KARAKTERISERING VAN PERIODIEK DROOGVALLENDE BEEKJES IN HET STROOMGEBIED VAN DE LUNTERSE BEEK AAN DE HAND VAN DE MAKROFAUNA; AANZET TOT BEHEER.

P.J.M. Latour

1985

VERSLAG NATUURBEHEER NR. 804
LANDBOUWHOGESCHOOL, WAGENINGEN

Projectleider: J.J.P. Gardeniers

GEGEVENS UITSLUITEND VOOR INTERN GEBRUIK
OVERNAME IS SLECHTS TOEGESTAAN NA OVERLEG MET DE PROJECTLEIDER

SAMENVATTING.

In het kader van een 6-maands doktoraalvak Natuurbeheer is onderzoek verricht naar de makrofauna van periodiek droogvallende beken in het stroomgebied van de Lunterse Beek. Dit bekenstelsel ligt in de Gelderse Vallei: de bovenlopen liggen op de overgang van de Veluwe-stuwwal naar de Vallei. Door de arme grond was de landbouw tot aan het eind van de vorige eeuw zeer marginaal. Na de introduktie van de kunstmest kon echter m.n. de veehouderij zich ontwikkelen. Doordat ook goedkope voedergranen uit Amerika en Rusland geïmporteerd werden, was het aantal te houden dieren niet langer afhankelijk van de oppervlakte cultuurgrond, nodig voor de verbouw van voedergewassen. De grote hoeveelheden dierlijke mest, die bij deze intensieve vorm van veehouderij geproduceerd worden komen via uitspoeling gedeeltelijk in grond- en oppervlaktewater terecht. Planologisch gezien ligt het gebied in een regio waar gestreefd wordt naar bevordering van de landbouw. De intensivering van de landbouw heeft ook invloed op de waterhuishouding gehad. Om tot een snellere waterafvoer te komen zijn de Lunterse Beek en zijbeken geheel rechtgetrokken en gestuwd. Slechts uiterste bovenloopjes en kleine toevoerende watergangen zijn niet genormaliseerd. Een aantal van de watertjes valt periodiek droog.

Op 23 punten in semi-permanente beekjes is éénmalig een chemische en makrofauna bemonstering uitgevoerd. Om tot een karakterisering van de chemische samenstelling van het water te komen is, naast interpretatie van de betreffende gegevens, de correlatie tussen de parameters berekend met behulp van lineaire regressie en is de ionenverhouding volgens van Wirdum bepaald. Van de makrofauna-gegevens werd de diversiteit berekend en m.b.v. verschillende methoden werden de monsterpunten op grond van voorkomen van soorten en aantallen individuen verdeeld in groepen. Voor deze clustering werd gebruik gemaakt van de computerprogramma's TWINSPAN en DECORANA. Daarnaast werd de "knippen, schuiven en plakken"-methode toegepast, evenals een clustering op grond van het al of niet voorkomen van biotoop bepalende kensoorten. Als biotoop bepalende faktoren werden genomen: periodieke droogvalling, stroming en organische belasting.

De chemische samenstelling van de onderzochte beekjes is moeilijk te karakteriseren. Alle monsterpunten zijn min of meer ernstig beïnvloed, hetgeen blijkt uit de hoge waarden van vrijwel alle bepaalde parameters. Slechts twee punten, dicht bij de stuwwal gelegen, hebben een enigszins

afwijkende chemische samenstelling. Hoge nitraat-gehaltes hier duiden op relatief veel opkwellend grondwater in deze beekjes. Berekening van correlatie-coëfficiënten leidde tot enige aantoonbare verbanden, die duiden op de uitspoeling van meststoffen. De ionenverhouding ligt op vrijwel alle punten tussen de waarden van de door van Wirdum opgegeven referentiewaarden voor neerslag, zeewater en schoon rivierwater. Slechts de dicht bij de stuwwal gelegen punten hebben een ionenverhouding nabij die van neerslag. Opkwellend grondwater is chemisch nog niet zo sterk beïnvloed en lijkt meer op neerslag dan oppervlakkig uitspoelend water. De vrij grote variatie tussen de ionenverhouding van de punten duidt op een niet eenvormige watersamenstelling (verschillende herkomst en beïnvloedingen).

M.b.v. de computerbewerkingen kon tot op zekere hoogte op grond van de makrofauna een variatie in droogvalling worden aangetoond. Echter de gevormde clusters vertonen geen onderling verband of relatie met enige andere fysische en/of chemische parameter. Hiervoor zijn twee verklaringen mogelijk: éénvormigheid van de monsterpunten en dominantie van een paar soorten, die in grote aantallen voorkomen. Bij de handclustering bleken deze veronderstellingen aannemelijk. Alle punten werden gedomineerd door slechts drie soorten: borstelwormen (Oligochaeta), knutten van de Palpomyia-groep en de steenvlieg Nemoura cinerea. Het voorkomen van deze soorten duidt op vrij ernstig verontreinigde beekjes, die tussen de 0 en 8 maanden per jaar droogvallen. In de twee dicht bij de stuwwal gelegen punten is nauwelijks sprake van een makrofauna-gemeenschap, wat zeer waarschijnlijk komt door een zeer langdurige periode van droogvalling. Op grond van het voorkomen van enige soorten is aangetoond dat de punten bij de handclustering gerangschikt worden naar de mate van droogvallen (o.a. Chaetocladius en Pisidium voorkomend in minder vaak droogvallende beken en Smittia en Metriocnemus in lang droogstaande wateren). Deze faktor is blijkbaar dominant, terwijl andere biotoop bepalende faktoren niet verduidelijkt worden. Bij de clustering op grond van kensoorten komt wel naar voren dat er meer faktoren zijn, die clustering bepalen, al zijn die dan van mindere betekenis dan de periodiciteit. De gevormde clusters geven aan dat er ook een variatie t.a.v. organische vervuiling en stroming op de punten is.

Het beheer van de onderzochte beekjes moet zich richten op handhaving en vergroting van de vastgestelde variatie, t.w. het creëren van een reeks van langer of korter periodiek droogvallende watergangen (tegengaan van maatregelen, die de grondwaterstand beïnvloeden), een

variatie trachten aan te brengen in de stroomsnelheid (b.v. door meandering) en het tegengaan van organische belasting van het water (terugdringen van de overbemesting, sanering van afvalwater-lozingen). Alhoewel in het onderzoeksgebied nauwelijks aanwezig, lijkt ook beschaduwing van beektrajecten een goede mogelijkheid te bieden om te komen tot meer differentiatie in het type semi-permanente beken. Nader onderzoek hiernaar is gewenst. Per monsterpunt zijn beheersadviezen gegeven.

INHOUDSOPGAVE.

		PAG.
	Voorwoord	7
1.	Inleiding	8
2.	Ontstaansgeschiedenis van de Gelderse Vallei	10
3.	Hydrologie	13
4.	De bodem	16
5.	Waterhuishouding	19
6.	Invloed van de mens op het landschap	23
7.	Mestproblematiek	27
7.1.	Inleiding	27
7.2.	Stikstof	28
7.3.	Fosfaat	33
7.4.	Enige andere stoffen	35
8.	Planologie	37
8.1.	Inleiding	37
8.2.	Planologie met betrekking tot het onderzoeksgebied	40
9.	Materiaal en methode	44
9.1.	Monsterpunten	44
9.2.	Chemische en fysische parameters	44
9.3.	Bemonstering en analysemethoden	48
9.3.1.	Chemie	48
9.3.2.	Makrofauna	49
9.4.	Verwerking van de gegevens	49
9.4.1.	Chemie	49
9.4.2.	Makrofauna	50
9.4.2.1.	Het programma TWINSPAN	50
9.4.2.2.	Het programma DECORANA	51
9.4.2.3.	"Hand"-bewerking	52
9.4.2.4.	Diversiteit	52
10.	Resultaten	54

		PAG.
11.	Discussie	59
11.1.	Chemie	59
11.1.1	Interpretatie	59
11.1.2.	Lineaire regressie	62
11.1.3.	Ionenverhouding	63
11.2.	Makrofauna	64
11.2.1.	Clustering met behulp van TWINSPAN en DECORANA	64
11.2.2.	Clustering met behulp van de "knippen, schuiven en plakken"-methode	67
11.2.3.	Clustering op grond van kensoorten	71
11.2.4.	Diversiteit	71
11.3.	Verband chemische samenstelling - makrofauna-gegevens	72
11.4.	Vergelijking met ander onderzoek	73
11.5.	Evaluatie methoden	75
12.	Beheersadviezen	77
12.1.	Algemeen	77
12.1.1.	Periodieke droogvalling	77
12.1.2.	Stroming	78
12.1.3.	Organische belasting	79
12.1.4.	Beschaduwende vegetatie	79
12.2.	Adviezen per monsterpunt	81
13.	Literatuur	86
13.1.	Determinatie-literatuur	86
13.2.	Overige literatuur	87
	Bijlagen	92

VOORWOORD.

In het kader van een 6-maands doktoraalvak Natuurbeheer is door mij onderzoek verricht naar de makrofauna van periodiek droogvallende beekjes in het stroomgebied van de Lunterse Beek. Dit heeft zich niet alleen beperkt tot het hydrobiologisch onderzoek. Ook heb ik veel boven de boeken gezeten voor het verkrijgen van relevante informatie over het onderzoeksgebied. Aldus werd de lucht van 80 % alcohol in mijn neus nog enigszins verdrongen door die van bedrukt papier.

Graag zou ik een aantal mensen willen bedanken, die mij tijdens het onderzoek op één of andere wijze geholpen hebben. De algehele begeleiding berustte bij Jean Gardeniers. John Beijer hielp mij bij de bemonstering en determinaties, als ik er zelf niet meer uit kon komen. Ook Dorin Poelmans is een keer met mij het veld in geweest om te helpen met bemonsteren. Jan Cuppen controleerde de waterkevers. Gert Lokhorst was mij behulpzaam bij de computer-verwerking van de gegevens. Dick van de Hoek bedank ik voor het kritisch lezen van een deel van het concept verslag.
Dit verslag heeft wat lang op zich laten wachten. Daarom bedank ik ook iedereen, die er reikhalzend naar heeft uitgekeken, voor het opgebrachte geduld.

Paul Latour

1. INLEIDING.

In de gemeente Ede ligt een aantal oost-west stromende watergangen. Het zijn voornamelijk zogenaamde laaglandbeken. Deze beken bezitten geen bron, maar er is sprake van een oorsprongsgebied, waarbij de toevoer van water plaatsvindt door een stelsel van slootjes, greppels en kleine bovenloopjes, welke uittredend grondwater en afvloeiende neerslag afvoeren (Oosterloo, 1981). De afvoer is sterk afhankelijk van de hoeveelheid neerslag in het gebied. De waterafvoer fluctueert sterk en de kleinere watergangen, zoals de bovenloopjes en toevoerende beekjes, vallen periodiek droog. In deze semi-permanente wateren komt een karakteristieke makrofauna (met het blote oog zichtbare, ongewervelde waterdieren) voor. Door dit eigen karakter hebben de periodiek droogvallende beken een bijzondere natuurwetenschappelijke waarde.

De laaglandbeken in Ede liggen alle in het stroomgebied van de Lunterse Beek. Het strekt zich uit van de rand van de Veluwse stuwwal tot in de Gelderse Vallei. De beken doorstromen een landbouwgebied met een hoge concentratie intensieve veehouderij. Door verregaande normalisatie van de beken t.b.v. de landbouw is het beekkarakter praktisch geheel verloren gegaan. Overmatige bemesting van het land beïnvloedt de waterkwaliteit in sterke mate.

De Stichting Milieuwerkgroepen Ede zou graag haar aandacht richten op deze beken om aldus een aanzet te kunnen geven tot een proces van "vernatuurlijking" van het gebied. Dit rapport draagt daarvoor enige informatie aan.

Het verrichte onderzoek is in twee delen uiteengevallen:

1) een literatuurstudie over het gebied en de problematiek m.b.t. de beken.
2) hydrobiologisch onderzoek naar periodiek droogvallende beekjes en toevoerende waterloopjes.

In de literatuurstudie is getracht een gecoördineerd overzicht te verkrijgen van de diverse problemen, die er spelen in het gebied.
De doelstelling van het hydrobiologisch onderzoek was: inventarisatie en karakterisering van periodiek droogvallende bovenlopen en andere kleine watergangen in het stroomgebied van de Lunterse Beek, om van daaruit te komen tot beheersadviezen, die kunnen leiden tot een hogere natuurlijke waarde van deze watertjes dan momenteel aanwezig.

Hydrobiologisch onderzoek naar periodiek droogvallende beekjes is in Nederland nog maar weinig gedaan. Wellicht kan dit onderzoek leiden tot meer inzicht in dit watertype.

De tweedeling van het onderzoek in een theoretisch en praktisch gedeelte komt ook in het rapport naar voren. In de hoofdstukken 2 tot en met 8 worden diverse aspekten m.b.t. het onderzoeksgebied behandeld. In hoofdstuk 2 wordt de geologische geschiedenis van de Gelderse Vallei beschreven. De hydrologie en bodemsamenstelling komen in hoofdstuk 3 en 4 aan de orde. Zoals reeds in het begin van dit hoofdstuk genoemd vindt de afwatering van het gebied plaats door een stelsel watergangen. In hoofdstuk 5 wordt de waterhuishouding van het gebied wat uitgebreider beschreven. Het huidige landschap van de Gelderse Vallei zou er nooit zo hebben uitgezien als de mens zich niet zo intensief met de inrichting bemoeid had. De invloed van de mens op de vorming van het landschap is in historisch perspectief beschreven in hoofdstuk 6. Een ontwikkeling, die o.a. de inrichting van het landschap de laatste tientallen jaren sterk heeft beïnvloed, is de intensieve veehouderij. Enige achtergronden over de hiermee nauw samenhangende mestproblematiek zijn in hoofdstuk 7 te vinden. De inrichting van het landschap krijgt in Nederland gestalte in planologische regelingen op nationaal, provinciaal en lokaal niveau. De planologie m.b.t. het onderzoeksgebied is beschreven in hoofdstuk 8.

Het hydrobiologisch onderzoek is in de hoofdstukken 9 tot en met 12 beschreven. Na een beschrijving van de opzet en uitvoering van het onderzoek (hoofdstuk 9) volgen de presentatie van de resultaten en de bespreking daarvan in resp. hoofdstuk 10 en 11. In hoofdstuk 12 worden tenslotte aan de hand van de resultaten enige aanbevelingen voor beheer gedaan, die kunnen leiden tot een hogere natuurlijke waarde van het onderzochte type wateren.

2. ONTSTAANSGESCHIEDENIS VAN DE GELDERSE VALLEI.

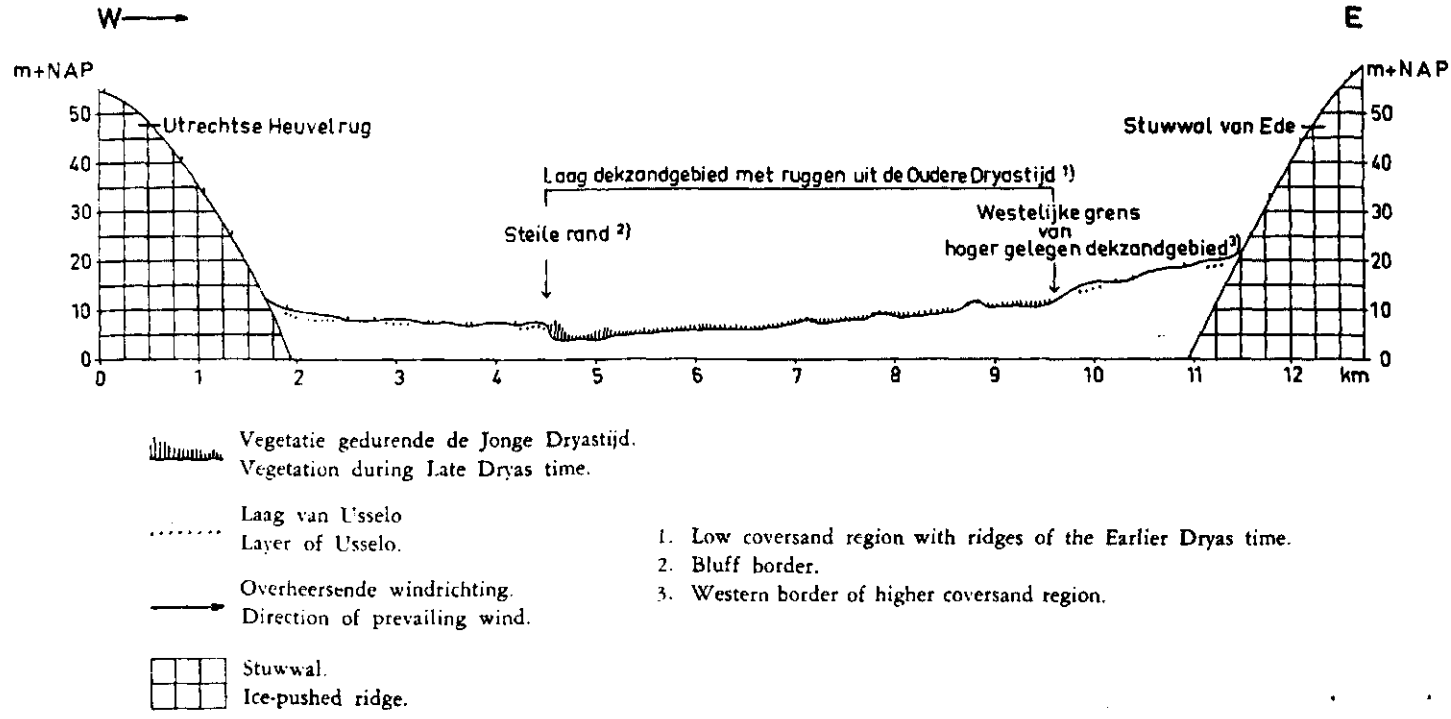
De geologische geschiedenis van de Gelderse Vallei gaat terug tot het Vroeg- en Midden-Pleistoceen. In die tijd werden in het laagland door de Rijn en de Maas pakketten van tientallen meters grind, zand en klei afgezet. In de laagte, die tegenwoordig Gelderse Vallei heet, lag in die tijd het stroomdal van de Rijn. In de Saale-(of Riss-)ijstijd (300.000 jaar geleden) drong het landijs dit gebied binnen. Door de reliëfverschillen vond het landijs allerlei hindernissen op haar weg. Het drong zich in de laagten en drukte de wanden ervan opzij. Bij deze verbreding van de laagten werden de eerst daar aanwezige horizontale lagen in schubben gebroken, scheefgesteld, verschoven en geplooid. Hierdoor ontstonden aan weerszijden van de Vallei de stuwwallen, met de Utrechtse Heuvelrug als westelijke en de Veluwe-stuwwallen als oostelijke begrenzing. Grof materiaal, dat door het ijs op zijn tocht was meegevoerd en vermalen, werd plaatselijk afgezet na terugtrekking van het landijs. Omdat deze zogenaamde grondmorene, bestaande uit keileem en stenen van allerlei afmetingen,alleen door de onderste lagen ijs werd meegevoerd, bleef afzetting ervan beperkt tot de lager gelegen gebieden, t.w. de Gelderse Vallei en de door riviertjes en landijs gevormde tongbekkens in de hoger gelegen plateaus (Visscher, 1975). Morenemateriaal ligt momenteel tegen de stuwwallen tot op 50 m.+N.A.P., in de Vallei zelf op 30-40 m.-N.A.P..

Na de Saale-ijstijd zorgden windwerking en smeltwater voor afspoeling van grote hoeveelheden zand en grind van de stuwwallen. Als zogenaamde fluvioglaciale afzettingen werden deze in de Vallei en tegen de stuwwallen afgezet. Door stijging van de zeespiegel, na afsmelting van het ijs, drong de zee op sommige plaatsen de lager gelegen gebieden binnen en vormde hier afzettingen van eerst grove zanden, later van tamelijk fijne en kleihoudende zanden. De Eem-klei, die in het noordelijke deel van de Gelderse Vallei in de ondergrond voorkomt, is zo'n mariene afzetting.

Ongeveer 15.000 jaar geleden trad er een tweede koudeperiode in, het Weichsel-(Würm-)glaciaal. Het landijs bereikte ons land toen niet; wel heerste er een toendra-klimaat. Op de fluvioglaciale afzettingen werden door verstuiving van fijnkorrelig zand lagen afgezet. Door de overwegend westelijke winden werd het meeste zand in het oosten van de

1. Ruggen uit de Oudere Dryastijd in laag dekzandgebied.
Ridges of the Earlier Dryas time in low coversand region.
2. Hoog dekzandgebied met reliëf uit de Jonge Dryastijd.
High coversand region with relief of the late Dryas time.
3. Stuwwal.
Ice-pushed ridge.
4. Stuifzand
Blowing sand.
5. Grens van stuwwal.
Border of the ice-pushed ridge.
6. Westelijke rand van hoog dekzandgebied.
Western border of high coversand region.
7. Steile rand.
Bluff border.
8. Grens zand — zeeklei of rivierklei.
Boundary sand — seaclay or riverclay.
9. Vindplaats van Usselo-laag onder vrij dik dekzandpakket.
Occurrence of Layer of Usselo under rather thick layer of coversand.
10. Beek.
Brook.

Figuur 1. Kaart van de oorspronkelijke dekzandruggen van de Gelderse Vallei.
(Ontleend aan Maarleveld en van der Schans, 1961)



Figuur 2. Dwarsprofiel Utrechtse Heuvelrug - Gelderse Vallei - stuwwal van Ede.
(Ontleend aan Maarleveld en van der Schans, 1961)

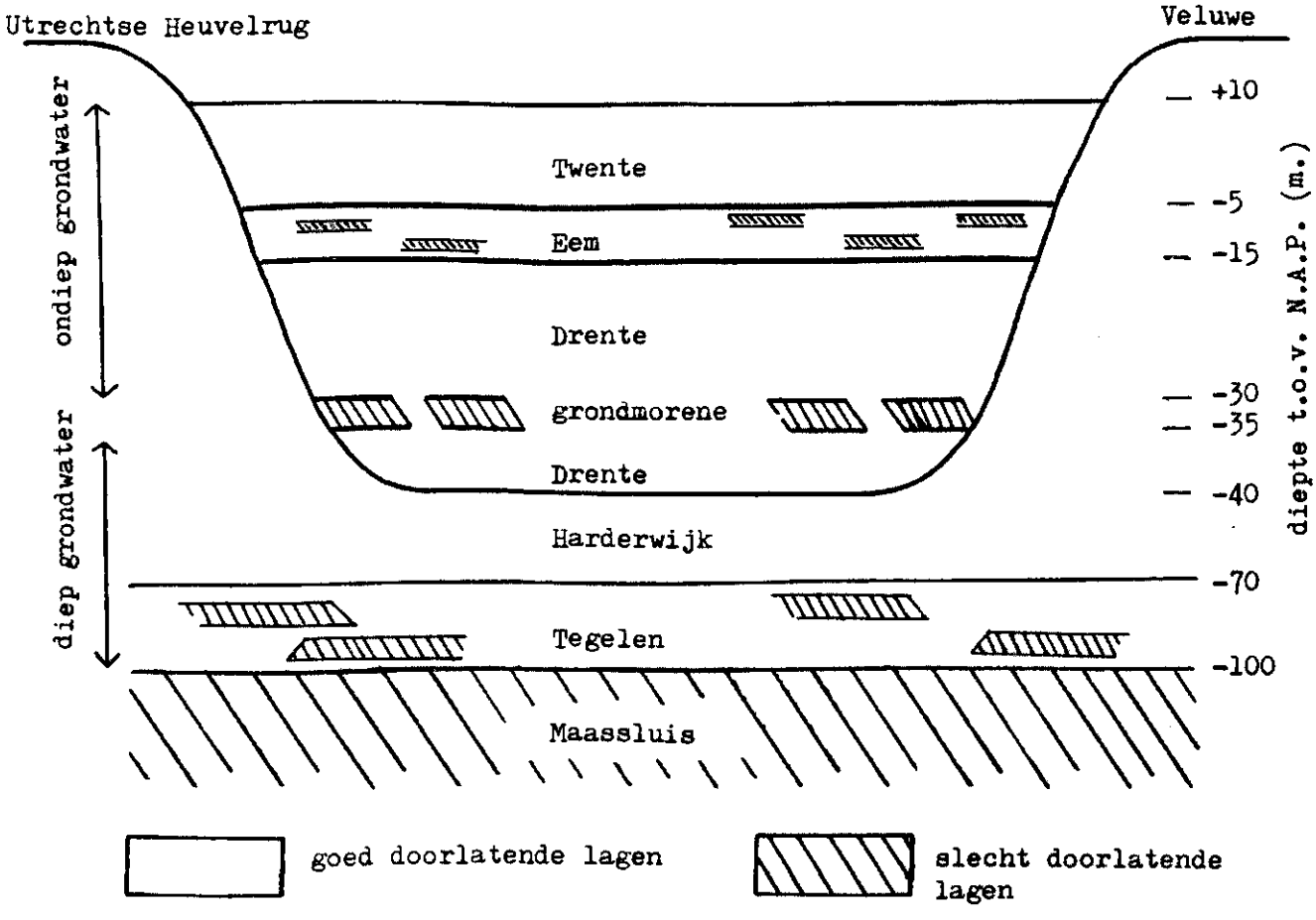
Vallei, tegen het Veluwe-plateau, afgezet en ontstond er een geleidelijke overgang van laag (west) naar hoog (oost). In de hierop volgende Oude Dryastijd (ca. 12.000 jaar geleden) werden door nog steeds overheersend westelijke winden paraboolduinen gevormd met de holle zijde naar de windrichting (figuur 1). Doordat de vegetatie tot ontwikkeling kwam, kon in de Jonge Dryastijd (ca. 11.000 jaar geleden) de wind slechts vat krijgen op de hoger gelegen delen aan de rand van de stuwwallen. Het zand werd tegen de randen van de hoger gelegen Veluwe opgeblazen. Een deel van het zand liep vast in de vegetatie in het westelijke deel van de Vallei, waardoor er daar een vrij steile rand ontstond (zie figuur 2). In moerassige laagten, o.a. tussen de dekzandruggen, vond veenvorming plaats. Bepaalde plaatsnamen in het gebied herinneren hier nog aan, zoals Ederveen en Veenendaal.

3. HYDROLOGIE.

De gegevens voor dit hoofdstuk zijn grotendeels ontleend aan Meinardi (1978), Rijks Geologische Dienst (1975) en Vasak (1978).

Hydrologisch gezien is de Gelderse Vallei een kwelgebied, waarin water opkwelt, dat in het Veluwemassief en de Utrechtse Heuvelrug is geïnfiltreerd. De heuvelgebieden, die de Vallei omringen, zijn door hun ligging en de goede doorlatendheid van de ondergrond goede infiltratiegebieden. In de Vallei kwelt veel van dit water, tesamen met lokaal geïnfiltreerd water, weer op. Via een netwerk van watergangen, die voornamelijk in het zuidelijke en centrale deel van de Gelderse Vallei liggen, wordt het water via het Valleikanaal naar het Eemmeer afgevoerd.

Het grondwater, dat vanaf de Veluwe-stuwwal in westelijke richting afstroomt, kan worden onderscheiden in diep en ondiep grondwater. Dit is weergegeven in figuur 3 en tabel 1. De mariene afzetting van de formatie van Maassluis heeft een geringe doorlatendheid en wordt beschouwd als de ondoorlatende basis van het grondwatersysteem. Ook de



Figuur 3. Geologische dwarsdoorsnede door het zuidelijk deel van de Gelderse Vallei en de aangrenzende stuwwallen.

hierboven gelegen formatie van Tegelen is plaatselijk slecht doorlatend. Het diepe grondwater bevindt zich grotendeels in deze formatie en de uit grove zanden bestaande formatie van Harderwijk. Het ondiepe grondwater is te vinden in de fluvioglaciale dalopvulling (formatie van Drente), de Eemafzettingen en de dekzandpakketten van de formatie van Twente. In het noordelijk deel van de Gelderse Vallei bevat de Eemformatie een aaneengesloten slecht doorlatende kleilaag. In het zuidelijk deel van de Vallei zijn deze lagen slechts zeer plaatselijk aanwezig.

De stroming van het ondiepe grondwater onder de Veluwe en de zandgebieden van de Vallei is zeer ingewikkeld. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van veel gestuwde lagen met verschillende doorlatendheidsfactoren (Appelo en van Ree, 1983) en door ontwateringswerken. Bij verticale aansnijding van de ondiepe grondwaterlaag zal men eerst geïnfiltreerd water uit de directe omgeving van de boring aantreffen. Dieper komt men aan stroomlijnen van grondwater uit verder gelegen infiltratiegebieden. Op zekere diepte tenslotte wordt de stroming volledig bepaald door de stroomlijnen van de diepe Veluwe-kwelstroom. In de Vallei zijn derhalve twee grote regionale en één lokaal grondwatersysteem te onderscheiden (Vasak, 1978):

Tabel 1. Overzicht van enige afzettingen in de Gelderse Vallei.

Formatie		Diepte t.o.v. N.A.P.	Materiaal	Ontstaanstijd
	ondiep watervoerend pakket	+ 10		
Twente			fijn zand	Weichsel-ijstijd
		- 5		
Eem			fijne zanden, plaatselijk klei	interglaciaal
		- 15		
Drente			fijn tot grof zand, op - 30 m. plaatselijk keileem	interglaciaal
	diep watervoerend pakket	- 40		Saale-ijstijd
Harderwijk			gelijkmatig grove zanden	
		- 70		
Tegelen			fluviatiele zand- en kleilagen	
		- 100		
Maassluis			mariene klei	Vroeg-Pleistoceen

1) (diepe) regionale Veluwe-grondwatersysteem. Het voedingsgebied van dit grondwater ligt in de natuurgebieden op de Veluwe. De kwaliteit van dit grondwater zal bepaald worden door de samenstelling van de neerslag, de mate van verdamping en de samenstelling van de bodem en het watervoerende pakket en daarmee samenhangende geo- en biochemische processen. Ook de afgelegde weg en daardoor de verblijftijd van het water in het systeem zijn van invloed.

2) regionale Veluwe-grondwaterrandsysteem. Het voedingsgebied van dit grondwatersysteem ligt in de landbouwgebieden in de Vallei. Naast de hiervoor genoemde kwaliteitsbepalende factoren wordt de kwaliteit van dit water mede bepaald door de uitspoeling van meststoffen.

3) lokale oppervlakkig grondwater- en oppervlaktewatersysteem. In natte perioden met veel neerslag is dit systeem aanwezig bovenop de beide regionale Veluwe-grondwatersystemen. De watersamenstelling van dit systeem is slechts een momentopname en wordt sterk beïnvloed door de mate van bemesting, daarmee samenhangende uitspoeling van nutriënten en de hoeveelheid neerslag.

4. DE BODEM.

Onder invloed van klimaat, waterhuishouding, dier, plant en menselijke aktiviteiten verandert de bovenste laag van de grond voortdurend. Treden bepaalde processen gedurende langere tijd op, dan kan de bovenlaag van de grond veranderen; er vindt bodemvorming plaats. Er ontstaat dan een bodem in de oorspronkelijke afzetting, het moedermateriaal. Het moedermateriaal in de Gelderse Vallei bestaat uit de dekzanden van de formatie van Twente. Dit zijn lemige tot leemarme fijne zanden.

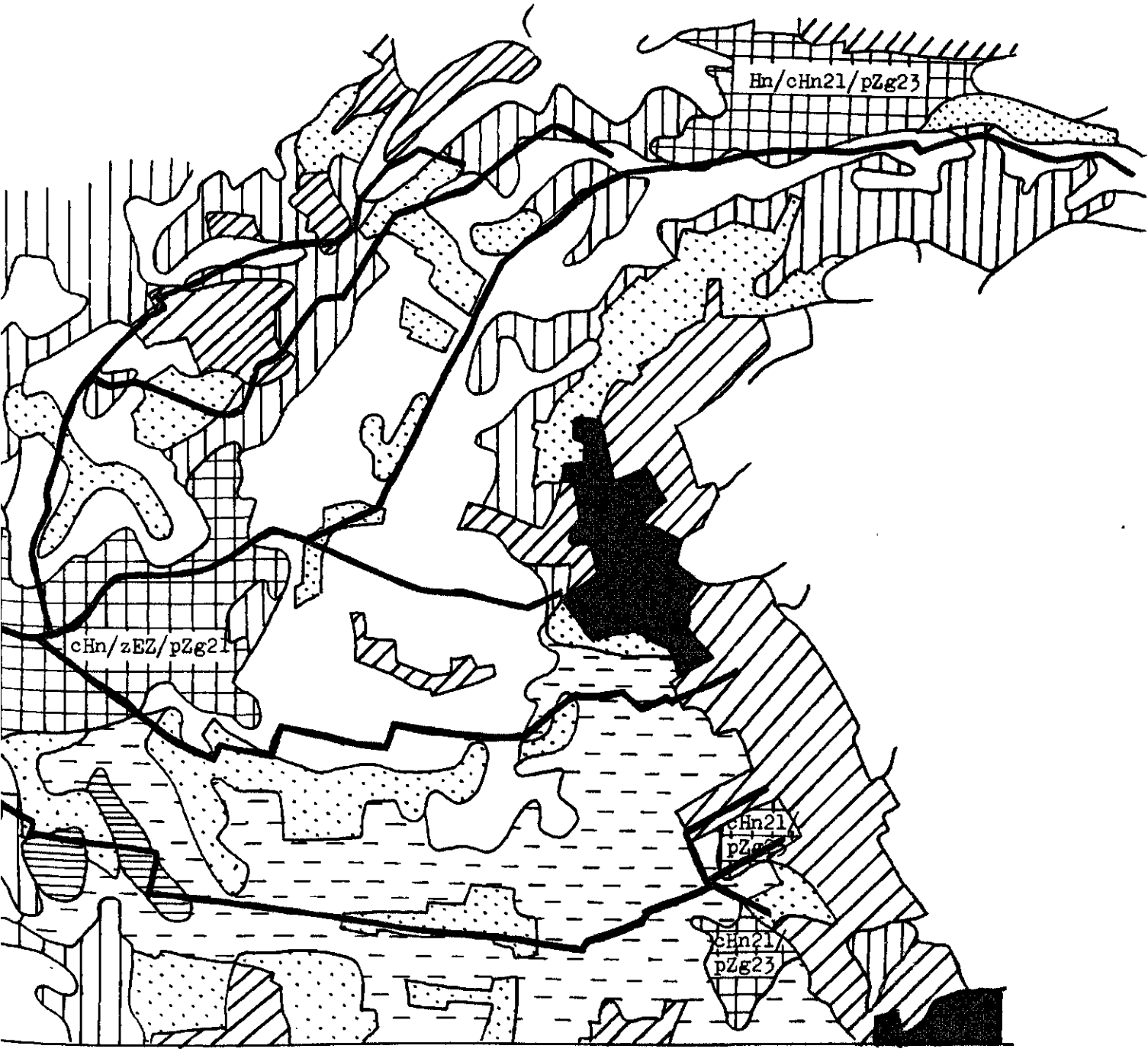
In het onderzoeksgebied zijn de volgende grondsoorten weergegeven in figuur 4 (Stiboka, 1965):

-- pZg23; beekeerdgronden: lemig fijn zand. Deze gronden vormen het grondpatroon van de bodemgesteldheid in de Gelderse Vallei. Ze komen voor in de nabijheid van beken, wat ook al uit de benaming volgt. De aanduiding "eerd" duidt op het voorkomen van een minerale laag boven in het profiel. Deze gronden worden vrijwel uitsluitend als grasland gebruikt.

-- pZg21; beekeerdgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand. Deze gronden zijn minder humeus als pZg23. Waarschijnlijk zijn ze deels met veen bedekt geweest. Nu zijn ze overwegend als grasland in gebruik. Deze eenheid komt in het zuidelijk deel van de Vallei voor.

-- zEZ21; hoge zwarte enkeerdgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand. Dit zijn veelal zeer oude cultuurgronden ontstaan door menselijke aktiviteiten. Gedurende vele eeuwen werd op deze gronden mest, vermengd met wat zand, gebracht volgens het potstalsysteem (zie hoofdstuk 6). Hierdoor ontstond een ophoging met humusrijk zand, die tussen ca. 60 en 100 cm. ligt. De dikste dekken worden aangetroffen aan de lage kant van de grote engcomplexen op de overgang van de stuwwallen naar de Gelderse Vallei. De ouderdom van deze cultuurgronden is zeer verschillend: van een eerste aanleg in de vierde eeuw v. Chr. tot ongeveer 1400 n. Chr.. In de Vallei komen ook enkele complexen van deze gronden voor en wel op de dekzandruggen. Hier zijn de opgebrachte dekken vaak wat dunner, wat duidt op een latere ontginning. De enkeerdgronden zijn vaak in gebruik als bouwland.

-- Hn21; veldpodzolgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand. Wanneer in de bodem een inspoelingslaag ontstaan is door inspoeling van organische stof, al of niet samen met ijzer- en aluminiumoxiden, spreekt men van een podzol. Bij podzolering spoelen onder invloed van



pZg23; beekeerdgronden: lemig fijn zand

zEZ21; hoge zwarte enkeerdgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand

pZg21; beekeerdgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand

vWz; broekeerdgronden met moerige bovengrond

cHn21; laarpodzolgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand

associatie van meerdere gronden

Hn21; veldpodzolgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand

bebouwde kom

Figuur 4. Bodemkaart van het onderzoeksgebied.

een neerslagoverschot deze stoffen uit de bovenste bodemlaag om zich daaronder weer af te zetten. Veldpodzolen worden gekenmerkt door het feit dat in de inspoelingslaag geen ijzerdeeltjes voorkomen. Dit komt doordat het grondwater ooit tot tenminste even boven deze laag gereikt heeft, waardoor de ijzerdeeltjes naar diepere lagen zijn uitgespoeld. Deze gronden hebben een dun humushoudend dek, doordat ze pas laat ontgonnen zijn. De aanduiding "veld" in de benaming duidt op nog woeste heidevelden, die tussen de ontginningen rondom de oude nederzettingen lagen.

-- cHn21; laarpodzolgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand. Deze gronden zijn veelal ontstaan uit veldpodzolgronden, die zijn opgehoogd met potstalmest. De bovengrond bestaat dan ook uit een matig dik, humushoudend dek. De naam "laar" heeft betrekking op een open plaats in het bos, die ontgonnen is en vermoedelijk in de lagere, nattere gebieden voorkomt. In de Gelderse Vallei komt deze grondsoort voor op dekzandruggetjes en op de overgang van de oude bouwlanden (enkgronden) op de rand van stuwwal naar vallei.

-- vWz; broekeerdgronden met moerige bovengrond. In het onderzoeksgebied komt deze grondsoort slechts in kleinere eenheden een enkele keer voor in de nabijheid van Renswoude. De moerige (moerassige, venige) bovengrond is tussen de 20 en 40 cm. dik. De benaming "broek" betekent laag moerasbos, kreupelhout. Deze gronden liggen meestal in laagten tussen beekeerdgronden.

In het gebied komen ook nog enige associaties van grondsoorten voor in een zo grote versnippering, dat afzonderlijke kartering niet mogelijk is. Nabij Renswoude komt een complex voor met de associatie cHn/zEZ/pZg21. Het grondpatroon wordt gevormd door de beekeerdgronden (pZg21), die ook in het zuidelijk deel van het gebied over grote oppervlakken liggen. De beide andere grondsoorten liggen op de iets hogere delen van het terrein. Het zijn oude kampontginningen en engen met een mestdek van ca. 50 cm..

De associatie Hn/cHn21/pZg23 komt voor in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied, in de bovenloop van de Meulunterse Beek. Ook hier vormen de beekeerdgronden (pZg23) het grondpatroon, waarop vele kleine rugjes en kopjes met veld- en laarpodzolgronden voorkomen. De laarpodzolgronden zijn veelal matig opgehoogde kampontginningen, terwijl de veldpodzolgronden de jongere ontginningen en de vrij veel voorkomende woeste gronden en bosjes vormen.

5. WATERHUISHOUDING.

De afwatering van de Gelderse Vallei wordt verzorgd door een aantal oost-west stromende beken, samenkomend of uitstromend in de Grift c.q. het Valleikanaal. Deze beken waren van natuurlijke oorsprong. Ze kronkelden tussen de heuvelruggetjes door. De Barneveldse en Lunterse Beek zijn hiervan voorbeelden. De huidige ligging van de Lunterse Beek en zijbeken is weergegeven in figuur 6 (pag. 45).

De Lunterse Beek zelf komt pas rond 1660 voor het eerst op landkaarten voor. Op kaarten uit het begin van de 17e eeuw wordt al wel melding gemaakt van de Eem, die even ten westen van Saerpezeel (Scherpenzeel) begint. Daarnaast is op een kaart uit 1571, getiteld "Gelriae, Cliviae, finitimorumque locorum verissima descripto Christiano Schrot auctore" (Speciale Collectie, centrale bibliotheek van de Landbouwhogeschool), een watergang getekend, genaamd de Groe (=Grebbe?). Verschillende takken, beginnend bij Emminckhuizen, Lunteren en Eede komen even ten westen van Bennekom samen om vervolgens tussen Wageningen en Rhena (Rhenen) in de Rijn uit te monden.

De Lunterse Beek, zoals ze voor het eerst op landkaarten is te onderscheiden, bestaat uit twee takken: de één beginnend in Weekerom (Wekerom), via Nieu Lunteren (Meulunteren) en boven Lunteren langsstromend om even ten westen daarvan samen te komen met de andere tak, die vlak boven Doesburg begint. Het vermoeden dat de Lunterse Beek eertijds uit slechts twee takken bestond wordt nog eens bevestigd door de gegevens van de geomorfologische kaart (Stiboka, 1974). Van de daarop genoemde terreinvormen is in dit verband de categorie "geulvormige laagte zonder veen" van belang. Dit zijn de ondiepe laagten, ontstaan onder invloed van sneeuwsmeltwater en bodemijs tijdens het laat-Pleistoceen. Een strook van deze terreinvorm ligt op de kaart van de huidige bovenloop van de Meulunterse Beek, doorlopend naar de huidige bovenloop van de Nederwoudse Beek. Na een onderbreking gaat deze strook verder ter hoogte van de huidige bovenloop van de Buzerdse Beek om langs de huidige loop van deze beek tot aan Renswoude en verder langs de loop van de Lunterse Beek te gaan. Dit doet vermoeden dat in vroeger tijden de Buzerdse Beek, de bovenloop van de Nederwoudse Beek en de Meulunterse Beek één geheel vormden, en dat pas later meerdere zijbeken gegraven, dan wel ontstaan zijn.

De afwatering van de Gelderse Vallei is altijd al een groot probleem geweest. Het optreden van kwel, de geringe doorlatendheid van de diepere grondlagen en de te kleine afvoercapaciteit van de bestaande beken worden als verklaringen gegeven (Reuter,1958; Meinardi,1978). Pas in de 15^{e} eeuw, toen de hoogveencomplexen in het zuiden van de Gelderse Vallei vergraven werden, werden nieuwe watergangen gegraven en bestaande lopen verbeterd om het turf af te voeren (Hadderingh en Hulshoff Pol, 1971). Aan het einde van de 15^{e} eeuw werd hiertoe de Bisschop Davids Grift gegraven, waarbij gedeeltelijk gebruik gemaakt werd van de Kromme Eem. Dit is het eerder in dit hoofdstuk als Groe aangeduidde riviertje. Door een sluis stond de Grift in verbinding met de Rijn. Veenendaal kon op deze manier zijn turf goed afvoeren naar de grote steden. In 1555 werd de Schonerbeker (Woudenbergse) Grift van Veenendaal langs Woudenberg naar de Lunterse Beek gegraven. In 1560 werd deze met de Bisschop Davids Grift in verbinding gebracht, zodat er nu een open verbinding tussen de toenmalige Zuiderzee en de Rijn was. Na afdamming van de Schonerbeker Grift in 1599 werd deze verbinding in 1647 weer hersteld door het graven van de Broekwetering, van Veenendaal naar Lambalgen, even ten zuiden van Scherpenzeel.

Men heeft in de Gelderse Vallei altijd veel last gehad van de slechte afwatering en van dijkdoorbraken bij de Grebbe. Ten zuiden van Veenendaal vond de afwatering plaats door de Kromme Eem. Bij hoge waterstanden in de Rijn was de afwatering echter zeer gebrekkig. Ook het graven van de Bisschop Davids Grift veranderde daar weinig aan. Door de afgraving van veen was het gebied bovendien nog verder verlaagd. Ten noorden van Veenendaal zorgden de Lunterse en Barneveldse Beek en zijbeken voor de afwatering. Bij noordoosten wind echter stuwde het water op in de Eem, zodat er ook in het noordelijke deel van de Vallei problemen waren met betrekking tot de afwatering. Na het graven van een verbinding tussen de Bisschop Davids Grift en de Lunterse Beek in 1560 en later in 1647 kon ook het zuidelijke deel van de Gelderse Vallei op de Zuiderzee lozen. Naast de slechte afwatering waren er ook regelmatig doorbraken van de Grebbedijk (1595, 1643, 1651, 1711 en 1855). Tot zelfs aan Amersfoort toe richtten de hiermee gepaard gaande overstromingen grote schade aan. Om de gebieden rond Woudenberg, Scherpenzeel en

Amersfoort te beschermen tegen dijkdoorbraken en overtollig water uit het gebied rond Veenendaal, Wageningen, Bennekom en Ede, werd in 1672 de zogeheten Slapersdijk aangelegd. Deze loopt van Amerongen naar Emminkhuizen en van hieruit naar het Voormalig Werk aan de Daatselaar. Door de Slapersdijk had het oostelijk deel van de Gelderse Vallei echter weer vaak te kampen met wateroverlast. Om dit tegen te gaan werden er in 1714 drie openingen in aangebracht, die in tijden van wateroverlast gesloten konden worden.

Om de waterafvoer verder te verbeteren werd o.a. de Bisschop Davids Grift in 1867 verbreed en de Eem uitgediept. Ook waren er reeds lange tijd plannen om een scheepvaart-afwateringskanaal te graven. Het plan voor een scheepvaartkanaal werd uiteindelijk niet uitgevoerd. Wel werd tussen 1937 en 1942 het Valleikanaal gegraven. Voor het grootste deel volgde het kanaal reeds bestaande watergangen: de Bisschop Davids Grift, het omleidingskanaal bij Veenendaal, de Lunterse Beek van Lambalgen tot Woudenberg en de benedenloop van de Modderbeek. Even voorbij Amersfoort komt het kanaal uit in de Eem. Het Valleikanaal ligt asymmetrisch in de Vallei, n.l. meer naar de Utrechtse Heuvelrug toe. De laagste punten van het maaiveld liggen ook aan die kant. Om te vookomen dat de grondwaterstand te zeer zou dalen en om voldoende water in het kanaal vast te houden werden er een zestal stuwen in aangebracht. Hierdoor was het mogelijk om het water op te stuwen tot een peil hoger dan gewoonlijk. Omdat het Valleikanaal echter in het laagste deel van de Vallei ligt, konden slechts de aanliggende gronden, de laagstgelegen gebieden, profiteren van deze opstuwing in droge periodes (Reuter, 1958). Voor de meer naar het oosten gelegen gebieden bood dit echter geen soelaas. Omdat een steeds intensievere bedrijfsvoering in de agrarische sector een goede waterafvoer vereiste ('s winters in natte periodes snelle afvoer, 's zomers opstuwing van beekwater om verdroging te voorkomen) werden vanaf de veertiger jaren de Barneveldse en Lunterse Beek en zijbeken genormaliseerd. Hieronder wordt verstaan: verbreding en rechttrekken van de watergang en het aanbrengen van eenvormige beschoeiing en stuwen. De Barneveldse Beek is vrijwel geheel genormaliseerd tussen 1946 en 1970. Van 1952 tot 1965 is men doende geweest de Lunterse Beek in fasen te normaliseren, gaande vanaf de monding in het Valleikanaal. Ten behoeve van peilbeheersing werden

stuwen in de beken gebouwd. Alle beken in het stroomgebied van de Lunterse Beek zijn tot in de uiterste bovenloop rechtgetrokken.

Het stroomgebied van de Lunterse Beek bestaat uit een aantal verschillende afwateringseenheden (Rijkswaterstaat, 1969):

A. Het gebied van de Overwoudse en Meulunterse Beek, groot 1655 ha. Er zijn 11 regelbare stuwen aangebracht in de beek.

B. Het gebied van de Buzerdse en Nederwoudse Beek. Het gebied omvat 1035 ha. 5 Regelbare stuwen in de Nederwoudse Beek en 4 regelbare stuwen in de Buzerdse Beek zorgen voor de peilbeheersing.

C. Het stroomgebied van de Fliertse- en Veenderbeek. Dit gebied omvat 1685 ha., waarvan ongeveer de helft ten oosten van Lunteren ligt en waarin zich geen oppervlaktewater bevindt. In de Modderbeek bevindt zich 1 regelbare stuw, in de Veenderbeek 5 en in de Fliertse Beek zijn dit er 3. Daarnaast zijn er nog een aantal kleine watertjes in dit gebied, die gestuwd zijn, t.w. de Kleine Fliertse Beek (komt in de Fliertse Beek uit vlak voor de gemeentegrens tussen Ede en Renswoude) met 1 regelbare stuw en tenslotte 1 regelbare stuw in de sloot, die achter de waterpartij van huize Renswoude ligt.

D. Het gebied van de Munnikebeek, Meikadesloot, Poelbeek en Zecksloot (2635 ha., waarvan ongeveer 50% ten oosten van de weg Ede-Lunteren, waar zich geen watergangen bevinden). De Zecksloot watert het gebied af ten oosten van de provinciale weg, de Poelbeek het gebied tussen de Lunterse Kade en de Buurtweg, en de Meikadesloot het gebied ten zuiden van de Buurtweg. In Poelbeek en Zecksloot zitten ieder 1 regelbare stuw, de Meikadesloot bevat 2 regelbare stuwen en de Munnikebeek heeft er 6.

E. Het gebied van de Lunterse Beek (1205 ha.). Van bovenloop tot vlak voor instroming in het Valleikanaal bevat de beek 11 regelbare stuwen en vlak voor de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Lunteren 1 bodemval.

De in het voorgaande stuk genoemde watergangen zijn de al wat grotere. Dit zijn de z.g. primaire watergangen. Ze zijn voor de waterhuishouding van regionale betekenis. Daarnaast zijn er talloze secundaire watergangen (kleine beken, sloten en greppels), die alleen afvoer hebben in natte periodes en voor de waterhuishouding van lokale betekenis zijn.

6. INVLOED VAN DE MENS OP HET LANDSCHAP.

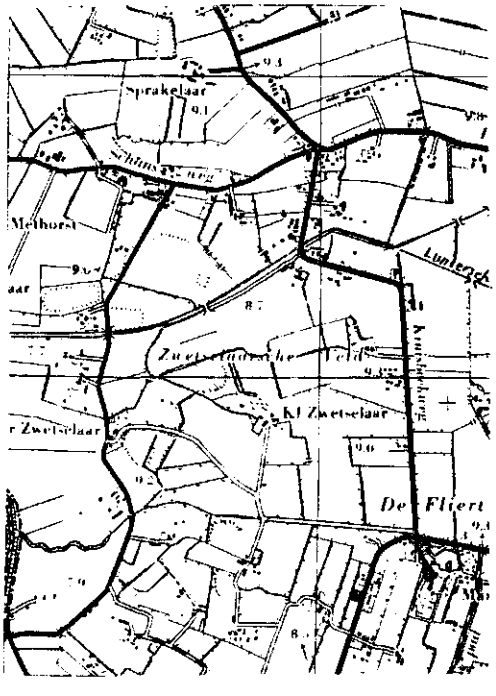
De waterhuishouding heeft in de Gelderse Vallei vanaf het begin een grote rol gespeeld met betrekking tot menselijke beïnvloedingen. Waterhuishouding en bodemgesteldheid zijn van doorslaggevende betekenis geweest bij vestiging in het gebied. Toen men zich eenmaal op een bepaalde plaats gevestigd had was het belangrijk om zo goed mogelijk gebruik te maken van aanwezige situatie. Voor het hierna volgende overzicht is gebruik gemaakt van de volgende werken: Vereniging "Oud Ede" (z.j.), Gemeente Ede (1974), Visscher (1975), Keuning (1979) en van Laar (1979).

Er is maar weinig bekend over bewoning van de Gelderse Vallei in het verre verleden. Tot in de vroege middeleeuwen was de vallei een uitgestrekte moeras-wildernis, de "silva Hrenhem", het Rhenense bos genaamd. Ca. 500 n.C. vestigden zich Saksen op de Veluwe. De Veluwe zelf was een bosrijk gebied met vrij droge gronden. Deze factoren maakten vestiging alleszins ongunstig. De bewoning beperkte zich derhalve tot de randgebieden, echter minder aan de westzijde van de Veluwe. Tot ver in de middeleeuwen lag in de Gelderse Vallei, zeker in het zuidelijke deel, een omvangrijk venig en moerassig broekgebied. De ontsluiting van het gebied bleek een groot probleem. Voor zover er wel sprake was van menselijke bewoning bleef dit beperkt tot de overgangsgebieden van stuwwal naar vallei. Deze gebieden met een wisselende bodemgesteldheid waren interessant voor de mens. Daar konden zelfverzorgende gemengde bedrijven met zowel hooi-, weide- als akkerland worden uitgeoefend. De belangstelling ging dus uit naar gebieden waar vochtige en droge delen dicht bij elkaar lagen. De beekdalen en randen van de stuwwallen kwamen hiervoor in aanmerking. Dit verklaart de ligging van Bennekom, Ede, Lunteren, Otterlo en Harskamp. De beekdalen waren geschikt voor beweiding. De natte gedeelten deden dienst als hooiland. Op de dekzandruggen en de helling van de stuwwal vond akkerbouw plaats. De vruchtbaarheid van deze schrale gronden werd verbeterd met behulp van plaggenbemesting via het z.g. potstalsysteem, dat vanaf de vroege middeleeuwen werd toegepast. Bij het potstalsysteem liet men het vee, veelal schapen, overdag grazen op de heidevelden en woeste gronden, die op de hoger gelegen terreinen

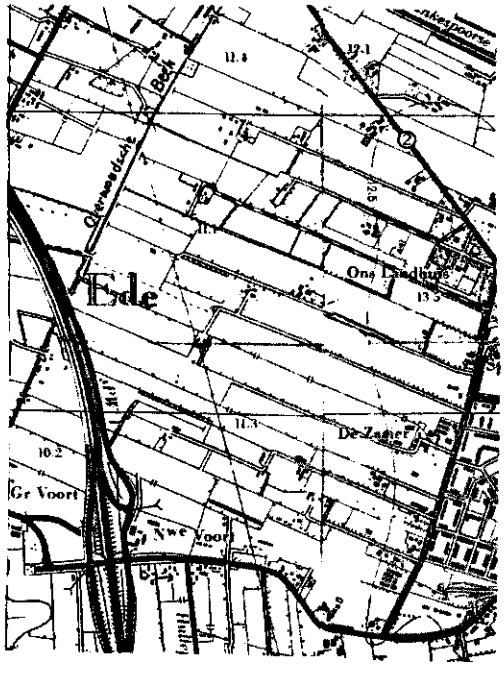
lagen. De mest werd 's nachts in de stallen verzameld en, vermengd met heideplaggen, op de landbouwgronden gebracht. In de loop der eeuwen werd zo de van nature schrale bovengrond omgevormd tot een dikke humushoudende laag van soms meer dan één meter. Door deze ophoging werden de hoogteverschillen tussen dekzandruggen en omliggend land nog geaccentueerd. Ook bij de woonkernen komen deze oude landbouwgronden voor. Ze heten dan eng, bijvoorbeeld de Veendereng, Wekeromse Eng en Doesburgerenk.

Door toepassing van een gemengd bedrijf ontstond een landschap met onregelmatige blokverkaveling en verspreide bedrijven, het z.g. hoevenlandschap. Dit is een landschapsvorm met kleinschalige elementen bij elkaar gelegen: boerderijen, bosjes, hakhout, houtwallen, akkers, weide, hooilanden, natte en droge heideveldjes en beekjes. Ten westen van de lijn de Fliert-Nederwoud tot aan de lijn Renswoude-Walderveen ligt dit type landschap. Een ander landschapstype in het gebied is het slagenlandschap. Het wordt gekenmerkt door smalle, langgerekte kavels met houtwallen, ontstaan door in cultuur genomen veenafgravingen. Dit veen was ontstaan in de moerassige laagten ten tijde van de overgang van Pleistoceen naar Holoceen. Vanaf de 15^{e} eeuw is dit veencomplex vergraven. Het slagenlandschap ligt in het gebied ten westen van Lunteren tot aan de lijn de Fliert-Nederwoud. Figuur 5 is een detailopname van de topografische kaart 32G (Barneveld). Hierin zijn de beide landschaps-

Figuur 5. Landschapstypes in het onderzoeksgebied.



hoevenlandschap



slagenlandschap

types duidelijk te onderscheiden.

In het oude boerenbedrijf had het gebrek aan meststoffen een verlammende werking op de bedrijfsvoering. De in eigen bedrijf geproduceerde mest was veelal ontoereikend om de arme grond te verrijken. Voor grasland (over het algemeen een klein onderdeel van het gemengde bedrijf) was meestal geen mest voorhanden. De veestapel werd hierdoor slecht gevoed en leverde weinig mest. Alleen hoge gronden waren in cultuur, maar bij gebrek aan mest moesten meer dan eens percelen braak liggen. Lage gronden stonden een deel van het jaar onder water en hadden daardoor praktisch geen waarde voor het bedrijf. Na de landbouwcrisis van 1880 kwamen er grote veranderingen in deze situatie. Daarvoor was een aantal oorzaken. Vanuit Amerika en Rusland werden grote hoeveelheden goedkope voedergranen geïmporteerd. De veehouderij werd hierdoor bevorderd. Veel boeren schakelden over van een systeem waarbij veehouderij ten dienste stond van de landbouw (inbreng van mest) naar een bedrijfsvoering waarbij landbouw bedreven werd om de opbrengst van de veehouderij op te voeren. Veel akkergrondruggen werden afgegraven, waardoor afvlakking van het landschap optrad. Daarnaast deed rond de eeuwwisseling de kunstmest zijn intrede in de landbouw. Voor meststoffen was men niet langer aangewezen op het potstalsysteem. Veel heide, hooiland en bos was niet langer nodig voor begrazing en werd ontgonnen en omgezet tot weide en akkerland. Vooral op de Veluwe werden uitgebreide complexen schrale grond bebost met loof- en naaldhout. De accentverschuiving van landbouw naar veehouderij bleek met name voor de pluimveeteelt zo gunstig dat sommige boeren er nun hoofdbedrijf van maakten.

De invoer van goedkope voedergranen en de uitvinding van de kunstmest zorgden dus voor enorme verschuivingen in de landbouw. Dit ging, zoals aangegeven, gepaard met een nivellering van het landschap. Daarnaast zijn er nog een paar faktoren, die hiertoe hebben bijgedragen. Zo daalden rond 1875 de schorsprijzen en werden goedkopere looistoffen van elders geïmporteerd. Petroleum en steenkool werden meer en meer als brandstof gebruikt. Hierdoor vond er verwaarlozing plaats van de houtopstanden. Veel singels en houtwallen werden gekapt. Na de oorlog vond schaalvergroting in de landbouw plaats. Bovendien werden veel kavels rechtgetrokken ten behoeve van mechanische bewerking en/of in het kader van ruil-

verkavelingen. Veel houtopstanden moesten hiervoor wijken. Als gevolg van verregaande intensivering ontwikkelde zich vooral de laatste tiental jaren de intensieve veehouderij, ook wel bio-industrie genoemd. Teneinde de enorme hoeveelheden mest, die nierbij geproduceerd worden, kwijt te raken werd in de landbouw overgeschakeld op de teelt van mais, een gewas dat extreem hoge mestgiften kan verdragen. Landbouw, voor zover beoefend, beperkt zich in het gebied dan ook vrijwel uitsluitend tot maisteelt. Het overige land is praktisch geheel als weidegebied in gebruik. De al eerder genoemde beeknormalisaties waren ook een uitvloeisel van de steeds hogere eisen, die de intensieve veehouderij stelde. Door de bevolkingstoename in de laatste eeuw nam de bebouwing toe en vond een betere ontsluiting van het gebied plaats.

Door al deze faktoren vond een achteruitgang plaats in de diversiteit en het pluriforme karakter van de Gelderse Vallei en de randgebieden.

7. MESTPROBLEMATIEK.

7.1. Inleiding.

Op de zandgebieden, waaronder de Gelderse Vallei, was vroeger slechts marginale landbouw mogelijk, aangezien de bodems van nature arm zijn aan plantenvoedende stoffen. De voortdurende schaalvergroting en intensivering in de landbouw, zoals aan het einde van het vorige hoofdstuk reeds genoemd, heeft zich vanaf de vijftiger jaren ingezet. Ook in de Gelderse Vallei heeft deze ontwikkeling zich doen voelen. Omdat het grondoppervlak echter vaak beperkend was, konden slechts niet grondgebonden activiteiten worden uitgebreid. Door import van goedkope mengvoeders werd het aantal te houden dieren in een bepaald gebied onafhankelijk van de oppervlakte cultuurgrond, die nodig was voor de verbouw van voedergewassen. Hierdoor konden de kleine gemengde bedrijven op de zandgronden uitgroeien tot intensieve veehouderij-bedrijven (voornamelijk varkens en pluimvee). De intensieve veehouderij wordt gekenmerkt door dierlijke produktie op basis van de aangekochte mengvoeders. In de periode '50-'75 is de mengvoederproduktie vervijf-voudigd. Door de invoer van voeders wordt er een hoeveelheid dierlijke mest geproduceerd, die in geen verhouding meer staat tot de opper-vlakte cultuurgrond waarop deze aangewend kan worden. Te zware bemesting leidt tot opbrengstvermindering en kwaliteitsdaling. Het ontstaan van deze mestoverschotten (meer mestproduktie dan landbouw-kundig of milieuhygienisch verantwoord kan worden aangewend op het land) wordt nog bevorderd door de omzetting van bouwland in grasland. Op het grondgebied van de gemeente Ede is b.v. slechts tussen de 10 en 25 % van de cultuurgrond in gebruik als bouwland en tuinbouwgrond. Naast acuut negatieve gevolgen van overbemesting (opbrengstvermindering, kwaliteitsdaling) spelen ook lange termijn effecten een rol, zoals de ophoping van schadelijke componenten in de bodem. Door vervluchtiging, oppervlakkige afspoeling, uitspoeling en opname in voedselketens via gewas of dier kunnen meststoffen buiten de doorwortelde zone belanden, waardoor elders ongewenste effecten kunnen optreden. Vervluchtiging van componenten uit mest leidt tot luchtverontreiniging en speelt zeer waarschijnlijk een rol bij de z.g. zure regen. Oppervlakkige afspoeling en uitspoeling hebben verontreiniging van oppervlakte- en grondwater tot gevolg.

Deze problematiek m.b.t. bemesting en de negatieve gevolgen voor het milieu speelt erg in het onderzoeksgebied. De varkens- en pluimveehouderij heeft zich er zeer sterk ontwikkeld. Op het grondgebied van Ede kwamen in 1979 per km.^{2} cultuurgrond voor: 1.500-2.500 mestvarkens, 500-1.000 mestkalveren en 15.000-35.000 leghennen. Deze aantallen vallen in de hoogste categoriën van een indeling van de Nederlandse zandgebieden op grond van veebezetting (Lexmond, van Riemsdijk en de Haan, 1982).
De problematiek van de overbemesting richt zich vaak op twee faktoren, t.w. stikstof en fosfaat. Samen met kalium vormen ze de hoofdvoedingsstoffen voor gewassen. Alle drie zijn ze rijkelijk aanwezig in dierlijke mest. In de volgende twee paragrafen zal ingegaan worden op de twee hoofdcomponenten in dierlijke mest, N (stikstof) en P (fosfaat). In de laatste paragraaf zullen nog enige andere stoffen aan bod komen, die via mest op het land komen en aldus tot milieuhygienische problemen aanleiding kunnen geven.

7.2. Stikstof.

Achtereenvolgens zullen in deze paragraaf aan de orde komen: de herkomst en hoeveelheden van stikstof-meststoffen, uitspoeling, verschijningsvorm en processen van N-verbindingen en milieuhygienische aspecten.

Stikstof, die via verspreide lozingen in het milieu terecht komt, is voor het overgrote deel afkomstig van meststoffen, hetzij dierlijke - hetzij kunstmest, gebruikt in de landbouw. De laatste tientallen jaren is de produktie van dierlijke mest en het landbouwkundig gebruik van deze mest sterk toegenomen. Bovendien is sinds 1950 het landelijk N-kunstmestgebruik vervijfvoudigd tot ca. 250 kg N/ha cultuurgrond. Dierlijke mest wordt gedurende het gehele jaar op het land gebracht, terwijl de daarin aanwezige nutriënten slechts in het voorjaar goed opneembaar zijn voor het gewas. Vooral bij toediening van mest in najaar en winter treden aanzienlijke uitspoelingsverliezen op. Bij voorjaarstoediening is de stikstofwerkingscoëfficiënt (verhouding van de werking van N uit organische mest met die van kunstmest) nog 75 %. Bij najaarstoediening is dit nog maar 45 %; het jaargemiddelde is 60 %. De meeste gewassen vereisen 100-200 kg kunstmest-N/ha,jaar, wat dus overeenkomt met een vereiste van 166-333 kg organische mest-N/ha,jaar. Daarnaast verdraagt grasland minder mest, aangezien de veebezetting ook al mineralen toevoegt. Daarentegen heeft snijmais een zeer hoge

N-behoefte en verdraagt dus hogere mestgiften.

Een vergelijking van de vereiste N-dosering met de werkelijke N-produktie in de gemeente Ede leert dat er sprake is van een zware overbemesting. Naar gegevens van Lexmond, van Riemsdijk en de Haan (1982) is daar sprake van:

-- produktie van N-totaal/ha cultuurgrond van niet aan grond gebonden veestapel groter dan 400 kg.
-- de rundvee-bezetting is tussen de 3,01 en 3,40 g.v.e. (groot vee eenheden), wat zeer hoog is.
-- de stikstof, beschikbaar voor bemsting van bouwland en tuinbouwgrond, ná maximale bemesting van grasland op basis van kali-equivalenten is groter dan 2.000 kg N-totaal/ha.
-- het stikstofoverschot na maximale bemesting van gras-,bouwland en tuinbouwgrond is groter dan 200 kg N-totaal/ha cultuurgrond.

Deze getallen over produktie en overschotten vallen in de hoogste categoriën, die op de Nederlandse zandgronden geconstateerd zijn. De totale N-produktie van dierlijke mest in de zandgebieden is voor ca. 80 % afkomstig van varkens en voor ca. 15 % van leghennen en slachtkuikens. Bij optimale bemesting van deze gebieden en geen gebruik van kunstmest moet ruim 45 % van de geproduceerde N- hoeveelheid worden afgevoerd naar elders (ongeveer 7,2 miljoen ton varkensdrijfmest). O.a. door de hoge kosten van vervoer wordt momenteel nog slechts een zeer beperkt deel van de enorme mestoverschotten door z.g. mestbanken buiten het gebied afgezet. Bovendien vindt toch nog bemesting met kunstmest plaats, enerzijds door vervoersproblemen voor dierlijke meststoffen binnen een gebied, anderzijds omdat extra kunstmestgiften toch tot betere resultaten kunnen leiden.

De enorme overproduktie van dierlijke mest op zandgronden en de (o.a. financiële) problemen die zich voordoen bij afzet buiten deze gebieden leiden tot een zware overbemesting van de gronden. Doordat in Nederland de jaarlijkse neerslag de verdamping en de berging in het bodemprofiel overtreft zullen meststoffen, voor zover uitspoelbaar en niet opgenomen door gewas, kunnen uitspoelen tot beneden de doorwortelde zone. De uitspoeling van stikstof wordt door meerdere faktoren beïnvloed (Krajenbrink, 1983):

-- hoeveelheid percolatiewater. Hoe meer water doorspoelt naar diepere grondlagen, des te meer uitspoeling van N. Braak liggend land vertoont een relatief sterke uitspoeling, doordat minder water

opgenomen wordt door de vegatatie.

-- bemestingsgraad. Hogere stikstofgiften leiden tot meer uitspoeling.

-- verhouding bouwland-grasland. Bij lage bemesting is de uitspoeling van bouwland hoger. Dit komt omdat grasland het hele jaar door gewas draagt, welke N opneemt. Tevens ligt bouwland relatief hoog t.o.v. grasland. Door de hoge ligging en de betere infiltratie-mogelijkheden als gevolg van lagere evapotranspiratie en betere doorlatendheid door grondbewerking kunnen meststoffen sneller en beter infiltreren (Vasak, 1978). Bij (intensieve)bemesting is de uitspoeling van grasland slechts 10 % van de uitspoeling van vergelijkbaar bouwland. Bij extreem hoge N-giften echter neemt de uitspoeling van grasland sterk toe. Bij ongeveer 800 kg N/ha,jaar is deze uitspoeling ongeveer gelijk aan die van bouwland.

-- grondsoort. In zware gronden, zoals klei, is de beweeglijkheid van water kleiner en treedt minder uitspoeling op. Op zandgronden verloopt dit proces sneller.

-- hoeveelheid organische stof in de bodem. Organische stof is een bruikbare energiebron voor de denitrificatie, de biochemische omzetting van nitraat in gasvormig stikstof. Is er weinig organische stof in de ondergrond aanwezig, zoals onder de Veluwe, dan kan er meer nitraat uitspoelen.

-- verhouding kunstmest-dierlijke mest. Dierlijke mest is minder effectief dan kunstmest doordat de verhouding waarin stikstof, fosfaat en kalium in dierlijke mest voorkomen niet gelijk is aan de voor de plant beste combinatie, terwijl kunstmest "op maat" is samengesteld. Dosering op basis van N-behoefte met organische mest leidt tot overdosering van fosfaat en in mindere mate van kalium.

-- tijdstip toediening. Kunstmest wordt meestal toegediend in het voorjaar. Dan is het neerslagoverschot meestal negatief, waardoor weinig uitspoeling optreedt. Om van de enorme hoeveelheden drijf-mest af te komen wordt dit gedurende het gehele jaar op het land gebracht, waardoor de uitspoelingsverliezen in najaar en winter aanzienlijk zijn.

-- gevolgen grazend vee. De mest van vee wordt geconcentreerd op bepaalde plaatsen, waardoor de gemiddelde mestgift toeneemt. De uitspoeling van N neemt bij een veebezetting van 2,25 g.v.e./ha op zandgrond toe met een faktor 5 in vergelijking met normaal bemest, niet begraasd grasland.

-- beregening. Dit leidt tot een betere nitraatopname door de plant, dus minder uitspoeling.
-- bemestingsregime. Een mestgift in één keer veroorzaakt meer uitspoeling dan spreiding over het hele seizoen. Stoppen met N-bemesting na jaren intensieve bemesting leidt al na 1 jaar tot sterke daling van het nitraatgehalte in het percolatiewater.
-- grondwaterstand. Bij een lage grondwaterstand is de weg tot het grondwater en dus de verblijftijd in de onverzadigde zone langer. Hierdoor treedt meer opname door gewas op en meer denitrificatie en fixatie. Anderzijds leidt ontwatering tot een grotere mineralisatie van organische stof in de ondergrond en dus tot meer uitspoeling.

Stikstof, die middels uitspoeling beneden de doorwortelde zone komt, kan in verschillende vormen worden aangetroffen, n.l. nitraat (NO_3^-), nitriet (NO_2^-), ammonium (NH_4^+), organische N-verbindingen en stikstofgas (N_2). Vrij N_2 komt alleen in bodemlucht voor, terwijl NO_2^- (instabiel) en organische N-verbindingen slechts in lage gehaltes aanwezig zijn, zeker in de diepere ondergrond. Belangrijk zijn vooral NH_4^+ en NO_3^-. Nitraat is goed oplosbaar en daardoor erg mobiel. NH_4^+ wordt eerder aan grondparticels gebonden. In de bodem speelt zich een aantal processen af die met name de hoeveelheid NO_3^- en NH_4^+ beïnvloeden. Door nitrificatie wordt NH_4^+ omgezet in NO_3^- o.i.v. autotrofe micro-organismen onder aërobe omstandigheden. Deze omzetting verloopt bij ureum en andere kunstmest in enkele weken. Afhankelijk van de adsorptiecapaciteit van de bodem, de temperatuur en het kalkgehalte vindt vervluchtiging van ammoniak plaats. Door biochemische processen vindt een continue omzetting plaats van anorganische N in organische N-verbindingen (immobilisatie) en omgekeerd (mineralisatie). Veruit het belangrijkste is echter de denitrificatie, d.i. de biochemische omzetting van NO_3^- in N_2 gas. Dit proces vindt plaats o.i.v. facultatief anaërobe bacteriën en wordt bevorderd door een hoge grondwaterstand en de aanwezigheid van organische stof in de bodem. Ook de retentietijd van NO_3^- houdend water in de bodem is van belang. Is er weinig organische stof in de bodem aanwezig dan treedt er hoogstens denitrificatie op in de bovenste grondlaag.en zal NO_3^- houdend water, zodra het een diepte bereikt heeft waarop geen of weinig organische stof meer aanwezig is, doorspoelen naar de diepere grondlagen. Ook kan het doorspoelen naar oppervlaktewater.

Veel faktoren die uitspoeling van met name nitraat naar grond- en oppervlaktewater bevorderen zijn aanwezig op de Veluwerand en in de Gelderse Vallei. Er is een enorm mestoverschot, zodat dierlijke mest gedurende het hele jaar op het land gebracht wordt. De ondergrond bestaat uit zand met erg weinig organische stof en een hoge grondwaterstand.

De NO_3^- gehaltes in het ondiepe grondwater onder landbouwgebieden zijn om bovenstaande redenen sterk gestegen. De relatie tussen bemestingsniveau en NO_3^- concentratie is aangetoond (Krajenbrink,1983). Met name onder bouwland wordt de E.G. norm voor drinkwater (11,3 mg NO_3^--N/l) soms met een faktor 2,5 overschreden. In het diepe grondwater is het nitraat-gehalte veelal nog niet opgelopen tot alarmerende hoogte, o.a. door het optreden van denitrificatie, de verdunning met grondwater met een andere samenstelling en/of herkomst en de vertraagde reaktie op aktiviteiten op het aardoppervlak. Op sommige plaatsen onder de Veluwe zijn echter al erg hoge concentraties, tot 14 mg NO_3^--N/l, aangetroffen in het diepe grondwater. Voortdurende uitspoeling van nitraat zal op den duur ook het diepere grondwater beïnvloeden en een reëel gevaar gaan vormen voor de drinkwatervoorziening. Berekeningen van Bleuten en Cerutti (1984) tonen aan dat bij gelijkblijvende trend op een aantal pompstations de gemiddelde nitraat-concentratie in drinkwater, afkomstig van onder de zandgronden, vóór het jaar 2000 de maximaal toelaarbare NO_3^--N waarde van 11,3 mg/l zal overschrijden. Voor een toenemend aantal stations wordt deze situatie bereikt tussen 2000 en 2020. Op sommige waterwinplaatsen in oost-Gelderland, in een landschap vergelijkbaar met het onderzoeksgebied, wordt momenteel al grondwater opgepompt met een NO_3^--N gehalte van 11,3 mg/l en meer, terwijl gehaltes van honderden tot duizenden mg/l in de stroombanen naar het pompstation zijn aangetoond (Bruyn, 1984). Te veel nitraat in drinkwater kan schadelijk zijn; zuigelingen kunnen er de z.g. blue baby disease van krijgen.

De bedreigingen en gevolgen voor het diepere grondwater zijn vrij duidelijk en zijn goed onderzocht. Wat betreft de belasting van het oppervlaktewater, zeker in het onderzoeksgebied, zijn er echter nog enige onzekere faktoren. Zoals in hoofdstuk 3 beschreven is de hydrologie onder de Veluwe en Vallei zeer complex. In de Vallei liggen kwelzone's met lokale infiltratie; op de overgang naar de stuwwal liggen overgangssituaties tussen kwel en infiltratie. De oorsprong

van het water is dus vaak onzeker. Bovendien bestaat het water in de beekjes in natte periodes uit een mengsel van direkte neerslag, opkwellend grondwater en water, dat via oppervlakkige afvoer in de watergang terecht komt (Vasak,1978). De verhoudingen tussen deze types water, ieder met een andere samenstelling, zullen van situatie tot situatie en van plaats tot plaats verschillen.

7.3. Fosfaat.

De belangrijkste bronnen van fosfaat zijn huishoudelijk afvalwater, dat al of niet na zuivering op oppervlaktewater geloosd wordt, en diffuse lozingen via de landbouw. In het onderzoeksgebied is de bebouwing gering, zodat het aandeel van huishoudelijk afvalwater in de beekjes laag zal zijn. Verspreide lozing door uitspoeling van landbouwgronden, die bemest zijn, zal daarentegen een relatief grote bijdrage leveren aan de fosfaatbelasting. Voor de Lunterse Beek zijn door Olthuis (1983) vrachtberekeningen uitgevoerd, die aantonen dat het overgrote deel van de P-vracht van landbouwaktiviteiten afkomstig is (zie tabel 2). De verspreide lozingen zijn vrijwel zeker toe te schrijven aan agrarische aktiviteiten.

Zoals in de vorige paragraaf al ter sprake kwam is de verhouding tussen de voornaamste nutriënten in dierlijke mest niet gelijk aan de voor de plant optimale combinatie. Met name fosfaat is in dierlijke mest in relatief te hoge concentraties aanwezig. Dosering op basis van stikstof- of kaliumbehoefte van het gewas leidt sowieso tot overdosering van P. De gemiddelde fosfaatonttrekking door gewas is ongeveer 80 kg P_2O_5/ha op jaarbasis. Bij een stikstofgift van 200 kg N/ha met dierlijke mest betekent dit een P-overdosering van 34 kg/ha (kalverdrijfmest), 202 kg/ha (kippedrijfmest) en 324 kg/ha (vaste kippemest) bij voorjaarstoediening. Bij najaarstoediening zijn deze

Tabel 2. Fosfaatvrachten in de Lunterse Beek, verdeeld naar bron, over de periode 01-04-1982 t/m 31-03-1983 (Olthuis, 1983).

rioolwaterzuiveringsinstallatie	4.167 kg P
overstorten	2.550 "
verspreide lozingen, uit- en afspoeling	29.783 "
kwel, infiltratie	nihil

getallen nog hoger (resp. 112, 390 en 594 kg/ha). Zelfs al zou de fosfaat-overdosering op de zandgronden beperkt blijven tot 100 kg P_2O_5/ha, dan nog moet 60 % van de beschikbare fosfaat als overschot worden aangemerkt (Lexmond, van Riemsdijk en de Haan, 1982). Uit gegevens afkomstig uit hetzelfde onderzoek volgt dat in Ede de produktie van P_2O_5/ha cultuurgrond van niet aan grond gebonden veestapel groter is dan 320 kg/ha en fosfaat, beschikbaar voor bemesting van bouwland en tuinbouwgrond ná maximale bemesting van grasland op basis van kali-equivalenten groter is dan 960 kg P_2O_5/ha. Deze getallen vallen in de hoogste categoriën, die op zandgronden in Nederland gesignaleerd zijn.

Anders dan bij stikstof wordt zelfs bij de gigantische overschotten, die op het land gebracht worden, maar een klein deel van het fosfaat uitgespoeld naar diepere grondwaterlagen. Fosfaten worden over het algemeen zeer goed vastgelegd in de bodem. Dit is mede afhankelijk van de vorm waarin het fosfaat voorkomt. Dit kan zijn organisch of anorganisch P. Fosfaat in kunstmest komt alleen in anorganische vorm voor. In dierlijke mest bestaat het fosfaat echter voor 20 % uit organische P, waarvan 1 à 1,5 % als oplosbare organische verbindingen. In verse drijfmest zijn de percentages organisch P van het totale fosfaatgehalte veel hoger (40 % in varkensmest tot 60 % in kippendrijfmest). Van de dierlijke mest bestaat verder 70 % van het fosfaat uit onoplosbare anorganische P en de resterende 10 % uit oplosbare anorganische P. Het meeste anorganische P wordt in de bodem goed vastgelegd aan minerale bestanddelen. Het geringst is de vastlegging in zandige en humusrijke grond, omdat dan goed-oplosbare P-complexen gevormd kunnen worden. In de Gelderse Vallei zijn deze omstandigheden aanwezig. Ook de organische fraktie wordt zeer goed vastgelegd, o.a. onder invloed van Fe, Al en Ca.

Uitspoeling van fosfaat wordt bepaald door de nog beschikbare adsorptiecapaciteit in het bodemprofiel boven de grondwaterspiegel in combinatie met de P-belasting, voor zover die boven de onttrekking door het gewas uitgaat. Ongeveer 25 % van het fosfaat dat in de bodem terecht komt wordt weer via het gewas afgevoerd. Minder dan 1 % wordt uitgespoeld naar grond- en oppervlaktewater, zolang er nog adsorptiecapaciteit in de bodem is. De rest wordt vastgelegd in de bodem. De ophoping in de bodem kan in gebieden met intensieve veehouderij oplopen tot 100 kg P/ha,jaar. In de bovenste 20 cm kan tot 1200 kg/ha geborgen

worden (Krajenbrink, 1983). Verdergaande bemesting kan echter leiden tot een zich neerwaarts bewegend P-front in de bodem. Zodra dit front de grondwaterspiegel bereikt zal de oplosbare fraktie fosfaten in de meststoffen niet langer worden vastgelegd, maar direkt uitspoelen. Acute problemen doen zich nog niet voor; op langere termijn zijn ernstige uitspoelingsproblemen te verwachten.

Dringt nu nog weinig fosfaat door tot het diepere grondwater, oppervlakkige uitspoeling vanaf bouwland is zeer reëel. Op zwaar bemeste gronden zal de bovenste bodemlaag reeds geheel verzadigd zijn met fosfaat, waardoor oplosbaar P, welke met de waterstroom door deze laag richting watergang afstroomt, niet wordt vastgelegd en in het oppervlaktewater terecht komt. Gegevens over de mate van P-belasting van het oppervlaktewater zijn summier tevinden in de literatuur. Beek en van Riemsdijk (1978) vermelden dat van de jaarlijkse accumulatie van P in Nederlandse zoetwatermeren en plassen (totaal 18 miljoen kg P) slechts 4,5 % afkomstig is van uitspoeling en runoff. De mate van uitspoeling is uiteraard afhankelijk van belasting, type grond, de waterstroming en in hoeverre er nog adsorptiecapaciteit in de bovenste bodemlaag aanwezig is. Een aantal van deze faktoren is variabel en moeilijk te kwantificeren.

7.4. Enige andere stoffen.

Naast stikstof en fosfaat zijn er nog een paar andere stoffen, die via bemesting een belasting kunnen vormen voor het milieu. In veevoeder komen bepaalde metalen voor, zoals koper, zink en cadmium. De meeste zware metalen worden in de bovenste lagen van de bodem vastgelegd. Door van nature in de bodem voorkomende zuren kunnen echter stabiele complexen met zware metalen gevormd worden, waardoor de oplosbaarheid verhoogd wordt (Harmsen en de Haan, 1978).

Fosfaatmeststoffen kunnen 10 tot 100 mg/kg cadmium bevatten. Cadmium, dat via veevoer wordt toegediend, wordt grotendeels weer uitgescheiden. Eén ha akkerland wordt jaarlijks verrijkt met 6.289 mg Cd (inclusief Cd in neerslag en opname door gewas); voor grasland is dit 4.459 mg (de Jong, 1984). Een belangrijk deel hiervan is echter afkomstig uit neerslag. Intensieve bemesting kan echter leiden tot een extra belasting, waardoor gezondheidsproblemen kunnen ontstaan. Die kunnen veroorzaakt worden, omdat cadmium relatief goed wordt opgenomen door bladgroenten en granen. Voor grasland spelen deze

problemen in mindere mate. Gegevens over verontreiniging van grond- en oppervlaktewater door uitspoeling van cadmium uit mest werden niet gevonden.

Koper wordt in veevoer voor mestvarkens toegevoegd in een concentratie van 125 mg/kg droge stof. Koper in voer verbetert de groei en verlaagt de voederconversie (hoeveelheid opgenomen voer per kg groei) bij mestvarkens. Het koper wordt voor ca. 95 % weer uitgescheiden. In 1979 werd via varkensmest 955 ton koper op cultuurgrond gebracht. Bij een mestgift van 333kg N-totaal/ha wordt aldus 2,5 kg/ha koper opgebracht. Afvoer van koper vindt plaats door onttrekking door gewas (50 g Cu/ha) en uitspoeling naar de ondergrond (20-100 g Cu/ha). Er wordt dus veel meer op het land gebracht dan er wordt weggenomen (Lexmond, van Riemsdijk en de Haan, 1982). Dit overschot wordt geaccumuleerd in de bovenste laag van de bodem, wat kan leiden tot remming van de groei van gewassen. Opgeloste koper is in zeer lage concentratie al toxisch. Aangezien de vastleggingscapaciteit voor koper beperkt is, is verdere toevoeging van koper ongewenst uit milieu-hygienisch oogpunt. De mens heeft een goed mechanisme ter verwijdering van koper uit het lichaam. Schapen zijn erg gevoelig voor verhoogde Cu-gehaltes in gras.

Naast koper, zink en cadmium is er nog een veelheid aan voeder-additieven, die in de oorspronkelijke vorm of in de vorm van metabolieten uitgescheiden worden door de dieren. Door de Roij en de Vries (1982) is een literatuurstudie verricht naar de milieu-effekten van een aantal voederadditiva. Hieruit volgde dat slechts van enige stoffen de toxiciteit voor enkele terristische en aquatische organismen bekend was; over de overige onderzochte stoffen waren geen gegevens te vinden. Ook over degradatie, mobiliteit in de bodem, bioaccumulatie, persistentie en de aard van de metabolieten zijn i.h.a. zeer weinig of geen gegevens bekend. Men kan zich afvragen in hoeverre het verantwoord is deze additiva toe te passen, zolang er maar zo weinig over bekend is.

8. PLANOLOGIE.

8.1. Inleiding.

Door de hoge bevolkingsdichtheid in Nederland wordt er door vele belangengroeperingen een grote druk uitgeoefend op het ruimtebestand. Reeds lang geleden werd er daarom door de diverse overheden sturend en regelend opgetreden, zij het in beperkte mate, om zo tot de meest wenselijke indeling van de ruimte te komen. In ons land heeft het ruimtelijk ordeningsbeleid zich ontwikkeld vanuit het volkshuisvestingsbeleid (Drupsteen, 1978). Zo trad reeds in 1901 de Woningwet in werking. Deze had echter alleen betrekking op de bebouwde kom. Aan deze wet werden in 1921 bepalingen toegevoegd voor het gemeentelijk uitbreidingsplan voor stads- en dorpsuitbreiding en in 1931 regelingen voor intergemeentelijke streekplannen. Pas in 1965 werd het algemene ruimtelijke beleid geregeld in de Wet op de Ruimtelijke Ordening. In deze wet werden de instrumenten aangegeven, waarmee de overheid het gebruik van de beschikbare ruimte kan begeleiden en sturen. In 1960 en 1966 zijn de Eerste en Tweede Nota op de Ruimtelijke Ordening uitgekomen. In deze nota's krijgt het ruimtelijk beleid op nationaal niveau gestalte.

In de eerste twee nota's komt o.a. de instelling van landschapsreservaten ter sprake. Dit moesten gebieden zijn, waar een kleinschalig landschap behouden zou blijven en verweving met de landbouw zou plaatsvinden, waarbij echter geen moderne, grootschalige technieken en vernieuwingen toegepast mochten worden. Samen met grootschalige landbouwgebieden en natuurterreinen zouden de landschapsreservaten parken van nationale en regionale betekenis vormen. Ook de Gelderse Vallei en de overgang naar de Veluwe kwamen in aanmerking voor opname in zo'n landschapsreservaat.

De derde nota sluit aan op de eerder verschenen nota's. De Derde Nota op de Ruimtelijke Ordening valt uiteen in drie delen: de Oriënteringsnota, waarin de algemene uitgangspunten van het beleid staan, de Verstedelijkingsnota, waarin het beleid met betrekking tot spreiding en verstedelijking aangegeven wordt en de Nota Landelijke Gebieden, waarin het ruimtelijk beleid voor de landelijke gebieden is aangegeven. In de Oriënteringsnota wordt o.a. de instelling van nationale parken en nationale landschapsparken voor-

gesteld. Deze gedachte wordt verder uitgewerkt in de drie z.g. "groene nota's": Nota Nationale Parken, de Nota Nationale Landschapsparken en de Relatienota.

Een nationaal park is volgens de Nota Nationale Parken: een aaneengesloten gebied van tenminste 1.000 ha., bestaande uit natuurterreinen, wateren en/of bossen met een bijzondere natuurlijke en landschappelijke gesteldheid en een bijzonder planten- en dierenleven. Het beheer in een nationaal park is gericht op de instandhouding en ontwikkeling van het aanwezige natuurlijke, landschappelijke en cultuurhistorische karakter.

Het idee van de nationale landschapsparken (of, zoals ze tegenwoordig genoemd worden, nationale landschappen) wordt uitgewerkt in de Nota Nationale Landschapsparken. Nationale landschappen zijn door de overheid aan te wijzen gebieden, groter dan 10.000 ha., bestaande uit zowel natuurterreinen, wateren en/of bossen, cultuurgronden en nederzettingen. Bepalend voor de keuze om een gebied als Nationaal Landschap voor te stellen zijn onder meer hun betekenis en mogelijkheden voor extensieve vormen van recreatie. De Nationale Landschappen krijgen een samenhangend karakter: men tracht tot integratie te komen van uiteenlopende sectoren, zoals openluchtrecreatie, natuur- en landschapsbescherming, landbouw, cultuurhistorie, bosbouw en faunabeheer. Het beleid is gericht op instandhouding en/of ontwikkeling van de aanwezige ecologische, landschappelijke en cultuurhistorische waarden. Om dit te bereiken zijn in gebieden waar natuur en landbouw naast elkaar voorkomen wel enige maatregelen nodig om de betreffende landschapselementen in stand te houden. Zo kunnen in bepaalde gebieden beheersovereenkomsten toegepast worden. Dit zijn overeenkomsten, waarbij de boer zich verplicht zijn bedrijfsvoering aan te passen aan eisen, gesteld uit het oogpunt van natuur- en landschapsbehoud. Hiervoor ontvangt hij dan een vergoeding van de overheid. Met name in Nationale Landschappen kan daarnaast nog gedacht worden aan:

1) bijzondere zorg voor plaatskeuze, micro-situering en verschijningsvorm van nieuwe bedrijfsgebouwen.
2) extra aandacht voor de belangen van natuur en landschap bij beheer en onderhoud van watergangen, b.v. door waterschappen.
3) toepassing van de Monumentenwet ten aanzien van monumenten in het landschap.

4) zorg dragen voor een zodanige landbouwkundige ontwikkeling dat de landschappelijke karakteristiek (en de daarvan afhankelijke recreatieve belevingswaarde) intact blijft.

In het Eindadvies Nationale Landschapsparken (Ministerie van C.R.M., 1980) worden 20 gebieden aangegeven als potentiële Nationale Landschappen. Om ervaring op te doen met het fenomeen Nationaal Landschap zijn enige jaren geleden 5 proefgebieden aangewezen. De Veluwe is er daar één van.

De Relatienota tenslotte geeft een analyse van de spanning, die er tussen de sectoren natuur- en landschapsbehoud en het agrarisch beleid bestaat en geeft uitgangspunten voor een gemeenschappelijk beleid.

In de Nota Landelijke Gebieden wordt het landschap verdeeld in 5 zones:

zone A: gebieden met als hoofdfunctie landbouw.

zone B: gebieden met afwisselend natuur, landbouw en andere functies in grotere ruimtelijke eenheden.

zone C: als B, maar in kleinere ruimtelijke eenheden.

zone D: gebieden met als hoofdfunctie natuur.

zone E: gebieden binnen de stedelijke invloedsfeer.

In het Structuurschema Natuur en Landschapsbehoud wordt het beleid uit de Nota Landelijke Gebieden verder uitgewerkt.

Het provinciaal planologisch beleid wordt uitgewerkt in zogenaamde streekplannen. Deze beslaan gedeelten van of de gehele provincie. In streekplannen worden de toekomstige ontwikkelingen van het plangebied geschetst. Streekplannen zijn enerzijds van belang omdat daarin voor een deel de uitwerking van het planologisch beleid op rijksniveau plaatsvindt. In de tweede plaats dient een streekplan als kader voor het door de provincie zelf te voeren ruimtelijk beleid. Bovendien vormt een streekplan een verbinding tussen de planning op rijksniveau en die op gemeentelijk niveau. In principe moet een streekplan om de 10 jaar herzien worden. Aangezien het takenpakket en de beslissingsbevoegdheid van provinciale overheden de laatste jaren sterk is uitgebreid, is ook de betekenis van het streekplan overeenkomstig toegenomen.

Op gemeentelijk niveau wordt het planologisch beleid voornamelijk gevoerd aan de hand van een bestemmingsplan, dat voor het gebied

buiten de bebouwde kom verplicht is. Een bestemmingsplan bestaat uit één of meerdere kaartbeelden met toelichting, voorschriften voor het gebruik van de in het plan begrepen grond, regels en grenzen voor de uitwerking van het plan, regels voor het verlenen van vrijstelling en het stellen van nadere eisen, en de aanwijzing van werken en werkzaamheden waarvoor een aanlegvergunning nodig is. Eéns per 10 jaar moeten bestemmingsplannen herzien worden.

8.2. Planologie met betrekking tot het onderzoeksgebied.

Het stroomgebied van de Lunterse Beek ligt voor het grootste deel in de Gelderse Vallei. De bovenloopjes van meerder beekjes liggen echter zeer dicht tegen de grens aan van het gebied Veluwe. Vandaar dat over beide gebieden het één en ander vermeld zal worden. Achtereenvolgens zal de planologie van het gebied op nationaal, regionaal en gemeentelijk niveau besproken worden.

In de Nota Landelijke Gebieden (Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 1979) worden Utrecht en Gelderland ingedeeld in zone C, d.w.z. gebieden met afwisselend landbouw, natuur en andere functies in kleinere ruimtelijke eenheden. Bovendien is de Gelderse Vallei tot open ruimte verklaard. De Veluwe, direct grenzend aan de Gelderse Vallei, valt onder de gebieden met als hoofdfunctie natuur (zone D). Voor de Gelderse Vallei houdt dit het volgende beleid in:

-- het ruimtelijk beleid is gericht op het bieden van ontwikkelingsmogelijkheden aan de landbouw, natuur en andere functies in een fijnmazige en vervlochten structuur.
-- een verweving van functies op zo'n manier dat de bedrijfsvoering op de in agrarisch gebruik zijnde gronden zo goed mogelijk past in het geheel van landschapselementen en natuurwaarden, zonder dat de doelmatigheid van de bedrijfsvoering wezenlijk wordt belemmerd.
-- waar het niet mogelijk is de zwakkere functies te verweven met de sterkere wordt gestreefd naar scheiding van functies.
-- de stedelijke druk en intensieve vormen van recreatie worden in sommige delen beperkt.
-- er wordt een restrictief beleid gevoerd ten aanzien van de groei en spreiding van de bevolking. Dit houdt o.a. in dat getracht

wordt om het vestigingsoverschot tot nul terug te brengen. De bevolking wordt niet over alle kernen verspreid. De Gelderse Vallei wordt niet opgenomen in het verstedelijkingsproces van de omliggende stadsgewesten.

Ten aanzien van de Veluwe wordt het volgende beleid voorgesteld:

-- het beleid is primair gericht op het bieden van goede mogelijkheden voor het behoud en de ontwikkeling van natuur.
-- een scheiding van functies wordt voorgestaan, maar in delen van zone D, waar het mogelijk is de zwakkere functies te verweven met de sterkere, wordt dit nagestreefd.
-- recreatief medegebruik van bosgebieden is alleen in specifieke gebieden, zoals rustgebieden voor de fauna, niet toegestaan.

Het onderzoeksgebied grenst aan de oostzijde juist aan het Proefgebied Nationaal Landschap Veluwe. De grens loopt van Ede naar Lunteren en vandaar afbuigend naar Otterlo en Harskamp. Men zou zich kunnen afvragen waarom delen van de Gelderse Vallei niet bij het proefgebied zijn betrokken. Men dient zich er echter wel bewust van te zijn dat het karakter van de Gelderse Vallei (open ruimte met hoofdzakelijk landbouwfuncties) en van de Veluwe (veel natuur) geheel verschillend zijn. In de Gelderse Vallei komt een zeer hoge concentratie voor van intensieve veehouderij. Gelet op de nadelige gevolgen hiervan voor natuur en landschap (zie ook hoofdstuk 6) lijkt het niet zinvol om de Gelderse Vallei op te nemen in een proefgebied nationaal landschap, waar men juist streeft naar integratie van verschillende sectoren en instandhouding van ecologische waarden. Het is overigens zeer de vraag of de Nationale Landschapsparken uiteindelijk van de grond zullen komen. Nog pas onlangs is door het Ministerie van Landbouw en Visserij aangekondigd dat de subsidiëring voor de 5 proefgebieden binnen twee jaar beëindigd zal worden. De evaluatie van de proef met deze 5 gebieden, gepland in de zomer van 1985, zal waarschijnlijk dus niet al te veel meer te betekenen hebben. Als reden voor de opschorting van de subsidiëring wordt gegeven dat het geld voor de instelling van 20 Nationale Landschappen ontbreekt, waarmee -volgens het Ministerie- de relevantie voor de proefgebieden vervalt. De streek- en bestemmingsplannen, die op de komst van de Nationale Landschappen inspeelden, komen hiermee ook op losse schroeven te staan. Momenteel is onduidelijk welk beleid er ten

aanzien van Nationale Landschappen gevoerd zal worden.

Het Streekplan Veluwe (Provinciale Staten van Gelderland, 1979) heeft als hoofddoelstelling: "stringente bescherming van natuur en landschap". Deze doelstelling is vooral gekozen omdat het Centraal Veluws Natuurgebied bijna de helft van het gehele streekplangebied beslaat. Om tot een goede belangenafweging te komen heeft men het gebied ingedeeld in 5 categoriën, waarbij de betekenis van natuur en landschap als uitgangspunt genomen is. Het stroomgebied van de Lunterse Beek valt grotendeels onder categorie IV. Het gebied rond Ederveen valt in categorie V, terwijl landgoed de Buzerd onder categorie I valt. Een uitgebreide beschrijving van deze categoriën is gegeven in bijlage 1. In het kort komt het beleid op het volgende neer: in gebieden, die vallen onder de categorie landelijk gebied I, is het beleid vooral gericht op natuurbehoud en bosbouw. Hiertoe moeten in en bij de natuurterreinen maatregelen genomen worden om de aanwezige natuurwetenschappelijke kwaliteiten te behouden. Hieronder valt b.v. het aanleggen van een beschermende zone of aanpassing van de grondwaterstand aan de eisen van natuurbeheer. Het is echter twijfelachtig of een klein oppervlak, zoals de Buzerd, op adequate wijze is te beheren. Het gebied is immers gelegen temidden van landelijk gebied IV. In deze gebieden is het beleid er juist op gericht de landbouw verder te ontwikkelen, waarbij wel, indien mogelijk, met de belangen van andere sectoren rekening gehouden moet worden. Vestiging van nieuwe agrarische bedrijven, ook intensieve veehouderij bedrijven, is mogelijk. Dit geldt ook in het landelijk gebied V, waar het beleid gericht is op bevordering van de landbouwproductie.

Ten aanzien van beken wordt geen beleidslijn aangegeven. In het streekplan constateert men slechts dat op grond van hydrobiologisch onderzoek de beken in het stroomgebied van de Lunterse Beek niet interessant zijn. Dit is zo, omdat ook na opheffing van de verontreiniging de beken niet meer in de oorspronkelijke staat zullen terugkeren, aangezien ze volledig vergraven zijn.

Het ruimtelijk beleid voor het stroomgebied van de Lunterse Beek op gemeentelijk niveau komt tot uiting in het bestemmingsplan voor het buitengebied der gemeente Ede (gemeente Ede, 1974). Het bestemmingsplan buitengebied is reeds 10 jaar oud en is als gevolg van zeer langdurige beroeps- en inspraakprocedures nog steeds niet

goedgekeurd. Het heeft dan ook nog geen rechtskracht. Veel zaken zijn ook niet meer in overeenstemming met de huidige situatie en wensen. Voor ruim 100 bestemmingen zijn reeds wijzigingen op het oorspronkelijke bestemmingsplan goedgekeurd, aangezien deze geen langer uitstel dulden. Deze wijzigingen bezitten wel rechtskracht. Aldus is het bestemmingsplan in de loop der jaren van binnenuit uitgehold. Een nieuw bestemmingsplan zit wel in de pen, maar zal vermoedelijk nog wel enige jaren op zich laten wachten.

Het buitengebied van de gemeente Ede was op 1-1-1974 30.289 ha. groot, waarvan 11.584 ha. cultuurgrond. Een groot deel hiervan ligt in het westelijk deel van de gemeente, in het onderzoeksgebied. Slechts een klein oppervlak rond het landschap de Buzerd heeft de bestemming natuurgebied. In dit gebiedje mag de grond slechts gebruikt worden voor het behoud van de aanwezige natuurwetenschappelijke en cultuurhistorische waarden. Er mag niet gebouwd worden op deze grond. Ten aanzien van watergangen geldt het volgende: een aanlegvergunning is vereist voor a) werken of werkzaamheden, die wijziging van de grondwaterstand beogen of tot gevolg hebben en b) het afgraven van een bodem van een water. Het gehele stroomgebied van de beek heeft verder een agrarische bestemming. Dit is opgedeeld in 4 categoriën van agrarische doeleinden:

I : hoofdfunctie agrarisch productiegebied.

II : gebied van landschappelijke waarde met agrarisch gebruik. Agrarische en landschappelijke of andere belangen moeten tegen elkaar afgewogen worden.

III: gebied van grote landschappelijke waarde met agrarisch gebruik.

IV : gebied bedoeld voor eventuele latere stadsuitbreiding.

Een overzicht van de agrarische bestemmingen staat in bijlage II.

In het onderzoeksgebied zijn alle gronden met agrarische bestemming ingedeeld in catagorie I, met uitzondering van kleine gebieden ten westen en oosten van Ederveen (categorie II). Ten aanzien van beken is opvallend weinig te vinden in het bestemmingsplan. Alle beken hebben de bestemming water of watergang. Voor de gronden met een agrarische bestemming is niets geregeld over de waterhuishouding. Werken en werkzaamheden, die de waterhuishouding beïnvloeden, zoals het graven van sloten, zijn in de categorie I en II niet aan een aanlegvergunning gebonden. In beide categoriën geldt slechts dat bebouwing niet is toegestaan binnen 5 m. langs de schouwsloten.

9. MATERIAAL EN METHODE.

9.1. Monsterpunten.

Bij de keuze van de monsterpunten is gelet op de volgende punten:

- Er moest in redelijke mate zekerneid bestaan over het feit dat de watergang regelmatig droogviel.
- De monsterpunten moesten verspreid liggen over het gehele stroomgebied van de Lunterse Beek.
- De haalbaarheid van de bemonstering van in totaal 20 - 25 punten.
- Variatie ten aanzien van meandering, mate van beschaduwing, aanliggend land en substraat.

Uiteindelijk zijn 23 punten bemonsterd. De ligging van deze punten is aangegeven in figuur 6.

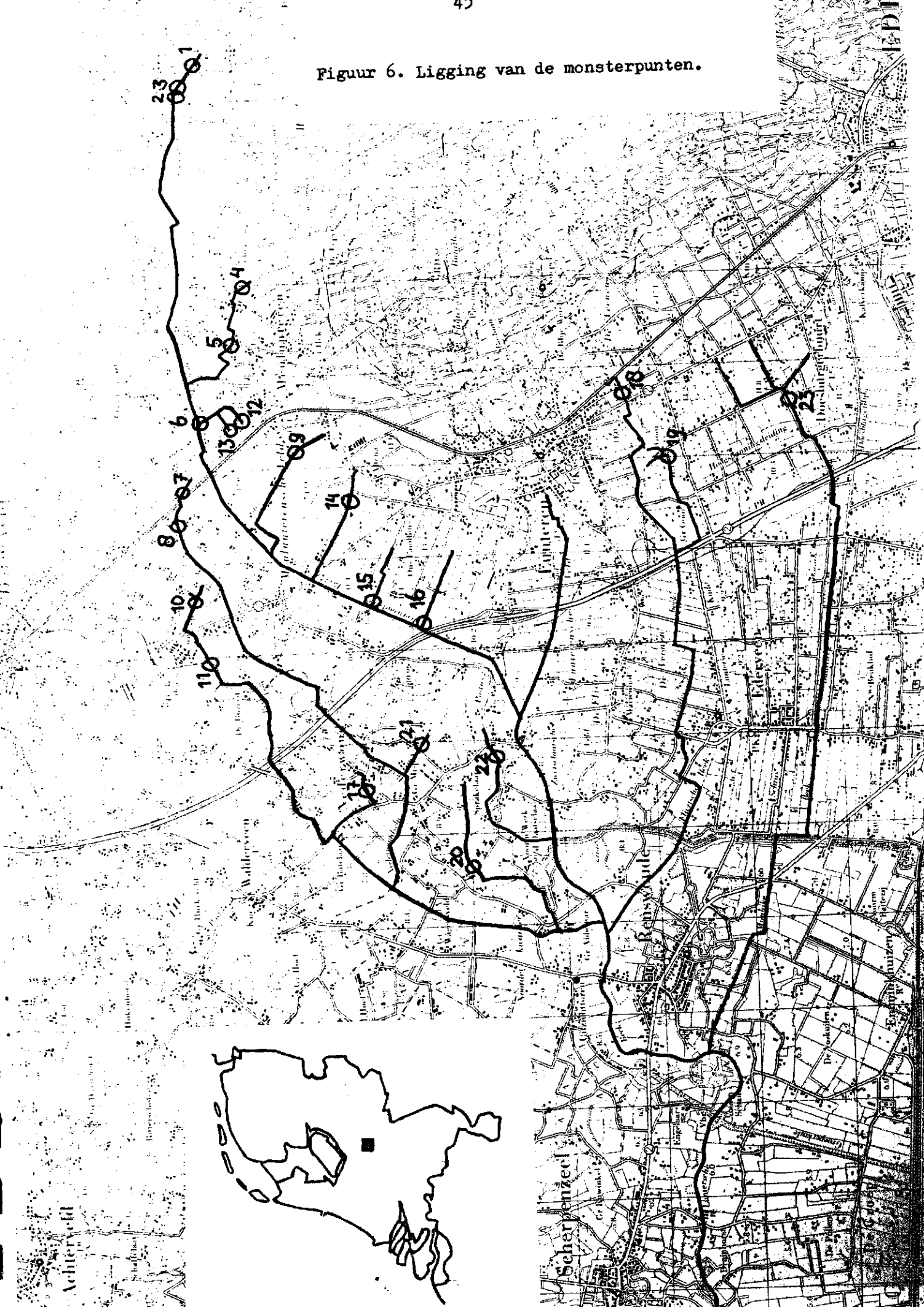
Alhoewel als criterium voor de monsterpuntskeuze gold, dat ze periodiek droog moesten vallen, blijkt dit in de praktijk een moeilijk te kwantificeren begrip. Men zou hiervoor alle monsterpunten over een langere tijd zeer regelmatig (b.v. éénmaal per week) moeten bezoeken om de mate van watervoerendheid te noteren. Enerzijds leidt dit tot praktische problemen, anderzijds kan men vraagtekens zetten bij deze benadering. De periodiciteit ten aanzien van droogvallen is o.a. sterk weersafhankelijk. Men moet zich hiervan goed bewust zijn bij het doen van uitspraken over de mate van droogvalling.

Een uitgebreide beschrijving van de afzonderlijke monsterpunten is gegeven in bijlage III. De punten zijn beschreven aan de hand van gegevens, die ter plekke op veldformulieren genoteerd werden. Voor een voorbeeld van een veldformulier zie bijlage IV. Bij de beschrijving van de punten is een schatting aangegeven van de mate van droogvalling. Na het voorgaande zal het duidelijk zijn dat men deze gegevens met de nodige beperkingen en voorzichtigheid dient te interpreteren.

9.2. Chemische en fysische parameters.

Biologische, chemische en fysische gegevens vullen elkaar aan bij de karakterisering van een monsterpunt. Daarom werden ook een aantal fysische en chemische parameters bepaald. Voor zover nog niet vermeld bij de beschrijving van de monsterpunten zijn de fysische parameters vermeld in bijlage V.

Figuur 6. Ligging van de monsterpunten.



De volgende chemische parameters zijn bepaald:

-- O_2-gehalte en O_2-verzadigingspercentage: zuurstof is voor vele organismen een absolute noodzaak. Zowel lage als zeer hoge verzadigingspercentages duiden op storende invloeden, zoals lozingen van afvalwater en/of nutriënten en daardoor optredende algenbloei. Met name door algenbloei kan er een zeer grote dag-nacht-variatie in het zuurstofgehalte optreden.

-- E.G.V. (electrisch geleidings vermogen): dit is de som van het geleidend vermogen van alle opgeloste ionen. In hoofdzaak zijn dit Na^+,Ca^{2+},Mg^{2+},K^+ en Cl^-,SO_4^{2-} en HCO_3^-. De EGV is een gemakkelijk te bepalen grootheid, die snel een eerste indruk kan geven over de de vervuiling van het water. De verdeling over de diverse ionen is er echter niet uit af te leiden. Ionen, die in slechts geringe concentraties voorkomen, maar wel van groot belang zijn voor de processen, die zich in het aquatisch milieu afspelen (zoals fosfaat en nitraat) komen in de EGV nauwelijks tot uitdrukking.

-- dH, duitse hardheidsgraden: de hardheid is het totale gehalte van calcium en magnesium opgelost in water. De totale hardheid wordt uitgedrukt in duitse hardheidsgraden. Eén dH komt overeen met 10 g CaO per liter. Calcium is nodig voor de bouw van schelpen en pantsers. Het voorkomen van veel waterslakken is vaak gecorreleerd aan de hardheid.

-- pH: de zuurgraag wordt uitgedrukt in pH-eenheden. De pH is de negatieve logaritme van de concentratie waterstofionen. De pH is voor praktisch alle levensprocessen van eminent belang. In niet verontreinigde bovenloopjes van beken kan een lage pH voorkomen (zuur grondwater). Zowel lozing van afvalwater als algenbloei veroorzaken een stijging van de pH.

-- Z.B.V., zuur bindend vermogen: dit is het aantal ml zuur dat toegevoegd moet worden aan het water om de pH op een bepaalde vastgestelde waarde te krijgen. Afhankelijk van de buffering van het water zal dit meer of minder zijn. Kort gezegd geeft het ZBV aan in hoeverre het water in staat is om een verandering in zuurgraad op te vangen. Het ZBV hangt o.a. af van de hoeveelheid opgeloste Ca^{2+} en de oplosbaarheid van CO_2 in water via het kalk-koolzuur-evenwicht.

-- Cl^-: doordat chloride niet door organismen wordt omgezet en in het water nauwelijks een rol speelt bij chemische processen, is dit anion bij uitstek geschikt om vervuilingsbronnen op te sporen.

Daarnaast is het Cl^--gehalte, via de osmotische waarde van het aquatisch milieu, bepalend voor het al of niet voorkomen van vele organismen. Het chloride-gehalte wordt gebruikt om de grenzen aan te geven tussen zoet, brak en zout water.

-- NO_3^-: nitraat is een belangrijke stikstofbron voor autotrofe organismen, zoals algen. Nitraat ontstaat o.a. bij de mineralisatie van organische stof. Hierbij worden complexe verbindingen, zoals eiwitten, afgebroken tot ammonium (NH_4^+), wat door nitrificerende bacteriën omgezet wordt via nitriet tot nitraat. Hierbij wordt zuurstof verbruikt. Ook via uitspoeling van kunstmest en effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties komt nitraat in het oppervlaktewater terecht.

-- NH_4^+: ammonium is vooral van belang in verband met de hoeveelheid zuurstof, die nodig is voor de nitrificatie. Er is tamelijk veel zuurstof nodig voor de omzetting van NH_4^+ tot NO_3^- (4,57 mg O_2/mg NH_4^+). Water met een gezonde zuurstofhuishouding zal dan ook over het algemeen lage NH_4^+-gehaltes hebben. Hogere NH_4^+-gehaltes duiden op een gestoorde situatie, zoals lozing van afvalwater of gier.

-- ortho-fosfaat: fosfaten spelen samen met nitraat een zeer belangrijke rol bij de eutrofiëring van wateren. Tesamen zijn zij de essntiële bouwstoffen voor plantaardig materiaal. Ortho-fosfaat (o-PO_4^{3-}), ook wel de actuele fosfaatbron genoemd, is de direct opneembare vorm van fosfaat.

-- totaal-fosfaat: dit is de som van de organische P-verbindingen, polyfosfaten en o-PO_4^{3-}. In de vorm van een neerslag of colloïdale deeltjes is het vaak in het aquatisch milieu aanwezig. Direct opneembaar is het niet in de vorm van polyfosfaten, maar door omzetting tot monofosfaten is het wel een actuele vorm van fosfaat. Fosfaten zitten o.a. in huishoudelijk afvalwater, neerslag, kwel en af- en uitspoeling van bemest land.

-- sulfaat (SO_4^{2-}): dit anion dient o.a. als grondstof voor de eiwitsynthese. Mineralisatie van organische verbindingen, afval- en regenwater zijn enige bronnen van sulfaat. Vooral inspoeling van gier beïnvloedt het sulfaatgehalte zeer. De SO_4^{2-}-concentraties kunnen dan oplopen tot 80 mg/l en meer.

-- bicarbonaat (HCO_3^-): CO_2 dat in water oplost dissocieert in HCO_3^- en CO_3^{2-}. Bij een pH tussen 6,5 en 10 is HCO_3^- de dominante

verschijningsvorm. Niet alle bicarbonaat is afkomstig van opgeloste CO_2. Als CO_2 oplost in water, dat het slecht oplosbare calciumcarbonaat ($CaCO_3$) bevat, dan wordt $Ca(HCO_3)_2$ gevormd. Deze moleculen dissocieren weer gedeeltelijk, waardoor het HCO_3^--gehalte toeneemt. De HCO_3^--concentratie wordt dus bepaald door de verhoudingen tussen opgeloste CO_2, de hoeveelheid $CaCO_3$ en de pH. Dit kalk-koolzuur-evenwicht is complex en het zou te ver voeren om er hier uitvoerig op in te gaan. Hiervoor wordt verwezen naar den Hartog (1978) en Ringelberg (1976).

-- calcium (Ca^{2+}): samen met Na^+ zijn dit de belangrijkste kationen. Ca^{2+} en Mg^{2+} bepalen samen de totale hardheid. Via $CaCO_3$ speelt calcium een rol in het kalk-koolzuur-evenwicht.

-- natrium (Na^+): samen met Ca^{2+}, Mg^{2+} en K^+ belangrijk voor de karakterisering en herkomstbepaling van water. Voor levende organismen is het kation niet van direct belang. Door planten wordt het nauwelijks opgenomen. Een verhoogd Na^+-gehalte duidt op verontreiniging of de invloed van zeewater.

-- kalium (K^+): dit ion wordt in grote hoeveelheden selectief door planten opgenomen. Verhoogde K^+-concentraties in water duiden op verontreiniging, met name van faecale oorsprong.

-- magnesium (Mg^{2+}): magnesium is o.a. een bestanddeel van chlorophyl.

-- ijzer (Fe^{3+}): ijzer in de gereduceerde vorm van ferroverbindingen (Fe^{2+}) komt alleen voor als de zuurstofconcentratie in het water lager is dan ca. 1,5 mg/l. Bij hogere O_2-concentraties is ijzer aanwezig in de vorm van ferrihydroxide ($Fe(OH)_3$) en ferrifosfaat ($FePO_4$), beiden slecht oplosbare verbindingen. Komt Fe-houdend grondwater met de lucht in aanraking dan slaat $Fe(OH)_3$ neer. Dit is waarneembaar door de roodbruine laag op de bodem van watergangen.

9.3. Bemonstering en analysemethoden.

9.3.1. Chemie.

Er is eenmalig een chemische bemonstering van de punten uitgevoerd en wel op 12 maart 1984. Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} en Fe^{3+} zijn vlamfotometrisch bepaald. De overige parameters zijn bepaald volgens de geldende NEN-voorschriften.

9.3.2. Makrofauna.

De makrofauna-bemonsteringen vonden plaats in de periode van 14 februari tot en met 6 maart 1984. Bemonstering vond plaats volgens de standaard-net methode, zoals o.a. beschreven in Biologische Waterbeoordeling (de Lange en de Ruiter, 1977). Alvorens het monster genomen werd, werd over een traject van ongeveer 1 m. lengte een proefmonster genomen om de abundantie van de verschillende organismen op het oog te schatten. Afhankelijk van de hoeveelheid makrofauna, die daarbij gevangen werd, werd een monster genomen over een traject in de waterloop, variërend van 4 tot 14 meter. Het monster werd in plastic zakken gedaan en zo snel mogelijk uitgezocht op het laboratorium. Monsters, die niet direkt uitgezocht konden worden, werden gedurende maximaal drie dagen in de koelkast bewaard. Door het materiaal over grondzeven met maaswijdte van 8, 0,6 en 0,3 mm. te spoelen werden drie fracties verkregen, welke ieder apart in witte bakken gestort werden. Alle makrofauna-organismen werden uit de bakken gezocht en gefixeerd in een 80% alcohol oplossing.

Na afloop van de monsterperiode zijn de organismen op het laboratorium gedetermineerd met behulp van de literatuur, vermeld in hoofdstuk 13.1. De organismen zijn zoveel mogelijk gedetermineerd tot op soort-niveau. Per monsterpunt werd aldus een soorten-aantallijst verkregen.

9.4. Verwerking van de gegevens.

9.4.1. Chemie.

Met de bepaalde chemische parameters zijn een tweetal bewerkingen uitgevoerd. Allereerst werd m.b.v. lineaire regressie de correlatie berekend tussen de verschillende parameters. Daarnaast is de ionenverhouding berekend. Dit is een door van Wirdum (1980) voorgestelde grootheid ter karakterisering van wateren op basis van enige ionen. De verhouding van de concentratie van deze ionen dient als "fingerprint" van een water, waarbij het zelfs mogelijk is iets af te leiden over de herkomst van het water. De ionen, die gebruikt worden voor de ionenverhouding (IR) zijn calcium, magnesium, matrium en kalium.
In formule:

$$IR = \frac{0,5\ Ca}{0,5\ Ca + 0,5\ Mg + Na + K}$$

waarbij de hoeveelheden van de ionen in mmol/l gegeven wordt.

De gevonden waarden kunnen grafisch worden uitgezet tegen het EGV. Van Wirdum geeft in deze grafiek drie referentiepunten aan voor water van verschillende herkomst, t.w. neerslag (EGV = 56 uS; IR = 0,24), schoon rivierwater (EGV = 500 uS; IR = 0,88) en zeewater (EGV = 5000 uS; IR = 0,04). Zoet binnenwater is sterk calcium-gedomineerd. De volgorde waarin ionen voorkomen is Ca > Mg > Na > K. Derhalve is de IR in zoet binnenwater hoog. Zeewater is sterk natrium-gedomineerd. De volgorde van ionen is hier Na > Mg > Ca > K: de IR is dan ook laag.

9.4.2. Makrofauna.

Teneinde de makrofaunagegevens onderling vergelijkbaar te maken werden de gevonden aantallen omgerekend naar een standaard-monsterlengte van 10 m. Om een duidelijker beeld van de grote hoeveelheid gegevens te krijgen is gebruik gemaakt van de computer. Doel van vele bewerkingsmethoden is het vinden van verbanden tussen soorten onderling, tussen monsters onderling en tussen monsters en soorten. Voor de verwerking van de gegevens is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de computerprogramma's TWINSPAN (Hill, 1979b) en DECORANA (Hill, 1979a).

9.4.2.1. Het programma TWINSPAN.

Two-way indicator species analysis (TWINSPAN) is een zogenaamde polythetisch divisieve techniek. Dat wil zeggen dat verdeling van de monsters of soorten in clusters -waarover later meer- gebeurt op grond van informatie van meerdere (meestal alle) soorten en niet, zoals bij monothetisch divisieve technieken op basis van het al of niet voorkomen van een bepaalde soort. Bij TWINSPAN wordt uitgegaan van een gegevenbestand in een data-matrix. Hierbij staan de monsterpunten op één as, de soorten op de andere. Allereerst worden de data geordend m.b.v. Reciprocal Averaging (RA). Kort gezegd komt deze techniek er op neer, dat aan willekeurige soorten ordinatie-scores worden toegekend. Vervolgens worden monster-scores berekend, zó dat iedere monster-score een gewogen gemiddelde is van de soort-scores, die in dat bepaalde monster voorkomen. Vervolgens worden weer nieuwe soort-scores berekend, uitgaande van de monster-scores. Dit proces wordt herhaald totdat de scores stabiliseren. Er ontstaat dan een data-matrix, waarin al monster- en soort-relaties zo getrouw mogelijk zijn weergegeven. Hiervan uitgaande worden de monsters in twee groepen (clusters) verdeeld. TWINSPAN zoekt voor ieder cluster ook indicator-

soorten. Dit zijn soorten, die representatief zijn voor het betreffende cluster. De twee clusters worden vervolgens weer verdeeld. Dit proces gaat door totdat ieder cluster bestaat uit een van te voren vastgesteld minimum aantal monsters. Evenzo wordt een clustering van de soorten gemaakt. Zowel monster- als soort-clusters worden dan samengevoegd tot een ge-herrangschikte data-matrix. In deze tabel komt tot uitdrukking door welke soorten bepaalde monsterpunten gekarakteriseerd worden. Bij dit computerprogramma is het mogelijk om bepaalde opties te nemen op de gegevens-analyse. De technische details over de genomen opties staan in bijlageVI.

9.4.2.2. Het programma DECORANA.

Detrended Correspondance Analysis (DECORANA) is een variatie en uitbreiding op Reciprocal Averaging (RA). De data-matrix, die na RA ontstaat wordt grafisch uitgezet. In een multi-dimensionale ruimte, waarin de soorten de assen zijn, worden de monsters aangegeven door punten. Als alle monsters na RA in deze ruimte zijn weergegeven ontstaat een puntenwolk. Door het dichtste gedeelte van deze wolk wordt as 1 getrokken. Van deze as kan de eigenwaarde berekend worden, welke een maat is voor het verband tussen de as en de puntenwolk. De tweede as wordt als volgt samengesteld: de eerste as wordt in een aantal segmenten verdeeld. Binnen ieder segment vindt een herrangschikking van de monster-scores plaats, zó dat het gemiddelde binnen een segment gelijk aan nul is. Deze ontregeling van de gegevens vindt op drie verschillende manieren plaats door de as op diverse wijzen op te delen in segmenten. Nieuwe monster-scores worden verkregen door de op drie manieren ontregelde gegevens te middelen. Met deze monster-scores worden met RA weer nieuwe soort-scores berekend. Door de opnieuw berekende monster-scores uit te zetten in een multi-dimensionale ruimte met weer de soorten als assen en door de nieuwe puntenwolk een lijn te trekken, ontstaat as 2, welke geen relatie heeft met as 1. De eigenwaarde en daarmee het verband met de puntenwolk is wel kleiner. Door dit hele proces weer te herhalen ontstaat as 3, etc., steeds met een kleinere eigenwaarde. Ook op dit programma kunnen bepaalde opties genomen worden bij de verwerking van de gegevens. De gekozen mogelijkheden staan in bijlageVI.

Achtergronden en preciese werking van DECORANA worden uitgelegd in Hill (1979a) , Gauch and Whittaker (1981) en Gauch (1982).

9.4.2.3. "Hand"-bewerking.

Vooruitlopend op de resultaten kan alvast gezegd worden dat bewerking m.b.v. de beide computerprogramma's heeft geleid tot slechts enkele aantoonbare verbanden tussen monsters en soorten. Daarom is tevens verwerking "met de hand" toegepast. Door de kolommen (monsterpunten) en rijen (soorten) in de data-matrix te verschuiven ten opzichte van elkaar kan een ge-herrangschikte tabel ontstaan, waarin bepaalde monsterpunten en soorten in clusters bij elkaar liggen. De methode is afkomstig uit de vegetatiekunde en staat bekend als de "knippen, schuiven en plakken" techniek van Braun-Blanquet.

Naast deze "knippen, schuiven en plakken" techniek is nog een clustering met de hand uitgevoerd en wel als volgt: voor drie factoren, die in hoge mate de samenstelling en aard van de makrofaunagemeenschap in de droogvallende beekjes bepalen, werden ieder 8 karakteristieke soorten uit de soortenlijst gezocht. Deze factoren zijn: periodieke droogvalling, stroming en organische vervuiling. Vervolgens werd per monsterpunt bepaald hoeveel van de 8 karakteristieke soorten per factor op het betreffende punt werden aangetroffen. Dit aantal werd per monsterpunt en per factor in een kolom gezet. Door onderlinge verschuiving van de kolommen verkrijgt men een clustering.

9.4.2.4. Diversiteit.

Een grootheid om inzicht te krijgen in de mate van verscheidenheid van een levensgemeenschap is de diversiteit. De diversiteit wordt bepaald door twee eigenschappen: het aantal soorten en de verdeling van het aantal individuen over de verschillende soorten. Volgens de relatietheorie van van Leeuwen geldt voor gemeenschappen met:

lage diversiteit	hoge diversiteit
- veel dynamiek	- weinig dynamiek
- veel variatie in de tijd (snel veranderend)	- weinig variatie in de tijd (stabiel)
- soortenaantal relatief klein	- soortenaantal relatief groot
- mineralenvoorziening meestal hoog	- mineralenvoorziening meestal laag

Systemen met een lage diversiteit en veel dynamiek duiden op het begin van een successie, zoals de opbouw van een levensgemeenschap in een net gegraven watergang, maar ook kan het een storing in een bestaande situatie indiceren.

Bij de berekening van de diversiteit is uitgegaan van de aantallen individuen per 10 m. monsterlengte. Weliswaar geeft de diversiteit inzicht in de opbouw en structuur van een levensgemeenschap, maar de methode van diversiteitsbeoordeling is slechts matig geschikt om punten onderling te vergelijken (de Lange en de Ruiter, 1977). Er zijn diverse indices ter bepaling van de diversiteit ontworpen. Gezien de beperkte betekenis, die om bovenstaande reden in dit onderzoek aan de diversiteit toegekend kan worden, is gekozen voor een relatief eenvoudige index, n.l. die van Margalef (1968):

$$M = \frac{S - 1}{\ln N}$$

waarin M = diversiteit
S = aantal soorten
N = aantal individuen

10. RESULTATEN.

De resultaten van de chemische analyse van de watermonsters is gegeven in tabel 3. Parameters waartussen een verband gevonden werd zijn vermeld in tabel 4. Via lineaire regressie werd dit verband berekend. Ze wordt uitgedrukt in een correlatie-coëfficient r, welke tussen 0 en 1 ligt. Een waarde dicht bij 1 duidt op een goede correlatie tussen beide parameters. In de tabel zijn alleen die parameters opgenomen met een $r \geqslant 0,75$.

De berekende ionenverhouding (IR) is van alle punten grafisch uitgezet tegen de EGV. Zie hiervoor figuur 7. In deze figuur zijn, naast de referentiepunten van van Wirdum, ook de gegevens van de neerslag in Deelen, het dichtstbijzijnde KNMI-meetstation waar de chemische samenstelling van neerslag bepaald wordt, weergegeven (KNMI/RIVM, 1984).

De resultaten van de bewerking van de makrofaunagegevens m.b.v. TWINSPAN en DECORANA zijn niet gegeven. Beide bewerkingen leverden hiervoor te weinig resultaat op. In het volgende hoofdstuk wordt hier nog nader op in gegaan. Handbewerking volgens de "knippen, schuiven en plakken" methode leverde wel een zekere clustering op, die in tabel 5 is gegeven. De clustering op grond van karakteristieke soorten leverde tabel 6 op. Hierin staan ook per bepalende factor de karakteristieke soorten.

De berekende diversiteitsgetallen staan in tabel 7.

N.B. Tabel 5 is uit praktische overwegingen als vouwblad achterin dit verslag opgenomen.

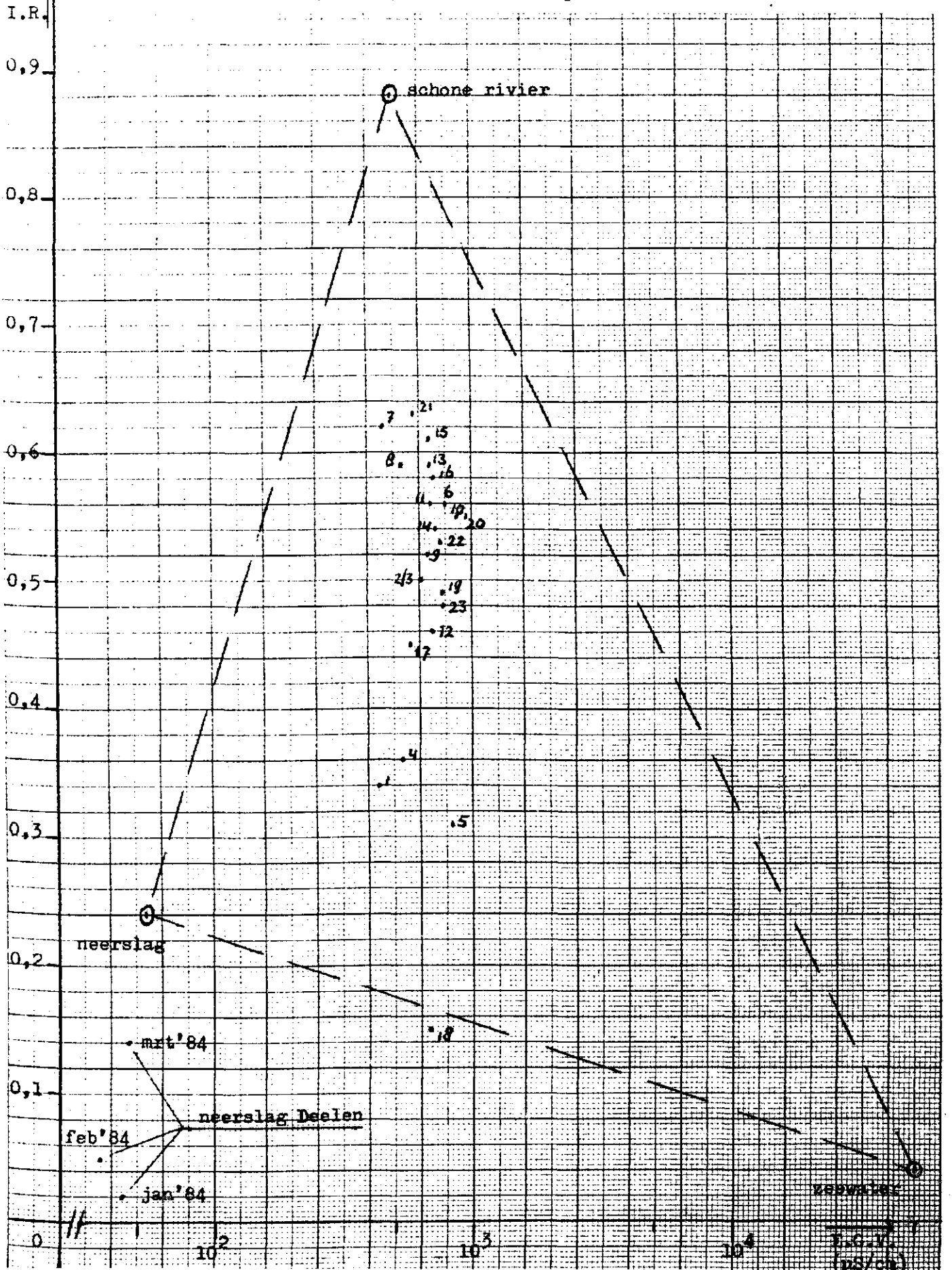
Tabel 3.

chemische bemonstering Lunterse beken

Datum: 12-03-1984

Parameter MONSTER-PUNT	T^oC	pH	EGV µS	dH	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	HCO_3^- mg/l	NH_4^+-N mg/l	NO_3^--N mg/l	ortho PO_4^{3-}-P mg/l	totaal PO_4^{3-}-P mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	O_2 mg/l	O_2 %ver
1	5,4	6,83	445	9	38,2	79,7	93,3	1,2	5,4	0,47	0,77	25,0	32,2	12,6	89,6	0,5	16,7	132
2/3	5,7	7,1[illegible]	650	14	54,0	98,7	254,1	6,9	2,7	0,93	0,98	26,5	28,3	21,0	188	1,3	8,5	68
4	5,1	4,34	335	10	34,3	90,5	5,8	0,3	36,5	0,13	0,34	22,0	30,2	25,5	101,6	0,2	16,7	140
5	5,9	6,71	837	14	72,5	130,6	121,4	6,2	32,3	2,45	2,72	44,0	60,4	35,1	150,4	0,0	12,1	96
6	7,5	7,27	794	18	49,6	142,0	289,1	2,9	3,2	0,27	0,32	30,5	23,1	27,3	250,0	1,0	9,1	76
7	10,7	7,21	455	12	24,3	45,1	200,1	0,15	1,3	0,08	0,13	17,0	7,1	11,1	153,2	0,0	8,5	70
8	9,6	7,46	549	16	30,1	66,2	322,7	0,2	3,9	0,10	0,14	20,0	13,1	16,2	174,4	0,5	12,1	106
9	10,3	7,37	679	15	42,9	82,2	219,3	0,2	12,0	0,12	0,20	29,5	18,4	26,2	196,4	0,3	13,0	115
10	10,3	7,29	897	26	70,0	129,7	362,3	1,9	2,2	0,24	0,88	37,5	23,1	36,5	291,6	1,2	9,0	86
11	9,3	7,11	699	16	54,0	97,7	261,4	2,9	2,7	0,19	0,37	33,0	12,4	21,7	222,8	1,0	7,7	67
12	5,2	7,08	710	17	51,8	127,9	197,0	0,3	7,9	0,22	0,20	34,5	27,6	26,4	190,0	0,2	9,3	7[illegible]
13	5,8	7,12	698	20	41,3	105,6	283,0	1,2	1,6	0,04	0,18	26,0	16,2	21,5	233,6	0,9	10,1	8[illegible]
14	9,2	7,21	726	17	53,2	131,2	246,7	0,5	2,7	0,13	0,18	30,0	17,8	24,6	214,8	0,9	13,1	11[illegible]
15	8,8	7,64	692	20	32,9	131,5	258,6	0,9	2,4	0,07	0,08	23,5	13,9	23,6	230,4	0,6	11,8	10[illegible]
16	7,2	7,66	701	20	44,4	121,1	253,8	0,4	2,2	0,03	0,04	25,5	13,8	26,4	224,4	0,3	17,1	14[illegible]
17	7,6	7,07	575	13	46,1	60,1	223,3	4,2	0,7	1,59	1,96	26,0	26,0	20,2	142,4	1,4	9,5	7[illegible]
18	7,8	6,57	675	7	65,7	70,9	77,2	9,7	19,3	4,9	4,72	31,5	80,4	13,4	54,0	0,3	10,1	[illegible]
19	9,8	7,46	771	18	48,9	96,9	322,1	7,2	2,6	2,78	2,53	29,5	36,0	28,4	212,8	1,6	10,5	[illegible]
20	9,6	7,48	953	24	78,9	116,0	367,5	10,3	4,6	0,37	0,36	35,0	30,8	32,4	288,0	0,6	11,8	[illegible]
21	9,8	7,29	605	16	32,2	83,5	258,3	0,15	1,7	0,03	0,03	23,5	6,4	17,2	206,0	0,8	12,6	[illegible]
22	9,2	7,26	754	19	56,3	89,4	302,3	5,0	5,1	0,13	0,20	34,0	22,4	25,1	233,6	0,5	10,1	[illegible]
23	9,0	7,50	786	19	70,0	129,7	243,4	6,8	7,2	0,64	1,16	44,0	19,3	28,9	220,0	0,1	11,0	[illegible]

Figuur 7. De ionenverhouding (I.R.) en het Elektrisch Geleidings Vermogen (E.G.V.) van de monsterpunten.



Tabel 6. Clustering op grond van het voorkomen van biotoop bepalende kensoorten; de kensoorten zijn per biotoop bepalende faktor onder de tabel aangegeven.

Monsterpunt	4	18	5	10	17	19	23	7	8	20	1	11	14	16	6	12	21	22	2	3	9	13	15
Periodieke droogvalling	1	1	2	4	4	6	5	1	2		2	3	4	2	3	2	4	4	2	2	2	3	1
Stroming			1	1	1	2	4	2	3	2	1		1	1	1	1	2	2	1	2	3	2	2
Organische vervuiling							2	3	6	3	1	1	1	1	3	3	5	4	2	1	2	3	2
Cluster	1		2					3			4				5				6				

<u>Periodieke droogvalling</u>

- Trissocladius
- Smittia
- Metriocnemus
- Yamatotipula
- Aplexa hypnorum
- Lymnaea peregra
- Lymnaea truncatula
- Planorbis leucostoma

<u>Stroming</u>

- Ironoquia dubia
- Stenophylax
- Anabolia brevipennis
- Natarsia
- Prodiamesa olivacea
- Macropelopia
- Conchapelopia
- Nemoura cinerea

<u>Organische vervuiling</u>

- Chironomus sp.
- Psectrotanypus varius
- Procladius
- Tanytarsus
- Ptychoptera contaminata
- Asellus aquaticus
- Erpobdella octoculata
- Helobdella stagnalis

Tabel 4. De correlatie tussen enige parameters, berekend m.b.v. lineaire regressie.

parameter	r	parameter	r
EGV - Cl^-	0,82	o-PO_4^{3-} - t-PO_4^{3-}	0,99
EGV - Na^+	0,78	t-PO_4^{3-} - K^+	0,89
EGV - Mg^{2+}	0,85	Ca^{2+} - dH	0,96
Cl^- - NH_4^+	0,75	Ca^{2+} - HCO_3^-	0,91
Cl^- - Na^+	0,90	HCO_3^- - dH	0,86
SO_4^{2-} - Mg^{2+}	0,76	HCO_3^- - pH	0,77

Tabel 7. Diversiteitsindex, berekend volgens Margalef.

Monsterpunt	Diversiteit	Monsterpunt	Diversiteit	Monsterpunt	Diversiteit
1	2,42	9	2,99	17	1,38
2	3,01	10	1,44	18	2,51
3	3,45	11	1,78	19	1,95
4	1,93	12	1,94	20	1,78
5	0,82	13	3,03	21	3,97
6	2,73	14	1,46	22	2,08
7	3,95	15	2,73	23	4,58
8	5,35	16	3,82		

11. DISCUSSIE.

11.1 Chemie.

11.1.1. Interpretatie.

Alvorens in te gaan op de resultaten van de chemische bepalingen zijn enige opmerkingen t.a.v. waterkwaliteitsbeoordeling met chemische gegevens op zijn plaats. Men dient zich er van bewust te zijn dat het hier slechts om momentopnames gaat, die sterke schommelingen in de tijd kunnen vertonen. Daarnaast moet men zich realiseren dat op grond van een aantal chemische gegevens wel uitspraken gedaan kunnen worden over de waterkwaliteit, maar dat de chemische samenstelling slechts één van de factoren is, die een oecosysteem karakteriseren. Ook kunnen de chemische parameters niet los van elkaar gezien worden; de chemie van een water wordt bepaald door veelal ingewikkelde wisselwerkingen en relaties tussen de talloze parameters, waarvan er over het algemeen maar een beperkt aantal bepaald worden.

Ook is de chemische samenstelling van het water onderhevig aan sterke schommelingen als gevolg van de tijdelijke watervoering en lozingen. Zo zal afhankelijk van de weersgesteldheid de relatieve hoeveelheid regenwater in de beekjes sterk verschillen. Na een flinke regenbui kunnen er b.v. veel meststoffen van bouw- en weiland afspoelen, wat een extra belasting voor het water vormt. Tijdens de bemonsteringsperiode hebben zich geen extreme weerssituaties voorgedaan. Anomaliën in de chemische samenstelling zullen zich ook waarschijnlijk niet voordoen.

Over het geheel genomen is de kwaliteit van de bemonsterde watertjes slecht. Dit komt tot uitdrukking in de hoge waarden voor vrijwel alle parameters in vergelijking met ander oppervlaktewater. Zo is de EGV nergens lager dan 450. Op de monsterpunten (mp) 5, 10 en 20 is de EGV zelfs zeer hoog. Waarschijnlijk vindt vlak bovenstrooms mp 5 lozing van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater plaats. Het hoge Cl^--gehalte is hiervoor ook een indicatie. Ook de hoge PO_4^{3-}, Na^+, K^+ en NH_4^+ concentraties kunnen inderdaad op een lozing vlak bij het mp duiden. Het extreem hoge NO_3^--gehalte op dit punt kan ook veroorzaakt zijn door een lozing of door grondwater met een hoge nitraat concentratie (vergelijk met mp 4). Nabij mp 10 komen twee watergangetjes bij elkaar. Eén hiervan begint ter hoogte van een verhard boerenerf, van waaraf water sijpelt. Dit kan het hoge Cl^--gehalte verklaren. Dat de waterkwaliteit op mp 20 slecht is

wordt al aangegeven door de bedekking van de bodem met de draadvormige afvalwater-bacterie Sphaerotilus natans, een indicator voor ernstige verontreiniging. Waarschijnlijk vindt er een lozing bovenstrooms plaats. Vrijwel alle parameters vertonen op dit punt uitschieters naar boven. Opvallend is de goede O_2-huishouding, welke verklaard kan worden door de relatief hoge stroomsnelheid ter plekke, waardoor aeratie plaatsvindt. Ook het fosfaatgehalte is op mp 20 niet bijzonder hoog.

Het zuurbindend vermogen, uitgedrukt in mg HCO_3^- per l. is op mp 4 en 18 lager dan bij de overige punten. Beide punten liggen vlak bij de bosrand op de overgang naar de stuwwal. De lage HCO_3^--gehaltes duiden op weinig gebufferd water. Dit geeft weer aan dat op deze punten relatief veel grondwater in de beekjes zal stromen. Ook de zeer hoge NO_3^--gehaltes wijzen in de richting van grondwater. Het Veluwe-grondwater heeft sowieso al een hoge nitraat-achtergrondsconcentratie; als gevolg van uitspoeling van stikstof van bemeste landbouwgrond is dit gehalte nog hoger geworden.

Het sulfaatgehalte in oppervlaktewater wordt zeer sterk beïnvloed door de uitspoeling van meststoffen. De SO_4^{2-}-concentratie kan hierdoor stijgen tot 80 mg/l en meer. Op bijna alle punten is het SO_4^{2-}-gehalte hoger dan 80 mg/l. Alhoewel het niet vaststaat dat dit in alle gevallen veroorzaakt wordt door uitspoeling van meststoffen, geeft het wel een duidelijke indicatie. Het ondiepe grondwater, dat aangetroffen wordt in een smalle strook westelijk van de stuwwal Wageningen-Ede-Lunteren bevat SO_4^{2-}-gehaltes tot 90 mg/l (Meinardi, 1974). De hoge sulfaat-gehaltes komen echter niet alleen op de punten nabij de stuwwal voor. Huishoudelijk rioolwater en neerslag bevatten ook sulfaat, echter in lagere concentraties (neerslag in Deelen b.v. ca. 7 mg/l). Monsterpunten die naast een maisakker liggen hebben geen duidelijk hoger sulfaat-gehalte. De meeste beekjes, die op het mp zelf niet langs een maisakker lopen, worden bovenstrooms wel door de verspreid over het gebied liggende maispercelen beïnvloed. Daarnaast wordt er ook op grasland veel mest uitgereden, al is dat dan wel minder.

Ook de zeer hoge Ca^{2+}-gehaltes duiden op zware bemesting met gier. Na het uitrijden van de drijfmest wordt kalk gestrooid om verzuring van de bodem tegen te gaan. Op practisch alle punten is de Ca^{2+}-concentratie zeer hoog.

Lozing van ongezuiverd rioolwater wordt o.a. geïndiceerd door een vernoogde NH_4^+-concentratie. Dit is o.a. het geval op mp 2 en 3. Op deze punten komt een klein slootje in het beekje uit, komend van achter een boerderij. De EGV van dit water is zeer hoog (> 900; meting februari 1984). Een lozing van de boerderij ligt voor de hand. Ook op mp 5 is waarschijnlijk sprake van lozing van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater afkomstig van enige woonhuizen. Op mp 18, 19 en 20 zijn de NH_4^+-gehaltes ook erg hoog. De aard van de verontreiniging is hier niet bekend. Bij mp 22 vindt waarschijnlijk directe lozing van huishoudelijk rioolwater plaats, afkomstig van enige woonhuizen. Het hoge NH_4^+-gehalte op mp 23 heeft geen direct aanwijsbare oorzaak.

Het fosfaat-gehalte, zowel ortho- als totaal-P, is slechts op enkele punten echt laag (lager dan 0,15 mg/l). Dit wordt dan meestal veroorzaakt door het uittreden van ijzerhoudend grondwater, waardoor fosfaten neerslaan (mp 7, 8, 9, 13, 14, 21, 22). De relatief grote hoeveelheid PO_4^{3-}-arm grondwater in de watergang bij mp 4 zorgt hier voor een laag fosfaat-gehalte. Punt 18, dat ook veel net uitgetreden grondwater bevat, heeft echter zeer hoge fosfaat-concentraties. Hier is dus duidelijk sprake van een lozing of verontreiniging met meststoffen, hetgeen ook al uit de andere parameters bleek.

Mp 7 en 8 vallen niet alleen op door de lage fosfaat-concentraties, maar vrijwel alle gehaltes zijn op deze punten vrij laag. Deze punten zijn het minst verontreinigd. Ze liggen in de uiterste bovenloop van een beek, juist op de waterscheiding van Barneveldse en Overwoudse Beek enerzijds en de Nederwoudse Beek anderszijds. Het water heeft dus aan relatief weinig beïnvloedingen van buitenaf blootgestaan.

De nitraat-gehaltes zijn overal hoog en op mp 4, 5 en 18 zelfs extreem hoog. Dit laatste wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het NO_3^--rijke grondwater. In iets mindere mate is dit ook op mp 9 terug te zien.

Samenvattend kan het volgende gezegd worden:

1) Punt 7 en 8 liggen in de uiterste bovenloop van een stroomgebied en zijn relatief weinig beïnvloed; de concentraties van de bepaalde parameters zijn relatief laag.
2) Alle overige punten zijn min of meer ernstig beïnvloed. De meest waarschijnlijke bron van verontreiniging is de landbouw. Er is

geen duidelijke rangschikking van meer naar minder verontreinigde punten.

3) De punten 4 en 18 en in iets mindere mate 5 en 9 bevatten waarschijnlijk relatief veel grondwater, wat tot uitdrukking komt in de zeer hoge NO_3^--gehaltes en de relatief lage gehaltes van de overige parameters. Op mp 18 is echter sprake van een duidelijke verontreiniging.

4) Nabij mp 5 en 22 vindt naar alle waarschijnlijkheid lozing van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater plaats.

11.1.2. Lineaire regressie.

De gevonden positieve correlaties zijn allen verklaarbaar. Ca^{2+}, HCO_3^-, pH en dH zijn via het kalk-koolzuur-evenwicht aan elkaar gekoppeld. Bij een EGV van boven de 100 uS/cm is er een vaak voorkomend rechtlijnig verband tussen deze parameter en het Cl^--gehalte. Dit komt o.a. door het feit dat de Cl^--concentratie na een lozing nauwelijks verandert, aangezien het niet wordt opgenomen door planten of dieren. De correlatie tussen EGV en Na^+ geeft eens te meer aan dat verontreinigingen in dit gebied terug te voeren zijn op beïnvloeding door meststoffen en/of faecaliën, hetzij via uitspoeling, hetzij via lozing van huishoudelijk afvalwater. Beiden bevatten vele natriumzouten en chloride. Het verband tussen Na^+ en Cl^- is hiermee ook verklaard. Stikstof komt via faecale verontreiniging veel in de ammonium-vorm vrij. Het verband tussen Cl^- en NH_4^+ is hierdoor te verklaren.

Uitspoeling van meststoffen komt tot uitdrukking in een toename van vele nutriënten, maar in het bijzonder door een verhoogd SO_4^{2-}-gehalte (Vasak, 1978; Krajenbrink, 1983). De kalkstoffen, die na bemesting op het land gebracht worden, bevatten o.a. magnesiumzouten. Dit verklaart de positieve correlatie tussen SO_4^{2-} en Mg^{2+}. Aangezien SO_4^{2-} één van de belangrijkste anionen is (ook de correlatie tussen EGV en SO_4^{2-} is redelijk, n.l. r = 0,73) zal er ook een positief verband zijn tussen Mg^{2+} en EGV.

Toename van K^+ duidt in het algemeen op verontreiniging. In het onderzoeksgebied zal het voornamelijk verontreiniging door dierlijke meststoffen indiceren. De toename van het fosfaat-gehalte is toe te schrijven aan uitspoeling van meststoffen. De correlatie tussen PO_4^{3-} en K^+ geeft eens te meer aan dat de verontreiniging is toe te schrijven aan meststoffen, die in het water terecht komen, en

niet aan huishoudelijk afvalwater (zoals waswater).

Overigens zal het duidelijk zijn dat met lineaire regressie slechts een deel van de verbanden tussen chemische parameters verduidelijkt wordt. Rechtlijnige verbanden worden op deze manier beter blootgelegd, terwijl exponentiële en anderssoortige correlaties minder duidelijk zijn aan te tonen.

11.1.3. Ionenverhouding.

Zoals in figuur 7 te zien is liggen de punten enigszins verspreid in het diagram. Dit ondanks het feit dat de monsterpunten verspreid liggen over een klein gebied, het slechts één watertype betreft en de beïnvloedingen bij benadering van dezelfde aard zijn. De onderzochte watertjes zijn blijkens de figuur zeker niet eenvormig wat betreft hun chemische samenstelling, voorzover die in de IR tot uitdrukking komt. De meeste punten in figuur 7 liggen tussen de IR van rivierwater en neerslag in. Een uitspraak over de herkomst van het water kan op grond hiervan niet gedaan worden. Bijna alle punten liggen midden in het diagram, ongeveer even ver van alle drie de referentiepunten af.

Opvallend is de ligging van de punten 1, 4, 5 en zeker 18. Zoals in 11.1.1. al ter sprake kwam, is het aandeel uitgetreden grondwater op mp 4 en 18 relatief groot. In mindere mate geldt dit ook voor mp 5. Dit verklaart de ligging van de punten 4, 5 en 18 in de buurt van een IR-waarde van neerslag. Chemisch gezien staan regen- en grondwater dichter bij elkaar dan neerslag en het water in door bemesting beïnvloede beekjes. Ook mp 1 zou volgens de ligging in figuur 7 een relatief grote hoeveelheid uittredend grondwater bevatten. Dit punt ligt, evenals de punten 4 en 18, dicht bij de stuwwal, hetgeen deze veronderstelling aannemelijk maakt. Het is echter niet duidelijk waarom de punten 2 en 3, gelegen op slechts 150 m. van mp 1 een zoveel hogere IR hebben. De aanwezigheid van grondwater op mp 2 en 3 is geenszins duidelijk. Uit de chemische gegevens van mp 1 volgt echter niet dat er relatief veel grondwater aanwezig zou zijn. Met name het nitraat-gehalte is niet extreem hoog.

Eigenaardig is dat ook dat de IR van de neerslag in Deelen behoorlijk veel lager is dan die van Wirdum opgeeft als referentiewaarde. Duidelijk is dat de ligging van dit referentiepunt aan variaties onderhevig is.

Er is geen verband gevonden tussen de IR van de onderzochte wateren en enige chemische of fysische parameter (behalve uiteraard de ionen die de IR bepalen). Vooralsnog blijft het onduidelijk waarom de punten in de grafiek zover uit elkaar liggen.

11.2. Makrofauna.

11.2.1. Clustering met behulp van TWINSPAN en DECORANA.

Voor zover niet anders vermeld zijn de in dez en volgende paragrafen genoemde ecologische gegevens van makrofauna-organismen ontleend aan de in hoofdstuk 13.1 genoemde determinatieliteratuur.

Verwerking van de makrofauna-gegevens met TWINSPAN en DECORANA leidde niet tot duidelijke clusteringen. Ook zijn er geen verbanden aangetoond tussen fysisch-chemische factoren en makrofauna. Mogelijke oorzaken hiervan zijn:

-- het gegevenbestand is vrij ijl, d.w.z. veel soorten komen in lage aantallen op weinig punten voor. Dit bemoeilijkt mogelijkerwijs de clustering.

-- eenvormigheid van de bemonsterde punten. Een verdere opdeling van de punten is moeilijk te maken als alle punten ongeveer gelijkwaardig zijn.

-- beperkingen in de beide computerprogramma's. Dit is niet zo waarschijnlijk. Beide programma's hebben reeds in vele onderzoeken bewezen een zeer bruikbaar en krachtig instrument voor clustering en data-analyse te zijn.

-- overheersing van de makrofauna-monsters door slechts enkele soorten.

Wat betreft dit laatste: Oligochaeta komen op bijna alle punten in zeer grote aantallen voor. Op sommige punten maken ze tot 98% van het totale aantal individuen uit.

De hoogste eigenwaarde voor een as, gevonden bij toepassing van DECORANA, was slechts 0,546. Dit is al niet zo erg hoog. De andere assen, die verkregen werden, hadden waardes kleiner dan 0,3, wat te laag is om nog verantwoorde uitspraken te doen over het verband tussen een bepaalde ecologische factor en de makrofauna. Wanneer het percentage Oligochaeta op de monsterpunten in dezelfde volgorde gezet wordt als in de as met de hoogste eigenwaarde (as 1) is een duidelijk verloop waar te nemen. Zie hiervoor tabel 8. De rangschikking volgens DECORANA is in dit geval bepaald door de

Tabel 8.
Het percentage Oligochaeta van het totaal aantal individuen op de monsterpunten, gerangschikt volgens DECORANA.

M.p.	23	3	15	1	12	16	18	2	4	8	9	6	17	21	5	19	10	11	14	7	20	13	22
%	4	22	7	46	54	20	33	51	48	32	90	91	92	24	98	97	98	96	98	83	87	80	27

ecologische factor, die de abundantie van de Oligochaeta op een punt bepaalt. Volgens Verdonschot (1979) neemt de abundantie van Tubificidae (een familie van de Oligochaeta) toe bij organische vervuiling. Ze vertonen een grotere tolerantie voor lage O_2-gehaltes. Doordat er dan weinig concurrenten en predatoren aanwezig zijn kan bij een grote voedselrijkdom een spectaculaire groei van de aantallen optreden. De Oligochaeta leven in het grensvlak van bodem en water. Relaties tussen de chemische samenstelling van het bovenstaande water en het voorkomen van soorten en hoeveelheden Tubificidae zijn nauwelijks aanwezig (Brinkhurst and Jamieson, 1971). Wel geeft het voorkomen van Tubificidae aan dat het beïnvloede wateren betreft. Ook zijn Oligochaeta zeer gevoelig voor giftige stoffen uit de anaerobe afbraak van organisch materiaal en voor zware metalen. Omdat zware metalen niet bepaald zijn is niet duidelijk of dit de verschillen in abundantie tussen de diverse punten kan verklaren. Uit de literatuur volgt dat de organische vervuiling de abundantie bepaalt. In dit onderzoek is dit geenszins duidelijk. In de rangorde volgens DECORANA, zoals aangegeven in tabel 8, is geen verloop te ontdekken met de chemische gegevens van het water. Wel is er een verband tussen de stevigheid van het substraat en het percentage Oligochaeta. Dit is verklaarbaar: bij een sterkere organische belasting zal de bodem bestaan uit veel modder en fijne detritus.

In tabel 8 vallen de punten 21 en 22 enigszins uit de toon. Men zou op deze punten een hoger percentage Oligochaeta verwachten. De organische belasting en de stevigheid van het substraat zijn niet anders dan op de monsterpunten met een hoog percentage Oligochaeta. De absolute aantallen zijn op beide punten wel vrij hoog. Op mp 22 is dit zeer duidelijk (4025); op mp 21 is dit wat minder (167). Het lage percentage Oligochaeta op beide monsterpunten wordt echter veroorzaakt door de aanwezigheid van een andere groep makrofauna-organismen, die indicatief zijn voor wateren, die organisch belast zijn, en mede hierdoor een bodem met veel modder en fijne detritus hebben. Dit is de muggelarve Chironomus, die met name op mp 22 in zeer grote aantallen voorkomt. Neemt men het percentage Oligochaeta en Chironomus samen, dan veranderen de getallen in tabel 8 voor bijna alle punten met slechts enkele procenten. Dit komt omdat zowel de absolute aantallen als de percentages Chironomus op deze monsterpunten laag zijn. De percentages van punt 21 en 22 veranderen echter

van 24 en 27 in respectievelijk 42 en 91. Het verloop in tabel 8 wordt hierdoor nog duidelijker. Eens te meer geeft dit aan dat de rangschikking volgens DECORANA niet tot stand gekomen is op grond van het voorkomen van enkele soorten (Oligochaeta en Chironomus), maar op grond van een variatie in een biotoop situatie, die geïndiceerd wordt door deze organismen (organische vervuiling, lage O_2-gehaltes, een bodem bestaande uit modder en fijne detritus).

Bij TWINSPAN is de eerste stap in de clustering nog te achterhalen. De monsterpunten worden hier verdeeld in twee grote groepen, waarvan de één waarschijnlijk sterk opdrogende watertjes omvat en de ander een groep monsterpunten is, die minder vaak droogvallen en met een altijd vochtige bodemlaag. Dit is een interessant resultaat: er is hiermee op grond van de makrofauna een variatie in de droogvalling aangetoond. De verdere splitsing houdt echter geen verklaarbaar verband meer met fysisch-chemische factoren.

Bij beide computer-bewerkingen is getracht de overheersing van de Oligochaeta te ondervangen door de orginele gegevens te classificeren. Hierdoor worden hoge aantallen individuen bij benadering log-getransformeerd (voor details, zie bijlage VI). Bovendien werden aan hoge aantallen lage wegingsfactoren toegekend. Hierdoor wordt de dominantie, die soorten met hoge aantallen bij de clustering hebben, enigszins gedrukt. Toen dit niet tot bevredigende resultaten leidde zijn beide programma's toegepast met een wegingsfactor 0 voor de overheersende Oligochaeta. Dit houdt in dat deze soort wel in de uiteindelijke tabel komt, maar niet bepalend is voor de scheiding van de monsters in clusters. Het resultaat was echter vrijwel identiek aan de voorgaande onduidelijke clustering. Wellicht is het zinvol om beide programma's een keer te draaien met weglating van Oligochaeta. In het tijdsbestek van dit onderzoek is hiervoor geen tijd meer gevonden.

11.2.2. Clustering met behulp van de "knippen, schuiven en plakken"-methode.

De "knippen, schuiven en plakken"-methode leidt tot de volgende resultaten:

De punten 4 en 18 vallen buiten het geheel. Zij bezitten een minimale levensgemeenschap, voor het overgrote deel bestaande uit terristisch levende soorten, zoals Smittia, Metriocnemus, Lymnophyes en Tipula signata gr. Dit duidt op een situatie van langdurige droog-

valling, waardoor zich geen aquatische levensgemeenschap kan ontwikkelen.

Alle overige punten worden gekarakteriseerd door slechts drie taxa: Oligochaeta, Palpomyia gr. en Nemoura cinerea. De ecologie van Oligochaeta is hiervoor al behandeld. Omdat Palpomyia gr. niet tot op soortsniveau gedetermineerd kon worden (de beschikbare literatuur schiet hierin tekort) kan over de ecologie van dit genus niets gezegd worden. Nemoura cinerea is een algemeen in Nederland voorkomende steenvlieg, die echter bij voorkeur in stromend water voorkomt. Ondanks de soms zeer langzame stroming is deze soort op practisch alle punten aangetroffen. Nemoura cinerea vertoont in zijn levenscyclus een aantal aanpassingen aan periodieke droogvalling (Beijer, 1980):

-- het uitkomen van eieren van N. cinerea is verspreid over een periode van enkele maanden, afhankelijk van het tijdstip waarop een beek weer water gaat voeren na een periode van droogte.
-- de eieren van N. cinerea kunnen in periodes van droogte in ei-diapauze gaan.
-- het larvale stadium kan in drie maanden voltooid worden, maar ook in 7 à 8 maanden. Afhankelijk van de lengte van een periode van droogvalling zal de levenscyclus zich in korte of langere tijd voltrekken.

N. cinerea is dus goed in staat om wisselende periodes van droogvalling te doorstaan. In beken, die korter dan drie maanden water voeren, kan de larve zich echter niet handhaven. Het ontbreken van N. cinerea op mp 4 en 18 geeft een duidelijke indicatie over de mate van droogvalling aldaar.

De ecologische gegevens -voorzover bekend- van deze op vrijwel alle punten voorkomende drie taxa samenvattend, kan men de monsterpunten karakteriseren als matig tot sterk beïnvloede stromende watertjes, die gedurende een bepaalde periode, echter niet langer dan 9 maanden per jaar, droogvallen.

De wat minder vaak droogvallende beekjes liggen in het linker deel van de tabel en worden gekarakteriseerd door het voorkomen van Chaetocladius en Pisidium. Met name Pisidium kan geen volledige uitdroging verdragen. De bodem moet in droge periodes in ieder geval vochtig blijven, zodat hij zich daarin terug kan trekken. De organismen, voorkomend op de in het rechter deel van de tabel gelegen

punten, kunnen sterkere uitdroging wel doorstaan. De terristisch levende soorten Smittia en Metriocnemus karakteriseren deze groep punten. In de rangschikking van de monsterpunten in tabel 5 is dus een zeker verloop te zien naar de mate van droogvalling. Dit verloop werd ook al bij TWINSPAN geconstateerd.

Daarnaast zijn er drie min of meer duidelijke clusters te onderscheiden:

Cluster I: monsterpunt 8, 9, 20, 7, 13, 22, 21, 23.

Deze punten lagen ook allen in het eerste cluster, dat door TWINSPAN gevormd werd. Het zijn de wat minder vaak droogvallende beekjes. Het cluster wordt gekarakteriseerd door veel Chironomus en predatoren hiervan (Psectrotanypus varius en Macropelopia). Dit duidt op een modderige bodem met veel detritus en op een vrij sterke organische belasting. Het rechter deel van het cluster wordt bovendien gekenmerkt door o.a. Lymnaea peregra, bestand tegen korte droogteperiodes, en Aplexa hypnorum, die droogvalling zeer goed doorstaat, waartoe hij zich in de bodem ingraaft. Beide soorten verdragen een zekere mate van vervuiling.

Cluster II: monsterpunt 23, 3, 6, 15, 10.

Van de taxa, die dit cluster karakteriseren, zijn geen ecologische gegevens bekend. Deels komt dit omdat de determinatieliteratuur voor de Diptera nog onvolledig is; determinatie tot op soortsniveau is vaak niet mogelijk. Diplocladius cultriger is een algemeen en talrijk voorkomende muggelarve, die in langzaam stromende, al of niet droogvallende bovenlopen te vinden is.

Cluster III: monsterpunt 19, 14, 17.

Lymnaea truncatula en Trissocladius, die dit cluster kenmerken, zijn indicatief voor droogvallende wateren. Ze kunnen tijdelijke droogvalling zeer goed doorstaan. De punten in dit cluster vallen inderdaad onder de vaker droogvallende beekjes. Wat ze echter onderscheidt van de andere punten, die gedurende lange tijd droogvallen, is niet duidelijk. De andere mp, gelegen in het rechter gedeelte van de tabel, vallen waarschijnlijk ook gedurende langere tijd droog, maar de soorten, die dit

cluster karakteriseren, komen er om redenen, die op dit moment niet duidelijk zijn, niet voor. Trissocladius is zelfs in hoge mate karakteristiek voor periodiek watervoerende beekjes en zeldzaam in geheel Europa (Cuppen, 1980). Waarom de soort slechts op deze drie punten wordt aangetroffen is niet duidelijk.

Naast de clusters is er een aantal monsterpunten met een geheel eigen makrofauna:

Monsterpunt 8: alle gevonden bloedzuigers komen op dit punt voor, evenals Cloëon dipterum. Deze soorten verdragen absoluut geen periodieke droogvalling. Een uitzondering is de bloedzuiger Erpobdella lineata, die wel een zekere mate van droogvalling kan weerstaan. Punt 8 valt zeer waarschijnlijk niet droog in het voorjaar. De bloedzuigers Erpobdella octoculata en Helobdella stagnalis indiceren een zuurstof-arm milieu. Opvallend is, dat er ook punten zijn waar naast Haemopsis sanguisuga (een bloedzuiger, die periodieke droogvalling slechts in zeer geringe mate weerstaat) de goed droogte-resistente Lymnaea peregra en Lymnaea truncatula voorkomen (mp 3, 9, 19, 21).

Monsterpunt 7: op dit punt komen veel algemeen voorkomende kevers voor. Deze zijn i.h.a. weinig indicatief, omdat ze kunnen migreren.

Monsterpunten 3 en 23: deze punten hebben een heldere zandbodem met wat vegetatie aan de rand. Op deze punten komen veel van de kokerjuffers voor. Een zandige bodem is vaak noodzakelijk voor materiaal voor de opbouw van de koker. Opvallend is dat op mp 19 ook enkele soorten kokerjuffers voorkomen, terwijl daar de bodem zeer slap en modderig is. De kokerjuffers op mp 3 en 23 komen volgens gegevens uit de literatuur voor in snelstromende, eventueel droogvallende watergangen, hetgeen overeenkomt met de situatie ter plekke. Een uitzondering vormt Limnephilus sparsus, die -alhoewel indicatief voor stilstaand water- op mp 3 voorkomt. Daarentegen is Limnephilus auricula, die voorkomt op mp 19, waar het water zeer langzaam stroomt, karakteristiek voor stilstaand, temporair water.

Het is duidelijk dat in tabel 5 de periodieke droogvalling de dominerende factor is voor clustering. De verschillende clusters geven waarschijnlijk slechts kleine variaties aan ten aanzien van deze factor. De andere biotoop-bepalende factoren komen hierdoor slecht uit de verf, ook al spelen ze een ondergeschikte rol.

11.2.3. Clustering op grond van kensoorten.

Bij de clustering op grond van kensoorten komen de biotoop-bepalende factoren beter naar voren (tabel 6). De volgende clusters zijn hierbij te onderscheiden:

1) mp 4 en 18: op deze punten komen nauwelijks soorten voor, die een milieu-situatie karakteriseren. De lange periode van droogvalling verhindert de ontwikkeling van een aquatische levensgemeenschap.
2) mp 5, 10, 17, 19 en 23: deze punten vallen periodiek droog, de stroming is langzaam tot matig sterk en de organische is relatief klein.
3) mp 7, 8 en 20: matig tot sterk beïnvloede, stromende beekjes; ze vallen nauwelijks droog.
4) mp 1, 11, 14 en 16: op deze punten komen vrij weinig kensoorten voor. De punten vallen vrij regelmatig droog. Ten aanzien van stroming en organische vervuiling zijn te weinig kensoorten aanwezig.
5) mp 6, 12, 21 en 22: periodiek droogvallende en matig tot sterk beïnvloede beekjes met lage stroomsnelheid.
6) mp 2, 3, 9, 13 en 15: restgroep. Geen der drie factoren is in overheersende mate aanwezig.

Deze clusters vertonen weinig overeenkomst met de volgorde der monsterpunten in tabel 5. Uiteraard hangt dit ook samen met het feit dat de clustering m.b.v "knippen, schuiven en plakken" bepaald werd door één overheersende biotoop-bepalende factor (periodieke droogvalling), terwijl in de clustering m.b.v. kensoorten ook andere factoren doorwerken. Ook bij deze clustermethode vallen de punten 4 en 18 apart.

11.2.4. Diversiteit.

De diversiteit van de meeste punten is vrij laag, hetgeen kan duiden op een gestoorde situatie. Er zijn een paar belangrijke factoren, die afzonderlijk het aantal soorten en dus de diversiteit beïnvloeden,

t.w. droogvalling en de chemische samenstelling van het water. Omdat deze factoren beiden waarschijnlijk in verschillende mate doorspelen is het moeilijk om het verloop in de diversiteit aan één bepaalde factor te relateren. Slechts op punten waar én de waterkwaliteit relatief goed is én de beek gedurende langere tijd water bevat (beide factoren bevorderen de ontwikkeling van een soortenrijke aquatische levensgemeenschap) is de diversiteit hoger. Dit geldt met name voor de punten 7, 8 en 23.

Dat de diversiteit in dit onderzoek niet zo bruikbaar is blijkt nog eens uit het volgende: de monsterpunten, die bij de clustering op grond van kensoorten als relatief schone, periodiek droogvallende beekjes gekarakteriseerd werden (cluster 2: mp 5, 10, 17, 19 en 23) hebben vrijwel alle een lage diversiteit. Bij een relatief goede waterkwaliteit zou men een hoge diversiteit verwachten. De lage diversiteitsindex moet dus welhaast veroorzaakt worden door de periodieke droogvalling, waardoor relatief weinig soorten zich in dit milieu kunnen handhaven. Droogvallende watergangen hebben dus steeds een vrij lage diversiteit. Periodieke droogvalling zorgt ook voor veel variatie in de tijd (snel veranderend ecosysteem) hetgeen ook vaak geldt voor systemen met een lage diversiteit.

Al met al is er geen duidelijke lijn te halen uit de diversiteitsgetallen, maar, zoals in hoofdstuk 9.4.2.4. al is uitgelegd, is de diversiteit ook niet erg geschikt voor de onderlinge vergelijking van monsterpunten.

11.3. Verband chemische samenstelling - makrofauna-gegevens.

Het verband tussen de chemische samenstelling van het water en de makrofauna kon voor niet één parameter of combinatie hiervan worden worden aangetoond. Hiervoor zijn een aantal verklaringen:

a) er is geen duidelijk verloop in de chemische samenstelling van demonsterpunten. Over het geheel genomen vertonen de meeste punten indicaties van min of meer ernstige beïnvloeding.

b) de chemische samenstelling van een bepaald water in het onderzoeksgebied is aan sterke schommelingen onderhevig, afhankelijk van de hoeveelheid water, die afgevoerd moet worden. Tijdens en na periodes met neerslag zullen relatief meer meststoffen via uitspoeling in de beek terecht komen. In drogere periodes zal grondwater, dat opkwelt, een groter aandeel hebben. De verhouding tussen

directe neerslag, grondwater en oppervlakkig uittredend water zal in de tijd variëren.

c) ook bij de makrofauna is slechts met moeite enig verband tussen de punten onderling te vinden.

Zowel bij de bewerking van de chemische gegevens als bij de "hand"-clusteringen van de makrofauna vallen de punten 4 en 18 apart. Al eerder is gesteld dat de factor droogvalling op deze punten zeer dominant is. De afwijkende chemische samenstelling wordt verklaard door het relatief grote aandeel grondwater.

De punten 7 en 8 zijn soortenrijk. Dit wordt grotendeels verklaard doordat deze punten maar weinig tot niet droogvallen, waardoor er zich een behoorlijke levensgemeenschap heeft kunnen ontwikkelen. De waterkwaliteit is op beide punten ook relatief goed, wat deze ontwikkeling bevorderd heeft. Opvallend is dat op deze punten veel soorten voorkomen, die duiden op organische vervuiling.

De periodieke droogvalling is in dit onderzoek de sterk dominante factor bij de karakterisering van de punten. Een klein aantal soorten bepaalt het beeld van de makrofaunagemeenschap, terwijl op de afzonderlijke punten tesamen nog een vrij groot aantal soorten gevonden is. Het watertype is sterk chemisch beïnvloed door de landbouw. De chemische samenstelling van het water is echter van ondergeschikt belang in vergelijking met de periodieke droogvalling.

11.4. Vergelijking met ander onderzoek.

Het aquatisch-ecologisch onderzoek in het stroomgebied van de Lunterse Beek heeft zich tot nu tot beperkt tot de hoofdbeken zelf. Door het Zuiveringsschap Veluwe wordt vanaf 1980 routinematig hydrobiologisch onderzoek uitgevoerd op een 16-tal punten, verspreid over het gebied, dat onder zijn beheer valt. Dit als aanvulling op het routinematig chemisch onderzoek. Eén van de punten ligt in het bovenstrooms gelegen deel van de Lunterse Beek, even ná de effluentlozing van de zuiveringsinstallatie Lunteren. De makrofauna, die er wordt aangetroffen, duidt op een slechte tot zeer slechte kwaliteit (Wildschut, 1981). Een vanaf 1979 verricht makrofauna-onderzoek in het stroomgebied van de Lunterse Beek (Oosterloo, 1980) richtte zich ook alleen op de genormaliseerde beken en veelal op vrij benedenstrooms gelegen punten. Uit dit onderzoek volgde o.a. dat het beekkarakter in het gehele stroomgebied verdwenen is als gevolg van

regulatie en stuwing. Dit komt tot uitdrukking in het voorkomen van een soortenrijke, doch zeer algemeen voorkomende makrofauna-levensgemeenschap. De kwaliteit van de beken, zoals die volgt uit het hydrobiologisch onderzoek is slecht tot matig. Bij de beïnvloedingen, die de biologische waterkwaliteit bepalen, wordt de intensieve veehouderij als belangrijkste oorzaak genoemd. Dit was al eerder onderkend door Hadderingh en Hulshoff Pol (1971) en de Projectgroep Eem (1973).

Hydrobiologisch onderzoek, specifiek gericht op periodiek droogvallende beekjes, is -voor zover bekend- in Nederland nog maar nauwelijks gedaan. Cuppen (1980) heeft een inventarisatie gemaakt van een aantal droogvallende, stilstaande wateren in het ruilverkavelingsgebied Brummen-Voorst. De makrofauna van deze wateren wordt gekenmerkt door een aantal soorten, die een optimum hebben in periodiek droogvallende wateren. Cuppen en Dirkse (1978) verrichtten onderzoek naar periodiek droogvallende beekjes in de omgeving van Winterswijk. Deze watertjes bezitten een makrofauna, die in hoge mate karakteristiek genoemd wordt voor dit beektype. Naast periodieke droogvalling noemen Cuppen en Dirkse nog een drietal factoren, die een rol spelen bij de karakterisering van de punten:

1) vervuiling. Zij constateren dat deze vaak moeilijk vast te stellen is aan de hand van de gevonden organismen, omdat ook andere factoren meespelen. Dit probleem heeft zich ook bij ons onderzoek voorgedaan.
2) stroomsnelheid. Door wisselende waterstand is de stroomsnelheid vaak variabel. De organismen moeten hieraan aangepast zijn. Rheofiele (stroomminnende) soorten moeten hun levenscyclus voltooien in de beperkte tijd, dat het water redelijk snel stroomt. Ook dit is in ons onderzoek vastgesteld, met name voor <u>Nemoura cinerea</u>.
3) beschaduwing. Voor een aantal taxa werd een duidelijke significantie gevonden tussen voorkomen en de mate van beschaduwing. Alhoewel getracht is de monsterpunten in het stroomgebied van de Lunterse Beek te selecteren op o.a. de mate van beschaduwing, is deze factor nauwelijks uit de verf gekomen. Dit komt omdat het onderzoeksgebied een open karakter heeft. Veel houtwallen langs waterlopen zijn in de loop der tijd verdwenen. Op vrijwel alle monsterpunten was de beschaduwing licht tot nihil. Blijkens

het onderzoek van Cuppen en Dirkse leidt beschaduwing tot een differentiatie binnen het watertype periodiek droogvallende beken.

Naast dit onderzoek, wat zich specifiek op droogvallende watergangen richt, zijn er meerdere rapporten, waarin makrofauna-onderzoek beschreven wordt van waterlopen, waarvan er enkele droogvallen (o.a. Bontenbal, 1979; de Bruijckere, 1978). De aandacht richt zich in deze rapporten echter niet speciaal op deze punten; er is veelal weinig extra informatie uit te halen.

11.5. Evaluatie methoden.

De verwerking van de chemische gegevens leidde niet tot een duidelijk beeld van de chemische samenstelling van het water. De oorzaken daarvan zijn al in hoofdstuk 11.3. genoemd. Bij droogvallende watergangen, waarbij de watervoering zo sterk variabel is en afhankelijk van de hydrologische omstandigheden, komt zeer sterk naar voren dat de chemische samenstelling slechts een momentopname is van de waterkwaliteit. De chemische gegevens zijn dan ook slechts geschikt om een globaal beeld te krijgen. De berekeningen van correlaties tussen parameters m.b.v. lineaire regressie en de ionenverhouding moet in ditzelfde licht bezien worden. Wel worden hierdoor enige bronnen van de chemische belasting duidelijk.

Verwerking van de makrofauna-gegevens met TWINSPAN en DECORANA leidde tot twee belangrijke conclusies over verbanden tussen de makrofauna enerzijds en de stevigheid van het substraat en de mate van droogvalling anderszijds. Waarschijnlijk door de dominantie van de Oligochaeta en het ijle gegevenbestand heeft data-analyse m.b.v. de beide computerprogramma's niet tot meer resultaten geleid.

Bij clustering met de "knippen, schuiven en plakken"-methode domineert een andere factor,t.w. periodieke droogvalling. Andere factoren, die weliswaar een ondergeschikte rol spelen, komen echter op deze manier geheel niet uit de verf. Bij de handclustering op grond van bepaalde kensoorten worden deze factoren wel onderkend. Deze clustermethode is hier echter zuiver kwalitatief gebruikt, d.w.z. slechts het al of niet voorkomen van een soort en niet het aantal individuen is bepalend. Omdat meerdere biotoop-bepalende factoren per monsterpunt gekwalificeerd worden, lijkt deze clustering geschikt als uitgangspunt voor het vaststellen van beheersadviezen (zie volgende hoofdstuk).

De diversiteit is bij het type periodiek droogvallende wateren slecnts geschikt om aan te geven of er sprake is van een ernstige vorm van beïnvloeding. Dat de onderzochte monsterpunten op één of andere manier sterk beïnvloed worden volgt uit de lage diversiteitgetallen. Eén van de beïnvloedingen is de periodieke droogvalling. Voor onderlinge vergelijking van de punten is de diversiteit niet geschikt.

12. BEHEERSADVIEZEN.

12.1. Algemeen.

Eén van de doelen van natuurbeheer is het in stand houden en herstellen van de verscheidenheid aan milieutypes en dus aan levensgemeenschappen. Verhoging van de landschappelijke waarde speeelt een secundaire, maar niettemin belangrijke rol.

Er zijn enkele faktoren, die een rol spelen bij de karakterisering van het onderzochte type wateren. Een aantal van deze faktoren kwam al aan het licht bij de handclustering op grond van kensoorten, t.w. periodieke droogvalling, stroming en organische vervuiling. Blijkens Cuppen en Dirkse (1978) kan beschaduwing ook een faktor zijn, die de diversiteit van de makrofauna-levensgemeenschap verhoogt. Uitgangspunt bij het beheer van de periodiek droogvallende beekjes dient te zijn een verhoging van de differentiatie. Bij het handhaven en vergroten van de diversiteit van deze watergangen dient men zich op de volgende faktoren te richten:

A) Handhaven van en het scheppen van verscheidenheid in de periodieke droogvalling.
B) Handhaven en verbeteren van de stroming.
C) Tegengaan van de organische belasting.
D) Aanbrengen van beschaduwende vegetatie langs de beken.

Als uitgangspunt bij het beheer wordt de orginele situatie van de beekjes genomen, zoals deze volgt uit oude beschrijvingen en kaarten en nog aanwezige restanten in het landschap, aangevuld met aktuele gegevens uit het makrofauna-onderzoek.

12.1.1. Periodieke droogvalling.

Laaglandbeken zijn in Nederland vrij algemeen, maar in Europa als watertype redelijk zeldzaam. De semipermanente (= periodiek droogvallende) bovenloopjes en toevoerende watergangen van laaglandbeekjes worden ook in Nederland steeds schaarser als gevolg van reguleringen en verdroging. Handhaving en het scheppen van verscheidenheid in periodiciteit verhoogt de diversiteit binnen het watertype beek. Voor de ontwikkeling van een makrofauna-levensgemeenschap dient de beek tussen de 0 en ca. 9 maanden per jaar droog te vallen. Maatregelen, die leiden tot vergaande droogvalling en verdroging, moeten daarom

vermeden worden. Wateronttrekking uit de onderzochte waterlopen ter beregening van het land zal zeer waarschijnlijk niet plaatsvinden: hiervoor bevatten de beekjes te weinig water. Verlaging van de grondwaterstand kan echter wel tot volledige opdroging van de beekjes leiden. Vooral grondwateronttrekkingen uit de diepere lagen t.b.v. de drinkwatervoorziening zijn er de laatste tientallen jaren de oorzaak van geweest dat de grondwaterstand gedaald is (Verweij, 1975; Dienst waterbeheer, 1981). Deze ontwikkeling dient te worden tegengegaan.

Overigens zijn zeer lang droogvallende watergangen hydrobiologisch dan wel niet zo interessant meer, maar voor landdieren kan zo'n watergang wel van belang zijn, b.v. als nestgelegenheid of fourageerplaats. In gebieden met veel beïnvloedingen (b.v. landbouw) kan een droogvallende greppel dezelfde funktie vervullen als een houtwal in een cultuurlandschap (refugia-, reservaat-funktie) (Leur, Vergeer en van de Zweerde, 1978). Een hogere diversiteit kan dus verkregen worden door het creëren van een reeks van min of meer permanent droogstaande watergangen tot periodiek watervoerende en permanent waterbevattende lopen. Vanuit hydrobiologisch oogpunt bezien zijn echter alleen de periodiek en permanent watervoerende wateren van belang.

12.1.2. Stroming.

De meeste onderzochte beekjes waren rechtlijnig van vorm. De stroomsnelheid is over het gehele profiel laag. In hun oorspronkelijke vorm hadden deze beekjes een zekere mate van kronkeling (meandering). De stroomsnelheid vertoont dan variaties over het profiel: een hogere stroomsnelheid in de buitenbocht, een lagere in de binnenbocht. Door deze variatie in stroomsnelheid komt in meanderende beekjes een meer gedifferentiëerde makrofaunagemeenschap voor. De hogere stroomsnelheid in bepaalde delen van de beek zal meestal een betere zuurstofhuishouding tot gevolg hebben en tevens zullen voor natuurlijke beken zo karakteristieke stroomminnende soorten voor kunnen komen. Ook kan er dan geen ophoping van bezinkbaar slib voorkomen. Bij regulatie vindt een verschuiving plaats naar indifferente soorten, de zuurstofvoorziening wordt slechter en door het verdwijnen van de variatie in stroomsnelheid kan een slappe, modderige bodem ontstaan (Cuppen, 1981; Gardeniers, 1981; Mark en de Vries, 1982). Het aanbrengen van een zekere mate van meandering zal dus leiden tot meer differentiatie. Een nadelig

effect van meandering kan echter zijn afkalving van de oevers. Dit kan worden tegengegaan door het aanbrengen van beplanting (zie 12.1.4.).

12.1.3. Organische belasting.

De meeste vervuiling van het oppervlaktewater in het gebied is direct of indirect afkomstig van de landbouw. Het terugdringen van de organische belasting van het water hangt nauw samen met de mestproblematiek, die niet alleen een regionaal probleem is, maar ook een nationale en internationale achtergrond heeft. Vooralsnog moet gevreesd worden dat deze problemen de komende tijd niet opgelost zullen worden. Het vervoer van mestoverschotten naar gebieden met een mesttekort via de mestbanken moet bevorderd worden. Dit stuit momenteel nog op grote, vooral financiële problemen. Gecentraliseerde mestvergisting, waarbij biogas vrijkomt, zou misschien een oplossing zijn. Een dergelijke verwerking van de mestoverschotten is echter nog nergens van de grond gekomen. Het dumpen van mest, overigens verboden, moet uiteraard worden bestreden.

Zoals uit de chemische gegevens volgde, worden sommige punten in vrij sterke mate beïnvloed door lozing van huishoudelijk afvalwater. Sanering van deze lozingen zal op deze plaatsen waarschijnlijk tot aanzienlijke kwaliteitsverbetering leiden.

12.1.4. Beschaduwende vegetatie.

Cuppen en Dirkse (1978) vonden dat bij semi-permanente beekjes er een significantie was tussen beschaduwing en het voorkomen van bepaalde soorten makrofauna. Beschaduwing kan dus leiden tot een meer diverse makrofauna-gemeenschap. Daarnaast zorgt de beworteling van beschaduwende voor versteviging van de oever. Stromend water heeft de voorkeur bij de aanplant van bomen en struiken, opdat bladafval niet meteen tot verstopping zal leiden (Werkgroep "Aanleg en beheer van bos en beplantingen", 1983).

Beschaduwing van watergangen heeft nog een groot voordeel. Doordat licht weggevangen wordt zal de plantengroei in de watergang gereduceerd worden. Doordat de beek minder snel of in zijn geheel niet dichtgroeit, is minder onderhoud nodig. In Münsterland (W.-Duitsland) is al veel ervaring opgedaan met de beschaduwing van watergangen, die vergelijkbaar zijn met de in dit onderzoek belichte beekjes (Lohmeyer en Krause, 1977; Oosterloo, 1978). Een boomsoort, die hierbij tot goede resultaten leidt, is de zwarte els (Alnus glutinosa) en wel omdat:

1) deze boomsoort gemakkelijk op vele grondsoorten groeit.
2) de wortels dicht en talrijk zijn. Het wortelstelsel ontwikkelt zich vertikaal, waardoor de boom stevig staat en de oever in stand gehouden wordt. Bovendien verhindert het dichte wortelstelsel de vestiging van bisamratten in de oeverzone (Lohmeyer en Krause, 1977).
3) het bladerdek zich in korte tijd sluit, d.w.z. in 3 à 4 vegetatieperiodes.
4) de afgevallen bladeren goed afbreekbaar zijn (binnen één seizoen).

Voor de keuze van beplanting langs waterlopen in gebieden met arme gronden worden tevens aanbevolen (Krause, 1983): de struikachtigen vuilboom (Frangula alnus), geoorde wilg (Salix aurita) en de grauwe wilg (Salix cinerea), en als lagere bomen tot 25 m. hoogte de zachte berk (Betula pubescens) en de lijsterbes (Sorbus aucuparia).

Beschaduwing en daardoor afnemende begroeiing in de beek kan echter ook leiden tot de afname van bepaalde soorten en aantallen individuen. Herbivore soorten, die vegetatie nodig hebben om hun eieren op af te zetten, zullen in beschaduwde watergangen minder voorkomen. Detrivoren, die ook van bladafval kunnen leven, komen daarentegen wel voor in beschaduwde beektrajekten. Er wordt dan ook wel voor gepleit om afwisselend stroken aan te brengen van 70 m. beschaduwd en 20 m. onbeschaduwd langs de waterloop. Voor watertjes met een breedte kleiner dan 3 m. is éénzijdige beschaduwing t.o.v. het zuiden door kleine bomen of struikgewas voldoende (Sluiszen, 1982). Bezwaren, die vaak gehoord worden m.b.t. beschaduwing van watergangen, zijn de financiële consequenties en de vermindering van gewasgroei op aanliggend land. Inderdaad zijn de investeringen in de beginjaren na aanplant aanzienlijk, maar het onderhoud is veel goedkoper. Onderzoek naar de effekten en kosten van beplanting is o.a. uitgevoerd bij proefopstanden langs enkele Limburgse beken (Hermens, 1975). Een conclusie van dit onderzoek was dat conventioneel onderhoud van open beken waarschijnlijk ca. 2 keer zo duur was als dat van groene beken (beken met aan weerszijden beplanting). Aanleg van een 2,5 m. brede groenstrook aan beide zijden van een beek brengt volgens Hermens (1975) de volgende kosten met zich mee:

-- wervingskosten van de strook land, waarop aangeplant wordt (7 are per 100 m. beektrajekt).
-- aanleg en onderhoud gedurende de beginperiode (*f* 50,- per 100 m. beek per jaar bij een annuïteit van 10 %).

-- dunning en transport naar de weg (ca. ƒ 2.000,= per 10 jaar of ƒ 10,= per 100 m. beek per jaar).

Met uitzondering van de dunningskosten kunnen deze kosten in het kader van een landschappelijke reconstructie door het Ministerie van Landbouw en Visserij gesubsidieerd worden. Voor de onderzochte beekjes is éénzijdige beschaduwing voldoende; ook de breedte van 2,5 m. groenstrook lijkt voor deze watertjes aan de ruime kant. De wervings- en onderhoudskosten kunnen aldus aanzienlijk gereduceerd worden.

Vermindering van gewasgroei a.g.v. beschaduwing is in het onderzoeksgebied nauwelijks van belang: het merendeel van het landschap bestaat uit grasland, waarvan de produktie slechts in zeer geringe mate bijdraagt aan het bedrijfresultaat in de intensieve veehouderij.

Momenteel vindt onderhoud van de beekjes plaats door de eigenaren van het aanliggend land. Indien besloten wordt bepaalde delen van de beken (éénzijdig) te beschaduwen, dan is medewerking van de landeigenaren nodig bij de werving van grond voor een groenstrook. Aanleg en onderhoud, evenals de dunningswerkzaamheden, zullen door derden uitgevoerd moeten worden, b.v. door de gemeentelijke plantsoenendienst of medewerkers van het zuiveringsschap. Dit impliceert een verschuiving van verantwoordelijkheden en dus ook kosten. Het lijkt hierbij dan ook raadzaam dat niet alleen de hoofdbeken, maar ook juist de kleine waterloopjes in het gemeentelijke bestemmingsplan worden opgenomen als wateren met een potentieel natuurwetenschappelijke en landschappelijke waarde.

12.2. Adviezen per monsterpunt.

Zoals in de vorige paragraaf al is uitgelegd wordt gestreefd naar een herstel en in stand houden van verscheidenheid in milieutypes. Handhaving van de status quo is dan ook het eerste waarna gestreefd moet worden, opdat geen achteruitgang in de aanwezige waarden kan optreden. Voor het herstel van de beekjes wordt de oorspronkelijke situatie als uitgangspunt genomen. Hiervoor is o.a. gebruik gemaakt van topografische kaarten uit 1909.

M.P. 1: Dit punt staat zeer waarschijnlijk zeer lang droog. De stroming wordt er belemmerd door het vele bladafval in het beekje. Verwijdering hiervan is een eerste vereiste. Daarmee zal waarschijnlijk een groot

deel van de Nemoura populatie verdwijnen, maar vanuit punt 2 en 3 zal weer herbevolking kunnen optreden. In een later stadium kan men denken over de aanplant van enig struikgewas op de zuidoever. De watergang ligt redelijk diep in het landschap en dus wordt er wel wat beschaduwd, maar door een meer volledige beschaduwing zal de groei van b.v. draadwieren beteugeld kunnen worden.

M.P. 2 en 3: Door het samenkomen van enkele watertjes op deze punten is de waterstroming er redelijk. Er zijn diverse mikro-habitats aanwezig (kiezel, zand, detritus). Plantengroei treedt nauwelijks op. De mogelijke lozing van een boerderij (zie 11.1.1.) moet gesaneerd worden.

M.P. 4: De hoge mate van droogvalling maken beheersmaatregelen t.b.v. een verbetering van de hydrobiologische kwaliteit twijfelachtig.

M.P. 5: Nabij dit punt vindt lozing van huishoudelijk afvalwater plaats. Deze lozingen dienen gesaneerd te worden. Een minder slappe bodem en minder Oligochaeta zullen het gevolg zijn. De oevers nabij het monsterpunt zijn geheel ingezakt. Beplanting aan beide zijden, van de brug tot aan de schuren (ca. 10 m.) kan dit tegengaan.

M.P. 6: Dit punt doet bij uitstek nog wat denken aan de situatie zoals die vroeger op meer punten moet zijn voorgekomen: licht meanderend en met begeleidende boomopstanden. De grote bomen, die er nu staan, kunnen echter nauwelijks voor beschaduwing zorgen. Ook is de oever op de plaatsen tussen de bomen vrij slap. Aanplant van kleine bomen en/of struiken, in ieder geval t.o.v. het zuidoosten, kan zowel ter versteviging van de oever als voor beschaduwing een rol spelen. De laag slappe modder, die momenteel op de bodem ligt, moet verwijderd worden. Door hierbij in de buitenbochtjes wat meer weg te halen dan in de binnenbochtjes kan de meandering geaccentueerd worden. Mogelijk zal dit leiden tot een toename van stroomminnende soorten en zeker tot afname van de zeer grote hoeveelheid Oligochaeta.

M.P. 7 en 8: Beide punten hebben een redelijke waterkwaliteit en een gevarieerde makrofauna. Doordat het water er niet stilstaat zal er weinig groei van draadwieren optreden. De slappe bodem op punt 7, en daarmee samenhangende hoge aantallen Oligochaeta, wordt veroorzaakt door neerslag van ijzer uit grondwater. De overheersing van deze soort zal dus op de koop toe moeten worden genomen.

M.P. 9: Ook op dit punt een sterke overheersing van de Oligochaeta in de makrofaunasamenstelling. De lage stroomsnelheid kan hier mede debet

aan zijn. De groei van graspollen in de beek vertraagd de stroomsnelheid en zorgt o.a. voor sedimentatie van licht materiaal. Maatregelen, die de stroomsnelheid bevorderen, zoals het aanbrengen van meandering, zijn hier moeilijk omdat de beek langs een rechte weg loopt. Beschaduwing zou de groei van gras kunnen remmen.

M.P. 10: Gewaakt moet worden dat geen afval van het erf van de boerderij in het beekje stroomt.

M.P. 11: De grootste beïnvloeding op dit punt is afkomstig van de aanliggende maisakker. Tegengaan van inspoeling van mest en kalk kan gebeuren door het aanbrengen van een bufferzone tussen akker en beek, b.v. door een houtwal. Opvallend op dit punt is dat Nemoura cinerea er niet voorkomt. Deze soort komt niet voor in sterk verontreinigd water, maar de chemische waterkwaliteit is niet opvallend minder dan die op andere punten. Nemoura cinerea heeft rottende bladeren als hoofdvoedsel en een vrij hoge zuurstofbehoefte. Wellicht dat één van deze faktoren niet toereikend is. Dit kan verbeterd worden door beschaduwende beplanting, die zorgt voor voldoende substraat voor N. cinerea en bovendien de algenbloei, en daarmee samenhangende schommelingen in zuurstofgehalte, tegangaat.

M.P. 12: Meandering en beschaduwing zijn op dit punt aanwezig. Door ophoping van tak- en bladafval stagneert de waterafvoer echter. Verwijdering van dit afval dient te gebeuren zodat het water weer kan gaan stromen.

M.P. 13: Vroeger was dit beekje beschaduwd. De houtwal, die er nu langs de noordzijde staat, heeft die funktie in ieder geval niet. Herstel van de oorspronkelijke situatie kan gebeuren door het aanplanten van een houtwal op de zuidoever.

M.P. 14: Dit is één van de weinige punten waar Trissocladius, een zeldzame muggelarve, kenmerkend voor droogvallende watergangen, voorkomt. Daarnaast komen er nog een paar voor droogvalling zeer karakteristieke soorten voor. De periodieke droogvalling is op dit punt een faktor, die in sterke mate de makrofaunasamenstelling bepaalt. Maatregelen, die leiden tot wijziging van de watervoering, moeten vermeden worden. Opvallend op dit punt is ook de slappe anaerobe laag op de bodem. Verwijdering van het vele houtafval en deze laag modder zal waarschijnlijk al tot een verbetering van de zuurstofhuishouding van het bovenstaande water leiden. Ook het extreem hoge aantal Oligochaeta zal dan afnemen.

M.P. 15: Op dit punt behoeft niets gedaan te worden. Het beekje ligt diep in het landschap en wordt aldus beschaduwd. De stevige bodem zorgt ervoor dat er niet al te veel Oligochaeta voorkomen. Ook de stroomsnelheid is er tamelijk groot. Wel moet er op dit punt op gelet worden dat het beekje niet geheel volgroeit met gras, wat de stroomsnelheid zal beïnvloeden. Door de lange periode waarin het beekje droogstaat komt op dit punt niet zo'n uitgebreide makrofauna voor.
M.P. 16: Voor dit punt geldt hetzelfde als voor M.P. 15, met dit verschil dat men niet zo bang hoeft te zijn voor de groei van gras. Dat komt op dit punt nauwelijks voor.
M.P. 17: Dit punt lijkt erg op M.P. 14: een slappe bodem, weinig of geen beschaduwing, een zeer lage stroomsnelheid en het voorkomen van enige soorten, die indicatief zijn voor tijdelijke droogvalling. Hieronder valt ook de zeldzame muggelarve Trissocladius. Ook voor dit punt geldt, dat maatregelen, die leiden tot verandering van het waterregime, tegengegaan moeten worden. Wellicht dat beschaduwing langs de zuidzijde tot aan de Postweg leidt tot een verbeterde O_2-huishouding a.g.v. het niet meer optreden van algenbloei. Door de zeer lage stroming zal de slappe bodem en de nivellerende werking daarvan op de makrofauna blijven bestaan.
M.P. 18: Dit punt valt zo lang droog dat van een opbouw of verbetering van de makrofauna-gemeenschap a.g.v. beheersmaatregelen geen sprake zal zijn. Onderzocht moet worden wat de bron is van het zeer hoge fosfaatgehalte in het water.
M.P. 19: Dit punt lijkt op het oog en wat betreft de makrofauna-samenstelling op M.P. 14 en 17. Door het hoge kalkgehalte komen er daarnaast wat meer soorten slakken voor. Het meest opvallend aan dit punt is de algenbloei, die zo uitbundig is dat het water er groen van ziet. Wisselingen van zuurstofgehalte zullen in dit beekje waarschijnlijk nog groter zijn dan op de andere twee punten. Ook dit kan slechts weer worden tegengegaan door het aanbrengen van beschaduwing. Dit mag echter niet leiden tot het volledig terugdringen van de begroeiing in de beek zelf, aangezien daarmee zeer waarschijnlijk ook de kokerjuffers van het geslacht Limnephilus (alleen op dit punt werden 2 van de 3 gevonden soorten aangetroffen), die hogere planten zelf als voedsel gebruiken, zouden verdwijnen. Afwisseling van een beschaduwd stuk beek met een onbeschaduwd deel is hier aan te bevelen. De aanplant van

beschaduwende bomen en struiken kan zo gebeuren dat de zeer lichte meandering geaccentueerd wordt.

M.P. 20: Het meest noodzakelijk is het hier om de (onbekende) vervuilingsbron op te sporen en te saneren. De kwaliteit van het water is zeer slecht en dit komt ook tot uitdrukking in de makrofauna-samenstelling. Er komen maar weinig soorten voor, waarvan de meesten nog Chironomiden zijn, die karakteristiek zijn voor sterk organisch belast water. Aangezien zowel aanzienlijke stroming als beschaduwing aanwezig zijn zal verbetering van de waterkwaliteit zeker leiden tot het verdwijnen van de waterschimmel Sphaerotilus natans en de opbouw van een karakteristieke beekfauna. De begeleidende houtwal mag niet gekapt worden, daar deze zowel zorgt voor beschaduwing als voor versteviging van de oever.

M.P. 21: Dit punt, gekarakteriseerd door o.a. veel voor vrij sterk organisch belast water karakteristieke Chironomus muggelarven, heeft waarschijnlijk alleen diffuse bronnen van verontreiniging (landbouw), zodat verbetering van de chemische waterkwaliteit niet gemakkelijk te realiseren is. Aangezien dit gebied ook vroeger een open karakter had lijkt aanplant van beschaduwende bomen of struiken ook niet zo zinvol. Dat wordt het wel als dit samengaat met het vergraven van dit beekje tot een meanderende watergang, waarbij de aanplant dan in eerste instantie dienen als oeververstevigingg. Door optredende verschillen in stroomsnelheid zal dan, ook bij gelijkblijvende matige tot slechte waterkwaliteit, een meer diverse makrofauna zich kunnen ontwikkelen.

M.P. 22: Sanering van de lozing van huishoudelijk afvalwater zal hier waarschijnlijk een direkt waarneembare verbetering geven van de eenvormige makrofauna-samenstelling (zeer veel Chironomus).

M.P. 23: Ondanks het open karakter van dit punt is er, mede door een vrij hoge stroomsnelheid, geen begroeiing in deze watergang. De heldere zandbodem is een faktor, die het voorkomen van kokerjuffers bevordert. Het feit dat die vrijwel niet voorkomen op dit punt wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de vrij slechte chemische waterkwaliteit. Het zal echter moeilijk zijn die te verbeteren, ook al omdat het water in de beek afkomstig is afwateringssloten uit het gehele omliggende gebied.

13. LITERATUUR.

13.1. Determinatie-literatuur.

Dresscher, Th. G. N. & L. W. G. Higler, De Nederlandse bloedzuigers (Hirudinea), K.N.N.V. Wet. Med. nr. 154, 1982.

Drost, B. & M. Schreijer, Waterkevertabel, Jeugdbonduitgeverij, 1978.

Elliot, J.M., J.P. O'Connor & M.A. O'Connor, Akey to the larvae of Sialidae (Insecta: Megaloptera) occuring in the British Isles, Freshwater Biology, 9 (1979), 511 - 514.

Hartog, C. den, De Nederlandse platwormen (Tricladida), K.N.V.B. Wet. Med. nr. 42, 1962.

Hiley, P.D., The identification of British limnephilid larvae (Trichoptera), Systematic Entomology, 1 (1976), 147 - 167.

Hynes, H.B.N., A key to the adults and nymphs of the British Stoneflies (Plecoptera) with notes to their ecology and distribution, 3rd ed., Freshwater Biological Association, Sc. Publ. no. 17, 1977.

Janssen, A.W. & E.F. de Vogel, Zoetwatermolluscen van Nederland, N.J.N., Amsterdam, 1965.

Klink, A., Determinatietabel voor de poppen en larven der Nederlandse Tanytarsini, deel 1: Algemene tabellen, Wageningen, z.j.

Macan, T.T., A key to the nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their ecology, 3rd ed., Freshwater Biological Association, Sc. Publ. no. 20, 1979.

Moller-Pillot, H.K.M., De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera), Nederlandse Faunistische Mededelingen, deel 1A, Centraal Bureau Nederland van de European Invertebrate Survey, Leiden, 1978 - 1979.

Nieser, N., De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera: Nepomorpha en Genomorpha), Wet. Med. K.N.N.V. nr. 155, 1982.

N.N., Determinatietabel voor de larven der Orthocladiinae s.l.

Tolkamp, H.H., Determinatietabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs soort der Europese, in het water levende Dipteralarven, LH/Natuurbeheer, intern rapport, Wageningen, 1975.

13.2. Overige literatuur.

Appelo, C.A.J. & C.C.D.F. van Ree, Grondwaterstroombanen in de Veluwe-stuwwal getraceerd met tritium metingen, H2O (16) 1983, nr.2, 35.

Beek, J. & W.H. van Riemsdijk, Fosfaten, in "Handboek voor Milieubeheer, deel IV - bodembescherming, hst. 4.4.4.", Vermande Zonen, IJmuiden, 1978.

Beijer, J.A.J., Ecologie van steenvliegen (Plcoptera) in periodiek droogvallende beken, LH/Natuurbeheer, verslag nr. 534, Wageningen, 1980.

Bleuten, W. & M. Cerutti, De huidige en toekomstige nitraat- en sulfaat-belasting van grond- en drinkwater van de Nederlandse pleistocene zandgebieden, H2O (17) 1984, nr.10, 208.

Bontenbal, M.M., Onderzoek ten behoeve van beheer en inrichting van het graslandgebied tussen Harderwijk en Doornspijk, LH/Natuurbeheer, rapport nr. 636, Wageningen, 1979.

Brinkhurst, R.O. & B.G.M. Jamieson, Aquatic Oligochaeta of the world, Oliver and Boyd, Edinburgh, 1971.

Bruijckere, F.L.G. de, Biologische kwaliteitsbepaling van het oppervlakte-water in het Loobeekdal bij Venray, LH/Hydrobiologie, doctoraalverslag nr. 78-2, Wageningen, 1978.

Bruijn, J., Drinkwaterkwaliteit en bemesting: nitraatproblemen in Oost-Gelderland, H2O (17) 1984, nr.22, 502.

Cuppen, H.P.J.J., De invloed van beeknormalisatie op de biologische waterkwaliteit en de samenstelling van de makrofauna van enkele Oost-Veluwse beken, Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, 1981.

Cuppen, H.P.J.J., De makrofauna in een aantal droogvallende en permanent stilstaande wateren in het ruilverkavelingsgebied Brummen-Voorst, Regionale Milieuraaf Oost-Veluwe, 1980.

Cuppen, H.P.J.J. & G.M. Dirkse, Biologisch onderzoek van de watergangen in het Woold (gemeente Winterswijk), R.I.N., Leersum, 1978.

Dienst Waterbeheer Provincie Gelderland, De invloed van de grondwater-onttrekkingen op de grondwaterstanden en de afvoeren van beken op de Zuidelijke Veluwezoom, Arnhem, 1981.

Drupsteen, Th. G., Nederlands milieurecht in kort bestek, Tjeenk-Willink, Zwolle, 1978.

Gardeniers, J.J.P., The impact of regulation on the natural characteristics of Dutch lowland streams, Proceedings and Informations, no. 27, Committee for Hydrological Research T.N.O., Den Haag, 1981.

Gauch, H.G. jr., Multivariate analysis in community ecology, Cambridge studies in ecology: I, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.

Gauch, H.G. & R.H. Whittaker, Hierarchical classification of community data, Journal of Ecology, 69 (1981), 537 - 557.

Gemeente Ede, Toelichting, behorende bij het bestemmingsplan voor het buitengebied der gemeente Ede, Afdeling Openbare Werken en Stadsontwikkeling, 1974.

Hadderingh, R.H. & L.W. Hulshoff Pol, Onderzoek naar de makrofauna en de visfauna van de wateren van de Gelderse Vallei, LH/Natuurbeheer, verslag nr. 64, Wageningen, 1971.

Harmsen, K. & F.A.M. de Haan, Zware metalen, in "Handboek voor Milieubeheer, deel IV - bodembescherming, hst. 4.4.1.", Vermande Zonen, IJmuiden, 1978.

Hartog, C. den, Dictaat Hydrobiologie, LH/Hydrobiologie, Wageningen, 1978.

Hermens, L.C.M., Levend groen II: Groene beken in Limburg, Tijdschrift Kon. Ned. Heide Maatschappij, nr.11, K.N.H.M., 1975.

Hill, M.O., DECORANA - A FORTRAN program for detrended correspondance analysis and reciprocal averaging, Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, 1979a.

Hill, M.O., TWINSPAN - A FORTRAN program for arranging multi-variate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes, Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, 1979b.

Jong, A. de, Cadmium in de bodem bedreigt het gewas, de Volkskrant, 24-03-1984.

Keuning, H.J., Kaleidoscoop der Nederlandse landschappen, De regionale verscheidenheid van Nederland in historisch-geografisch perspectief, Martinus Nijhoff, Den Haag, 1979.

K.N.M.I./R.I.V.M., Landelijk meetnet regenwatersamenstelling in Nederland, Voorlopig overzicht van de meetresultaten van het vierde kwartaal 1983, De Bilt, 1984.

Krajenbrink, G.J.W., Bemesting en grondwaterkwaliteit, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1983.

Krause, A., Bewuchs an Wasserläufen, Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (A.I.D.) e.V., Bonn, 1983.

Laar, W.M. van, Beheer fauna-elementen in het Westelijk deel van de Gelderse Vallei, LH/Natuurbeheer, verslag nr.532, Wageningen, 1979.

Lange, L. de & M.A. de Ruiter (eds.), Biologische waterbeoordeling, Methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag, T.N.O. Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, 1977.

Leur, M.L.W. van de, W.Th.H.M. Vergeer & W. van de Zweerde, Biologische waarde van droogvallende en droogstaande sloten in Nederland, Waterschapsbelangen, 63 (8), 1978.

Lexmond, Th.M., W.H. van Riemsdijk & F.A.M. de Haan, Onderzoek naar fosfaat en koper in de bodem, in het bijzonder in gebieden met intensieve veehouderij, LH/Vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer, Wageningen, 1982.

Lohmeijer, W. & A. Krause, Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer, Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 9, 2., unveränderte Auflage, Bundesforschungsanstalt für Wasserschutz und Landschaftökologie, Bonn - Bad Godesberg, 1977.

Maarleveld, G.C. & R.P.H.P. van der Schans, De dekzandmorfologie van de Gelderse Vallei, Tijdschrift Kon. Ned. Aardr. Gen., 78 (1961), 22 - 35.

Margalef, R., Perspectives in ecological theory, Chicago series in biology, University of Chicago Press, Chicago, 1968.

Mark, C.M. van der & H.P. de Vries, Hydrobiologisch onderzoek naar de invloed van beekregulatie, LH/Natuurbeheer, verslag nr.624, Wageningen, 1982.

Meinardi, C.R., De chemische samenstelling van het grondwater van de Veluwe, R.I.D. Mededeling 74-4, 1974.

Meinardi, C.R., Geohydrologische gegevens van Zuidelijk Flevoland en de Gelderse Vallei, R.I.D. Mededeling 78-4, 1978.

Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk, Eindadvies Nationale Landschapsparken, Tweede Kamer, zitting 1979-1980, 13284 nr. 3 - 4.

Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, Derde Nota over de Ruimtelijke Ordening, deel 3D: regeringsbeslissing met nota van toelichting, Tweede Kamer, zitting 1978-1979, 14392 nr. 9 - 13.

Olthuis, E., Vrachtberekeningen voor de Lunterse Beek, Zuiveringsschap Veluwe, Apeldoorn, 1983.

Oosterloo, W., Een hydrobiologisch onderzoek naar de makrofauna in het stroomgebied van de Lunterse Beek, Zuiveringsschap Veluwe, Apeldoorn, 1980.

Oosterloo, W., Het Veluwse bekenboekje, Zuiveringsschap Veluwe, Apeldoorn, 1981.

Oosterloo, W., Verslag van een excursie d.d. 30 november 1978 naar de omgeving van Münster (Westfalen) inzake de invloed van houtopstanden langs watergangen op de vegetatie in het water en het onderhoud van deze watergangen, Zuiveringsschap Veluwe, Apeldoorn, 1978.

Projectgroep Eem, Schets van de watervervuiling in het stroomgebied van de Eem, Landbouwhogeschool, Wageningen, 1973.

Provinciale Staten van Gelderland, Streekplan Veluwe, Arnhem, 1979.

Reuter, K.N. & J.J. Kouwe, De landbouwwaterhuishouding in de provincie Gelderland, T.N.O. Commissie onderzoek landbouwwaterhuishouding in Nederland, rapport nr.6, 1958.

Rijks Geologische Dienst, Geologie van de provincie Utrecht (met 18 bijlagen), rapport nr.7003, Haarlem, 1975.

Rijkswaterstaat, Waterstaatskaart 1:50.000, Blad 32, Amersfoort-Oost, 1969.

Ringelberg, J., Inleiding tot de aquatische ecologie, in het bijzonder van het zoete water, Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 1976.

Roij, Th.A.J.M. de & P.H.U. de Vries, Milieutoxicologische aspecten van het gebruik van veevoederadditieven en therapeutica, Persistentie in dierlijke excreta en milieu, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1982.

Sluiszen, A.A. van der, De mogelijkheden van beschaduwing voor het beheer van watergangen, LH/Hydrobiologie, Wageningen, 1982.

Stichting voor Bodemkartering (Stiboka), Bodemkaart van Nederland 1:50.000, Toelichting bij kaartblad 32, Amersfoort-Oost, Wageningen, 1965.

Stichting voor Bodemkartering (Stiboka), Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000, Blad 32, Amersfoort, Wageningen, 1974.

Vasak, L., De chemische samenstelling van het grondwater in het Barneveldse Beek-gebied, V.U./Instituut voor Aardwetenschappen, Amsterdam, 1978.

Verdonschot, P.F.M., Aquatische Oligochaeta, Introductie, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke, 1979, serie "Rapporten en Verslagen".

Vereniging "Oud Ede", Geschiedenis van Ede, deel III - Kerkdorpen en buurtschappen, Ede, z.j.

Verweij, J.J., Oorzaken van verminderde afvoer en het droogvallen van de Renkumse beken, Mededelingen Afdeling Cultuurtechniek nr. 16, LH/Cultuurtechniek, Wageningen, 1975.

Visscher, H.A., De Nederlandse landschappen, Ontstaan, wetenschappelijke betekenis, belevingswaarde, deel 1, Aula Paperback 32, Spectrum, Utrecht, 1975.

Werkgroep "Aanleg en beheer van bos en beplantingen", Aanleg en beheer van beplantingen buiten bosverband, Staatsbosbeheer, Utrecht, 1983.

Wildschut, L., Verslag van de routinematig biologische waterkwaliteitsbeoordeling in 1981, Zuiveringsschap Veluwe, Apeldoorn, 1981.

Wirdum, G. van, Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming, in: Hooghart, J.C. (red.), Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels, Verslag van de workshop op 1 en 2 april 1980, Commissie voor Hydrologisch Onderzoek T.N.O., Rapporten en Nota's nr.5, p. 118 - 143.

Bijlage I.

Beschrijving van de categorie-indeling van het streekplangebied Veluwe:

Landelijk gebied I

Begripsomschrijving en meest gewenste ontwikkeling in hoofdlijnen.

— 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, militaire oefenterreinen en dergelijke liggen.*

— Het beleid ten aanzien van deze gebieden en terreinen is vooral gericht op natuurbehoud en bosbouw.

— De bosgebieden zijn niet alleen bestemd voor de produktie van hout, maar hebben ook een belangrijke functie voor het natuurbehoud en voor extensieve vormen van openluchtrecreatie.

— In en bij de natuurgebieden dienen maatregelen voor het instandhouden van de aanwezige natuurwetenschappelijke kwaliteiten te worden genomen. Dit kan bij voorbeeld betekenen dat de grondwaterstand moet worden aangepast aan eisen van natuurbeheer of dat het recreatief en/of militair gebruik moet worden ingeperkt.

— Bevorderd zal moeten worden dat voor de natuur- en bosgebieden beheersplannen worden opgesteld. In deze beheersplannen dient te worden aangegeven hoe op langere termijn de gewenste ontwikkeling zal worden gerealiseerd.

— Het zal rond natuurgebieden veelal nodig zijn een beschermende zone aan te geven. Indien in deze zone met betrekking tot de landbouw, de openluchtrecreatie, het verkeer, het wonen en dergelijke, plannen worden ontwikkeld, dan zullen deze moeten worden getoetst aan het belang van het natuurbehoud in het aangrenzende gebied. De breedte van deze zone en de aard van de daaraan verbonden beperkingen zullen van geval tot geval aan de hand van de in het geding zijnde eigenschappen, kwaliteiten en plannen moeten worden bepaald.

— Er wordt bij het beleid voor de door natuur- en bosgebieden ingesloten kleine oppervlakken landbouwgrond van uitgegaan dat op deze gronden normale grondgebonden agrarische produktie plaatsvindt. Verbetering van de verkaveling, de ontsluiting en de waterbeheersing, uitbreiding van de bebouwing en andere ingrepen mogen alleen plaatsvinden indien deze geen afbreuk doen aan de kwaliteit van natuur en landschap. Dit kan beperkingen tot gevolg hebben voor de agrarische bedrijfsvoering of voor de ontwikkeling van agrarische bedrijven.

— Vestiging van nieuwe agrarische bedrijven is in deze gebieden in ieder geval niet toegestaan. Uitoefening van intensieve veehouderij is in beginsel strijdig met de uitgangspunten voor het voor deze gebieden te voeren beleid.

— Afhankelijk van de eigenschappen, ligging en omvang van de betrokken gebieden wordt het beleid gericht op ontwikkeling en begeleiding van extensieve vormen van dagrecreatie (wandelen en fietsen) en het terugdringen van gemotoriseerd verkeer.
Voorzieningen, die veel recreanten aantrekken (concentratiepunten), dienen in deze gebieden niet tot stand te komen.
Voor het instandhouden en verder ontwikkelen van de natuurwetenschappelijke kwaliteiten van deze gebieden is het van belang dat sommige delen vrijwel geheel worden gevrijwaard van (recreatief) bezoek, terwijl elders een wat drukker bezoek geen bijzondere problemen behoeft op te leveren. Dit kan een vermindering – in aantal of capaciteit – van de dagrecreatieve voorzieningen betekenen.

— Het beleid ten aanzien van de verblijfsrecreatieve voorzieningen is erop gericht de druk op natuur en landschap niet te laten toenemen en zo mogelijk te verminderen. Daartoe dient de verblijfsrecreatieve capaciteit af te nemen. Bovendien dient een betere milieuhygiënische en landschappelijke inpassing van de voorzieningen die blijven, te worden nagestreefd.

— Ter bescherming van natuur en landschap mogen in landelijk gebied I geen tenten, caravans of andere recreatieve onderkomens worden geplaatst buiten de daarvoor uitdrukkelijk bestemde gebieden.

— Voor de militaire oefen- en schietterreinen is een afstemming van de gebruiksmogelijkheden op kwaliteit en draagkracht van natuur en landschap noodzakelijk.

— Ruimtelijke ontwikkelingen van instellingen voor de gezondheidszorg, sportaccommodaties en dergelijke zijn in landelijk gebied I niet toegestaan.

— Als vergunningen worden verleend voor exploratie naar olie en gas dienen deze gebieden te worden uitgesloten.

Landelijk gebied IV

Begripsomschrijving en meest gewenste ontwikkeling in hoofdlijnen.

— Hieronder vallen landbouwgebieden die vanuit agrarisch oogpunt belangrijk zijn.

— Het beleid in deze gebieden is erop gericht goede omstandigheden te creëren voor een verdergaande landbouwkundige ontwikkeling, waarbij zo mogelijk met andere belangen en activiteiten die in het landelijk gebied thuishoren, rekening moet worden gehouden. Bestaande landschappelijke kwaliteiten dienen zoveel mogelijk te worden behouden.

— De uitvoering van landinrichtingsprojecten en waterbeheersingsplannen en van plannen voor de verbetering van landbouwwegen zal worden bevorderd. Hierbij dient rekening te worden gehouden met landschapsbouw en natuurbehoud mits landbouwkundige belangen niet onevenredig worden aangetast.
Nieuwbouw of aanpassing van agrarische bedrijfsgebouwen dienen te worden begeleid met adviezen of voorschriften ten aanzien van situering en erfbeplantingen.

— Vestiging van nieuwe agrarische bedrijven is mogelijk.

— Vestiging van nieuwe verblijfsrecreatieve voorzieningen is niet mogelijk. Voor de dagrecreatie zijn alleen voorzieningen met een extensief karakter toelaatbaar.

Landelijk gebied V

Begripsomschrijving en meest gewenste ontwikkeling in hoofdlijnen.

— Hieronder vallen landbouwgebieden van uiteenlopende agrarische en landschappelijke betekenis.

— Het beleid ten aanzien van deze gebieden is gericht op bevordering van de landbouwproduktie. Daarnaast kan in deze gebieden, als de noodzaak daartoe wordt aangetoond, ruimte worden gezocht voor dag- en verblijfsrecreatieve voorzieningen (geen complexen of individuele tweede woningen), ontgrondingen en voorzieningen voor het storten van vast afval.
Een en ander moet worden afgewogen tegen de aanwezige landschappelijke en landbouwkundige kwaliteiten. Zo mogelijk dient de landschappelijke en natuurwetenschappelijke kwaliteit van deze gebieden te worden vergroot door landschapsbouw en natuurbouw.

— Ter verbetering van de agrarische structuur dienen er ontwikkelingskansen geboden te worden aan individuele agrarische bedrijven. Daarbij en bij de ontwikkeling van dag- en verblijfsrecreatieve voorzieningen, de uitvoering van ontgrondingen en de aanleg van voorzieningen voor het storten van vast afval moet aan landschappelijke en milieuhygiënische voorwaarden worden voldaan.

— Vestiging van nieuwe agrarische bedrijven is onder dezelfde voorwaarden mogelijk.

Bijlage II.

Verkort overzicht van de inhoud van de in het plan opgenomen agrarische bestemmingen.

Agrarische doeleinden met bouwpercelen (cat. I, II, III en IV)

Binnen de bouwpercelen, die gegeven zijn aan alle bestaande reële agrarische bedrijven, kunnen in principe naar behoefte agrarische gebouwen worden gebouwd, met dien verstande dat in het algemeen wordt uitgegaan van één woning per bedrijf.

Buiten de bouwpercelen kan de volgende bebouwing via de hierna vermelde procedure worden gesticht:

	cat. I	cat. II	cat. III	cat. IV
- mogelijkheid tot het overschrijden van de grenzen van bouwpercelen met ten hoogste 10%	via vrijstelling van b. en w.	idem als cat. I	idem als cat. I	geen mogelijkheden
- mogelijkheid voor het stichten van nieuwe en het wijzigen van op de kaart aangegeven bouwpercelen t.b.v. gewone agrarische bedrijven	via vrijstelling van b. en w., na advies van de P.L.D.	idem cat. I nadat verkl. van geen bezwaar van G.S. is verkregen	via wijzigingsbevoegdheid (goedkeuring G.S. nodig)+ advies P.L.D.	geen mogelijkheden
- mogelijkheid voor het stichten van nieuwe en het wijzigen van op de kaart aangegeven bouwpercelen t.b.v. bedrijven die door aard en omvang van bebouwing van het gebruikelijke type afwijken, b.v. mammoetbedrijven.	via vrijstelling van b. en w., na advies P.L.D. + verkl. van geen bezwaar van G.S.	via wijzigingsbevoegdheid + advies P.L.D. (goedkeuring G.S. nodig).	geen mogelijkheden.	geen mogelijkheden.
- mogelijkheid voor vestiging van agrarische hulpbedrijven	via wijzigingsbevoegdheid (goedkeuring G.S. nodig)	geen mogelijkheden.	geen mogelijkheden.	geen mogelijkheden.
- mogelijkheid voor de bouw van melkstallen e.d. buiten de bouwpercelen	via vrijstelling van b. en w.	idem als cat. I	idem als cat. I	idem als cat. I

Bijlage III.

Beschrijving van de monsterpunten.
(De getallen na de naam van het monsterpunt geven de X en Y coördinaten aan)

Monsterpunt 1: Meulunterse Beek (175.3; 458.7)
De Meulunterse Beek is tot in de bovenloop geheel verbreed en rechtgetrokken. Het sloot- en greppelsysteem, dat de uiterste bovenloop vormt, is weliswaar door mensenhand ontstaan, maar nog niet recent genormaliseerd. Dit monsterpunt ligt in de greppel langs de Valkse Engweg, ongeveer 100 m. stroomopwaarts van het punt, waarop de beek van de weg afbuigt. Op dit punt begint het beekje door het kleine verval juist te stromen. Aan de andere kant van de greppel ligt weiland. De linkeroever is half beschaduwd t.o.v. het zuidoosten. Zowel direct stroomopwaarts als stroomafwaarts is deze situatie ongewijzigd. De ondergrond bestaat uit fijn zand, waarop 1 cm. grof slib en blad- en takafval. Plaatselijk zijn plekjes ijzer-neerslag te zien, wat duidt op kwel van Fe-houdend grondwater. De beek is rechtlijnig van vorm. Verwacht wordt dat onder normale omstandigneden het beekje gedurende 7 - 8 maanden per jaar droog zal staan.

Monsterpunt 2 en 3: Meulunterse Beek (175.1; 458.9)
Op dit punt gaat de zojuist beschreven smalle greppel juist over in het genormaliseerde deel van de beek, die daar ook van de Valkse Engweg af het weiland inbuigt. Door een groter verval en aanvoer van water uit een ander greppeltje is de stroomsnelheid hoger dan bij mp 1. De rechtlijnige beek wordt plaatselijk beschaduwd aan de linkeroever door enkele bomen. Rechts wordt de beek begrensd door de verharde weg, links ligt weiland. Stroomopwaarts is dit ook zo; stroomafwaarts liggen aan beide zijden weide en is de beek onbeschaduwd en verbreed. Het substraat bestaat uit fijn en grof zand met slib, waarop ca. 1,5 cm. Fe-rijk slib en plaatselijk wat kiezelsteentjes. Aangezien er op dit monsterpunt over een afstand van slechts enkele meters grote verschillen optreden in substraattype zijn hier twee monsters genomen.
Monster 2 is genomen in de bocht van de beek, als die juist van de weg afbuigt en net verbreed is. Het substraat is slechts helder zand

en slib. De stroomsnelheid is gering (ca. 5 cm/s).
Op punt 3, dat direct stroomopwaarts ligt, is de beek nog net niet verbreed. De stroomsnelheid variëert hier dan ook meer (ca. 5 - 20 cm/s). Naast zand en fijn slib wordt de bodem bedekt met bladpakketten, grind op plaatsen waar de stroomsnelheid relatief groot is, en wieren op plaatsen waar die relatief laag is (dit is voornamelijk tegen de oever aan). Her en der zijn enkele kwelplekken waarneembaar. Beide punten vallen waarschijnlijk 5 à 6 maanden per jaar droog.

Monsterpunt 4: Willemshoeve (172.9; 458.3)
Op dit punt begint een beekje, dat in de Meulunterse Beek uitmondt. Bovenstrooms begint dit beekje ter hoogte van de bosrand. Bij het monsterpunt zelf loopt het beekje evenwijdig aan een zandpad ter rechterzijde en links weilanden. Ongeveer 100 m. stroomafwaarts buigt het beekje de weilanden in. Het substraat bestaat uit ongeveer 10 cm. zand en slib, waaronder wit zand begint. Er liggen enkele bladpakketten op de bodem, die verder voor een groot deel bedekt is met gras. Deze begroeiing indiceert zeer regelmatig en langdurig droogvallen, zodat gesteld kan worden dat dit monsterpunt slechts water zal bevatten in natte periodes in winter en voorjaar, tesamen niet langer dan 3 à 4 maanden per jaar.

Monsterpunt 5: Veldhuizerweg (172.4; 458.3)
Zo'n 300m. stroomafwaarts mp 4 ligt het mp Veldhuizerweg, nabij de boerderij no. 13. Het beekje is hier al wat breder. De stroming is echter niet afgenomen door een toename in de af te voeren hoeveelheid water. Dit is niet alleen toe te schrijven aan afspoeling van land, maar zeer waarschijnlijk vinden er ook lozingen van huishoudelijk afvalwater plaats van nabij gelegen boerderijen. Op het monsterpunt meandert de beek zwakjes tussen twee boerenerven door. Aan weerszijden staan overhangende bomen, die voor een vrijwel volledige beschaduwing even voorbij het punt zorgen. Stroomopwaarts wordt de beek begrensd door weide en een zandpad, stroomafwaarts door alleen weide. Zand en slib vormen het substraat, terwijl geen kwelindicatie gevonden werd. Van dit punt is bekend dat het met de hand geschoond wordt. Volgens één van de aanwonende landbouwers valt de beek ieder jaar vroeg in de zomer droog. Een watervoerendheid van 6 maanden per jaar lijkt dan ook een redelijke schatting.

Monsterpunt 6: Eikhoeve (171.5; 458.7)
Dit mp is op het oog één van de fraaiere punten. Het beekje vormt net eindpunt van een stelsel watergangen, die de omringende weilanden afwateren. Ter hoogte van het monsterpunt meandert het beekje matig tussen weiland enerzijds en maisakker aan de andere kant. Aan beide zijden is het half beschaduwd t.o.v. het westen en oosten. Bovenstrooms is deze situatie ook zo; direct na het mp mondt het beekje via een duikertje uit in de Overwoudse Beek, ca. 25 m. vanaf de stuw. De bodem bestaat uit ongeveer 2 cm. zand en detritus, met plaatselijk wat kiezeltjes en daaronder zand en modder. Als gevolg van waterstandswisseling en meandering zijn de oevers op enkele plaatsen ingezakt en stroomt het water door een modderige ondergrond. Er vindt zo te zien geen kwel plaats. De watervoerendheid wordt geschat op ongeveer 4 à 5 maanden per jaar.

Monsterpunt 7: Nederwoudse Beek, Hessenweg no. 137 (170.8; 458.9)
Dit punt ligt in de uiterste bovenloop van de Nederwoudse Beek. Ze bestaat uit een rechte, vrij diepe sloot (ca. 50 cm.) lopend achter de boerderij no. 137. Duidelijk waarneembaar is, dat dit punt op de waterscheiding ligt tussen het stroomgebied van de Barneveldse Beek en dat van de Overwoudse Beek. De greppels, die op slechts 50 m. afstand van de beek aan de andere kant van de Hessenweg liggen, stromen richting Barneveldse Beek, terwijl amper 100 m. na het einde van de sloot de Overwoudse Beek stroomt. Aan weerszijden van de rechtlijnige sloot ligt grasland. Er is geen beschaduwing. Tot aan de uiterste bovenloop is dat zo. Benedenstrooms het mp is er plaatselijk wat beschaduwing. De bodem wordt geheel bedekt met een laag van 1 cm. licht, korrelig Fe-houdend slib. Daaronder bevindt zich een zand- en slibmengsel van 5 cm. en tenslotte een zandige ondergrond met wat modder. Dit alles duidt op een kwelsituatie met veel Fe-houdend grondwater. De bodem is voor ca. 50% bedekt met vlottend liesgras, wat duidt op langdurige droogvalling. Volgens de bewoners van de boerderij valt de sloot zeker in de zomer droog. De mate van droogvalling wordt geschat op 4 à 6 maanden per jaar. Het vele kwelwater en de ruime hoeveelheid in de sloot aanwezige water zullen de watervoerendheid zeker beïnvloeden.

Monsterpunt 8: Nederwoudse Beek, Müllerweg (170.4; 458.95)
Even na mp 7 stroomt de beek onder de spoorlijn door. Vervolgens kruist de beek na ongeveer 200 m. de Müllerweg. De beek is nier al vrij breed (1 m.), maar niet zo diep meer als bij mp 7 (ca. 20 cm.). Licht meanderend stroomt de beek door weilanden, plaatselijk beschaduwd aan beide zijden door enige bomen. Plaatselijk is nog uittredend Fe-houdend grondwater waar te nemen. Het aanliggend land is zowel stroomop- als stroomafwaarts hetzelfde als zojuist beschreven. Alleen stroomafwaarts is debeschaduwing eenzijdig. De bodem is slap en modderig en bestaat uit een 5 cm. dikke laag Fe-rijk slib met grove detritus en daaronder donker zand. Plaatselijk drijft er wat sterrekroos op het water. Geschat wordt dat dit mp ongeveer 3 à 4 maanden per jaar zal droogvallen.

Monsterpunt 9: Broeksteeg (171.2; 457.7)
Deze watergang vindt zijn oorsprong aan de voet van de stuwwal nabij Meulunteren en stroomt door het Meulunterse Veld naar de Overwoudse Beek. Het mp ligt 15 m. voor het duikertje op de T-splitsing Broeksteeg - Kijkveld. Rechts ligt de verharde weg, links liggen weilanden. De beek wordt niet beschaduwd. Zowel boven- als benedenstrooms blijft deze situatie ongewijzigd. Het bodemprofiel bestaat uit een bovenste laag van lichte detritus en slib (0,5 cm.), zand en Fe-rijk slib (5 cm.) en daaronder licht zand. Er zijn vrij veel kwelplekjes te zien. De bodem is voor 5 à 10% bedekt met gras en op regelmatige afstanden zijn pakketten wier aanwezig. Gras duidt op een langere periode van droogvallen, die dan ook op 7 à 8 maanden per jaar geschat wordt.

Monsterpunt 10: Buzerdse Beek, Vitterweg (169.7; 458.8)
De bovenloop van de Buzerdse Beek wordt gevormd door twee slootjes ter hoogte van de Vitterweg no. 6. Het punt ligt 20 m. na samenkomst van deze twee slootjes en wordt door weilanden omringd. Het beekje is onbeschaduwd en ligt vrij ondiep in het landschap. Stroomopwaarts zijn kwelplekken met Fe-neerslag te zien. Hier is het beekje ook half beschaduwd. Eén van de slootjes begint 100 m. voor samenkomst met de andere naast een boerenerf. Benedenstrooms het mp is de situatie gelijk aan die op het punt zelf. Het substraat bestaat uit zand,

waarop een 10 cm. dikke laag van modder en zand en tenslotte een 0,5 cm. laag Fe-rijk slib. Plaatselijk liggen tegen de oevers wat pakketten algen. Gezien de kleine dimensies zal dit mp gedurende lange tijd, zo'n 8 à 9 maanden per jaar droogvallen.

Monsterpunt 11: Buzerdse Beek, Buzerdseweg (168.9; 458.7)
Ongeveer 250 m. na mp 10 stroomt de Buzerdse Beek na een duiker onder de weg Lunteren - Barneveld, om vervolgens evenwijdig aan de Buzerdseweg in de richting van het landgoed "De Buzerd" te stromen. Halverwege de Buzerdseweg, tegenover no. 6, ligt het mp. De beek is hier al vrij breed en is rechtlijnig. Links ervan ligt een maisakker, rechts de verharde weg. Tussen weg en beek staan bomen, die de watergang half beschaduwen t.o.v. het noordwesten. Bovenstrooms is de situatie identiek; stroomafwaarts gaat de beek na 150 m. langs de bosrand het landgoed de Buzerd door. Er werd geen kwel-indicatie gevonden. De bodem bestaat uit zand en modder, waarvan de bovenste 5 cm. licht oranje gekleurd zijn door Fe-neerslag. Hier bovenop lag een dun laagje (0,5 cm.) detritus en Fe-vlokken. Op de linkeroever lagen plakken kalksmurrie die van de akker afgespoeld waren. Geschat wordt dat dit punt zo'n 4 à 6 maanden per jaar droog zal staan.

Monsterpunt 12: Hessenweg no. 113 (171.5; 458.3)
Dit watertje staat loodrecht op en komt uit in de sloot die evenwijdig aan de Hessenweg loopt en na ca. 250 m. in de Meulunterse Beek uitmondt. Tegenover boerderij no. 113 komt het beekje vanuit een struweelbegroeiing stromen. Het monsterpunt ligt 5 m. voor samenstroming met de sloot langs de weg. Beide oevers zijn geheel beschaduwd aan weerszijden door een 5 m. brede strueel-houtwal. Daarachter ligt weiland. Stroomopwaarts wordt de houtwal smaller. Het beekje meandert licht door de houtwal heen. Desondanks is de stroomsnelheid zeer laag (< 1 cm/s). Het bodemprofiel laat een ondergrond van zand en modder zien, waarop een 1 cm. dikke laag van grove detritus. De bodem wordt geheel met blad bedekt. Verwacht wordt dat dit punt 7 à 8 maanden per jaar droogstaat.

Monsterpunt 13: Hessenweg no. 146 (171.4; 458.4)
De Hessenweg volgend vanaf mp 12 richting Meulunterse Beek komt men

na 100 m. rechts weer een watertje tegen, dat in de sloot uitmondt. Even voor samenstroming is gemonsterd. Het beekje is rechtlijnig tot zeer licht meanderend en wordt aan de rechteroever half beschaduwd t.o.v. het noordwesten. Aan beide zijden ligt weiland. Ook hier is de stroomsnelheid zeer laag. Bovenstrooms is het beekje onbeschaduwd. Het meest opvallende verschil met mp 12 is echter dat op de ondergrond van zand en zwarte, slappe modder een 10 - 15 cm. dikke laag korrelig, licht Fe-rijk slib aanwezig is. Plaatselijk ligt ook wat blad. Mp 12 doorsnijdt geen oerbank, mp 13 wel. Ook dit punt zal 7 à 8 maanden per jaar droogstaan.

Monsterpunt 14: Blankenspoorse Dijk (170.4; 457.3)
Dit punt is enigszins te vergelijken met mp 9. Ook deze watergang begint onderaan de stuwwal ter hoogte van de Meulunterse weg, doorstroomt het Meulunterse Veld om tenslotte in de Overwoudse Beek uit te monden. Komende vanaf de Meulunterse weg, ligt het mp na 250 m. aan de linkerkant, ongeveer 100 m. na de oprit van boerderij no. 2. Links ervan ligt weide, rechts de onverharde weg. De beek wordt niet beschaduwd. De houtwal, die er langs gestaan heeft, is pas recent gekapt, getuige het vele verse houtafval en bladeren langs de oevers en in het water. Er zijn nieuwe boompjes aangeplant, die nu echter nog lang geen beschaduwing geven. Kwelplekken werden niet gevonden. Bovenstrooms was de situatie gelijk aan die op het monsterpunt. Benedenstrooms lag een maisakker langs de beek. Het bodemprofiel bestond uit zand en slib. Dit zwarte slib was anaeroob. Hierboven lag een 5 cm. dikke laag fijnkorrelig,slap Fe-rijk slib. Het substraat bestond uit dit slib, modder en zeer veel takken, houtsnippers en bladeren. Naar verwachting staat dit beekje 6 maanden per jaar droog.

Monsterpunt 15: Scharrenburgersteeg (169.5; 456.95)
Achter de Scharrenburgersteeg no. 30 stroomt de Overwoudse Beek. Vlak achter het huis ligt een loopbrug over deze beek. Aan de overkant, 5 m. voor dit bruggetje, mondt een smal weilandbeekje uit in de Overwoudse Beek. Ongeveer 5 m. voor instroming in de beek is bemonsterd. Het beekje is rechtlijnig van vorm en wordt niet beschaduwd door bomen. Door de diepe ligging in het landschap (zeker 1 m. beneden maaiveld) en de steile oevers vindt waarschijnlijk toch veel beschaduwing plaats t.o.v. het zuidoosten. Aan beide zijden ligt weiland.

Bovenstrooms ligt aan één zijde weiland en aan één zijde maisakker. Op het moment van monstername was de stroomsnelheid behoorlijk: 10 - 25 cm/s. De hoogste snelheden kwamen voor na opgehoopte graspollen die kleine dammetjes vormden. De verspreid staande graspollen zorgden nierdoor voor een trapsgewijs verval van telkens enige cm. Het bodemprofiel bestond uit een ondergrond van licht zand, waarop 4 cm. zand en modder, plaatselijk oranje gekleurd en daarboven 1 cm. grove detritus en slib. Ongeveer 20% van de bodemoppervlakte werd bedekt met gras. Volgens de bewoners van no. 30 valt deze watergang al heel vroeg in de zomer droog. Waarschijnlijk staat er 3 - 4 maanden per jaar water in.

Monsterpunt 16: Woudse Wallepad (169.3; 456.5)
300 m. na samenkomst van de Overwoudse Beek en het beekje bij mp 15 komt er ter hoogte van het Woudse Wallepad weer een smal beekje uit in de hoofdbeek. Vlak voor samenstroming is bemonsterd. Het beekje loopt langs een onverhard fietspad. Links ervan ligt een maisakker. Het beekje is niet beschaduwd. Bovenstrooms is deze situatie gelijk aan de hierboven gegeven beschrijving. Er vindt geen kwel plaats. Ten tijde van monstername was de stroomsnelheid 10 - 20 cm/s. Het bodemprofiel bestaat uit lichtgrijs zand als ondergrond, waarboven 7 - 10 cm. fijn, iets bruinig zand. Beide lagen waren vermengd met grind en kiezelsteentjes. Het substraat bestaat uit wat zand, maar voornamelijk kiezel. Plaatselijk lag wat wier.Ook dit watertje zal slechts gedurende 3 à 4 maanden per jaar water bevatten.

Monsterpunt 17: Krommehoekseweg (167.5; 457.1)
Ter hoogte van Groot Batelaar mondt een watergang, die evenwijdig aan de Postweg loopt, uit in de Buzerdse Beek. Op zijn beurt wordt deze weer o.a. gevoed door een watertje, dat ter hoogte van Nederwoud begint en langs de Krommehoekseweg loopt. Het beekje begint in een nat stukje bos langs de weg. Nog verder stroomopwaarts staat het beekje zelfs 's winters al droog. Ongeveer 50 m. stroomafwaarts van het natte bosje is gemonsterd. Links van de beek ligt de verharde weg, rechts ligt weide. Ook aan de rechterzijde staan enige bomen, die zorgen voor wat beschaduwing t.o.v. het noorden. Benedenstrooms het mp is de situatie ongewijzigd. Het bodemprofiel wordt gevormd door een 15 cm. dikke laag zand en veel zwarte modder, met daarop

4 cm. korrelig zacht slib. Het substraat bestaat uit modder en plaatselijk bladafval. In de watergang stond wat vlottend liesgras (bedekking < 5%). Mede door de zeer lage stroomsnelheid (< 1 cm/s) had zich veel flab in de beek gevormd. Volgens een mondelinge mededeling van een landbouwer staat de watergang de hele zomer droog, maar is het in de winter wel watervoerend. Ongeveer 6 maanden per jaar watervoerend lijkt dan ook een redelijke veronderstelling.

Monsterpunt 18: Veenderbeek (171.7; 454.2)
De bovenloop van de Veenderbeek ontstaat door het samenkomen van enige slootjes ter hoogte van de spoorlijn, even ten westen van het gebied de Veenen. De beek doorstroomt enige weilanden en snijdt de weg Ede - Lunteren, de Edeseweg. Tegenover no. 34 aan deze weg is 25 m. van de weg af in het weiland de beek bemonsterd. De Veenderbeek heeft hier het karakter van een rechtgetrokken bovenloop van een weilandbeek. De dimensies zijn klein, de stroomsnelheid gering. Er vindt geen beschaduwing door begroeiiing plaats. Doordat de beek 80 cm. diep ingesneden in het weiland ligt kan er beschaduwing t.o.v. het zuidoosten plaatsvinden. Aan beide zijden liggen weilanden. Stroomopwaarts is de beek half beschaduwd en ligt een maisakker aan één zijde. Benedenstrooms gaat de beek via een duiker onder de weg door. De bodem van de Veenderbeek bestaat uit zand en modder. Er is geen kwel waarneembaar. Te oordelen naar de hoeveelheid water, die er ten tijde van de monstername stond, mag worden aangenomen dat dit punt 8 à 9 maanden per jaar droogvalt.

Monsterpunt 19: Grote Goor (170.5; 453.6)
Aan het einde van de halfverharde oprijlaan naar boerderij de Grote Goor (Goorsteeg no. 11) komen enige watergangetjes bij elkaar. Na samenvloeiing mondt dit beekje uiteindelijk uit in de Veenderbeek. Vlak na samenvloeiing gaat het beekje via een buis onder het pad door, maakt een bocht en doorstroomt een weiland. Ongeveer 20 m. na de bocht is bemonsterd. De sloot is hier vrij breed, maar ondiep (resp. 100 en 20 cm.). Ze is rechtlijnig tot zeer licht meanderend. Plaatselijk zijn kwelplekken te zien. De beek is onbeschaduwd en aan weerszijden omgeven door weiland. Benedenstrooms is dit ook zo. Bovenstrooms lopen de twee takken langs weide en de weg. Het substraat bestaat uit zand en slib. De bovenste 2 à 3 cm. bestaat uit grove detritus en slap, korrelig slib, waartussen zeer veel mossel-

kreeftjes te zien zijn. Het water heeft een geel-groene kleur en is matig doorzichtig. In de beek wordt zo'n 30% van de oppervlakte ingenomen door pakketten draadvormige wieren. Volgens mededeling van spelende kinderen valt dit mp 's zomers altijd droog. Geschat wordt 6 maanden per jaar droogvalling.

Monsterpunt 20: Daatselaar (166.6; 455.9)
Achter boederij Daatselaar aan de Daatselaarseweg no. 41 ligt een beekje dat uiteindelijk in de Buzerdse Beek uitkomt. Achter de boerderij ligt precies het punt waar het beekje gesplitst wordt in een niet en wel genormaliseerd gedeelte. Het monsterpunt is gekozen 30 m. voor het punt waar de beek genormaliseerd is. De beek is hier recht tot licht meanderend. Door het vrij grote verval over korte afstand is de stroomsnelheid hier aanzienlijk, n.l. 10 - 30 cm/s. Aan beide zijden liggen weilanden. T.o.v. het zuidoosten wordt de beek geheel beschaduwd door een meer dan 1 m. hoge oeverwal waarop bomen staan. Het substraat is licht zand en organisch materiaal. Het meest in het oog springende kenmerk van deze beek is de 2 - 3 cm. dikke laag Sphaerotilus natans, die de bodem geheel bedekt. Deze wiersoort duidt op sterk verontreinigd water. Bovenstrooms is de situatie gelijk aan die van hierboven beschreven. Benedenstrooms gaat de beek na 30 m., na samenstroming met een brede sloot, over in een rechtgetrokken deel, dat plaatselijk beschaduwd is. Volgens de bewoners van de boerderij valt de beek zeer regelmatig droog. Een periode van 5 - 7 maanden per jaar droogvalling lijkt aannemelijk.

Monsterpunt 21: Mispelweg (167.9; 456.6)
De Mispelweg, een zijweg van de Postweg, snijdt na 200 m. een watergang, welke na 200 m. weer in de Nederwoudse Beek stroomt. Het mp ligt rechts van de weg, juist voordat het via een duikertje onder het pad doorgaat. Het rechtgetrokken beekje doorsnijdt weilanden en is niet beschaduwd. De bodem is over de gehele monsterlengte oranje gekleurd, wat duidt op Fe-houdend kwelwater. Bovenstrooms is de situatie ook zo. Benedenstrooms gaat het beekje onder een duikertje door en loopt langs een halfverhard pad enerzijds en weiland anderszijds. De ondergrond bestaat uit zand en slib, waarop 4 cm. door Fe-neerslag oranje gekleurd zand en een halve cm. Fe-vlokken. Volgens een boer is deze watergang alleen na natte periodes watervoerend. Waarschijnlijk valt ze 6 à 8 maanden per jaar droog.

Monsterpunt 22: Schansweg (167.8; 455.7)
Deze watergang wordt op sommige kaarten wel de Spakelaarse Beek genoemd. De bovenloop begint langs de Postweg. Vervolgens loopt de beek evenwijdig aan de Schansweg om dan naar het zuiden af te buigen en nabij het Voormalig Werk aan de Daatselaar in de Lunterse Beek uit te komen. De beek is bemonsterd vlak voordat ze van de Schansweg afbuigt. Hier is de beek rechtgetrokken en onbeschaduwd. Aan een zijde ligt de weg, aan de andere kant weiland. Her en der is Fe-neerslag te zien. Bovenstrooms is de situatie gelijk. Waarschijnlijk lozen enige losstaande huizen daar rechtstreeks op de beek. Benedenstrooms buigt de beek van de weg en stroomt achter een boerderij langs. Het substraat bestaat uit zand met iets organisch materiaal, waarvan de bovenste 5 cm. oranje gekleurd zijn door Fe-neerslag. Plaatselijk ligt wat blad en er groeit gras in de beek (bedekking 5%). Droogvalling wordt geschat op 4 à 5 maanden per jaar.

Monsterpunt 23: Nieuwe Steeg (171.7; 452.4)
Ten westen van de weg Ede - Lunteren ligt een uitgebreid slotenstelsel op de overgang van de stuwwal naar de afgegraven veengebieden rond Ederveen. Deze monden allen uit in de Munnikebeek. Langs de Nieuwe Steeg, ongeveer 50 m. van de kruising met de Krommesteeg en Broeksteeg, ligt het mp. De sloot is rechtgetrokken en ligt diep in het landschap (zeker 1,5 m. beneden de weg). De sloot wordt zeer licht beschaduwd door lage bomen langs de kant. Aan een zijde ligt de verharde weg, aan de andere kant staan de boompjes. Daarachter ligt een akker. Bovenstrooms loopt de sloot langs bebouwing en de weg. Benedenstrooms is de situatie gelijk aan die op het mp. Plaatselijk zijn kwelplekken te zien. Het bodemprofiel bestaat uit zand en organische detritus, afgedekt door 3 cm. licht zand. De gehele bedding bestaat uit dit lichte zand. In de oeverzone groeit wat gras en er ligt wat bladafval en wierpakketjes vastgelopen tussen de begroeiing. Het is de vraag of dit punt droogvalt. Volgens spelende kinderen vangen ze er 's zomers nog vis.

NAAM WATER:

COÖRDINATEN: X: Y:

NADERE PLAATSAANDUIDING

NR: | DATUM: | TIJD:

WEER OP MONSTERDAG

BEWOLKING:
HELDER/GED/GEH/LICHT/ZWAAR/BEWOLKT

NEERSLAG: HOEVEELHEID: MM
GEEN/AF EN TOE/REGEN/SNEEUW

TEMP. °C

WEER IN TWEE VOORGAANDE DAGEN

BEWOLKING:
HELDER/GED/GEH/LICHT/ZWAAR/BEWOLKT

NEERSLAG: HOEVEELHEID: MM
GEEN/AF EN TOE/REGEN/SNEEUW

TEMP. GEM. °C FLUCT. - °C

FYSISCHE GEGEVENS

BREEDTE: CM DIEPTE: CM

VORM: RECHT/LICHT/MATIG/MEANDEREND

WATERVOERENDHEID:
NIET/PLAATSELIJK/WEL

STROMING: CM/S

[illegible]STANDSWISSELING: CM
[illegible]

KWELINDICATIE: GEEN/Fe↓/

DOORZICHT: HELDER/MATIG/TROEBEL. CM

KLEUR: KLEURL/GE/GE-BR/GE-GR/BR/BR-GE

GEUR: GEEN/ZWAK/MATIG/VEEL
NEUTRAAL/H_2S /MUF/RIOOL

BESCHADUWING: (t.o.v. str.richting)
LINKER/RECHTER/BEIDE OEVERS
PLAATSELIJK/HALF/GEHEEL
BESCHADUWING TOV:N/NW/W/ZW/Z/ZO/O/NO.

AANLIGGEND TERREIN:

	EEN-	TWEEZIJDIG
ZANDWEG		
VERHARDE WEG		
WEIDE		
AKKER		
MAISAKKER		
BOS		

SITUATIE BOVENSTROOMS:

SITUATIE BENEDENSTROOMS:

BODEM

SUBSTRAATTYPE: STENEN/KIEZEL/GROF/
FIJN/ZAND/VEEN

PLAATSELIJK/OVERAL

SUBSTRAATTOESTAND: SCHOON/ MET SLIB/
MODDER/BLAD/TAKKEN/ROTTINGSSLIB/
ANAEROBIE.

PLAATSELIJK/OVERAL

MAKROFAUNA

NET/BODEMHAPPER/THEEZEEFJE

MONSTERLENGTE: M.

AANTAL TAKKEN: STENEN:

NIET MEEGENOMEN MAKROFAUNA:

DIEREN BUITEN MONSTER:

VEGETATIE:
SOORT %

ONDERHOUD: NIET/ONLANGS/ VOOR HELFT/
ONDERHOUDEN/ONBEKEND.

SPUITEN/MAAIEN/BAGGEREN/HAND

DIA NR.

OPMERKINGEN:

Bijlage IV. voorbeeld van een veldformulier.

Bijlage V.

Enige fysisch-chemische gegevens van de monsterpunten.

mp	breedte (cm)	diepte (cm)	stroom-snelheid (cm/s)	doorzicht (cm)	kleur na filtratie	geur
1	40	5-10	2-4	matig helder (5-10)	geel	geen
2	40	10-15	5-20	helder (15)	lichtgeel	geen
3	80	10-15	5-20	helder (15)	lichtgeel	geen
4	30	3-10	2-10	matig helder (2-10)	heel lichtgeel	geen
5	70	5-15	5	helder (15)	geel	geen
6	30	5-10	5-10	helder (10)	heel lichtgeel	geen
7	50	20-30	5	helder (30)	heel lichtgeel	geen
8	100	10-20	5	helder (20)	heel lichtgeel	geen
9	40	5-10	5-15	helder (10)	heel lichtgeel	geen
10	25	2-5	5-10	helder (5)	heel lichtgeel	geen
11	70-100	10-20	5	helder (20)	heel lichtgeel	geen
12	30-40	5	< 1	helder (5)	heel lichtgeel	geen
13	30-40	7-10	< 1	helder (10)	heel lichtgeel	geen
14	80	10-25	< 1	helder (25)	heel lichtgeel	geen
15	20-30	3-7	10-25	helder (7)	heel lichtgeel	geen
16	40	1-5	10-20	helder (5)	heel lichtgeel	geen
17	50	5-20	< 1	helder (20)	lichtgeel	geen
18	30	2-5	2-5	helder (5)	geel	geen
19	100	20	2-5	matig helder (10)	lichtgeel	geen
20	50	10-20	10-30	matig helder (10)	heel lichtgeel	geen
21	40	10	3-4	helder (10)	heel lichtgeel	geen
22	50	15	2-3	matig helder (10)	heel lichtgeel	geen
23	80	10-20	20-25	helder (20)	heel lichtgeel	geen

Bijlage VI.

Gekozen opties op de programma's TWINSPAN en DECORANA.

TWINSPAN

- omit samples: -1 (nee)
- number of pseudospecies cut levels: 7
- cut levels: 0/ 2/ 5/ 10/ 25/ 100/ 1000.
- minimum group size for division: 5
- maximum number of indicators per division: 7
- maximum number of species in final tabulation: naar keuze
- maximum level of division: 6
- weight for levels of pseudospecies: 1/ 2/ 3/ 3/ 3/ 2/ 1.
- indicator potentials for cut levels: -1
- omit samples from list of potential indicators: -1 (nee) en éénmaal 58 (Oligochaeta).

DECORANA

- translation of data: -1 0 (nee)
- downweighting of rare species: 1 (ja)
- rescaling of axes: 0 (ja)
- detrended correspondance analysis or basic reciprocal averaging: detrended correspondance analysis
- number of segments: 0 (default value = 26)
- rescaling treshold: 0 (default value)
- samples to be omitted: 0 (geen)

Figuur 5.

Makrofauna-tabel na her-rangschikking van de oorspronkelijke gegevens volgens de "knippen, schuiven en plakken"-methode.

(Karakterisering van periodiek droogvallende beekjes in het stroomgebied van de Lunterse Beek aan de hand van de makrofauna; aanzet tot beheer, P.J.M. Latour, 1985)

SOORT	MONSTERPUNT 8	9	20	7	13	22	21	23	3	6	15	10	11	16	19	14	17	5	1	12	2	4	18
Oligochaeta	820	7456	724	3465	1570	4025	167	33	553	2858	47	3981	7688	48	5850	14180	2725	1469	99	1240	545	30	8
Palpomyia gr.	238	40		2	7	10	20	42	160	13	7	24	39	2	8	116	38	28	32	124	118	1	
Nemoura cinerea	86	418	2	12	9	11	65	252	1663	37	224	1		11	3	6	43	1	60	842	203		
Chaetocladius	76	24	6	8	19	150	58	48	10	90	266	20	1	98	65	14							
Pisidium spec.	586	194	96	53	6	232		5	5	38	1	14	213		3					2	3		
Smittia	4				1		3		3	8		1	25	5	3	2	5	4	7	10	8	16	
Metriocnemus								3		3	2	1		56	45	10	3	1	4	2			1
Chironomus anthracinus gr.	4	20	20	110	89	1145	47	3												2			
Macropelopia	12	19	2	7	23	735	30	5			4												
Chironomus thummi gr.	42	1	40	65	54	8673	80	13		2	3		5								60		
Psectrotanypus varius	36	3	10	112	2	15	7									5				7			
Chironomus plumosus gr.	42	10	20	14	9					2											45		
Agabus spec. larve	10	8		27	6	28	3				3					24	10	3	4		10		1
Tanytarsus	34		8			3	27				1								1	2			
Clogmia spec.	1						2	7						1									
Anacaena globulus		3	2			15	10										3					1	
Aplexa hypnorum					6	50	8	11				6			3								
Helophorus aquaticum				3		2	2	2	2		1			1									1
Lymnaea peregra				3		12	42	52		5			40		15								
Planorbis leucostoma						42		8															
Orthocladiinae pop	34	1	8	4	4		5	136	2	38	1	14			3								
Diplocladius cultriger	8	5		14	2			180	13	47	56		3	3	3		3						
Elephantomyia spec.	34		2					23	12	7	81	3		1		4							
Limnophila spec.					1	2	2	2	7	18	1	8	4	3					4	14	20		
Lymnaea truncatula		6			36	3	7	3	3			3			8	24	65						
Trissocladius													1		3	26	55						
Dryops gr. larve									2			3			3	46							
Proasellus meridianus	60			5				8															
Ilybius spec. larve	2																						
Helobdella stagnalis	14																						
Glossiphonia complanata	20																						
Hirudo medicinalis	2																						
Planorbarius corneus	16																						
Cloëon dipterum	4																						
Sialis lutaria	18																						
Chironomus indet.	2																						
Phaenospectra	4																						
Polypedilum nubeculosum	2																						
Paratendipus transcausicasus	22																						
Prodiamesa olivacea	8																						
Pungatius pungatius	2																						
Bezzia gr. spec.	12	1																					
Erpobdella octoculata	46			1						2													
Paratanytarsus	6	1																					
Procladius s.g.	38					1	2																
Dugesia lugubris	24			1											8				1				
Planorbis contortus	158			41																			
Erpobdella lineata	4			1																			
Pseudosmittia	6	23																					
Yamatotipula	2	11																			3		
Lymnophyes		18												1								5	
Hydroporus palustris				4																			
Helophorus cf. flavipes				1																			
Agabus sturmi				1																			
Coulambus/Hygrotus larve				1																			
Natarsia				13																			
Xenopelopia				1																			
Zavrelimyia				1																			
Tabanus spec.				1																			
Agabus bipustulatus		1		8									1										
Valvata cristata	38			194																			
Planorbis spirorbus					113								5										
Asellus aquaticus					12		2																
Agabus chalconotus						5																	
Orthocladiinae indet.						2																	
Hydrobius fuscipes						3	5	2	2														
Ilybius obscurus							2																
Dryops lutulentus							2																
Tanypodinae indet.							2																
Agabus paludosus								3															
Nepa rubra								2															
Ironoquia dubia								2															
Tanypus								2															
Trimicra/Ormosia gr.								2															
Eulalia spec.								2															
Ceratopogonidae pop								2															
Laccobius bipunctatus								3			1												
Caenis horaria									2														
Stenophylax permistus/vibex									2														
Stenophylax lateralis/sequax									2														
Limnephilus sparsus									2														
Cladotanytarsus									2														
Eriopteriinae spec.									2														
Hydroporus mennonius													1										
Hydroporus planus													3										
Argyroneta aquatica													1										
Anabolia brevipennis															5								
Limnephilus auricula															3								
Limnephilus decipiens															5								
Helophorus brevipalpis																				2			
Limnebius spec. larve																				2			
Helophorus cf. minutus																					3		
Diptera indet.																					3		
Limnobiidae juv.																					3		
Helophoris grandis																	3				3		
Tipula lunata gr.																					3		
Beris spec.										2											3		
Haemopis sanguisuga	2	5					5		2						5								
Hydrachnellae	1																				3		1
Limnephilidae spec. juv.				1										1							3		
Stratiomiidae pop										5										4			
Pachygaster spec.	2				2					2				1		4							
Bidessus spec. larve		3			2					2									1				
Lymnaea palustris										2													
Tipula signata																						1	
Rhagio spec.		1							2	2												2	
Gymnometriocnemus gr.subnudus										2													
Parametriocnemus stylatus											1												
Conchapelopia cf.		2						2															
Psychoda gr. severini									2	5	3										3		
Helophorus strigifrons									2					1		2			1	2			
Chaetarthria spec. larve																			1				
Ormosia spec.			2						5		10	8	1	2		4			1	2	8		
Diptera pop														1			7						
Stratiomiidae																							1
Tipula oleracea gr.					1						2			1								4	2
Haliplus lineatocollis				1		2																	
Ptychoptera contaminata								8	3	3				2							8		
Cyphonidae gr. larve								2	20					1		2	5		1	12	5		
Geosargus spec.										2													1
Pales spec.	2								2											2			
Chironomini pop		1	2																				