kort: 2^e orde effecten) vormt de laatste stap in de effectbeschrijvingsketen. De 2^e orde effecten zijn de eindeffecten in termen van de geïnterpreteerde doelvariabelen. Deze effecten moeten worden opgevat als de gevolgen van de 1^e orde effecten uitgedrukt, via het aangrijpingspunt in het ecosysteem, in de vorm van een verandering binnen dit ecosysteem. Zo veranderd door bemesting van een weiland de kwantitatieve en kwalitatieve samenstelling van de vegetatie. Door luchtverontreiniging in de vorm van uitlaatgassen afkomstig van industrie, verkeer en energiewinning verandert de N- en S-huishouding in de atmosfeer.

2.7.1 Evaluatiecriteria

De effecten zullen niet alleen in beschrijvende termen moeten worden weergegeven; er is tevens een evaluatie nodig ten einde aan te kunnen geven hoe ernstig de effecten zijn uit het oogpunt van natuurbehoud. Deze evaluatie kan niet zonder meer plaats hebben in termen van de beschrijvende componenten van het ecosysteem, maar zal plaats moeten vinden met behulp van criteria die op enigerlei wijze een maat vormen voor de differentiatie en de wijze van functioneren van het ecosysteem. De link tussen de hier ontwikkelde criteria en de doelstellingen van het beleid is aangegeven onder 2.6.2. Hierbij is primair een onderscheid gemaakt tussen kenmerken betreffende de ruimtelijke differentiatie (patrooncriteria) en kenmerken met een proceskarakter (procescriteria). Daarbinnen is een nader onderscheid gemaakt tussen het abiotische en het biotische deel van het ecosysteem. De gekozen criteria, alsmede de subcriteria daarbinnen, zijn weergegeven in tabel 6 en worden in het onderstaande nader besproken. De weergave middels de criteria zal semi-kwantitatief van aard zijn. De verwachte beïnvloedingsgebieden leveren een kwantitatieve maat; de verwachte ernst van de effecten zal in ordinale sterkte-klassen worden weergegeven.

Ruimtelijke diversiteit

Bij het criterium ruimtelijke diversiteit worden vier subcriteria onderscheiden, te weten:

- macrogradiënten
- microgradiënten

- reliëf
- vegetatiestructuur

Op deze manier worden in principe voor wat betreft de aard en schaal van de ruimtelijke diversiteit alle aspecten bij de beoordeling betrokken. De macrogradiënten strekken zich uit over afstanden van

<u>Criteria</u>	<u>Subcriteria</u>
- mate van aanwezigheid ruimtelijke diversiteit	- macrogradiënten - microgradiënten - reliëf - vegetatiestructuur
- mate van ongestoordheid abiotische huishoudingen	- aardhuishouding - bodemhuishouding - waterhuishouding - stoffenhuishoudingen
- mate van ongestoordheid levensgemeenschap	- producenten - herbivoren - carnivoren I (kleine roofdieren) - carnivoren II (grote roofdieren)
- wijze van functioneren van ecosysteem met omgeving	- voeding - lozing - retentie - resistentie

Tabel 6 Evaluatiecriteria en subcriteria gebruikt voor de beoordeling van effecten op het ecosysteem.

N.B. De criteria zijn op enkele punten aangepast, vergeleken met de in het IODZH gehanteerde eenheden (cf. Canters, 1982). Zo wordt het criterium "complexiteit van de voedselrelaties" niet meer gebruikt. Dit criterium bleek niet goed operationeel te maken. Er voor in de plaats zijn criteria gekomen met i) het accent op het inwendig functioneren van het biotische gedeelte van het ecosysteem en ii) het uitwendig functioneren, waarbij op het opnemen, afgeven, vasthouden en tegenhouden van energie, materie en informatie wordt gelet.

meerdere kilometers en tussen hoger en lager gelegen delen in een beekdalstelsel. De microgradiënten betreffen bijv. de overgangen op een kleiner schaalniveau, zoals tussen vegetaties met een verschillende ruimtelijke structuur en betreffen in Gelderland bijv. de overgangen van de stuwwallen, waaruit de Veluwe is opgebouwd, naar de lager gelegen delen, zoals de IJsselvallei, de Randmeren en de Gelderse Vallei. Zowel bij de macrogradiënten als de microgradiënten wordt gebruik gemaakt van gegevens omtrent de voorkomende vegetatietypen. Bij het reliëf wordt zowel naar het mesoreliëf als ook naar het microreliëf gekeken, waarbij het accent kan verschillen afhankelijk van de plaatselijke situatie en de betreffende ingrepen.

Het gaat hierbij steeds om de geomorfologische resultante in het heden van processen in het verleden.

Bij de vegetatiestructuur wordt gekeken in hoeverre de aanwezige structuur en de daarbij behorende verscheidenheid, zowel in kwalitatieve als in kwantitatieve zin verandert. Hierbij wordt zowel gekeken naar het aantal lagen, waaruit de vegetatie is opgebouwd, als ook naar de variatie in vegetatiestructuur binnen een bepaald gebied, waarbij de voorkomende vegetatietypen een indicatie omtrent deze variatie geven.

Ongestoordheid abiotische huishoudingen

Bij het criterium mate van ongestoordheid abiotische huishoudingen worden ook vier subcriteria onderscheiden, te weten:

- aardhuishouding
- waterhuishouding
- bodemhuishouding
- stoffenhuishoudingen.

Het betreft hier zeer duidelijk een criterium, waarbij abiotische elementen van het ecosysteem worden beoordeeld. Bij de aardhuishouding wordt gelet op de mate, waarin oorspronkelijk bij een bepaald ecosysteem behorende geomorfologische processen nog plaats (kunnen) vinden, zoals bijvoorbeeld verstuiving en afzetting van zand en transport en sedimentatie in water van grind, zand, klei en veen. De ongestoordheid van de waterhuishouding omvat zowel de oppervlakte- als de grondwaterhuishouding. Hiervan worden veranderingen in stroomsnelheid, richtingen en peil bekeken, en wordt nagegaan in hoeverre veranderingen ten opzichte van vroegere situatie(s) optreden of zullen gaan

optreden. Bij de bodemhuishouding wordt gelet op de bodemvormende processen, waarbij bepaalde bodemprofielen ontstaan of kunnen voortbestaan met de verschillende karakteristieke horizonten. Het subcriterium ongestoordheid van de stoffenhuishoudingen beoordeelt veranderingen in het voorkomen of gedrag van afzonderlijke stoffen in het ecosysteem. Dergelijke veranderingen kunnen onder meer optreden onder invloed van droge en natte depositie van luchtverontreiniging, de landbouwbemesting en diverse bronnen van water- en bodemverontreiniging.

Ongestoordheid levensgemeenschappen

De mate van ongestoordheid van de levensgemeenschappen wordt beoordeeld door de invloed op de onderdelen van de levensgemeenschappen na te gaan. Dit levert de volgende subcriteria op:

- producenten
- herbivoren
- carnivoren van de 1^e orde *
- carnivoren van de 2^e orde *

Per subcriterium wordt aangegeven hoe groot de invloed is van allerlei vormen van verstoring; deze verstoringen kunnen uiteenlopen van opheffing van biotoop door bebouwing tot een tijdelijke, zware verstoring door vergraving en van minder zware vormen van verstoring door betreding of verontreiniging tot doden van de fauna door stropen of jagen. Daarnaast speelt ook de versnippering van levensgemeenschappen door aanleg van wegen, leidingen en andere verbindingen een belangrijke rol. Hierdoor kan isolatie van (deel)populaties van soorten optreden,

* Met carnivoren van de 1^e orde worden bedoeld de kleine vleesetende dieren met een relatief groot reproductievermogen, een korte levensduur en een kleine actieradius (bijvoorbeeld spitsmuizen, kleine roofdieren, insecten); met carnivoren van de 2^e orde worden bedoeld de grote vleesetende dieren met een klein reproductievermogen, een lange levensduur en een grote actieradius (bijvoorbeeld roofvogels, vos en grote marterachtigen). De verschillen tussen carnivoren van de 1^e orde en van de 2^e orde komen ook tot uitdrukking in de toename van de territorium-grootte en de hogere plaats in de voedselpyramide.

met als resultaat het verdwijnen van soorten, hetgeen tot een verarming van de levensgemeenschappen leidt. Op deze wijze worden tevens veranderingen in de diversiteit tot uitdrukking gebracht.

De reducenten worden niet als een aparte groep bij de beoordeling van de ongestoordheid van de levensgemeenschappen betrokken. Hiervoor zijn een tweetal redenen aan te geven: (i) hun positie in het ecosysteem is een dermate afhankelijke, namelijk van andere componenten, dat de effecten op deze componenten impliciet ook de effecten op de reducenten weer zullen geven en (ii) hun rol komt impliciet nadrukkelijk aan de orde bij het criterium wijze van functioneren van een ecosysteem, omdat wanneer hierin veranderingen optreden, dit meestal veranderingen betreft in de kringloop van de stoffen binnen het ecosysteem. Juist hier vormen de reducenten de verbindende schakel tussen organismen en afgebroken organische verbindingen.

Wijze van functioneren ecosystemen met omgeving

De wijze van het in onderling verband functioneren van de ecosystemen binnen een landschap wordt nagegaan door gebruik te maken van vier subcriteria, die paarsgewijs meestal een duidelijk verband vertonen; dit zijn de volgende relaties:

- voeding (= het opnemen van stoffen uit de omgeving)
- lozing (= het afgeven van stoffen aan de omgeving)
- resistentie (= het buitenhouden van stoffen uit de omgeving)
- retentie (= het binnenhouden van stoffen in het systeem).

Deze processen zijn door Van Wirdum (1979) onderscheiden om aan te kunnen geven welk(e) mechanisme(n) de relaties van een (gedeelte van een) ecosysteem met zijn omgeving reguleert.

Veel voeding betekent dat er veel stoffen uit de omgeving in het ecosysteem terecht komen. Deze kunnen hierin worden opgehoopt, maar ook weer aan de omgeving worden afgegeven. In het laatste geval is er tevens sprake van lozing en is het ecosysteem te kenschetsen als een open systeem. Een goed voorbeeld van een dergelijk systeem vormt de Waddenzee. Naarmate de resistentie groter is en het systeem dus beter bestand is tegen invloeden van buitenaf, zal dikwijls ook de retentie groter zijn, omdat als dit niet het geval zou zijn, het systeem zou leeglopen. Hiervan vormt de Veluwe in zijn oorspronkelijke staat een

goed voorbeeld. Door nu na te gaan hoe open of gesloten een ecosysteem oorspronkelijk was en eventueel nog is, kan de hierin optredende verandering door 1^e orde effecten aangeven hoe het ecosysteem anders zal gaan functioneren en welke gevolgen dit heeft voor het natuurlijk milieu.

Bij het beschrijven van de uitgangssituatie wordt, mede in historisch verband bezien, nagegaan hoe de ecosystemen binnen een bepaald landschap ten opzichte van elkaar functioneren. Hierbij zal een duidelijk verschil gemaakt kunnen worden tussen (ook oorspronkelijk) min of meer open systemen, zoals bijvoorbeeld grasland, bouwland en min of meer gesloten systemen, zoals bossen. Een heideterrein vormt in dit verband een goed voorbeeld van een half open systeem dat overwegend een lozingsrelatie heeft en een laagveenmoeras van een halfopen systeem, dat overwegend een voedingsrelatie heeft met zijn omgeving. Van de heide werd vroeger materiaal in de vorm van schapenmest en plaggen afgevoerd en er werd niets aan toegevoegd. In een laagveenmoeras vindt omzetting plaats van aangevoerd anorganisch materiaal naar zich ophopend organisch materiaal.

2.7.2 Relatie evaluatiecriteria en beleidsdoelstellingen

De in de vorige paragraaf beschreven criteria ter beoordeling van de natuureffecten zijn ontwikkeld uitgaande van de bestaande inzichten en voorhanden zijnde kennis omtrent abiotische en biotische parameters, zoals die in een ecosysteem te onderscheiden zijn. Het is nu echter nog noodzakelijk om, uitgaande van beleidsdoelstellingen, na te gaan of/en in hoeverre de op dit moment gehanteerde beleidsdoelstellingen zijn terug te vinden in de te gebruiken criteria.

Hierbij wordt de methode gevolgd, zoals die gebruikt is in het MER-Waterwinning Zuid-Kennemerland (1981). Deze methode komt er op neer, dat wordt uitgegaan van de hoofddoelstelling en subdoelstellingen in de Structuurvisie Natuur- en Landschapsbehoud (1977, -cf. Structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud; deel a: beleidsvoornemen, 1981 en deel d: regeringsbeslissing, 1984), en dat hieruit beleidsdoelen worden afgeleid. Vervolgens worden deze beleidsdoelen vergeleken met de te hanteren criteria. Aan de hand van de verschillende hoofd-

doelstellingen en subdoelstellingen geldend voor de streekplangebieden kan per gebied aan de beleidsdoelen een verschillend gewicht toegekend worden. Nu is het zo dat de algemene doelstellingen van de provincie Gelderland met betrekking tot het beleidsveld Natuur- en Landschapszorg in essentie niet afwijken van de doelstellingen uit de Structuurvisie. Ook kan worden opgemerkt dat de doelstellingen per streekplangebied niet zeer sterk van elkaar verschillen en in betrekkelijk algemene termen zijn gesteld. Vanwege de meer algemene geldigheid wordt daarom van de doelstellingen uit de Structuurvisie gebruik gemaakt.

De hoofddoelstelling uit de Structuurvisie luidt:

"Het bevorderen van zodanige voorwaarden en omstandigheden, dat verscheidenheid en samenhang in natuur en landschap worden gewaarborgd en natuurwaarden, cultuurwaarden en waarden in de sfeer van de menselijke beleving op een kwalitatief optimaal peil zal worden gehandhaafd, dan wel worden ontwikkeld".

Hiervan worden de volgende subdoelstellingen afgeleid:

- I. Het bevorderen van de duurzame veiligstelling en het adequate beheer van:
 - natuurwetenschappelijk, in het bijzonder in ecologisch opzicht belangrijke gebieden of situaties;
 - in cultuurhistorisch opzicht belangwekkende gebieden of situaties;
 - gebieden en situaties, die door hun landschappelijke karakter bijzondere belevingswaarden vertegenwoordigen;
 - gebieden en situaties, waarin alle of verschillende van de bovengenoemde waarden in onderlinge samenhang voorkomen.

- II. Het bevorderen van:
 - de ontwikkeling van natuurwaarden en
 - de instandhouding en het adequate beheer van de wilde flora en fauna.

III. Het - mede - bevorderen van:

- een zodanige kwaliteit van de milieucomponenten water, bodem en lucht, dat de instandhouding van natuurwaarden, cultuurwaarden en landschappelijke waarden wordt gewaarborgd en
- zodanige ruimtelijke structuur, dat de instandhouding en ontwikkeling van natuurwaarden en visueel landschappelijke waarden optimaal wordt gewaarborgd.

Aangezien deze subdoelstellingen nog geen concrete informatie opleveren, waar de te hanteren criteria aan getoetst kunnen worden, moeten ze eerst herleid worden tot beleidsdoelen met een meer enkelvoudig karakter. In dit verband wordt opgemerkt dat alleen gelet wordt op die onderdelen van de subdoelstellingen, die betrekking hebben op het beleidsterrein natuurbehoud.

Nadere analyse van de hoofddoelstelling en subdoelstellingen, waarbij overeenkomstige elementen bij elkaar worden genomen en doel(en) en middel(en) van elkaar worden gescheiden, levert nu het volgende op. Via het middel van maatregelen, namelijk in de sfeer van (i) bewaren, conserveren, beschermen en veiligstellen, (ii) beheren en instandhouden en (iii) ontwikkelen, moeten de volgende beleidsdoelen bevorderd worden:

- a) optimale abiotische voorwaarden
- b) kwaliteit van de milieucompartimenten water, bodem en lucht
- c) biotische verscheidenheid
- d) de optimale structuur van ecosystemen (patroonkenmerken)
- e) het optimaal functioneren van ecosystemen (proceskenmerken).

Hoewel ook bij de optimale abiotische voorwaarden de kwaliteit van deze voorwaarden worden geëvalueerd, komt de beoordeling van de kwaliteit van water, bodem en lucht vooral aan de orde binnen het beleidsterrein milieuhygiëne, wanneer daar sprake is van ecologische kwaliteitsbeoordeling. Het betekent dat dit aspect, weliswaar binnen een ander beleidsterrein, reeds bij de beoordeling wordt betrokken.* Het probleem doet zich hierbij voor dat de normstelling met betrekking tot de kwaliteitsbeoordeling van uit het beleidsterrein Volksgezondheid

* Vergelijk hiertoe het deelrapport 'Verspreiding van milieuverontreinigingen en globale karakterisering van milieu-effecten daarvan', samengesteld door het RIVM.

veel verder is ontwikkeld dan voor wat betreft de ecologische kwaliteitsbeoordeling. Deze achterstand lijkt op dit moment echter snel ingelopen te worden (vergelijk werkzaamheden van de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, CUVWO). Hieruit volgt dat er vier beleidsdoelen overblijven, waarvan nagegaan moet worden of zij, door gebruik te maken van de ontwikkelde criteria, voldoende aan de orde komen bij de beoordeling van de natuureffecten. In tabel 7 zijn hiertoe de relaties tussen de beleidsfacetten en de ecologische criteria weergegeven. Hieruit kan het volgende worden geconcludeerd:

Allereerst blijkt dat alle beleidsdoelen bij minstens twee van de vier criteria duidelijk aan de orde komen. Ook blijkt dat de criteria "ruimtelijke diversiteit" en "wijze van functioneren ecosysteem" beide op het ecosysteem als geheel betrekking hebben (dat wil zeggen zowel op de abiotische voorwaarden als de biotische verscheidenheid), waarbij het eerste criterium de nadruk legt op patroon en het andere op processen. De beide overige criteria richten zich elk op een apart beleidsdoel, namelijk op de abiotische voorwaarden en de biotische verscheidenheid, en hebben ook een verschillend accent voor wat betreft de voorkomende patronen en optredende personen binnen de ecosystemen. Bij de abiotische huishoudingen wordt vooral gekeken naar processen en bij de opbouw van de levensgemeenschap vooral naar patronen.

De aanwezige symmetrie in aandachtspunten geeft aan dat de verschillende beleidsdoelen met betrekking tot het beleidsterrein natuurbehoud op een evenwichtige wijze bij de beoordeling van de effecten worden beoordeeld.

2.7.3 Relaties van provincie en omgeving

Bij het gebruik van de bovenomschreven criteria wordt gelet op relaties binnen of tussen landschappen welke zich binnen de provincie Gelderland bevinden. De aanwezigheid van macrogradiënten komt bijvoorbeeld tot uitdrukking in de overgang van het landschapstype "Veluwezoom" naar het landschapstype "rivier met oeverwal". Binnen het landschapstype "dekzandgebied met landgoederen" komt bijvoorbeeld de relatie tussen de hoger gelegen zandgronden en de beekdalgronden van

beleidsdoelen criterium	abiotische voorwaarden	biotische verscheiden- heid	optimale structuur ecosysteem (patronen)	optimaal functioneren ecosysteem (processen)
Aanwezigheid ruimtelijke diversiteit	+	+	+	(+)
Ongestoordheid abiotische huishoudingen	+	-	(+)	+
Ongestoordheid levensgemeen- schappen	-	+	+	(+)
Wijze van func- tioneren eco- systeem	+	+	(+)	+

- + het betreffende beleidsdoel wordt duidelijk via dit criterium bij de beoordeling betrokken
- (+) het betreffende beleidsdoel wordt in mindere mate via dit criterium bij de beoordeling betrokken
- het betreffende beleidsdoel wordt niet of nauwelijks via dit criterium bij de beoordeling betrokken.

Tabel 7 Relatie tussen de gehanteerde criteria en beleidsdoelen

de kleine beken aan de orde. Door deze benadering ligt het accent van de bestudering van de ecologische relaties sterk op provinciale, regionale of zelfs lokale schaal. Om te vermijden dat relaties van (deel)gebieden van de provincie met buiten de provincie gelegen gebieden over het hoofd gezien worden, zullen dezelfde criteria als boven beschreven ook gebruikt worden om de effecten van ingrepen in de provincie Gelderland met het omringende gebied aan te geven. In een aantal gevallen zal de beschrijving zich richten op een hoger schaalniveau, waarbij de provincie als één geheel beschouwd wordt. Voor de gedachtenbepaling kunnen enkele voorbeelden gegeven worden:

- de relatie tussen de provincie als overwinteringsgebied van de meer noordelijk en oostelijk gelegen broedgebieden voor ganzen en eenden;
- de provincie als overgangsgebied van pleistocene gronden naar holoceen gebied, bijvoorbeeld tot uitdrukking komend in bovenstroomse invloeden van de Rijn op Gelderland en invloeden vanuit Gelderland op het benedenstroomse gebied van de Rijn;
- de relatie tussen Gelderland en de Randmeren en/of het IJsselmeer door vervuiling en eutrofiëring van genoemde wateren.

Hierbij moet echter wel opgemerkt worden dat de hier bedoelde effecten slechts in een zeer globale zin zullen kunnen worden aangegeven.

2.8 Vormgeving resultaten

De vormgeving van de resultaten gebeurt op twee verschillende manieren, te omschrijven als de kaarten-methode en de histogrammen-methode.

2.8.1 Kaarten

De resultaten van het onderzoek naar natuureffecten worden gepresenteerd in de vorm van vier typen kaarten, met informatie over:

- uitgangssituatie
- basisontwikkelingen
- 1^e orde effecten
- 2^e orde effecten

Het resultaat hiervan is dat door gebruik te maken van overlays, waarbij respectievelijk de 1^e orde effecten of de basisontwikkelingen over de 2^e orde effecten heen gelegd worden, een indruk verkregen wordt van de ruimtelijke verdeling van de verschillende 2^e orde effecten en de relatieve bijdrage hierin van de 1^e orde effecten en de basisontwikkelingen.

Kaart met uitgangssituatie

Hoewel de beschrijving van de uitgangssituatie vooraf gaat aan het beschrijven van de effecten-keten, aangezien hierdoor de effecten beter in hun ruimtelijke werking begrepen kunnen worden, worden de kaarten met daarop aangegeven de kenmerken van de landschapstypen (en hun overgangen) in de vorm van (sub)kenmerken pas gebruikt bij het bepalen van de omvang en sterkte van de 2^e orde effecten. Om deze reden wordt afgezien van het volledig weergeven op kaarten van de beschrijvende kenmerken en wordt alleen een aantal voorbeelden gegeven. Gezien de grote hoeveelheid informatie die op deze wijze moet worden weergegeven, wordt voor elk subcriterium een aparte kaart gemaakt. De kaarten met voedings- en lozings-relaties en met retentie- en resistentiefuncties kunnen gezien het complementaire respectievelijk uitsluitende karakter van de subcriteria met elkaar worden gecombineerd.

Kaart met basisontwikkelingen

Op de kaart met de basisontwikkelingen worden alle per activiteit te onderscheiden en te verwachten ontwikkelingen aangegeven. De mate van gedetailleerd-zijn van vooral deze informatie is doorslaggevend voor het uiteindelijk resultaat van het bepalen van de natuureffecten. Aangezien de exacte locatie van (deel)activiteiten niet altijd mogelijk is, door het ontbreken van goede informatie, wordt van sommige activiteiten alleen de globale locatie en/of intensiteit aangegeven. Van de ontwikkelingen binnen sommige activiteiten was geen (localiseerbare) informatie te verkrijgen. Dit betrof de sectoren bosbouw en energie.

Kaart met 1^e orde effecten

De kaart met de 1^e orde effecten komt overeen met een ingrepenkaart. Ook hier wordt per 1^e orde effect op een aparte kaart aangegeven, waar deze 1^e orde effecten zijn te localiseren en hoe groot de sterkteklasse is, waarmee ze worden uitgevoerd.

Kaart met 2^e orde effecten

De kaart met de 2^e orde effecten is samengesteld uit 16 deelkaarten, die elk voor zich de beoordeling van de effecten via één criterium weergeven. Per kaart worden de volgende aspecten weergegeven:

- (i) subcriterium, dat door effect wordt beïnvloed;
- (ii) teken van het effect, positief of negatief;
- (iii) sterkte, waarin het effect zich voordoet;
- (iv) oppervlak, waarover effect zich voordoet.

Per subcriterium wordt gebruik gemaakt van twee tegengestelde kleuren voor positieve en negatieve effecten, die in verschillende intensiteiten worden gebruikt om de verschillende intensiteiten van het effect weer te kunnen geven.

2.8.2 Histogrammen

De 1^e orde effecten van de verschillende basisontwikkelingen worden per type 1^e orde effect gesommeerd. Hieruit resulteert per 1^e orde effect en per sterkteklasse een aantal beïnvloede ha of km². Per 1^e orde effect wordt nu het totaal beïnvloede oppervlak door sommeren verkregen en wordt de gemiddelde sterkteklasse van de beïnvloeding bepaald. De op deze manier verkregen getallen dienen als materiaal voor het bepalen van de 2^e orde effecten te komen. Hiertoe is echter noodzakelijk dat de kenmerken waaruit de subcriteria zijn afgeleid worden gekwantificeerd, dat wil zeggen dat wordt aangegeven over welk oppervlak en met welke kwaliteit deze kenmerken zich manifesteren. Ook hier wordt uitgegaan van een gemiddelde voor het betrokken onderzoeksgebied. Combinatie van de 1^e orde effecten en de omvang en kwaliteit van de kenmerken die als criterium dienen levert de 2^e orde effecten op. Deze worden uitgedrukt in een met een bepaalde sterkte beïnvloed oppervlak.

Hoewel de beoordeling, in de zin van positieve of negatieve effecten bezien vanuit natuurbeschermingsoogpunt, pas plaatsvindt bij het bepalen van de 2^e orde effecten is ook bij de 1^e orde effecten reeds een onderscheid mogelijk tussen positieve en negatieve invloeden van eenzelfde 1^e orde effect betreffen. Dit betreft de 1^e orde effecten grondwaterstandsverandering, oogsten, verstoren en versnipperen. Door de gebruikte terminologie kunnen hier in dit verband misverstanden ontstaan. Daarom kan hierover het volgende gezegd worden. Grondwaterstandsverandering is een neutrale term. Als er sprake is van een verlaging wordt uitgegaan van een negatief effect en omgekeerd. Ook de term oogsten is op zich een neutraal begrip. Oogsten wordt als een positief effect beschouwd als het gaat om het afvoeren door maaien, begrazen, kappen, branden enz. van materiaal met als oogmerk het terugdringen van de successie. Wordt daarentegen zoals in bepaalde weidegebieden het terrein zo intensief gebruikt dat van overexploitatie en daardoor van uitputting van de bodem sprake is, dan betreft het oogsten met een negatief teken.

De termen verstoren en versnipperen zijn duidelijk geen neutrale termen, aangezien het hier effecten betreft die in principe altijd een negatieve invloed hebben op het ecosysteem. Toch komt ook het tegengestelde voor, bijv. door het beperken van geluidsproductie en het afsluiten van wegen. De verhouding van deze invloeden ten opzichte van de negatieve effecten is voorlopig echter nog zo gering, dat over het algemeen steeds sprake is van verstoren en versnipperen en soms van rust versterkend en aaneengesloten raken. Reden dat aan de termen verstoren en versnipperen de voorkeur wordt gegeven.

Door gebruik te maken van histogrammen is het ook mogelijk om, uitgaande van de 2^e orde effecten, na te gaan door welke 1^e orde effecten deze worden veroorzaakt en door welke basisontwikkelingen de 1^e orde effecten op hun beurt worden veroorzaakt. Dit betekent tevens dat de directe verbindingen tussen basisontwikkelingen en 2^e orde effecten aangegeven kunnen worden.

Een voorwaarde hiervoor is dat ook aan de verschillende 2^e orde criteria en de gebruikte sterkteklassen een gewichtsfactor wordt toegekend. Hetzelfde geldt voor de 1^e orde effecten en de daar gebruikte sterkteklassen. Uitgegaan is van een onderlinge gewichtsverhouding van de sterkteklassen, die er als volgt uitziet: zwak = 1, matig = 2, sterk = 4 en zeer sterk = 8. Deze verhoudingen zijn zowel voor 1^e als

2^e orde effecten aangehouden. Bij de onderlinge verhouding van de effecten zelf is uitgegaan van een gelijke zwaarte van de effecten, hetgeen in de praktijk neerkomt op het toekennen van de gewichtsfactor 1. Dit gebeurt zowel voor de 1^e als 2^e orde effecten.

2.9 Toepasbaarheid methode

Als afronding van het methode-hoofdstuk wordt nu aangegeven hoe de ontwikkelde methode in de praktijk functioneert en in het kader van milieubeleidsplannen kan worden gebruikt. Vooraf moet echter de kanttekening worden gemaakt dat de methode op dit moment alleen operationeel is voor natuureffecten (in deze studie 2^e orde effecten genoemd) voortvloeiend uit bodemgebruik. De methode werkt als volgt.

Allereerst wordt met betrekking tot het bodemgebruik slechts een beperkt aantal vormen onderscheiden: de ingrepen (in deze studie 1^e orde effecten genoemd), waartoe alle activiteiten binnen de onderscheiden maatschappelijke sectoren, kunnen worden herleid (figuur 7). De activiteiten in een bepaalde periode vormen de basisontwikkelingen. Voor het opsporen van deze basisontwikkelingen wordt, met inachtneming van een zekere tijdshorizon, per maatschappelijke sector (zie tabel 4 en 5) nagegaan wat te verwachten is en waar, voor zover reeds bekend en/of te achterhalen, een en ander is gelocaliseerd. Op deze wijze wordt duidelijk waar en welke ingrepen zullen plaatsvinden. Vervolgens wordt aan de hand van de beschikbare informatie, voor zover mogelijk, ook nagegaan hoe sterk de ingrepen zullen zijn (zie tabel 8 en figuur 8). Het beeld van de ingrepen is nu compleet, namelijk zowel qua ingenomen oppervlak als intensiteit.

Als tweede poot van de methode fungeert de beschrijving van de uitgangssituatie in het onderzoeksgebied, dat wil zeggen wat is waar aanwezig. Aangezien de methode slechts globale gegevens kan gebruiken - en met dit oog ook is ontwikkeld - hoeft geen uitgebreide informatiestroom te worden verwerkt, laat staan te worden verzameld. De uitgangssituatie wordt bovendien beschreven aan de hand van voorbeeldgebieden, welke zo zijn gekozen dat i) deze gebieden te zamen als representatief voor de aanwezige variatie in het gehele onderzoeksgebied kunnen worden beschouwd en ii) het gebieden zijn waar relatief

veel over bekend is met betrekking tot de voorkomende ecosystemen. De beschrijving van de uitgangssituatie in deze voorbeeldgebieden gebeurt aan de hand van de onderscheiden componenten van het ecosysteem en de relaties daartussen (figuur 2). Hieruit wordt aard, omvang en kwaliteit van de onderscheiden (sub)kenmerken afgeleid.

De derde poot van de methode wordt gevormd door het weergeven van 1^e orde effecten in de vorm van histogrammen (figuur 25) of op kaarten (figuur B van kaartbijlagen). Uit deze 1^e orde effecten worden vervolgens via de kenmerken, die daarmee evaluatiecriteria worden, de 2^e orde effecten afgeleid. Ook deze 2^e orde effecten kunnen in de vorm van histogrammen (figuur 26) of op kaarten (figuur C van kaartbijlagen) worden weergegeven. Afhankelijk van het onderling gewicht dat aan de evaluatiecriteria wordt toegekend - een beleidskeuze? - hoe zwaar men de sterkteklassen ten opzichte van elkaar wil laten wegen - een deskundigenkeuze? - kunnen tenslotte knelpunten worden opgespoord.

De toepasbaarheid is, samenvattend, afhankelijk van:

- de vorm waarin plannen bekend zijn; hoe minder concreet, des te meer problemen levert dit op bij het zo exact mogelijk localiseren van de ingrepen;
- de noodzaak dat plannen binnen de verschillende maatschappelijke sectoren een zekere consistentie vertonen, dat wil zeggen op elkaar zijn afgestemd en ook in een ten opzichte van elkaar overeenkomstig concrete fase van planvoorbereiding bevinden; hiertoe is het gebruik van streekplannen nadrukkelijk aan te bevelen;
- de aard en vorm van de informatie betreffende de uitgangssituatie; naarmate er minder informatie is wordt de noodzaak voor het gebruiken van een globale methode als de hier ontwikkelde groter, maar wordt ook het doen van veronderstellingen, met alle daaraan verbonden nadelen groter;
- de differentiatie binnen de uitgangssituatie, des te meer variatie des te meer tijd kost het beschrijven van de uitgangssituatie en kent deze meer onzekerheden als tijd of informatie beperkt zijn;
- de erkenning dat weegfactoren noodzakelijk zijn om tot resultaten in de vorm van getallen te kunnen komen, maar dat door gevoeligheidsanalyse en/of een deskundigen-panel de hieraan verbonden willekeur zoveel mogelijk vermeden zou moeten worden.

Hoewel de toepassing van de methode kort is weer te geven is daarmee de toepasbaarheid nog niet aangetoond. In de volgende hoofdstukken zal daarom deze toepasbaarheid aan de hand van de basisontwikkelingen, zoals die omstreeks 1995 kunnen worden verwacht in het noordelijk deel van de provincie Gelderland, proefondervindelijk worden nagegaan.

3. RELATIE TUSSEN ACTIVITEITEN EN 1^e ORDE EFFECTEN

Bij de beschrijving van de relatie tussen activiteiten en 1^e orde effecten wordt enerzijds onderscheid gemaakt tussen activiteiten met betrekking tot de aanleg en tot het gebruik van de voorzieningen. Anderzijds is ook de inschaling van de sterkte van de 1^e orde effecten van belang. Met andere woorden voor het bepalen van de sterkte van de effecten van deelactiviteiten moeten de 1^e orde effecten geijkt worden. Hieraan zal in het onderstaande eerst aandacht worden besteed.

3.1 Inschaling 1^e orde effecten

Bij het weergeven van de sterkte van de 1^e orde effecten is steeds geprobeerd deze effecten langs een as weer te geven (zie tabel 8). In een aantal gevallen moesten hiertoe twee variabelen, waarin de sterkte uitgedrukt kan worden en die daadwerkelijk ook naast elkaar kunnen voorkomen, tot één variabele, nl. de totale sterkte, worden gecomprimeerd.

De resultaten hiervan zien er als volgt uit:

- Uitgraven/vergraven:

enerzijds moet gekeken worden naar het direct door uitgraven/vergraven beïnvloede gebied en anderzijds naar de diepte waar ook de graverij zich uitstrekt, dit levert de sterkteklassen op zoals weergegeven in figuur 8a.

- Verharden/bebouwen:

de enige variabele hierbij is het oppervlak van het beïnvloede gebied dat wordt verhard; minder dan 10% levert een zwak effect op, 10-25% een matig, 25-50% een sterk en meer dan 50% een zeer sterk effect.

- (Grond)waterstandsverandering:

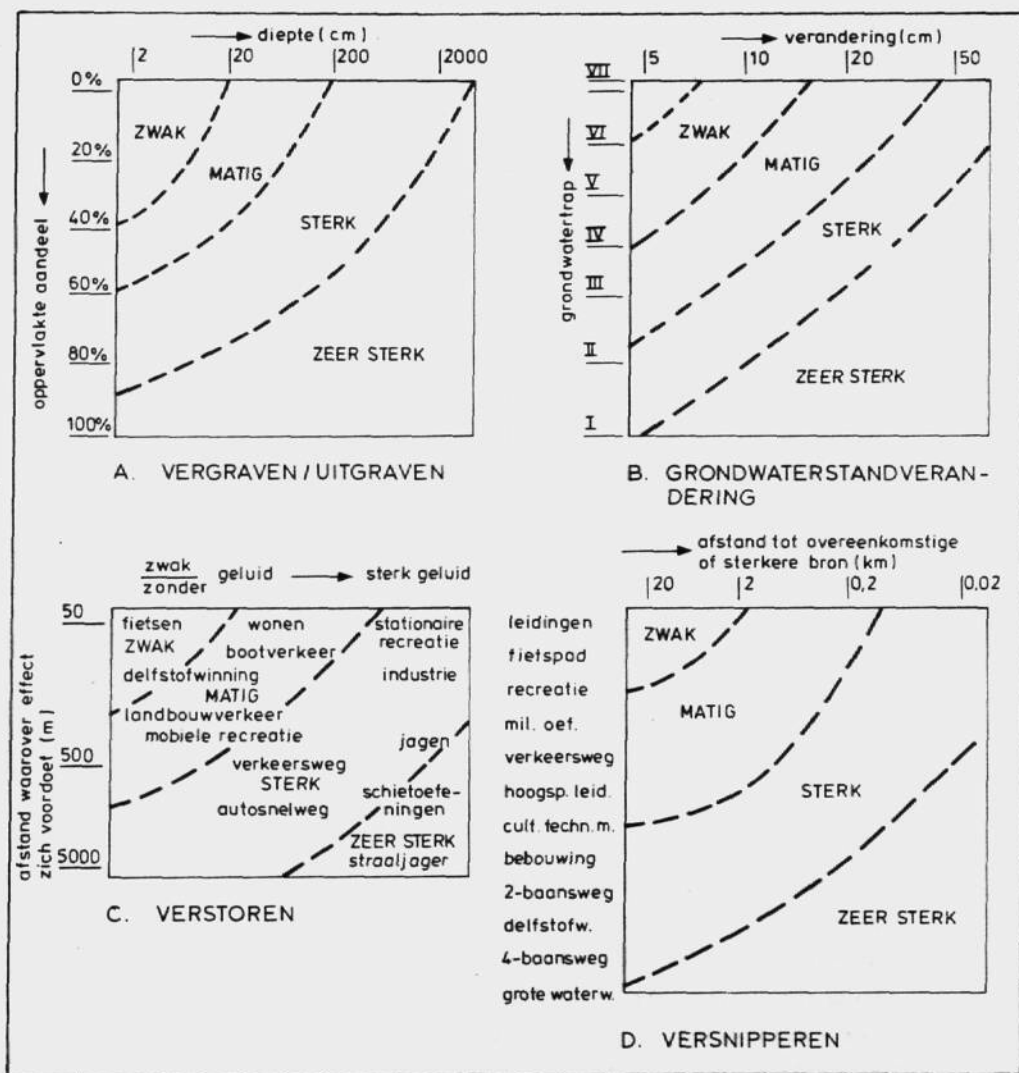
ook hier te maken met twee variabelen, nl. de diepte waarop het grondwater zich bevindt, uit te drukken met behulp van grondwatertrappen (Gt's); een laag cijfer betekent een dicht bij het maaiveld staand grondwaterpeil (en omgekeerd). De andere variabele is de grootte van de waterstandsverandering. Duidelijk zal zijn dat een kleine verandering[§] bij een hoge grondwaterstand, dat wil zeggen

sterkteklasse 1 ^e orde effecten	zwak	matig	sterk	zeer sterk
uitgraven/vergraven (diepte, opp.)		ZIE FIGUUR 8a		
bebouwen/verharden (% opp.)	< 10	10-25	25-50	50-100
grondwaterstandsver- andering (cm, Gt)		ZIE FIGUUR 8b		
oogsten/bemesten (ton/jaar)	< 2	2-4	4-6	> 6
bemesten (kg N/ha)	< 50	50-150	150-250	> 250
verstoren		ZIE FIGUUR 8c		
versnipperen		ZIE FIGUUR 8d		

Tabel 8 IJk-tabellen, 1^e orde effecten; per sterkteklasse is aange-
geven hoe groot de toename van de 1^e orde effecten moet zijn
om in een bepaalde klasse te kunnen vallen

dicht bij het maaiveld, een groter effect zal hebben dan een zelfde
verandering bij een veel lagere grondwaterstand. Dit is in figuur 8b
weergegeven.

- Bemesten is als apart 1^e orde effect komen te vervallen (zie veront-
reiniging).
- Oogsten:
de mate waarin oogsten plaatsvindt, wordt uitgedrukt in tonnen droge
stof/jaar. De aangegeven waarden geven aan met hoeveel ton de oogst
moet toenemen om een bepaalde sterkteklassen te ressorteren.



Figuur 8 Nadere detaillering van de klasse-indelingen van een aantal 1^e orde effecten

- Verstoren:

onder het 1^e orde effect verstoren wordt in dit verband verstaan verstoren door geluid. Diverse geluidsbronnen kunnen hiertoe, voor wat betreft hun sterkte, in rangorde worden gezet met het volgende resultaat voor zover van belang voor de noordelijke Veluwe:

- zwak : fietsen, delfstofwinning, kleine wegen, activiteiten in landbouw;
matig : tertiaire weg, industrieterrein, jagen;
sterk : enkelbaans autoweg, druk recreatie-gebied en
zeer sterk : straalvliegtuig, schietoefeningen, 2-baans autoweg, crossen.

Hoewel ook de intensiteit een variabele kan zijn bij het aangeven van de sterkte van het effect verstoren wordt uitgegaan van gemiddelde activiteiten (= standaard-activiteiten). Blijft over het oppervlak waarover de verstoring zich manifesteert (zie figuur 8c). Voorbeelden: bij industrieterrein is dit het tweevoudig oppervlak van het terrein zelf; bij enkelbaans autowegen 250 m ter voorzijde; bij fietspaden 25 m ter weerszijde. Ook kan een combinatie gezocht worden tussen sterkte van effect verstoren en aantal malen of gedeelte van beïnvloede oppervlakte (zie bij specificatie 1^e orde effect verstoren).

- Versnipperen:

Onder die effect wordt verstaan de isolerende werking op (deel)populaties van organismen, zoals bijvoorbeeld zoogdieren en loopkevers, maar ook plantesoorten, veroorzaakt door barrières ontstaan bij de aanleg van, veelal moderne en grootschalige, antropogene infrastructuur, zoals verkeerswegen, nieuwbouwwijken en industrieterreinen, en bij de uitvoering van ruilverkavelingen (zie figuur 8d); hierbij gaat de ecologische infrastructuur, zoals aanwezig in de vorm van kleine landschapselementen, zoals overhoekjes en voormalige geriefhoutbosjes, en lintvormige landschapselementen, bijvoorbeeld houtwallen, veelal grotendeels verloren. Het 1^e orde effect versnipperen wordt afgeleid uit de combinatie van de sterkte van standaard-activiteiten en een daarmee in overeenstemming zijnd beïnvloedings-

gebied*; in de voorkomende gevallen leverde dat de volgende sterkteklassen op:

industrieterrein: sterk effect over tweevoudig oppervlak (idem woningbouw en jachtterrein)

zandwinning: sterk effect over viervoudig oppervlak (grote factor vanwege relatief klein absoluut oppervlak en vaak geïsoleerde ligging); idem r.w.z.i.'s en stat. recreatie.

enkelbaansweg: sterk effect over 2 km breedte

fietspad: matig effect over 100 m breedte.

Voor het versnipperend effect van activiteiten in de hoek van landbouw en natuurbehoud werd evenals bij verstoring een sterkteklasse gecombineerd met een gedeelte van het beïnvloed oppervlak.

3.2 Beschrijving 1^e orde effecten per activiteit

3.2.1 Delfstofwinning (= mijnbouw)

De sector delfstofwinning omvat voor de beschrijving van de effecten op het natuurlijk milieu de volgende activiteiten:

- gas- en oliewinning
- zoutwinning
- kalkwinning
- klei-, zand- en grindwinning.

Deze indeling in activiteiten voegt, gezien de overeenkomst in gebruik, aard van de delfstof, nl. als energiebron, en winningswijze, nl. vanuit diepe lagen, gas- en oliewinning bij elkaar. Ook klei-, zand- en grindwinning worden bij elkaar gevoegd. De reden hiervan is, dat het om stoffen gaat, die op dezelfde wijze worden gewonnen, nl.

* Het 1^e orde effect versnipperen vertoont, op deze wijze bepaald, een zekere overeenkomst met het 1^e orde effect verstoren. Bij dit laatste effect geldt echter de beperking dat de verstoring moet worden veroorzaakt door geluidsproductie, het betreft hier dus rustverstoring. Het probleem bij het bepalen van het 1^e orde effect versnipperen wordt echter vooral veroorzaakt door het oppervlak dat door het effect wordt beïnvloed. Om praktische redenen is gekozen voor een beperkt beïnvloedingsgebied, dit kan namelijk goed op kaart worden weergegeven. In werkelijkheid betreft het hier een veel meer diffuus en over een groter oppervlak werkzaam 1^e orde effect.

via afgraving van oppervlakkige lagen (ontgrondingen), en op overeenkomstige wijze, namelijk als bouwstof, worden gebruikt.

Aan de activiteiten zoutwinning en kalkwinning wordt geen aparte aandacht besteed. Zoutwinning komt op dit moment niet voor in de provincie Gelderland en zal er ook in de toekomst zeer waarschijnlijk niet voorkomen. Kalkwinning komt alleen zeer plaatselijk voor namelijk ten oosten van Winterswijk. De hier gewonnen kalksteen wordt gebruikt als vulstof voor bitumen en als kunstmest. Voor de effecten van kalkwinning kan bovendien verwezen worden naar de effecten van klei-, zand- en grindwinning, welke een grote overeenkomst hebben met die van dit type kalkwinning.

Gas- en oliewinning

De eenheid, waarin de activiteit gas- of oliewinning wordt uitgedrukt is aantal 1.000 tonnen/jaar. Aangezien onduidelijk is of van de vergraving "Gelria" in de Achterhoek in de (nabije) toekomst gebruik gemaakt zal worden en met welke intensiteit, kan niet aangegeven worden wat de intensiteit van deze activiteit zal zijn. Aangezien het waarschijnlijk om een zeer beperkt aantal locaties gaat is ook het onderscheiden van een standaard-activiteit weinig zinvol.

De activiteit gas- of oliewinning heeft de volgende 1^e orde milieueffecten tot gevolg:

- waterverontreiniging
- bodemverontreiniging
- luchtverontreiniging
- oogsten
- verstoren
- versnipperen.

De gevolgen in de vorm van *verontreiniging* zijn bij een ongestoorde, regelmatige winning zonder dat daarbij calamiteiten optreden, niet of nauwelijks aanwezig. Bij het wel optreden van calamiteiten kunnen de gevolgen zeer sterk zijn. Het beïnvloede gebied wordt bepaald door de omvang van de catastrofe en is niet van te voren aan te geven.

Het 1^e orde effect oogsten vindt plaats doordat aan de reserve (in figuur 2 "opslag") van het ecosysteem materiaal wordt onttrokken. Gesteld wordt dat het contact tussen deze reserve en het aan het aardoppervlak aanwezige deel van het ecosysteem niet of nauwelijks meer aanwezig is. De sterkte van het 1^e orde effect oogsten wordt daarom zeer zwak geacht en bij de verdere effectbeschrijving buiten beschouwing gelaten, mede gezien het feit dat dit effect zich uitstrekt over een relatief zeer groot (ondergronds) beïnvloed gebied. Door aanleg van de winningswerken en door onderhoudswerkzaamheden en de winning zelf treedt verstoring op. Het beïnvloede gebied strekt zich uit tot maximaal 500 m vanaf de aangebrachte voorzieningen. Aangezien de verstoring met een duidelijke regelmaat plaatsvindt en op zichzelf meestal niet groot zal zijn wordt het effect in het beïnvloede gebied zwak geacht.

Versnippering treedt op door wegen, die alleen voor de winning zijn aangelegd. Het hieruit resulterend effect kan gezien de lengte, de breedte en de gebruiksintensiteit van deze wegen en mede gezien het schaalniveau van het onderhavige onderzoek verwaarloosbaar klein geacht worden. Er wordt daarom geen verdere aandacht aan besteed.

Klei-, zand- en grindwinning

De eenheid, waarin de activiteit klei-, zand- of grindwinning wordt uitgedrukt is aantal ha dat wordt afgegraven. Voor de intensiteit van de standaard-activiteit wordt uitgegaan van een diepte van de ontgraving van enkele tientallen meters. Deze intensiteit kan aanzienlijk groter zijn in het geval van diepe zandwinning, maar ook minder groot zijn in het geval van oppervlakkig kleiwinning op binnendijkse percellen.

De activiteit klei-, zand- of grindwinning heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- uitgraven/vergraven
- verhardening/bebouwen
- grondwaterstandsverandering
- oogsten
- verstoring
- versnipperen.

De gevolgen in de vorm van uitgraven en vergraven zijn zeer sterk voor het direct beïnvloede gebied, omdat dit neer komt op verwijdering van het substraat met al zijn in het verleden verkregen eigenschappen, inclusief met hetgeen er op voorkomt. Na verloop van tijd (variërend van enkele jaren tot tientallen jaren, afhankelijk van de plaats waar de activiteit wordt uitgeoefend) kan een gedeeltelijk herstel van de oorspronkelijke situatie optreden, nl. van vegetatie en bodem. Het reliëf is echter blijvend aangetast. In de praktijk ontstaan vooral bij zandwinning zeer diepe plassen, waarin binnen een periode van enkele decennia geen herstel van bodem of vegetatie zal optreden. Het uiteindelijke effect is daarom zeer sterk.

Door de activiteit zal slechts in beperkte mate *verharding* en *bebouwing* optreden door de aanleg van wegen en bedrijfsgebouwen. Dit effect strekt zich uit over de direct op deze wijze beïnvloede gebieden (enige procenten van het af te graven terrein) en is zeer sterk.

De beïnvloeding van de *grondwaterstand* is afhankelijk van de uitgangssituatie. Is er sprake van het ontstaan van met water gevulde kleiputten of tichelgaten dan blijft de grondwaterstand gelijk. Het grondwater wordt hierbij echter wel vervangen door oppervlaktewater. Dit effect is zwak. Vindt daarentegen een aanpassing van het polderpeil plaats na kleiwinning op binnendijkse gronden, dan is het effect sterk en strekt zich uit over het oppervlak van het gebied waarin peilaanpassing wordt uitgevoerd.

Anders is de situatie in de gebieden waar zand- en/of grindwinning plaatsvindt. Hier is van nature vaak sprake van een ten opzichte van het maaiveld lage grondwaterstand. Bij een gemiddelde intensiteit van 10-20 meter diep afgraven is hier een matig sterk effect op de grondwaterstand te verwachten, doordat de hoogte van het freatisch oppervlak hierdoor wordt beïnvloed. Dit effect strekt zich uit over een veel groter gebied dan het af te graven gebied.

In gebieden met een hoge grondwaterstand waar na winning plassen overblijven is evenals bij kleiwinning het effect van zandwinning op de grondwaterstand zwak. Het effect strekt zich uit tot de zandwinplaats en de directe omgeving.

Het effect oogsten komt hier overeen met het effect van uitgraven, dat hierboven reeds is behandeld en wordt ter voorkoming van dubbeltelling hier niet nogmaals, maar dan onder een andere aanduiding, beschreven.

Verstoring treedt op door de winning zelf met behulp van zware apparatuur, zoals hijskranen, baggermolens e.d. en door de afvoer van het gewonnen materiaal met vrachtwagens, per spoor of via een pijpleiding. Gezien de relatief lage frequentie en het min of meer continue karakter ervan is dit effect matig sterk. Hierbij wordt uitgegaan van een beïnvloedingsgebied dat zich tot op maximaal enkele honderden-meters van de winningslocatie uitstrekt.

De gevolgen van de verschillende vormen van ontgroningen in de vorm van versnipperen zijn groot. Afhankelijk van de in de omgeving optredende andere activiteiten is het beïnvloedingsgebied variabel. Kleiwinning in een uiterwaard heeft versnippering van de gehele uiterwaard tot gevolg. Versnippering door zandwinning op een plaats waar door wegaanleg al veel versnippering is opgetreden, beperkt zich tot een klein oppervlak, dat niet veel groter hoeft te zijn dan de plaats van de zandwinning zelf. De effecten van ontgroningen in de vorm van versnippering zijn gemiddeld genomen sterk, maar mede afhankelijk van de aard en grootte van het beïnvloede gebied.

3.2.2 Huisvesting

De sector huisvesting omvat zowel de activiteit woningbouw als de activiteit van het wonen zelf. In het onderstaande worden deze verschillende activiteiten apart behandeld.

Woningbouw

Bij de activiteit woningbouw wordt onderscheid gemaakt tussen aanleg van nieuwbouwwijken en het opvullen van open ruimten tussen bestaande bebouwing. Onder de aanleg van nieuwbouwwijken wordt hier verstaan het bouwen van woningen en het aanbrengen van daar direct mee in verband staande voorzieningen, zoals wegen, tuinen, speelplaatsen en winkels, op plaatsen die tot op dat moment geen woonbestemming hebben. Onder het opvullen van open ruimten wordt verstaan het verhogen van de be-

bouwingsdichtheid door het bebouwen van grondstukken in woongebieden waarop tot op dat moment nog geen woningen staan.

A a n l e g n i e u w b o u w w i j k e n

De intensiteit van de activiteit aanleg nieuwbouwwijken wordt uitgedrukt als de bruto bouwingsdichtheid/ha. Deze wordt gemiddeld gesteld op 25 woningen. Dit is dus de intensiteit waarmee van de standaard-activiteit nieuwbouw wordt uitgevoerd.

Nieuwbouw heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- uitgraven/vergraven
- verharderen/bebouwen
- bodemverontreiniging
- grondwaterstandsverandering
- verstoren
- versnipperen.

Voor het merendeel van deze effecten wordt uitgegaan van een beïnvloedingsgebied dat gelijk is aan het bruto oppervlak, waarover de nieuwbouw zich uitstrekt. Een uitzondering hierop is het effect versnipperen. In dit geval is het beïnvloedingsgebied afhankelijk van de aanwezigheid en afstand van overige bebouwing. Geïsoleerd liggende nieuwbouw heeft daarbij een veel groter beïnvloedingsgebied dan aan bestaande bebouwing aansluitende nieuwbouw. Daarnaast speelt de aanwezigheid van verkeersverbindingen een belangrijke rol bij de bepaling van de grootte van het door versnipperen beïnvloede gebied.

Het effect van uitgraven/vergraven wordt niet afzonderlijk aangegeven, aangezien deze 1^e orde effecten steeds samen voorkomen met het 1^e orde effect verharderen/bebouwen, en aparte behandeling dus een dubbeltelling zou opleveren. Het effect in de vorm van verharderen/bebouwen is sterk en strekt zich uit over het gehele oppervlak van een nieuwbouwlocatie. De verandering van de grondwaterstand in de vorm van een verlaging door middel van bronbemaling is een tijdelijk optredend effect, waarvan de gevolgen niet duurzaam zullen zijn en die daarom buiten beschouwing worden gelaten. Op enkele plaatsen kan mogelijk sprake zijn van een permanente grondwaterstandsverlaging afhankelijk van de topo-

grafie ter plaatse. De grootte hiervan zal van plaats tot plaats verschillen evenals de grootte van het beïnvloedingsgebied. Hiervoor kan geen gemiddelde worden aangenomen.

Het optreden van *bodemverontreiniging* was tot op dit moment een incidenteel optredend verschijnsel met een zeer sterk effect over een beperkt gebied. Aangenomen wordt dat deze verontreiniging in de toekomst niet meer zal optreden.

Door nieuwbouw treedt een duidelijke verstoring van de uitgangssituatie op. Aangezien het hierbij in het direct beïnvloede gebied gaat om een totale verandering van het natuurlijk milieu, waarvan de fauna onderdeel uitmaakt, is dit over dit oppervlak een zeer sterk effect.

Door nieuwbouw treedt, zoals hierboven reeds is aangegeven, ook *versnippering* op. De sterkte van dit effect is afhankelijk van de grootte van het beïnvloede gebied en de omvang van de uit te voeren nieuwbouwlocatie. Gemiddeld wordt de grootte van dit effect gesteld op sterk.

O p v u l l e n v a n o p e n r u i m t e n

De intensiteit van de activiteit opvullen van open ruimten door woningbouw wordt weergegeven door de toename van het aantal woningen per ha. De gemiddelde intensiteit ligt in de buurt van een toename van de bruto bebouingsdichtheid van ca. 10 woningen per ha. Binnen het stedelijk gebied zijn er nauwelijks van deze activiteit effecten te verwachten.

De activiteit opvullen van open ruimten buiten het stedelijk gebied in het landelijk gebied heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- uitgraven/vergraven
- verharderen/bebouwen
- verstoren
- versnipperen.

De sterkte van de 1^e orde effecten is in principe minder groot dan bij nieuwbouw, omdat bijvoorbeeld het aanbrengen van infrastructurele voorzieningen niet of minder uitgebreid hoeft plaats te vinden. Daar staat tegenover dat er in de uitgangssituatie sprake is van 1^e orde effecten die in het verleden reeds hebben plaatsgehad.

Het effect van uitgraven/vergraven wordt ook bij het opvullen van open ruimten met woningbouw steeds gevolgd door verharden en/of bebouwen, zodat er geen afzonderlijke aandacht aan besteed hoeft te worden.

Gezien de reeds aanwezige verharding en bebouwing is het effect van verharden en bebouwen minder groot dan bij nieuwbouw en daarom matig sterk in plaats van sterk. Het effect strekt zich uit over het gehele oppervlakte waar verdichting plaatsvindt.

Het effect van verstoring is gezien de reeds aanwezige bebouwing zwak en strekt zich eveneens uit over het direct betrokken gebied.

Het versnipperend effect door het opvullen van open ruimten is zeer sterk, omdat juist de nog aanwezige open ruimten zorgen voor contact tussen min of meer van elkaar geïsoleerde gebieden. Dit contact wordt door de opvulling geminimaliseerd. Ook dit effect strekt zich uit over het totale gebied waarbinnen deze activiteit voorkomt.

W o n e n

De activiteit wonen wordt beschreven aan de hand van de standaard-activiteit van een bruto bebouwingsdichtheid van 25 woningen per ha. Het direct beïnvloede gebied komt overeen met het totale oppervlak van de nieuwbouwwijk of het gedeelte van een wijk waar zich het opvullen van open ruimten voordoet.

De activiteit wonen heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- waterverontreiniging
- luchtverontreiniging
- bemesten
- verstoren
- versnipperen.

De waterverontreiniging is dankzij al of niet aangesloten zijn van de riolering op zuiveringsinstallaties of sterk of afwezig. Het beïnvloedingsgebied strekt zich uit tot enkele honderden meters buiten de betroffen buurt of wijk. Hierdoor kan de sterkte onder bepaalde omstandigheden groter zijn. Gecombineerd met waterverontreiniging vindt

bemesting plaats, hoofdzakelijk door faecaliën en wasmiddelen. Ook hiervan is de sterkte van het effect afhankelijk van de aansluiting op zuiveringsinstallaties.

Luchtverontreiniging wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door energiewinning uit olie, kolen of aardgas en kan afhankelijk van de verhouding, waarin van deze energiedragers gebruik wordt gemaakt, sterk variëren. Ook het beïnvloedingsgebied kan sterk variëren afhankelijk van het feit hoe sterk het effect wordt ingeschaald. Met andere woorden er kan enerzijds sprake zijn van een zeer zwak effect dat zich uitstrekt over een gebied, dat vele malen groter is dan het oppervlak waar nieuwe woningen zijn gebouwd, en anderzijds van een zeer sterk effect in de directe omgeving van schoorstenen e.d. Hier wordt gekozen voor een matig sterk effect over een gebied, dat enkele malen groter is dan de betreffende buurt of wijk.

Verstoring door wonen vindt plaats in en in de directe omgeving van de woongebieden. Het effect hiervan is matig sterk en strekt zich uit tot maximaal 1 km buiten de woongebieden.

Versnippering door wonen vindt hoofdzakelijk plaats bij de aanleg van de woongebieden. Dit effect is reeds in de voorafgaande paragraaf aan de orde gekomen.

3.2.3 Verkeer en transport

Binnen de sector verkeer en transport wordt voor wat betreft de effecten op het natuurlijk milieu onderscheid gemaakt tussen enerzijds de aanleg van de verkeersverbindingen inclusief de bijbehorende infrastructuurle voorzieningen en anderzijds het gebruik van deze voorzieningen, vormend het eigenlijke verkeer en transport.

A a n l e g i n f r a s t r u c t u u r

Onder de aanleg van infrastructuur vallen alle activiteiten, die verband houden met de aanleg van verbindingen met fysieke consequenties voor het natuurlijk milieu. De volgende activiteiten worden onderscheiden:

- aanleg waterwegen
- aanleg autowegen
- aanleg fietspaden
- aanleg leidingen.

A a n l e g w a t e r w e g e n

De aanleg van waterwegen in de provincie Gelderland zal in de toekomst mogelijk op hooguit twee plaatsen worden gerealiseerd, namelijk in de Waal bij Hurwenen en door de Ooypolder. Daarom is er bij deze activiteit geen sprake van een standaard-activiteit, maar kan worden uitgegaan van de bij deze twee activiteiten te verwachten effecten.

De activiteit omvat de volgende 1^e orde milieueffecten:

- uitgraven/vergraven
- verharden/bebouwen
- grondwaterstandsverandering
- verstoren
- versnipperen.

Het 1^e orde effect *uitgraven/vergraven* is het belangrijkste effect van deze activiteit. Gezien de verwijdering van het aanwezige bodemmateriaal, waarvoor een geheel ander ecosysteem in de plaats komt is dit effect zeer sterk. Het beïnvloede gebied is zo groot als het oppervlak van de nieuw te creëren waterverbinding.

De aanleg van nieuwe waterwegen gaat ook gepaard met het aanbrengen van *verharding* in de vorm van beschroeiing langs de waterkant en bestrating van de onderhoudswegen. De beïnvloeding beperkt zich in principe tot smalle stroken langs de waterverbinding; de sterkte van het effect is echter zeer sterk aangezien het binnen dit beperkte oppervlak om een absoluut effect gaat.

Het grondwater en daarmee de grondwaterstand wordt beïnvloed, doordat het grondwater vervangen wordt door oppervlaktewater. Daarnaast wordt het grondwater beïnvloed in de aangrenzende oeverstroken van de nieuwe waterverbinding. Het beïnvloede gebied strekt zich uit tot ongeveer 250 meter buiten de waterverbinding zelf. Het effect op de grondwaterstand wordt beschouwd als matig sterk.

Verstoring treedt op door de uiteenlopende activiteiten behorend bij de aanleg van een nieuwe waterweg, variërend van bedrijfsverkeer tot het verwijderen van de aanwezige levensgemeenschap. Het beïnvloede gebied strekt zich ook in dit geval uit tot ongeveer 100 meter buiten de waterverbinding zelf. Het 1^e orde effect verstoring is matig sterk. Door de aanleg van waterwegen treedt er vooral versnippering op. Voor op het land levende organismen wordt namelijk een barrière gecreëerd, die moeilijk of niet overschreden kan worden. Het effect is zeer sterk en het beïnvloede gebied komt overeen met het oppervlak van het door de bochtafsnijding te isoleren gebied.

A a n l e g a u t o w e g e n

Bij de aanleg van autowegen wordt onderscheid gemaakt tussen autosnelwegen, enkelbaanswegen en kleinere verbindingswegen. Voor deze verschillende typen van wegen wordt steeds uitgegaan van een standaardactiviteit, die overeenkomt met de gemiddelde omvang van deze typen. De activiteit omvat de volgende 1^e orde effecten:

- uitgraven/vergraven
- verharden/bebouwen
- grondwaterstandsverandering
- verstoren
- versnipperen.

Uitgraven en vergraven treedt op bij het verwijderen of vervangen van het oorspronkelijk aanwezige bodemmateriaal door materiaal, waaruit het weglichaam is opgebouwd. In de aangrenzende stroken treedt door aanleg van taluds en bermsloten ook uitgraven op in combinatie met vergraven. Het totale effect wordt, gezien de grote veranderingen van het substraat, als zeer sterk ingeschaald. Dit effect strekt zich uit over het bruto oppervlak van de aan te leggen weg, dat wil zeggen het eigenlijke wegdek en de aangrenzende stroken met berm, taluds en bermsloten.

Ook het effect van verharden in combinatie met het veel minder vaak voorkomende bebouwen is een zeer sterk effect. Als echter uitgegaan wordt van het bruto oppervlak van de aan te leggen weg, om geen al te grote variatie in de beïnvloede oppervlakten aan te brengen, is het effect sterk.

Veranderingen in de *grondwaterstand* door de aanleg van autowegen zijn over het algemeen slechts van tijdelijke aard. Blijvende veranderingen zijn in ieder geval nooit erg groot. Het beïnvloedingsgebied strekt zich uit tot op enkele tientallen meters van het bruto oppervlak van de aan te leggen weg. Het effect is zwak. Een uitzondering hierop kan zich voordoen als bij het uitgraven van het cunet afsluitende lagen worden doorbroken. In een dergelijke situatie kan de geohydrologie ernstig verstoord raken. Het effect is dan zeer sterk en strekt zich uit over het door deze ingreep beïnvloede gebied. De grootte van dit gebied kan van plaats tot plaats sterk verschillen.

Gedurende verschillende fasen van de aanleg treedt *water-, bodem- en luchtverontreiniging* op door lekkage of morsen van productiemateriaal en brandstof, door uitlaatgassen e.d. Het beïnvloede gebied komt bij de standaard-activiteit wegaanleg overeen met het bruto oppervlak van de weg en het effect is voor water- en luchtverontreiniging zwak en voor bodemverontreiniging matig sterk.

Door de aanleg treedt *verstoring* op in een gebied dat zich uitstrekt tot enige tientallen meters buiten het bruto oppervlak van de aan te leggen weg. Deze verstoring is op de plaats van de weg zelf zeer groot en direct naast het tracée al direct veel minder groot. Als gemiddeld effect wordt daarom uitgegaan van een sterk effect over een gebied dat gelijk is aan het bruto oppervlak van de weg.

De aanleg van autowegen heeft een *versnipperend* effect. Hierbij moet echter wel bedacht worden, dat naast de aanleg vooral ook het gebruik van autowegen een versnipperend effect veroorzaakt. Het effect van de aanleg van autowegen, exclusief het verkeerseffect, in de vorm van versnipperen is matig sterk en strekt zich uit over het gebied, dat door de nieuwe weg versneden wordt, dat wil zeggen aan weerskanten van de nieuwe weg tot aan reeds aanwezige wegen van een vergelijkbare grootte of overeenkomstige obstakels.

A a n l e g f i e t s p a d e n

De aanleg van fietspaden vertoont, wat de aard van de activiteit betreft, gelijkenis met de aanleg van autowegen. Daarom zou deze

activiteit als een minder intensieve vorm van de aanleg van autowegen beschouwd kunnen worden. Gezien echter de grootte van deze kwantitatieve verschillen wordt deze activiteit toch apart behandeld. Overigens is er ook een aantal duidelijke verschillen met de aanleg van autowegen, zoals het afwezig zijn van een aparte waterhuishouding via eigen bermsloten, van de bijbehorende bebouwing (benzinestations, rustplaatsen e.d.), van veiligheidsvoorzieningen (vangrails) e.d.

De activiteit omvat de volgende 1^e orde effecten:

- uitgraven/vergraven
- verharden
- verstoren
- versnipperen.

Gezien de omvang van deze activiteit is het beïnvloede gebied voor de verschillende 1^e orde effecten niet groot. Dit beperkt zich bij uitgraven/vergraven en verharden tot de smalle strook van het eigenlijke fietspad, inclusief de bijbehorende bermen. De sterkte van het effect is voor uitgraven/vergraven zwak en voor verharden zeer sterk. Het 1^e orde effect van verstoren is bij de aanleg van fietspaden zo gering, dat het verwaarloosd kan worden. Door de aanleg van een fietspad wordt het gebied waarin dit gebeurt versnipperd. Evenals bij autowegen zal het versnipperend effect van fietspaden echter vooral veroorzaakt worden door het gebruik, dat er van gemaakt wordt. Gezien de geringe omvang van een gemiddeld fietspad wordt het versnipperend effect van de aanleg daarom verwaarloosbaar klein geacht.

A a n l e g l e i d i n g e n

Voor de effecten van de aanleg van transportleidingen wordt onderscheid gemaakt tussen ondergrondse leidingen, voor het vervoer van gas, olie en (riool) water, en bovengrondse leidingen, voor het transport van elektriciteit via hoogspanningskabels.

Het onderscheiden van een standaard activiteit is niet noodzakelijk, omdat de aan te leggen leidingen met een verschillende capaciteit voor wat betreft de effecten op het natuurlijk milieu nauwelijks van elkaar verschillen. Capaciteitsverschillen worden vooral bereikt door het variëren van de doorstromingsnelheid of de dikte van de kabels.

De aanleg van leidingen heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- vergraven
- verstoren
- versnipperen.

Door het 1^e orde effect *vergraven* worden over het algemeen geen duurzame effecten te weeggebracht. Er wordt daarbij van uitgegaan dat de bodem en vegetatie zich in principe na verloop van tijd weer volledig zal herstellen.

Het effect van *verstoren* gedurende de aanleg doet zich alleen voor op en direct langs het tracée van de leidingen. Dit effect wordt verwaarloosd, omdat het hier een tijdelijke invloed betreft. Het beïnvloede gebied beperkt zich tot een smalle strook van enkele tientallen meters ter weerszijde van het tracée.

Door de aanleg van leidingen wordt het gebied waarin dat gebeurt *versnipperd*. Afgezien van de aanwezigheid van de leidingen zelf betreft het hier geen duurzame effecten. Aan de versnippering die optreedt door de aanleg van leidingen wordt daarom geen verdere aandacht besteed.

De aanleg van hoogspanningskabels heeft eveneens de volgende 1^e orde effecten:

- vergraven
- oogsten
- verstoren
- versnipperen.

Het effect van *vergraven* is minder groot dan bij de aanleg van ondergrondse leidingen. Bovendien gaat het ook hierbij om een tijdelijk effect, zodat aan dit effect geen nadere aandacht wordt geschonken.

Het effect van *oogsten* blijft beperkt tot kapstroken waar de vegetatie wordt laaggehouden. Dit effect is over het direct beïnvloede oppervlak matig sterk.

Ook het effect van verstoren is een tijdelijk effect en wordt daarom verwaarloosd. *Versnippering* treedt op door de aanwezigheid van hoogspanningskabels, die vooral voor vogels een duidelijke barrière kunnen vormen. Het effect is sterk en strekt zich uit tot op enkele honderden meters van de electriciteitsleidingen.

Gebruik infrastructuur

Bij het gebruik van de infrastrukturele voorzieningen wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende vormen van vervoer, namelijk per:

- boot
- auto
- fiets
- vliegtuig
- trein
- kabel of leiding.

De veranderingen in het luchtverkeer worden zo minimaal geacht dat aan de 1^e orde effecten hiervan geen aparte aandacht wordt besteed. Dit vindt tevens zijn oorzaak in het feit dat het provinciaal beleid hierop nauwelijks of geen directe invloed kan uitoefenen. Daarnaast is er omtrent de effecten van luchtverkeer op de fauna weinig bekend en betreft het hier waarschijnlijk een ingreep dat een veel groter en daarmee belangrijker effect heeft op de volksgezondheid, waar deze materie reeds de nodige aandacht krijgt. Voor de prioriteitstelling in het milieubeleid en bij het beleid ten aanzien van de basisontwikkelingen kan het echter toch belangrijk zijn om ook aan 1^e orde effecten die minimaal geacht worden aandacht te besteden. Om eerder genoemde redenen wordt dit op deze plaats echter niet gedaan. Ook de toename van het vervoer per trein wordt net zo minimaal geacht als de veranderingen in het luchtverkeer, namelijk een geringe verhoging van het aantal treinen per etmaal op een paar baanvakken, dat een beschrijving van de 1^e orde effecten hiervan weinig zinvol wordt geacht.

De gevolgen van het gebruik van kabel of leiding voor het transport van electriciteit respectievelijk gas of vloeistof worden, afgezien van het optreden van calamiteiten, ook zo minimaal geacht dat er geen nadere aandacht aan wordt gegeven. Op deze wijze blijven over het vervoer per boot, auto en fiets, waarvan de 1^e orde effecten moeten worden beschreven.

Alle drie de vormen van vervoer hebben een verstoring en versnipperend effect, waarbij zowel de sterkte als het beïnvloedingsgebied per vervoersvorm sterk van elkaar verschilt. Bij verstoring door vervoer per boot is sprake van een sterk effect, dat zich uitstrekt tot enige honderden meters ter weerszijde van de waterweg. Bij vervoer per auto is dit ook een sterk effect waarvan het beïnvloedingsgebied afhankelijk is van de verkeersintensiteit en het type begroeiing langs de wegen. Het wordt gemiddeld gesteld op 250 m ter weerszijde van de weg. De verstoring door het vervoer per fiets is zwak en strekt zich uit tot enige tientallen meters ter weerszijde van het fietspad.

Het versnipperend effect door vervoer per boot is minimaal en kan gezien het versnipperend effect van de waterweg zelf verwaarloosbaar klein geacht worden. De versnippering door het vervoer per auto is wederom sterk afhankelijk van de verkeersintensiteit en de grootte van het beïnvloede gebied. Dit gebied komt overeen met de grootte van het gebied dat door de weg, waar het verkeer langs plaatsvindt, wordt doorsneden. Hierbij worden als grenzen wegen aangehouden op een overeenkomstig planningsniveau. Het uiteindelijk effect kan variëren van zwak tot sterk. De versnippering door vervoer per fiets is niet zeer groot en kan gezien het relatief geringe effect in vergelijking met dat van bestaande of nieuwe verkeersstromen van auto's en mede gezien het schaalniveau van de onderhavige studie worden verwaarloosd.

Tenslotte traden door het vervoer per boot en auto verontreinigende effecten op. Bij vervoer per boot betreft dit *water- en luchtverontreiniging*, bij vervoer per auto *bodem- en luchtverontreiniging*.

Gezien het diffuse karakter van de *luchtverontreiniging*, namelijk verspreid over de gehele provincie en van plaats tot plaats in meer of mindere mate sterk aanwezig door verschillen in verkeersintensiteit, wordt hier gekozen voor een benadering, waarbij wordt uitgegaan van een zeer sterk of sterk effect - afhankelijk van de verkeersintensiteit - over een beperkt oppervlak, namelijk van circa 1 km ter weerszijde van de betrokken wegen. Een nadeel hiervan is dat niet het in werkelijkheid optredend effect wordt weergegeven, maar een veel geconcentreerder effect. Een voordeel is dat bij het verkrijgen van een ruimtelijk beeld van de 1^e orde effecten een duidelijke relatie met de emissiebronnen aanwezig is.

De *waterverontreiniging* door vervoer per boot is een matig sterk effect door het overboord zetten van afval, afgewerkte olieproducten e.d., dat zich uitstrekt over alle grote waterwegen. Bij de minder intensief gebruikte waterwegen betreft het een zwak effect.

De *bodemverontreiniging* door vervoer per auto beperkt zich tot smalle stroken ter weerszijde van de wegen van ca. 100-150 m breed. De sterkte van het effect is afhankelijk van de verkeersintensiteit en varieert van zwak tot sterk.

3.2.4 Waterhuishouding

Onder de sector waterhuishouding vallen alle activiteiten, die hoofdzakelijk te maken hebben met de regulering of het gebruik van de in een bepaald gebied aanwezige hoeveelheid water. De sector omvat daarom de volgende activiteiten:

- waterwinning
- recirculatie
- dijkverhoging.

De 1^e orde effecten van deze activiteiten worden in de volgende paragrafen afzonderlijk beschreven.

Waterwinning

Aangezien er geen ondubbelzinnig verband bestaat tussen de capaciteit van een bepaalde waterwinlocatie en de daaruit resulterende 1^e orde effecten, is het moeilijk om uit te gaan van een standaard-activiteit waterwinning. Zo is bijvoorbeeld het effect op de grondwaterstand sterk afhankelijk van de geo(hydro)logische opbouw van een gebied en van de ligging van de laag, waaruit water onttrokken wordt ten opzichte van andere lagen. Ook het beïnvloede gebied kan bij een gelijke capaciteit sterk van plaats tot plaats verschillen. Bij de afzonderlijke bespreking van de 1^e orde effecten wordt voor het bepalen van sterkte van deze effecten daarom uitgegaan van veronderstelde gemiddelde waarden, die in de praktijk een grote variatie kunnen vertonen. Waterwinning heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- uitgraven/vergraven
- verharden/bebouwen
- grondwaterstandsverandering
- verstoren.

Voor de aanleg van onderzoeksvijvers, reinwaterkelders, onderhoudsgebouwen en bedrijfswegen treedt *uitgraving/vergraving* op en moet *verharding* en *bebouwing* aangebracht worden. Het beïnvloedingsgebied is hierbij steeds het oppervlak van de bedrijfsterreinen. Het effect van uitgraven/vergraven is sterk en van verharden/bebouwen sterk.

Waterwinning heeft vooral gevolgen voor de *grondwaterstand*. Gezien de kwaliteit van het grondwater in de buurt van natuurterreinen vindt winning bovendien vaak plaats in een dergelijke kwetsbare omgeving. Afhankelijk van de grondwaterstandsverandering en de te kiezen begrenzing van het hydrologisch beïnvloede gebied kan de sterkte van het effect variëren van zeer sterk tot zwak. Vooral in gebieden met een relatief hoge grondwaterstand zal het effect sterk zijn, gezien het feit dat een verandering van de grondwaterstand in de buurt van het maaiveld veel grotere consequenties heeft dan een even grote verandering in diepere lagen. Daarnaast treedt kwelvermindering op, zoals bijvoorbeeld bij waterwinning op de Veluwe, in verder weggelegen gebieden.

Recirculatie en beregenen

Onder recirculatie wordt verstaan het (terug)brenge van oppervlaktewater vanuit het benedenstroomse deel van eenzelfde of een ander stroomgebied, via watergangen en met behulp van gemalen. Onder beregening wordt verstaan het oppompen van oppervlakte- en/of grondwater met relatief kleine en mobiele pompinstallaties voor het besproeien van bouw- of grasland.

In de nabije toekomst is de uitvoering van recirculatieplannen in de provincie Gelderland niet te verwachten. Enerzijds is daarvoor de noodzaak niet aanwezig (Veluwe en Rivierenland). Anderzijds zijn de mogelijkheden daartoe beperkt, zoals in de Achterhoek door de relatief grote hoogteverschillen of zijn de kosten daarvan (voorlopig) te groot, zoals in de Gelderse vallei, de IJsselvallei en de Graafschap. De recirculatie wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten.

De effecten van berekening worden in het onderstaande nader geanalyseerd.

B e r e g e n i n g

De mate waarin berekening wordt toegepast is sterk afhankelijk van de weersgesteldheid in een bepaalde periode en de persoonlijke voorkeur van de grondgebruiker(s). De sterkte van de 1^e orde effecten is daarom variabel. Ook de grootte van het beïnvloedingsgebied kan hierdoor periodiek sterk variëren. Bovendien is deze grootte afhankelijk van de verhouding van bodemgebruik door de landbouw en het overige bodemgebruik.

Berekening heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- grondwaterstandsverlaging
- bodemverontreiniging
- verstoren.

Uit gegevens van Van Bohemen & De Wilde (1979) kan met betrekking tot de grootte van de berekening in het zeer droge jaar 1976 (een 5%-droog jaar) voor het onderzoeksgebied worden geconcludeerd dat deze een omvang had van ca. $11,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Voor het verkrijgen van deze waarde is uitgegaan van het oppervlak van het onderzoeksgebied (= ca. 1.150 km^2), het gemiddelde aandeel van de cultuurgrond per gemeente, dat werd behandeld (= ca. 5%) en de gemiddelde watergift, die dit behandeld oppervlak kreeg (= ca. 200 mm). Nadrukkelijk moet echter gesteld worden, dat deze berekening slechts een zeer globale indruk geeft van de omvang van de berekening (incl. bevoeiing) en dat de verkregen waarde slechts de grootte-orde aangeeft van de omvang van de berekening in 1976.

De herkomst van het water voor berekening staat weergegeven in tabel 9. Door beregenen verdampt een gedeelte van het gebruikte water.

	opp. water	grondwater
Oost Gelderland	8%	92%
Veluwe	40%	60%
Rivierenland	85%	15%

Tabel 9 Herkomst water voor beregeningsdoeleinden (naar gegevens van de Unie van Waterschappen, ICW en CBS)

Hierdoor zal als netto effect een *grondwaterstandsaling* optreden. In droge seizoenen en op plaatsen waar veel beregend wordt zal dit effect sterk zijn en zich over een groot gebied uitstrekken; waar of wanneer de omstandigheden anders zijn zal dit effect geringer zijn. Het effect op de stand van het oppervlaktewater is echter veel geringer en wordt verwaarloosbaar geacht. Voor de standaard-activiteit beregenen wordt daarom gemiddeld een matig sterk effect in de vorm van een *grondwaterstandsaling* verwacht in gebieden met hoofdzakelijk een agrarische bestemming. In de overige gebieden zal dit effect zwak zijn of zich niet voordoen.

Door beregenen treedt een sterkere uitspoeling van voedingsstoffen op, waardoor de landbouwgronden meer mest nodig zullen hebben. Hierdoor ontstaat een zwaardere belasting met voedingsstoffen van het oppervlaktewater. Dit resulteert uiteindelijk in een *bemestend* effect. Dit effect is niet alleen afhankelijk van de mate waarin beregening wordt toegepast, maar ook van de grondsoort en de hoogteligging ten opzichte van NAP. Hierdoor is de sterkte moeilijk aan te geven; zij wordt gesteld op zwak en strekt zich uit over het gebied waar de grotere mestgift zal gaan optreden, in principe de beregende landbouwgronden. Door beregening treedt *verstoring* op door installatie en onderhoud van de benodigde apparatuur. Daarnaast treedt door beregening zelf *verstoring* op. Hoe groot dit effect is, is niet bekend. Het wordt gesteld op zwak en beperkt zich tot de beregende landbouwgronden.

Dijkverhoging

Bij de activiteit dijkverhoging wordt een bestaande rivierdijk verhoogd, verlegd of wordt op een andere plaats naast de bestaande dijk een nieuwe dijk aangelegd. Hierbij treden naast een verhoging ook andere veranderingen op, namelijk in de vorm van het dijklichaam. De dijktaluds worden minder steil en de kruin van de dijk wordt breder. Daarnaast hebben de nieuwe dijken een veel rechter verloop. Tenslotte moeten de naast de oude dijk liggende wielen of doorbraakkolken meestal verdwijnen in het kader van de dijkverhoging.

De uit de dijkverhoging voortvloeiende 1^e orde effecten zijn:

- uitgraven/vergraven
- verstoren.

Uitgraven/vergraven treedt op bij het verwijderen van doorbraakkolken, het rechtekken van het oude dijklichaam en op plaatsen waar het nieuwe of verhoogde dijklichaam komt te liggen. Hierdoor treedt tevens verlies op van bestaande en vaak waardevolle, oude dijkvegetaties. Het beïnvloede gebied komt overeen met het oppervlak van het nieuwe tracé inclusief een strook ter weerszijde van enkele tientallen meters breed. Het betreft een zeer sterk effect.

Door het aanbrengen van nieuw dijk materiaal of door het opheffen van de oorspronkelijke dijk, treedt een duidelijke verstoring op. Dit is een duurzaam effect, omdat de vorm van de nieuwe dijk uiteindelijk anders zal zijn dan de oorspronkelijk aanwezige dijk. Ook het opheffen van de doorbraakkolken heeft een duurzaam verstorend effect. Het beïnvloede gebied strekt zich ook in dit geval uit tot een strook van enkele tientallen meters breed ter weerszijde van de dijk en betreft het een sterk effect.

3.2.5 Industrie

Binnen de sector industrie wordt onderscheid gemaakt tussen de activiteiten:

- aanleg industrieterreinen
- gebruik industrieterreinen.

Het zou gezien de verschillende vormen van gebruik met verschillende daarbij behorende 1^e orde effecten zinvol zijn om onderscheid tussen bepaalde industrie-takken te maken. Dit is echter gezien de veel grotere mate van detail, die dan nodig zou zijn in het kader van deze studie niet mogelijk. Bovendien zijn de gegevens hierover niet in bruikbare vorm beschikbaar. Daarnaast is er binnen elk industrieterrein een zo grote mate van differentiatie aanwezig, dat beter met een gemiddelde activiteit gewerkt kan worden. Overigens moet opgemerkt worden, dat bij de ruimtelijke benadering van de industrie-sector in industrie-terreinen, de verspreid liggende industriën in het buitengebied en in de bebouwde kom over het hoofd worden gezien. Dit is een

omissie, maar valt gezien het schaalniveau van deze studie vooralsnog niet de vermijden.

Aanleg industrieterrein

De eenheid, waarin de aanleg van industrieterreinen wordt uitgedrukt, is het aantal na dat door een bepaald industrieterrein wordt ingenomen. In het bovenstaande is reeds opgemerkt, dat geen onderscheid gemaakt kan worden tussen de aard of het type bedrijven op een bepaald industrieterrein. Wel is het misschien mogelijk om hier en daar aan te geven of de industrievestigingen overwegend tot een bepaald type, zoals zware verwerkende of agrarische industrie, behoren.

De aanleg van industrieterreinen heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- uitgraven/vergraven
- verharden/bebouwen
- grondwaterstandsverandering
- verstoren
- versnipperen.

Het 1^e orde effect *uitgraven/vergraven* doet zich in verband met de aanleg van wegen, bedrijfsgebouwen, opslagterreinen e.d in principe voor als een zeer sterk effect dat zich uitstrekt over het gehele industrieterrein. Aangezien echter een deel van deze effecten wordt overtroffen door het 1^e orde effect *verharden/bebouwen*, wordt het effect van *uitgraven/vergraven* ter voorkoming van dubbeltelling afgezwakt tot een sterk effect.

Het effect van *verharden/bebouwen* is bij een beïnvloedingsgebied ter grootte van het gehele industrieterrein eveneens geen zeer sterk, maar een sterk effect.

Of de *grondwaterstand* wordt beïnvloed - in de vorm van een grondwaterstandverlaging - is sterk afhankelijk van de uitgangssituatie. Deze eventuele beïnvloeding zal zich niet of nauwelijks buiten het industrieterrein uitstrekken en ook nooit omvangrijk zijn, omdat industrie-

vestiging in een gebied met een hoge grondwaterstand niet voor de handliggend is gezien problemen met het aanleggen van funderingen en de afwatering. Het effect wordt gemiddeld gesteld op zwak.

Verstoring gedurende de aanleg van het industrieterrein en op de plaats van het industrieterrein zelf is reeds verdisconteerd bij de 1^e orde effecten uitgraven/vergraven en verharden/bebouwen. Verstoring in het aangrenzend gebied is over het algemeen geen duurzaam effect en wordt daarom niet nader bekeken.

De sterkte en de grootte van het beïnvloedingsgebied van het effect versnipperen is afhankelijk van het bodemgebruik in de omgeving en de vorm van het aan te leggen industrieterrein. In een omgeving met overwegend weinig andere urbane bestemmingen is sprake van een sterk effect, dat zich uitstrekt tot enkele kilometers buiten het industriegebied. In een omgeving met een meer stedelijk karakter is het effect zwak. Het strekt zich uit tot aan de overige urbane bestemmingen in de directe omgeving.

Gebruik industrieterrein

Voor het beschrijven van de 1^e orde effecten van de activiteit gebruik van industrieterrein wordt uitgegaan van de standaard-activiteit, die betrekking heeft op een industrieterrein met een gemiddeld en gevarieerd aanbod aan industrievestigingen.

Deze standaard-activiteit, die dus een zeer afwisselend beeld vertoont, heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- waterverontreiniging
- bodemverontreiniging
- luchtverontreiniging
- verstoring.

De 1^e orde effecten met een verontreinigend karakter komen vooral in een ander onderdeel van de studie, waar ook het onderhavige onderzoek naar de natuureffecten deel van uit maakt, aan de orde. Voor de bepaling hiervan wordt naar het desbetreffende onderdeel verwezen.

Bij het bepalen van het invloedsgebied van de 1^e orde effecten van een industrieterrein moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten, die alleen of hoofdzakelijk afkomstig zijn van een bepaald industrieterrein en waarvan het beïnvloedingsgebied meestal een beperkte omvang heeft, en effecten die slechts voor een zeer beperkt gedeelte door het onderhavige industrieterrein worden veroorzaakt en waarvan het beïnvloedingsgebied veel groter is. Van deze laatste effecten is het veel moeilijker een direct ruimtelijk oorzak en gevolg-verband aan te geven. Zo levert een willekeurig industrieterrein in de provincie Gelderland een kwantitatief duidelijke bijdrage aan de vervuiling van de grote rivieren en de Noordzee. In vergelijking met overige vervuilingen zal een dergelijke vervuiling echter een minimaal karakter hebben, mits er geen uitzonderlijke industrieën bij zijn betrokken. Evenals bij de beschrijving van de 1^e orde effecten van het gebruik van wegen wordt hier gekozen voor de weergave van de effecten in de vorm van een groot effect over een gebied van beperkte omvang.

Het 1^e orde effect *waterverontreiniging* is evenals de andere vormen van verontreiniging sterk afhankelijk van de aard van de industrie, maar ook van de voorzieningen, die zijn aangebracht om de verontreiniging te voorkomen. Als ervan wordt uitgegaan dat de industrievestigingen slechts ten dele lozingen zullen uitvoeren zonder de tussenkomst van een zuiveringsinstallatie is er sprake van een matig sterk effect, dat zich uitstrekt tot op enkele kilometers in benedenstroomse richting van het oppervlaktewater waarop geloosd wordt.

Het beïnvloedingsgebied van *bodemverontreiniging* is minder groot, en vooral afhankelijk van de situatie met betrekking tot het grondwater ter plaatse. Uitgaande van een beperkte omvang van het beïnvloedingsgebied, zijnde een fractie van het totale oppervlak aan industrieterrein is er sprake van een zeer sterk effect. Uitgesmeerd over het gehele gebied van een sterk effect en inclusief een aangrenzende zone van 1 km van een matig effect.

Hetzelfde geldt met betrekking tot het 1^e orde effect *luchtverontreiniging*. Alleen is hier het effect, gezien het vaak niet permanente karakter en de gemiddeld en relatief gezien minder ernstige vorm van de luchtverontreiniging, niet zo groot. Over een gedeelte van het

oppervlak van het industrieterrein daarom een sterk effect, hetgeen gelijk is aan een matig effect over een gebied, dat zich tot op 1 km van het terrein uitstrekt.

Verstoring treedt bij de activiteit gebruik industrieterrein op door handelingen als: gebruik apparatuur, woon- en werkverkeer, aan- en afvoer van respectievelijk grondstoffen en producten e.d. Dit effect is sterk afhankelijk van de aard van de industrievestigingen. Uitgaande van een standaard-activiteit wordt het effect ingeschaald als matig sterk. De grootte van het beïnvloedingsgebied wordt gesteld op 2x het oppervlak van het industriegebied zelf.

3.2.6 Energie

De sector energie bestaat uit de volgende activiteiten:

- aanleg centrales, transportleidingen en -wegen
- energieopwekking en gebruik van transportleidingen en -wegen.

De activiteiten van deze sector komen over het algemeen overeen met activiteiten binnen andere sectoren. Voor de beschrijving van de 1^e orde effecten wordt daarom naar de desbetreffende paragrafen verwezen. Voor de aanleg van voorzieningen betreft dit de aanleg van infrastructurale voorzieningen (3.2.3) en de aanleg van industrieterrein (3.2.5). Voor het gebruik van deze voorzieningen betreft dit de respectieve aansluitende paragrafen.

Wel is het zo dat de sterkte van de 1^e orde effecten bij een overeenkomstig groot beïnvloedingsgebied, zoals dat in deze paragrafen beschreven is, kan variëren. Als meer specifiek verschijnsel geldt een bepaalde vorm van waterverontreiniging, namelijk thermische verontreiniging door de afgifte van koelwater. Dit effect strekt zich uit over een lengte van enige kilometers stroomafwaarts van de centrale en is matig sterk.

3.2.7/8 Vast afval en afvalwater

De sector afval wordt onderverdeeld in de volgende activiteiten:

- stortplaatsen
- rioolwaterzuiveringsinstallaties.

Deze activiteiten kunnen in principe ook toegerekend worden aan activiteiten binnen andere sectoren (bijvoorbeeld gebruik industrieterrein of een activiteit binnen de sector waterhuishouding). Ze worden afzonderlijk behandeld, gezien het vaak ruimtelijk geïsoleerde voorkomen en de op zichzelf staande 1^e orde effecten.

Stortplaatsen

Bij de activiteit gebruik en onderhoud van afvalstortplaatsen moet onderscheid gemaakt worden tussen illegale en legale stortplaatsen. Van de illegale stortplaatsen is de locatie, de aard van het afval en de omvang slechts ten dele bekend. Bij de legale stortplaatsen moet vervolgens onderscheid gemaakt worden tussen plaatsen uitsluitend bestemd voor puinstort en overige stortplaatsen. Tenslotte moet onderscheid gemaakt worden tussen stortplaatsen waar het percolatiewater wordt opgevangen en gezuiverd en waar dit niet gebeurt. Deze grote variatie in de aard van de stortplaatsen leidt ertoe dat een bepaalde stortplaats voor wat betreft de natuureffecten kan afwijken van de standaard-activiteit gebruik en onderhoud van stortplaatsen. Hierbij wordt immers uitgegaan van een gemiddelde.

De uit de activiteit voortvloeiende 1^e orde effecten zijn de volgende:

- uitgraven/vergraven
- verharden/bebouwen
- waterverontreiniging
- bodemverontreiniging
- luchtverontreiniging
- verstoren
- versnipperen.

Het effect van uitgraven/vergraven strekt zich uit over het gehele gebied van de stortplaats en is een zeer sterk effect. Bij een even groot beïnvloedingsgebied is het effect van verharden/bebouwen zwak, gezien het feit, dat slechts een klein gedeelte van het oppervlak van de stortplaats hierdoor wordt beïnvloed. Ook het effect van verstoren is zwak, maar het beïnvloedingsgebied strekt zich hierbij uit tot ca. 1 km buiten de stortplaats zelf. De invloed door versnipperen is sterk en strekt zich uit over vier keer het oppervlak van de stort-

plaats. Dit effect wordt vooral veroorzaakt door het aan- en afrijden van vrachtverkeer in vaak voor het overige weinig versnipperde gebieden. De stortplaatsen liggen nl. veelal betrekkelijk geïsoleerd. De verschillende vormen van verontreiniging zijn de meest duidelijke en grootste effecten van stortplaatsen. Wel is de grootte van deze effecten sterk afhankelijk van de manier, waarop de stortplaats wordt beheerd en de aanwezigheid en de grootte van het contact via het grondwater met de directe of verder weggelegen omgeving. Ervan uitgaande dat de opvang en zuivering van percolatiewater nog niet tot de standaard-activiteit gerekend kan worden, is het effect van bodemverontreiniging matig sterk. Het strekt zich uit tot op ca. 1 km afstand van de stortplaats.

De waterverontreiniging is sterk afhankelijk van de grootte van het contact via het grondwater met het oppervlaktewater. Het beïnvloedingsgebied wordt gemiddeld twee maal zo groot geacht als dat van bodemverontreiniging en het effect is matig sterk. Het 1^e orde effect is een zwak effect en een beïnvloedingsgebied dat even groot is als dat van de waterverontreiniging.

Zuiveringsinstallaties

De standaard-activiteit heeft betrekking op een doorsnee zuiveringsinstallatie zonder een 3^e trapszuivering en met een omvang van ca. 50.000 i.e. De activiteit omvat de volgende 1^e orde effecten:

- waterverontreiniging
- bodemverontreiniging
- luchtverontreiniging
- bemesten
- verstoren.

Van de verontreinigingen is de waterverontreiniging de belangrijkste. De sterkte hiervan is afhankelijk van de grootte van het oppervlaktewater waarin het effluent terechtkomt. Aangezien dit bij voorkeur grote wateren zijn, treedt verdunning van het effect op. Er wordt uitgegaan van een sterk effect over een lengte van 10 km van het ontvangende lijnvormige oppervlaktewater. De bodem- en luchtverontreiniging beperken zich tot het bedrijfsterrein en zijn onmiddellijke omgeving. De bodemverontreiniging is een zwak effect en de luchtverontreiniging een matig sterk effect.

Het belangrijkste effect van zuiveringsinstallaties is bemesten. Bij de standaard-activiteit, dus zonder een 3^e trapszuivering, is dit een zeer sterk effect dat zich evenals de waterverontreiniging uitstrekt over een lengte van 10 km van het ontvangende oppervlaktewater.

3.2.9 Landbouw

Binnen de sector landbouw wordt onderscheid gemaakt tussen activiteiten in de vorm van cultuurtechnische maatregelen en in de vorm van intensivering van het bodemgebruik. Het hier gehanteerde onderscheid valt te vergelijken met het onderscheid zoals dat in andere sectoren is gemaakt tussen de aanleg van voorzieningen en het gebruik dat er vervolgens van wordt gemaakt.

In het onderstaande worden de 1^e orde effecten van de genoemde activiteiten apart beschreven.

Cultuurtechnische maatregelen

Onder de activiteit van het uitvoeren van cultuurtechnische maatregelen wordt een zeer uiteenlopend scala van activiteiten samengevat.

Hieronder vallen onder meer:

- aanleg en/of verharding van ontsluitingswegen
- boerderijverplaatsing
- kanalisatie van waterlopen
- verbetering van de ontwateringstoestand
- polderpeilverlaging
- egaliseren en/of diepploegen
- beplantingsplannen
- kappen van heggen en houtwallen.

Deze uiteenlopende maatregelen kunnen, onder meer afhankelijk van de grootte van het gebied, waarin maatregelen vanuit landbouwkundig oogpunt gewenst zijn, al of niet in een gesubsidieerde vorm worden uitgevoerd, variërend van ruilverkaveling (A1-werken) en waterschaps- en gemeentewerken (A2-werken) tot particuliere cultuurtechnische werken (A3-werken). Het is niet gelukt een inventarisatie te maken van de in Gelderland te verwachten A2-werken. Dit vindt vooral zijn oorzaak in

het ad hoc karakter van het gebruik der beschikbare financiën, maar ook in het relatief kleinschalige karakter van de ingrepen en de decentralisatie van de uitvoering van deze werken, nl. op het niveau van waterschappen. Gesteld kan worden dat de huidige A2-werken vooral betrekking hebben op het verbeteren van de ontwateringsbestand door het verdiepen en verbeteren van de watergangen en zich uitstrekken over een oppervlak van 5-15 km². A3-werken zijn in de nabije toekomst op grote schaal niet meer in Gelderland te verwachten.

De uitvoering van cultuurtechnische maatregelen kan de volgende 1^e orde effecten tot gevolg hebben:

- uitgraven/vergraven
- verharderen/bebouwen
- grondwaterstandsverlaging
- oogsten
- versnipperen.

Het 1^e orde effect *uitgraven/vergraven* heeft bij het graven van nieuwe waterlopen een beperkt beïnvloedingsgebied. Aangezien het hier om een zeer lokaal effect gaat, is sprake van een zwak effect met als beïnvloedingsgebied het blok waarin de maatregelen worden uitgevoerd. Het effect van vergraven door egaliseren en diepploegen * is groter, maar heeft toch ook meestal een lokaal karakter. Gemeten over het gehele blok is sprake van een matig sterk effect.

Het effect van *verharderen/bebouwen* is eveneens een lokaal effect dat optreedt onder andere bij de aanleg van ontsluitingswegen, verharderen van bestaande wegen en boerderijverplaatsingen. Als de plaats van deze ingreep goed aangegeven kan worden is sprake van een sterk effect in de stroken, waarin dit gebeurt. Als dit niet mogelijk is, wordt uitgegaan van een zwak effect dat zich uitstrekt over het gehele blok.

Het effect van de *grondwaterstandsverlaging* is een matig sterk effect, dat zich over het gehele blok uitstrekt, mits hierin geen al te duidelijke verschillen in hoogteligging zijn te onderscheiden. Is dit wel

* Volgens mededeling van de heer Geling (Prov. Gelderland) vindt de cultuurtechnische maatregel diepploegen in Gelderland niet of nauwelijks toepassing.

het geval dan moet een onderscheid gemaakt worden tussen gebieden met een lage grondwaterstand, waar het effect zwak is, en gebieden met een hoge grondwaterstand, waar het effect dan sterk is.

Het effect oogsten treedt op door het kappen en/of verwijderen van heggen, houtwallen, bosjes e.d. De sterkte van dit effect is zwak en strekt zich uit over het gehele oppervlak van het door de cultuur-technische maatregelen betroffen gebied.

De sterkte van het effect versnipperen is in hoge mate afhankelijk van de ligging van de aanwezige natuurgebieden en -reservaten ten opzichte van elkaar en van de aanwezigheid van verbindende elementen, zoals houtwallen, of juist isolerende elementen, zoals wegen en waterlopen. Ook door het aaneengesloten raken van percelen wordt een voor het natuurlijk milieu versnipperend effect teweeggebracht, omdat hierdoor perceelsscheidingen in de vorm van bermen, heggen e.d. verdwijnen en de percelen door een uniform beheer minder differentiatie zullen gaan vertonen. Het gemiddeld effect is sterk en dit strekt zich uit over het gehele blok.

Intensivering van bedrijfsvoering

Bij de activiteit intensivering van de bedrijfswerking in de landbouw moet gedacht worden aan het zich voortzetten van de volgende veranderingen:

- overschakeling van grup- op loopstal (incl. bouw nieuwe stallen)
- verandering van hooiland in wisselweide
- overschakeling van hooien op inkuilen
- verlenging van de bedrijfsperiode
- verhoging van de cultuurdruk (hogere veedichtheid, toename bemesting)
- verdere mechanisering van onderhouds- en exploitatiewerkzaamheden, als uitrijden van drijf- en kunstmest, slootonderhoud, onderhoud van de zode enz.
- verandering van bedrijfstype, van bodemgebonden naar niet-bodemgebonden (bio-industrie).

Uit deze verschillende deelactiviteiten resulteren de volgende 1^e orde effecten:

- waterverontreiniging
- bodemverontreiniging
- luchtverontreiniging
- bemesten
- oogsten
- verstoren.

Aangezien er bij intensivering sprake is van een trend bestaande uit verschillende activiteiten, waarvan de ruimtelijke verdeling over de provincie moeilijk is te achterhalen, wordt voor de bepaling van de grootte van de door de 1^e orde effecten beïnvloede gebieden gebruik gemaakt van de verschillende categorieën landelijk gebied, zoals die in de streekplannen worden onderscheiden. De r.v.k.-gebieden worden hierbij apart onderscheiden, aangezien hier naast de effecten als gevolg van de trend-toename, ook nog eens de effecten van de ruilverkaveling zelf zijn te verwachten.

Volgens de in de streekplannen gehanteerde begripsomschrijving omvatten deze categorieën de volgende gebieden:

- Landelijk gebied I

Hieronder vallen de grote aaneengesloten natuur- en bosgebieden en de kleinere, verspreid liggende natuurterreinen. Binnen de bos- en natuurgebieden kunnen landbouwgronden van geringe omvang, kleine voorzieningen voor dag- en verblijfsrecreatie en dergelijke liggen.

- Landelijk gebied II

Hieronder vallen landbouwgebieden met grote natuurwetenschappelijke en landschappelijke kwaliteiten. Daarnaast zijn deze gebieden voor het merendeel landbouwkundig van betekenis. Natuur en landbouw zijn in deze gebieden nauw verweven.

- Landelijk gebied III

Hieronder vallen landbouwgebieden van uiteenlopende betekenis. Deze gebieden zijn landschappelijk en natuurwetenschappelijk van belang.

- Landelijk gebied IV

Hieronder vallen landbouwgebieden die vanuit agrarisch oogpunt belangrijk zijn.

- Landelijk gebied V

Hieronder vallen landbouwgebieden van uiteenlopende agrarische, natuurwetenschappelijke en landschappelijke betekenis.

Voor een nadere omschrijving en de consequenties van deze indeling ten aanzien van het beleid wordt verwezen naar de streekplannen.

De categorie landelijk gebied I wordt verondersteld nauwelijks of niet door de intensivering te worden beïnvloed. De intensivering in het landelijk gebied II is klein, in het landelijk gebied III en V middelgroot en in het landelijk gebied IV groot. De sterkte van de optredende 1^e orde effecten is weergegeven in tabel 10.

3.2.10 Bosbouw

In de sector bosbouw wordt onderscheid gemaakt tussen de activiteiten:

- aanleg productiebossen
- onderhoud productiebossen
- overschakeling op "natuur"bossen.

De aanleg van productiebossen is te verwachten in het rivierenland. In hoeverre deze activiteit zich zal voordoen in de vorm van het aanleggen van grote percelen met populieren is onduidelijk.

De activiteit onderhoud productiebossen komt neer op gebruik maken van houtproductiecapaciteit van aangelegde bospercelen. In Gelderland betreft dit hoofdzakelijk naaldbossen op de voedselarme, hoger gelegen zandgronden zoals de Veluwe en plaatselijk kleinere streken in de Gelderse Vallei, Graafschap en Achterhoek. Deze productie-functie neemt, gezien de geringe groeisnelheid van de bomen en de nog steeds toenemende exploitatiekosten, af. Mede hierdoor is een trend waarneembaar waarbij naast de functie houtproductie, ook andere functies zoals voor recreatie en natuurbehoud een even groot gewicht of zelfs overheersend gewicht gaan krijgen.

Dit laatste wordt bedoeld met de activiteit "overschakeling" op "natuur-bossen". Deze overschakeling heeft grote consequenties voor het beheer en de exploitatie van de bossen en daarmee voor de ontwikkeling van de ter plaatse aanwezige levensgemeenschappen.

De 1^e orde effecten van de activiteiten in de sector bosbouw zijn minder ingrijpend voor het ecosysteem dan in de landbouwsector in verband met de lange cyclustijd en nauwelijks of niet gebruiken van hulpstoffen, zoals mest en bestrijdingsmiddelen.

le orde effect mate van intensivering	waterveront- reiniging	bodemveront- reiniging	luchtveront- reiniging	bemesten/oogsten	verstoren
klein (in landelijk gebied II)	zwak	afwezig	afwezig	matig	zwak
middelgroot (in landelijk gebied III en V)	matig	zwak	geen	sterk	matig
groot (in landelijk gebied IV)	sterk	matig	zwak	zeer sterk	sterk

Tabel 10 De zwaarte van de optredende 1^e orde effecten als gevolg van de intensivering van de bedrijfsvoering in de landbouw verdeeld in verschillende grootte-klassen

Aangezien geen aanwijzingen zijn gevonden, dat er op meer dan lokale schaal in de toekomst nieuwe productiebossen zullen worden aangelegd op plaatsen waar tot op dit moment geen bos aanwezig is, wordt aan deze activiteit geen verdere aandacht besteed.

Onderhoud productiebossen

De standaard-activiteit onderhoud en exploitatie van productiebossen wordt uitgedrukt in hectare bosgebied, waarbij een onderscheid gemaakt kan worden tussen loof- en naaldhout.

De 1^e orde effecten van deze activiteit zijn de volgende:

- grondwaterstandsverandering
- oogsten
- verstoren.

Door bossen, in het bijzonder door naaldbossen, wordt veel water aan de bodem onttrokken. Hierdoor treedt in de loop der jaren een aanzienlijke verlaging van de grondwaterstand op. De bebossing op de Veluwe levert daarmee een bijdrage aan de voortgaande grondwaterstandsval. Het effect strekt zich uit over de bosgebieden zelf en de tussenliggende gronden. Het betreft hier een sterk effect.

Het effect oogsten vindt plaats met een lage frequentie van één maal in de vijf tot tien jaar in de vorm van uitdunnen met als afsluiting een algehele kaalkap eens in de veertig tot vijftig jaar. De sterkte van het effect wordt afgezwakt door het feit dat aanplant van zaaiingen als gevolg van de herplantplicht moet plaatsvinden. De door deze herplantplicht voorgeschreven dichtheid vormt een beperking voor het tot ontwikkeling komen van natuurwaarden. Gezien de lage frequentie en het perceelgewijze en verspreide voorkomen binnen de bosgebieden wordt het effect van oogsten ingeschaald als matig sterk; het beïnvloedingsgebied is gelijk aan het oppervlak, dat door de bossen wordt ingewonnen.

Het effect van verstoren beperkt zich ook tot het door de bossen ingenomen oppervlak en wordt veroorzaakt door onderhoudswerkzaamheden aan en exploitatie van de bossen. Het gemiddeld effect is zwak; dit effect kan tijdelijk en op lokale schaal zeer sterk zijn.

Overschakeling op "natuur"-bossen

De verandering van de bestemming van productiebos in "natuur"-bos betekent de beëindiging van het oogstregiem en de daarmee gepaard gaande verstoring. Hierdoor wordt een rijkere ontwikkeling van het ter plaatse aanwezige ecosysteem mogelijk. De overschakeling op de bestemming "natuur"-bos komt dus in principe neer op het beëindigen van een uit het oogpunt van natuurbehoud negatieve activiteit.

De 1^e orde effecten van deze activiteit zijn daarom tegengesteld aan die van productiebossen. De sterkte van de effecten is afhankelijk van de mate waarin tot een dergelijke overschakeling wordt besloten, variërend van "niets-doen" tot het op beperkte schaal voortzetten van de exploitatie als productiebos.

3.2.11 Defensie

Binnen de sector defensie wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende activiteiten:

- aanleg oefenterreinen
- gebruik als schietterrein
- gebruik voor overige oefeningen.

Deze activiteiten worden in de onderstaande paragrafen afzonderlijk behandeld.

Aanleg oefenterreinen

De aanleg van oefenterreinen wordt gekarakteriseerd door het type oefeningen dat in bedoeld terrein uitgevoerd zal worden. Deze oefeningen zijn te verdelen in enerzijds schietoefeningen op schietbanen en anderzijds terreinoefeningen (tankoefeningen, ingraven, veldoefeningen e.d.).

De 1^e orde effecten van de aanleg van oefenterreinen zijn de volgende:

- uitgraven/vergraven
- verhardening/bebouwen
- verstoring
- versnipperen.

De effecten van uitgraven/vergraven en verstoren zijn bij de aanleg van de oefenterreinen, uitgaande van een beïnvloedingsgebied dat overeenkomt met de grootte van de oefenterreinen, matig. Hierin is tevens verdisconteerd dat het stelsel van tankbanen en -sporen is op te vatten als een bijzondere vorm van uitgraven/verharden.

Er behoeven meestal maar weinig gebouwen opgetrokken en wegen verhard te worden. Het effect hiervan beperkt zich tot een relatief zeer klein oppervlak van het oefenterrein (< 5%). Op dit gebied betrokken betreft het echter een sterk effect.

Het grootste effect treedt op door versnippering van grote aangesloten heide- en boscomplexen. Dit effect wordt echter als sterk en niet als zeer sterk beoordeeld, omdat de versnippering door de aanleg van wegen in het merendeel der gevallen niet gepaard gaat met verharden. Het beïnvloedingsgebied komt overeen met de grootte van het gehele bos- en heidegebied, waarin de terreinen worden aangelegd.

Gebruik schietterreinen

Bij het gebruik van schietterreinen kan enerzijds een onderscheid gemaakt worden naar het type schietoefeningen (boordwapens, handwapens, e.d.), anderzijds kan onderscheid gemaakt worden naar frequentie van het gebruik. Daarnaast bestaat er een verband tussen de grootte van de schietterreinen en het soort schietoefeningen. Dit houdt in dat op kleine terreinen met lichte wapens en op grotere terreinen met grotere en verder dragende wapens wordt geoefend.

Gezien deze variatie in de aard van het gebruik van schietterreinen is het moeilijk om uit te gaan van een standaard-activiteit. Vooral de grootte van het beïnvloedingsgebied zal gelet op de aard van de oefeningen sterk verschillen en moet daarom steeds apart worden bepaald en aangegeven schietoefeningen hebben de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- vergraven
- waterverontreiniging
- bodemverontreiniging
- verstoren
- versnipperen.

Door het ontploffen van munitie treedt een effect op dat, wat de beïnvloeding van de bodem betreft, gelijk te stellen is aan vergraven. Dit is binnen een bepaald schietterrein een plaatselijk effect. Het effect is sterk over een oppervlak dat kleiner is dan 5% van het totale oppervlak van het schietterrein.

Door het achterblijven van ammunitie treedt bodemverontreiniging op in combinatie met grondwaterverontreiniging. Over het algemeen wordt deze verontreiniging zo veel mogelijk tegengegaan. Het effect is daarom zwak en het beïnvloedingsgebied klein, namelijk minder dan 5% van het totale oppervlak van het oefenterrein.

Het duidelijkste 1^e orde effect van schietoefeningen is de verstoring door het afschieten en ontploffen van projectielen. De grootte van het beïnvloedingsgebied is uitgaande van een matig sterk effect twee maal zo groot als het oefenterrein.

Versnipperen treedt op doordat potentiële stiltegebieden door de aanwezigheid van oefenterreinen in kleinere stukken uiteenvallen. Aangezien het hierbij om een effect gaat met een semi-permanent karakter wordt de sterkte als sterk ingeschaald. Het beïnvloedingsgebied is gelijk aan de grootte van het stiltegebied zonder de aanwezigheid van schietoefeningen.

Gebruik van terreinen voor overige oefeningen

Het gebruik van terreinen voor andere oefeningen dan schietoefeningen wordt aangegeven door omschrijving van het type oefening en de frequentie van het gebruik. Voor de standaard-activiteit wordt uitgegaan van een oefenterrein van enkele tientallen ha, waar in principe alle mogelijke oefeningen worden uitgevoerd.

De activiteit gebruik van oefenterreinen heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- uitgraven/vergraven
- waterverontreiniging
- bodemverontreiniging
- luchtverontreiniging

- bemesten
- verstoren
- versnipperen.

Het effect van uitgraven/vergraven doet zich slechts zeer plaatselijk voor. Uitgaande van een beïnvloedingsgebied ter grootte van het gehele oefenterrein gaat het hierbij om een zwak effect.

Het effect van de verschillende vormen van verontreiniging is zeer diffuus. Bij een beïnvloedingsgebied, dat overeenkomt met het gehele oefenterrein is dit effect dan ook zwak. Hetzelfde geldt voor het effect bemesten, hetgeen optreedt door het produceren van afval, waardoor eutrofiëring optreedt.

Verstoren en versnipperen doen zich in combinatie met elkaar voor en zijn wat hun sterkte betreft afhankelijk van de aard en de frequentie van de te houden oefeningen. De gemiddelde sterkte van verstoring is zwak en het beïnvloedingsgebied ca. 25% groter dan het oefenterrein zelf. Ook het effect van versnipperen is zwak. Het beïnvloedingsgebied is echter meestal veel groter, uitgaande van de grootte van het gebied, dat opgedeeld wordt door het gebruik van het desbetreffende oefenterrein.

3.2.12 Recreatie

Binnen de sector recreatie wordt onderscheid gemaakt tussen de aanleg en het onderhoud van recreatievoorzieningen enerzijds en het gebruik van deze recreatievoorzieningen anderzijds.

Het aanleggen van de voorzieningen, waaronder hier wordt verstaan café's, pretparken, zwembaden, zomerhuisjesterreinen, campings e.d., komt voor wat de 1^e orde effecten betreft zo sterk overeen met de 1^e orde effecten van woningbouw dat hier naar verwezen kan worden. Een verschil is wel dat de voorzieningen vaak op kwetsbare plaatsen zijn gelocaliseerd, zoals in gebieden met een relatief grote betekenis gezien vanuit natuurbeschermingsoogpunt. Hierdoor kan het beïnvloedingsgebied van de verschillende 1^e orde effecten veel groter zijn dan bij woningbouw.

Voor de effecten van het gebruik van recreatieve voorzieningen wordt hier alleen aandacht besteed aan de recreatie buiten de bebouwde kom, de openluchtrecreatie.

Openluchtrecreatie

De activiteit openluchtrecreatie wordt onderverdeeld in:

- stationaire recreatie en
- mobiele recreatie.

Verblijfsrecreatie en stationaire dagrecreatie worden in dit verband samengevat onder de term stationaire recreatie.

De effecten van stationaire recreatie worden geacht overeen te komen met de effecten van wonen (3.2.2). Wel kunnen er afwijkingen optreden die het grootst zullen zijn in het geval van stationaire dagrecreatie, omdat duidelijk gradaties in de mate van beïnvloeding in vergelijking met het wonen in huizen zijn aan te geven. Zo is bijvoorbeeld het beïnvloedingsgebied gezien de ligging in de buurt van natuurterreinen vaak veel groter en heeft ook de geluidsproductie door verkeer en recreanten een groter effect.

Ook voor de 1^e orde effecten van mobiele recreatie kan naar de effecten van andere activiteiten worden verwezen, namelijk in de sector verkeer en transport. Wel is het zo dat mobiele recreatie zowel in de tijd als in de ruimte een zeer verspreid karakter heeft en daardoor ook de effecten diffuus waarneembaar zijn. Ook de verdeling in de tijd is weinig voorspelbaar, gezien de weersafhankelijkheid. Daarnaast treden vooral effecten op door betreding. Gezien het schaalniveau waarop dit gebeurt en de mate waarin dit gebeurt worden deze effecten buiten beschouwing gelaten. Hetgeen niet wil zeggen dat deze effecten verwaarloosbaar zijn. Ze hebben echter een zodanig sterk lokaal karakter, dat ze in deze studie niet kunnen worden beschouwd.

Tenslotte valt op te merken, dat er sprake is van een piekbelasting op of in de buurt van feestdagen, zoals Pasen, Hemelvaartsdag en Pinksteren en dat deze momenten juist in de broedtijd vallen, waarin de vogels extra kwetsbaar zijn.

3.2.13 Natuurbehoud

In het Structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud (deel a: beleidsvoornemens, 1981; cf. deel d: regeringsbeslissing, 1984) wordt onderscheid gemaakt tussen beleidscategorieën, waarbij het accent respec-

tievelijk ligt op natuurbehoud, op landschapsbehoud en op zowel natuur- als landschapsbehoud. Van de onderscheiden categorieën zijn de volgende voor het onderhavige onderzoek van belang:

- accent op natuurbehoud
 - a) grote eenheid natuurgebied
 - b) (potentiële) nationale parken

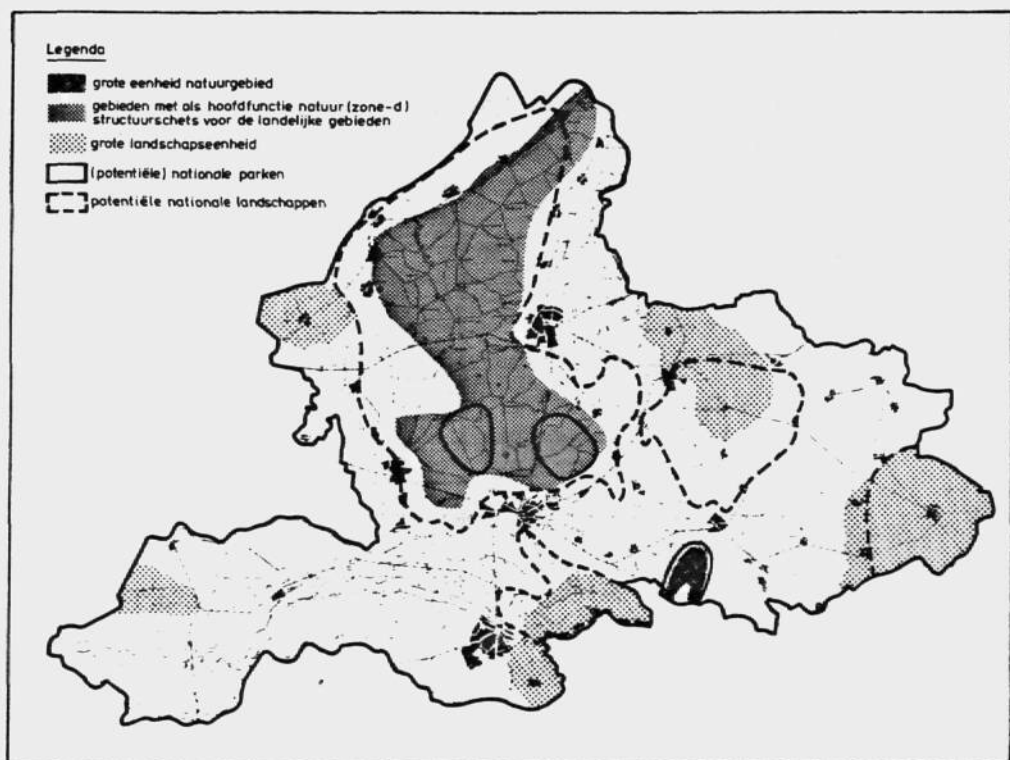
- accent op natuur- en landschapsbehoud
 - c) waardevolle agrarische cultuurlandschappen
 - d) grote landschapseenheden
 - e) potentiële nationale landschappen.

Deze verschillende beleidscategorieën kunnen gedeeltelijk of geheel binnen andere categorieën vallen. Figuur 9 geeft voor Gelderland een beeld van de vertaling in ruimtelijke zin van de beleidsvoornemens. Hierin zijn de waardevolle agrarische cultuurlandschappen niet aangegeven. Tevens is in figuur 9 het deel van de Veluwe aangegeven dat in de Structuurschets van de Landelijke Gebieden als hoofdfunctie 'natuur' heeft.

ad a).

Grote eenheden natuurgebied zijn natuurgebieden, die over het algemeen groter zijn dan 1000 ha, waarin de aanwezige levensgemeenschappen overwegend of geheel spontaan tot ontwikkeling zijn gekomen. Het beleid voor deze gebieden is in beginsel er op gericht alle nog aanwezige natuurwaarden te beschermen en toereikend te beheren. Dit komt er op neer dat andere functies dan natuurbehoud niet verder worden geïntensiveerd en waar mogelijk extensivering wordt bevorderd. In concreto richt het beleid zich op duurzame instandhouding en waar mogelijk herstel van die factoren, die voor de instandhouding van de kenmerken en waarden van de natuurgebieden bepalend zijn, te weten:

- de situatie met betrekking tot grond- en oppervlaktewater;
- de opbouw en het reliëf van de bodem;
- de natuurlijke voedselsituatie;
- de zuiverheid van water, bodem en lucht;
- de vegetatie;
- de rust.



Figuur 9 Natuur- en Landschapsbehoud in Gelderland

In Gelderland ligt één grote eenheid natuurgebied, namelijk het Montferland, ca. 1850 ha (zie figuur 9).

ad b).

Een nationaal park is een aaneengesloten terrein van tenminste 1000 ha, bestaande uit natuurterreinen, wateren en/of bossen, met een bijzonder landschappelijke gesteldheid en planten- en dierenleven. Tevens zijn goede mogelijkheden aanwezig voor zonering van het recreatieve medegebruik. In een nationaal park liggen geen of nagenoeg geen cultuurgronden. Doel van het beheer is de instandhouding en/of ontwikkeling van de aanwezige ecologische, landschappelijke en cultuurhistorische hoedanigheden, waarbij mogelijkheden worden geschapen voor het kennisnemen en genieten van de schoonheid en de andere waarden van het gebied.

Naast de reeds bestaande nationale parken in Gelderland, te weten de Hoge Veluwe en de Veluwezoom, zal naar verwachting het Montferland, ca. 1900 ha, worden aangewezen als nationaal park (zie figuur 9). Bovendien wordt onderzocht in hoeverre en op welke wijze op de Zuid-Veluwe door middel van een samenvoeging van de bestaande nationale parken de Veluwezoom en de Hoge Veluwe met de gebieden het Planken Wambuis en het Deelerwoud gekomen kan worden tot één groot nationaal park.

ad c).

Waardevolle agrarische cultuurlandschappen zijn agrarische gebieden, die uit natuurwetenschappelijke en/of cultuurhistorisch oogpunt of uit een oogpunt van beleving een grote waarde vertegenwoordigen. De waardevolle agrarische cultuurlandschappen vormen een veelvormige categorie. Een deel ervan is vrij nauwkeurig geïnventariseerd en is, voor zover het de noordelijke Veluwe betreft, weergegeven op de overlay van de kaartbijlagen. Dit zijn de belangrijke weidevogelgebieden, de belangrijke ganzengebieden, de belangrijkste uiterwaarden en de resterende, in biologisch en/of geomorfologisch opzicht (meest) waardevolle beekdalen, beekstelsels en afzonderlijke beken.

Het beleid is gericht op instandhouding van de ecologische, cultuurhistorische en landschappelijke kenmerken. De uitwerking van het beleid richt zich op de instandhouding van de volgende, bepalende factoren:

- de situatie met betrekking tot grond- en oppervlaktewater;
- de opbouw en het reliëf van de bodem;
- de bemestingstoestand;
- het verkavelingspatroon;
- het agrarisch beheer;
- de rust.

Binnen het totaal van de waardevolle agrarische cultuurlandschappen zullen relatienota-gebieden moeten worden geselecteerd en onderverdeeld naar beheersgebieden en reservaatgebieden. In reservaatgebieden zal een beheer worden nagestreefd, dat is gericht op een optimale verwezenlijking van de doeleinden van het natuur- en landschapsbehoud.

In beheersgebieden kan binnen het kader van de Beschikking beheersovereenkomsten aan agrarische ondernemers de mogelijkheid tot het afsluiten van beheersovereenkomsten worden geboden. Hierbij verplichten zij zich tot een aangepast agrarisch beheer tegen een vergoeding, die gebaseerd is op een overeenkomstige waardering van de functie van beheerder van natuur en landschap en de functie van producent van voedsel en grondstoffen.

ad d).

Grote landschapseenheden zijn gebieden met belangrijke ecologische, cultuurhistorische en landschappelijke waarden en die in dit opzicht een samenhang vertonen en groter zijn dan 5000 ha. Het gaat om gebieden met een veelzijdige samenstelling waarvan vaak andere beleids-categorieën, zoals natuurgebied of waardevol agrarische cultuurlandschap deel uitmaken. Het beleid is gericht op het behoud van de kwaliteit en de samenhang tussen de onderdelen, alsmede op het beheer van deze eenheden als landschappelijke totaliteit. De volgende gebieden zijn binnen de provincie Gelderland aangewezen als grote landschapseenheid (zie figuur 9):

- omgeving van Winterswijk
- landgoederen bij Deventer en Zutphen en in de Graafschap
- stuwwal en rivierengebied oostelijk van Nijmegen
- landgoederen bij Nijkerk en delen van de polder Arkenneen.

Voor de verwezenlijking van het beleid binnen de grote landschapseenheden zal voor de daarin aanwezige onderdelen, de categorieën, de betreffende maatregelen worden doorgevoerd. Hierbij geldt echter dat aan gebieden binnen de grote landschapseenheden een hoge prioriteit wordt gegeven.

ad e).

Nationale landschappen zijn door de rijksoverheid als zodanig aangewezen gebieden van tenminste 10.000 ha, bestaande uit zowel natuurterreinen, wateren en/of bossen als cultuurgronden en nederzettingen, die een grote rijkdom vertegenwoordigen van natuurlijke en landschappelijke kwaliteiten en aan cultuurhistorische waarden en als zodanig een overwegend samenhangend en harmonisch geheel vormt. Het beleid in deze gebieden is er op gericht het specifieke en gedifferentieerde

karakter van het gebied, met name ook ten behoeve van de recreërende mens, in stand te houden en te ontwikkelen, waarbij rekening wordt gehouden met de sociaal-culturele en economische belangen van de aldaar wonende en werkende bevolking.

De volgende gebieden in Gelderland komen in de toekomst in aanmerking voor de status van nationaal landschap (zie figuur 9):

- de Graafschap
- de omgeving van Winterswijk
- de Veluwe
- de Gelderse Poort

Binnen de sector natuurbehoud kan op grond van de bestemming van gebieden het volgende onderscheid gemaakt worden:

- gebieden met als hoofdfunctie natuurbehoud (natuurterreinen of -reservaten)
- gebieden met als nevenfunctie natuurbehoud (naast andere functies, zoals landbouw, recreatie en bosbouw)
- gebieden met een andere hoofdfunctie en als ondergeschikte functie natuurbehoud.

Een kenmerk van dit onderscheid is, dat naarmate het belang van de functie natuurbehoud afneemt de grootte of de sterkte van de 1^e orde effecten ook afnemen. Deze gradatie komt tot uitdrukking in de mate waarin het gevoerde beheer in de betrokken gebieden gericht is op natuurbehoud. In natuurterreinen is dit in principe voor 100% gericht op natuurbehoud. In overeenkomstgebieden is dit percentage lager. Deze zelfde gradatie komt ook tot uitdrukking in de terminologie natuurgebied, nationaal park en nationaal landschap, zoals gebruikt in het structuurschema Natuur- en landschapsbehoud (1981). Bij de beschrijving van de 1^e orde effecten wordt uitgegaan van een natuurgebied. De sterkte van de 1^e orde effecten in gebieden waar het beheer niet in hoofdzaak gericht is op natuurbehoud kan maximaal twee sterkte-klassen minder groot zijn.

In het onderstaande wordt steeds uitgegaan van een situatie, waarbij uit cultuur genomen agrarisch gebied wordt omgezet in natuurgebied. In het geval dat er sprake is van het duurzame beheer van een natuurterrein is er geen sprake van specifieke 1^e orde effecten, omdat het geen nieuwe activiteit betreft.

De activiteit natuurbehoud heeft de volgende 1^e orde effecten tot gevolg:

- grondwaterstandsverhoging of tegengaan van verdere verlaging
- afname van de bemestingsdruk
- oogsten
- opheffen van verstoring
- tegengaan van versnippering.

Het 1^e orde effect beïnvloeding van de grondwaterstand strekt zich meer of minder ver uit buiten het natuurgebied al naar gelang de geohydrologische omstandigheden. Het betreft hier een sterk effect. De sterkte van het effect van de afname van de bemestingsdruk in een natuurgebied is niet alleen afhankelijk van de mate, waarin vroeger het gebied van mest werd voorzien, maar ook afhankelijk van de uiteindelijk gewenste en te bereiken toestand. De gemiddelde sterkte van het effect is matig en beperkt zich hoofdzakelijk tot het natuurgebied zelf.

Door oogsten treedt bij het gelijktijdig afnemen van de bemestingsdruk verschraling op, waardoor potentiële natuurwaarden tot ontwikkeling kunnen komen. Ook dit effect beperkt zich hoofdzakelijk tot het natuurgebied zelf en is gemiddeld een sterk effect.

Het beheer van natuurreservaten heeft een sterk effect in de vorm van het opheffen van verstoring, doordat exploitatie- en onderhoudswerkzaamheden worden aangepast aan de eisen gesteld door de (in potentie) aanwezige flora en fauna. Dit effect strekt zich uit over een gebied dat twee maal zo groot is als het natuurgebied zelf.

Het effect van het opheffen of tegengaan van versnippering door het beheer van natuurgebieden is afhankelijk van de grootte van het gebied en de ligging ervan ten opzichte van andere gebieden. Voor een klein gebied ter grootte van bijvoorbeeld enkele hectare dat op kilometers afstand verwijderd ligt van andere natuurgebieden, is dit een zeer zwak effect, dat zich uitstrekt over een gebied, dat reikt tot aan de andere natuurgebieden. Gaat het om een groot gebied van enkele tientallen ha dat dicht bij andere natuurgebieden ligt dan is er sprake van een sterk effect dat zich uitstrekt tot aan de aangrenzende natuurgebieden. In de praktijk zal de situatie steeds verschillend zijn en zal het effect tussen de beschreven minimale en maximale waarde in liggen.

3.2.14 Externe invloeden

De externe invloeden zijn in principe 1^e orde effecten, waarvan uiteenlopende activiteiten in het gebied buiten de provincie Gelderland de veroorzakers zijn. Deze activiteiten worden, gezien het beperkte karakter van de onderhavige studie, niet nader geanalyseerd. Dit betekent dat niet nader op de te verwachten basisontwikkelingen buiten Gelderland en die in Gelderland 1^e orde effecten veroorzaken, wordt ingegaan. Aangezien echter deze 1^e orde effecten ook een (potentiële) aantasting vormen van het natuurlijk milieu in de provincie Gelderland, worden de 1^e orde effecten wel bij het onderzoek betrokken. Bij de externe invloeden wordt een onderscheid gemaakt tussen de volgende 1^e orde effecten:

- waterverontreiniging
- luchtverontreiniging.

Het beïnvloedingsgebied van de waterverontreiniging beperkt zich tot de grote rivieren met de aangrenzende uiterwaarden en de poldergebieden waarin van tijd tot tijd rivierwater wordt ingelaten. De beïnvloeding van de grote rivieren is een zeer sterk effect en van de polders een zwak effect. Daarnaast zal, gezien de filterende invloed van stroomruggonden, een nauwelijks merkbare invloed op de kwaliteit van het door kwelwater van de rivier optreden. Dit effect wordt verwaarloosd.

Bij de bepaling van de sterkte van de luchtverontreiniging van buiten de provincie kan worden uitgegaan van een zwak effect dat zich voordoet in de gehele provincie of een effect met verschillende gradaties van sterk in ernstig vervuilde gebieden zoals in het zuiden van de provincie tot geen effect in nauwelijks vervuilde gebieden, zoals op sommige plaatsen in het noorden van de provincie op de Veluwe. Gekozen wordt voor de laatste benadering, omdat deze aanknopingspunten oplevert voor een ruimtelijke differentiatie van het 1^e orde effect luchtverontreiniging. Overigens is hierbij moeilijk onderscheid te maken tussen de invloed van activiteiten binnen en buiten de provincie.

4. UITGANGSSITUATIE

Zoals in het vorenstaande reeds is aangegeven wordt bij het beschrijven van de uitgangssituatie in het onderzoeksgebied gebruik gemaakt van de onderscheiden landschapstypen en het ontwikkelde ecosysteemmode. Een landschapstype wordt echter niet in zijn totaliteit, maar aan de hand van voorbeeldgebieden gekarakteriseerd (zie figuur 5). Dergelijke voorbeeldgebieden hoeven niet noodzakelijkerwijs geheel in één landschapstype gesitueerd te zijn. Sterker nog, voor het karakteriseren van overgangen is het ook noodzakelijk dat sommige voorbeeldgebieden meer dan één landschapstype omvatten.

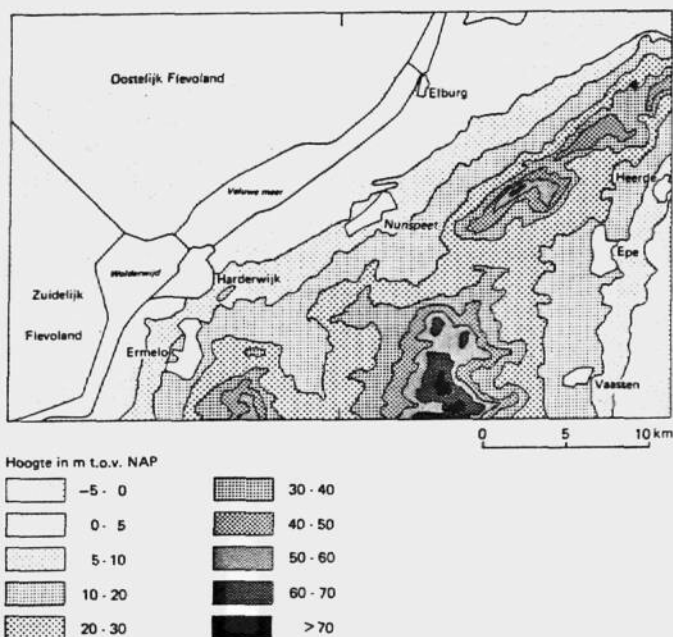
Aangezien, om praktische redenen, is afgezien van het doorberekenen van 1^e en 2^e orde effecten in de gehele provincie en gekozen is voor een voorbeeldfunctie van het noordelijk deel van de Veluwe, wordt alleen van de hierin gelegen voorbeeldgebieden een beschrijving gepresenteerd. Dit betreft de volgende gebieden: I) tussen het Veluwemeer en Elspeet, II) tussen Nijkerk en Voorthuizen, en III) de IJsselvallei, tussen Apeldoorn en Deventer. Op deze wijze worden alle in het noordelijk deel van de Veluwe en in de aangrenzende gebieden gelegen landschapstypen behandeld (zie figuur 3 en tabel 2). In bijlage A wordt een bepaald aspect betrekking hebbend op de ruimtelijke variatie in het voorbeeldgebied Tielerwaard nader uitgewerkt.

De gebruikte bronnen worden in de beschrijvende tekst niet genoemd, maar staan weergegeven onder 4.5. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen bronnen per deelgebied (4.5.1, 4.5.2 en 4.5.3) en algemene bronnen (4.5.4).

4.1 Voorbeeldgebied tussen het Veluwemeer en Elspeet

4.1.1 Inleiding

Het voorbeeldgebied tussen het Veluwemeer en Elspeet maakt deel uit van het landschapstype overgang Stuwwal-randmeren en het landschapstype stuwval zelf. Deze omgeving wordt inderdaad gekarakteriseerd door



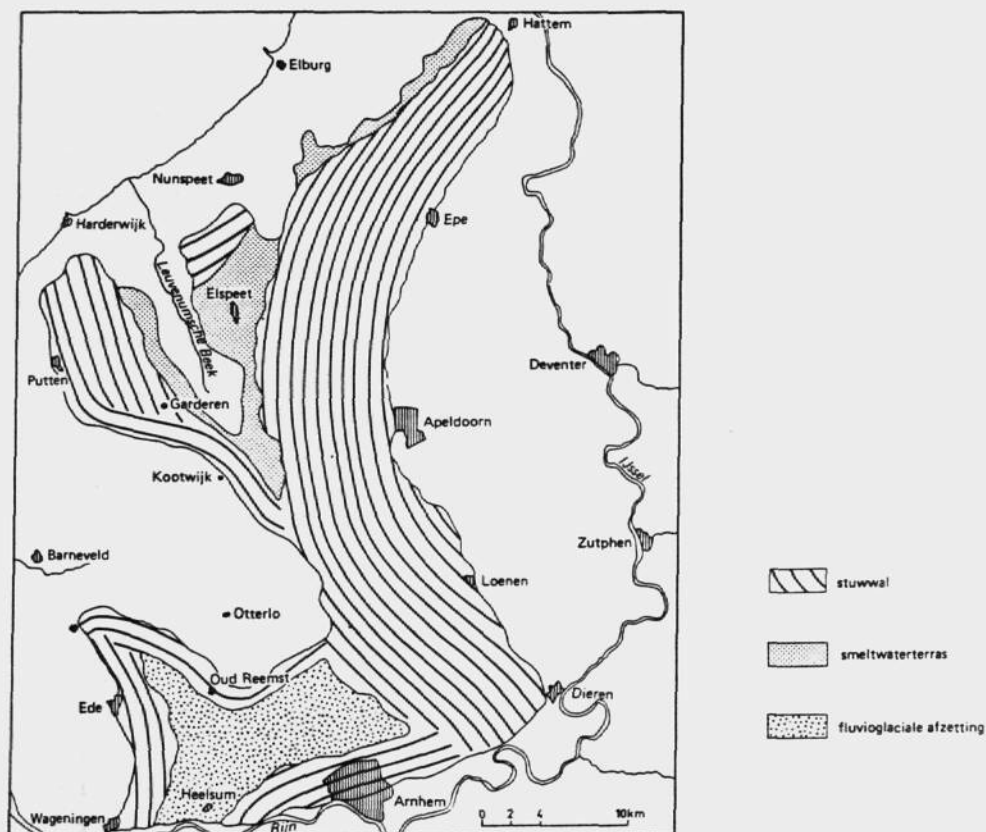
Figuur 10 Globale hoogtekaart van de noordelijke Veluwe (ontleend aan Stiboka, 1982)

overgangen zoals bijvoorbeeld in bodemsamenstelling, hoogteligging (figuur 10), vegetatiestructuur, bodemgebruik en cultuur-historische ontstaanswijze. Het overgangs-landschapstype komt alleen hier in de provincie Gelderland voor en strekt zich globaal gesproken uit vanaf Putten, via Harderwijk en Nunspeet tot aan Hattem langs de IJssel. Het landschapstype Rivieren, in dit geval de IJssel, vormt in het oosten de begrenzing; in het zuiden is dat de Veluwe; in het westen de Gelderse Vallei en in het noorden zijn dat de Randmeren. Karakteristiek voor deze omgeving is de ligging van de verschillende dorpen en steden precies op de overgang van (voornamelijk) natuurterreinen en bossen in het zuidoosten enerzijds en landbouwgronden in het noordwesten anderzijds. Naast deze overgang omvat het voorbeeldgebied het oostelijk deel van het stroomgebied van de Staverdense-Leuvenumse-Hierdensche Beek. Deze beek is de enige beek langs de noordwestrand van de Veluwe, die ontspringt op de Veluwe en daar met zijn bovenloop ook een stuk doorheen loopt.

4.1.2 Begrenzing en ontstaansgeschiedenis

Het voorbeeldgebied wordt in het noorden begrensd door het Veluwemeer en in het westen door de Hierdensche Beek. In het zuiden loopt de grens vanaf Staverden naar Elspeet, dwars door de landbouw-enclave, die deze dorpen omringt. De Nodbeek vormt in het noordelijk deel een natuurlijke grens en deze is op min of meer passende wijze in de richting van Elspeet doorgetrokken. Op deze wijze omvat het voorbeeldgebied de Westeindsche en het westelijk deel van de Elspeetsche Heide (de Stakenbergerheide). Voor de localisering van gebruikte plaatsaanduidingen wordt verwezen naar de Topografische Kaart (1:25.000, bladen 26F/H en 27C).

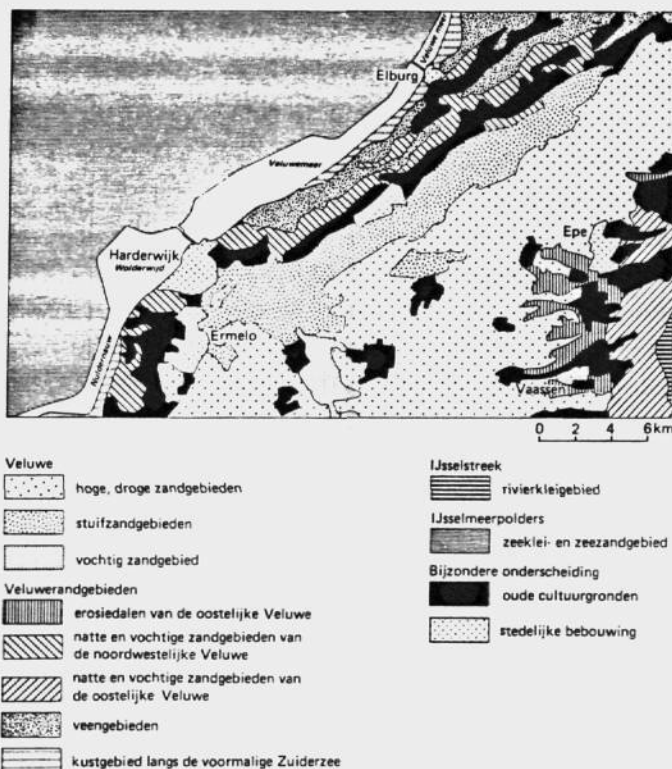
Het gebied heeft zijn uiteindelijke vorm vooral gekregen in de Rissijstijd (ca. 200.000 jaar geleden) toen uitgestrekte landijstongen vermoedelijk via bestaande rivierdalen, namelijk van de toen nog noordwaarts lopende Maas en Rijn, het van origine door deze rivieren zelf afgezette materiaal deels in zuidelijke richting voor zich uit- en deels opzischoven. Hierbij ontstonden de stuwwallen (figuur 11). Dit proces voltrok zich waarschijnlijk in verschillende fasen. Een laatste fase omvatte onder meer de vorming van de stuwwal, waarop nu de Stakenbergerheide ligt. In het dal van de tegenwoordige Hierdensche Beek verhinderde een landijstong de afvoer van smeltwater met daarin aanwezig materiaal van de aangrenzende stuwwallen, namelijk die van de oostelijke Veluwe en die vanaf Garderen in de richting van Apeldoorn. Hierdoor ontstonden zandige afzettingen met daarin ook leempakketten en grindafzettingen. De overgang naar het noordelijk deel kreeg in de periode na de Rissijstijd en in de daaropvolgende Würmijstijd zijn vorm, doordat het klimaat toen veel droger was en opgestoven zand zich in de vorm van dekzanden afzette langs de rand van de Veluwe. Het laaggelegen gedeelte tenslotte ten noorden van de bebouwing van Hulshorst kwam onder de invloed van de in de periode na de laatste ijstijd gevormde Zuiderzee terecht, waarbij zich op de lagere dekzanden veenvorming in combinatie en afwisseling met kleiafzetting voordeed. Langs de binnensee zelf vormde zich een lage strandwal, waarvan hier en daar de restanten nog zichtbaar zijn.



Figuur 11 Glaciale en fluvioglaciale afzettingen op de Veluwe (ontleend aan Stiboka, 1979)

4.1.3 Substraat

De bodem vertoont in het voorbeeldgebied een grote variatie, die in het bovenstaande al is aangeduid (figuur 12). Deze variatie blijkt vooral in de lager gelegen delen langs het Veluwemeer en in de omgeving van Staverden en Elspeet zeer groot te zijn. In de kuststrook volgt op de zandige stuwwal een strook van zware klei, die vervolgens overgaat in een strook waar klei en veen zijn afgezet op de oorspronkelijk aanwezige dekzanden. Deze dekzanden komen in de strook tussen de bebouwing van Hulshorst en de omgeving van de autosnelweg en spoorbaan aan het oppervlak; dit gebied is eeuwenlang in gebruik geweest als cultuurgrond, waardoor het een middels verrijking met plaggen



Figuur 12 Globale bodemkaart van het noordelijke deel van de Veluwe e.o. (ontleend aan Stiboka, 1982)

relatief hoog humusgehalte heeft gekregen. Door het opbrengen van plaggen is het terrein ook iets verhoogd. Ter hoogte van de autosnelweg en de spoorbaan begint een gebied dat zich uitstrekt tot in de omgeving van Staverden en Elspeet en bestaat uit kalkarme en voedselarme zandgrond met een wisselend gehalte aan fijne en grove delen en een variërend leemgehalte. Het Hulshorsterzand en de directe omgeving bestaat uit grofzandige landduinen; in dit gebied komen twee actieve stuifzandkernen voor. Meer zuidelijk is het stuifzand door beplanting vastgelegd. Hier bevat het zand een groot grind-aandeel. De omgeving van de Hierdensche Beek wordt gekenmerkt door vooral fijnkorrelige zanden. De stuifzanden vormen restanten van het in het midden der vorige eeuw in omvang toegenomen stuifzandgebied op de Veluwe, ontstaan door overexploitatie van het middeleeuwse landbouwsysteem. In de diepere lagen komt in dit gebied een uit meer-

dere lagen bestaande keileempakket voor. De begrenzing hiervan is onduidelijk; wel is reeds bekend geworden, dat de omvang vermoedelijk beperkt is en dat deze keileemafzettingen voorkomen in een gebied dat zich als een schotel uitstrekt rond de middenloop van de Hierdensche Beek. Evenals in de omgeving van Hulshorst komen rondom Elspeet ook oude cultuurdekgonden voor. Tenslotte komen buiten het voorbeeldgebied in noordoostelijke richting op de rand van de Veluwe dekzandruggen voor, die een nog grotere afwisseling veroorzaken in de bodemsamenstelling.

De verschillen in hoogteligging illustreren op duidelijke wijze de ontstaansgeschiedenis van het gebied. Vanaf de voormalige Zuiderzeekust komend valt eerst een flauwe verhoging te onderscheiden, ontstaan door de gevormde strandwal. Dan volgen als een lagune achter deze strandwal, de laaggelegen klei- en veengronden tussen strandwal en bebouwing. Vervolgens neemt de hoogteligging toe en worden achtereenvolgend aangetroffen de relatief laag maar wel drooggelegen dekzandgronden, vervolgens de recent (dat wil zeggen vanaf de middeleeuwen) gevormde landduinen met een sterk en plaatselijk nog steeds veranderend reliëf, en dan de nog hoger gelegen landduinen, waar door bebossing het reliëf is vastgelegd. Hier zijn plaatselijk fraaie restanten te zien van ophogingen ontstaan door instuiven tussen bomen van elders vanuit stuifzanden weggestoven zand, de zogenaamde forten.

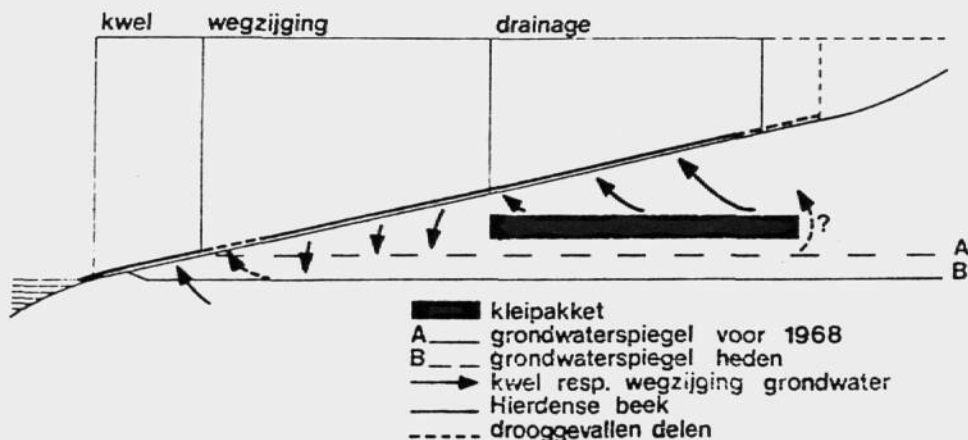
Na deze zone volgt de stuwwal van Stakenberg met steile hellingen en plaatselijk ook een variërend reliëf. In de omgeving van Staverden en Elspeet is door de aard van het bodemmateriaal, overwegend grofzandig, het reliëf veel minder sterk ontwikkeld.

4.1.4 Grondwater

Door het grote hoogteverschil en de aard van het bodemmateriaal is er in het voorbeeldgebied sprake van een inzig- of infiltratiegebied, namelijk op de Veluwe, en een kwelgebied in een smalle strook aan de voet van de Veluwe op de overgang van dekzand naar het laaggelegen klei- en veengebied. De aard van het bodemmateriaal is zodanig (namelijk voor ca. 95% bestaand uit pure kwartzanden, vrijwel kalkloos en zonder opgeloste voedingsstoffen, zogenaamde "witte zanden"), dat wanneer een correctie voor de verdamping wordt uitgevoerd oorspronkelijk de samenstelling van het grondwater met die van het regenwater

overeenkwam. De voedselarmoede is door menselijk ingrijpen in de vorm van ontbossingen, plaggensteken en strooiselroof, de afgelopen eeuwen alleen nog maar versterkt. De laatste jaren is hierin echter verandering gekomen door neerslag van zure regen (S en N), afkomstig van industrie, verkeer en landbouw en door uitspoeling van meststoffen (met name N) afkomstig van de landbouw.

De eerdergenoemde keileemafzettingen veroorzaken een scheiding tussen het ondiepe en het diepe grondwater in de middenloop van de Hierdensche Beek. Het ondiep wegstromende grondwater zorgt plaatselijk voor een goede vochtvoorziening van de daar aanwezige gronden. Dit is vermoedelijk de reden dat deze gronden al vroeg in cultuur gebracht zijn. Is er in de middenloop sprake van een afvoeroverschot, in de benedenloop, waar de keileemafzetting zich niet verder voortzet, is er, als gevolg van verminderde aanvoer van kwelwater uit de direct hierboven gelegen zone, tegenwoordig zelfs sprake van periodiek droogstaan van de beek door het optreden van wegzijging (figuur 13).



Figuur 13 Kwel-, wegzijgings- en drainagegebieden in het stroomdal van de Hierdensche Beek (ontleend aan Higler, 1980)

4.1.5 Oppervlaktewater

Oppervlaktewater komt alleen voor in de Hierdensche Beek, in de vochtige graslanden in de landbouw-enclave, in de laaggelegen graslanden ten noorden van Hulshorst, langs de noordkant van het gebied in het Veluwemeer en in het ven op de Stakenbergerheide.

De waterkwaliteit van de Hierdensche Beek wordt sterk beïnvloed door de intensieve veehouderij zoals die onder andere in de omgeving van Elspeet en buiten het voorbeeldgebied in de omgeving van Uddel plaatsvindt. Hierdoor is het chemisch karakter in de bovenloop veranderd van zuur, kalkarm en vrijwel geen voedingsstoffen (zoals nitraten en fosfaten), bevattend in het begin van de jaren zestig tot tegenwoordig zwak basisch, kalkrijk en zeer voedselrijk. Oorspronkelijk had alleen de benedenloop een dergelijk karakter. Overigens is het zuurstofgehalte nog steeds hoog, zodat allerlei beekorganismen zich tot op heden hebben kunnen handhaven. Door de aanleg van watermolens in vroeger tijden is het fysisch karakter van de beek door een lichte mate van kanalisatie enigszins aangetast. Toch maakt de beek heden ten dage een natuurlijke indruk met de vele weliswaar flauwe maar toch onregelmatige bochten. De aanwezige beschaduwing door overhangende begroeiing heeft naast het effect dat hierdoor de hoeveelheid doordringend licht minder is, waardoor plantengroei wordt tegengegaan. Een ander effect van deze beschaduwing is dat er geen opwarming van het beekwater plaatsvindt. Dit heeft weer tot gevolg dat het zuurstofgehalte hoog is, aangezien water bij lage temperatuur meer zuurstof kan bevatten. In het laaggelegen deel van het voorbeeldgebied komt een aantal kleine korte beken en afvoerende sloten voor, te weten Tochtsloot, Killenbeek, Bovenbeek en Nodbeek, welke de oostelijke grens van het gebied vormt. Doordat deze beken zowel venige als zandige afzettingen doorsnijden, hebben zij een bijzonder karakter, dat tot uitdrukking komt in een gevarieerde beekfauna.

De kwaliteit van het water in het Veluwemeer staat enerzijds bloot aan de invloed van de sterk vervuulende invloed van de op de Randmeren lozende beken en sloten en anderzijds aan de invloed van het IJsselwater, dat in de zomer wordt ingelaten. Vooral door deze laatste invloed ontstaat in het voorjaar vaak algenbloei. Deze algenbloei met alle gevolgen vandien, zoals zuurstofgebrek, vervuiling, stank door rotting, wil men in de toekomst trachten te verminderen door de doorspoeling in de winter te verhogen, door de verhoging tot zomerpeil minder drastisch te laten verlopen, waardoor dan ook minder algen in een optimaal medium terechtkomen, en door de belasting met voedingsstoffen afkomstig vanuit het oude land te verminderen.

Het ven op de Stakenbergerheide heeft op grond van de mate van voedselarm zijn een zeer grote betekenis; voedselarmoede is een zeer kwetsbare, gemakkelijk te verstoren en nauwelijks op korte termijn te herstellen situatie, die in Nederland steeds minder voorkomt. Deze voedselarmoede is vastgesteld aan de hand van het voorkomen van indicatorsoorten uit de groepen diatomeeën en watervlooien.

4.1.6 Vegetatie

Vanaf het Veluwemeer landinwaarts gaande vertoont de vegetatie in zuidoostelijke richting het volgende beeld.

In het Veluwemeer zelf is eerst een zone met ondergedoken vegetatie aanwezig met soorten als Kam- en Doorgroeid Fonteinkruid gevolgd door een zone van riet-, biesen- en moerasvegetaties. De hier na het ontstaan van de Randmeren oorspronkelijk aanwezige Kranswieren zijn reeds lang weer vrijwel geheel verdwenen; vermoedelijk als gevolg van de slechte waterkwaliteit. De strandwal, hier en daar nog aanwezig bij Hoophuizen en Polsmaten, maar ook de dijk die plaatselijk is opgeworpen op of vanuit de strandwal, vertoont een droge grasvegetatie, met zelfs fluviatiele elementen als Kattedoorn en Wilde Kaardebol. Vooral de direct achter deze zone gelegen graslanden, veraf gelegen van de boerderijen, nat, slecht ontsloten en daardoor moeilijk te bewerken, hebben een soortenrijke vegetatie, wat mede door de aanwezigheid van verschillende bodemtypen wordt veroorzaakt. Hierin komen ook nog restanten voor van een zoutminnende vegetatie, zoals die voor de afsluiting van de Zuiderzee voorkwam, onder andere bij de Hierdensche Beek Melkkruid en Zeepostelein.

Meer landinwaarts gaande neemt het aandeel van de opgaande vegetatie toe, eerst in de vorm van houtwallen en vervolgens ook in de vorm van bospercelen, onder andere bij de landgoederen Essenburgh en Hulshorst. Deze landgoederen maken deel uit van een doorgaande streng, waartoe ook Leuvenum en Staverden behoren. Hierdoor heeft het dal van de Hierdensche Beek al sinds zeer lange tijd (vanaf de 13-15e eeuw) onder het door de eigenaren van deze landgoederen gewenste beheer gestaan. In de 20e eeuw is de invloed van dit beheer door aanplant van Grove Den en Douglas Spar, ook in het beekdal, weer grotendeels verloren gegaan.

Na de zone met de akkers ten zuiden van de Zuiderzeeweg, volgt het gebied met de landduinen en stuifzanden. De vegetatie is hier sterk beïnvloed door de aanplant van Grove Den in het begin van de 20e eeuw. De verkaveling heeft zich aangepast aan het grillig reliëf hier ter plaatse als gevolg van vroegere verstuingen aanwezig. De stuifzanden zelf zijn grotendeels onbegroeid en hebben deels een uiterst schrale vegetatie, bestaande uit voornamelijk grassen en rendiermossen (= korstmossen). De bossen in deze omgeving hebben een betrekkelijk eenvormige ondergroei die varieert van voornamelijk Pijpestrootje, Bochtige Smele en Mossen tot een meer rijke begroeiing van Vossebes en Kraaiheide.

De Stakenbergerheide heeft een merendeels droge maar plaatselijk ook vochtige heidevegetatie waarin respectievelijk Struikheide of Dopheide overheersen.

Zowel in dit gebied als in de voorgaande zone hebben de steile, van de zon geïsoleerde, noordhellingen een bijzondere vegetatie, waarin onder andere zeldzame mossoorten voorkomen.

In de omgeving van Elspeet komen droge en natte cultuurlanden voor met een vegetatie, welke sterk afhankelijk is van de gebruikswijze. Daarnaast komt een zeer eenvormig naaldbos voor, liggend tussen Elspeet en de Stakenbergerheide.

Bij Staverden komen onder andere door de iets voedselrijkere bodem loofbossen voor, waarbij een variant zonder onderbegroeiing en een adelaarsvariant onderscheiden kunnen worden.

4.1.7 Fauna

In het vorenstaande is al gewezen op de betekenis van de oppervlakte-wateren voor waterorganismen. Zo werden onder andere de bijzondere soorten watervlooien genoemd van het ven op de Stakenbergerheide. Ook werd gewezen op de afwisseling in abiotische omstandigheden in de benedenloop van de beken die water van de Veluwe afvoeren naar de Randmeren, waardoor ook de fauna sterk varieert. Hierdoor komen enerzijds soorten voor die kenmerkend zijn voor de sloten met stilstaand water van veenweidegebieden, en anderzijds soorten kenmerkend voor stromend water in een zandige ondergrond. Hierbij valt nog op te merken dat de stroomafstand van noord naar zuid gaande langs de noordwestrand van de Veluwe afneemt bij een gelijk blijvend hoogteverschil. Hieruit resulteert een toename van de stroomsnelheid.

In de Hierdensche Beek komt een uiteenlopend aantal soorten voor van de volgende groepen waterorganismen: Vlokreeften, larven van Steenvliegen, Eendagsvliegen, Kokerjuffers enz. Daarnaast komen ook grotere organismen voor, zoals de Beekforel en Beekprik.

Evenals de vegetatie vertoont ook de broedvogelbevolking een grote variatie. In de kustzone komen zangvogelsoorten voor als Snor, Sprinkhaanrietzanger, Grote en Kleine Karekiet, Baardmannetje en grotere soorten als Fuut, Krakeend, Zomertaling en Grauwe Kiekendief. Daarnaast komen meer tot directe oeverzone behorende soorten voor als Dwergmeeuw, Dwergstern en Strandplevier. De laaggelegen zone achter de strandwal bevat op sommige plaatsen hoge dichtheden weidevogels waaronder de Kemphaan, waardoor de door de NWC gebruikte klasse-indeling van zeer goed weidevogelbroedterrein zowel bezuiden Hoophuizen als ook bij Polsmaten wordt bereikt. Overigens schijnt de Watersnip hier als broedvogel niet of nauwelijks voor te komen. De bij de landgoederen behorende bossen bieden een uitstekende nestgelegenheid voor in de omringende graslanden voedselzoekende koloniebroeders als Blauwe Reiger en Roek. In de bouwlandzone kan het tot deze zone beperkte voorkomen van Patrijs, Steenuil, Gele Kwikstaart en Kuifleeuwerik worden genoemd.

In de daarop aansluitende bossen, heidevelden en stuifzanden komt een zeer uiteenlopend aanbod van broedvogels voor. Hiervan kunnen genoemd worden: Havik, Sperwer, Draaihals en Grote Bonte Specht in de bossen; Bergeend, Duinpieper, Boompieper en Nachtzwaluw in de stuifzandgebieden; Korhoen en Wulp op de heideterreinen; langs de Hierdensche Beek IJsvogel en Bosrietzanger; in de beekbegeleidende graslanden Grutto. Het gebied heeft als onderdeel van de gehele kuststrook betekenis als doortrek- en overwinteringsgebied voor onder andere ganzen, Kleine Zwaan, Buizerd, Wulp, Goudplevier en ook vele soorten zangvogels. Het Veluwemeer vormt een belangrijk voedselgebied voor de Aalscholver. Dit gebied is tevens van belang als overwinteringsgebied voor Slobbeend, Smient en Kleine Zwaan. Overigens kwamen hier in het nabije verleden veel meer soorten watervogels in grote getalen voor. De sterke afname houdt zeer waarschijnlijk direct verband met de zeer slechte waterkwaliteit, waardoor het voedselaanbod in kwaliteit en kwantiteit is achteruit gegaan.

Door de aanwezigheid van autosnelwegen en spoorbaan hebben de hier ten noorden van gelegen terreinen een geringe betekenis voor zoogdieren. Alleen ree en vos komen hier wel voor. Ten zuiden van genoemde barrières komen daarnaast deelpopulaties voor van edelhert en wild zwijn. In de omgeving van Staverden komen tenslotte ook dassen voor. Tot slot kan worden opgemerkt dat de Veluwe pas onlangs met zekerheid bekend geworden is, als vrijwel het enige, en dan nog bovendien grote en aaneengesloten gebied, waar de boomarter in Nederland voorkomt (mnd. med. G.J.D.M. Müskens).

4.1.8 Ecosysteem

Resumerend kunnen in dit voorbeeldgebied aan de hand van de aanwezige componenten de volgende ecosystemen worden onderscheiden:

- A - Veluwemeer - open water
 - kust- en oeverzone langs Veluwemeer inclusief de strandwal of voormalige dijk

- B - laaggelegen, slecht ontsloten, grootschalig graslandgebied
 - hooggelegen, droog, intensief gebruikte graslanden met regelmatige, kleinschalige verkaveling, afgewisseld met houtwallen en bospercelen

- C - landgoederen, weg, bebouwing
 - akkerlanden op oude cultuurgrond

- D - stuifzanden deels actief
 - boscomplexen (oud/nieuw)
 - heidevelden

- E - intensieve veehouderij
 - dorpsbebouwing
 - landgoederen
 - kleinere bos- en heidepercelen

- F - beekdal.

4.2 Voorbeeldgebied tussen Nijkerk en Voorthuizen

4.2.1 Inleiding

Het voorbeeldgebied tussen Nijkerk en Voorthuizen is geheel gelegen in het landschapstype: kleinschalig, gesloten dekzandgebied. Dit type komt binnen de provincie Gelderland alleen voor in het noordelijk deel van de Gelderse Vallei. Binnen dit gebied kan nog onderscheid gemaakt worden tussen het eigenlijke dekzandgebied en de lager gelegen delen. Deze lagere gebieden betreffen het oorspronkelijke veengebied liggend op de grens van Gelderland en Utrecht in de omgeving van Nijkerkerveen en Hoevelaken, en het poldergebied Arkemheen.

Het landschapstype wordt in het noorden begrensd door de Randmeren: het Nuldernauw en het Nijkerkernauw. In het oosten door één van de stuwwallen van de Veluwe, in het zuiden door het veel grootschaliger zuidelijk deel van de Gelderse Vallei en in het westen door het vergelijkbare landschap in de omgeving van Amersfoort in de provincie Utrecht.

Het voorbeeldgebied omvat alleen het eigenlijke dekzandgebied. De polder Arkemheen wordt niet apart besproken, aangezien het kustgebied in het voorbeeldgebied tussen Harderwijk en Elspeet hier sterk mee overeenkomt. Wel wordt geconstateerd dat de polder Arkemheen een uitzonderlijke positie inneemt in deze kuststrook, wat tot uitdrukking komt in de zeer goede weidevogelstand.

4.2.2 Begrenzing en ontstaansgeschiedenis

Het voorbeeldgebied grenst in het noorden aan de polder Arkemheen; in het noordoosten omvat het gebied het stroomgebied van de Veldbeek. In het oosten loopt de grens dwars over een aantal ruggen en welvingen richting Voorthuizen, waarvandaan het stroomgebied van de Voorthuizer Beek de zuidelijke begrenzing vormt. In het westen ligt de grens in principe op de overgang van de oude naar de nieuwe ontginningen en loopt ten dele door niet in cultuurgebrachte terreingedeelten heen. Voor de localisering van gebruikte plaatsaanduidingen wordt verwezen naar de Topografische Kaart (1:25.000, blad 32E).

Voor de voorlaatste ijstijd heeft mogelijk (een arm van) de Maas door de Gelderse Vallei gelopen. De hierdoor ontstane laagte werd in de Riss-ijstijd binnengedrongen door geweldige gletsjertongen die met hun dikke ijspakketten bodemmateriaal in zijwaartse richting opstuwden. Hieruit ontstonden in het oosten de westelijke stuwwallen van de Veluwe en in het westen de Utrechtse Heuvelrug en het Gooi. Naderhand is de hierdoor ontstane laagte door fluvio-glaciale afzettingen gedeeltelijk weer opgevuld en het hoogteverschil afgezwakt. In en rondom de laatste ijstijd (het Würm) waren de omstandigheden anders dan gedurende het Riss. De gletsjers drongen niet zo ver zuidelijk door, het klimaat was droger en er overheersten winden uit westelijke richting. Hierdoor traden er grote zandverstuivingen op en ontstonden er dekzandruggen en -welvingen. Het wegstuiven gebeurde vooral op de oostelijke flank van de Utrechtse Heuvelrug en het afzetten op de westelijke flank van de Veluwe-stuwwallen. Als gevolg hiervan vertoont de Gelderse Vallei op dwarsdoorsnede een duidelijk asymmetrische vorm, met steilere hellingen aan de westzijde en minder steile hellingen aan de oostzijde.

Door de toenemende stijging van de temperatuur na het Würm steeg de zeespiegel. Hierdoor verliep de ontwatering trager. Dit had weer tot gevolg dat in de laagste delen veenvorming kon gaan optreden.

Vanaf de middeleeuwen hebben er ontginningen plaatsgehad. Het uit deze tijd daterende hoeven- of kampenlandschap is in het voorbeeldgebied redelijk in tact gebleven. Hier en daar, zoals tussen Driesprong en (de restanten van) de Kruishaarsche Heide hebben betrekkelijk recente ontginningen duidelijk hun sporen in de vorm van grote rechthoekige kavels in grote aaneengesloten blokken achtergelaten. Ook is aan de begrenzing van sommige heide-terreinen nog goed zichtbaar, dat ook deze bestemd waren om "op de schop" te gaan.

Met betrekking tot de invloed van de mens kan worden opgemerkt dat deze vooral in de huidige eeuw door het van oudsher bestaande grootgrondbezit niet zo ingrijpend is geweest als in overeenkomende gebieden in de omgeving. De plaatselijke adel wilde bijvoorbeeld goede jachtterreinen hebben, waardoor aan de pachters beperkingen voor wat betreft het grondgebruik werden opgelegd. Een ander voorbeeld van de conserverende invloed door het grootgrondbezit blijkt uit de moeite die het kost, om langs de provinciale weg tussen Driesprong en Voorthuizen een fietspad aangelegd te krijgen.

Wat betreft de meer recente ontwikkelingen blijkt dat de Kruishaarsche en Appelsche Heide nog redelijk intact zijn gebleven, dat in het noordwesten de Rijksweg 28 net buiten het gebied is gelegen en dat daardoor de landgoederenstrook vanaf Nijkerk richting Putten betrekkelijk ongestoord is gebleven. De ligging van de landgoederen op de overgang van hoge naar lage gronden komt duidelijk overeen met de situatie langs de noord-westelijke rand van de Veluwe, waar ook op een overeenkomstige plaats een keten van landgoederen is gelegen. Ook de nieuwe oost-westverbinding in de vorm van de Rijksweg E8 gaat net buiten het gebied langs, namelijk aan de zuidzijde.

De ontginning van het Halvinkhuizerveld in het noordoosten van het voorbeeldgebied heeft geresulteerd in een rommelige veldontginning met niet duidelijk te localiseren gebuchten als Huinen, Huinerbroek en Huinerwal. Opvallend is dat de niet in cultuurgebrachte gronden steeds liggen op grenzen van of in grensgebieden tussen gemeenten. Zo liggen de Kruishaarsche en Appelsche Heide op de grens van Nijkerk en Putten, maar ook op de grens van Nijkerk en Barneveld liggen dergelijke gebieden. Dit zal enerzijds zijn terug te voeren op de vanuit de bewoningscentra moeilijke bereikbaarheid van deze gebieden, maar anderzijds mogelijk ook verband houden met onduidelijkheden over kwesties van eigendom en gezag.

In het zuiden valt op dat de Nieuwe Voorthuizerweg dwars door het gebied heen snijdt en dat zich in het dal van de Voorthuizer Beek intensieve veehouderij (kippenfarms) heeft ontwikkeld. Tenslotte valt de relatief grote toename aan bebouwd oppervlak op door de aanleg van nieuwbouwwijken rond de oude kern van Nijkerk en in mindere mate rond Voorthuizen.

4.2.3 Substraat

De bodem van het voorbeeldgebied bestaat uit horizontaal gelaagde grindvrije zanden, die in de vorm van dekzandruggen en -welvingen zijn afgezet. Op enkele plaatsen waren op dit laagterras, dat door de post-glaciale dalopvulling is ontstaan, vroeger zandverstuivingen aanwezig, zoals in de omgeving van Driesprong.

Op de dekzandruggen hebben zich veldpodzolgronden ontwikkeld met daartussen op de verspreid liggende akkercomplexen met een door de aanvoer van strooisel, heiplaggen en schapemest kunstmatig opgebracht cultuur-

dek, zogenaamde enkeerdgronden. In de lager gelegen gebieden hebben zich beekeerdgronden gevormd. In het voormalige stuifzandgebied bij Driesprong komen vaaggronden voor.

Het voorbeeldgebied helt zwak af in noord-westelijke richting en vertoont een hoogteverschil van ca. 15 m, namelijk van 15 m + NAP in het oosten tot ca. NAP in het noordwesten. Het gebied ligt daarmee op de overgang van de hoge, droge en voedselarme Veluwe en het lage, natte en voedselrijke poldergebied Arkemheen. Ook binnen het gebied doet zich deze differentiatie voor, zij het in veel minder sterkere mate, namelijk tussen de iets hoger gelegen dekzandruggen (droger en voedselarmer) en de lagere beekdalen (natter en voedselrijker). Deze verschillen zijn echter niet altijd duidelijk waarneembaar gezien de geringe differentiatie en de kleinschaligheid waarmee dit patroon tot uitdrukking komt.

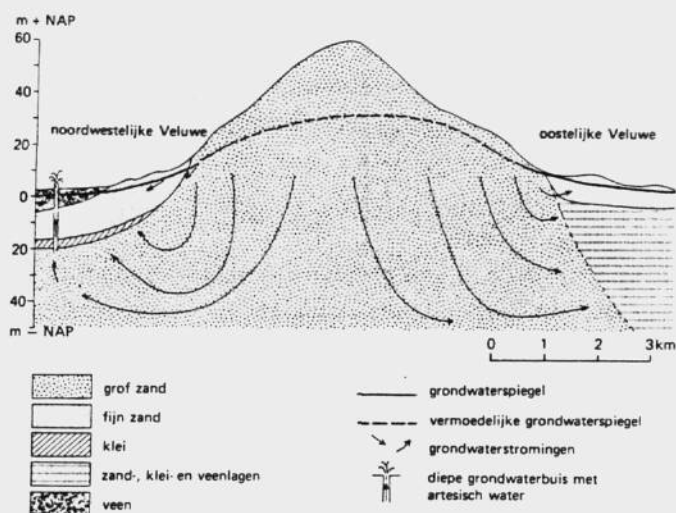
4.2.4 Grondwater

Het grondwater bevindt zich over het algemeen op een relatief laag niveau ten opzichte van het maaiveld; alleen in de meer stroomafwaartse delen van de beekdalen en in de omgeving van Nijkerk is de grondwaterstand iets hoger (Gt III: < 40 cm in de winter en 80-120 cm beneden het maaiveld in de zomer). In grote lijnen lopen de grondwatertrappen op vanuit het noordwesten naar het oosten, hetgeen zijn natuurlijke verklaring vindt in de toename van het verschil tussen hoogte van het maaiveld en NAP.

Door de geringe hoogtedifferentiatie heeft het complex van Kruishaarsche en Appelsche Heide een langzaam verlopende afwatering. Dit gebied ligt op de waterscheiding van het stroomgebied van de Eem, waartoe de Strijlandsche Beek en Voorthuizer Beek behoren en van een veel kleiner stroomgebied, namelijk dat van de Schuitenbeek, waartoe de Veldbeek behoort. De eerstgenoemde beken wateren af in westelijke richting, de Veldbeek in noordelijke richting.

Door de afwisseling in grondwatertrappen en bodemtypen is veel variatie blijvend aanwezig in het gebied. Deze variatie wordt nog versterkt door de afwisselende begroeiing, variërend van hakhoutbosjes en houtwallen tot cultuurland en natte en droge heideterreinen.

Op grotere diepte is, toen tussen de beide laatste ijstijden in de Gelderse Vallei een zee aanwezig was, de Eemzee, een kleipakket afgezet. Hierdoor is het ondiepe grondwater van het diepe grondwater gescheiden. De druk van het grondwater dat wegstroomt uit de Veluwe zorgt ervoor dat wanneer deze kleilaag wordt doorboord, het water ter hoogte van het maaiveld spontaan omhoog spuit, zogenaamd artesisch water (figuur 14).



Figuur 14 Schematische doorsnede van de noordelijke Veluwe met daarin aangegeven het ontstaan van artesisch water (ontleend aan Stiboka, 1982)

In en rondom het gebied van de Kruishaarsche en Appelsche Heide doet zich de bijzondere situatie voor, dat de kwel op regionaal niveau, afkomstig van de in het oosten gelegen Veluwe-stuwwallen, wordt gecombineerd met een kwelsituatie veroorzaakt door lokale hoogteverschillen. De variatie in sterkte van deze grondwaterstromen en de daaruit resulterende kwelstromen geeft aanleiding tot gradiëntrijke kwelgebieden waarvan de mate van ongestoordheid een garantie vormt voor het voorkomen van een bijzondere flora.

4.2.5 Oppervlaktewater

Oppervlaktewater komt voor in de vorm van een aantal kleine beken en vochtige laagten en vennen op de heideterreinen en in een gebied ten zuiden van Driesprong. De vorm van de beken komt vrijwel op geen enkele plaats meer overeen met het oorspronkelijke kronkelende verloop. Met uitzondering van sommige delen van de Veldbeek zijn de beken thans alle gekanaliseerd.

Vooraf de Voorthuizer Beek is door de intensieve veehouderij (kippenfarms) sterk vervuild. Dit geldt in mindere mate ook voor de Schuitenbeek en het complex van Strijlandsche en Breede Beek direct ten westen van het voorbeeldgebied. In de Veldbeek komen nog veel beekorganismen voor, zoals het Bermpje en de Kleine Modderkruiper, die een niet tot zeer weinig verontreinigd milieu indiceren met helder water en een kale zand- of grindbodem.

De ontwateringstoestand van de heideterreinen is, vanuit natuurbeschermingsoogpunt bezien, niet optimaal. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de kunstmatige ontwatering via de Appelsche Maatschap met de daarop aansluitende Waterleiding dwars door de Appelsche Heide. Ook de invloed van de omringende landbouwgronden, onder andere in de vorm van bemesten door het verwaaien van kunstmest, heeft hier een negatieve invloed.

4.2.6 Vegetatie

De oorspronkelijk aanwezige vegetatie, nog voordat de mens deze ging beïnvloeden, zal op de hoger gelegen dekzandruggen bestaan hebben uit een complex van eiken-berkenbos en - op de iets vochtiger en voedselrijkere delen - beuken-eikenbos. Langs de randen van het dekzandgebied zal vooral het beuken-eikenbos hebben gedomineerd en in de vochtige beekdalen het elzen-essenbos.

De vegetatie in het voorbeeldgebied wordt nog steeds gekenmerkt door de aanwezigheid in grote delen van het gebied van natuurlijke elementen van nationale betekenis. Vooral de droge en natte heidevegetaties op de Kruishaarsche en Appelsche Heide en de daartussen voorkomende overgangen zijn hierbij van betekenis.

Dat het hier een gradiëntrijk gebied betreft, dat wil zeggen met veel overgangen in de waarden van abiotische factoren komt tot uitdrukking

in het relatief grote aantal plantensoorten, dat in het noordelijk deel van de Gelderse Vallei na 1965 werd gevonden, namelijk 545. In een gebied met een overeenkomstig oppervlak (17.700 ha) willekeurig gekozen in Nederland kunnen gemiddeld slechts 304 soorten verwacht worden. Deze waarden waren vóór 1965: 598 respectievelijk 427. De laatste cijfers illustreren tevens dat de achteruitgang van de flora niet zo sterk is geweest als gemiddeld in Nederland.

Bij Meerveld in het zuiden van het gebied langs de Voorthuizer Beek ligt een oud loofboscomplex met onder andere hakhoutpercelen. In de drogere delen komen soorten voor als Rode en Blauwe Bosbes, Dalkruid en Adelaarsvaren, terwijl in de vochtiger delen Veelbloemige Salomonszegel, Witte Klaverzuring en Rivinus' Violtje voorkomen.

De akkers op de dekzandruggen hadden vroeger een rijke onkruidflora, waarvan op plaatsen waar nu nog graan wordt verbouwd de volgende soorten zijn aan te treffen: Gele Ganzebloem en Dauwnetel.

Op de vochtige gedeelten van de Kruishaarsche en Appelsche Heide komen soorten voor als Dopheide, Veldbies, te zamen met soorten van de Snavelbies-gemeenschap, zoals Witte en Bruine Snavelbies, Kleine Zonnedaauw en Moeraswolfsklauw. Grote delen van de heide raken echter steeds meer dichtgegroeid door opslag van bomen, zoals Ruwe Berk en Zomereik. De aanwezigheid van de macrogradiënt van Veluwe naar de Eem bleek vroeger uit het voorkomen van, nu deels verdwenen, soorten, waaronder een aantal orchideeën.

Het gebied waar Schuitenbeek en Veldbeek bij elkaar komen, in de buurt van de landgoederen Blankevoort en Oldenaller, bevat veel waardevolle elementen, hetgeen tot uitdrukking komt in de vegetatie, die kenmerkend is voor een vochtige, voedselrijke omgeving, Hier komen soorten voor als Muskuskruid, Witte Klaverzuring, Gewone Vogelkers, Verspreidbladig Goudveil en op de iets drogere delen ook Bosanemoon en Grootbloemige Muur. Bij Oldenaller komen Wilde Hyacint en Maartsvioltje voor, terwijl op de overgang naar het laaggelegen poldergebied Arkemheen veel Dotterbloemen voorkomen.

In de Veldbeek komen minder algemene waterplanten voor als Vlottende Wateranonkel, Penningkruid, diverse soorten fonteinkruid en Bronmos.

4.2.7 Fauna

Het voorkomen van een rijke fauna van waterorganismen in de Veldbeek is in het vorenstaande reeds aan de orde geweest. Het voedsel van genoemde organismen bestaat uit Vlokreeften, larven van Steenvliegen en Eendagsvliegen en Kokerjuffers.

Van de overige fauna van het gebied zijn alleen goede gegevens beschikbaar over broedvogels. Voor trekvogels en overwinteraars valt aan te nemen dat het gebied van slechts beperkte betekenis is. Over het voorkomen van zoogdieren kan worden opgemerkt, dat naast het voorkomen van algemenere soorten als ree, vos en konijn ook het incidenteel voorkomen van das, wild zwijn en damhert te verwachten is, waarbij het achterliggende Veluwegebied als herkomstgebied zal functioneren.

In het gebied komen diverse soorten roofvogels en uilen voor, zoals Sperwer, Boomvalk, Torenvalk, Kerkuil, Bosuil, Ransuil en Steenuil. Op het landgoed Oldenaller komt een kleine kolonie Blauwe Reigers voor. De Wielewaal blijkt in zijn voorkomen een duidelijke voorkeur voor het dal van de Veldbeek te vertonen, hetgeen overeenkomt met de van deze soort bekende voorkeur voor wat meer voedselrijke en natte vegetaties.

Van een aantal broedvogelsoorten is de laatste jaren het voorkomen niet meer vastgesteld, zoals van Boomleeuwerik en Korhoen. Dit zal evenals dat reeds is geconstateerd onder de paragraaf oppervlaktewater, ten dele samenhangen met de versnippering in het gebied en de daardoor tot in alle delen van het gebied doorgrijpende invloed van de landbouw.

4.2.8 Ecosystemen

Het onderscheiden van ecosystemen in dit voorbeeldgebied is door de niet nadrukkelijke differentiatie tussen de gebiedsdelen niet makkelijk. Daarom wordt eerst onderscheid gemaakt tussen (A) het complex van de Kruishaarsche en Appelsche Heide, (B) het hier rondom gelegen hoevenlandschap, (C) het beekdal van de Voorthuizer Beek, (D) de landgoederenstrook ten noordoosten van Nijkerk en (E) de veldontginningen. Dit levert de volgende ecosystemen op:

- A. - Kruishaarsche Heide
- Appelsche Heide
- B. - hoevenlandschap omgeving Driesprong, Appel, Groot Overhorst,
Groot Gerven, en Hell
- C. - beekdal Voorthuizer Beek - Nooienbeek
- D. - landgoederenstrook bij Nijkerk met onder andere Salentein, Groot
Bokhorst en Oldenaller
- E. - veldontginning Huinerveld en rond Kruishaar en 't Woud.

4.3 Voorbeeldgebied tussen Apeldoorn en de IJssel

4.3.1 Inleiding

Het voorbeeldgebied tussen Apeldoorn en de IJssel maakt deel uit van de volgende landschapstypen: stuwwal, overgang van stuwwal naar IJsselvallei en de IJssel zelf met aangrenzende oeverwal en komkleigebied. Deze overgang tussen drie landschapstypen komt in de provincie Gelderland alleen hier voor. Als de meest belangrijke abiotische factoren-complexen kunnen worden aangegeven enerzijds de hooggelegen stuwwal bestaande uit grind, grove en fijne zanden en leem, en anderzijds de rivier met de in verschillende perioden en op verschillende plaatsen afgezette stroomruggronden en komklei.

Door het aanwezige hoogteverschil van ca. 100 m tussen het hoogste punt van de stuwwal en maaiveld in de buurt van de rivier (zie figuur 10) is er sprake van een verschil in hoeveelheid neerslag. Op de stuwwal bedraagt dit meer dan 825 mm/j, bij de IJssel is dit ongeveer 775 mm/j.

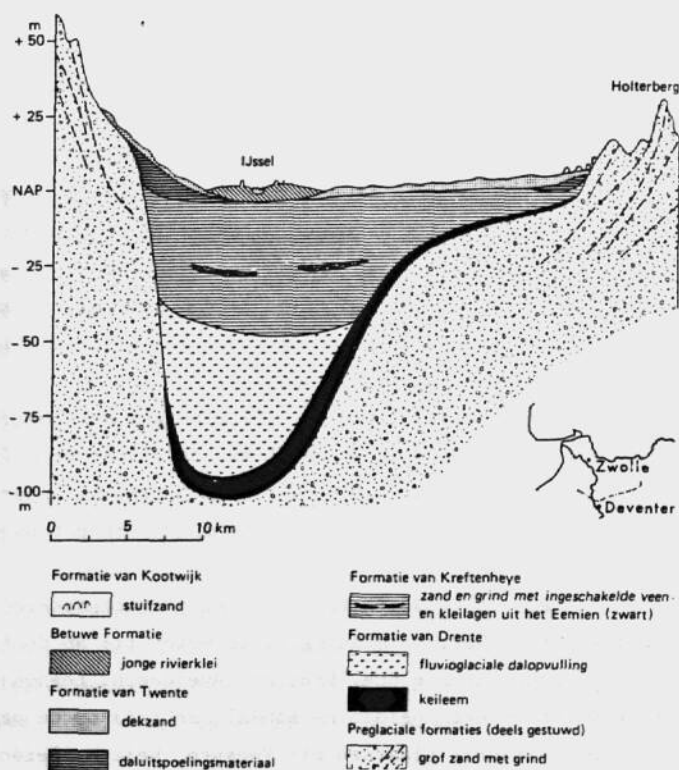
Kenmerkend voor het gebied is de in twee stroken geconcentreerde bebouwing en doorgaande verkeersverbindingen, te weten (i) op de flank van de stuwwal met onder andere Epe, Vaassen, Apeldoorn, Loenen en Dieren, diverse wegen en het Apeldoorns kanaal, en (ii) op de oeverwal langs de IJssel met kleinere plaatsen als Veessen, Welsum, Terwolde, Gietelo, Voorst en Brummen. In deze laatste strook vormt in het noor-

delijk deel de Veluwe Bandijk een van oudsher belangrijke verkeersverbinding.

4.3.2 Begrenzing en ontstaansgeschiedenis

Het voorbeeldgebied ligt halverwege de IJsselvallei, direct ten noorden van Apeldoorn en strekt zich uit van het stuwwalplateau bij Hoog-Soeren tot aan de IJssel bij Deventer. Voor de localisering van gebruikte plaatsaanduidingen wordt verwezen naar de Topografische Kaart (1:25.000, bladen 27G en 33A/B/E).

De stuwwal in het westen is een overblijfsel van de zij-morenen van gletsjers uit de Riss-ijstijd, die met hun geweldige ijsmassa's het bodemmateriaal in het oerdal van de IJssel opzij drukten. Het hierbij gevormde dal is naderhand opgevuld met fluvio-glaciale afzettingen (zie figuur 15).



Figuur 15 Doorsnede door de IJsselvallei bij Deventer (ontleend aan Stiboka, 1979)

Uit de omhoog gestuwde zandpakketten ontwikkelden zich op de flanken van de stuwwal puinwaaiers die zich trechtervormig in de richting van het IJsseldal uitstrekken. Ook op andere wijze ontwikkelden zich uit de stuwwallen nieuwe afzettingen in de vorm van eolische afzettingen. In de laatste ijstijd (het Würm) toen het klimaat veel droger was, werden in het dal dekzanden afgezet. Dit gebeurde in twee perioden, waarin respectievelijk het Oud Dekzand en Jong Dekzand werden afgezet. Het Jong Dekzand is aan het oppervlak in de vorm van dekzandruggen nog steeds zichtbaar. Door de overheersende windrichting vertonen deze dekzandruggen een west-oost oriëntatie.

Aangezien op de hellingen tijdens de Würm-ijstijd in de zomer gedeeltelijke ontthooing van de bodem optrad en door de permafrost het dooiwater niet kon worden afgevoerd, ontstond solifluctie (= wegstromen onder invloed van de zwaartekracht van bodemmateriaal), waarbij de karakteristieke dalvorm met een smalle dalbodem, steile dalwanden en een langgerekt verloop ontstond, het zogenaamde "droog dal". In latere perioden kan door het ontthooien van de diepere lagen het water verticaal worden afgevoerd, waardoor geen water meer via deze dalen wordt afgevoerd.

Tussen de dekzandruggen liggen lager gelegen gebieden waar plaatselijk ook veenvorming is opgetreden. In het oosten gaat deze zone van dekzandruggen over in de tijdens het holoceen afgezette rivierklei en, direct langs de rivier, de meer zandige oeverwal. In het buitendijks-gedeelte ten oosten van de Veluwe Bandijk vindt nog steeds het proces van aanwas en afslag plaats. Dit proces is door het versterken van de oevers van het zomerbed van de IJssel tegenwoordig echter vrijwel geheel beteugeld. Het zuidelijk deel van de IJsselvallei verschilt duidelijk van het noordelijk deel. In het zuidelijk deel is door het doorlopen van de dekzandruggen tot aan de rivier geen komkleigebied en oeverwal tot ontwikkeling gekomen. Langs de rivier ligt in het zuiden een lange strook landgoederen lopend vanaf Twello via Voorst tot Brummen. Deze ontbreekt in het noordelijk gedeelte.

De mens heeft een duidelijke invloed gehad op het ontstaan van het huidige landschap. Op de stuwwal ontwikkelden zich onder invloed van het weiden van schapen uitgestrekte heidevelden. In de buurt van de kleine gehuchten lagen ook uitgestrekte boscomplexen in gemeenschappelijk bezit voor gebruikshout en het leveren van brandstof, de zogenaamde malebossen. Op de glooiing van de stuwwal ontstonden bouwlan-

den, zogenaamde flankessen en heidevelden op de hooggelegen gronden; de lagergelegen delen langs de beken en tussen de dekzandruggen werden als hooiland geëxploiteerd. Rondom Teuge en Twello ontwikkelde zich door de kleinschalige afwisseling in natte en droge omstandigheden een kampenlandschap. Vooral rondom Twello liggen uitgestrekte landgoederen, waarvan een aantal uit de Middeleeuwen stamt. Op de oeverwal werden ook bouwlanden aangelegd, over het algemeen van een wat grotere omvang dan de kleine akkertjes in het westen, hetgeen weerspiegeld wordt in de omvang van de boerderijen. Langs de rivier zijn deze duidelijk groter.

Een aparte ontwikkeling maakte het komkleigebied rond Nijbroek door. De vroeger hier aanwezige natte wildernis werd in de late Middeleeuwen door Hollanders in cultuur werd gebracht, waarbij de in het westen ontwikkelde cope-ontginningstechniek werd gebruikt.

Met betrekking tot de meer recente ontwikkelingen kan het volgende worden opgemerkt. Ter hoogte van Apeldoorn bevindt zich in het gebied een industrieterrein met zuiveringsinstallatie. Hier liggen ook een stortplaats, een aantal zandwinplassen en een paar recreatief belangrijke horecabedrijven. Bij Teuge ligt een vliegveld en wordt het gebied doorsneden door diverse verkeersverbindingen, waarvan oorspronkelijk de provinciale wegen in richting Zwolle en van Amersfoort naar Deventer de belangrijkste waren. De nieuwe rijkswegen A 50 en E 8 hebben tegenwoordig deze verbindingfunctie voor het doorgaand wegverkeer overgenomen.

4.3.3 Substraat

Zoals in het bovenstaande reeds is aangeduid, is in het voorbeeldgebied een grote variatie aan bodemtypen aanwezig. Op de hooggelegen zandgronden betreft dit diverse typen podzolgrond met in de lagere delen ook veenbodems. Aan de voet van de stuwwal bij Wenum en Apeldoorn komen door plaggen-bemesting verhoogde, oude-cultuurgronden voor. In het overgangsg gebied wisselen veldpodzolgronden op de dekzandruggen en beekerdgronden in de beekdalen elkaar af. Ten noorden van de dekzandrug van Teuge en Twello liggen in het overgangsg gebied van zand naar rivierklei de zogenaamde mengelgronden. Hier is rivierklei gedeeltelijk afgezet op de eerder in de laagten gevormde veenafzet-

tingen. In de richting van de rivier neemt het kleiaandeel steeds verder af, uiteindelijk resulterend in kleiïg zand ter hoogte van de oeverwal. In de uiterwaarden varieert de bodemsamenstelling op korte afstand van grofzandig materiaal op hooggelegen richels tot zeer fijn slib in strangen en dichtgeslibde stroomgeulen. Aan het feit dat in deze uiterwaarden zo'n grote afwisseling optreedt tussen hoge en lage delen, ontlenen de IJssel-uiterwaarden de naam kronkelwaarden.

Ook het aanwezige reliëf vertoont een grote variatie. Op een klein schaalniveau betreft dit de overgang van west naar oost van ca. 100 m + N.A.P. op de stuwwal naar ± N.A.P. in de uiterwaarden en de veel minder duidelijke overgang van zuid naar noord in de lengterichting van het dal. Op een gedetailleerder schaalniveau betreft dit (i) uitgeslepen dalen op de helling van de stuwwal gedeeltelijk opgevuld met puinwaaiers, (ii) de hoogteverschillen tussen de dekzandruggen en de aangrenzende laaggelegen beekdalen en (iii) het hoogteverschil tussen de stroomrug en het komkleigebied. Op nog kleinere schaal is dit bijvoorbeeld (i) het verschil in reliëf op de stuwwal door duinvorming, (ii) het ontstaan van droge dalen en beekdalen, (iii) het hoogteverschil ontstaan door het ophogen van de oude cultuurgronden en (iv) de genoemde hoogteverschillen in de uiterwaarden.

Door de verschillen in reliëf en bodemsamenstelling is het gebied rijk aan overgangen van hoog/laag, droog/nat, voedselarm/voedselrijk en bij de rivier van kalkarm/kalkrijk en neutraal/basisch. Zoals aangegeven manifesteren deze overgangen zich steeds op een ander schaalniveau, waardoor het gebied als van nature zeer gradiëntrijk moet worden beschouwd.

4.3.4 Grondwater

Het beeld dat het grondwater in het voorbeeldgebied vertoont is op het eerste gezicht door het aanwezige hoogteverschil goed te verklaren en te beschrijven. Het komt er op neer dat de hoofdzakelijk uit zand met hier en daar leem bestaande stuwwal fungeert als infiltratiegebied, waarbij de hoogste delen de waterscheiding vormen tussen naar het westen en oosten afwaterende gebieden. Het water kwelt langs de flanken, zowel op natuurlijke wijze via bronnen als op kunstmatige wijze via sprengkoppen, maar ook meer verspreid in de lagere delen van de IJsselvallei omhoog. Hetzelfde proces doet zich voor maar dan op

kleinere schaal tussen de dekzandruggen en de lager gelegen delen, en afhankelijk van de stand van het rivierwater op de stroomruggronden langs de IJssel. Dit betekent dat evenals bij het substraat ook hier een zeer complexe situatie ontstaat, ondanks de eenvoud van het beeld van wegzijgen op de stuwal en kwel in het aangrenzend gebied. Vooral de afwisseling in waterstanden van de rivier maakt het beeld extra gecompliceerd.

Het uittredende kwelwater is van nature armer aan voedingsstoffen dan ondiep grondwater of regenwater. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat kwelwater een langere weg door de grond heeft afgelegd, waarbij opgeloste stoffen worden vastgehouden en/of neerslaan.

Het aanwezige grondwaterpotentiaal is in het verleden via aangelegde sprengen benut als energiebron voor het aandrijven van watermolens en ter verzekering van een permanente aanvoer voor de industrie van proceswater van een goede kwaliteit. Daarnaast werd en wordt water gebruikt voor het in stand houden van het peil in het Apeldoorns Kanaal.

Er bevinden zich twee wateronttrekkingspunten in het voorbeeldgebied met een capaciteit van respectievelijk 0,4 en 8,2 . 10⁶ m³/j, die een grondwaterstands daling veroorzaken van ca. 10 cm in een gebied van 2 à 3 km², respectievelijk ca. 25 km², te weten bij respectievelijk Hoog-Soeren en ten noordwesten van Amersfoort.

4.3.5 Oppervlaktewater

Hoewel er in het gebied niet veel oppervlaktewater voorkomt is het aanbod aan typen toch zeer gevarieerd.

In het westen op de stuwal liggen enkele met watergevulde voormalige leemputten. Door het optreden van schijngrondwaterspiegels treedt in deze putten soms kwel op. Over de waterkwaliteit in de putten is weinig bekend. Wel is bekend dat dichtgroeien van de oevers sterke beschaduwing en gepaard daarmee het inwaaien van blad optreedt. Deze invloeden werken nivellerend op de variatie van potentiële micro-milieus.

Op de flank van de stuwal komen twee bekenstelsels voor; a) Wenumse Beek en Papagaai-beek; en b) het complex van Oude Sprengen, Sprengen en Nieuwe Sprengen te zamen vormend: de Koningsbeek met bijbehorende Veld Vijvers in het Koninklijk Park. De toestand waarin deze stelsels ver-

keren vormen een redelijke afspiegeling van de algehele situatie met betrekking tot de beken langs de oostelijke Veluwerand. Dit komt er op neer dat (i) op veel plaatsen de oorspronkelijke bronsituatie, hetzij door achterstallig onderhoud, hetzij door grondwaterstandsverlaging, in meer of minder ernstige mate is aangetast, (ii) er in één of meerdere vormen (NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) en met verschillende sterkte vervuiling optreedt en (iii) de actuele hydrobiologische waarde varieert van (zeer) groot tot vrijwel nihil.

In het voorbeeldgebied is de oorspronkelijke afwateringsrichting door de aanleg van het Apeldoorns kanaal veranderd. Ten oosten van dit kanaal voeren kleine stroompjes en ook grote weteringen hun water via het Toevoerkanaal af op de IJssel. Dit Toevoerkanaal doorsnijdt ter hoogte van Terwolde de oeverwal. Ook het gebied ten zuiden van Teuge en Terwolde watert gedeeltelijk via het Toevoerkanaal af, onder meer via de Grote Wetering en het riviertje de Fliert.

4.2.6 Vegetatie

Uit de aanwezige vegetatie kan in combinatie met de verkaveling, zoals terug te vinden op de topografische kaart veel informatie afgeleid worden over het grondgebruik in heden en verleden.

Op het stuwwalplateau ligt het Hoog-Soerense Veld met een heidevegetatie overwegend van het dopheidstype met veel Vossebes, Pijpestrootje en Bochtige Smele. Op steile noordhellingen komen zeldzame mossen voor.

De bossen in de omgeving van Hoog-Soeren en Wiesel zijn oorspronkelijke malebossen en vertonen daardoor een afwisseling in hoogte, doorzichtigheid en ondergroei. Kenmerkend voor deze malebossen is het overwegend gebruik van loofhout, voornamelijk beuk. Tussen de genoemde bossen ligt een groot complex oude ontginningsbossen met een ondergroei waarin Vossebes overheerst. Door de variatie in hoogte en de afwisseling in naald- en loofhout sluiten deze bossen goed aan bij de aangrenzende malebossen. Op het landgoed 't Loo komt landgoedbos voor van voor 1800, maar ook van jongere datum. Het betreft hier hoog opgaand voedselrijk loofbos met een gevarieerde ondergroei.

De omgeving van Wiesel en Wenum wordt gekenmerkt door een afwisseling van droge en natte cultuurgronden en de aanwezigheid van heggen en hakhoutbosjes. Hierop sluit in oostelijke richting een ca. 2 km brede

zone aan met een rechthoekige verkaveling en vrijwel geen overgebleven (half)natuurlijke elementen. Oorspronkelijk moet hier de aanwezigheid van bouwlanden hebben overheerst; tegenwoordig is veel bouwland omgezet in grasland.

Ten oosten van het Apeldoorns kanaal is de verkaveling veel onregelmatiger, hetgeen duidt op een vroege ontginningsdatum. Hier zijn vermoedelijk nog restanten waarneembaar van het voormalige kleinschalige kampenlandschap met verspreid liggende akkers en bosjes op de hogere dekzandruggen en elzenbroek en hooilanden in de lagere delen, zoals het Zuidbroek. Het gebied bezit, afgezien van de restanten van oorspronkelijk goed ontwikkelde houtwallen, weinig opgaande vegetatie. Op de hogere delen zullen vroeger ook wel heidevelden hebben gelegen. Op de ver naar het oosten doorlopende dekzandrug van Teuge en Twello is het bovengeschetste beeld beter bewaard gebleven. Ten zuiden van deze dorpen liggen de kampen verspreid. Zuidelijk hier weer van en ten noorden van Teuge liggen de voormalige hooilanden. Twello wordt vrijwel geheel omringd door een gordel van landgoederen, waarin fraaie landgoedbossen voorkomen. Afhankelijk van de plaatselijke grondwaterstand kan de vegetatie hier variëren van vochtig elzen-essenbos tot een droog eiken-berkenbos en onder voedselrijke omstandigheden beuken-eikenbos. Ook in de, in de omgeving van deze landgoederen liggende, kleinere bosjes komen dergelijke vegetatietypen voor.

Het dal van de Fliert en de omgeving van Willinkshof, de Spekhoek, heeft nauwelijks enige bebouwing. Hier komen houtwallen voor. Via het landgoed Hunderen sluit de dekzandrug aan op de oeverwal langs de IJssel. Langs een voormalige arm van de rivier ligt hier het landgoed Dijkhof. Op de oeverwal is de verkaveling grootschalig en komen afwisselend bouwlanden, boomgaarden en graslanden voor. Incidenteel komen hier nog wel eens zeldzame akkeronkruiden voor, zoals Groot Spiegelklokje. De dijkellingen en andere aan de zon geëxponeerde droge hellingen bezitten een karakteristieke flora waarin voor het fluvia-tiele district kenmerkende soorten opvallen, zoals Kruisdistel, Morgenster, Aardaker en Wilde Salie.

Evenals de bodem vertoont ook de vegetatie in de uiterwaarden een grote variatie. Daarbij is onderscheid te maken tussen begroeiingen op hoge, droge en zandige delen en in lage, natte en slikkige terreingedeelten. Daartussen bevinden zich veel overgangen, waarvan de floristische samenstelling sterk afhankelijk is van de vochttoestand en de

afwisseling hierin gedurende het seizoen. De in de uiterwaarden aanwezige heggen kenmerken zich door een grote variatie in aantal soorten struiken.

De aanwezige variatie in abiotische omstandigheden in het voorbeeldgebied komt ook tot uitdrukking in de soortensamenstelling van de houtwallen in de diverse delen van het gebied. Op de dekzanden zijn dit vooral Zomereik en Ruwe Berk, in het gebied met klei-op-veen vooral Els en Wilg en langs de rivier Populier, Sleedoorn, Meidoorn, Iep en Es.

Op plaatsen waar kwel optreedt komen soorten voor als Waterviolier, Grote Boterbloem en diverse soorten fonteinkruid.

4.3.7 Fauna

De macrofauna van de beken op de oostelijke Veluwerand kenmerkt zich door het voorkomen van soorten die gebonden zijn aan helder en schoon stromend water. Deze situatie wordt steeds zeldzamer in Nederland. Onderling vertonen de beken en sprengen afhankelijk van verschillen in onderhoudstoestand, vervuilingsgraad en grondwaterstand, maar ook afhankelijk van van nature aanwezige verschillen grote variatie in hydrobiologische samenstelling en betekenis.

In het gebied van de oostelijke Veluwe en het aangrenzend deel van de IJsselvallei zijn 43 soorten libellen aangetroffen. Vergeleken met het totaal in Nederland bekende aantal (68) is dit een uitzonderlijk hoog aantal. In het voorbeeldgebied en de directe omgeving komen 13 soorten amfibieën en reptielen voor.

Ook in de broedvogels weerspiegelt zich de grote variatie in (a)biotische omstandigheden. Op de Veluwe treden de laatste 5-6 jaar grote veranderingen op, welke er kort samengevat op neer komen dat er een afname van heide-broedvogels en een toename van roofvogels is te constateren. Karakteristieke en ten dele ook zeldzame elementen betreffen, gaande van west naar oost, de volgende soorten:

De bossen van de Kroondomeinen herbergen een groot aantal roofvogelsoorten, waaronder Wespandief, Havik, Sperwer, Buizerd en Boomvalk. In deze omgeving wordt de laatste jaren ook regelmatig Slechtvalk en Raaf waargenomen. Vanouds staan deze gebieden in Nederland bekend om hun uitzonderlijk goede roofvogelstand. Dit wordt mede veroorzaakt door de geringe toegankelijkheid van het gebied.

In het Koninklijk Park valt onder meer het talrijke voorkomen van de Boomklever op vanwege de daar aanwezige beuken. Over de vogelbevolking van het overgangsgebied zijn weinig gedetailleerde gegevens beschikbaar. Oorspronkelijk was dit waarschijnlijk een gebied waar Paapje, Roodborsttapuit en Geelgors vrij regelmatig voorkwamen. Tegenwoordig zijn deze soorten hier vrijwel geheel verdwenen. In het klei-op-veen gebied in de omgeving van Nijbroek broeden onder andere Wulp, Grutto en Kievit. Uitgesproken waardevolle weidevogelgebieden komen hier waarschijnlijk niet voor. De bosjes en landgoedcomplexen herbergen een zeer gevarieerde zangvogelstand. Hier broeden ook roofvogels en uilen, zoals Torenvalk en Bosuil. In de omgeving van Twello komen Tapuiten voor en liggen enkele Roekenkolonies.

De buitendijkse uiterwaarden hebben nog steeds een zeer gevarieerde broedvogelstand, waarvan naast diverse eendachtigen, Kleine Plevier, Oeverloper, Zwarte Stern en Oeverzwaluw genoemd kunnen worden.

Van de zoogdieren moet het voorkomen van edelhert, damhert, moeflon en wild zwijn op de hogere gronden in het westen worden genoemd. Op de flank van de stuwwal komt de das tegenwoordig alleen nog maar incidenteel voor. Illustratief voor de achteruitgang van deze soort is de aanwezigheid van een onbelopen dassenburcht in vrijwel elk klein bosje ten noorden van Twello.

Door periodieke fluctuaties in de hoeveelheid kwelwater zijn op sommige plaatsen tijdelijke kwelwateren aanwezig, die zich lijken te kenmerken door een rijke waterkeverfauna.

4.3.8 Ecosystemen

De volgende ecosystemen worden in het voorbeeldgebied onderscheiden.

- | | |
|---------------|---|
| A. stuwwal- | - stuwwalplateau |
| complex | - stuwwalglaoiing/helling |
| | - beekdalen |
| | - stuwwalvoet (bebouwing, bouwland, landgoed) |
| B. overgangs- | - dekzandruggen |
| zone | - beekdalgronden |
| | - landgoederen zone |

- C. rivierzone - komkleigebied
- oeverwal
- uiterwaarden/oude IJsselarm

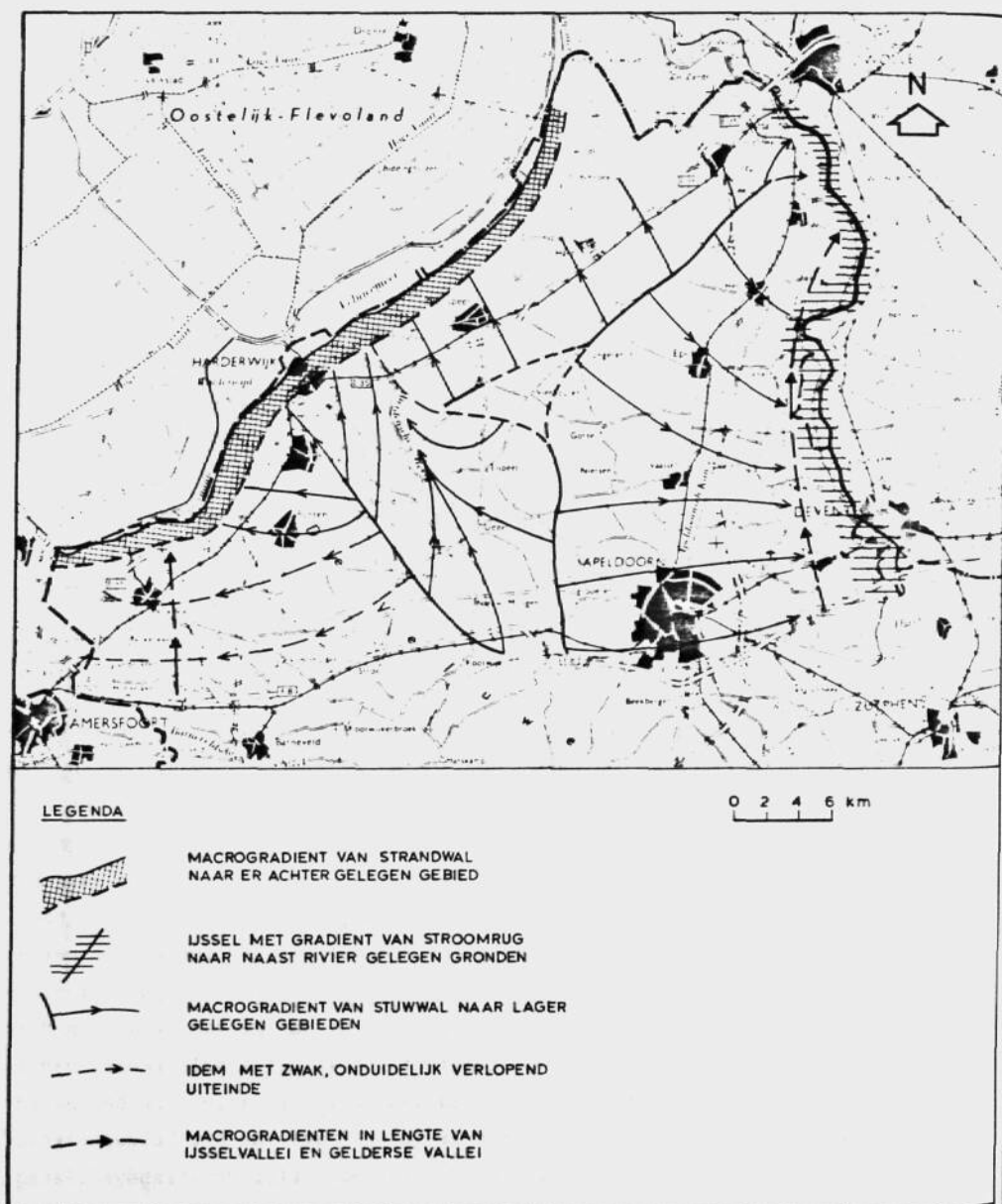
4.4 Beschrijving uitgangssituatie in termen van de geselecteerde kenmerken

In bovenstaande paragrafen is de beschrijving gegeven van de drie in het noordelijk deel van de provincie Gelderland geselecteerde voorbeeldgebieden. Bij deze beschrijving werd het hiërarchisch model van het ecosysteem aangehouden. In het onderstaande zal nu vervolgens aan de hand van deze beschrijvingen een beeld gegeven worden van de aanwezigheid, aard, kwaliteit en omvang van de vier kenmerken onderscheiden elk met hun eigen vier subkenmerken. Aan de hand van bijgevoegd kaartmateriaal kan tevens een beeld verkregen worden van de ruimtelijke verdeling van een aantal van deze kenmerken.

4.4.1 Ruimtelijke diversiteit

4.4.1.1 Macrogradiënten (figuur 16)

Door de aanwezigheid van een aantal stuwwallen wordt een groot gedeelte van het gebied ingenomen door de macrogradiënten vanaf de top van deze stuwwallen naar de lager gelegen aangrenzende gebieden. De hier aanwezige macrogradiënt loopt van hoog naar laag, van voedselarm naar voedselrijk, van zand en grind naar klei en veen, van droog naar nat en van zuur naar neutraal. Maar daarnaast ook van vrijwel geen tot weinig menselijke beïnvloeding tot een zeer sterke menselijke beïnvloeding. Vooral halverwege deze gradiënt is de menselijke beïnvloeding het grootst geweest in de vorm van de aanleg van steden en dorpen. In het oosten loopt de gradiënt tot in het komkleigebied van het noordelijk, benedenstrooms gebied van de IJsselvallei. In het noordwesten vormt het dekzandgebied langs de flank van het Veluwe-massief overgaand in de laaggelegen weidegebieden achter de strandwal langs de randmeren het uiteinde van de macrogradiënt. In het westen, dat wil zeggen in de omgeving van Nijkerk en Voorthuizen is de macrogradiënt minder duidelijk uitgesproken aanwezig doordat tegen de hellingen van



Figuur 16 Uitgangssituatie ruimtelijke diversiteit: macrogradiënten

de stuwwal van Garderen dekzanden zijn afgezet en het vroeger hier aanwezige grotere hoogteteverschil daardoor zich tegenwoordig over een grotere afstand manifesteert.

Naast de macrogradiënten van de stuwwallen is nog een tweetal andere gradiënttypen te onderscheiden. Dit betreft ten eerste de overgangen vanaf de grote wateren, de Randmeren en de IJssel, naar de aangrenzende binnendijs gelegen gronden. De hier van nature aanwezige wallen, in de vorm van resp. een strandwal en een oeverwal, zijn voor wat betreft hun waterwerend vermogen door de mens in historische tijd versterkt door middel van de aanleg van dijken. De wallen hebben een hoger liggend maaiveld, waardoor ze droger zijn dan aangrenzende gebieden en over het algemeen ook een zandiger bodemsamenstelling. In de richting van het open water neemt de milieudynamiek toe. In tegenovergestelde richting nemen de problemen voor het in cultuur brengen van de gronden toe, door afwateringsmoeilijkheden en zwaardere bodemsamenstelling doordat het kleigehalte toeneemt. Ten tweede valt er de overgang in de lengterichting van de Gelderse Vallei en de IJsselvallei te onderscheiden. Het schaalniveau waarop en de sterkte waarmee deze macrogradiënten zich manifesteren is resp. echter zo veel groter dan de te verwachten 1^e orde effecten en zo zwak, dat met deze macrogradiënten in het vervolg geen rekening wordt gehouden. Wel vormt de aanwezigheid van deze macrogradiënten de randvoorwaarde voor het (voort)bestaan van diverse milieutypen.

4.4.1.2 Microgradiënten

Microgradiënten worden gevormd door overgangen tussen abiotische en biotische kenmerken van aanwezige in zichzelf min of meer homogene eenheden, zoals verschillen in bodemtype en vegetatiestructuur. Zij strekken zich over het algemeen uit over een lengte van meters tot 10-tallen meters. Gebieden waar veel van dergelijke microgradiënten voorkomen zijn de buitendijkse gronden langs de Randmeren en in de uiterwaarden van de IJssel. Daarnaast komen door het afwisselend bodemgebruik op de flanken van het Veluwe-massief veel microgradiënten voor. De oorsprong van deze microgradiënten kan worden teruggevoerd op een zich vanuit de bebouwingsconcentraties uitstreckende macrogradiënt van antropogene beïnvloeding. Ook de in deze zone aanwezige beken leveren door uitspoeling en afzetting een bijdrage aan de rijkdom aan

microgradiënten in deze zone. Bovendien zijn op het Veluwe-massief zelf microgradiënten aanwezig, o.a. door de aanwezigheid van een plaatselijk zeer fraai ontwikkeld en nog steeds in ontwikkeling zijnd reliëf. Ook de bodemsamenstelling met naast zand en grind soms ook de aanwezigheid van leemafzettingen geeft aanleiding tot het ontstaan van microgradiënten. In dit verband kan gewezen worden op de grote variatie in bodemtypen in en in de omgeving van de landbouwenclave bij Elspeet en Uddel. Toch is het gebied van de Veluwe zelf minder gradiënt-rijk dan de overgang naar de aangrenzende gebieden, doordat de vegetatie-structuur een minder grote afwisseling vertoont, immers vooral gevormd door over het algemeen direct aan elkaar grenzende naald- en loofbossen.

4.4.1.3 Reliëf

Bestaand reliëf komt voor in het gehele gebied. Hierbij is onderscheid te maken tussen (i) reliëf met een sterkteklasse die niet of nauwelijks door menselijk ingrijpen kan worden beïnvloed, zoals de stuwwallen van de Veluwe, (ii) minder sterk uitgesproken vormen van het reliëf, zoals in de vorm van dekzandruggen met tussenliggende beekdalen, de oeverwal van de IJssel en de strandwal langs de voormalige Zuiderzee, en (iii) nog minder sterk uitgesproken reliëf, zoals in de vorm van stroomgeulen in de uiterwaarden van de IJssel (zogenaamde kronkelwaarden), beekdalen op de flanken van het Veluwe-massief en stuifzanden. Deze laatste gebieden besloegen vroeger veel grotere oppervlakken; tegenwoordig resteren hiervan alleen nog maar kleine restanten in de vorm van actief stuifzand. Het reliëf, veroorzaakt door de aanwezigheid van stuwwallen, wordt verder buiten beschouwing gelaten.

4.4.1.4 Vegetatiestructuur

Bij het beschrijven van de vegetatiestructuur moet onderscheid gemaakt worden tussen (i) het centrale gebied met uitgestrekte boscomplexen afgewisseld door kleinere heidecomplexen, vennen, enclaves e.d., (ii) het overgangsgebied met een sterk afwisselende vegetatiestructuur door aanwezigheid van bosjes, houtwallen, landgoederen en gras- en bouwland, en (iii) de laaggelegen delen met overwegend grasland en sloten. Gaande in deze richting neemt de vegetatiestructuur duidelijk af.

Binnen deze gradatie kan nog een verdere nuancering worden aangebracht door na te gaan hoe de vegetatie is samengesteld, zowel wat soorten-samenstelling als wat variatie in leeftijd per soort betreft, met andere woorden of het om een aangelegde of een min of meer natuurlijke vegetatie gaat. Op de Veluwe valt onderscheid te maken tussen enerzijds naaldbossen aangelegd met hoofdzakelijk een productiefunctie bestaande uit overwegend één soort van één leeftijdsklasse, veelal jong (20-40 jaar), en de overige bossen hetzij naald-, gemengd of loofbos en veelal ouder dan 60 jaar. Deze laatste bossen kunnen een geheel verschillende oorsprong hebben, zoals male bos, landgoederenbos of bos om zandverstuivingen tegen te gaan. Over het algemeen is de vegetatiestructuur in de productiebossen minder goed ontwikkeld.

In de overgangszone is de vegetatiestructuur meestal zeer gevarieerd door het zeer uiteenlopend karakter van de houtopstanden en het overig (agrarisch) bodemgebruik. Vooral rijk ontwikkelde loofbossen of landgoederencomplexen in de omgeving van Twello, Apeldoorn, langs de Leuvenumse Beek en in de omgeving van Nijkerk dragen veel aan de variatie bij.

In de laaggelegen delen zet de trend van de aanleg van kunstweiden zich steeds verder voort waardoor ook de (micro)vegetatiestructuur in deze graslanden steeds verder afneemt en alleen in overhoeken, bermen en op oevers nog structuur aanwezig blijft. Hier dragen ook de sloten en andere watergangen met de daarin aanwezige vegetatie bij aan de vegetatiestructuur.

4.4.2 Abiotische huishoudingen

4.4.2.1 Aardhuishouding

Doordat in principe vrijwel het gehele gebied in cultuur gebracht is, is de aardhuishouding stil komen te liggen met uitzondering van een aantal duidelijk aan te geven gebieden.

Dit betreft allereerst de restanten stuifzand, zoals die her en der op het Veluwe-massief en dan voornamelijk langs de noord-westrand nog te vinden zijn. Deze restanten vormen slechts een fractie van het voormalige oppervlak en de vraag lijkt dan ook gerechtigd of deze kleine oppervlakken een voldoende waarborg zijn voor het voortbestaan van het milieutype stuifzandgebied, inclusief alle mogelijke variaties in

intensiteit, afwisseling in bodemgesteldheid, flora- en fauna-elementen en historisch verleden.

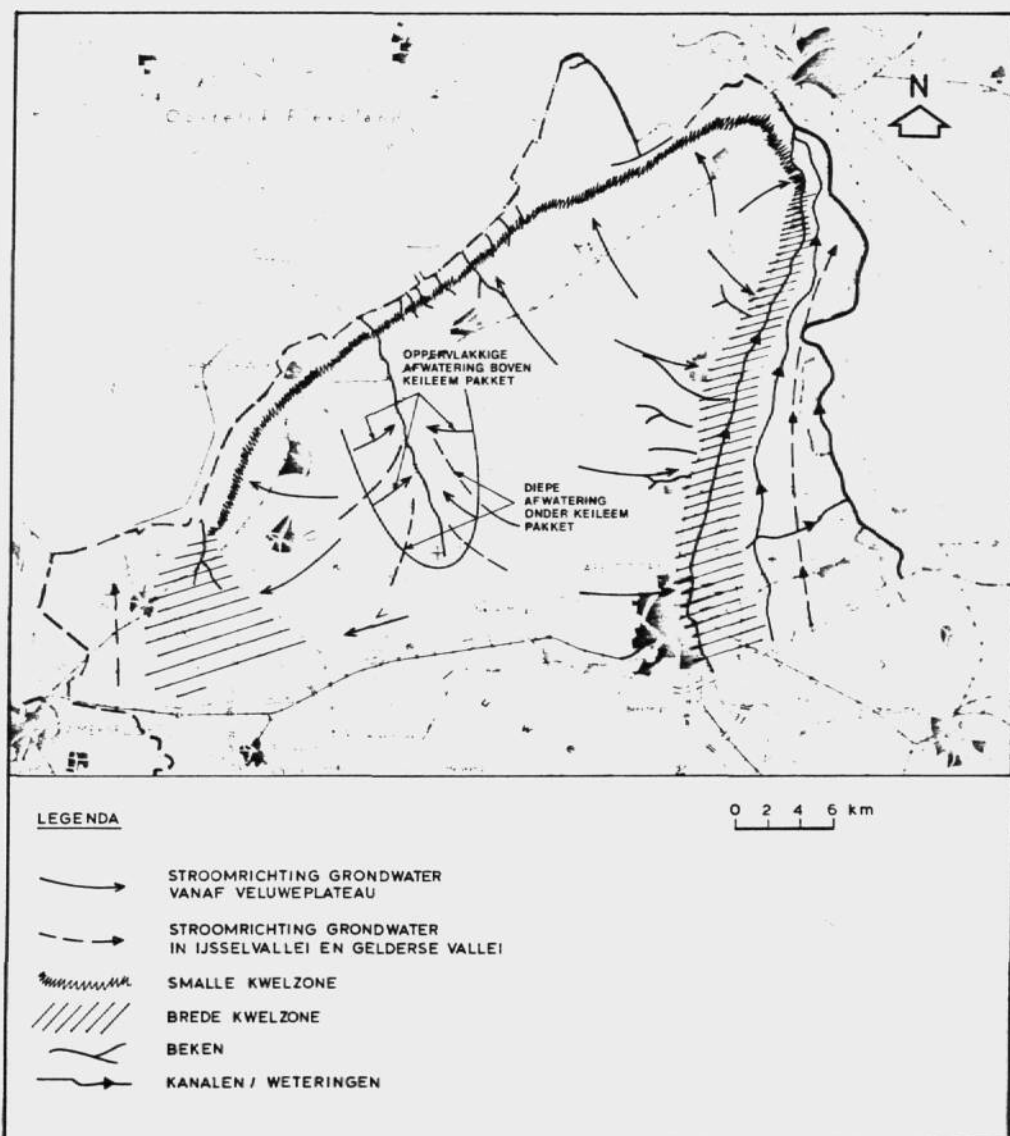
Vervolgens kunnen de beken worden genoemd, waarbij onderscheid mogelijk is tussen (i) laaglandbeken, hoofdzakelijk gevoed door oppervlaktewater en (ii) bronbeken, gevoed door grondwater. Naast de natuurlijke beken, komt tenslotte (iii) de gegraven beek, de spreng, voor. In en langs deze beken vindt door uitspoeling en afzetting een voortdurend veranderingsproces plaats, zij het op relatief zeer kleine schaal en door beeknormalisaties op steeds minder natuurlijke wijze. In het winterbed van de IJssel vinden verhoudingsgewijs de belangrijkste processen in het gebied met betrekking tot de aardhuishouding plaats. Toch is ook hier de aardhuishouding sterk in omvang afgenomen door rivierbegeleidende maatregelen zoals aanleg van kribben en stenen beschoeiing.

Tenslotte wordt door inwerking van golfslag als gevolg van wind en door stroming in de Randmeren sediment verplaatst. De omvang van deze processen is echter beperkt.

4.4.2.2 Waterhuishouding (figuur 17)

De waterhuishouding kan beschreven worden door onderscheid te maken tussen een groot centraal en hooggelegen inzigggebied met een ten opzichte van het maaiveld zeer lage grondwaterstand, het Veluwe-massief, en de aangrenzende laaggelegen kwelgebieden met hoge grondwaterstanden en een afwatering via achter strand- en oeverwal gelegen gebieden op grote binnenwateren, t.w. de Randmeren en de IJssel. Voor deze afwatering zijn in de waterkering gemalen opgenomen. De kwelzone is aan de noord-westrand door het verloop van de overgang van hoog naar laag over een kortere afstand veel smaller dan aan de oost- en west-zijde van het Veluwe-massief. Door de aanwezigheid van langgestrekte dekzanden, die min of meer dwars op de stromingsrichting van het grondwater staan, manifesteert zich de kwelstroom in laatstgenoemde gebieden meer diffuus. Door afzetting van een dik keilempakket in de diepere lagen van het dal van de Leuvenumse Beek kan naast een diepe grondwaterstroom ook een meer oppervlakkige grondwaterstroom, ten dele uitmondend in de beek zelf, worden onderscheiden.

Naast de afwatering, plaatsvindend via het grondwater, wordt de neerslag ook via het oppervlaktewater afgevoerd. Dit gebeurt via de verschillende beken en sprengen en de weteringen in de lager gelegen delen zoals in de omgeving van Oosterwolde en de IJsselvallei. In de



Figuur 17 Uitgangssituatie abiotische huishoudingen: de waterhuishouding

IJsselvallei resulteert dit in een noordelijk gerichte stroming van het oppervlaktewater.

Wanneer onder invloed van het seizoen of uitzonderlijke weersomstandigheden zich een voor de landbouw nadelig uitwerkend watertekort voordoet, kan vanuit IJssel en Randmeren water worden ingelaten.

4.4.2.3 Bodemhuishouding

De bodemhuishouding is in vrijwel het gehele onderzoeksgebied veranderd door min of meer sterk ingrijpende cultuurtechnische maatregelen, zoals ontginningswerkzaamheden, omploegen, voor boscultuur geschikt maken, afgraven enz. Dit geldt wat intensiteit van de verandering betreft nog in de minst sterke mate voor de hoog gelegen gebiedsdelen, t.w. de stuwwalplateau's en de stuwwalflanken. Ook in de buitendijks gelegen gebiedsdelen is deze ingreep minder sterk geweest. Ook door indirecte invloeden, zoals een hogere voedingsgraad en een lagere grondwaterstand is de bodemhuishouding sterk veranderd. De hogere voedingsgraad heeft o.m. een andere vegetatie en fauna tot gevolg gehad, waardoor ook het bodemleven anders is geworden. De grondwaterstandverlaging heeft onder andere gevolgen gehad in de vorm van een ander temperatuur regiem en een hogere mineralisatiesnelheid door het gemakkelijker kunnen toetreden van zuurstof.

De laatstgenoemde veranderingen hebben zich hoofdzakelijk voorgedaan in de landbouwgebieden. De grote aaneengesloten bos- en heidegebieden hebben hiervan minder invloed ondervonden.

4.4.2.4 Stofhuishoudingen

De stofhuishoudingen zijn onder invloed van veranderingen in de landbouw, hogere mestgift, maar ook door verschillende vormen van verontreiniging sterk aan het veranderen. Bij dit laatste valt te denken aan de invloed van verzuring, vergiftiging. Het oorspronkelijk karakter van de Veluwe als een vrijwel volkomen door regenwater in de loop der tijden uitgeleegd en uitgespoeld gebied dreigt hierdoor te veranderen. Niet alleen worden concentratieveranderingen van milieuvreemde stoffen waargenomen, door veranderingen in zuurgraad worden daarmee samenhangende evenwichten tussen opgeloste en niet opgeloste stoffen verstoord. In de aangrenzende gebieden speelt naast vergiftiging en

verzuring ook eutrofiëring en belasting van het oppervlaktewater met organisch materiaal een belangrijke rol. Deze veranderingen houden direct verband met een hogere cultuurdruk en een andere bedrijfsvoering in de landbouw.

Doordat in het onderzoeksgebied nergens een gebied aanwezig is met een echt put-karakter, dat wil zeggen er komt wel van alles in maar er gaat niets of veel minder uit, treden ernstige verstoringen van de stofhuishoudingen in deze vorm niet op. Echter, in de tussen bron en put gelegen gebieden, dat wil zeggen tussen de relatief hoog gelegen Veluwe en de laag gelegen Randmeren, is de belasting uitgedrukt als datgene wat per tijdseenheid door een gebied heen stroomt, veel groter geworden. In de direct aangrenzende Randmeren worden als uitvloeisel daarvan, vooral in het zomerhalfjaar hoge N- en P-concentraties waargenomen.

4.4.3 Opbouw levensgemeenschap

4.4.3.1 Producenten

De producenten bestaan in het onderzoeksgebied hoofdzakelijk uit hogere planten. Op de hogere delen vooral naald- en loofbos, met daartussen grotere en kleinere heide-complexen en in de randgebieden, naast akkerland en landgoederen, vooral graslanden. De samenstelling van de vegetatie is enerzijds sterk bepaald door abiotische factoren, als bodemtype en grondwaterstand, maar anderzijds sterk door het ingrijpen van de mens bepaald. Op haar beurt en mede onder invloed van de mens maakt de vegetatie het al of niet voorkomen van bepaalde dierlijke organismen mogelijk. Die zijn van de vegetatie (indirect) afhankelijk voor het vinden van voedsel, nestplaats, rustgebied, schuilplaats e.d.

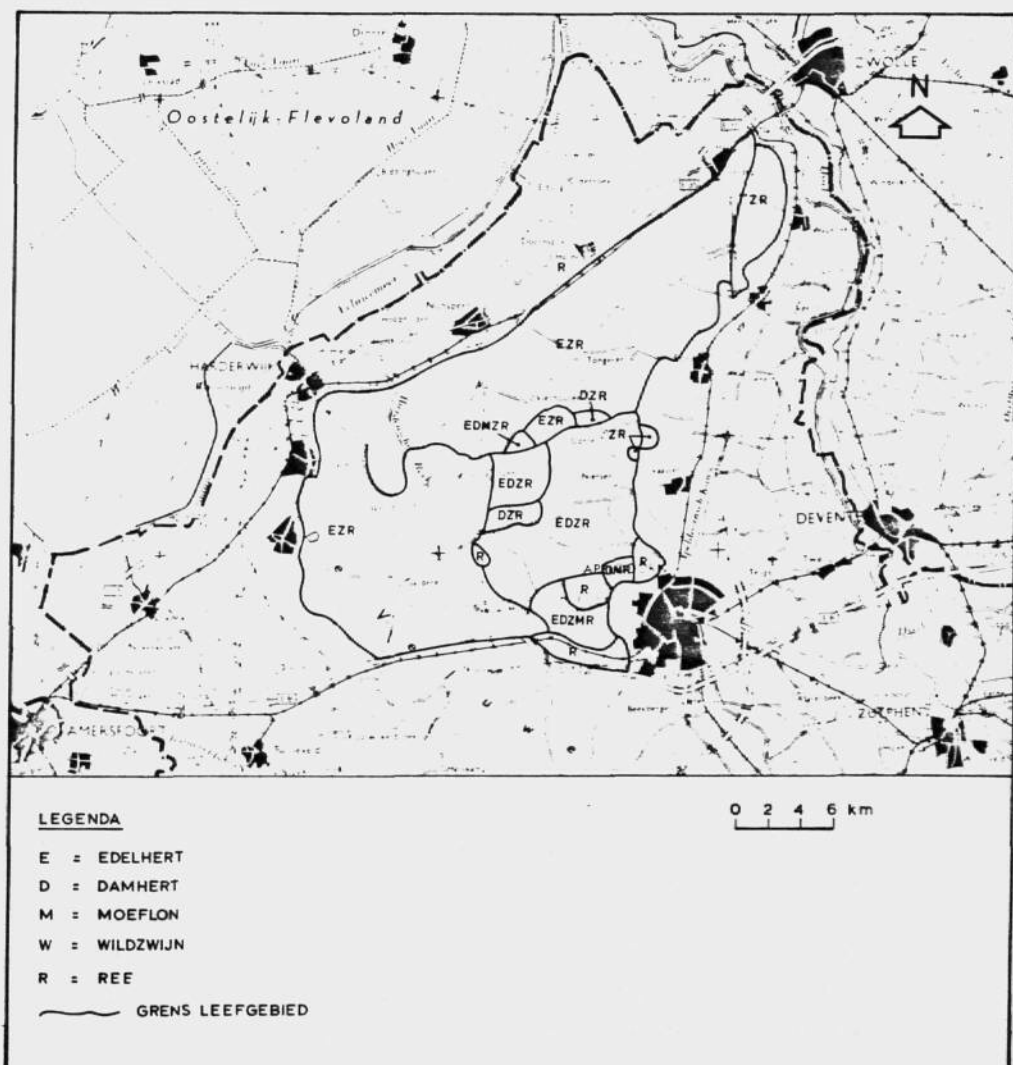
In de landbouwgebieden is het gebruik van het land gericht op een zo groot mogelijke productie met een zo hoog mogelijke voedingswaarde. Dit betekent dat aan een beperkt soortenscala nadrukkelijk de voorkeur gegeven wordt. Zo nadrukkelijk dat zelfs wordt overgegaan tot het volledig omploegen van de bestaande vegetatie en het inzaaien van een bepaalde gewenste soortencombinatie. Het gevolg is een zeer eenvormige grasmat en het terugdringen van uit het oogpunt van de sector landbouw minder gewenste soorten naar oevers, bermen en andere overhoeken.

Langs de randen van het voormalige IJsselmeer liggen grote grasland-complexen, die tot op heden een minder zware cultuurdruk te verwerken hebben gekregen door hun afgelegen situering en hoge grondwaterstand. De vegetatie is hierdoor gevarieerder en bestaat over het algemeen meer uit minder algemene soorten. Ook langs de IJssel op de buitendijkse gronden komen nog zeer waardevolle vegetatie-elementen voor. De vegetatie op de hogere delen heeft over het algemeen een meer natuurlijk karakter; dit vindt zijn oorzaak in de langere groeiperiode van de (aangelegde) bossen, waardoor de natuurlijke vegetatie zich in deze periode min of meer ongestoord kan ontwikkelen. Ook wordt dit echter veroorzaakt door het feit dat het accent steeds minder op de productiefunctie van het bos is komen te liggen. Van de oorspronkelijk hier aanwezige heidevelden zijn slechts fragmenten en hier en daar, zoals bij 't Harde, grotere delen overgebleven.

4.4.3.2 Herbivoren (figuur 18)

Zoals in het bovenstaande is aangeduid is één van de functies in de levensgemeenschap van de producenten het leveren van voedsel voor de planteneters, de herbivoren. In de graslandgebieden, maar ook op de bouwlanden, is de invloed van de mens op deze functie zo groot, dat het gehele uiterlijk van de vegetatie bepaald wordt door het leveren van voedsel voor huisdieren. De natuurlijke herbivoren, zeker voor zover het om grotere dieren gaat zijn hierdoor in een marginale positie terecht gekomen. Het aandeel van de consumptie door haas, konijn, muizen e.d. kan dan ook, afgezien van het optreden van plagen, verwaarloosd worden. Een aparte vermelding verdienen echter de ganzengebieden langs de Randmeren in het bijzonder ten noorden van Oosterwolde en in de polder Arkemheen. Zoals bekend is, zijn ook ganzen pure herbivoren.

Juist in het onderzoeksgebied ligt echter een groot gedeelte van het toekomstige nationale landschap Veluwe waar de verhouding tussen van nature aanwezige en geïntroduceerde herbivoren een geheel andere is. Weliswaar zijn damhert en moeflon geïntroduceerd en is het ree nog een betrekkelijk jonge bewoner van dit gebied, het neemt niet weg dat deze soorten een veel minder directe en nauwe relatie hebben met de mens dan de koeien en schapen uit de graslandgebieden. Door de aanwezigheid van een raster rond de Veluwe of delen daarvan is uitwisseling met



Figuur 18 Uitgangssituatie opbouw levensgemeenschap: de herbivoren
(bron: Gedeputeerde Staten van Gelderland, 1981)

andere gebieden waar een gedeelte van deze soorten voorkomt onmogelijk gemaakt. Hierdoor wordt ook een conflict over eventuele landbouwschade aangericht door deze herbivoren voorkomen.

4.4.3.3 Kleine roofdieren

Onder kleine roofdieren wordt in dit verband en in tegenstelling tot grote roofdieren verstaan relatief kleine soorten met een hoge reproductiesnelheid, een klein territorium en een relatief lage positie in de voedselpyramide dan de grote roofdieren. Zij worden ook aangeduid met carnivoren van de 1^e orde. Tot de kleine roofdieren worden gerekend diverse roofvogels, zoals Torenvalk, Boomvalk en Buizerd, kleine zoogdieren, zoals bunzing, hermelijn en wezel, maar ook spitsmuizen (insecteneters). Daarnaast worden ook de weidevogels tot deze groep gerekend.

Over het voorkomen van deze dieren is over het algemeen niet veel bekend. Wel kan over de roofvogels worden opgemerkt dat zij over het algemeen, gezien de aard van het onderzoeksgebied, een gelijkmatige verdeling zullen vertonen. De torenvalk hoofdzakelijk in de graslandgebieden of de meer open gebieden langs de randen van de Veluwe, en de boomvalk en de buizerd vooral in de bosrijke delen van de Veluwe zelf. Over het voorkomen van genoemde zoogdieren is alleen globale informatie beschikbaar, die er op wijst dat genoemde soorten waarschijnlijk verspreid over het gehele gebied voorkomen. De gebieden achter de strandwal langs de Randmeren staan ondanks een sterke achteruitgang gedurende de laatste 10-tallen jaren nog steeds (inter)nationaal bekend vanwege het voorkomen van hoge dichtheden weidevogels. Dit betreft vooral de polder Arnhemheen, het graslandgebied tussen Harderwijk en Elburg en rond de eendenkooi in de polder Oosterwolde. Daarnaast komen goede weidevogelgebieden voor in delen van de IJsselvallei. Hier is de achteruitgang echter zodanig groot geweest dat de nog aanwezige weidevogelstand slechts een zeer magere afspiegeling vormt van wat hier waarschijnlijk vroeger aanwezig moet zijn geweest.

4.4.3.4 Grote roofdieren

Uit de beschrijving van wat wordt verstaan onder kleine roofdieren valt af te leiden dat onder grote roofdieren (= carnivoren van de 2^e

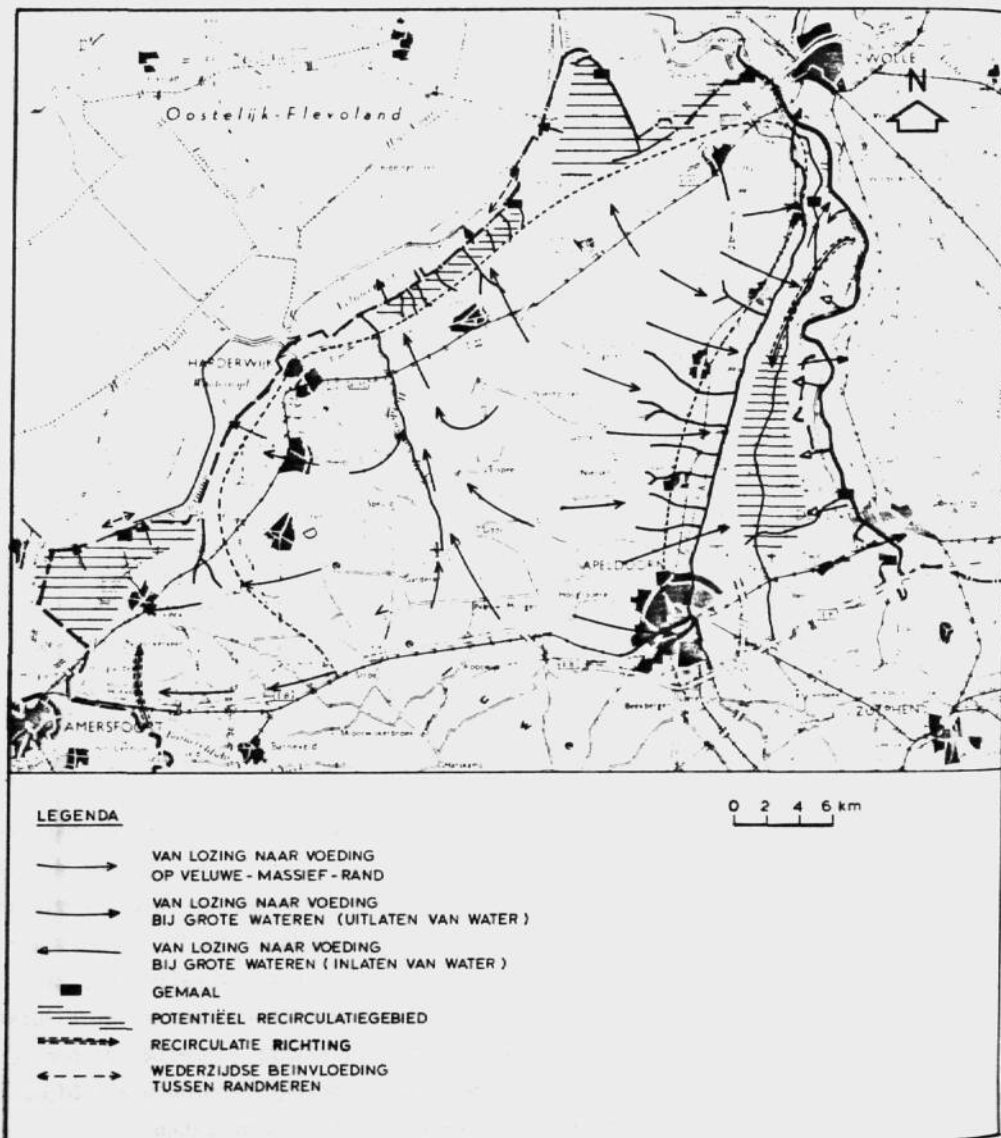
orde) in dit verband wordt verstaan: relatief grote dieren, met een lage reproductiesnelheid, een groot territorium en een hoge positie in de buurt van de top van de voedselpyramide. In het gebied komen betrekkelijk weinig grote roofdieren voor, namelijk een aantal roofvogels, te weten Havik, Sperwer en Slechtvalk en een aantal zoogdieren, t.w. das, otter, boommarter en vos. Gedetailleerde en recente gegevens over het voorkomen van deze soorten staan op dit moment niet ter beschikking. Wel is het zo dat van oudsher de Veluwe bekend staat vanwege de hoge dichtheden waarin roofvogels hier broeden. Ook het weer recentelijk zich vestigen van de Slechtvalk wijst er op dat het gebied over uitzonderlijke eigenschappen beschikt voor het voorkomen van roofvogels. Vooral de factor rust en de grote uitgestrektheid van het gebied spelen hierbij zeer waarschijnlijk een belangrijke rol. Over het recent voorkomen van genoemde zoogdiersoorten kan opgemerkt worden: (i) dat de vos en, in veel mindere mate, de boommarter regelmatig worden waargenomen, (ii) dat de das geheel uit de IJsselvallei verdwenen is, maar zich in het centrale deel van het onderzoeksgebied, te weten op de Veluwe zelf, enigszins lijkt uit te breiden, maar (nog) niet in de IJsselvallei is teruggekeerd, en (iii) dat van de otter het voorkomen bij de Randmeren in de omgeving van Oosterwolde bekend is.

4.4.4 Functioneren van ecosystemen ten opzichte van omgeving

4.4.4.1/2 Voeding en lozing (figuur 19)

Het centraal gelegen deel met stuwwallen en dal van de Leuvenumse Beek voedt in de vorm van grond- en oppervlaktewater dat wegstroomt de aangrenzende delen. Aangezien echter deze gebieden op hun beurt weer gebieden, zoals de Randmeren en de IJssel, voeden zijn dit geen putgebieden, maar gebieden die een doorstroomfunctie vervullen. Bij groot watertekort, als de Randmeren nauwelijks worden doorgespoeld, krijgen deze gebieden wel een putfunctie, waarbij sterke eutrofiëring optreedt. Hetzelfde kan zich in minder sterke mate voordoen als bij langdurige droogte binnendijks water wordt binnengelaten.

Naast het kwantitatieve aspect van de waterhoeveelheid speelt ook het kwalitatieve aspect van het wegvloeiën van het neerslagoverschot uit het Veluwe-massief een bepaalde rol, doordat het kwelwater van een



Figuur 19 *Uitgangssituatie functioneren van ecosysteem ten opzichte van de omgeving: de voedings- en lozingsfunctie*

andere samenstelling is dan het oppervlaktewater, waarvoor bepaalde plantensoorten een voorkeur blijken te hebben. Dit voorkomen berust in principe op de lozing-voeding relatie tussen Veluwe en omgeving. Dit kwalitatieve aspect wordt in sterke mate nadelig beïnvloed door het inspoelen van met name nitraat- en nitrietverbindingen afkomstig van de intensieve veehouderij, vooral in de omgeving van Elspeet en Uddel, maar ook in de omgeving van Putten en Voorthuizen.

4.4.4.3/4 Retentie en resistentie

De retentie, dat wil zeggen het vasthouden van materie, energie en informatie in het ecosysteem wordt bewerkstelligd door de hoogte en uitgestrektheid van het Veluwe-massief. Hierdoor stroomt de ontvangen neerslag namelijk vertraagd weg. Langs de Randmeren en de IJssel vervullen resp. de strand- en oeverwal ook een rol bij de retentie, doordat zij door hun hoogte het uit de Veluwe wegstromende water in een laaggelegen deel vasthouden. Ook elders gelegen kleine dekzandruggen, zoals bijvoorbeeld in de omgeving van Voorthuizen, fungeren op locale schaal als retentiegebieden. Deze regulerende functie is door de mens veranderd door de aanleg van dijken. Doel hiervan was echter niet hoofdzakelijk gericht op het vasthouden van water en goed (retentie), maar op het tegenhouden van het water van IJssel en voormalige Zuiderzee, het latere IJsselmeer (dus resistentie). Door middel van sluizen en stuwen kan op elk gewenst moment de retentiefunctie van de dijk opgeheven worden, evenals dat kan met de resistentiefunctie, als water moet worden ingelaten.

De resistentie heeft betrekking op de eigenschap van een ecosysteem om zaken als materie, energie en informatie niet te kunnen opnemen of, zelfs actief, buiten het systeem te houden. Dit kan bijvoorbeeld eenvoudig worden veroorzaakt door een hogere ligging ten opzichte van de omgeving of door het ontbreken van de mogelijkheid om informatie op te nemen.

De verlaging van de grondwaterstand in landbouwgebieden, maar ook in aangrenzende natuurterreinen, heeft de retentie-capaciteit van dergelijke gebieden sterk aangetast. De betere toegankelijkheid van vroeger verafgelegen gebieden, door ontsluiting en motorisering heeft de resistentie sterk doen afnemen met bijvoorbeeld als gevolg een verloederings van de voedselarme vennen op de hogere zandgronden. Echter niet

alleen op deze wijze nam de resistentie af. Voor de op internationale schaal optredende luchtvervuiling met als gevolg onder andere zure depositie bleek op kalkarme gronden in het geheel geen resistentie aanwezig, met als gevolg een duidelijke verzuring met daarvan weer als gevolg het verdwijnen van planktonorganismen.

4.5 Bronnen gebruikt bij het beschrijven van de uitgangssituatie

Voor het beschrijven van de uitgangssituatie zijn uiteenlopende bronnen gebruikt. Deze bronnen zijn hieronder opgesomd. Onderscheid is gemaakt tussen bronnen speciaal betrekking hebbend op één van de drie voorbeeldgebieden (4.5.1, 4.5.2 en 4.5.3) en algemene bronnen (4.5.4), welke betrekking hebben op twee of alle drie de voorbeeldgebieden of algemeen van aard zijn.

4.5.1 Voorbeeldgebied tussen het Veluwemeer en Elspeet

- Appelo, C.A.J., 1982. Verzuring van het grondwater op de Veluwe. H₂O 15:464-468.
- Appelo, C.A.J., G.J.W. Krajenbrink, C.C.D.F. van Ree & L. Vašák, 1982. Beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit in het infiltratiegebied van de noordwestelijke Veluwe. Instituut voor Aardwetenschappen, VU-Amsterdam. 140 p.
- Bontenbal, M.M., 1979. Onderzoek t.b.v. beheer en inrichting van het graslandgebied tussen Harderwijk en Doornspijk. Consulentschap Natuurbehoud Gelderland, Arnhem/Vakgroep Natuurbeheer, L.H.-Wageningen. 50 p. + 31 bijl.
- Lekkerker, C.L. & P.C.A. Otten, 1982. Hydrologisch onderzoek in het Hierdense Beekgebied. Instituut voor Aardwetenschappen. VU-Amsterdam. 57 p.
- Higler, L.W.G., 1980. Hydrologische, fysische en chemische gegevens van de Hierdense Beek. RIN-rapport 80/3, Leersum. 19 p. + 19 fig.
- Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren, 1982. Eutrofiëringsonderzoek Wolderwijd-Nuldernaauw in de periode mei 1976 tot en met september 1979. RIZA, Lelystad. 166 p.
- Reijnders, T., 1971. Rapport over de betekenis van de oude loofhoutbossen in het Kroondomein uit het oogpunt van de epifytische flora. RIN, Leersum. 5 p.
- Schreurs, P. (i.s.m. P. Lentjes), 1980. Voorjaarssoorten noordelijke Gelderse Vallei; een flora-onderzoek. PPD-Gelderland, Arnhem. 25 p.
- Stiboka, 1982. Bodemkaart van Nederland (schaal 1:50.000). Blad 26 Oost (Harderwijk) en 27 West (Heerde) + toelichting. Wageningen.
- Topografische Kaart (1:25.000), 1974/76: bladen 26F/H en 27C. Topografische Dienst, Delft.

- Uunk, E.J.B., 1979. Fosfaatbalans voor het Wolderwijd en het Nulder-
nauw. H₂O 12:397-402.
- Vreugdenhil, A., 1983. Ecologie van de Noord-West-Veluwe. Provincie
Gelderland, Arnhem (concept).

4.5.2 Voorbeeldgebied tussen Nijkerk en Voorthuizen

- Berendse, F., G. Dirkse, J.J.A. van Dijk & W. Resing, 1975. Een onder-
zoek naar de broedvogelbevolking van het noordelijk deel van de
Gelderse Vallei. Te Velde 7:1-46.
- Kemmers, R.H., 1982. Interfering stream patterns of groundwater as
cause of presence of gradient vegetations. p. 275, in: Tjallingii,
S.P. & A.A. de Veer (eds.): Perspectives in landscape ecology. Pudoc,
Wageningen. 344 p.
- Kemmers, R.H. & P.C. Jansen, 1980. De invloed van chemische factoren
in grondwater en bodem op enkele vegetatietypen in het CRM reser-
vaat Groot Zandbrink. ICW-nota 1181, Wageningen. 37 p.
- Kemmers, R.H. & P.C. Jansen, 1982. Redoxpotentialen en calcium in re-
latie tot de stikstof- en fosfaathuishouding van de schraalgras-
landjes in het CRM reservaat Groot Zandbrink. ICW-nota 1330,
Wageningen. 47 p.
- Rijken, M., J.A.A.M. Leemans, H. Roozen, P. Stouten & M. Vocks, 1983.
Vegetatie-onderzoek noordelijke Gelderse Vallei. Provincie Gel-
derland, dienst Landinrichting en Landbouw, afdeling Natuur en
Landschap, Arnhem (concept).
- Stiboka, 1965. Bodemkaart van Nederland (schaal 1:50.000). Blad 32
Oost (Amersfoort) + toelichting. Wageningen.
- Stiboka/Rijks Geologische Dienst, 1975. Geomorfologische kaart van
Nederland (schaal 1:50.000; blad 32: Amersfoort). Wageningen.
- Topografische Kaart (1:25.000), 1974: blad 32E. Topografische Dienst,
Delft.
- Uitenbogaard, J., 1973. Vissoorten in 1973 waargenomen in de Veldbeek
(Putten). Te Velde 1: 9-11.
- Vertegaal, P., 1974. Over het voorkomen van het Bermpje, *Nemcheilus
barbatula* (L.), in de Veldbeek (Putten). Te Velde 4:14-22.

4.5.3 Voorbeeldgebied tussen Apeldoorn en de IJssel

- Anonymus, 1978. Broedvogelinventarisatie ruilverkaveling "Twello",
noordelijk gedeelte. Vogelwerkgroep "Oost-Veluwe", 10 p. (+ aan-
vulling 1979).
- Bekius, A., 1979. De noordelijke Gelderse Vallei. Bodem en Landschap
in verleden en heden. PPD-Gelderland, afd. Landinrichting. 97 p.
- Castel, I.I.Y., J. Fanta & E.A. Koster, 1983. De vallei van de Leuve-
numse Beek, noord-westelijke Veluwe; een fysisch-geografische
streekbeschrijving. Wetenschappelijke Mededeling KNNV 159. 55 p.
+ 2 tab.
- Consulentschap Natuurbehoud Gelderland, 1976. Rapport betreffende na-
tuur en landschap in het gebied van de ruilverkaveling "Twello",
stencil, 27 p. + 1 krt.
- Cuppen, H.P.J.J., 1980. Hydrologische en hydrobiologische kanttekenin-
gen bij het voorontwerp van de ruilverkaveling Twello. Regionale
Milieuraad Oost-Veluwe. 10 p. + 7 fig.

- Cuppen, H.P.J.J., 1983. Een onderzoek naar de flora en fauna van een aantal vennen en leemkuilen bij Hoog-Soeren (gemeente Apeldoorn). Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, Apeldoorn. 12 p. + 9 tab.
- Cuppen, H.P.J.J., 1983. Introductie van een nieuw te beschrijven beektype op de Oost-Veluwe: De kwelbeek. I. Hydrologie en waterchemie. De Wijerd 4:7-16.
- Cuppen, H.P.J.J., 1983. Introductie van een nieuw te beschrijven beektype op de Oost-Veluwe: De kwelbeek. II. Flora en macrofauna. De Wijerd (in druk).
- Cuppen, H.P.J.J., 1983. De libellen van de Oost-Veluwe. Samenwerkingsorgaan Oost-Veluwe, Apeldoorn. 19 p. + 4 kaarten en 1 tab.
- Cuppen, H.P.J.J., 1983. Een oecologisch onderzoek naar de macrofauna van een temporair kwelmoeras op de Oost-Veluwe. I. De waterkevers. Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, Apeldoorn, 15 p. + 1 tab.
- Heinen, M.A. & H.P.J.J. Cuppen, 1983. Een onderzoek naar de verspreiding van de reptielen en amfibieën in de Koninklijke Houtvesterijen. Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, Apeldoorn. 15 p. + 5 krtn.
- Heinen, M.A. & H.P.J.J. Cuppen, 1983. Een onderzoek naar de kwelgebieden, flora, vegetatie, het landschapsbeeld en een gedeelte van de fauna van het bestemmingsplan "agrarisch gebied" in de gemeente Heerde. Samenwerkingsorgaan Oost-Veluwe, Apeldoorn. 43 p. + 3 tab.
- Menke, H., 1983. Sprengbeken op de Oost-Veluwe. *Natura* 80:65-71.
- Pfaff, P.M.L., 1981. Het voorkomen van enige kleine zoogdieren. Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, Apeldoorn. 16 p. + 2 bijl.
- Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen B.V., 1978. Bestek voor het graven/verruimen van watergangen, het leggen van duikers, het opruimen van kunstwerken, het aanbrengen van taludvoorzieningen, het maken van vaste stuwen, het vervoeren en verwerken van de uitkomende grond met bijbehorende werken in de gemeenten Epe en Heerde, een en ander ten behoeve van het Polderdistrict Veluwe. Bestek details ontwateringsplan 7, Deventer. 33 p. + 4 bijl.
- Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen B.V., 1979. Bestek voor het graven/verruimen van watergangen, het leggen van duikers, het opruimen van kunstwerken, het aanbrengen van taludvoorzieningen, het maken van vaste stuwen, het vervoeren en verwerken van de uitkomende grond met bijbehorende werken in de gemeenten Apeldoorn en Voorst, een en ander ten behoeve van het Polderdistrict Veluwe. Bestek details ontwateringsplan 8, Deventer. 34 p. + 4 bijl.
- Topografische Kaart (1:25.000), 1976/77: bladen 27G en 33A/B/E. Topografische Dienst, Delft.
- Werkgroep Sprengen en Beken, 1982. Beken op de Veluwe. Onderzoek naar de mogelijkheden voor herstel en behoud. Begeleidingscommissie proefgebied Nationaal Landschap Veluwe, Arnhem. 112 p. + 5 krtn.

4.5.4 Algemeen

- Bick, H. & A.W.J. van Schaik, 1980. "Oecologische visie Randmeren". Advies van de Natuurwetenschappelijke Commissie van de Natuurbeschermingsraad. Natuurbeschermingsraad, Natuurwetenschappelijke Commissie. 291 p. + 4 bijl. en 10 krtn.

- Bouma, J. (ed.), 1979. Overzichtskaarten met betrekking tot een aantal aspecten van de waterhuishouding in Gelderland. Rapport 1434, Stiboka, Wageningen. 46 p. + 16 bijl.
- Buijs, R.G.M. op den, 1983. Vogeltrek in Gelderland. Doortrek in voorjaar en najaar, relaties tussen slaappleatsen en voedselgebieden en tussen broedplaatsen en voedselgebieden. Een voorlopig overzicht. Dienst Landinrichting en Landbouw, afdeling Natuur en Landschap, provincie Gelderland. 60 p. + 6 bijl.
- Cate, J.A.M. ten & G.W. de Lange, 1975. Geomorfologische kaart van Nederland. Blad 32, Amersfoort + legenda samengesteld door G.C. Maarleveld, J.A.M. ten Cate & G.W. de Lange. Stiboka, Wageningen/Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Consulentschap Natuurbehoud Gelderland, 1975. Rapport betreffende natuur en landschap in het gebied van de ruilverkaveling "Oosterwolde". Natuurwetenschappelijke Commissie, 16 p. + 1 krt.
- Dam, H. van, G. Suurmond & C.J.F. ter Braak, 1981. Impact of acidification on diatoms and chemistry of dutch moorland pools. *Hydrobiologia* 83:425-459.
- Dam, H. van & M. Zwijnenburg-de Rijke, 1975. Ecologische aspecten van de Veluwe-infiltratie. *H₂O* 8:309-315.
- Dam, H. van & M. Zwijnenburg-de Rijke, 1975. Ecologische gevolgen van de Veluwe-infiltratie. Commissie Infiltratie Veluwe. RID, Den Haag/RIN, Leersum. 121 p. + 9 bijl.
- Dijk, G. van, 1979. Verslag van de weidevogelinventarisatie in de polder Arkenheer in 1978. 13 p. + 2 bijl. en 8 krtn.
- Gedeputeerde Staten van Gelderland, 1981. Nationaal Landschap Veluwe, Interimrapport proefgebied. Provincie Gelderland, Arnhem, 110 p. + 2 krtn.
- Higler, L.W.G., 1979. Limnological data on a dutch moorland pool through sixty years. *Hydrobiological Bulletin* 13:138-143.
- Houte de Lange, S.M. ten (red.) 1977. Rapport van het Veluwe-onderzoek. Een onderzoek van natuur, landschap en cultuurhistorie ten behoeve van de ruimtelijke ordening en het recreatiebeleid. Pudoc, Wageningen. 263 p. + 8 krtbijl.
- Kalkhoven, J.T.R., A.H.P. Stumpel & S.E. Stumpel-Rienks, 1976. Landelijke milieukartering. Een landschapsoecologische kartering van het natuurlijk milieu in Nederland ten behoeve van de ruimtelijke planning op nationaal niveau. RIN-verhandeling 9; Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage. 141 p. + 4 bijl.
- Keij, P.G. & J. Wieggers, 1976. Landschapsecologische basisstudie voor het streekplangebied Veluwe, 1973-1975. Vakgroep Natuurbeheer, Mededeling 134. Landbouwhogeschool Wageningen (i.o.v. PPD-Gelderland).
- Lanen, H.A.J. van, 1981. Grondwater als bron voor de openbare watervoorziening en voor de berekening in de landbouw. *H₂O* 14:363-367.
- Leeuwenberg, F. & J. Veen (1983). De otter in Nederland bedreigd. *Natura* 80:393-397.
- Meinardi, C.R., 1981. Hydrological map of Gelderland and Flevoland (with explanation) (1:250.000). Province of Guelderland, Arnhem.
- Romijn, E., 1974. Geohydrologische inventarisatie Veluwe. RID-rapport 74/1. 23 p. + 11 bijl.
- Studiecommissie Waterbehoefte Land- en Tuinbouw, 1980. Aanvullende watervoorziening van de Land- en Tuinbouw. Den Haag/Utrecht. 162 p.

- Vašák, L., 1979. De chemische samenstelling van het grondwater in het Barneveldse Beek-gebied. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland. Provincie Gelderland, Arnhem. 33 p. + 2 bijl.
- Velde, G. van der & B. Overmars, 1982. De voor een praktijkgeval berekende verlaging van de grondwaterstand ten gevolge van grondwateronttrekkingen voor beregening en drinkwatervoorziening. H₂O 15:436-439.
- Vries, J.J. de, 1974. Groundwater flow systems and streamnets in the Netherlands. Amsterdam. 61 p.
- Vries, J.J. de, 1975. Inleiding tot de hydrologie van Nederland. Chemie en Techniek, Cahier 2. Rodopi, Amsterdam. 78 p.
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van de Voo & I.S. Zonneveld, 1973. Wilde Planten. Deel 3. Ver. tot Beh. van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Graveland. 359 p.
- Wiertz, J. & J. Vink, 1983. Inventarisatierapport over de das in Nederland 1960-1980. Deel 1: methode en resultaten. RIN-rapport 83/15, Leersum. 74 p.

5. BASISONTWIKKELINGEN

Binnen de onderscheiden maatschappelijke sectoren of activiteiten kunnen deelactiviteiten worden onderscheiden, zoals weergegeven in tabel 11. Hierbij is verschil gemaakt tussen enerzijds deelactiviteiten, die betrekking hebben op de *aanleg* en anderzijds deelactiviteiten, die betrekking hebben op het *gebruik* van de voorzieningen. De deelactiviteiten kunnen zeer verschillende effecten hebben op het milieu en kunnen in principe alle worden gekenmerkt door:

- aard
- tijds patroon
- ruimtegebruik
- omvang

Bij de aard van de deelactiviteiten zou op zich een verdere differentiatie mogelijk zijn. Er zal echter naar worden gestreefd om, ter beperking van de hoeveelheid werk, voor de onderscheiden activiteiten zoveel mogelijk uit te gaan van "standaard-activiteiten", dat wil zeggen een beperkt aantal activiteiten, die elk voor zich steeds geacht worden met dezelfde intensiteit te worden uitgevoerd. Dit betekent dat afgezien van het ruimtegebruik ook de omvang, zijnde in dit verband de intensiteit waarmee de deelactiviteiten worden uitgevoerd, van tevoren is vastgelegd. Aan eventuele belangrijke verschillen binnen deze laatste kan zonodig bij de verdere bewerking toch nog aandacht worden besteed. Het uitgangspunt van standaard-activiteiten betekent tevens een wezenlijke beperking, aangezien juist hier een aangrijpingspunt ligt voor mitigerende maatregelen. Deze zullen immers vrijwel steeds erop gericht zijn een bepaalde activiteit in een zodanige vorm uit te voeren dat de 1^e orde effecten zodanig worden beperkt dat er daardoor minder negatieve 2^e orde effecten zullen optreden.

De omvang van de activiteiten zal soms in oppervlakte-eenheden kunnen worden weergegeven (bijv. aanleg industrieterrein), meestal echter in eigen eenheden (bijv. aantal woningen, aantal m³ water/jaar, etc.).

Het tijds patroon kan in twee categorieën worden aangegeven: eenmalig (met tijdelijke of duurzame gevolgen) en periodiek.

Sector	Basisontwikkelingen	1 ^e orde effecten
		uitgraven/vergraven verharden/bebouwen grondwaterstandveranderen waterverontreinigen bodemverontreinigen luchtverontreinigen oogsten/bemesten verstoren versnipperen
Delfstofwinning Huisvesting	klei-, zand- en grindwinning woningbouw wonen	x x x x x x x x
Verkeer/vervoer	aanleg/reconstructie infra- structuur gebruik infrastructuur	x x x x x x x
Waterhuishouding	waterwinning recirculatie/berekening dijkverhoging	x x x x x x
Industrie	aanleg industrieterrein gebruik industrieterrein	x x x x x x
Energie	aanleg centrales energie-opwekking	x x x x x
Afval(water)	aanleg stortplaatsen en r.w.z.i.'s gebruik stortplaatsen gebruik r.w.z.i.'s	x x x x x
Landbouw	cultuurtechnische maatregelen intensivering bedrijfsvoering	x x x x x x x x
Bosbouw	aanleg productiebossen exploitatie productiebossen overschakeling op natuurbossen	x x x x x x x x
Recreatie	aanleg voorzieningen gebruik voorzieningen	x x x x x
Defensie	aanleg oefenterreinen gebruik schietterreinen gebruik voor overige oefeningen	x x x x x x x x
Natuurbehoud	uitbreiding van natuurgebied en -reservaten beheer natuurgebied en -reser- vaten	x x x x x

Tabel 11 Maatschappelijke sectoren, basisontwikkelingen daarbinnen en de hieruit resulterende 1^e orde effecten

- zandwinning	150 ha
- woningbouw	2.150 ha
- nieuwe verkeerswegen	14 km
- reconstructie verkeerswegen	21,5 km
- nieuwe fietspaden	58 km
- reconstructie kruispunten (5x)	25 ha
- waterwinning	+ 10,6 . 10 ⁶ m ³ /j / - 2,9 . 10 ⁶ m ³ /j
- beregening	6 - 20 . 10 ⁶ m ³ /j
- dijkverhoging	40 km
- industrieterrein	290 ha
- stortplaatsen	p.m.
- rioolwaterzuiveringsinstallaties (8x)	40 ha
- intensivering landbouw	45.000 ha
- ruilverkaveling "Oosterwolde"	5.560 ha
- ruilverkaveling "Twello"	4.800 ha
- A-2 werken polder Arkemheen	± 500 ha
- stationaire recreatie	100 ha
- verblijfsrecreatie	p.m.
- jachthavens	10 ha
- opheffing militaire oefenterreinen	p.m.
- grote eenheid natuurgebied	p.m.
- nationaal park	p.m.
- waardevol agrarisch cultuurlandschap *	20.000 ha
- grote landschapseenheid	7.000 ha
- nationaal landschap Veluwe	55.000 ha

Tabel 12 Basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks het jaar 1995

* o.a. weidevogelgebieden, ganzengebieden, beekdalen, uiterwaarden.

Wat het tijds patroon betreft wordt alleen aandacht geschonken aan eenmalige, duurzame effecten en periodieke effecten.

Met nadruk wordt vastgesteld dat het hanteren van het begrip "standaard-activiteiten" en de daaruit voortvloeiende effecten het doen van veel veronderstellingen impliceert. Met name voor wat betreft kennis en inzicht in dosis-effectrelaties. Het betekent dat vaak stellerwijs tot het optreden van effecten met een bepaalde sterkte en over een bepaald oppervlak wordt besloten. Het doen van andere aannames kan daarom zeker tot andere resultaten leiden.

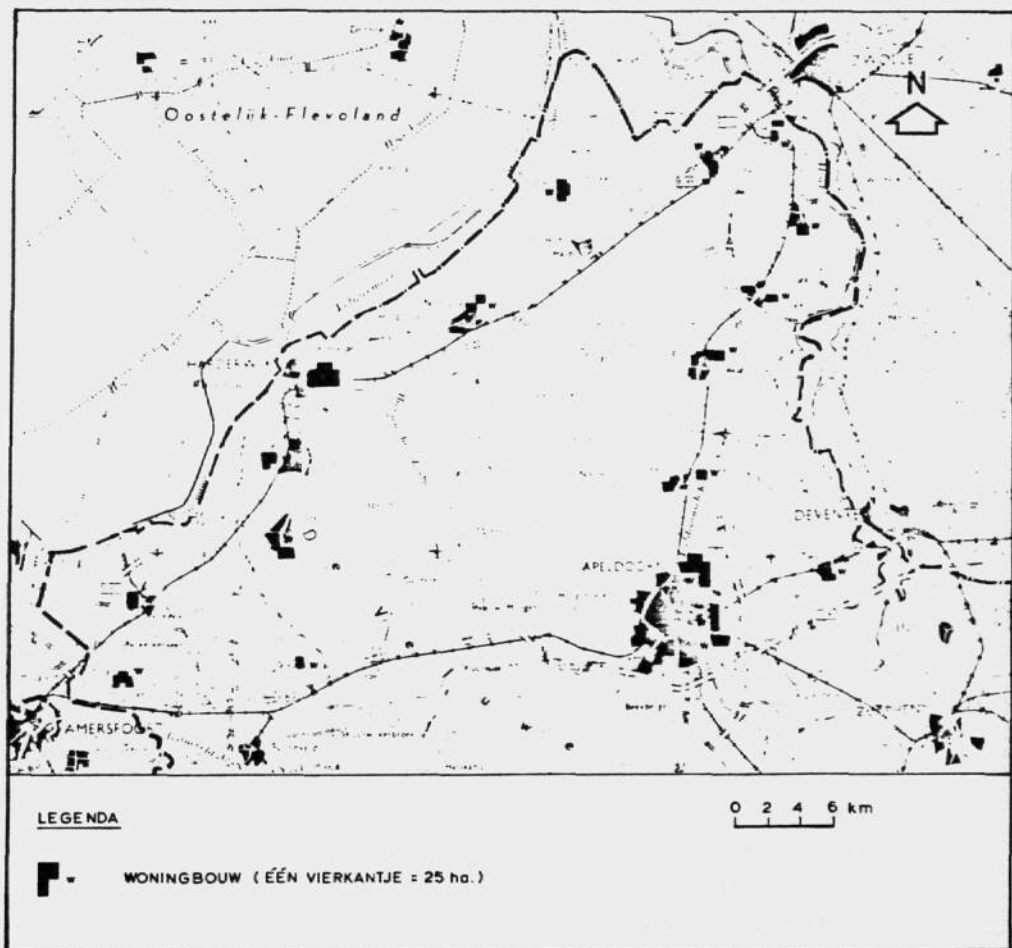
Het ruimtegebruik voortvloeiende uit de deelactiviteiten in de periode vanaf 1977-1980 tot omstreeks 1995 is per activiteit in de vorm van de optredende basisontwikkelingen voor een aantal sectoren weergegeven op kaarten en samengevat in tabel 12. Tevens zijn de basisontwikkelingen samengevat weergegeven in de overlay, welke achteraan dit rapport samen met de 1^e en 2^e orde effecten als losse bijlage is toegevoegd. De basisontwikkelingen worden in het onderstaande kort besproken.

5.1 Delfstofwinning

Delfstofwinning beperkt zich in het onderzoeksgebied tot het winnen van industriezand in drie reeds bestaande zandafgravingen, t.w. (i) Zeumeren bij Voorthuizen 80 ha, (ii) Ullerberg bij Ermelo 30 ha en (iii) Kievitsveld bij Emst 40 ha. Kleiwinning voor de baksteenindustrie komt tegenwoordig in het noordelijk deel van de IJsselvallei niet meer voor. Nieuwe ontgroningen zijn in het onderzoeksgebied niet te verwachten.

5.2 Huisvesting (figuur 20)

De aanleg van nieuwe woongebieden, c.q. het bouwen van nieuwe woningen is op de kaart aangegeven in eenheden van 25 ha (of de helft daarvan), waarvan de locatie is overgenomen van de streekplankaart. De uitbreiding van het woonareaal beperkt zich in hoofdzaak tot een grote uitbreiding aan de noordoostkant van Harderwijk, verschillende uitbrei-



Figuur 20 Aan te leggen nieuwbouwwijken in Noord-Gelderland

dingen aan de oostkant van Apeldoorn. Opvallend is dat het ruimtelijk beeld van de uitbreiding van het woonareaal nog steeds met de van oudsher bestaande bewoningsconcentraties op de overgang van Veluwe naar lagergelegen gebiedsdelen overeenkomt.

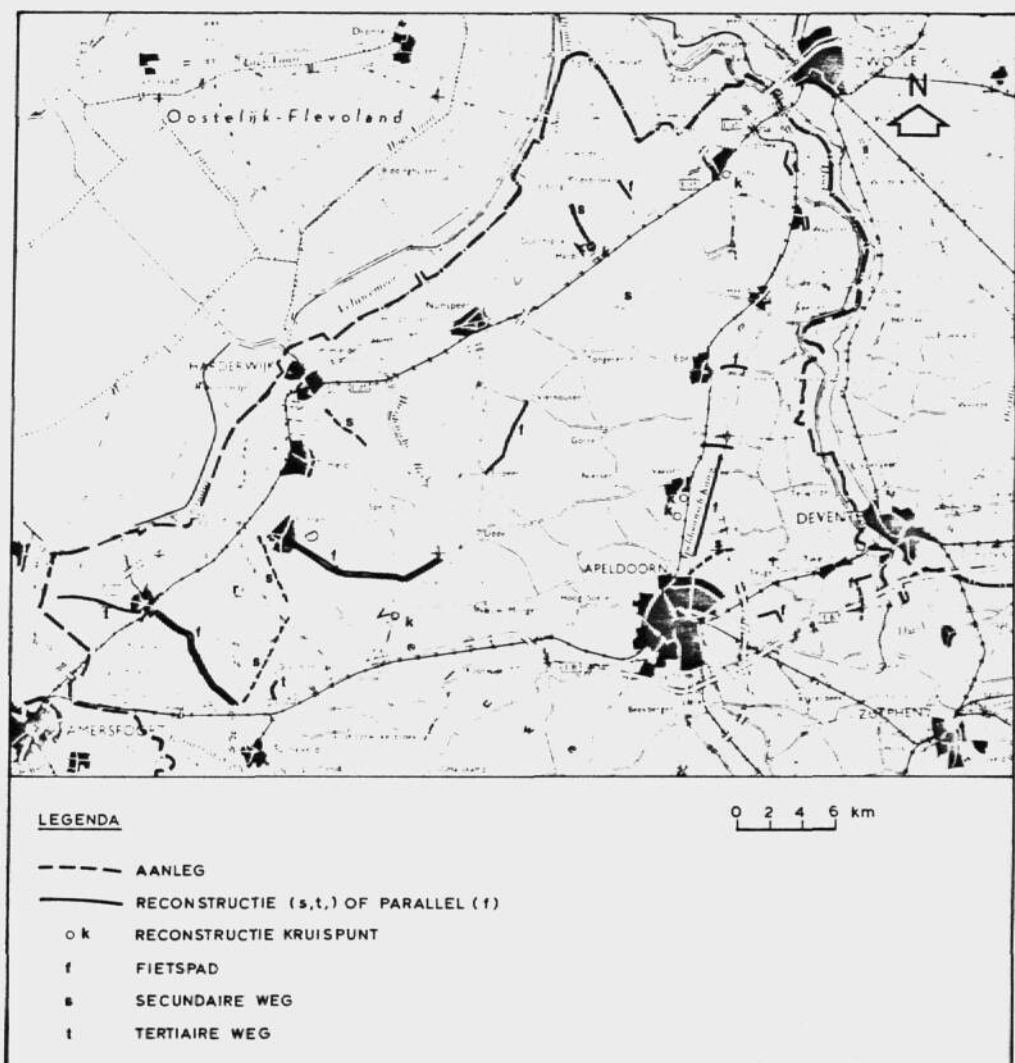
5.3 Verkeer/vervoer (figuur 21)

De aanleg van nieuwe verkeerswegen in het onderzoekgebied beperkt zich hoofdzakelijk tot ca. 9 km secundaire weg in twee stukken in de omgeving van Putten en Voorthuizen. Er blijken veel kilometers parallel-fietspaden te worden aangelegd, op sommige gedeelten aan twee zijden van de bestaande verkeersweg. Voor het overige beperken de veranderingen in het bestaande wegennet zich tot reconstructie van secundaire en tertiaire wegen.

5.4 Waterhuishouding

De waterwinning wordt op twee plaatsen op de oostelijke Veluwe stopgezet (totale capaciteit $2,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$). In de directe omgeving van Twello wordt een nieuwe winlocatie ingericht met een capaciteit van $2,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$. De capaciteit van een drietal winlocaties zal in geringe mate worden uitgebreid, hetgeen een totale uitbreiding oplevert van $2,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$. De waterwinplaats bij Nijkerk zal aanzienlijk worden vergroot met een toename van $6,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$.

De omvang van de onttrekking van oppervlakte- en grondwater voor beregeningsdoeleinden is moeilijk aan te geven aangezien het hier een diffuus en niet aan vergunningen gebonden deelactiviteit betreft. Bovendien speelt een grote rol hoe droog het vegetatiesseizoen is in vergelijking met andere jaren. Uitgaande van gegevens uit 1976, een extreem droog jaar en vergelijkbaar met een 5% droog jaar, kan de totale onttrekking in het onderzoeksgebied geschat worden op ca. $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$. In de praktijk betekent dit dat op de behandelde gebieden ca. 250 mm is toegediend waarvan 60% door grondwater is geleverd (Van Bohemen & De Wilde, 1979). Voor een 10% droog jaar bedraagt deze hoeveelheid $6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ en gemiddeld kan van een hoeveelheid van enkele $10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ worden uitgegaan. Het aandeel van beregening in de grondwateronttrekking is in droge jaren van dezelfde grootte-orde als de drinkwaterwinning.



Figuur 21 Aan te leggen verkeersvoorzieningen in Noord-Gelderland

De dijkverhoging heeft betrekking op vrijwel het gehele deel van de binnen het gebied gelegen en op sommige plaatsen zeer oude Veluwe Bandijk. Daarnaast worden nog enkele delen in de omgeving van Hattem verhoogd.

5.5 Industrie

De uitbreiding van industrieterreinen is weergegeven in oppervlakken van 10 en 25 ha en is overgenomen van de streekplankaart. De behoefte aan industrieterrein is op dit moment niet groot. Bovendien hebben bestaande terreinen restcapaciteit over en is de benuttingsgraad van de bestaande industrie-vestigingen 70%. De belangrijkste uitbreiding van industrieterrein is aan de oostkant van Apeldoorn verspreid over diverse gebieden.

5.6 Energie

In het onderzoeksgebied zullen tot 2000 geen centrales en geen nieuwe hoogspanningsleidingen worden aangelegd.

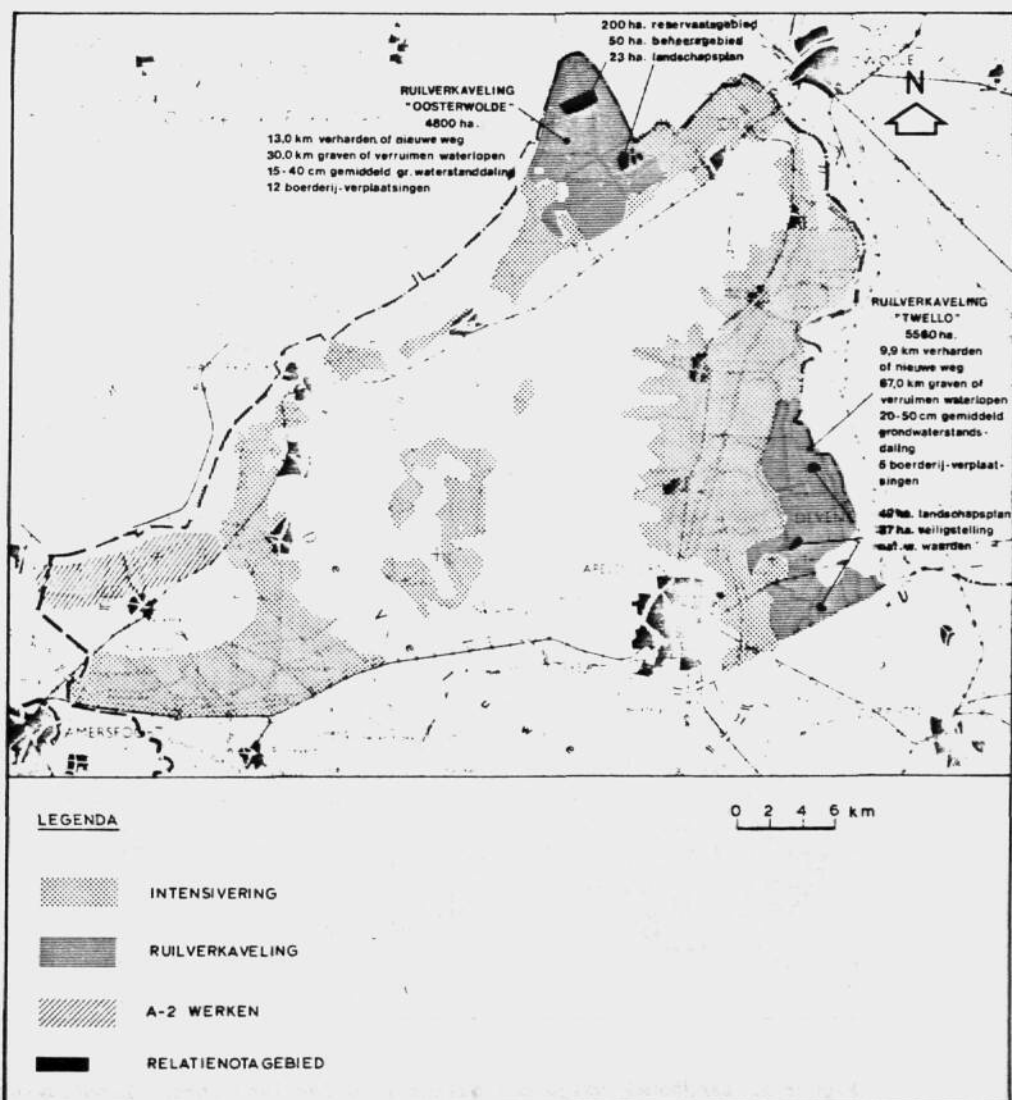
5.7/8 Vast afval en afvalwater

Het beleid voor wat betreft het inrichten van stortplaatsen is gericht op (i) benutten van bestaande capaciteit en vergunningen en (ii) het concentreren op enkele grote stortplaatsen. In het onderzoeksgebied wordt daarom de bestaande stortplaats Ullerberg uitgebreid.

In totaal worden 8 rioolwaterzuiveringsinstallaties in de periode tot omstreeks 2000 aangelegd. Een drietal in de omgeving van Elspeet en Uddel voor het verwerken van de uit de intensieve veehouderij afkomstige mestoverschotten, waarvan tot op dit moment grote hoeveelheden in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater terechtkomen.

5.9 Landbouw (figuur 22)

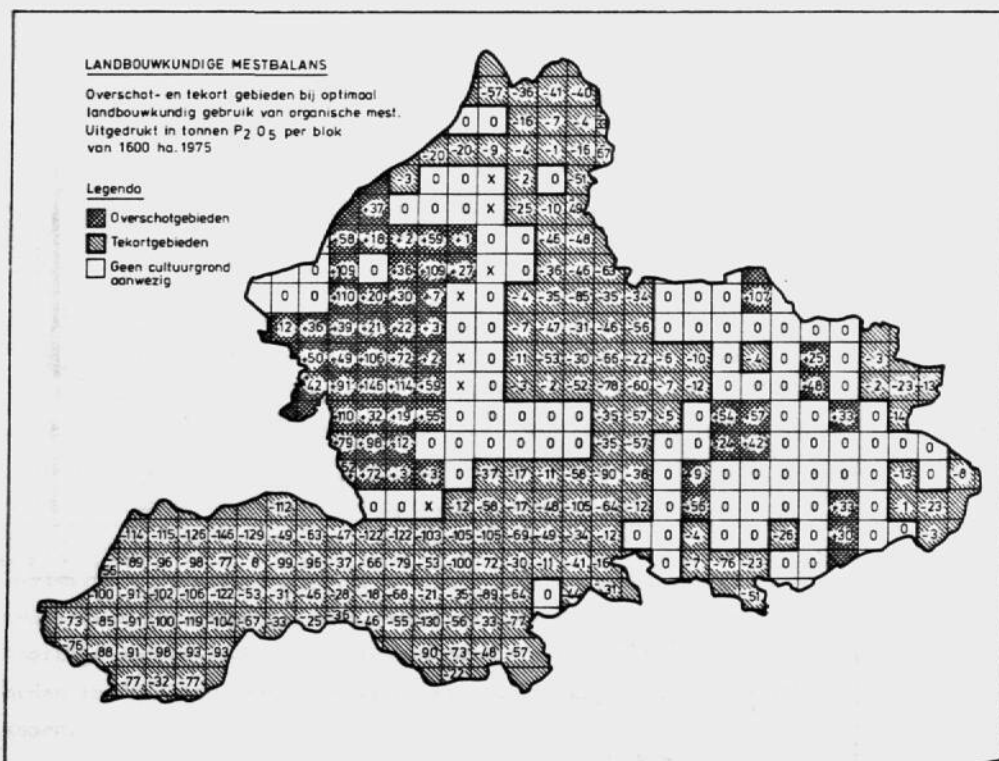
In het onderzoeksgebied zullen in de periode tot 2000 twee ruilverkavelingen ten uitvoer worden gebracht. De hiermee gepaard gaande belangrijkste ingrepen staan op het landbouwkaartje opgesomd. Binnen deze ruilverkavelingen zijn een aantal relatienota-gebieden aangewezen, waar de invloed van deze ingrepen niet of in beperkte mate zal doordringen.



Figuur 22 Basisontwikkelingen binnen de activiteit landbouw in Noord-Gelderland

In de polder Arkemheen zijn A2-werken, hoofdzakelijk voor veranderingen in de waterafvoer, te verwachten waarvan de omvang op dit moment nog niet is aan te geven.

De intensivering van de landbouw zal zich - afgezien van beperkte gebiedsdelen binnen de grote landschapseenheid in de omgeving van Nijkerk en het potentiële nationaal landschap Veluwe overal in meer of minder sterke mate manifesteren, inclusief alle daaraan verbonden ingrepen, zoals grondwaterstandsverlagingen, verhoging van mestgift, verdere ontsluiting, hogere veedichtheden en intensiever gebruik van verdelgingsmiddelen. Figuur 23 geeft een beeld van de mestbalans in 1975. Duidelijk komt de Gelderse Vallei hierbij als overschotgebied naar voren. Het gebied van de grote rivieren, incl. de IJssel, vormt een duidelijk tekortgebied.



Figuur 23 Landbouwkundige mestbalans in Gelderland (bron: Landbouwkundige Dienst Gelderland)

5.10 Bosbouw

De Structuurvisie op het Bos en de Bosbouw (Ministerie van Landbouw & Visserij, 1977) biedt aanknopingspunten om tot een schatting, inclusief de localisering van de te verwachten bosareaal-uitbreiding te komen. Voor Gelderland komen twee vormen van uitbreiding in aanmerking. Ten eerste een uitbreiding van het bosareaal voor gebieden binnen de stedelijke beïnvloedingssfeer uit het oogpunt van de ontwikkeling voor recreatieve mogelijkheden en landschapsvorming. Voor het gehele land gaat het hierbij om ca. 1.000-2.000 ha bos. En ten tweede buiten genoemde gebieden een uitbreiding van het areaal uit recreatieve en landschappelijke motieven vooral in het kader van recreatie- en landinrichtingsplannen, zoals bijvoorbeeld ruilverkavelingen. Hierbij gaat het voor het hele land in totaal om ca. 11 à 12.000 ha aan te leggen in de komende 10 jaar. Gezien de grote behoefte aan de grondstof hout zal in dit verband bijzondere aandacht aan de aanleg van productiebossen worden gegeven. Uitgaande van een evenredige verdeling over Nederland van de geplande areaal-uitbreidingen zou in Gelderland ca. 10% van deze uitbreidingen verwacht mogen worden. Concluderend levert dit in Gelderland een uitbreiding van het bosareaal met ca. 1200-1400 ha op, hoofdzakelijk aan te leggen in ruilverkavelingsverband op gronden met een hoog productie-potentieel; deze gronden worden vooral in het rivierengebied aangetroffen.

5.11 Recreatie

Over de ruimtelijke ontwikkelingen binnen de sector recreatie zijn nauwelijks goede gegevens beschikbaar. Voor wat betreft de aanleg van voorzieningen kan de aanleg van 2 jachthavens in de omgeving van Harderwijk en de inrichting voor stationaire recreatie van de zandafgravingen bij Voorthuizen en Emst vermeld worden. Duidelijk is dat deze uitbreidingen van de voorzieningen op het gebied van de recreatie zeer waarschijnlijk geen indruk geven van wat in werkelijkheid zal gebeuren. Vooral de uitbreiding van de verblijfsrecreatie kan aanzienlijke effecten met zich meebrengen.

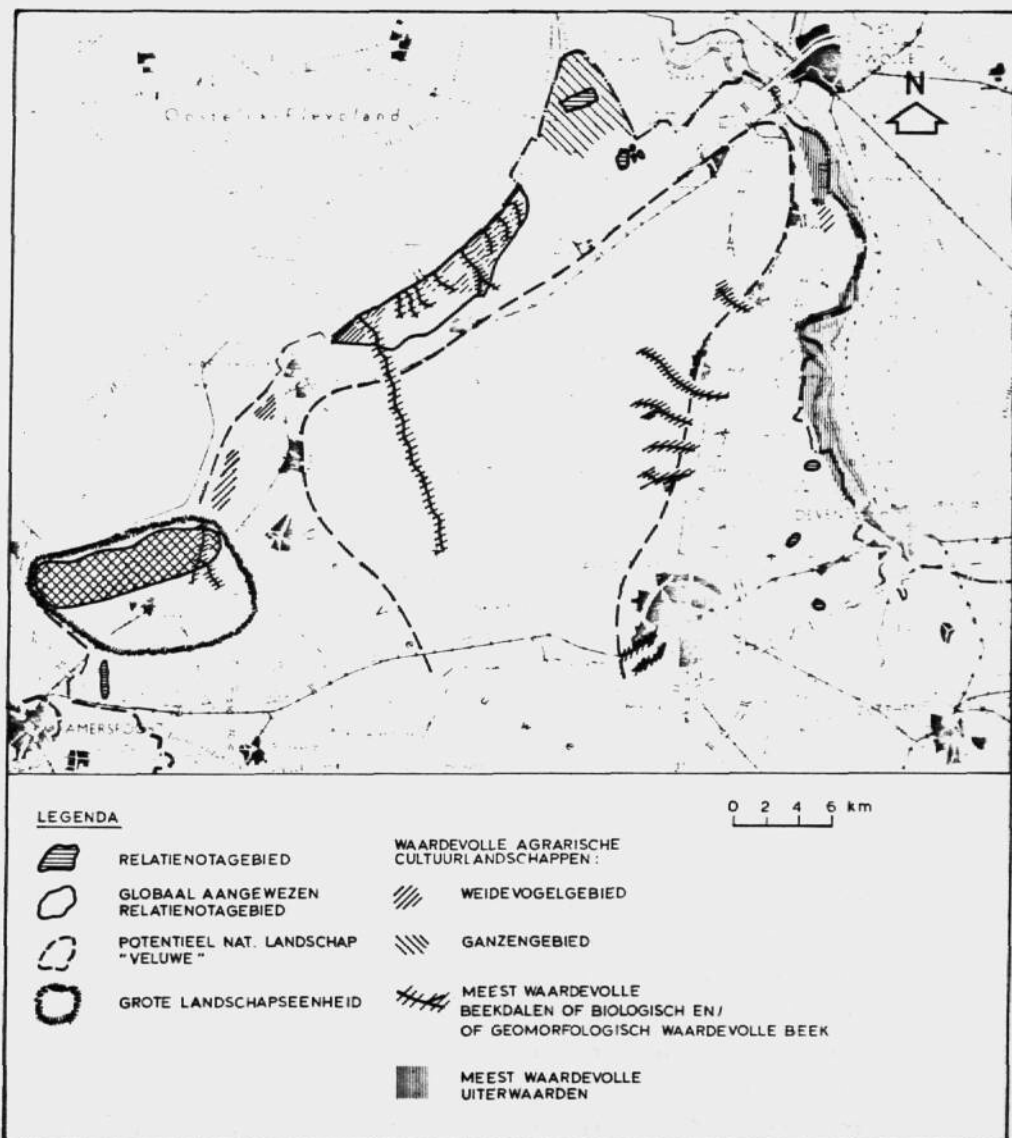
5.12 Defensie

De plannen om een aantal bestaande oefenterreinen op te heffen kunnen op dit moment niet nader worden gepreciseerd voor wat betreft het onderzoeksgebied. Of het afstoten van bestaande terreinen gepaard zal gaan met een intensivering van het gebruik van de overige terreinen en zo ja, waar dit zal plaatsvinden is op dit moment ook nog niet duidelijk.

5.13 Natuurbehoud (figuur 24)

Binnen de sector natuurbehoud is een aantal deelactiviteiten te onderscheiden, die belangrijke effecten kunnen hebben, mits zij inderdaad ten uitvoer worden gebracht. De belangrijkste zijn:

- het aanwijzen van relatienota-gebieden in de ruilverkavelingen van Oosterwolde en Twello,
- het globaal aanwijzen van relatienota-gebieden langs de Randmeren, t.w. tussen Harderwijk en Elburg en in de polder Arkemheen,
- het aanwijzen van de Veluwe als een nationaal landschap,
- het aanwijzen van de omgeving van Nijkerk als een grote landschaps-eenheid, en
- het onderscheiden van een aantal waardevolle agrarische cultuurlandschappen.



Figuur 24 Basisontwikkelingen binnen de activiteit natuurbehoud in Noord-Gelderland

6. BESCHRIJVING 1^e ORDE MILIEUEFFECTEN

6.1 Inleiding

Aan de hand van gemaakt kaartmateriaal zullen de verschillende 1^e orde milieueffecten optredend in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks het jaar 1995 als gevolg van ontwikkelingen binnen de verschillende activiteiten worden beschreven (6.2). Hierbij wordt in principe steeds de sterkte waarmee en het totale oppervlak waarover een bepaalde activiteit zich manifesteert weergegeven. Door somming van deze oppervlakken per sterkteklassen en door deze vervolgens te normeren wordt het totaal in een bepaalde mate beïnvloede oppervlak per 1^e orde effect verkregen. In tabel 13 wordt een overzicht gegeven van de zwaarte en omvang van de 1^e orde effecten in het proefgebied. De 1^e orde effecten zijn op kaarten weergegeven. Het betreft de losse en in kleur uitgevoerde kaartbijlagen met de nummers B1 t/m B6. Door gebruik te maken van de overlay met de basisontwikkelingen kan op eenvoudige wijze worden nagegaan, waardoor de 1^e orde effecten worden veroorzaakt.

Daarnaast is de verkregen informatie weergegeven en in de vorm van histogrammen. Hierop wordt onder 6.3 nader ingegaan.

6.2 Kaarten

6.2.1 Uitgraven/vergraven (figuur B1)

Het effect uitgraven/vergraven wordt over grote oppervlakken vooral veroorzaakt door woningbouw (2150 ha) en de aanleg van industrieterrein (390 ha). De sterkteklasse is sterk. Daarnaast vindt uitgraven vooral plaats bij zandwinning (150 ha, zeer sterk), bij de aanleg van wegen (ca. 150 ha, zeer sterk) en in de landbouw (ca. 225 ha, zeer sterk). Voor wat dit laatste betreft: het gaat hierbij om een zeer geconcentreerde ingreep die zich steeds voordoet over kleine oppervlakken, diffuus verspreid over een zeer groot gebied. De overige deelactiviteiten leveren een veel minder grote bijdrage aan het 1^e orde effect uitgraven/vergraven. De totale omvang van het 1^e orde effect uitgraven/vergraven ziet er als volgt uit: 335 ha: matig, 2450 ha: sterk, en 505 ha: zeer sterk beïnvloed. Dit betekent genormeerd 3300 ha sterk beïnvloed.

1 ^e orde effect \ zwaarteklasse	zwak	matig	sterk	zeer sterk	genormeerd in gehele gebied
uitgraven/vergraven	-	335	2.450	505	3.300 sterk
verharden/bebouwen	-	235	2.480	180	2.900 sterk
grondwaterstandsverandering					
omhoog:	3.500	12.000	-	-	15.500 matig
omlaag:	2.500	45.000	12.360	-	60.000 matig
oogsten/bemesten					
verschraling:	40.500	-	-	-	40.500 zwak
intensivering:	45.000	10.360	-	-	55.400 zwak
rust versterken	39.500	-	-	-	39.500 zwak
rust verstoren	15.050	3.020	1.050	-	19.120 zwak
tegengaan versnipperen	-	5.500	-	-	5.500 matig
toename versnipperen	-	15.860	9.615	-	25.500 matig

Tabel 13 Overzicht van zwaarte 1^e orde effecten en het daardoor beïnvloed oppervlak (ha) tot omstreeks 1995

De ruimtelijke verdeling levert een beeld op, waarbij de ingreep vooral in het overgangsgedebied tussen de Veluwe en omgeving ligt geconcentreerd. Ook een aantal wegen in de omgeving van Nijkerk en Putten vormt een duidelijke concentratie.

6.2.2 Verharden/bebouwen (figuur B2)

Evenals het effect uitgraven/verharden wordt ook het 1^e orde effect verharden/bebouwen veroorzaakt door woningbouw (2150 ha, sterk) en de aanleg van industrieterrein (290 ha, sterk). Het bepalen van het

direct bij de beïnvloeding betrokken gebied in de landbouw levert een zeer sterk beïnvloed oppervlak ter grootte van ca. 100 ha op. Een verdere belangrijke veroorzaker van verharden is wegen- en dijken-aanleg (ca. 100 ha, zeer sterk). De overige deelactiviteiten dragen in verhouding weinig bij tot het effect verharden/bebouwen. De totale omvang van het 1^e orde effect ziet er als volgt uit: 235 ha: matig, 2480 ha: sterk en 180 ha: zeer sterk. Genormeerd komt dit neer op een sterk effect over ca. 2900 ha.

De ruimtelijke verdeling van het 1^e orde effect verharden/bebouwen vertoont een grote gelijkenis met die van het 1^e orde effect uitgraven/vergraven, hetgeen gezien de aard van de deelactiviteiten ook niet verwonderlijk is. Dit betekent dat weer op de flanken van het Veluwe-massief de ingreep het meest voorkomt en dat bij Nijkerk en Putten een aantal wegen de aandacht trekt. Het zeer geconcentreerd gemeten oppervlak binnen het landbouwgebied dat buiten de ruilverkavelingen wordt verhard of bebouwd kan niet of zeer moeilijk worden weergegeven omdat dan met een klassesterkte van zeer, zeer zwak gewerkt zou moeten worden.

6.2.3 Grondwaterstandsverandering (figuur B3)

Grondwaterstandsveranderingen doen zich voor als gevolg van deelactiviteiten in de sectoren landbouw, waterhuishouding en natuurbehoud. In de sector landbouw betreft het grondwaterstandsverlaging (gem. ca. 5-30 cm) en in de sector natuurbehoud grondwaterstandsverhoging (gem. ca. 5-15 cm). Binnen de sector waterhuishouding treedt bij stopzetting van waterwinning een verhoging en bij uitbreiding of aanleg een verlaging op.

De beïnvloeding in de sector landbouw is buiten ruilverkavelingsverband matig en strekt zich uit over ca. 45.000 ha en binnen ruilverkavelingsverband (r.v.k.'s Oosterwolde en Twello) sterk en strekt zich uit over vrijwel de gehele r.v.k.-gebieden (totaal ca. 10.500 ha).

Binnen de sector natuurbehoud is verhoging te verwachten binnen de waardevolle agrarische cultuurlandschappen over een gebied met een geschatte totale omvang van 12.000 ha en in een matige sterkte.

Door de wateronttrekking voor de drink- en industriewatervoorziening wordt ca. 2000 ha sterk en 2500 ha matig sterk beïnvloed. Door stopzetting wordt 3500 ha zwak beïnvloed, omdat een grondwaterstandsverhoging binnen zo'n gebied is te verwachten.

De totale omvang van de grondwaterstandsbeïnvloeding kan als volgt worden beschreven: (i) door grondwaterstandsverhoging wordt 3500 ha zwak, 12.000 ha: sterk beïnvloed; en (ii) door grondwaterstands daling wordt 2500 ha: zwak, 45.000 ha: matig en 12.360 ha: sterk beïnvloed. Het totale genormeerde effect komt daarmee op: 15.500 ha matig beïnvloed door grondwaterstandsverhoging en 60.000 ha matig door grondwaterstands daling.

De ruimtelijke verdeling van de te verwachten grondwaterstandsverandering tot omstreeks 1995 laat zien (i) dat door stopzetting van waterwinning een stijging van het grondwater optreedt onder de stuwwal van de oostelijke Veluwe, (ii) door waterwinning in de lager gelegen gebiedsdelen samen met veranderingen door landbouwactiviteiten geconcentreerde en sterke tot zeer sterke effecten worden veroorzaakt, (iii) dat een duidelijke conflictsituatie aanwezig is in de grote landschapseenheid rondom Nijkerk tussen enerzijds wensen vanuit de waterwinning en anderzijds vanuit het natuurbehoud, en (iv) dat door cultuurtechnische maatregelen binnen de landbouw en in het bijzonder in de r.v.k.-gebieden een matige tot sterke beïnvloeding in de vorm van een grondwaterstands daling is te verwachten.

6.2.4 Oogsten/bemesten (figuur B4)

Het 1^e orde effect oogsten/bemesten wordt vooral veroorzaakt door deelactiviteiten in de landbouw en het natuurbehoud. Voor de landbouw moet daarbij steeds aan de gekoppelde effecten oogsten/bemesten gedacht worden. Hierbij worden de aan de bodem onttrokken voedingsstoffen in de vorm van mest weer teruggevoerd. Men kan dit effect zowel uitdrukken in de vorm van de toename van de oogst of de toename van de bemesting. Het effect doet zich in zwakke mate voor in het landbouwgebied buiten de r.v.k.'s (ca. 45.000 ha) en in matige sterkte binnen de r.v.k.'s (ca. 10.360 ha). Het totale genormeerde effect hiervan bedraagt: ca. 55.400 ha zwak beïnvloed.

Bij de deelactiviteiten van het natuurbehoud betreft het alleen de deelingreep oogsten, omdat meestal alleen materiaal wordt afgevoerd en

geen mest wordt aangevoerd. De invloed van luchtverontreiniging met een aanvoer van o.a. ca. 50 kg N/ha/j mag echter niet worden verontachtzaamd. Het effect wordt in de waardevolle agrarische cultuurlandschappen geschat op zwak over een oppervlak van 13.000 ha en zeer zwak in het nationaal landschap Veluwe (waarvan 55.000 ha binnen het onderzoeksgebied voorkomt), resulterend in: een zwak effect over 40.500 ha. Het ruimtelijk beeld levert een duidelijke verdeling op van gebieden waar door oogsten/bemesten in de landbouw het ecosysteem steeds weer wordt benut en gebruikt in gebieden, waar door aangepast beheer in de vorm van verschraling, alleen oogsten als ingreep plaatsvindt. Eerstgenoemde gebieden liggen in en rondom de ruilverkavelingen 'Oosterwolde' en 'Twello' en in de omgeving van Voorthuizen; laatstgenoemde gebieden worden hoofdzakelijk gevormd door de relatienotagebieden langs de Randmeren, het nationaal landschap Veluwe en de uiterwaarden.

6.2.5 Verstoren (figuur B5)

Bij het 1^e orde effect verstoren van rust wordt tevens gekeken naar het effect van rust versterken, dat als het tegenovergestelde kan worden beschouwd. Rust verstoren wordt over relatief grote oppervlakken veroorzaakt door de sector landbouw (ca. 15.050 ha, zwak), huisvesting en gebruik industrieterrein (ca. 2730 ha, matig) en verkeer/vervoer en recreatie (ca. 1200 ha, sterk). Duidelijk is waarneembaar dat, naarmate het effect sterker wordt, het beïnvloede gebied kleiner wordt. Het totaal resulteert in een zwakke verstoring over ca. 39.500 ha.

Het versterken van de rust wordt veroorzaakt door deelactiviteiten binnen de sector natuurbehoud, t.w. in 50% (= 10.000 ha) van het oppervlak van de waardevolle agrarische cultuurlandschappen: zwak, eveneens in 50% (= 22.500 ha) van het nationaal landschap Veluwe: zwak en tenslotte een zwakke versterking in de grote landschapseenheid (ca. 7000 ha). De totale versterking van de rust strekt zich uit over 19.120 ha en is zwak.

Het ruimtelijk beeld laat het grote en zeer zwak beïnvloede nationaal landschap zien, waar rust versterking optreedt. In de aangrenzende gebieden houden zwak verstoorde en zwak versterkte gebieden elkaar min of meer in evenwicht. Het gebruik van nieuw aangelegde of gereconstrueerde wegen laat samen met huisvesting en gebruik van industrieterreinen duidelijke sporen na.

6.2.6 Versnipperen (figuur B6)

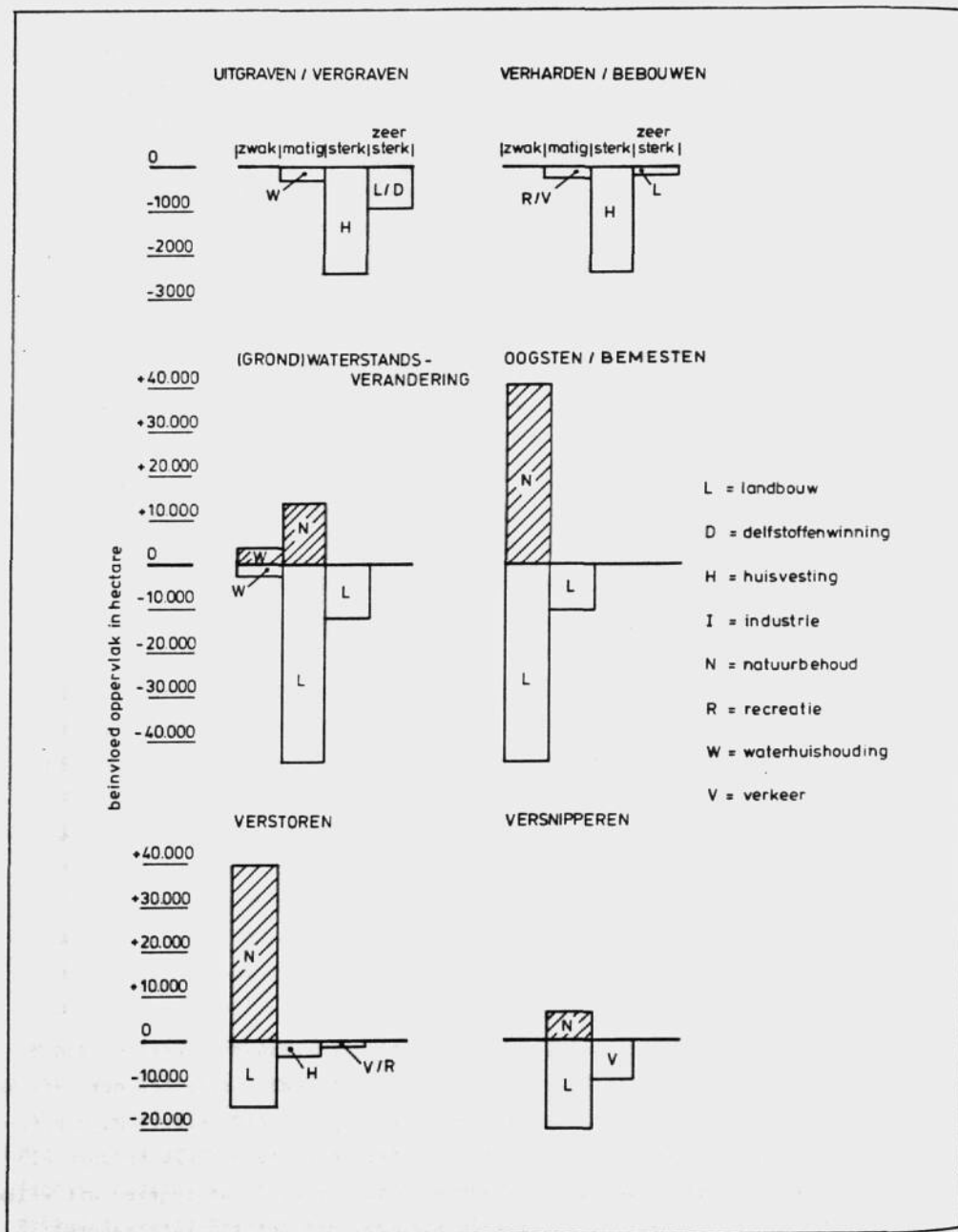
Versnipperen doet zich vooral voor als uitvloeisel van activiteiten in de sectoren landbouw, huisvesting, industrie, zandwinning en wegenaanleg. Een duidelijk probleem ontstaat bij het bepalen van het oppervlak dat door versnipperen wordt beïnvloed. Bepaald men de grootte van dit gebied aan de hand van de afstand tot een overeenkomstige veroorzaker dan levert dit bijvoorbeeld problemen op bij nieuwbouwwijken, waar de overeenkomstige bron zowel direct aangrenzend is, als door de bebouwing van de buurgemeente wordt gevormd. Daarom is een globale schatting gemaakt van het door versnippering beïnvloede gebied, waarbij afhankelijk van de versnipperingsbron een steeds verschillende vermenigvuldigingsfactor werd gebruikt. Voor de landbouw levert dit een zwak effect over ca. 15.000 ha op. Bij de huisvesting en industrie is dit een sterk effect over ca. 5000 ha. en bij zandwinning en wegenaanleg eveneens een sterk effect over ca. 5000 ha. Genormeerd komt dit neer op een matig effect over 25.500 ha.

Door de inrichting van het nationaal park wordt over een oppervlak van 10% (= 5500 ha) een zwak effect in de zin van het opheffen van versnippering verwacht.

Het ruimtelijk beeld geeft geconcentreerde beïnvloeding in de buurt van wegen, nieuwbouwwijken, industrieterreinen en een meer diffuus effect in de ruilverkavelingsgebieden. Het effect in het overig landbouwgebied en in het nationaal landschap kan omdat dit slechts een gedeelte van het gebied betreft, namelijk 10%, niet op de kaart worden weergegeven.

6.3 Histogrammen

Naast de weergave zoals uitgevoerd in vorenstaande paragrafen van de 1^e orde effecten in de vorm van kaarten zijn deze effecten ook weer te geven in de vorm van histogrammen. Per type 1^e orde effect zijn hiertoe de beïnvloede oppervlakken per sterkteklasse bij elkaar opgeteld (figuur 25; cf. tabel 13). Tevens is in figuur 26 aangegeven uit welke sectoren de basisontwikkelingen stammen, die het grootste aandeel in de 1^e orde effecten leveren.



Figuur 25 De berekende 1^e orde effecten in Noord-Gelderland

Het blijkt dat de positieve 1^e orde effecten overwegend worden veroorzaakt door basisontwikkelingen in de sector natuurbehoud, met name door het verschrallingsbeheer in gebieden langs de Randmeren en op de Veluwe zelf, resulterend in het 1^e orde effect oogsten, en door rustversterking in het Nationaal Landschap Veluwe. De overige positieve 1^e orde effecten hebben, voor zover deze tenminste optreden, slechts een beperkte omvang. De negatieve 1^e orde effecten worden voor de absolute effecten uitgraven/vergraven en verharden/bebouwen veroorzaakt door basisontwikkelingen binnen uiteenlopende sectoren, waarbij huisvesting een belangrijk aandeel heeft. De overige negatieve 1^e orde effecten worden hoofdzakelijk veroorzaakt door basisontwikkelingen in de sector landbouw; hierbij zijn grondwaterstandsverlaging en bemesting duidelijk het meest belangrijk.

7. BESCHRIJVING 2^e ORDE EFFECTEN

7.1 Inleiding

Uit de in het vorige hoofdstuk verkregen 1^e orde effecten en door gebruik te maken van de beschrijving van de uitgangssituatie in termen van de kenmerken en subkenmerken (tabel 1) kunnen nu de 2^e orde effecten worden afgeleid. De procedure komt er op neer dat de 1^e orde effecten achtereenvolgens over het betrokken kenmerk worden heengelegd en dat door na te gaan over welk oppervlak en met welke sterkte het kenmerk of de receptor van het ecosysteem wordt beïnvloed een resultaat verkregen wordt dat wordt aangeduid als een aantasting van de diversiteit of ongestoordheid van het ecosysteem of de relaties hiervan met zijn omgeving. Deze aantasting wordt weergegeven op kaarten. Overigens kan er naast aantasting ook sprake zijn van een versterking, dat wil zeggen een beïnvloeding in positieve zin van het betrokken kenmerk. In het onderstaande wordt beschreven hoe de kaartbeelden zijn verkregen en hoe de beoordeling van de invloed op het ecosysteem van de 1^e orde effecten als uitvloeisel van deelactiviteiten binnen sectoren van de maatschappij, is uitgevallen (7.2). De 2^e orde effecten zijn op kaarten weergegeven. Het betreft de losse en in kleur uitgevoerde kaartbijlagen met de nummers C1 t/m C4. Per criterium is een nader onderscheid gemaakt voor de vier desbetreffende subcriteria door gebruik te maken van de letters a t/m d. Door gebruik te maken van de overlay met de basisontwikkelingen en de 1^e orde effect-kaarten kan per subcriterium worden nagegaan wat de veroorzakers zijn van de 2^e orde effecten, te weten: de directe wanneer het de 1^e orde effecten betreft, en de indirecte wanneer het de basisontwikkelingen betreft. Een mogelijk nadeel van het zorgvuldig weergegeven via kaarten van de verkregen informatie kan ontstaan, wanneer de informatie bestaat uit de globale omschrijving van een basisontwikkeling in een (nog) niet scherp begrensd gebied. Voor de weergave via kaarten moet immers een ondubbelzinnige keuze worden gemaakt zowel wat betreft de sterkte van de effecten als de begrenzing van het beïnvloede gebied. Dit kan in de toekomst mogelijk vermeden worden door gebruik te maken van overgangsgebieden en minder scherpe grenzen tussen de verschillend beïnvloede gebieden. In deze studie is, zoals blijkt uit de kaartbijlagen, echter gekozen voor een scherp en helder kaartbeeld.

Daarnaast is de verkregen informatie weergegeven via histogrammen. Hierop wordt onder 7.3 nader ingegaan.

7.2 Kaarten

7.2.1 Aantasting van de ruimtelijke diversiteit

7.2.1.1 Macrogradiënten (figuur 1a)

De aantasting van de aanwezige macrogradiënten die zich soms over meer dan 20 km uitstrekken is een zeer diffuse beïnvloeding aangezien de meeste veroorzakende 1^e orde effecten een verhoudingsgewijs klein beïnvloedingsoppervlak hebben. Geconcentreerde aantasting vindt vooral plaats door uitgraven/vergraven en verharderen/bebouwen. Door grondwaterstandsstijging treedt een zeer zwakke positieve beïnvloeding op; een invloed die ver wordt overtroffen door grondwaterstands daling in de landbouwgebieden, met name in de ruilverkavelingsblokken, en vooral door de uitbreiding en aanleg van nieuwe waterwinlocaties. Hierbij is weer een duidelijk verschil te maken tussen de grootte van de invloed en van het oppervlak dat wordt beïnvloed. Door de landbouw is de grootte beperkt maar het gebied zeer groot, bij waterwinning gaat het echter om een sterke invloed over een beperkt gebied. Door kappen van bos (= oogsten) treedt aan het begin, dat wil zeggen op de hoogste punten van de stuwwallen een zwakke versterking van de macrogradiënten op. Door oogsten in combinatie met bemesten treedt in de landbouwgebieden een verstoring op, die weer het meest sterk is in de ruilverkavelingsblokken. Een tegengesteld effect treedt op in de grote relatienotagebieden langs de Randmeren, waar door oogsten verschraling of handhaving van de huidige situatie verwacht mag worden, waardoor de, oorspronkelijk veel minder verstoorte, aanwezige gradiënt weer meer zichtbaar zal worden langs de noord-westrand van de Veluwe. Door verstoren worden de macrogradiënten niet beïnvloed. Daarentegen wordt door versnipperen plaatselijk een aantasting bewerkstelligd, die voor de gehele aanwezige macrogradiënt telkens echter van ondergeschikt belang zijn.

De beïnvloeding van de overige macrogradiënten vanaf de oever- en strandwal langs resp. Randmeren en IJssel is veel minder uitgesproken en gebeurt slechts plaatselijk, in het bijzonder in de ruilverkavelingsblokken. Het betreft hier een zwakke aantasting.

7.2.1.2 Microgradiënten (figuur Clb)

Door de beperkte aanwezigheid van gebieden met veel macrogradiënten kan ook de beïnvloeding zich alleen in deze gebieden voordoen. Evenals bij de macrogradiënten worden ook de microgradiënten voor zover aanwezig in de betrokken gebieden zeer sterk beïnvloed door de 1^e orde effecten uitgraven/vergraven en verharden/bebouwen. Grondwaterstands-daling heeft nauwelijks meer effect op het voorkomen van microgradiënten in de landbouwgebieden, aangezien de hier bedoelde microgradiënten van droog naar vochtig of nat, o.a. door vroegere gt-dalingen, reeds voor het grootste deel zijn verdwenen. Door het 1^e orde effect oogsten in relatienotagebieden en andere onderdelen van waardevolle agrarische cultuurlandschappen wordt het weer mogelijk, mits de nodige differentiatie in het beheersregiem wordt aangebracht, om microgradiënten tussen verschillende vegetatietypen, bodemtypen en grondwaterstanden te herstellen. Door verstoren worden microgradiënten niet beïnvloed. Het effect van versnipperen is bij microgradiënten in tegenstelling tot bij macrogradiënten veel groter. Echter de ingrepen die een versnipperend effect hebben zijn voor het merendeel al aan de orde geweest bij andere 1^e orde effecten. In dit geval is nog van belang de versnippering door aanleg en reconstructie van wegen.

7.2.1.3 Reliëf (figuur Clc)

Zoals bij de beschrijving van de uitgangssituatie reeds is opgemerkt wordt alleen naar die reliëfklassen gekeken, die potentieel door ingrepen kunnen worden aangetast. Deze reliëfklassen zijn enerzijds buitendijks gesitueerd en worden, afgezien door de aanleg van jachthavens en dijkverhoging, niet of nauwelijks beïnvloed.* De beïnvloeding die optreedt wordt veroorzaakt door uitgraven/vergraven en verharden/bebouwen. Anderzijds ligt er beïnvloedbaar reliëf op de overgang van Veluwe naar omgeving. De beïnvloeding wordt ook hier vrijwel uitsluitend veroorzaakt door uitgraven/vergraven en verharden/bebouwen. Aangezien de beïnvloeding beperkt blijft tot het vereffenen van niveauverschillen bij bijvoorbeeld het opnieuw inzaaien van een graslandperceel, is de aantasting in deze reliëfklasse steeds zwak.

* Het eventueel doorzetten van nieuwe ontwikkelingen in de landbouw, met name egalisering en het toch optreden van ontginningen in deze buitendijkse gebieden kan dit beeld echter geheel veranderen.

7.2.1.4 Vegetatiestructuur (figuur C1d)

Naast het absolute effect op de vegetatiestructuur door verhardten/bebouwen, wordt de vegetatiestructuur vooral beïnvloed door (het niet duurzame effect van uitgraven/verhardten en) het effect van oogsten/bemesten. In gebieden met een hoofdzakelijk agrarische bestemming zal door intensivering, gepaard gaande met de aanleg van kunstweiden de vegetatiestructuur, door het ontbreken van kruidachtigen en het sterk overheersen van enkele grassen in, relatief gezien, zwakke mate afnemen. Dit effect geldt in sterkere mate voor de ruilverkavelingsblokken.

In het nationaal landschap Veluwe, in de grote landschapseenheid rondom Nijkerk en in de relatienotagebieden zal in toenemende mate door een op verschraling gericht beheer het aantal soorten, waaruit de vegetatie is samengesteld, toenemen. Hieruit resulteert een toename van de variatie in de vegetatiestructuur.

7.2.2 Ongestoordheid van de abiotische huishoudingen

7.2.2.1 Aardhuishouding (figuur C2a)

De beïnvloeding van de aardhuishouding vindt vooral plaats door een beter beheer van de bronnen en sprengen op de Veluwerand; hetgeen zich manifesteert in het 1^e orde effect oogsten. Het betreft hier het afvoeren van detritus, bestaande uit ingewaaid blad en ander afgestorven materiaal, en bodemmateriaal.

Ook in de uiterwaarden kan als gevolg van beheersmaatregelen, zoals het afvoeren van materiaal of juist het achterwege blijven van een (al te sterk) regulerend onderhoud van de zomer- en winterbedding van de rivier, een zwak positief effect op de aardhuishouding worden verwacht. De uitgraving/vergraving langs het IJsselmeer voor de aanleg van jachthavens betekent een negatief effect op de aardhuishouding, doordat het proces van afzetting onder rustige weersomstandigheden en uitspoeling of wegslaan van materiaal bij ruw weer onmogelijk zal worden.

De ontwikkeling van stuifzanden (dichtgroeien of open blijven) is sterk afhankelijk van de mogelijkheden tot het voeren van een beheer, dat op het in stand houden van een open vegetatie met over grote

oppervlakken zelfs het volledig afwezig zijn van enige bodembedekking zal zijn gericht.

7.2.2.2 Waterhuishouding (figuur C2b)

De waterhuishouding zal zich door het stopzetten van de wateronttrekking op de oostelijke stuwwal van de Veluwe min of meer herstellen en wordt daardoor positief beïnvloed. Aangezien dit echter op relatief grote diepte gebeurt is het effect zwak. Ook door het instellen van een hoger polderpeil in de relatienotagebieden langs de Randmeren neemt de hier reeds lang bestaande aantasting van de waterhuishouding af. Echter door grondwaterstands daling ontstaat elders een zwak negatieve beïnvloeding van de waterhuishouding die in de ruilverkavelingsblokken matig sterk is. Plaatselijk wordt dit effect door het ontrekken van grondwater voor de drink- en industriewatervoorziening en, op de hoger gelegen zandgronden, voor de beregening in de landbouw, nog meer versterkt.

7.2.2.3 Bodemhuishouding (figuur C2c)

De bodemhuishouding wordt door uitgraven/vergraven in sterke mate negatief beïnvloed. Ook door verharden/bebouwen treedt een negatief effect op; aangezien het hier over het algemeen een duurzaam effect betreft is deze beïnvloeding zeer sterk. Door grondwaterstands daling wordt de bodemhuishouding zwak beïnvloed en in ruilverkavelingsblokken matig. Door de daling verandert er immers veel, zoals bijvoorbeeld de mineralisatiesnelheid, het temperatuursregiem en de structuur van de bodem. In de relatienotagebieden, en dan vooral de gebieden langs de Randmeren treedt een tegenovergesteld effect op door grondwaterstandsverhoging. In de polder Arkemheen is hierdoor zelfs een matig positief effect op de bodemhuishouding te verwachten.

7.2.2.4 Stofhuishoudingen (figuur C2d)

Evenals bij de bodemhuishouding worden de stofhuishoudingen door uitgraven/vergraven niet en door verharden/bebouwen wel duurzaam en in zeer sterke mate beïnvloed. De belangrijkste beïnvloeding treedt echter op door oogsten/bemesten. In het nationaal landschap Veluwe

treedt een zwak effect op de stofhuishoudingen op door verschraling. Dit effect is in de relatienotagebieden sterker, omdat dit een van de wezenlijke aspecten van het beheer van deze gebieden vormt. In het gebied ten noorden van Nijkerk wordt zelfs een sterke beïnvloeding van de stofhuishoudingen verwacht. Het tegenovergestelde geldt voor de landbouwgebieden. In gebieden waar nauwelijks tot geen intensieve veehouderij voorkomt is het effect van (over)bemesten op de stofhuishoudingen matig; in de in deze gebieden liggende ruilverkavelingsblokken is het effect sterk negatief. Hetzelfde geldt voor de gebieden met veel intensieve veehouderij, dat wil zeggen de omgeving van Putten/Voorthuizen en de landbouwenclave op de Veluwe, de omgeving van Elspeet en Uddel. Ook hier is het effect door overbemesting op de stoffenhuishouding matig negatief.

7.2.3 Ongestoordheid opbouw levensgemeenschap

7.2.3.1 Producenten (figuur C3a)

De producenten worden door verhardten/bebouwen in zeer sterke mate negatief beïnvloed. Het betreft hier een absoluut effect. Door veranderingen in de grondwaterstand en veranderingen in de hoeveelheid tonnen droge stof, die per ha in de landbouwgebieden wordt geoogst, gevolgd door toediening van hoge mestgiftten worden de primaire producenten in matig negatieve zin beïnvloed. In de ruilverkavelingsblokken is dit effect sterk negatief.

Door een aangepast beheer in de relatienotagebieden resulterend in grondwaterstandsverhoging en een maairegiem, dat gericht is op verschraling, worden de producenten in deze gebieden in matig positieve zin beïnvloed. In andere gebieden, waarin het natuurbehoud een belangrijke plaats inneemt, is dit effect zwak positief.

Verstoring van rust heeft op de producenten geen effect.

Het effect van versnipperen op de producenten wordt niet apart verdisconteerd, omdat eiland-situaties met een effect op de vegetatie voor zover bekend in het gebied niet zijn onderzocht en bovendien op het schaalniveau van het onderhavige onderzoek niet zijn weer te geven. Voor het merendeel van het gebied kan gesteld worden dat isolatie van producenten door herhaling van hetzelfde biotooptype elders, op bereikbare afstand niet of niet meetbaar zal optreden.

7.2.3.2/3/4 Herbivoren, carnivoren 1 en carnivoren 2 (figuur C3b/c/d)

Uitgaande van de component primaire producent van de levensgemeenschap wordt vastgesteld dat de effecten op de overige receptoren van de levensgemeenschap zich steeds verdergaand diffuus in de voedselketen zullen manifesteren. Dat wil zeggen dat het effect steeds zwakker wordt, maar zich wel uit gaat strekken over grotere oppervlakken. Hier komt nog bij dat rust verstoren zich, in tegenstelling tot bij de producenten, bij de andere voedselniveaus wel manifesteert.

Om deze redenen worden de effecten, zoals die optreden bij de primaire producenten, bij de hogere voedselniveaus minder zwaar, maar wel over een groter oppervlak berekend. Het resultaat hiervan kan kortweg worden beschreven als steeds minder geconcentreerde effecten over steeds grotere oppervlakken en komt het best tot uitdrukking in de genoemde bijgevoegde figuren.

7.2.4 Wijze van functioneren van ecosysteem ten opzichte van omgeving

7.2.4.1/2 Voeding/lozing (figuur C4a)

De relatie tussen het centraal gelegen Veluwe-massief en de aangrenzende delen wordt door uitgraven/vergraven en verhardening/bebouwen niet beïnvloed. Door grondwaterstandsverhoging in relatienotagebieden en door stopzetting van waterwinning heeft een herstel van de lozings/voedingsrelatie tot gevolg. Het omgekeerde geldt voor het onttrekken van grondwater en grondwaterstandsverlaging.

7.2.4.3/4 Retentie/resistentie (figuur C4b)

Door uitgraven/vergraven en verhardening/bebouwen nemen de mogelijkheden voor een ecosysteem af om materie, energie en informatie overeenkomstig het optimaal functioneren met de aangrenzende ecosystemen vast te houden of buiten te houden. Hetzelfde geldt met betrekking tot veranderingen in de grondwaterstand. Door verlaging treedt een vermindering van de retentiefunctie, het vasthouden van water, op. Het omgekeerde geldt voor gebieden waar door grondwaterstandsverhoging de

retentiefunctie wordt versterkt, waarmee ook andere zaken, zoals het voorkomen van voedselbronnen voor weidevogels worden vastgehouden. De bepaling van de sterkte van de effecten op de hier aangeduide relaties is echter een zeer arbitraire zaak. Een poging daartoe is gedaan en weergegeven in de genoemde figuur.

7.3 Histogrammen

Naast de weergave van de 2^e orde effecten in de vorm van kaarten, zoals in het vorenstaande is uitgevoerd, kan de effect-informatie ook in een meer geaggregeerde vorm worden weergegeven. Hiertoe is echter noodzakelijk dat zowel aan de sterkteklassen binnen een bepaald 1^e orde effect als aan de 1^e orde effecten onderling een gewichtsfactor wordt toegekend. Uitgegaan is van het onderling gelijkwaardig zijn van de 1^e orde effecten en van sterkteklassen die zich als volgt tot elkaar verhouden:

zwak	: 1
matig	: 2
sterk	: 4
zeer sterk	: 8

Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 13, laatste kolom.

Vervolgens is een schatting gemaakt van de mate waarin deze 1^e orde effecten inwerken op de criteria zoals die voor het bepalen van de 2^e orde effecten zijn ontwikkeld. Ter toelichting op het bepalen van de 2^e orde effecten op deze wijze wordt hieronder op deze effecten nader ingegaan.

Aantasting Ruimtelijke Diversiteit

Het betrokken gebied bestaat in principe geheel uit *macrogradiënten*, die deels in elkaar overvloeien. Er is aan de ene kant een macrogradiënt lopend van de hoogste delen van de stuwwallen naar de laaggelegen voet. Aan de andere kant is er ook een macrogradiënt van het water (Randmeren en IJssel) naar de achter het strand- of oeverwalgelegen lagere delen. De totale oppervlakte van het gebied waarin deze gradiëntsituaties zich voordoen is ca. 1150 km² bij een gemiddelde lengte van ca. 10 km. De eerder omschreven 1^e orde effecten werken voor een bepaald gedeelte en met een bepaalde intensiteit in op de

vermelde macrogradiëntsituatie. Hieruit volgen de vermelde 2^e orde effecten op dit criterium.

Microgradiënten komen in hoofdzaak voor in de directe omgeving van de IJssel, langs de Randmeren, op de overgang van het hooggelegen deel naar de randen van het Veluwe-massief en bij de landbouwenclave in de omgeving van Elspeet. Deze microgradiënten bestaan onder meer uit overgangen van bosgedeelten naar open gebieden, van houtwallen naar aangrenzende percelen, en overgangen van hoog naar laag door duinvorming, stroomruggronden in het winterbed van de IJssel etc. De microgradiënten komen in ongeveer een kwart van het oppervlak van de vermelde gebieden voor. Voor het bepalen van de effecten op dit criterium wordt uitgegaan van een evenredige verdeling van de 1^e orde effecten over het onderzoeksgebied.

Reliëf komt vooral voor in het winterbed van de rivieren, langs de Randmeren op de flanken van het Veluwe massief in de vorm van uitgeslepen beekdalen en droge dalen, in stuifzandgebieden enz. De totale oppervlakte van waardevol reliëf bedraagt ongeveer 1/25-deel van het onderzoekgebied. Bij het bepalen van de 2^e orde effecten blijkt dat gebieden met een waardevol reliëf, dat bovendien ook nog in ontwikkeling is voor het grootste deel niet door de 1^e orde effecten worden beïnvloed. Op andere plaatsen waar het reliëf al minder waardevol is door vastlegging of gedeeltelijke aantating treedt wel beïnvloeding op.

In vrijwel het gehele gebied is *vegetatiestructuur* aanwezig variërend van rijk ontwikkelde loofbossen, eenvormige naaldbossen en ingezaaide graslanden tot nog steeds zeer gevarieerde hooilanden. De 1^e orde effecten beïnvloeden steeds het gehele gebied naar evenredigheid, waarbij de sterkte afhankelijk is van de kwaliteit van de structuur in de vegetatie.

Ongestoordheid Abiotische Huishoudingen

De *aardhuishouding* wordt evenaals het reliëf beïnvloed in gebieden met een bestaand proces van uitwaaien, uitspoelen en afzetten van bodemmateriaal. Dit is het geval in de laatste overgebleven delen van

de vroegere grote stuifzanden, de waterbedding van rivieren en beken en de kuststrook van de Randmeren. Aangenomen wordt dat de 1^e orde effecten zich evenredig over deze gebieden verdelen die ongeveer 1/25 deel van het onderzoeksgebied beslaan.

De *waterhuishouding* kenmerkt zich door de aanwezigheid van inziggebieden en kwelgebieden. In gebieden aan de Randmeren en de IJssel kan, wanneer daartoe de mogelijkheden bestaan, water worden ingelaten. Het beïnvloedingsgebied is steeds het totale gebied omdat de waterhuishouding in het gehele gebied "aanwezig" is.

De *bodemhuishouding* is in ongeveer de helft van het onderzoeksgebied sterk verstoord door cultuurtechnische maatregelen vooral in de vorm van ontginningswerkzaamheden. In mindere mate geldt dit ook voor de hogere gebiedsdelen. Hier hebben deze maatregelen op sommige plaatsen echter niet of nauwelijks plaatsgevonden.

De *stofhuishoudingen* zijn eveneens in ongeveer de helft van het gebied sterk verstoord door de toevoeging van meststoffen. Ook andere oorzaken hebben aan deze verstoring bijgedragen zoals luchtvervuiling en inspoeling van milieuvreemde stoffen. De effecten op de stofhuishoudingen doen zich door het gehele gebied voor zij het met kwalitatieve en kwantitatieve verschillen.

Ongestoordheid Opbouw Levensgemeenschap

De *producenten* kunnen naar gebiedstype onderscheiden worden waarbij de betekenis in de volgorde van opsomming afneemt:

- natuurgebieden, -reservaten en -bossen;
- productiebossen;
- landbouwgebied - normaal gebruik
- landbouwgebied - intensief gebruik.

Aangezien de producenten in de vorm van vegetatie in het gehele gebied aanwezig zijn, wordt door de 1^e orde effecten ook steeds een beïnvloeding van deze producenten teweeggebracht. De sterkte van deze beïnvloeding is steeds afhankelijk van de betekenis die bovenstaand is aangegeven.

Ongewervelde *herbivoren* en kleine herbivore zoogdieren (konijn, haas, muizen) komen min of meer gelijkelijk verspreid in het gehele gebied voor. Op de stuwvalgebieden komen in wisselende combinaties de volgende grotere herbivore en omnivore zoogdieren voor: edelhert, damhert, moeflon, wild zwijn en ree. Dit betreft ongeveer de helft van het onderzoeksgebied. Daarnaast zijn vooral langs de Randmeren maar ook in de uiterwaarden van de IJssel ganzengebieden te onderscheiden. Ook ganzen zijn herbivoren.

Onder *carnivoren I* vallen roofvogels (Torenvalk, Sperwer) en kleine roofdieren (bunzing, hermelijn), maar ook weidevogels. Zij komen verdeeld over het gehele gebied voor met enkele duidelijke concentratiepunten. Te noemen zijn de belangrijkste weidevogelgebieden langs de Randmeren met als zwaartepunt het poldergebied bij Nijkerk en grote delen van de Veluwe met een soms uitzonderlijk hoge roofvogelstand.

Onder *carnivoren II* vallen een beperkt aantal soorten roofvogels (Havik, Slechtvalk) en zoogdieren (das, otter en boommarter). De das kwam oorspronkelijk veel voor in de IJsselvallei doch lijkt thans vrijwel verdwenen. Naar het huidige voorkomen van andere zoogdieren wordt op dit moment onderzoek gedaan.

Aantasting Wijze Functioneren Ecosysteem ten opzichte van Omgeving

De *voeding- en lozingfunctie* en de daarmee verbandhoudende relaties zijn waar te nemen vanaf het Veluwe-massief door grond- en oppervlaktewaterstromen. Daarnaast is deze functie ook relevant door de ondergrondse stroming vanuit het rivierbed van de IJssel. De uit de lozing vanuit de hogere delen resulterende voeding van de lagere delen heeft door bemaling en ontwatering weer lozing en daarmee voeding van de grotere wateren tot gevolg. Door goed beek- en sprengonderhoud is de oppervlaktewaterafvoer en daarmee de lozings-voedingsrelatie te optimaliseren. Deze relatie geldt voor het gehele gebied waarbij ca. 80% loost op ca. 20% van het gebied.

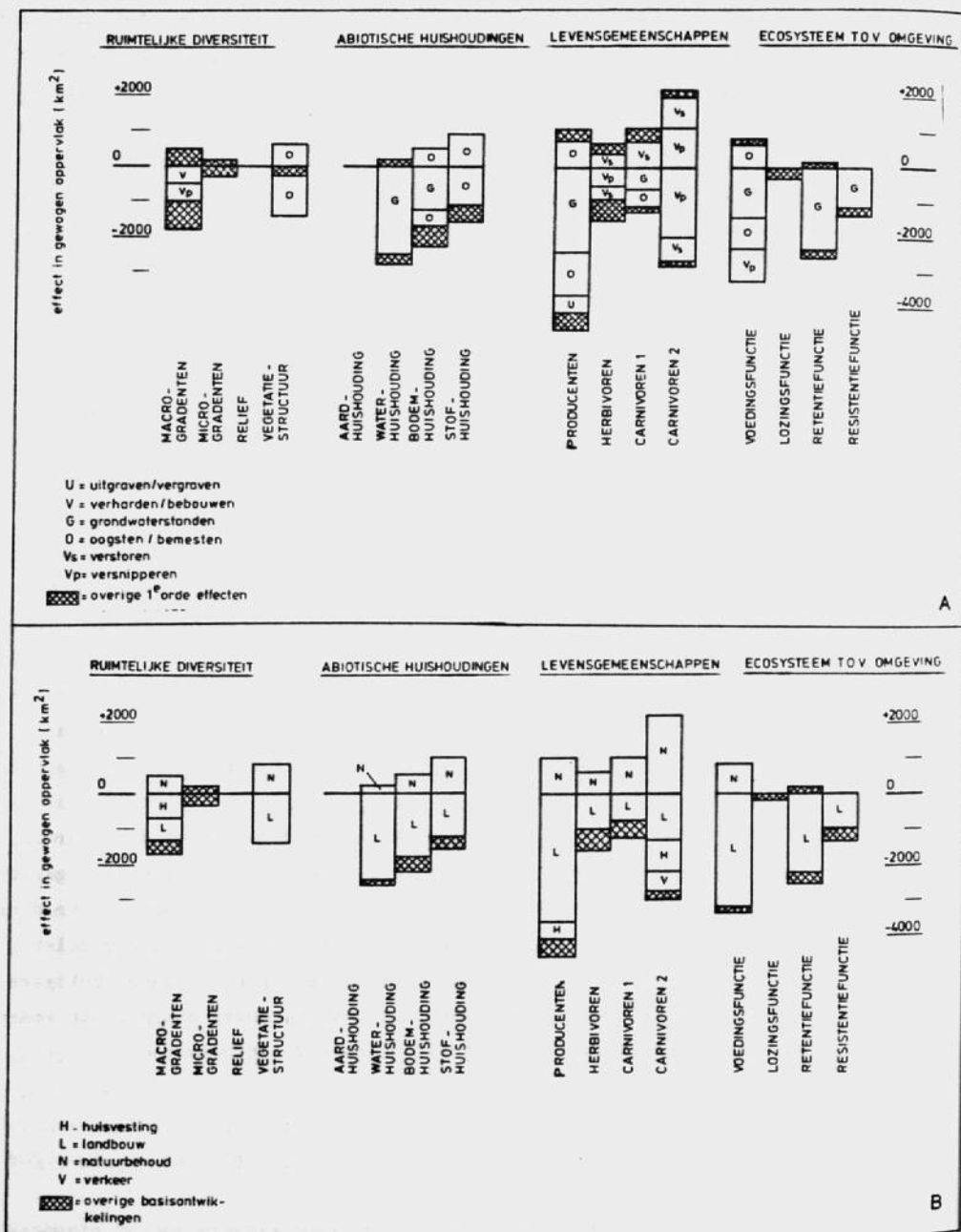
Retentie en resistentie komen tot uitdrukking in het al dan niet aanwezig zijn van natuurlijke of kunstmatige regulatoren. Voorbeelden van kunstmatige regulatoren zijn rivier en zeedijken, sluizen en

stuwen. Beken, oeverwallen en strandwallen zijn natuurlijke regulatoren. Deze regulatoren verschaffen de mogelijkheid om stoffen binnen of buiten het systeem te houden. Ze zijn voor het goed functioneren van het systeem van wezenlijk belang afhankelijk van hun grootte en functie.

De verkregen resultaten van de bovengenoemde schatting van de 2^e orde effecten zijn weergegeven in figuur 26. Evenals bij de weergave in de vorm van histogrammen van de 1^e orde effecten (figuur 25) kunnen ook bij de 2^e orde effecten de veroorzakers worden aangegeven. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen de 1^e orde effecten als veroorzakers (figuur 26a), maar ook van de basisontwikkelingen die deze 1^e orde effecten hebben veroorzaakt (figuur 26b).

Bij de beoordeling van deze resultaten moet bedacht worden dat in de gehanteerde weegfactoren en ook bij het bepalen van de wijze van inwerken van de 1^e orde effecten op de kenmerken van het ecosysteem waaruit de 2^e orde effecten zijn afgeleid, een groot aantal arbitraire keuzes is gemaakt. Dit neemt echter niet weg dat een eerste interpretatie van de resultaten reeds enig zicht op de achterliggende milieuproblemen geeft.

Uit figuur 26 blijkt bijvoorbeeld dat de effecten op het natuurlijk milieu door bodemgebruik in hoofdzaak een gevolg zijn van (grond)waterstandsveranderingen, oogsten/bemesten, verstoren en versnipperen. Dit geldt zowel voor de positieve als de negatieve effecten. Duidelijk is tevens dat de positieve effecten ver overtroffen worden door de negatieve. Deze 1^e orde effecten op hun beurt worden aan de negatieve zijde in hoofdzaak veroorzaakt door landbouw en in mindere mate door verkeer, industrie, huisvesting en waterhuishouding. Hierop gelet verdient het aanbeveling in een milieubeleidsplan, wanneer het gaat om de effecten van bodemgebruik zeer in het bijzonder aandacht te schenken aan de basisontwikkelingen in de sector landbouw.



Figuur 26 De berekende 2^o orde effecten in Noord-Gelderland

8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

1^e orde effecten

Aan de hand van de beschikbare informatie uit diverse typen plannen (streekplannen, structuurschema's, enz.) zijn de activiteiten gespecificeerd en de daarmee samengaande 1^e orde effecten bepaald. Over de sterkte en omvang is het volgende te zeggen (zie figuur 25 en tabel 13).

De 1^e orde effecten *uitgraven en vergraven* en *verharden/bebouwen* worden vooral veroorzaakt door woningbouw en nieuwe industrieterreinen (te zamen 23,5 km² met een verhardingspercentage van 50 à 100), en in veel mindere mate door de wegebouw (0,3 km², zelfde verhardingspercentage). De situering is vooral langs de randen van het Veluwe-massief.

Grondwaterstandsverlaging treedt op over 600 km², voornamelijk ten gevolge van de landbouw (daling 5 à 30 cm) en plaatselijk de waterwinning. Een stijging is vooral te verwachten in relatienotagebieden (5 à 15 cm over 150 km²).

Bemesten en oogsten nemen in beperkte mate in intensiteit toe over het gehele landbouwgebied (550 km²), maar nemen in sterke mate af in de relatienotagebieden (150 km²).

Verstoring en versnippering nemen toe door wegebouw, woningbouw, cultuurtechnische werken, maar nemen af door het afsluiten van wegen in het nationaal landschap; een onbekende toename ligt in de verblijfsrecreatie, en onbekende afname in het sluiten van militaire terreinen.

Per saldo overheersen bij *uitgraven/verharden* en *verharding/bebouwing* en bij *grondwaterstandsvaling* de negatieve effecten (vooral door resp. woningbouw en landbouw); bij *bemesten/oogsten* en bij *verstoren/versnipperen* lijken de positieve en negatieve effecten elkaar naar hun omvang globaal in evenwicht te houden. Hierbij moet wel worden bedacht dat, nog afgezien van de vele onzekerheden, het proefgebied, met zijn aanzienlijk gebruik van het natuurbeschermingsinstrumentarium, verre van maatgevend is voor de gehele provincie.

2^e orde effecten

De uiteindelijke effecten op het natuurlijk milieu ten gevolge van bodemgebruik zijn op een gelijksoortige semi-kwantitatieve wijze uit de 2^e orde effecten afgeleid. Hiertoe konden in beginsel twee lijnen gevolgd worden. Een eerste lijn is dat de effecten worden bepaald op afzonderlijke systematische groepen, zoals de vegetatie, de vogels en de zoogdieren. Een tweede lijn is dat uitgegaan wordt van ecosystemen-als-geheel, waarbij kenmerken gekozen worden die iets zeggen over ruimtelijke en temporele samenhangen en processen binnen een dergelijk systeem. Gekozen is voor deze tweede lijn; deels omdat hier goede mogelijkheden liggen voor een globale aanpak (bij een beperkte aanwezigheid van basisinformatie over het natuurlijk milieu); deels ook uit het oogpunt van methoden-ontwikkeling.

In aansluiting hierop zijn de volgende kenmerken onderscheiden:

- de ruimtelijk diversiteit (macrogradiënten; microgradiënten; reliëf; vegetatiestructuur);
- de abiotische huishoudingen (aard-, bodem-, water en stofhuishoudingen);
- de opbouw van de levensgemeenschap (producenten, herbivoren, kleine en grote carnivoren);
- het type relatie van een ecosysteem met zijn omgeving (voeding, lozing, retentie en resistentie).

Het geheel van deze kenmerken en subkenmerken reflecteert in voldoende mate de abiotische en biotische aspecten, alsmede de patroon- en de procesaspecten van een ecosysteem. De gevolgen van de 1^e orde effecten voor deze (sub)kenmerken van de aanwezige ecosystemen zijn bepaald.

Vervolgens zijn zij beoordeeld middels een tweetal criteria: de mate van differentiatie en de mate van ongestoordheid van de (sub)kenmerken. Ook hier is van de semi-kwantitatieve schaal gebruik gemaakt. Het inschalen van de 2^e orde effecten op een dergelijke schaal (de sterkteklassen) impliceert een onderlinge weging van de sterkteklassen van de 1^e orde effecten en verder een combinatie van de gevolgen van de verschillende 1^e orde effecten per type 2^e orde effect.

De hier gemaakte keuzen zullen het eindresultaat zeker beïnvloeden.

Het eindresultaat heeft daarmee vooral indicatieve betekenis.

Effecten op de *ruimtelijke diversiteit* concentreren zich op aantasting van de macrogradiënten tussen het Veluwe-massief en het omringende laagland. In volgorde van belangrijkheid zijn hiervoor de volgende 1^e orde effecten verantwoordelijk: verharden/bebouwen, uitgraven/vergraven, grondwaterstands daling en tenslotte oogsten/bemesten en versnipperen. De overige subkenmerken worden in veel mindere mate aangetaast.

Met betrekking tot de abiotische huishoudingen wordt de *waterhuishouding* het meest nadelig beïnvloed. De verlaging van de grondwaterstand in ruilverkavelingsblokken, de afname van kwelwater naar de laaggelegen gebieden rondom het Veluwe-massief en de voortgaande daling van de grondwaterstand in het Veluwe-massief zelf overschaduwden de relatief geringe peilverhogingen in de relatienotagebieden, die vooral langs de Randmeren zijn gesitueerd. Plaatselijk wordt inlaat van gebiedsvreemd boezemwater overwogen.

De *stofhuishoudingen* wordt extra belast door de verwachte toename van de intensieve veehouderij, met name in de Gelderse Vallei en in de landbouwenclave rondom Elspeet en Uddel.

De beïnvloeding van de ongestoordheid en differentiatie van *levensgemeenschappen* levert de grootste negatieve effecten op. Grondwaterstands daling en intensivering van bodemgebruik leiden tot een matige achteruitgang van de weidevogels over ca. 550 km²; hiertegenover staat een versterking van deze levensgemeenschap over 150 km² in de relatienotagebieden. Ook de producenten worden in deze gebieden op positieve wijze beïnvloed. In de gebieden waar grondwaterstands daling en de cultuurdruk toeneemt is de achteruitgang echter veel groter.

Verstoring en versnippering vormen een aantasting van de levensgemeenschappen op de flanken van het Veluwe-massief en de lager gelegen aangrenzende gebieden over een areaal van ca. 500 km²; hiertegenover staat een toename van de rust in de levensgemeenschappen van bossen en heiden op het Veluwe-massief zelf over ca. 400 km².

De gevolgen voor *onderlinge relaties* tussen ecosystemen in het proefgebied zijn deels al hierboven aangegeven. Ontwatering van en waterwinning in hoger gelegen gebieden vermindert hun functie als waterreservoir (retentie) en daarmee de voeding van lager gelegen gebieden.

Voorts vormt de uitspoeling en afvoer van meststoffen uit de landbouwgebieden, zoals de enclave van Uddel/Elspeet, een belasting (voeding) voor aangrenzende gebieden (Randmeren, IJssel en het benedenstrooms gebied van de IJssel).

De ontwikkelde methode is semi-kwantitatief van aard. Juist omdat niet volstaan is met een kwalitatieve weergave, maar ook is getracht de omvang van de effecten aan te geven (in oppervlakten en sterkteklassen), moest een aantal min of meer abstracte keuzen in de effectbepaling gemaakt worden.

Er was onvoldoende gelegenheid om bijvoorbeeld middels gevoeligheidsanalyse de betrouwbaarheid van het eindresultaat te toetsen. Dit zal zeker moeten plaatsvinden als in het kader van het op te stellen milieubeleidsplan ook de milieueffecten van alternatieve (meer milieuvriendelijke) scenario's zullen worden berekend. Daarnaast zal aandacht besteed kunnen worden aan een andersoortige uitwerking van de 2^e orde effecten en wel in de vorm van effecten op afzonderlijke systematische groepen.

Aanbevelingen

1. Een semi-kwantitatieve - merendeels geformaliseerde - methode voor het bepalen van effecten op het natuurlijk milieu op ecosysteemniveau biedt aanknopingspunten om een globale indruk van de effecten en hun achterliggende oorzaken te verkrijgen. Een verbetering is mogelijk wanneer de verschillende stappen meer nauwkeurig worden geformaliseerd.
2. Een andere mogelijkheid voor het weergeven van de effecten wordt gevormd door de keuze van afzonderlijke systematische groepen (vegetatie, vogels, zoogdieren) als doelgroepen bij de beschrijving van de 2^e orde effecten.
3. De methode lijkt redelijk toepasbaar op effecten als gevolg van bodemgebruik. Wel is aanvullend onderzoek vooral met betrekking tot het opstellen van de ingreep-effect-relaties noodzakelijk. Tevens zijn gevoeligheidsanalyses gewenst om te kunnen komen tot een even-

wichtige afweging van het belang dat aan de verschillende 1^e en 2^e orde effecten moet worden toegekend. Verdere toepassing van de methode voor effecten van verontreiniging zal ter hand moeten worden genomen.

4. Het beschikbaar hebben van informatie omtrent de toestand van het natuurlijk milieu gericht op milieubeleidsplanning moet worden nastreefd, hierbij ware een gescheiden presentatie na te streven van de aanwezige elementen (kenmerken), de gevoeligheid daarvan voor diverse typen 1^e orde effecten en de betekenis die aan deze elementen kan worden toegekend uit het oogpunt van natuurbehoud.
5. Ondanks het geconcentreerde gebruik van het natuurbeschermings-instrumentarium in het onderzoeksgebied, dat voor een belangrijk deel gericht is op een compensatie van schade door de landbouwontwikkelingen, lijkt de landbouw toch de belangrijkste veroorzaker van negatieve effecten op het natuurlijk milieu te zijn.

9. SAMENVATTING

In opdracht van het Ministerie VROM is een onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van het aangeven van lange termijn-ontwikkelingen en -effecten ten behoeve van het opstellen van milieubeleidsplannen. Dit (deel)rapport bevat de resultaten van het onderzoek naar een methodiek voor het voorspellen van effecten op het natuurlijk milieu. De methodiek spitst zich toe op effecten op het niveau van ecosystemen en beperkt zich in hoofdzaak tot effecten van bodemgebruik. Bij wijze van voorbeeld wordt de ontwikkelde werkwijze geïllustreerd aan de tot omstreeks 1995 te verwachten ontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland.

In hoofdstuk 2 wordt de methodiek geïntroduceerd en wordt ingegaan op de motieven welke bij het ontwikkelen ervan een rol hebben gespeeld. Er wordt onderscheid gemaakt tussen i) wat er is in een bepaald gebied (= de uitgangssituatie), ii) welke ingrepen zijn te verwachten (= de 1^e orde milieu-effecten), en iii) wat zijn de uit de confrontatie tussen de uitgangssituatie en de ingrepen te verwachten natuureffecten (= 2^e orde milieu-effecten). Vervolgens wordt ingegaan op de structuur en het functioneren van een ecosysteem en van de componenten daarbinnen. Deze structuur en het functioneren blijken in de vorm van patronen en processen te kunnen worden gekarakteriseerd met vier kenmerken (elk met vier subkenmerken), te weten: ruimtelijke diversiteit, abiotische huishoudingen, opbouw levensgemeenschap en functioneren ecosysteem ten opzichte van omgeving. Uit de mate waarin deze kenmerken door ingrepen worden beïnvloed resulteren de natuureffecten. De kenmerken worden hiermee getransformeerd tot criteria.

In hoofdstuk 3 wordt uitgebreid ingegaan op de wijze waarop activiteiten 1^e orde effecten veroorzaken. Per maatschappelijke sector worden daartoe alle, in Gelderland mogelijk optredende activiteiten, geanalyseerd en wordt de aard en sterkte van de daaruit resulterende 1^e orde effecten nagegaan. De relatie tussen 1^e en 2^e orde effecten wordt beschreven in hoofdstuk 7.

De eerste drie hoofdstukken hebben een algemeen karakter en zijn van toepassing op de gehele provincie Gelderland. De volgende hoofdstukken hebben alleen betrekking op het noordelijk deel van de Veluwe en de direct aangrenzende gebieden voor zover, tenminste, gelegen in de provincie Gelderland.

In hoofdstuk 4 wordt aan de hand van drie voorbeeldgebieden de uitgangssituatie beschreven. Deze voorbeeldgebieden zijn zodanig gekozen dat zij representatief geacht mogen worden voor het gehele onderzoekgebied. Bij de keuze van deze gebieden is ook gelet op het beschikbaar zijn van voldoende informatie over abiotische en biotische variabelen. Op deze wijze kan in een relatief korte tijd door extrapolatie een goed beeld van de uitgangssituatie in het gehele onderzoekgebied worden verkregen.

In hoofdstuk 5 worden de tot omstreeks 1995 in Noord-Gelderland te verwachten activiteiten binnen de diverse maatschappelijke sectoren, de zogenaamde basisontwikkelingen, nader besproken.

Hoofdstuk 6 en 7 bevatten de weergave van de in het onderzoekgebied te verwachten 1^e respectievelijk 2^e orde effecten. De resultaten zijn hierbij op tweeërlei wijze uitgewerkt en weergegeven, nl. i) met behulp van kaarten en ii) met behulp van histogrammen. Via beide methoden is het mogelijk om na te gaan door welke basisontwikkelingen de effecten worden veroorzaakt. Bij de 2^e orde effecten gebeurt dit steeds via de 1^e orde effecten.

Hoofdstuk 8 tenslotte bevat, op beknopte wijze weergegeven, de conclusies en aanbevelingen voortkomende uit dit onderzoek.

10. LITERATUUR

- Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff (1979). Duinen en duinvalleien, een landschapsecologische studie van het Nederlandse duingebied. Pudoc, Wageningen. 201 p.
- Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff (1981). Nederlandse kustduinen. Landschapsecologie. Pudoc, Wageningen. 144 p.
- Bohemen, P.J.M. van & J.G.S. de Wilde (1979). Watervoorziening land- en tuinbouw in het droge jaar 1976. Regionale Studies ICW 15, Wageningen.
- Canters, K.J. (1982), m.m.v. H.A. Udo de Haes. Onderzoek naar de effecten op ecosysteemniveau van te onderzoeken waterwinnings- en recreatieprojecten. Stuurgroep IODZH, Leidschendam. Deelrapport 21, deel 1+2. 18 p. en 263 p. + 3 bijl.
- Caspers, H. & L. Karbe (1966). Trophie und Saprobität als Stoffwechself-dynamischer Komplex. Gesichtspunkte für die Definition der Saprobitätsstufen. Arch. Hydrobiol. 61:453-470.
- Caspers, H. & L. Karbe (1967). Vorschläge für eine saprobiologische Typisierung der Gewässer. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie 52: 145-162.
- Doing Kraft, H. (1958). Zonering in landschap en plantengroei van de duinen bij Bloemendaal en Velsen. De Levende Natuur 61:219-227.
- Doing, H., (1974). Landschapsecologie van de duinstreek tussen Wasse-naar en IJmuiden. Mededelingen L.H.-Wageningen 74 (2). 111 p.
- Ellenberg, H. (ed.) (1973). Ökosystemforschung. Springer. Berlin-Heidelberg-New York. 280 p.
- Everts, F.H., H.P.J. de Vries & H.A. Udo de Haes (1982). Een landelijk systeem van ecotootypen. CML, Leiden.
- Leeuwen, Chr.G. van (1966). A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. Wentia 15:25-46.
- Leeuwen, Chr.G. van (1973). Ekologie. Colledgekitaat HB20A, Technische Hogeschool, afd. Bouwkunde, Delft, 79 p.
- Londo, G. (1971). Patroon en proces in duinvalleivegetaties langs een gegraven meer in de Kennemerduinen. RIN-verhandeling 2, Leersum. 279 p. + bijl.
- Maarel, E. van der (1977). Ekologische modellen ten behoeve van milieubeheer en ruimtelijke ordening. In: Ruimtegebruik en milieu (red.: P. Nijkamp & C. Verhage). Van Gorcum, Assen:42-72.
- Maarel, E. van der & P.L. Dauvellier (1978). Naar een Globaal Ecologisch Model voor de ruimtelijke ordening van Nederland, deel 1 en 2. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage. 314 p. + 166 p.
- Ministerie van VROM, 1984. Lange-termijnontwikkelingen en provinciale milieubeleidsplannen; een haalbaarheidsstudie in Gelderland. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage. 177 p. + bijl.
- Richter, H. (1968). Beitrag zum Modell des Geokomplexes. Ergänzungsheft 271 zu Petermanns Geogr. Mitt., Neef-Festschrift/Landschaftsforschung:39-48.
- Rijks Geologische Dienst (1975). Overzichtkaart toegepaste geologie van de geologische overzichtskaarten van Nederland, schaal 1:600.000; provincie Gelderland.
- Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16: 284-307.
- Watt, A.S. (1947). Pattern and process in the plant community. J.Ecology 35:1-22.
- Whittaker, R.H. (1975). Communities and ecosystems. 2nd ed. MacMillan, New York. 386 p.
- Wirdum, G. van (1979). Ecoterminologie en grondwaterregime. WLO-mededelingen 6:19-24.

Bijlage A Ruimtelijke effecten van een ruilverkaveling geïllustreerd aan de hand van ruilverkaveling 'Tielerwaard-west'

In het kader van oriënterend literatuuronderzoek in de overige, niet in hoofdstuk 3 behandelde landschapstypen zijn, voor het opsporen van veranderingen in de ruimtelijke relaties tussen ecosystemen, onder meer ook twee karteringen van de Tielerwaard-west met elkaar vergeleken. Het betreft hier karteringen uitgevoerd volgens de CABO-methode (cf. De Boer, 1956 en De Boer & De Gooijer, 1980) in 1954 (De Boer & De Gooijer, 1958) en 1980 (Den Held, 1980) in opdracht van de Landinrichtingsdienst, respectievelijk voor en na een ruilverkaveling, die in 1971 werd afgesloten.

Door Den Held is een sterke nivellering geconstateerd van de oorspronkelijke aanwezige variatie in vochttoestand en verzorgingstoestand (zie tabel A). Deze nivellering betekent echter tevens, dat van de

	1954	1984 *
<u>Verzorgingsklasse</u>		
goed	11,6	± 85
voldoende	30,3	± 15
matig	16,5	0
slecht	41,6	0
<u>Vochtklasse</u>		
zeer droog	3,3	0
droog	6,9	0
iets te droog	15,5	0
voldoende vochtig	43,8	± 95
vochtig	20,3	± 5
iets te nat	9,3	0
nat	0,7	0
zeer nat	0,2	0

Tabel A Oppervlak behorend tot een bepaalde verzorgings- en vocht-klasse in 1954 en 1980 (uitgedrukt in procenten), ontleend aan De Boer & De Gooijer (1958) en Den Held (1980)

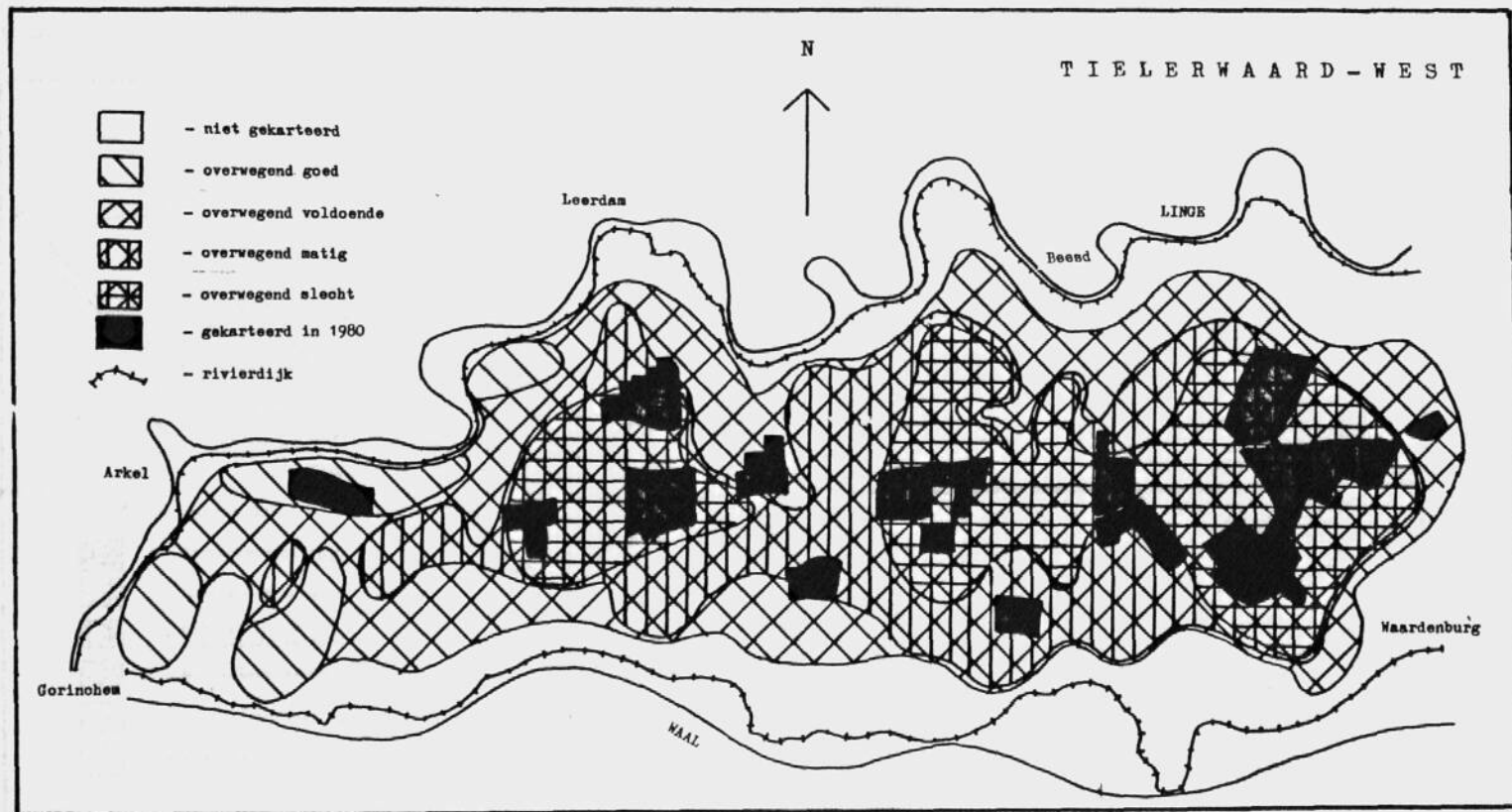
* De kartering in 1980 werd niet gebiedsbedekkend uitgevoerd, maar aan de hand van een representatieve steekproef, die ca. 15% van het totale oppervlak van het in 1954 gekarteerde gebied omvat.

oorspronkelijk aanwezige overgangen van droog naar nat, lopend van oost naar west, en van redelijk verzorgd naar matig verzorgd, lopend vanaf de oeverwallen langs de Waal en de Linge naar het centrum van de Tielerwaard-west, vermoedelijk niets meer is terug te vinden.

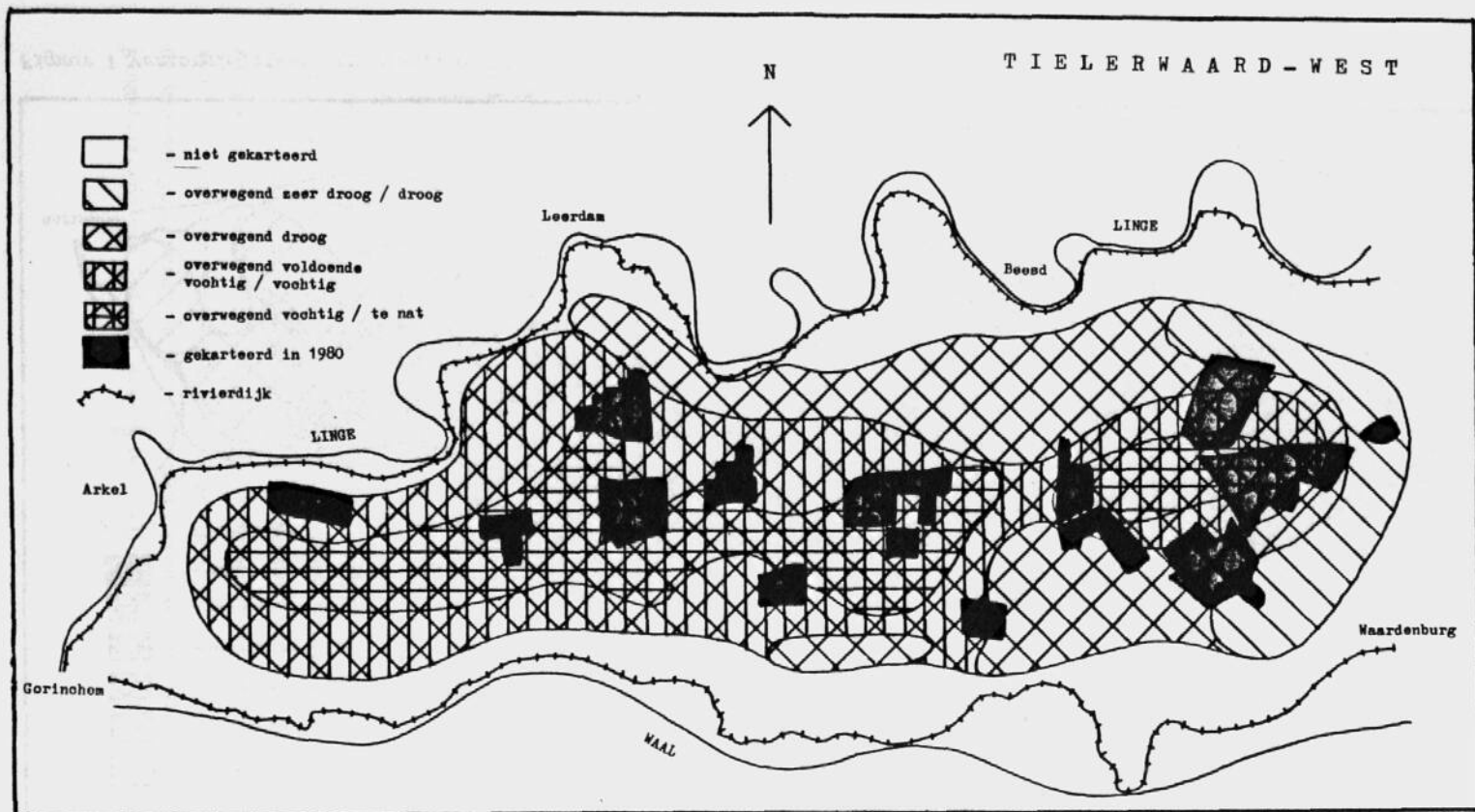
De geringe in 1980 nog overgebleven variatie manifesteert zich gelijkmatig in de verschillende in dat jaar gekarteerde steekproefterreinen en kan daarom niet opgevat worden als het restant van de oorspronkelijk aanwezige variatie in verzorgings- en vochttoestand in de Tielerwaard-west.

De van nature hogere ligging van de oostelijke delen van de waarden is in alle waarden in het overgangsgebied van Gelderland en Zuid-Holland terug te vinden. Door de bovendien hogere ligging van de oeverwallen, die daardoor en door een andere bodemsamenstelling droger zijn dan de aangrenzende gronden, reikten de droogte-indicerende vegetaties oorspronkelijk als een hoefijzer om de vocht-indicerende vegetaties in de komegebieden heen. In het meest westelijke deel van de Tielerwaard-west kwamen door de relatief veel lagere ligging alleen vochtindicerende vegetaties voor (cf. De Boer & De Gooijer, 1958 en figuur I).

De gradatie in de verzorgingstoestand van de graslanden, zoals die in de jaren vijftig nog aanwezig was, hield verband met de ligging ten opzichte van de boerderijen op de oeverwallen langs de rivieren. De dichtbij de boerderijen gelegen graslanden werden gebruikt als weiland, kregen regelmatig mest toegediend en hadden van nature door hun iets hogere ligging op of dichtbij de oeverwal een goede afwatering. De verder van de boerderijen afgelegen percelen - in het centrum van de waard - werden gebruikt als hooiland, ontvingen nauwelijks mest en hadden van nature door hun lage ligging een slechte afwatering. Hieruit resulteerde een patroon van concentrische ringen, waarvan naarmate men het centrum naderde de verzorgingstoestand van de vegetatie afnam. Aangezien het westelijk deel van de Tielerwaard-west verhoudingsgewijs smal is, lagen de meer centraal gelegen percelen nog steeds dichtbij de boerderijen, zodat de bereikbaarheid goed was en daarmee de verzorgingstoestand ook (cf. De Boer & De Gooijer, 1958 en figuur II).



Figuur I Verzorgingstoestand grasland 1954 (schaal 1:85.000)



Figuur II Vochttoestand grasland 1954 (schaal 1:85.000)

Hoewel aan de ontwerpers en uitvoerders van de ruilverkaveling een compliment gemaakt kan worden voor het resultaat van hun werk, gezien vanuit landbouwkundig oogpunt, moet de conclusie, gezien vanuit natuurbehoudsoogpunt niet alleen luiden, dat er een vrijwel volledige nivellering van de variatie in de vegetatie is opgetreden, maar dat ook de ruimtelijke verbanden - ontstaan door variatie in abiotische omstandigheden en menselijke beïnvloeding - binnen de Tielerwaard-west vermoedelijk vrijwel geheel zijn verdwenen.

Literatuur

- Boer, Th.A. de (1956). Globale graslandvegetatiekartering van Nederland. Versl. van Landbouwk. Onderz. 625. 69 p.
- Boer, Th.A. de & H.H. de Gooijer (1958). Een graslandkartering van de Tielerwaard-west. Mededeling 8, Proefstation Akker- en Weidebouw, Wageningen. 32 p. + 2 krtn.
- Boer, Th.A. de & H.H. de Gooijer (1980). Kartering van korte vegetaties van het cultuurlandschap. Karteringsverslag 185. Centrum voor Agro-Biologisch Onderzoek, Wageningen. 27 p. + 4 bijl.
- Held, J. den, (1980). Een vegetatiekartering in de ruilverkavelingsblokken Tielerwaard-west en Arkemheen. Heidemij, Arnhem. 28 p. + 4 bijl. en 6 krtn.

Kaartbijlagen

* Basisontwikkelingen

(Figuur A) De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995 (= film te gebruiken als overlay).

* 1^e orde milieu-effecten:

Figuur B1 Uitgraven/vergraven.
Figuur B2 Verharden/bebouwen.
Figuur B3 Grondwaterstandsverandering
Figuur B4 Oogsten/bemesten
Figuur B5 Verstoren
Figuur B6 Versnipperen

* 2^e orde milieu-effecten

- beïnvloeding ruimtelijke diversiteit:

Figuur C1a De macrogradiënten
Figuur C1b De microgradiënten
Figuur C1c Het reliëf
Figuur C1d De vegetatiestructuur

- beïnvloeding abiotische huishoudingen:

Figuur C2a De aardhuishouding
Figuur C2b De waterhuishouding
Figuur C2c De bodemhuishouding
Figuur C2d De stofhuishoudingen

- beïnvloeding opbouw levensgemeenschap:

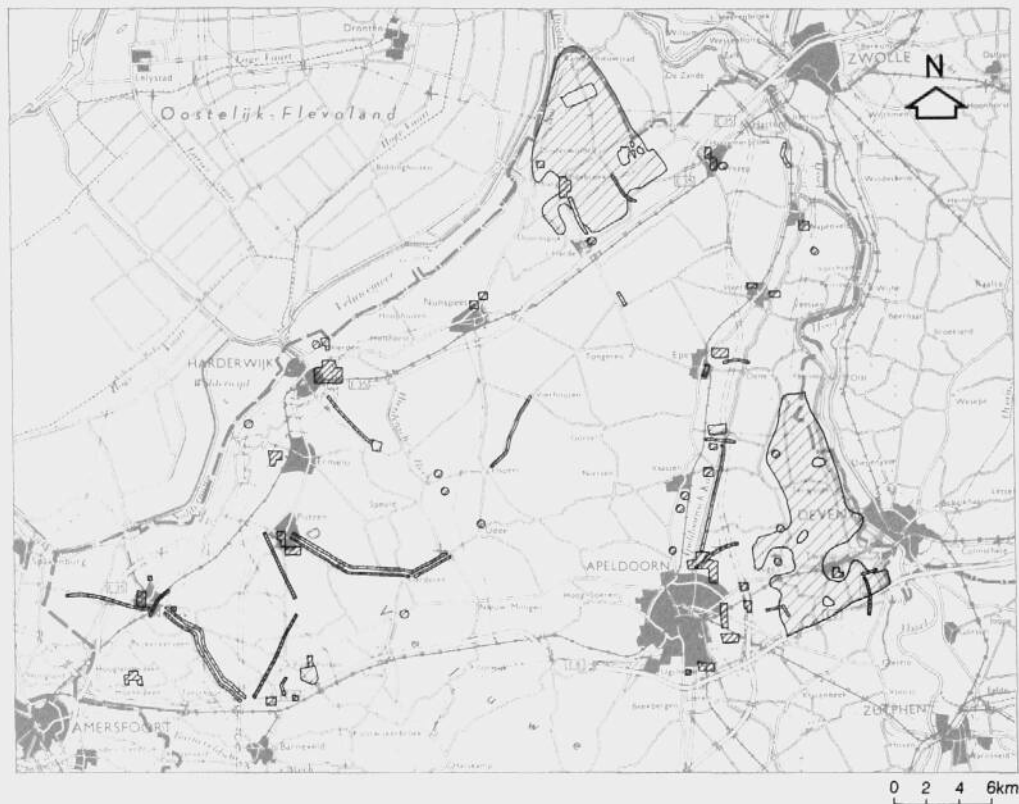
Figuur C3a De producenten
Figuur C3b De herbivoren
Figuur C3c De carnivoren I
Figuur C3d De carnivoren II

- beïnvloeding wijze van functioneren ecosysteem t.o.v. omgeving:

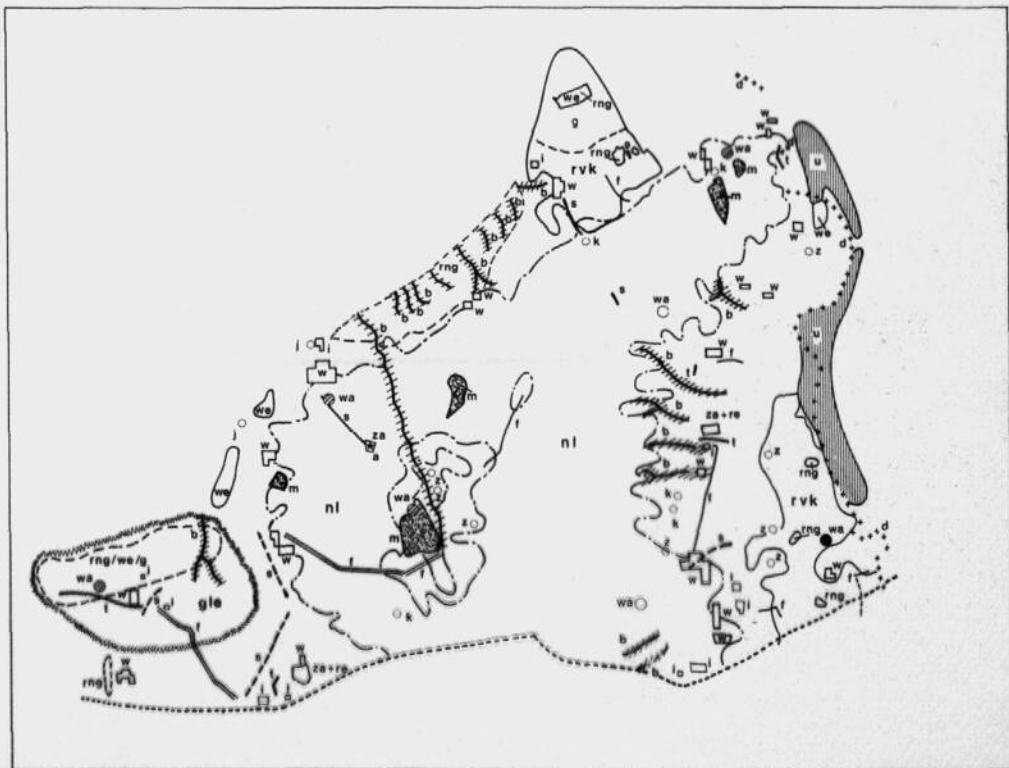
Figuur C4a De voeding en de lozing
Figuur C4b De retentie en de resistentie

Fig. B2. 1e orde effect: verharden/ bebouwen.

-  zwak
-  matig
-  sterk
-  zeer sterk

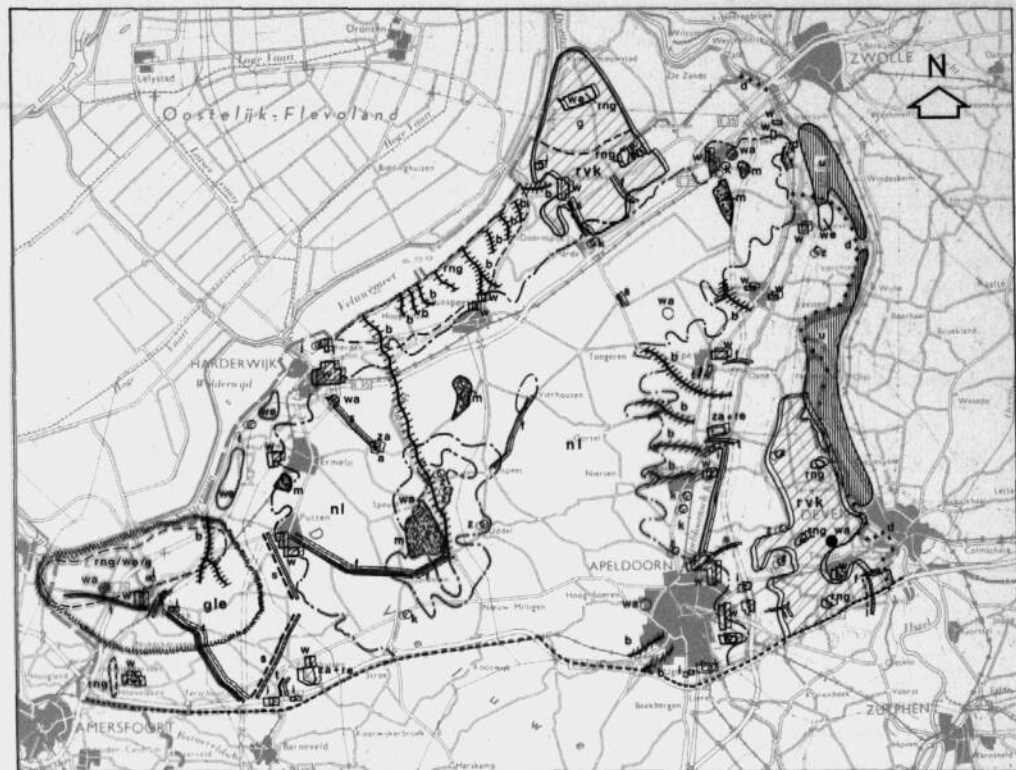
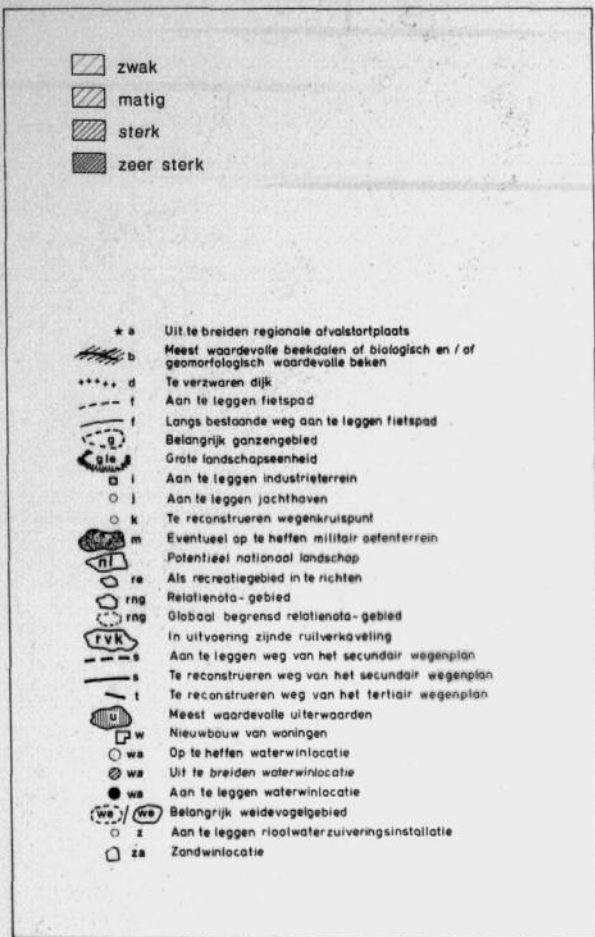


- * a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
- d Te verzwaren dijk
- f Aan te leggen fietspad
- f Langs bestaande weg aan te leggen fietspad
- g Belangrijk ganzengebied
- gle Grote landschapseenheid
- i Aan te leggen industrieterrein
- j Aan te leggen jachthoven
- k Te reconstrueren wegenkruispunt
- m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- m Potentieel nationaal landschap
- re Als recreatiegebied in te richten
- rng Relatienota- gebied
- rng Globaal begrensde relatienota-gebied
- rvk In uitvoering zijnde ruilverkaveling
- rvk Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- s Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
- t Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- u Meest waardevolle uiterwaarden
- w Nieuwbouw van woningen
- wa Op te heffen waterwinlocatie
- wa Uit te breiden waterwinlocatie
- wa Aan te leggen waterwinlocatie
- wa Belangrijk weidevogelgebied
- z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- za Zandwinlocatie



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

Fig. B2. 1e orde effect: verharden/ bebouwen.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

Fig. B1. 1e orde effect: uitgraven/vergraven.

-  zwak
-  matig
-  sterk
-  zeer sterk

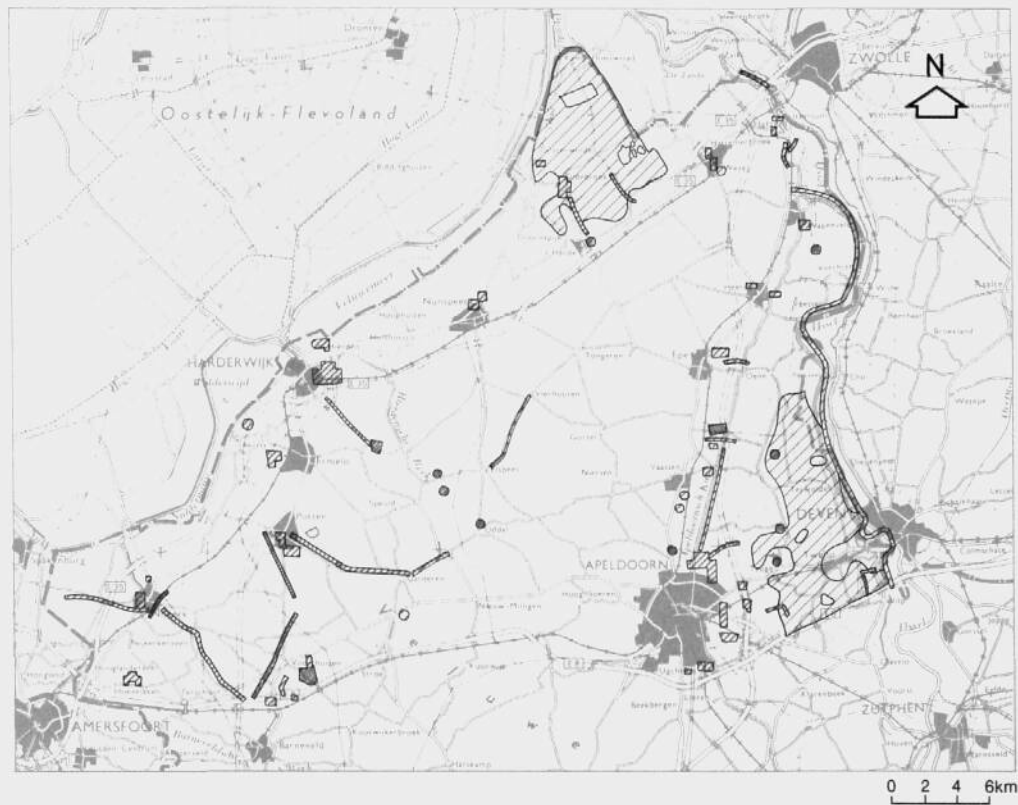
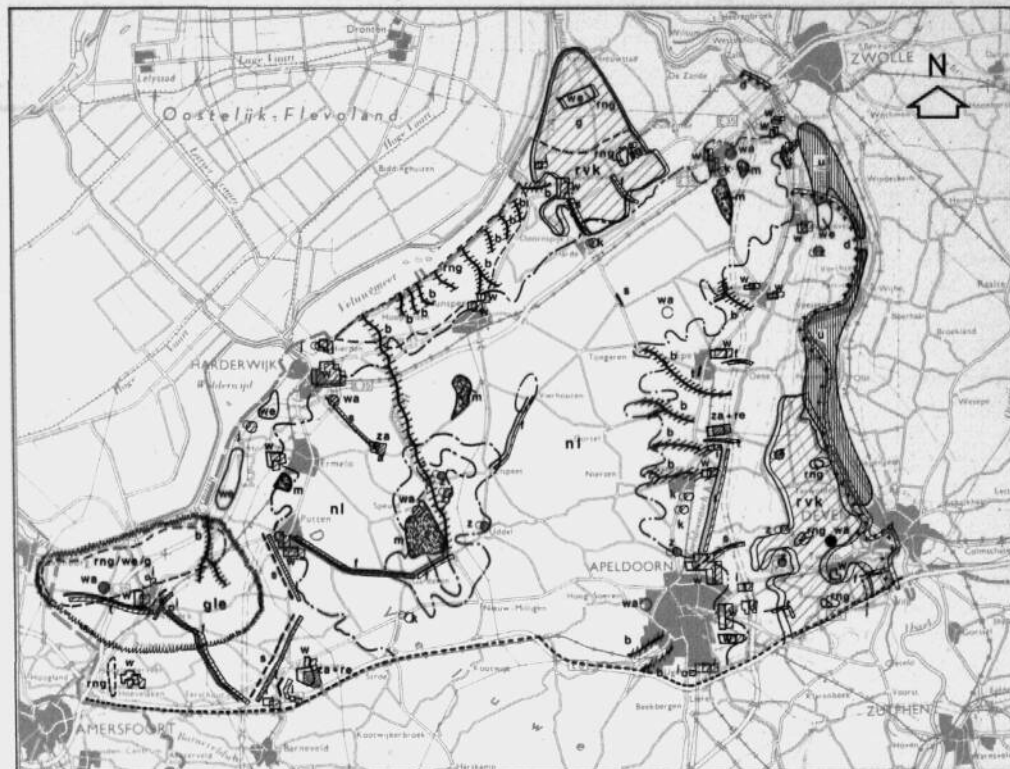


Fig. B1. 1e orde effect: uitgraven/vergraven.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

-  zwak
-  matig
-  sterk
-  zeer sterk

- * a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
- d Te verzwaren dijk
- f Aan te leggen fietspad
- f Langs bestaande weg aan te leggen fietspad
- f Belangrijk ganzengebied
- gle Grote landschapsoneid
- i Aan te leggen industrieterrein
- j Aan te leggen jachthaven
- k Te reconstrueren wegenkruispunt
- m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- re Potentieel nationaal landschap
- re Als recreatiegebied in te richten
- rng Relatienota- gebied
- rng Globaal begrensde relatienota- gebied
- rvg In uitvoering zijnde ruilverkaveling
- s Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- t Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- u Meest waardevolle uiterwaarden
- w Nieuwbouw van woningen
- wa Op te heffen waterinlocatie
- wa Uit te breiden waterinlocatie
- wa Aan te leggen waterinlocatie
- we Belangrijk weidevegebied
- z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- za Zandwinlocatie

0 2 4 6 km

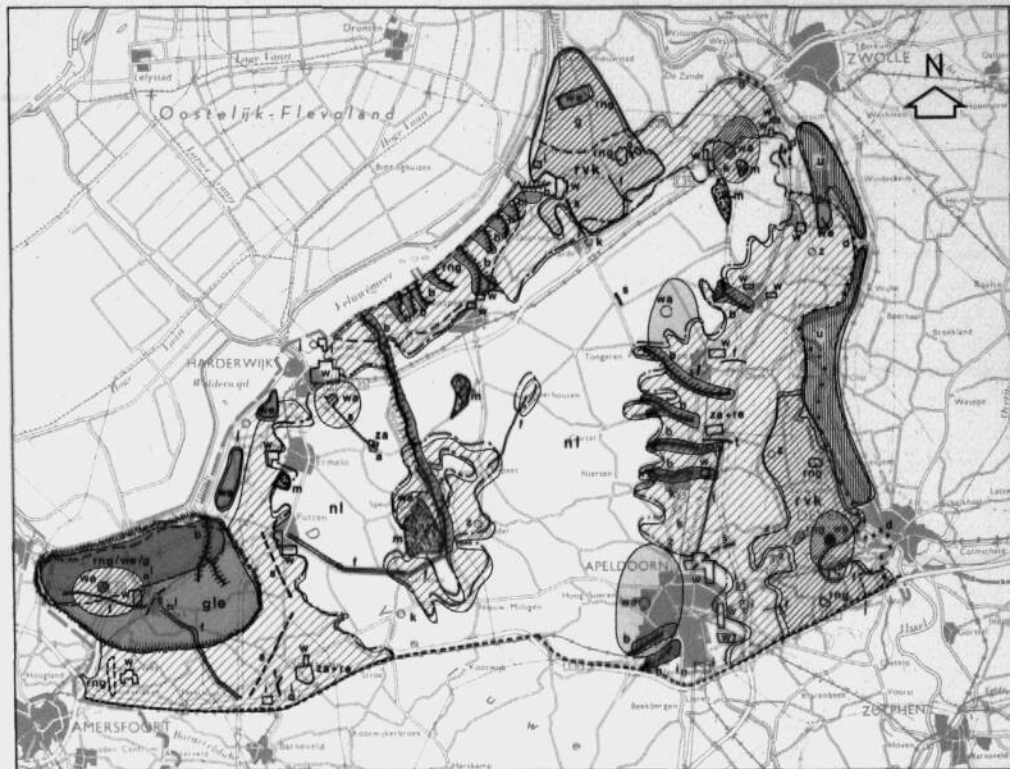
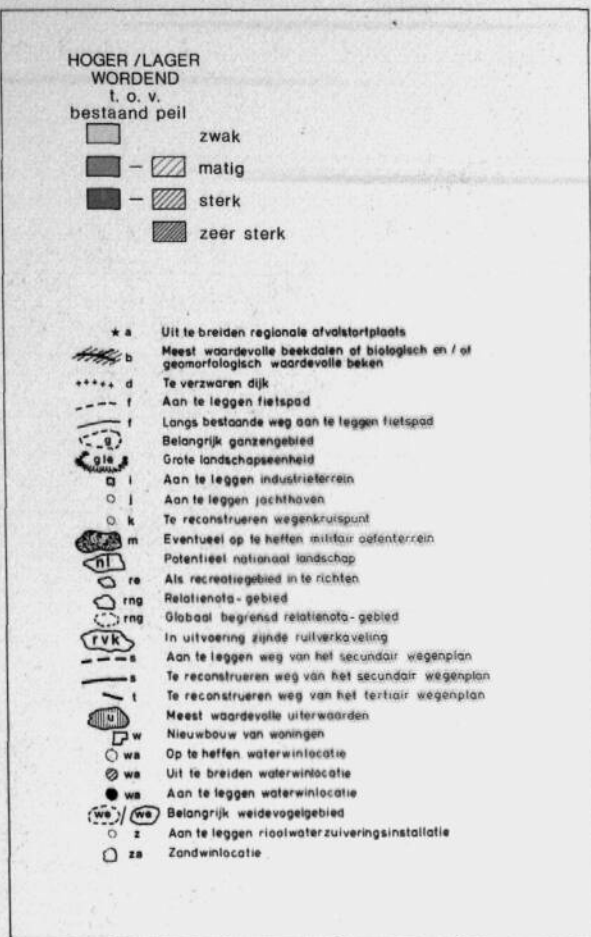
Fig. B3. 1e orde effect: grondwaterstandsverandering.

HOGER /LAGER
WORDEND
t. o. v.
bestaand peil

	zwak
 - 	matig
 - 	sterk
	zeer sterk



Fig. B3. 1e orde effect: grondwaterstandsverandering.



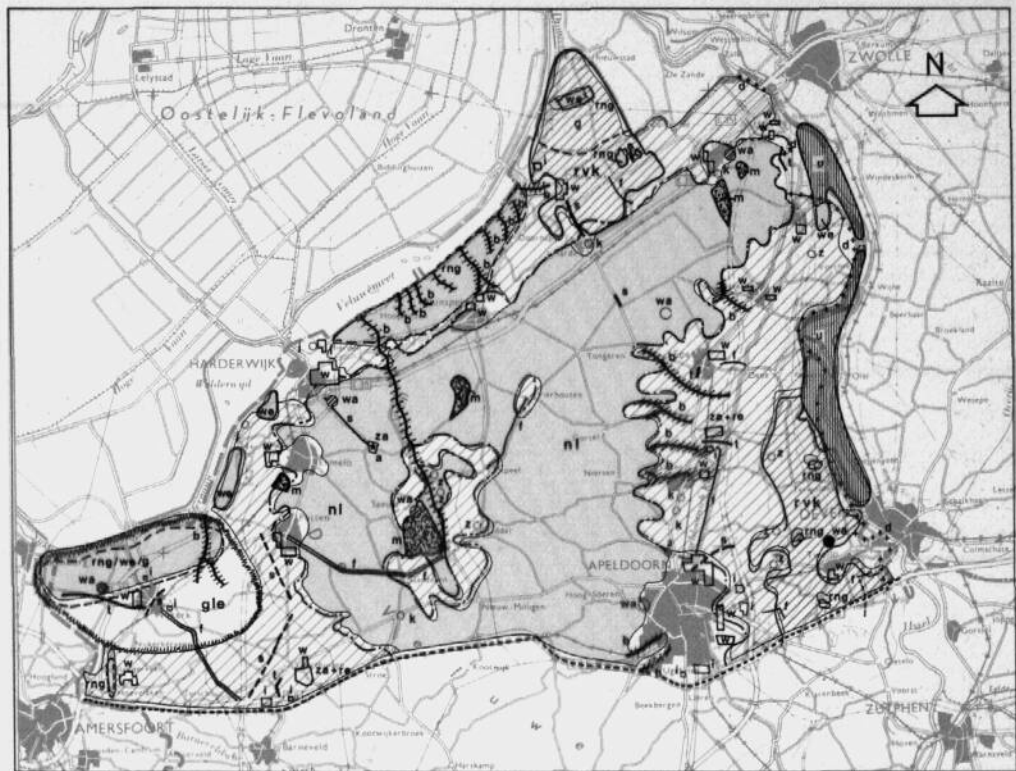
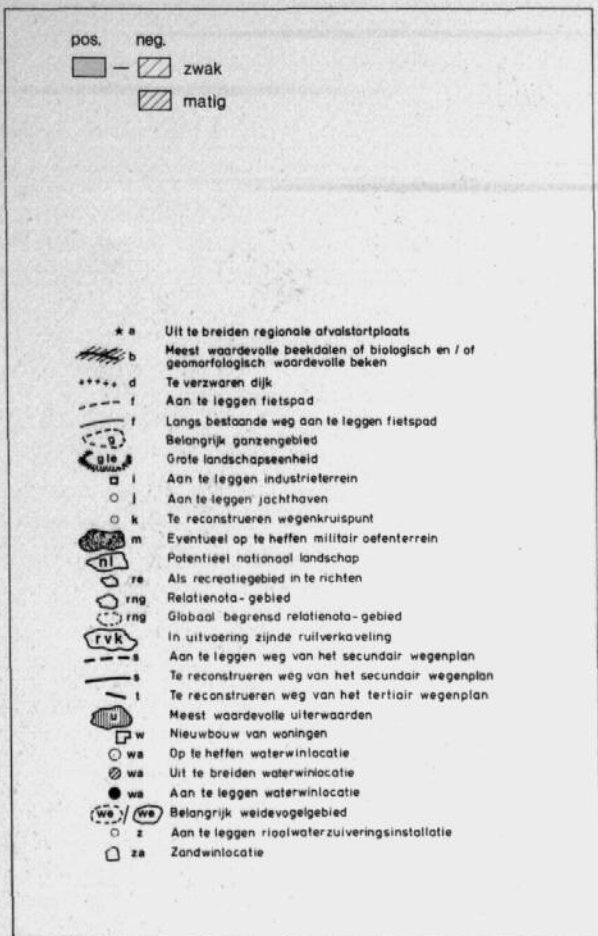
De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km

Fig. B4. 1e orde effect: oogsten/bemesten.

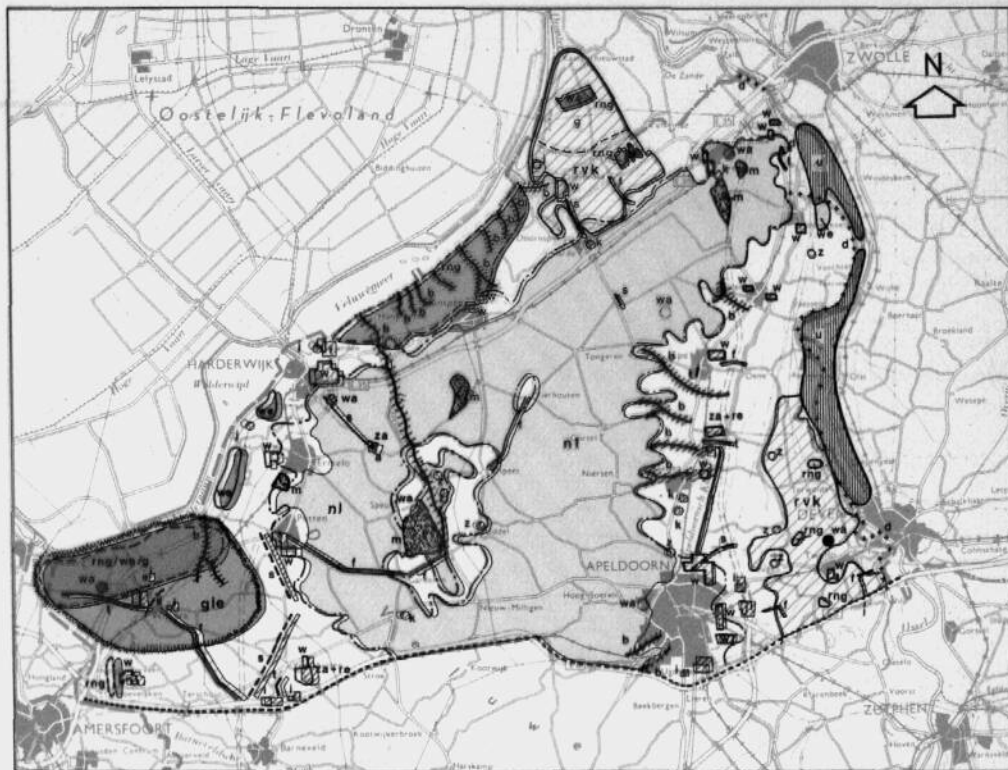
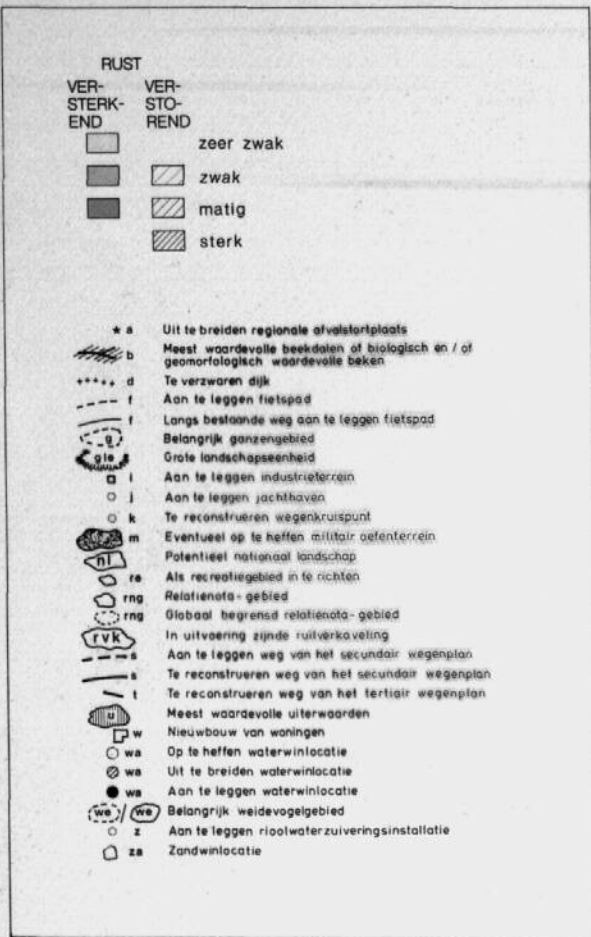


Fig. B4. 1e orde effect: oogsten/bemesten.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

Fig. B5. 1e orde effect: verstoren.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km

Fig. B6. 1e orde effect: versnipperen.

-  matig
-  sterk
-  zeer sterk

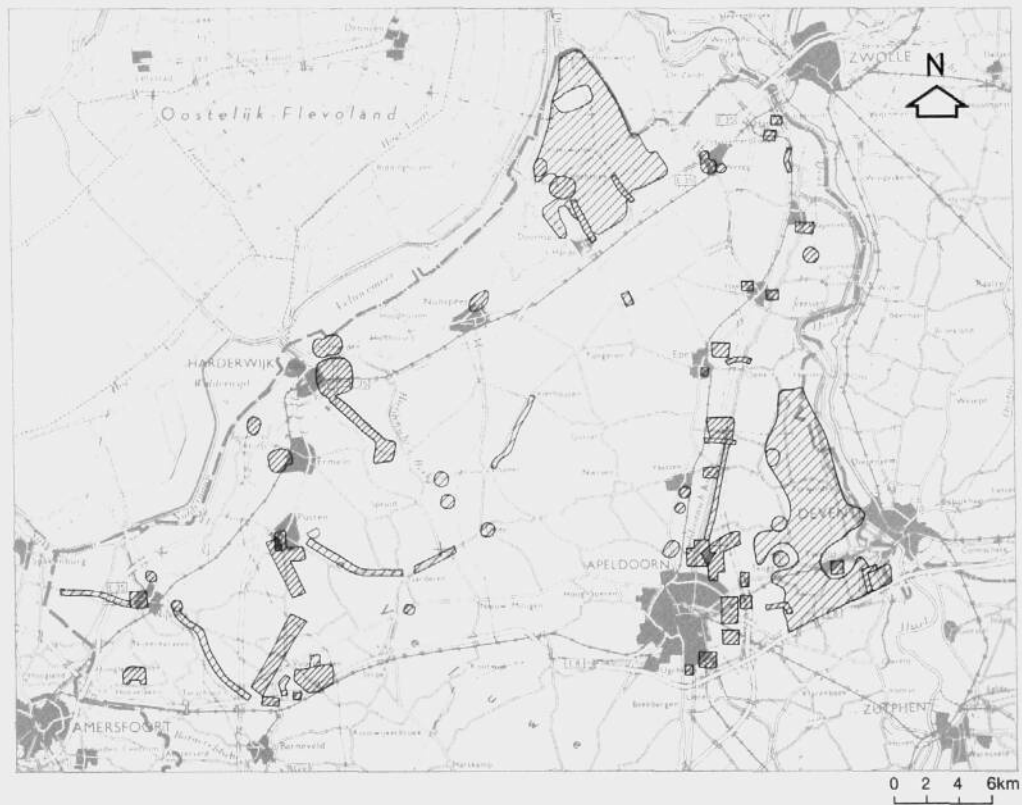



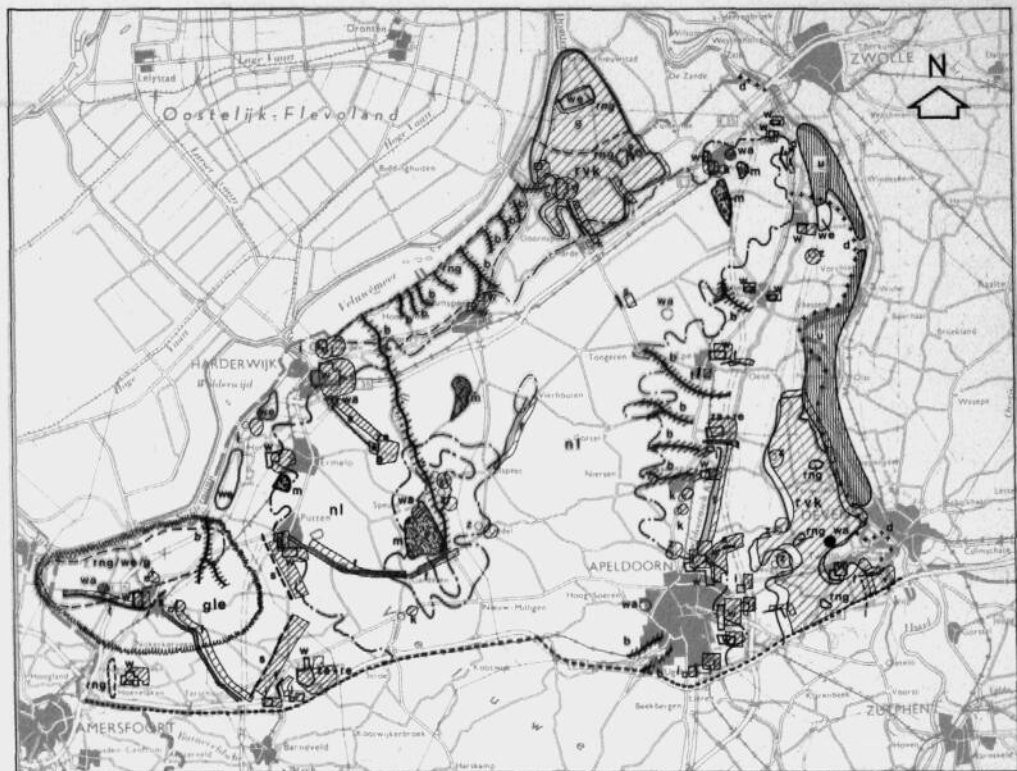


Fig. B6. 1e orde effect: versnipperen.

-  matig
-  sterk
-  zeer sterk

- * s Uit te breiden regionale afvalstortplaats
-  b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
-  d Te verzwaren dijk
-  f Aan te leggen fietspad
-  f Langs bestaande weg aan te leggen fietspad
-  f Belangrijk ganzengebied
-  f Grote landschapseenheid
-  i Aan te leggen industrieterrein
-  i Aan te leggen jachthaven
-  k Te reconstrueren wegenkruispunt
-  m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
-  n Potentieel nationaal landschap
-  re Als recreatiegebied in te richten
-  rng Relatienota- gebied
-  rng Globaal begrensd relatienota- gebied
-  rvk In uitvoering zijnde ruilverkaveling
-  s Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
-  t Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
-  t Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
-  u Meest waardevolle uiterwaarden
-  w Nieuwbouw van woningen
-  wa Op te heffen waterwinlocatie
-  wa Uit te breiden waterwinlocatie
-  wa Aan te leggen waterwinlocatie
-  wa Belangrijk weidevogelgebied
-  z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
-  za Zandwinlocatie



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

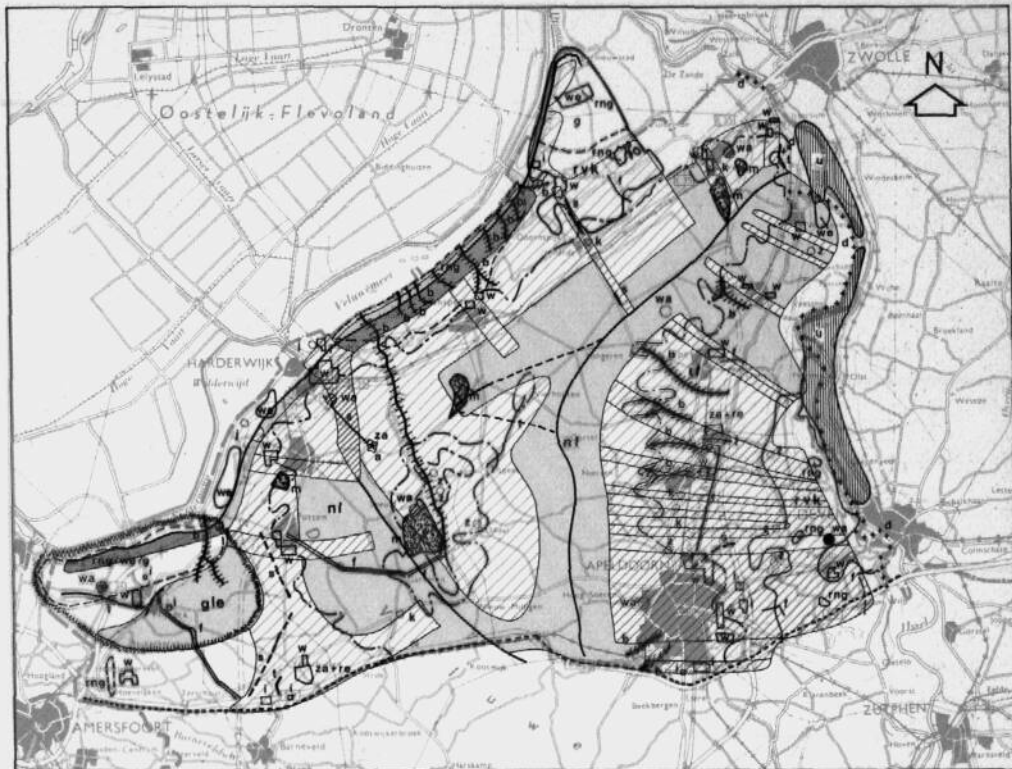
Fig. C1a 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: de macrogradiënten.



Fig. C1a 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: de macrogradiënten.

- | | |
|------|------|
| pos. | neg. |
| ■ | ▨ |
| ■ | ▨ |
| ■ | ▨ |
- zeer zeer zwak
zeer zwak
zwak

- * a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beskadelen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
- c Te verzwaren dijk
- d Aan te leggen fietspad
- e Belangrijk ganzengebied
- f Grote landschapseenheid
- g Aan te leggen industrieterrein
- h Aan te leggen jachthaven
- i Te reconstrueren wegenkruispunt
- j Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- k Potentieel nationaal landschap
- l Als recreatiegebied in te richten
- m Relatienota- gebied
- n Globaal begrensd relatienota- gebied
- o In uitvoering zijnde ruitverkaveling
- p Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- q Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
- r Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- s Meest waardevolle uiterwaarden
- t Nieuwbouw van woningen
- u wa Op te heffen waterwinlocatie
- v wa Uit te breiden waterwinlocatie
- w wa Aan te leggen waterwinlocatie
- x wa / we Belangrijk weidevogelgebied
- y z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- z z Zandwinlocatie



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6 km

Fig. C1b. 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: de microgradiënten.

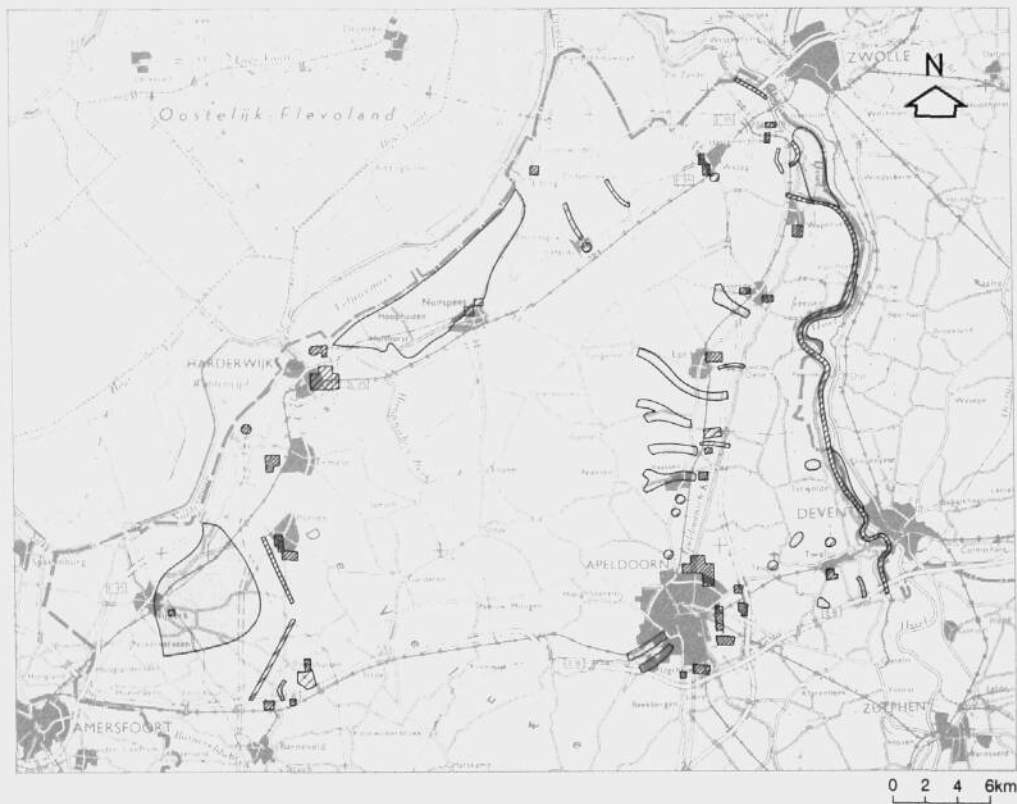
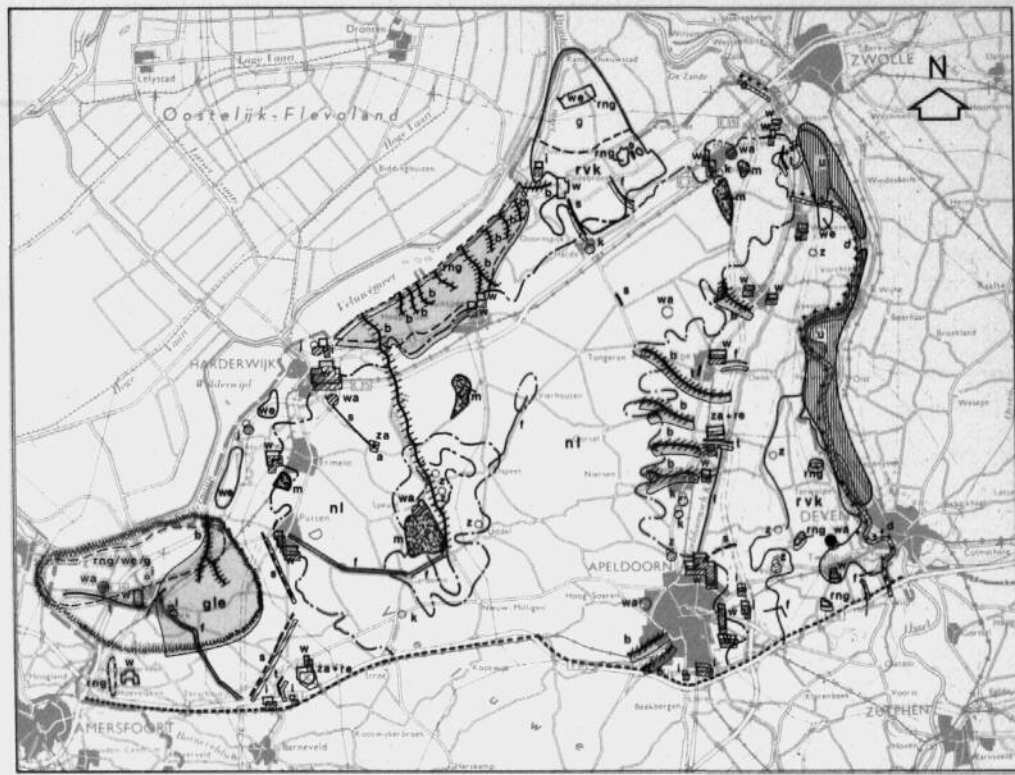
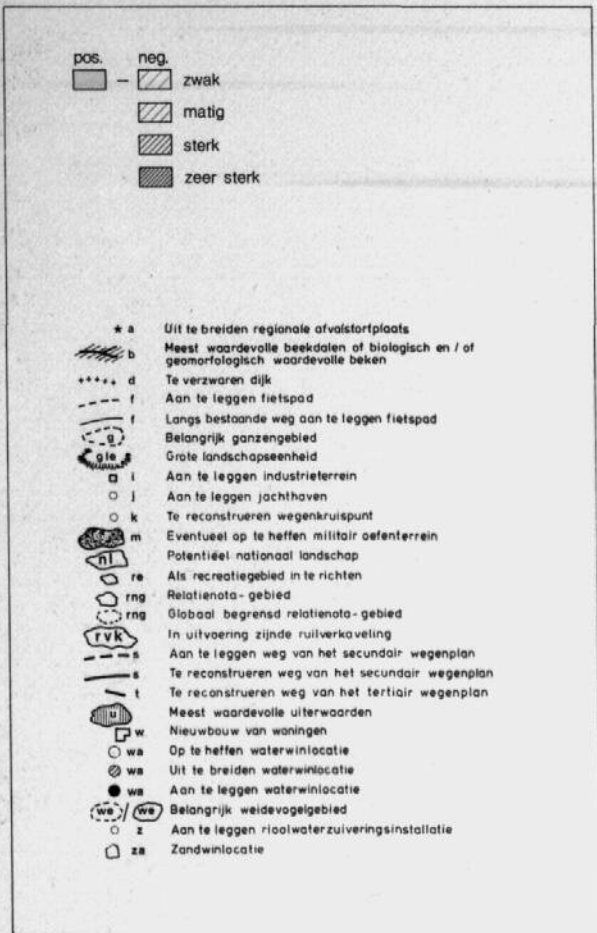


Fig. C1b. 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: de microgradiënten.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

Fig. C1c. 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: het reliëf.

neg.
zwak
sterk

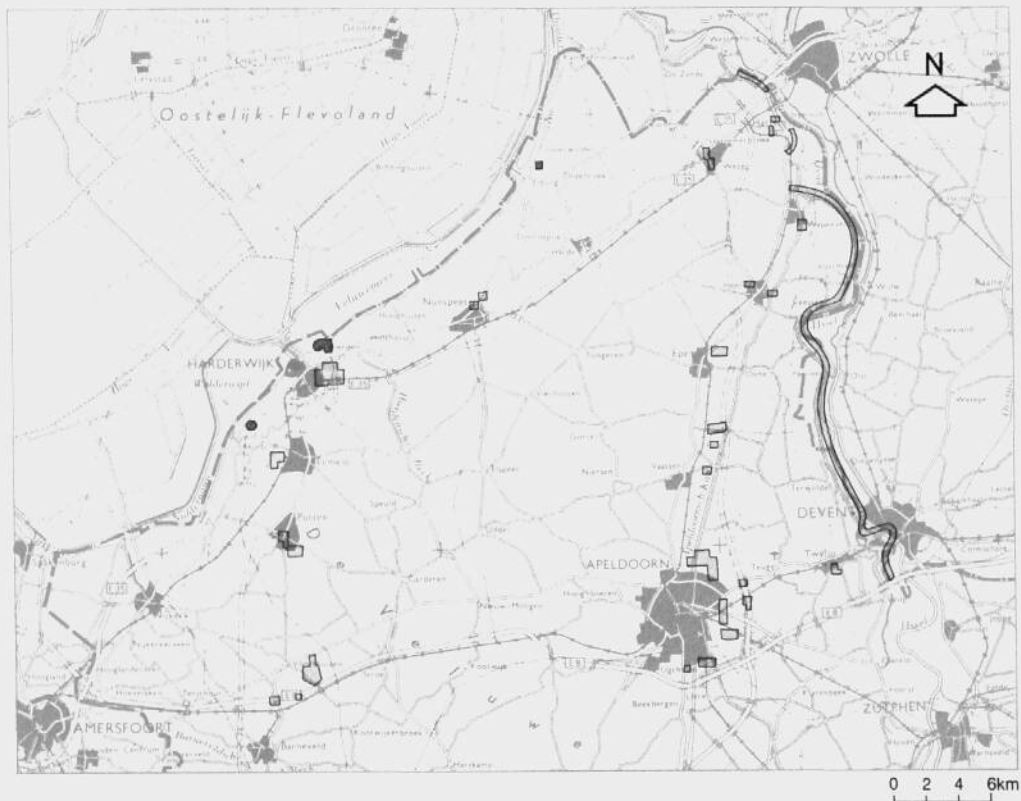
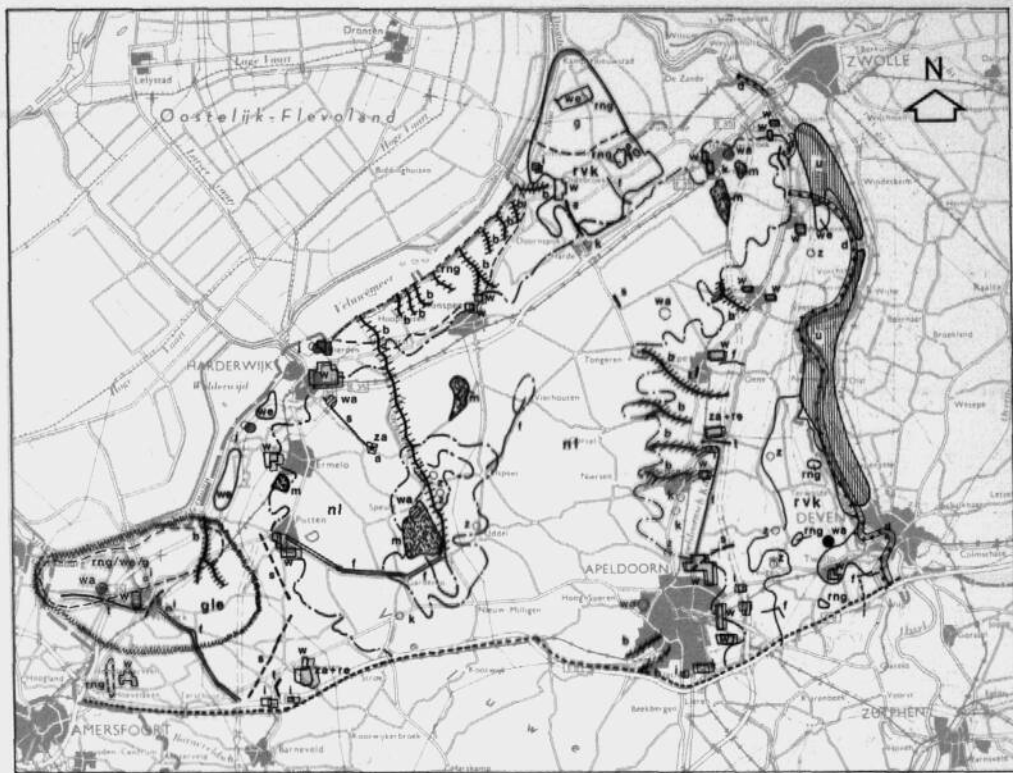
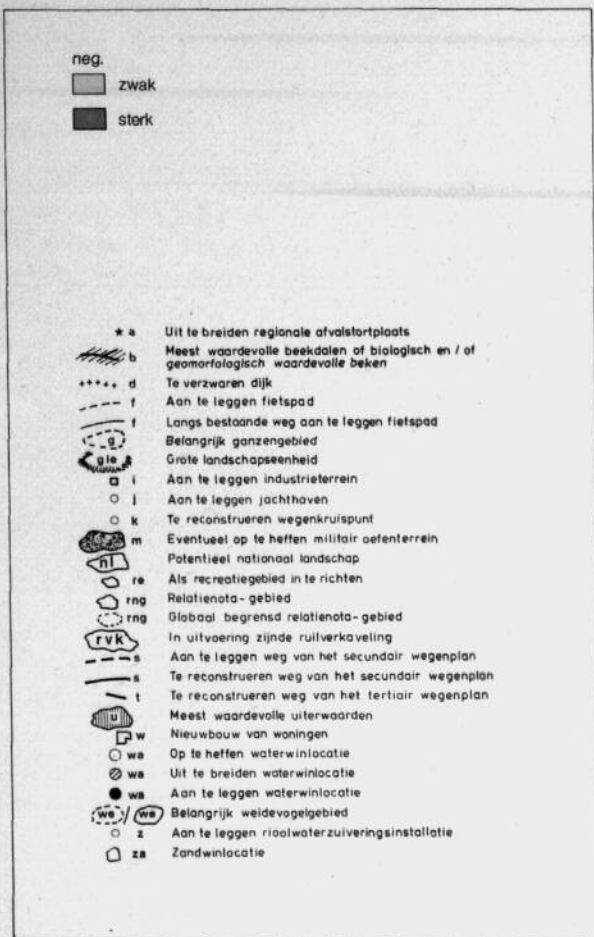


Fig. C1c. 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: het reliëf.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km

Fig. C1d. 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: de vegetatiestructuur.

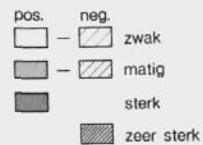
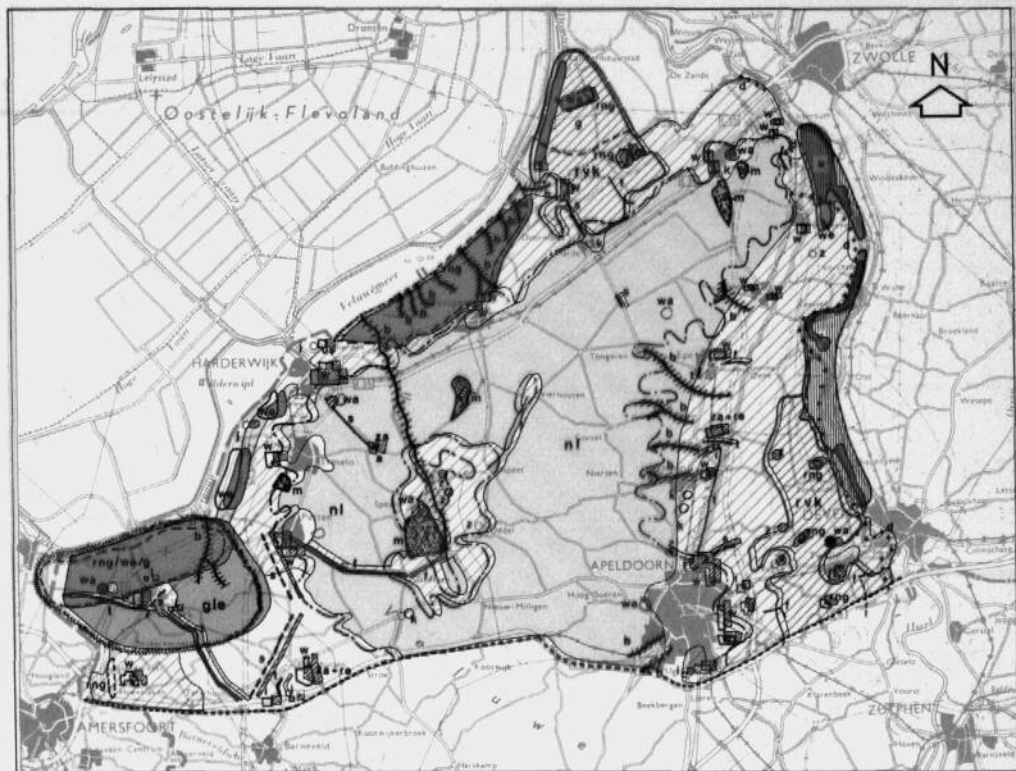
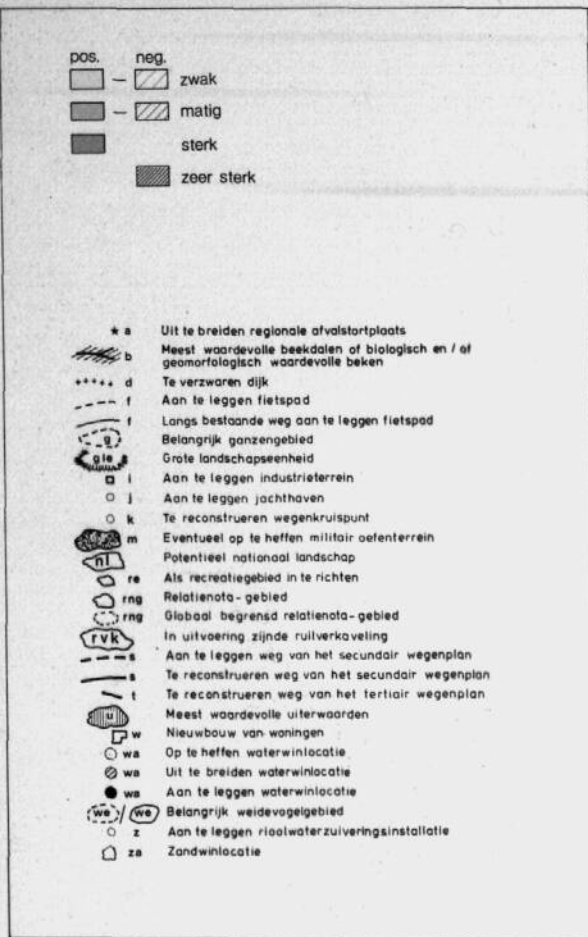


Fig. C1d. 2e orde effect beïnvloeding ruimtelijke diversiteit: de vegetatiestructuur.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km

Fig. C2a. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen:
de aardhuishouding.

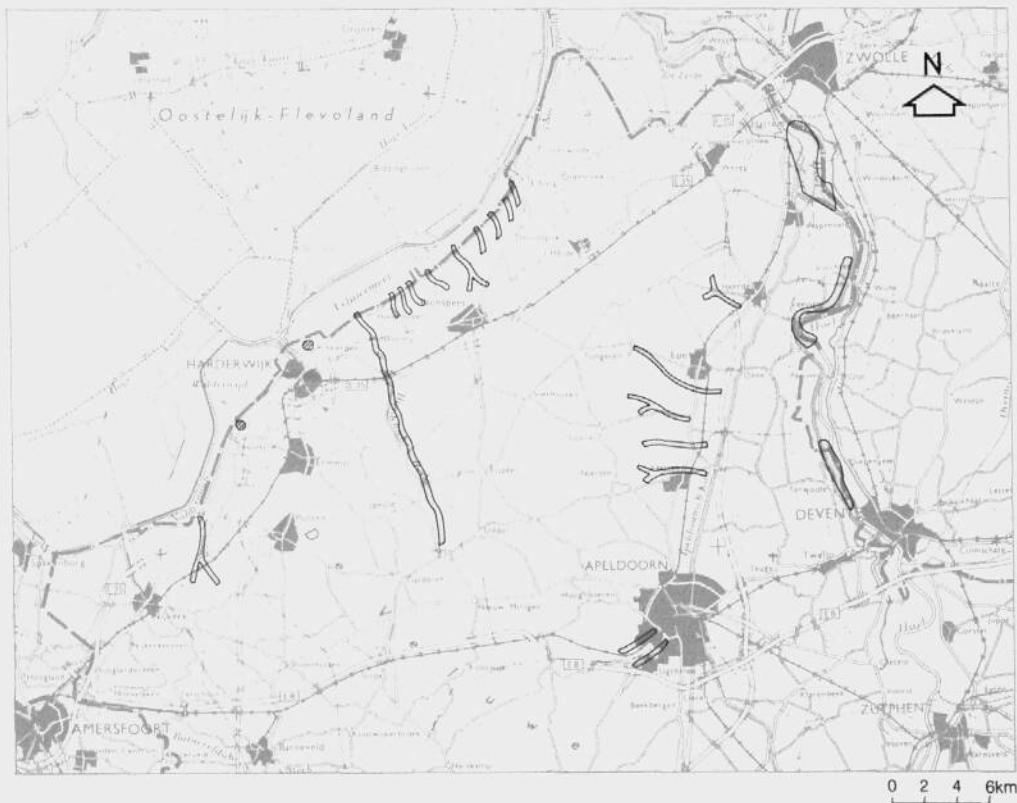
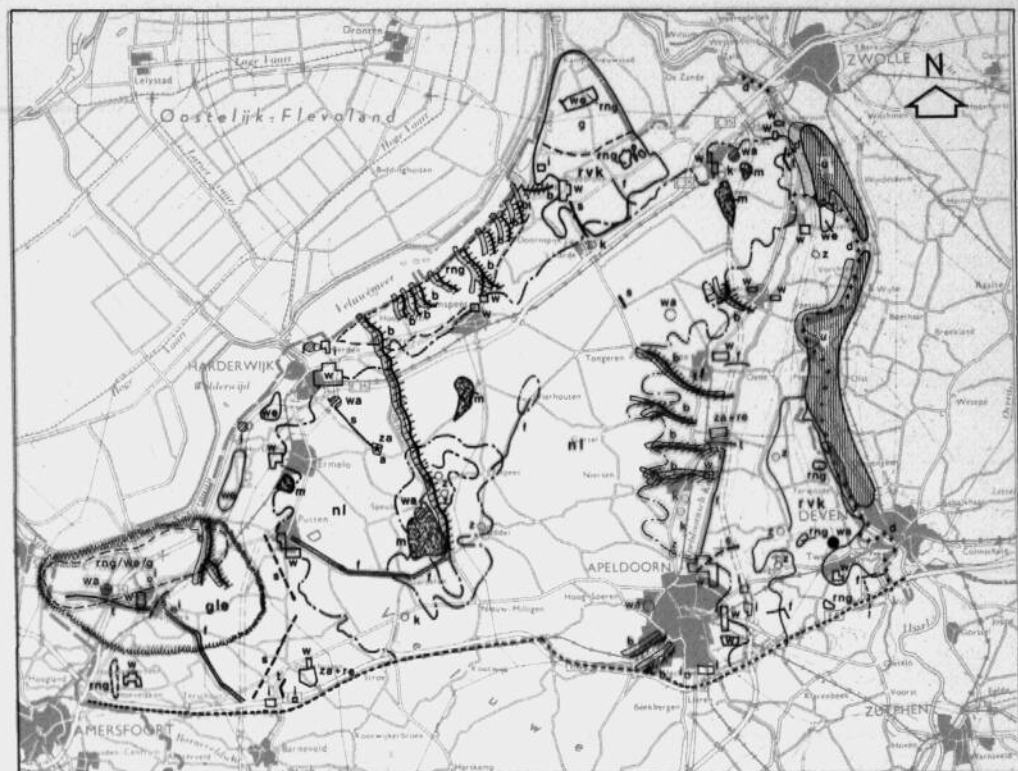
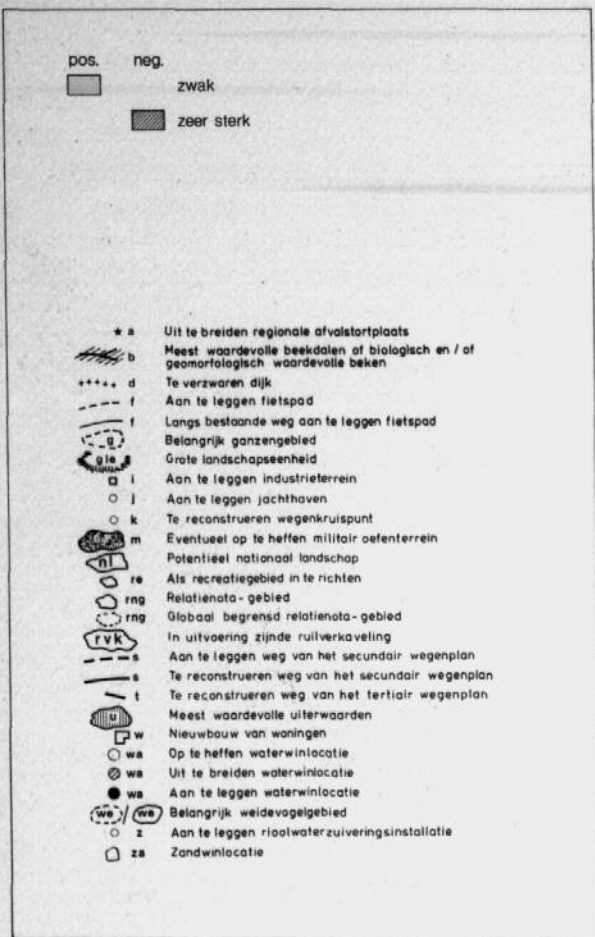


Fig. C2a. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen: de aardhuishouding.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

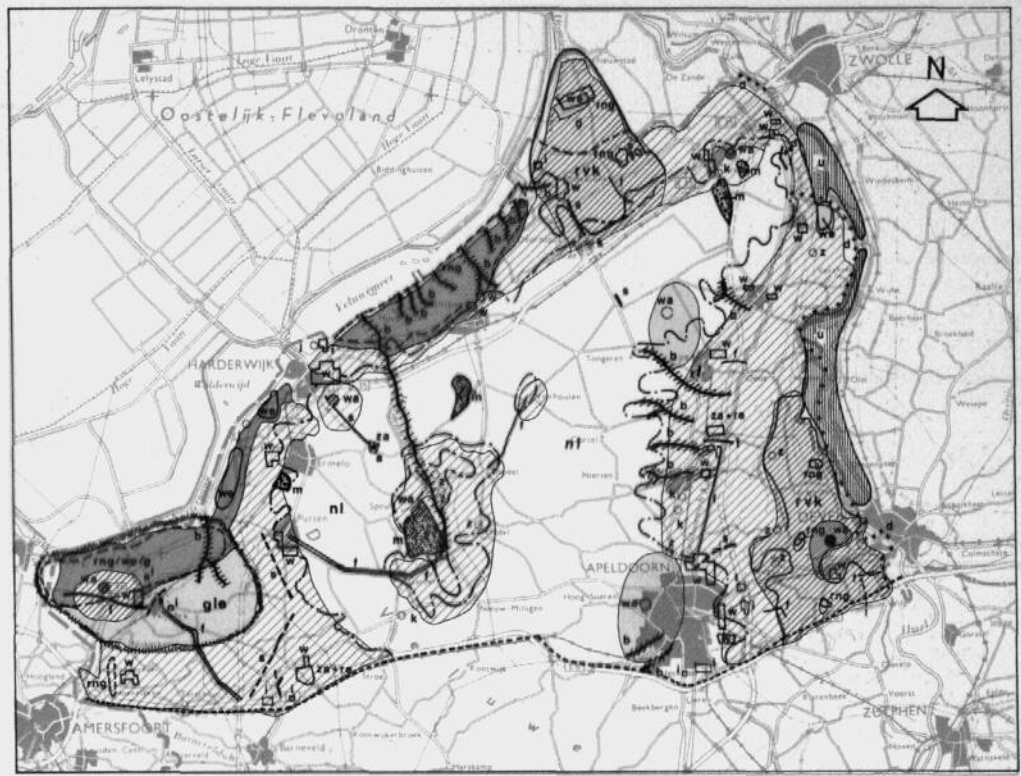
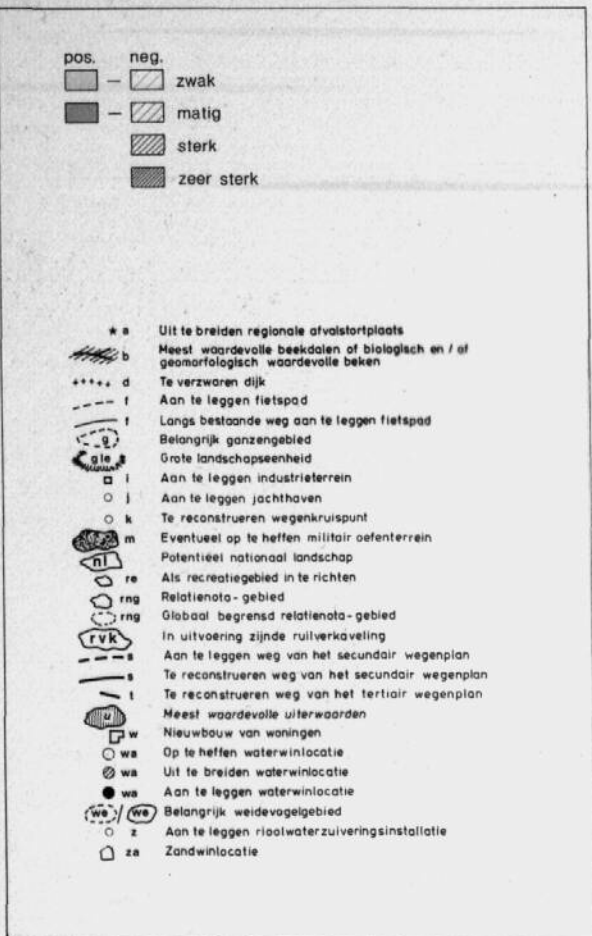
0 2 4 6km

Fig. C2b. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen:
de waterhuishouding.



0 2 4 6km

Fig. C2b. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen: de waterhuishouding.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

Fig. C2c. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen:
de bodemuishouding.

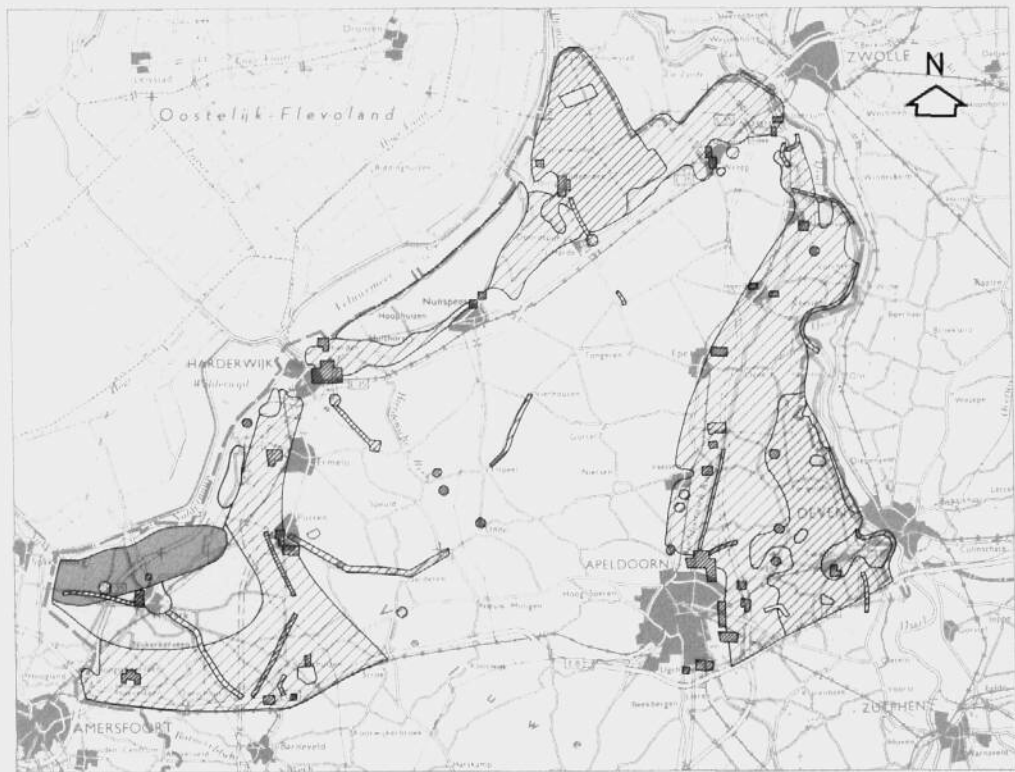
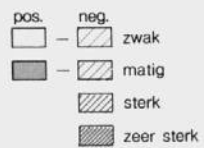
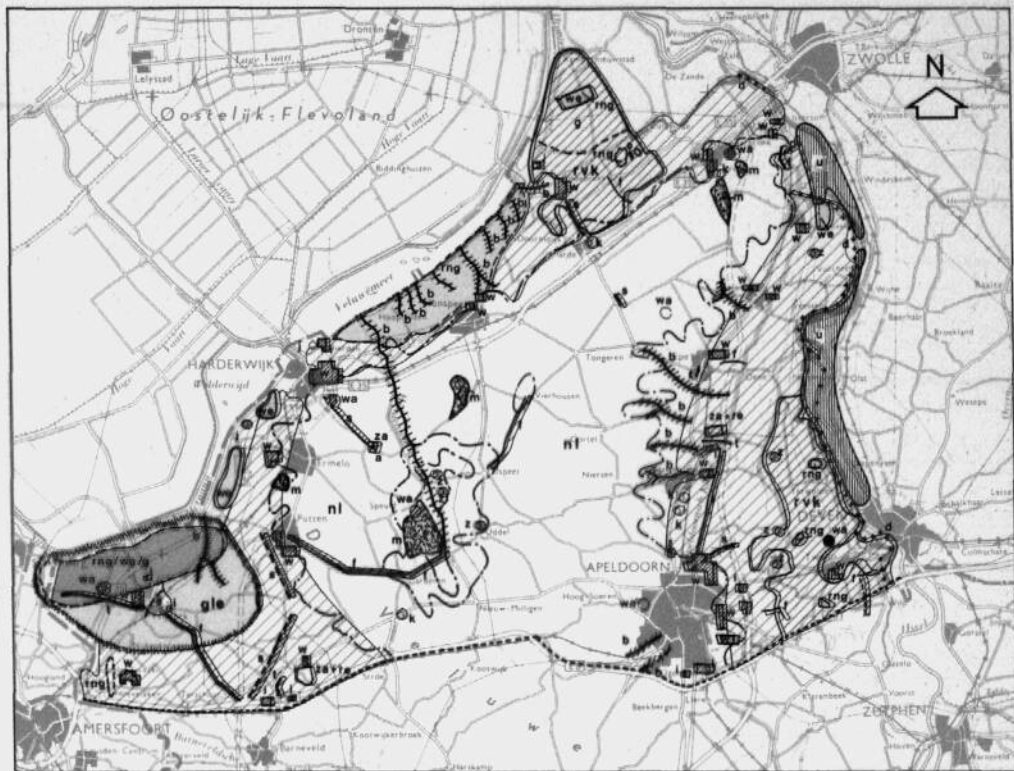
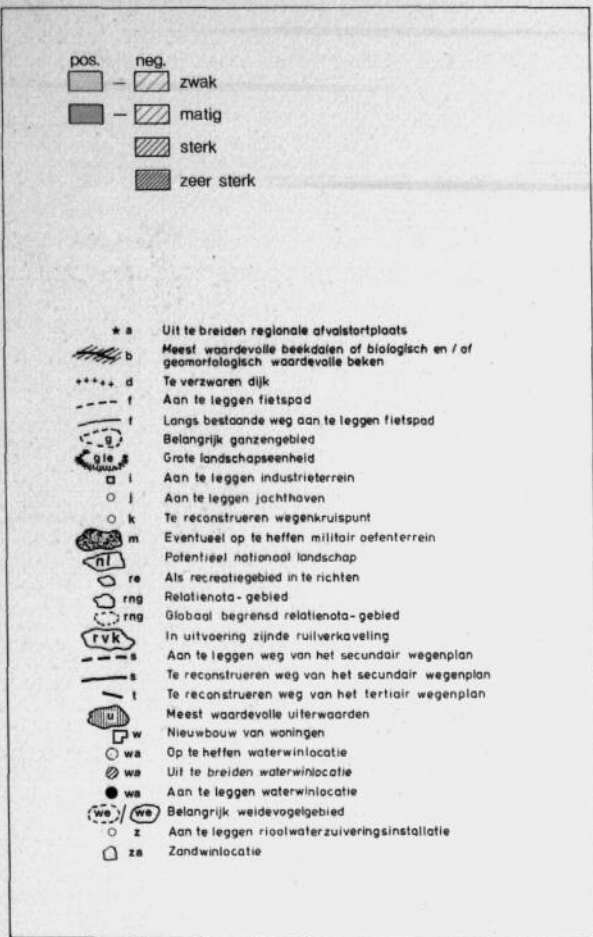


Fig. C2c. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen: de bodemuishouding.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km

Fig. C2d. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen:
de stofhuishoudingen.

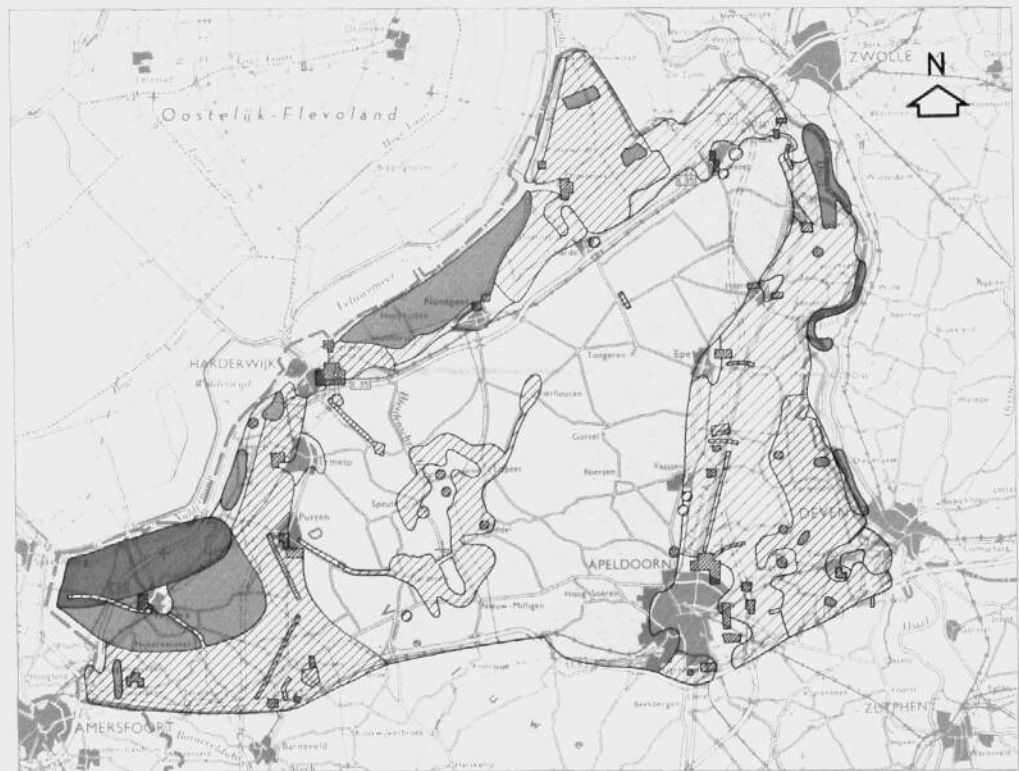
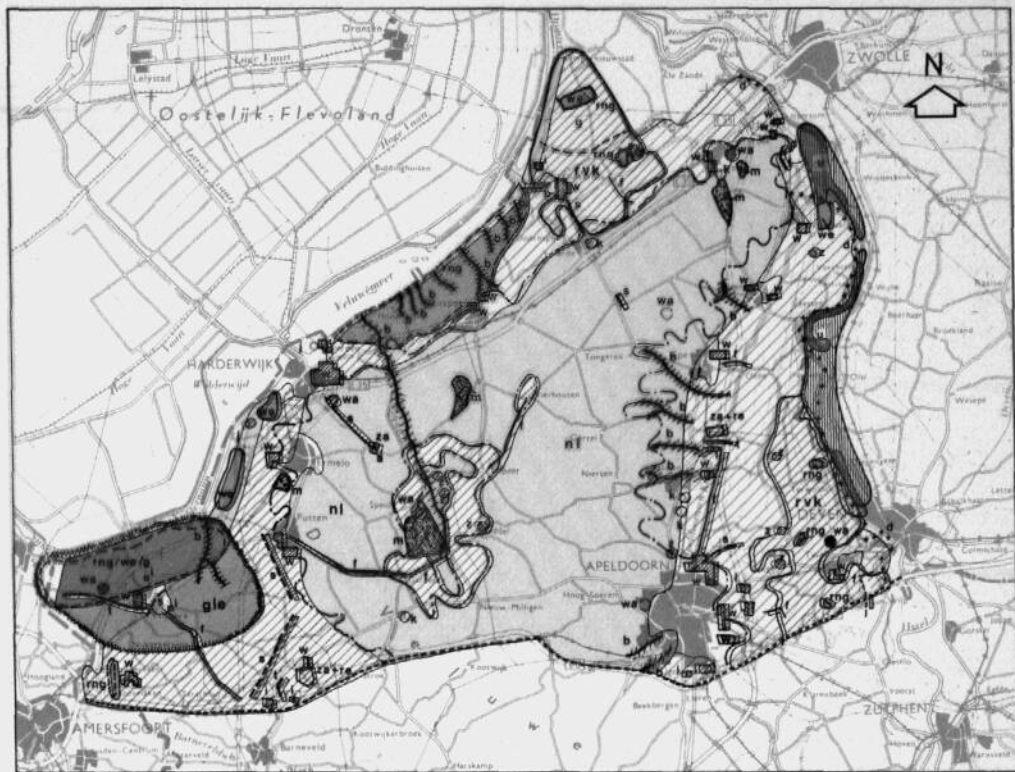


Fig. C2d. 2e orde effect beïnvloeding abiotische huishoudingen: de stoffhuishoudingen.



- * a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
- d Te verzwaren dijk
- f Aan te leggen fietspad
- f Langs bestaande weg aan te leggen fietspad
- f Belangrijk ganzengebied
- f Grote landschapseenheid
- i Aan te leggen industrieterrein
- j Aan te leggen jachthaven
- k Te reconstrueren wegenkruispunt
- m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- n Potentieel nationaal landschap
- re Als recreatiegebied in te richten
- rng Relatiënata-gebied
- rng Globaal begrensd relatiënata-gebied
- rvk In uitvoering zijnde ruilverkaveling
- s Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- s Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
- s Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- u Meest waardevolle uiterwaarden
- w Nieuwbouw van woningen
- wa Op te heffen waterwinlocatie
- wa Uit te breiden waterwinlocatie
- wa Aan te leggen waterwinlocatie
- wa Belangrijk weidevogelgebied
- z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- za Zandwinlocatie



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km

Fig. C3a. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de producenten.

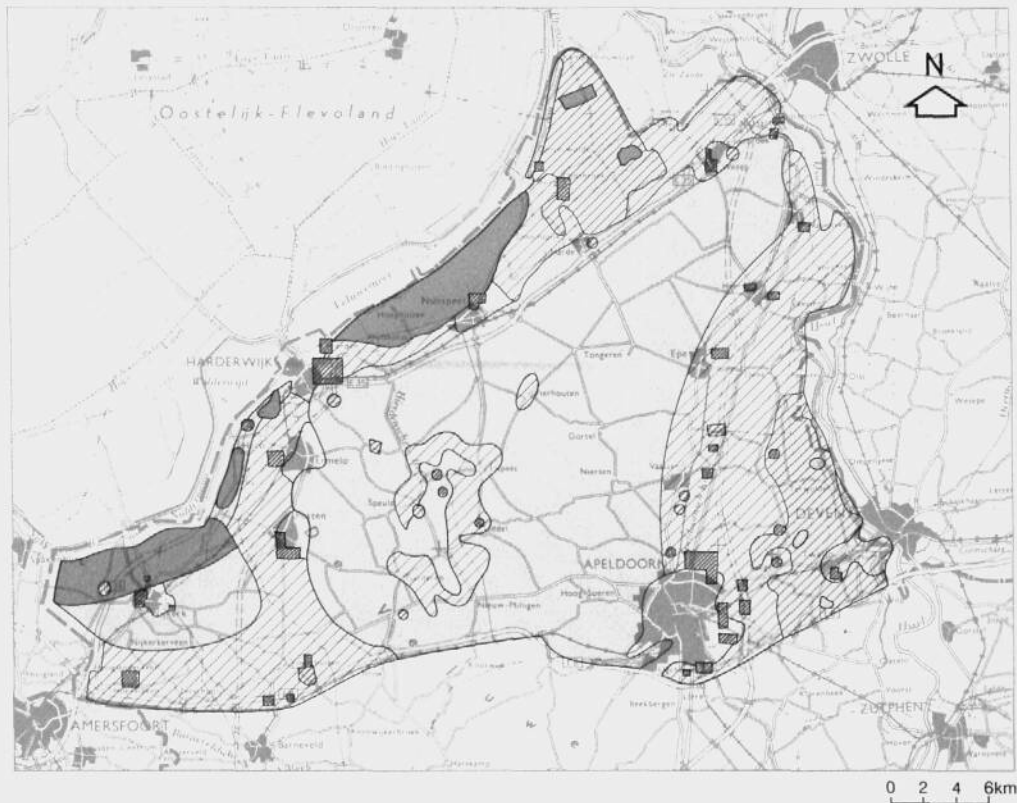
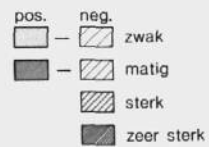
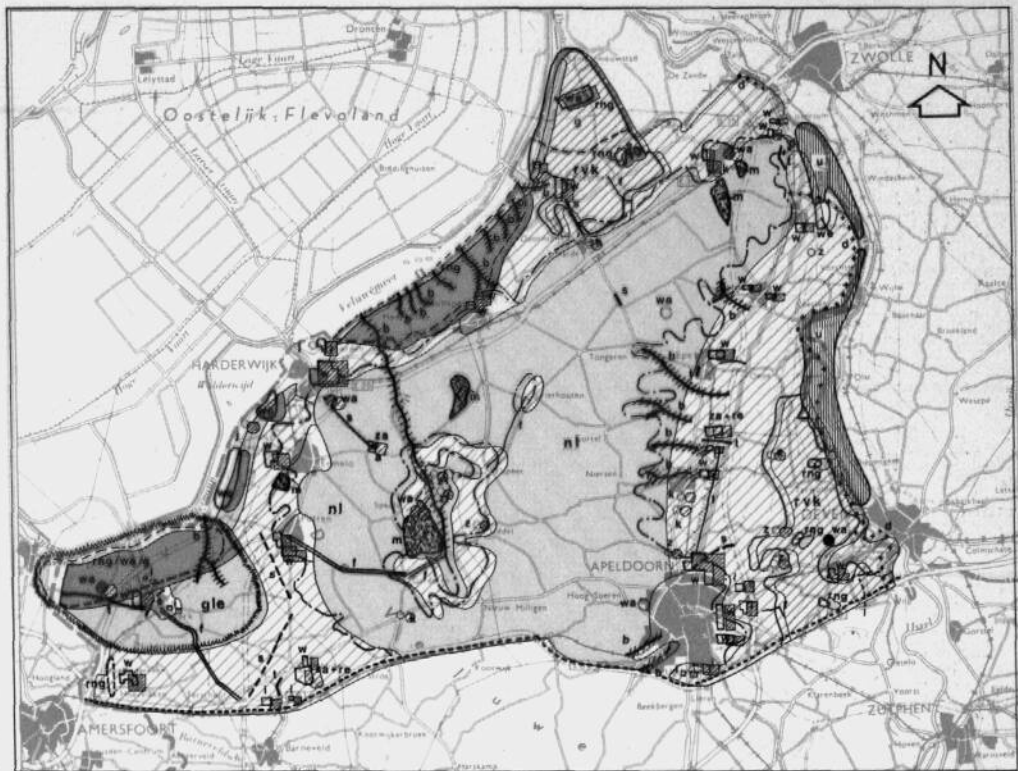


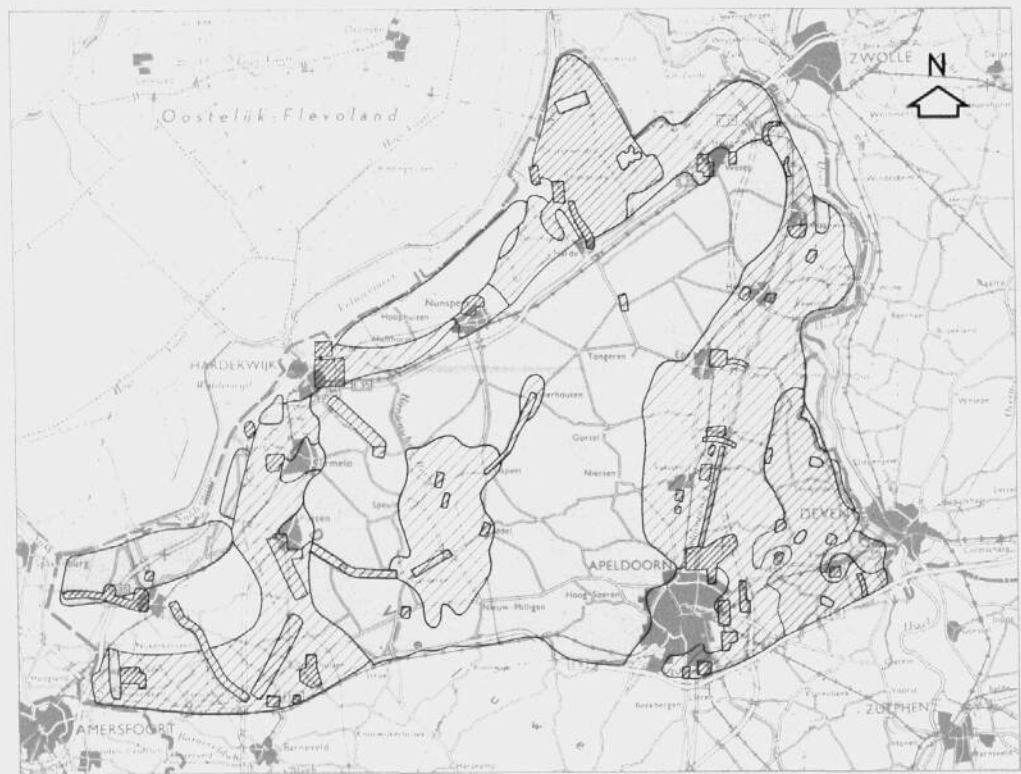
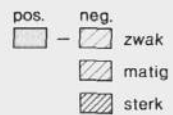
Fig. C3a. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de producenten.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

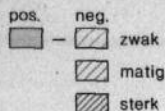
0 2 4 6 km

Fig. C3b. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de herbivoren.

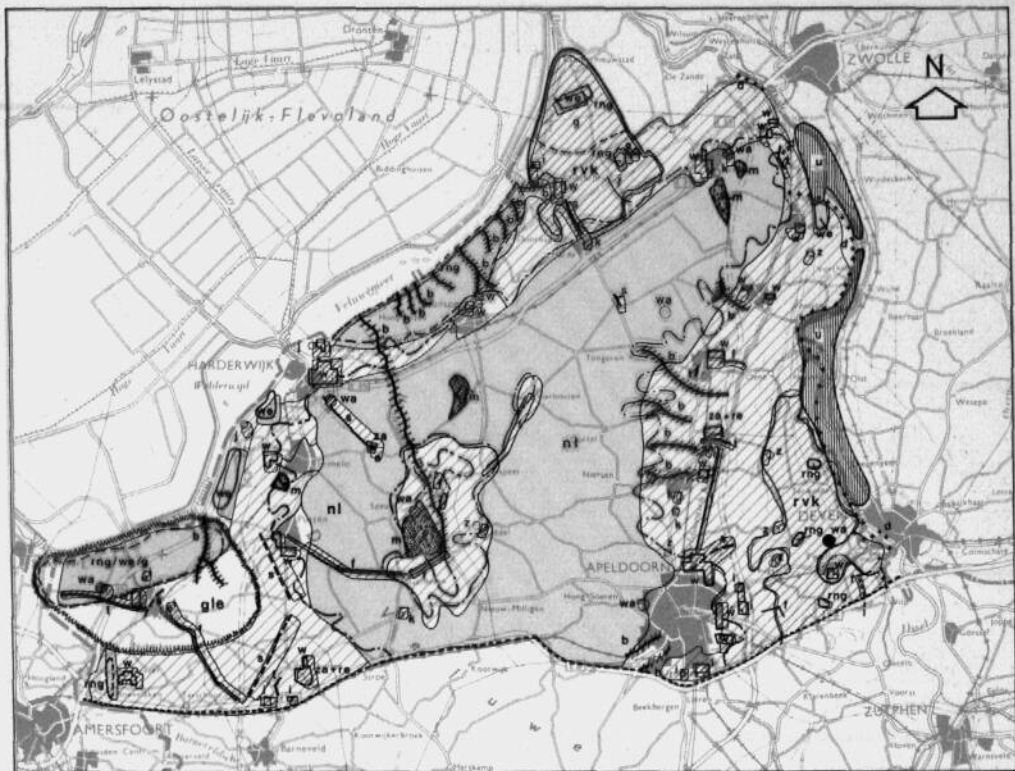


0 2 4 6km

Fig. C3b. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de herbivoren.

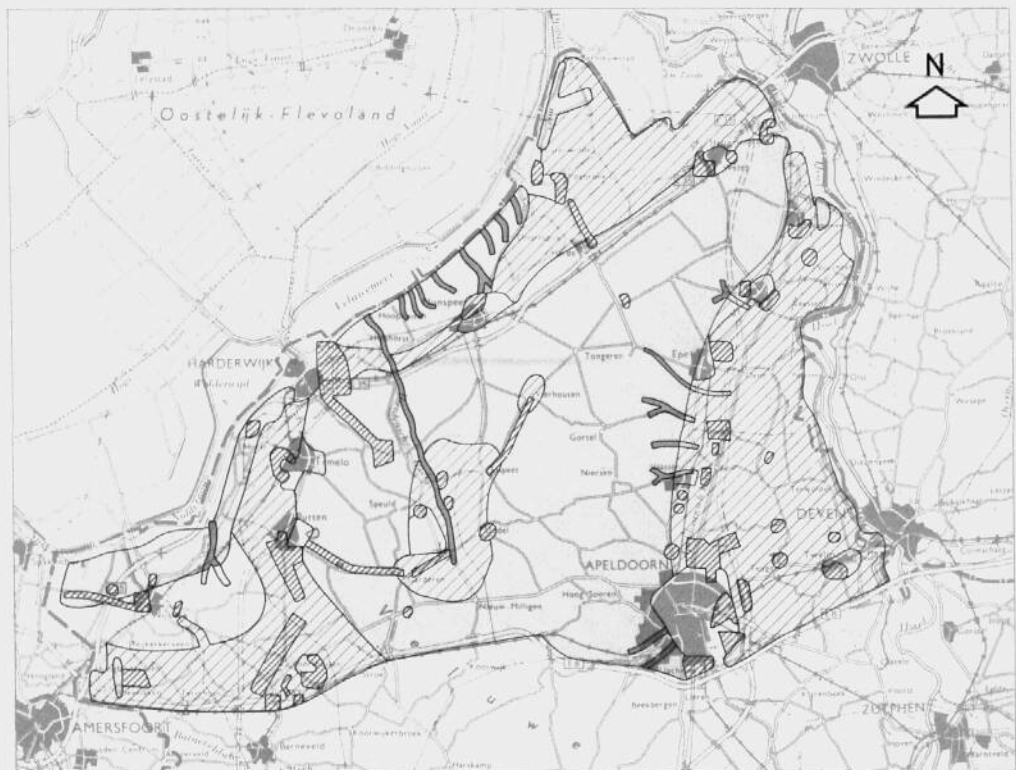
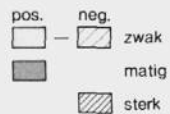


- * a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
- d Te verzwaren dijk
- f Aan te leggen fietspad
- f Langs bestaande weg aan te leggen fietspad
- f Belangrijk ganzengebied
- f Grote landschapseenheid
- i Aan te leggen industrieterrein
- j Aan te leggen jachthaven
- k Te reconstrueren wegenkruispunt
- m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- m Potentieel nationaal landschap
- re Als recreatiegebied in te richten
- rng Relatienota- gebied
- rng Globaal begrensd relatienota- gebied
- rvk In uitvoering zijnde ruilverkaveling
- s Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- s Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
- t Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- u Meest waardevolle uiterwaarden
- w Nieuwbouw van woningen
- wa Op te heffen waterwinlocatie
- wa Uit te breiden waterwinlocatie
- wa Aan te leggen waterwinlocatie
- wa Belangrijk weidevogelgebied
- z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- za Zandwinlocatie



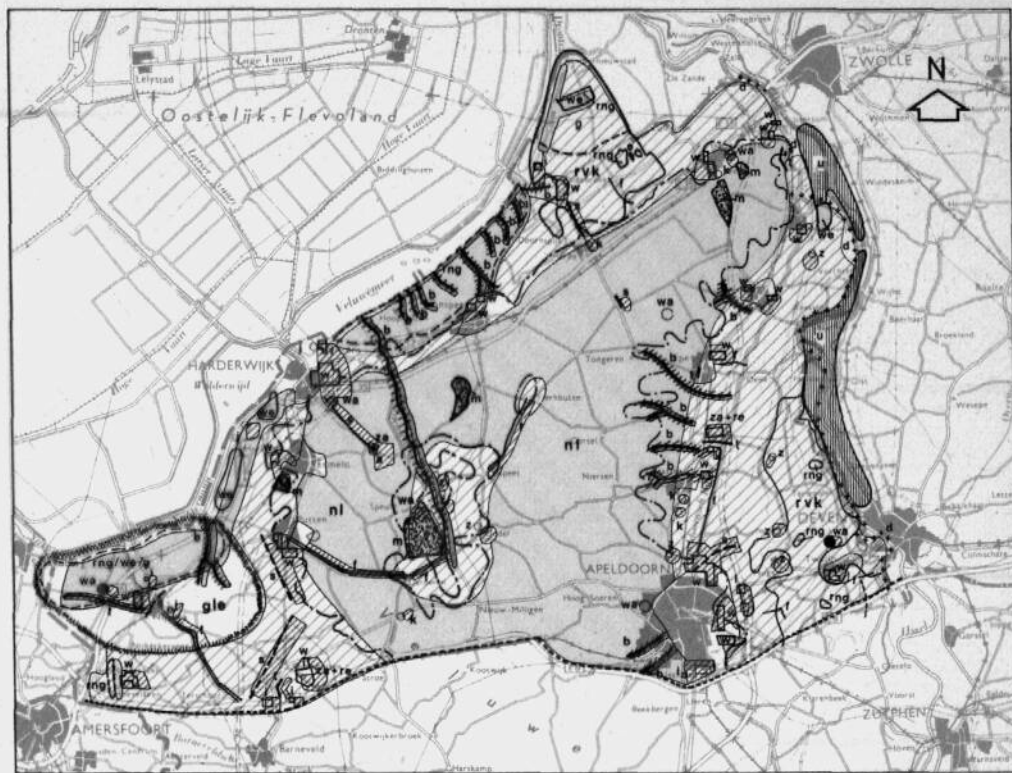
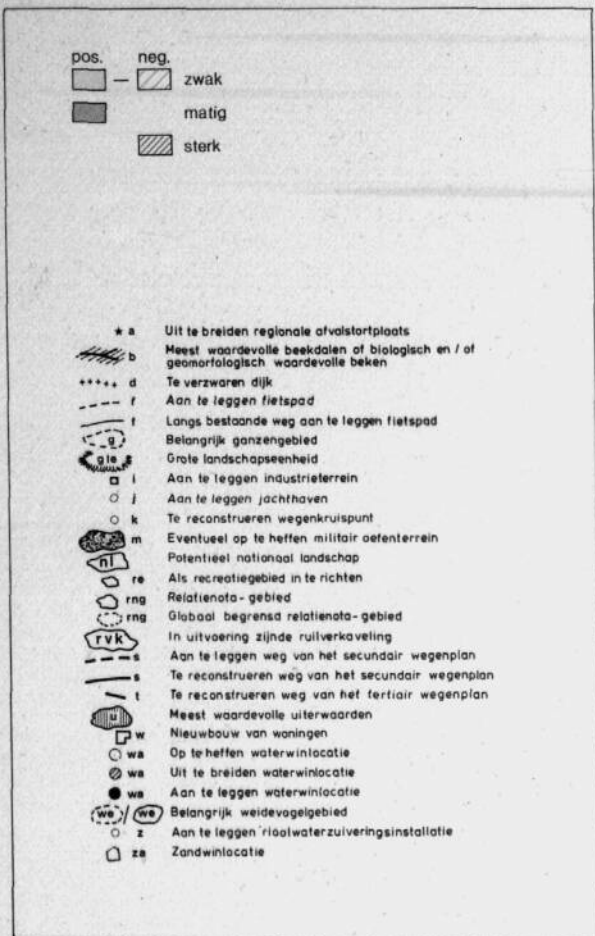
De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

Fig. C3c. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de carnivoren I.



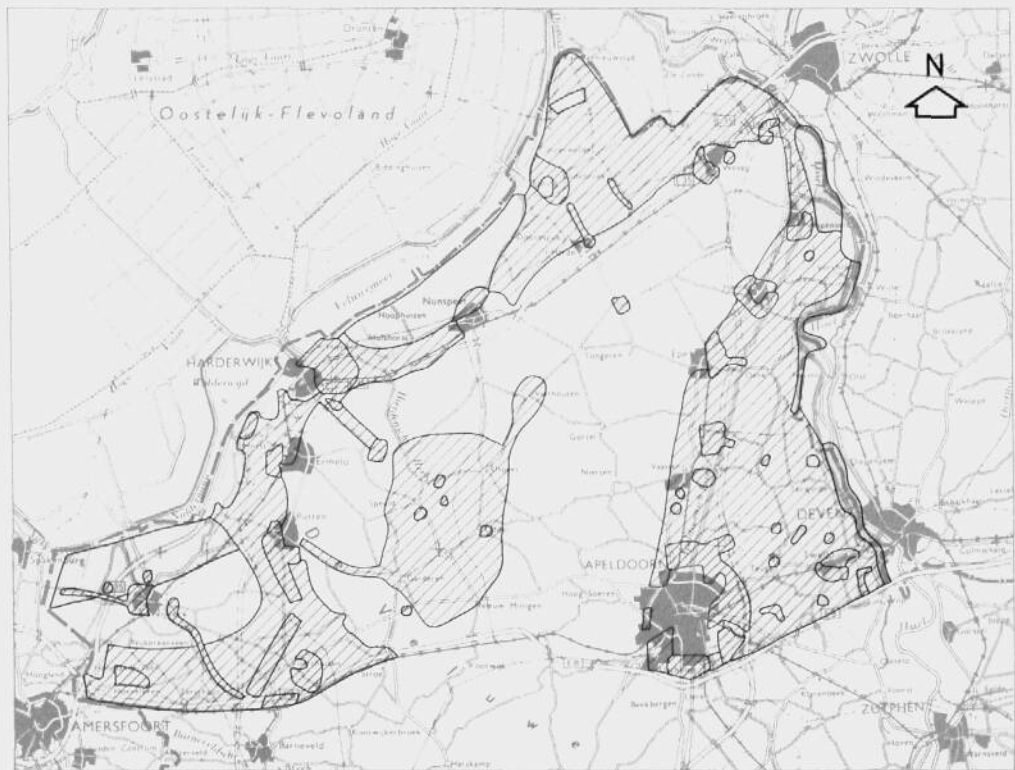
0 2 4 6 km

Fig. C3c. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de carnivoren I.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

Fig. C3d. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de carnivoren II.

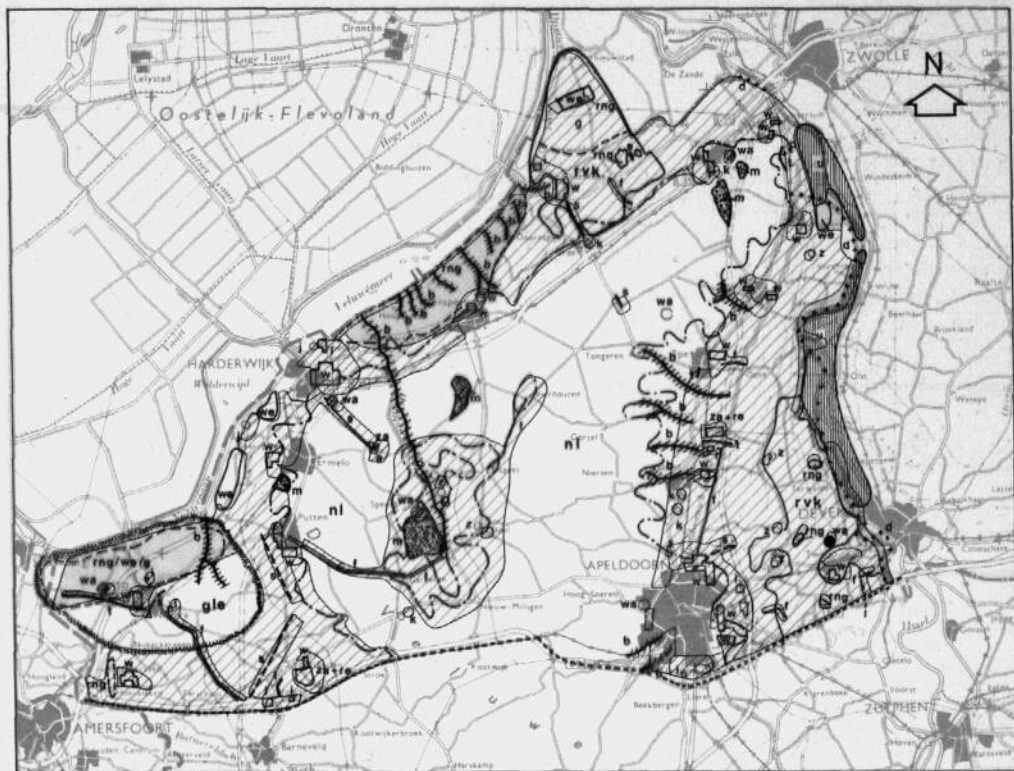


0 2 4 6km

Fig. C3d. 2e orde effect beïnvloeding levensgemeenschap: de carnivoren II.

pos. neg.
 □ — / zwak
 □ — / matig

- * a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
- d Te verzwaren dijk
- f Aan te leggen fietspad
- f Langs bestaande weg aan te leggen fietspad
- f Belangrijk ganzengebied
- gle Grote landschapseenheid
- i Aan te leggen industrieterrein
- l Aan te leggen jachthaven
- k Te reconstrueren wegenkruispunt
- m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- n Potentieel nationaal landschap
- re Als recreatiegebied in te richten
- re Relatienota-gebied
- rng Globaal begrensd relatienota-gebied
- rng In uitvoering zijnde ruilverkaveling
- s Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- s Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
- t Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- t Meest waardevolle uiterwaarden
- w Nieuwbouw van woningen
- wa Op te heffen waterwinlocatie
- wa Uit te breiden waterwinlocatie
- wa Aan te leggen waterwinlocatie
- wa Belangrijk weidevogelgebied
- z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- za Zandwinlocatie

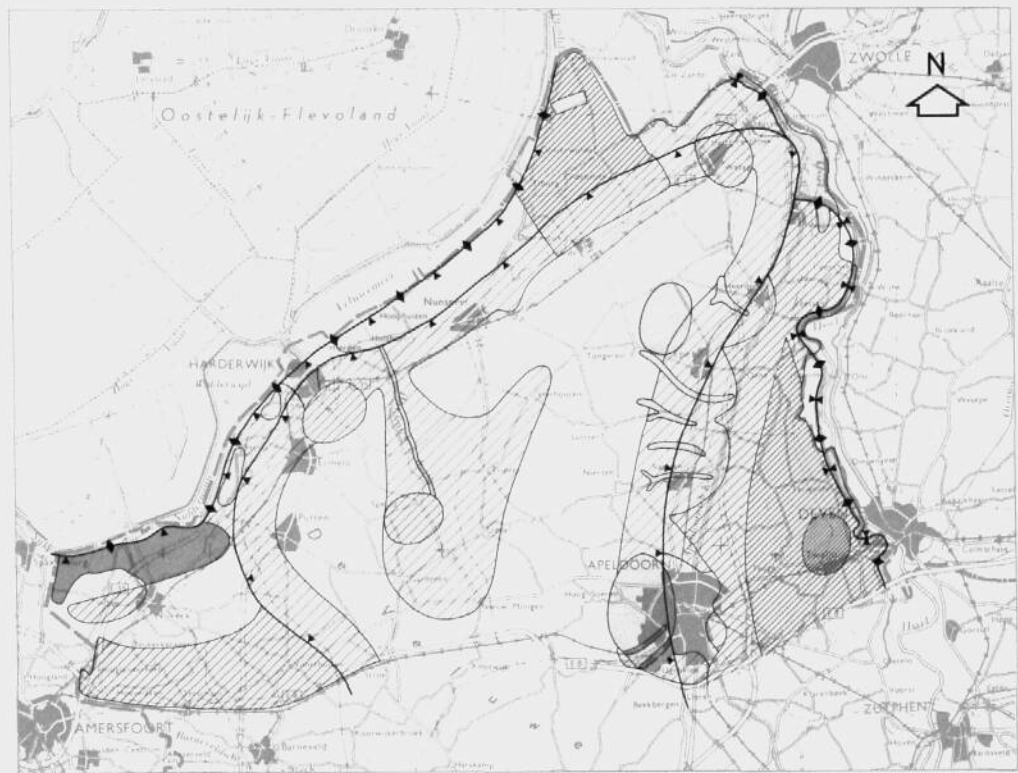


De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km

Fig. C4a. 2e orde effect beïnvloeding wijze van functioneren ecosysteem: de voeding en de lozing.

- | | |
|---|---|
| pos. | neg. |
|  |  |
|  |  |
| |  |
| |  |
|  | overgang van lozen naar voeden |
|  | idem, in beide richtingen |
|  | barrière |



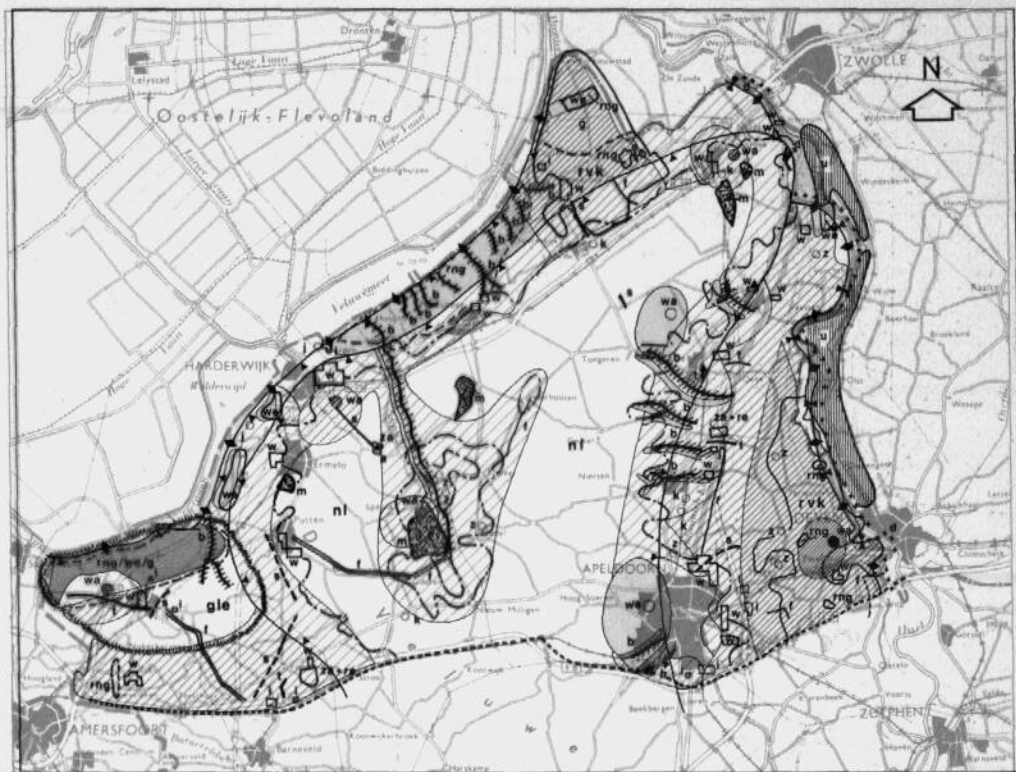
0 2 4 6 km

- pos. neg.
- / zwak
- / matig
- ▨ / sterk
- / zeer sterk

- overgang van lozen
naar voeden
- ↔ idem, in beide richtingen
- ⊥ barrière

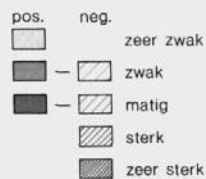
- * a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of
geomorfologisch waardevolle beken
- d Te verzwaren dijk
- f Aan te leggen fietspad
- f Langs bestaande weg aan te leggen fietspad
- g Belangrijk ganzengebied
- g Grote landschapseenheid
- i Aan te leggen industrieterrein
- j Aan te leggen jachthaven
- k Te reconstrueren wegenkruispunt
- m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- re Potentieel nationaal landschap
- re Als recreatiegebied in te richten
- rng Relatienota-gebied
- rng Globaal begrensde relatienota-gebied
- rvg In uitvoering zijnde ruitverkeveling
- s Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- s Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
- t Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- u Meest waardevolle uiterwaarden
- w Nieuwbouw van woningen
- wa Op te heffen waterinlocatie
- wa Uit te breiden waterinlocatie
- wa Aan te leggen waterinlocatie
- we / ww Belangrijk weidevogelgebied
- z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- za Zandwinlocatie

Fig. C4a. 2e orde effect beïnvloeding wijze van functioneren ecosysteem:
de voeding en de lozing.



De basisontwikkelingen in het noordelijk
deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995.
(te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

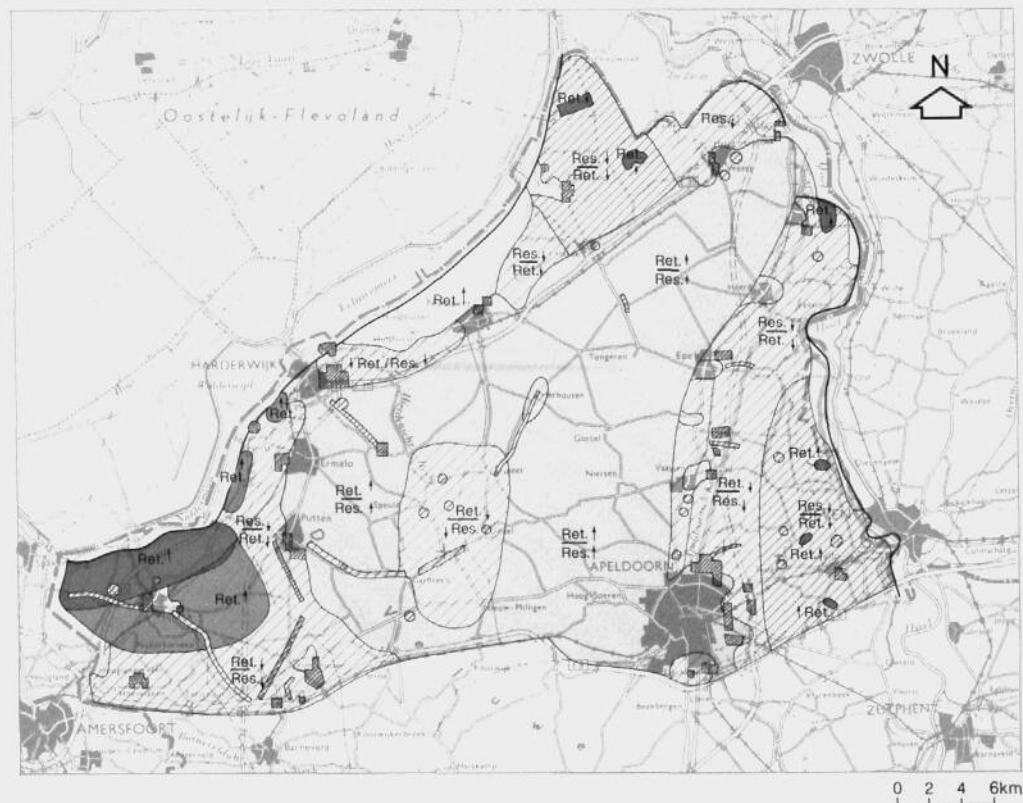
0 2 4 6km



Ret. gebied waar retentiefunctie verandert

Res. idem, resistentiefunctie
 ↑ versterking
 ↓ verzwakking

Fig. C4b. 2e orde effect beïnvloeding wijze van functioneren ecosysteem: de retentie en de resistentie.



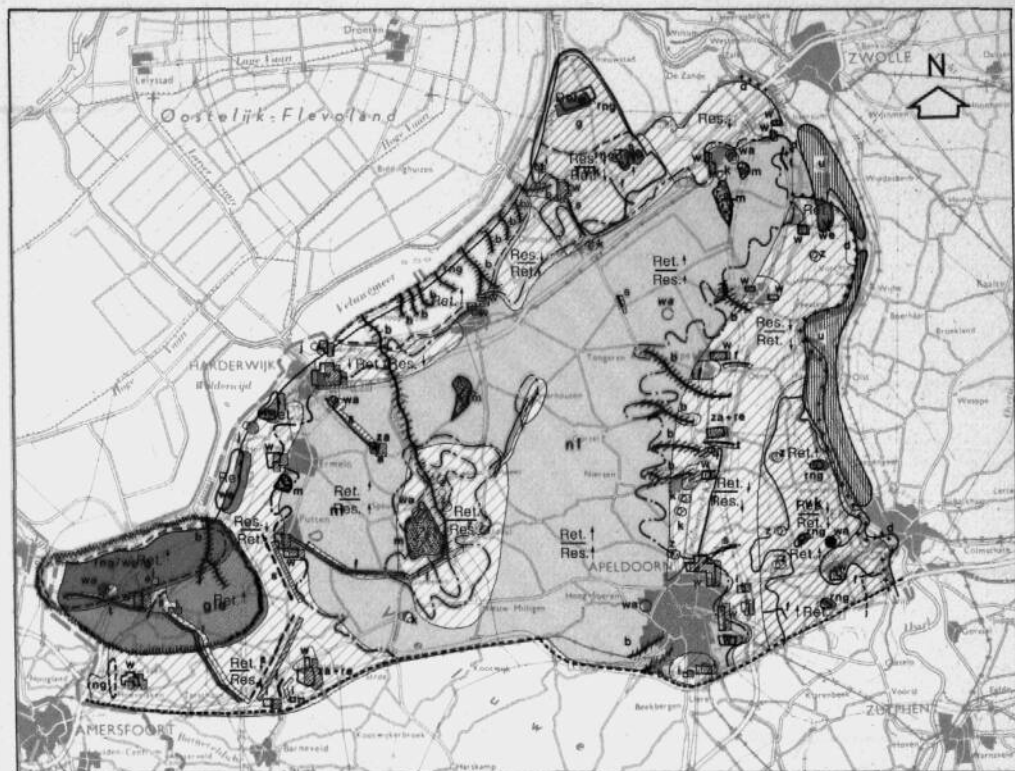
- pos. neg.
- zeer zwak
 - — ■ zwak
 - — ■ matig
 - — ■ sterk
 - — ■ zeer sterk

Ret. gebied waar retentiefunctie verandert

Res. idem, resistentiefunctie
 ↑ versterking
 ↓ verzwakking

- ★ a Uit te breiden regionale afvalstortplaats
- b Meest waardevolle beekdalen of biologisch en / of geomorfologisch waardevolle beken
- d Te verzwaren dijk
- f Aan te leggen fietspad
- f Longs bestaande weg aan te leggen fietspad
- f Belangrijk ganzengebied
- f Grote landschapseenheid
- i Aan te leggen industrieterrein
- o Aan te leggen jachthaven
- o Te reconstrueren wegenkruispunt
- m Eventueel op te heffen militair oefenterrein
- n Potentieel nationaal landschap
- re Als recreatiegebied in te richten
- rng Relatienota- gebied
- rng Globaal begrensd relatienota- gebied
- rvk In uitvoering zijnde ruitverkaveling
- s Aan te leggen weg van het secundair wegenplan
- t Te reconstrueren weg van het secundair wegenplan
- t Te reconstrueren weg van het tertiair wegenplan
- u Meest waardevolle uiterwaarden
- w Nieuwbouw van woningen
- wa Op te heffen waterwinlocatie
- wa Uit te breiden waterwinlocatie
- wa Aan te leggen waterwinlocatie
- we Belangrijk weidevogelgebied
- z Aan te leggen rioolwaterzuiveringsinstallatie
- za Zandwinlocatie

Fig. C4b. 2e orde effect beïnvloeding wijze van functioneren ecosysteem: de retentie en de resistentie.



De basisontwikkelingen in het noordelijk deel van de provincie Gelderland tot omstreeks 1995. (te gebruiken als overlay bij de andere bijlagen)

0 2 4 6km