Errata:

pg. 19a

tekst onder foto nr. 1 luidt:

"Landgoederen "Sterkenburg" (links) ..... enz."
moet zijn:
"Landgoederen "Sandenburg" (links) ..... enz."

pg. 32a

tekst onder foto nr. 2a (laatste regel) luidt:

"..... de kiemplantjes van zuring (*Rumex* of *maritimus*)"
moet zijn:
"..... de kiemplantjes van zuring (*Rumex* cf *maritimus*)"

HYDROBIOLOGISCH ONDERZOEK IN DE PROVINCIE UTRECHT

Onderdeel: Kromme Rijngebied en een deel van de
Utrechtse Heuvelrug (1978 en 1979)

Provinciale Waterstaat Utrecht
Afdeling Ecologie
Verslag nr. 55
November 1983
Verslaggeving: K. Everards

INHOUDSOPGAVE

	Pag.
Het project "milieukartering provincie Utrecht"	1 t/m 11
Hoofdstuk 0. Samenvatting	1
Hoofdstuk I. Aard van het hydrobiologisch-milieukarteringsonderzoek	2
I.1. Planten en dieren die in het water voorkomen	2
I.1.1. Plankton	2
I.1.2. Makrofauna	2
I.1.3. Diatomeeën	2
I.1.4. Bodemfauna	3
I.1.5. Makrofyten	3
I.2. Fysisch-chemische gegevens	3
Hoofdstuk II. Uitgevoerd onderzoek	4
II.0. Algemeen	4
II.1. Noordelijk Kromme Rijngebied (1978)	5
II.1.1. Gebiedsbeschrijving	5
II.1.1.1. Begrenzing	5
II.1.1.2. Geologie	5
II.1.1.3. Bodem	5
II.1.1.4. Waterhuishouding	6
II.1.1.5. Schonen	7
II.1.1.6. Korte schets van het landschap	8
II.1.1.7. Watertypen	9
II.1.1.8. Typen van storingen en verontreinigingen	10
II.1.1.9. Droogtegebieden	11
II.1.2. Eerder verricht onderzoek	12
II.1.3. Een globaal overzicht van de milieutypen die een rol hebben gespeeld bij de keuze der monsterpunten	18
II.1.4. Gekozen monsterpunten	20
II.1.5. Diskussie	22
II.1.5.1. Chemisch onderzoek	22
II.1.5.2. Biologisch onderzoek	30
II.2. Zuidelijk Kromme Rijngebied (1979)	
II.2.1. Gebiedsbeschrijving	41
II.2.1.1. Begrenzing	41
II.2.1.2. Geologie	42
II.2.1.3. Bodem	42
II.2.1.4. Waterhuishouding	42
II.2.1.5. Korte schets van het landschap	44
II.2.1.6. Watertypen	44
II.2.1.7. Typen van storingen en verontreinigingen	45
II.2.1.8. Droogtegebieden	46
II.2.2. Eerder verricht onderzoek	46
II.2.3. Gekozen monsterpunten	50
II.2.4. Diskussie	51

Pag.

II.2.4.1. Chemisch onderzoek 51
II.2.4.2. Biologisch onderzoek 56

II.3. Algemene opmerkingen met betrekkingen tot het fytoplankton 62
II.4. Makrofauna in het Kromme Rijngebied en op de Utrechtse Heuvelrug 64

II.4.1. Algemeen 64
II.4.2. Utrechtse Heuvelrug 65
II.4.3. De wateren van het Kromme Rijngebied 66

II.5. Gebieden met in hydrobiologisch opzicht belangrijke wateren 69

II.5.1. Aktueel waardevol 69
II.5.2. Potentieel waardevol 70
II.5.3. Mogelijke maatregelen 70

II.6. Evaluatie van het hydrobiologisch-milieukarteringsonderzoek in 1978 en 1979; Hydrobiologische gebiedsindeling 71

II.6.1. Utrechtse Heuvelrug 71
II.6.2. Overgang Heuvelrug-komgronden 71
II.6.3. Komgronden 72
II.6.4. Weteringen 73
II.6.5. Grachten 74
II.6.6. Kromme Rijn 75

Literatuurlijst 76 t/m 83

Bijlage A1 Bijlagen

Overig hydrobiologisch onderzoek 84

A1.1. Inleiding 84
A1.2. Molenpolder-onderzoek 84
A2.3. Overlevingsonderzoek makrofauna 85

Interprovinciale samenwerking bij hydrobiologisch onderzoek 86

Bijlage A2.1 De I.A.W.M. subwerkgroep hydrobiologie 86

A2.1.1. Vorderingen in I.A.W.M.-verband 86
A2.1.2. Mogelijkheden 87

Bijlage B1 Sloten 90

B1.1. Inleiding 90
B1.2. Abiotische factoren 90
B1.3. Planten en dieren 91
B1.4. Diversiteit, funktie en rijkdom 91
B1.5. De faktor mens 91
B1.6. Waterverontreiniging 92
B1.7. Verbetering van de waterhuishouding 92

Het projekt "Milieukartering provincie Utrecht"

In 1974 werd door het Provinciaal Bestuur van Utrecht besloten een begin te maken met een milieukarteringsprojekt, dat de naam kreeg "Milieukartering provincie Utrecht".
Organisatie en uitvoering van dit projekt berust bij de afdeling ecologie van de provinciale waterstaat.

De informatie die via het projekt verkregen wordt, is onder meer bedoeld om een ecologische inbreng te leveren in een aantal onderdelen uit het provinciaal takenpakket, zoals het opstellen van streekplannen, toetsing van bestemmingsplannen, voorbereiden van rekreatiebasisplannen, wegen- en leidingentracé's, het beleid ten aanzien van ruilverkavelingen, ontgrondingen, afvalverwerking, autowrakkenopslagplaatsen, woonschepen en caravanterreinen.

Het voorliggende rapport behandelt het onderzoek verricht in 1978 en 1979 en geeft daarnaast een overzicht van de methodieken die worden gebezigd bij het hydrobiologisch onderzoek bij de Provincie Utrecht.

Uitgangspunten van het projekt

Om tot een wetenschappelijk verantwoorde, beleidsrelevante en efficiënte kartering te komen, is het gewenst, dat:

- de te verzamelen basisgegevens zodanig zijn samengesteld dat uit het materiaal konklusies te trekken zijn;
- de te verzamelen gegevens naar aard en schaal zijn afgestemd op de (informatie-)behoefte van provinciale diensten;
- de informatie zodanig systematisch wordt verkregen en verwerkt dat vergelijking met gegevens van elders of gegevens over dezelfde plaats op een later tijdstip mogelijk is;
- zoveel mogelijk in aansluiting op karteringen in andere provincies en landelijke karteringen wordt gewerkt.

Aan de hand van deze uitgangspunten is in de provincie Utrecht een karteringsmethode ontwikkeld. Het verzamelen van basisgegevens, dus inventarisatie, staat hierbij voorop. Hiermee worden gegevensbestanden opgebouwd die zoveel mogelijk waardevrij zijn.

Waarderingen worden in het kader van het projekt niet toegekend. Deze kunnen - uitgaande van beleidsdoelstellingen - van geval tot geval vastgesteld worden.

De verzamelde informatie is in beginsel voor een ieder beschikbaar. Andere overheden, organisaties en partikulieren kunnen er gebruik van maken met behoud van eigen doelstellingen.

Programma

In grote lijnen valt een milieu-onderzoek uiteen in een onderzoek naar biotische en abiotische komponenten.
Onder biotische komponenten worden in dit verband gerekend: flora, vegetatie, hydrobiologie en fauna.
Klimaat, bodem, waterhuishouding en geomorfologie worden als de belangrijkste abiotische milieukomponenten aangemerkt.

Abiotische milieukomponenten

Binnen dit kader zijn thans 3 deelonderzoeken in rapportvorm afgerond:

1. Geomorfologie
2. Geologie
3. Bodem.

Biotische milieukomponenten

Naar de komponenten flora en vegetatie wordt thans onderzoek verricht.

Voor een beschrijving van de methodiek van flora en vegetatie wordt verwezen naar Gorteria 7, nummer 9/10 (1975): "Milieukartering provincie Utrecht. Inventarisatie basisgegevens flora en vegetatie" door Hessel, Wildschut en Jansen.

Het onderzoek naar deze biotische milieukomponenten is in 1975 aangevangen en in 1982 is de eerste inventarisatieronde van de gehele provincie voltooid.

Faunagegevens worden alleen uit kleinere ad hoc onderzoekjes verkregen (amfibieën, vogels). Tevens wordt natuurlijk verzameld wat door diverse instellingen en partikulieren is onderzocht.

Hydrobiologie

In 1978 is aangevangen met een systematische inventarisatie van de organismen die leven in een waterig milieu. Voor dit doel is de provincie verdeeld in een aantal gebieden, waarvan er jaarlijks één wordt geïnventariseerd (zie kaart nr. 1).
De resultaten van de eerste twee jaren zijn weergegeven in het voorliggende rapport.

Tot nu toe verricht onderzoek

1978 - Een onderzoek naar de waterkwaliteit in de Molenpolder en de Maarsseveense Zodden;

- Hydrobiologische inventarisatie van het gebied tussen de Kromme Rijn en Utrechtse Heuvelrug en van een deel van de Heuvelrug;

- Fytoplankton onderzoek in de Molenpolder;

1979 - Hydrobiologische inventarisatie van het gebied tussen Kromme Rijn en de noordelijke winterdijk van de Lek;

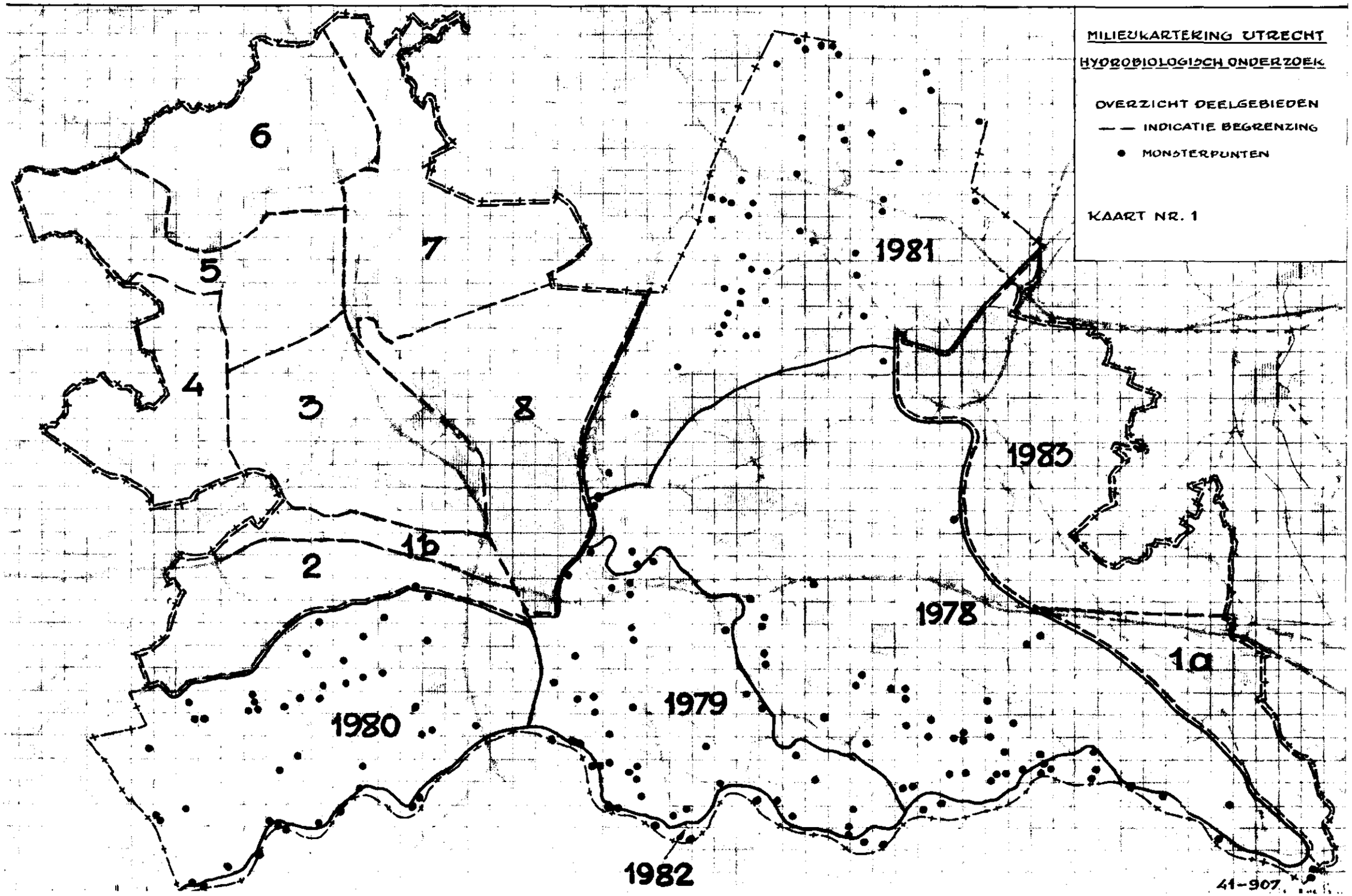
- Een onderzoek naar de veranderingen in de samenstelling van makrofaunamonsters tijdens transport en opslag;

1980 - Hydrobiologische inventarisatie van de Lopikerwaard tussen Oude Rijn en de noordelijke winterdijk van de Lek;

1981 - Hydrobiologische inventarisatie van een deel van de Utrechtse Heuvelrug en de Eempolders;

1982 - Hydrobiologische inventarisatie van de uiterwaarden tussen Rhenen en Schoonhoven;

1983 - Hydrobiologische inventarisatie van een deel van de Gelderse Vallei.


MILIEUKARTERING UTRECHT
HYDROBIOLOGISCH ONDERZOEK
OVERZICHT DEELGEBIEDEN
INDICATIE BEGRENZING
MONSTERPUNTEN
KAART NR. 1
6
5
7
4
3
8
2
1b
1981
1983
1978
1a
1979
1980
1982
41-907

Tussen 1984 en 1991 zal de rest van de provincie hydrobiologisch worden geïnventariseerd (zie kaart nr. 1).

Een vijftal verslagen over bovengenoemde onderzoeken is gereed:

1. Een onderzoek naar de waterkwaliteit in de Molenpolder en de Maarsseveense Zodden aan de hand van fytoplankton en chemische en fysische gegevens; oktober 1980, rapport nr. 31.

2. Zoöplankton van het Zuidelijk Kromme Rijngebied "1979", P.W.U. afdeling E verslag nr. 38.

3. Hydrobiologische inventarisatie van het Zuidelijk Kromme Rijngebied P.W.U. afdeling E, december 1981, verslag nr. 45

4. Onderzoek naar de kwalitatieve en kwantitatieve veranderingen in een makrofaunamonster tussen de monstername en fixatie. P.W.U., afdeling E, januari 1982, verslag nr. 32.

5. De makrofauna van de Lopikerwaard tussen Oude Rijn en de noordelijke winterdijk van de Lek.

0 Samenvatting van het hydrobiologisch milieukarteringsonderzoek in 1978 en 1979

In 1978 en 1979 is een hydrobiologische inventarisatie uitgevoerd van de wateren in het Kromme Rijngebied en een deel van de Utrechtse Heuvelrug. Een gebied dat begrensd wordt door de winterdijk van de Nederrijn en de Lek tussen Amerongen en de autoweg Amsterdam-'s-Hertogenbosch (zuidkant), de Utrechtse Heuvelrug (noordoostkant) en de A2 (westkant).
Deze inventarisatie is een onderdeel van het hydrobiologisch onderzoek binnen het (meerjaren) projekt "Milieu-inventarisatie in de provincie Utrecht" (zie voorwoord).
Het onderzoeksprogramma bestond uit het verzamelen van gegevens betreffende de aard der wateren (fysisch en chemisch) en de samenstelling van de er voorkomende levensgemeenschappen (biologisch). Het biologisch onderzoek bestond uit het verzamelen en analyseren van makrofauna, makroflora, mikrofauna en mikroflora op een aantal punten in het gebied. De keuze van deze punten kwam tot stand na een uitvoerige studie van relevante kenmerken in het gebied: van landschappelijke, floristische, geologische, geomorfologische en hydrochemische aard.

Ook werden de literatuurgegevens bestudeerd en waar nodig betrokken bij de keuze der monsterpunten. Er werd getracht de monsterpunten zodanig te kiezen dat een zo representatief mogelijk beeld zou worden verkregen van het hydrobiologisch karakter der wateren in het gebied, daarnaast werd getracht om enige wateren in het programma op te nemen die vanwege hun opvallende complexiteit (vegetatie) soortenrijkdom of vanwege het voorkomen van bijzondere strukturen een indruk kunnen geven van de hydrobiologische "potentie" van het gebied in kwestie.
In een tweede fase van het onderzoek zal de verkregen informatie met behulp van een computer verder kunnen worden geïnterpreteerd. Het omzetten der gegevens in speciaal daarvoor ontwikkelde kodes is in volle gang en zal binnenkort zijn voltooid.
Intussen is slechts een globale interpretatie mogelijk waarvan in onderhavig rapport uitgebreid melding wordt gemaakt.

Hydrobiologische gebiedsindeling

Aan de hand van de verzamelde gegevens is het mogelijk het gehele onderzoeksgebied (dus van 1978 en 1979 samen) te verdelen in een aantal subgebieden. Deze gebieden laten zich herkennen door een aantal biologische en niet-biologische karakteristieken.
In een apart hoofdstuk worden bijzondere vondsten vermeld en worden enige gebieden genoemd die hydrobiologisch van bijzondere betekenis zijn.

In de bijlagen wordt extra aandacht besteed aan sloten als het meest voorkomende watertype waarvan ondanks dit feit nog weinig bekend is. Ook wordt een diskussie gewijd aan de meest voorkomende foutenbronnen in het hydrobiologisch onderzoek. Ten slotte wordt uitgebreid ingegaan op de verschillende technieken en methodieken die worden gebezigd bij een dergelijk onderzoek.

De volgende gebruiksmogelijkheden m.b.t. hydrobiologische milieuinventarisatie kunnen worden genoteerd:

1. Hydrobiologische inventarisatie vormt een onderdeel van de provinciale milieukartering en draagt als zodanig bij tot de kennis van het milieu binnen de provincie Utrecht. Deze kennis kan worden aangewend ten behoeve van planning, ruilverkavelingen, beregeningsprojecten, waterbeheersmaatregelen etc.
2. Op basis van de verzamelde informatie kon ten behoeve van het waterkwaliteitsplan een kaart worden vervaardigd met gebieden waarin ecologisch belangrijke wateren voorkomen. Tevens kon worden aangegeven welke beheers-

maatregelen zouden moeten worden genomen om deze wateren in de staat te behouden waarin ze nu verkeren.
De wateren in kwestie worden in het waterkwaliteitsplan ondergebracht in de kwaliteitsklasse waarvoor de doelstelling van het hoogste niveau geldt. (Volgens de I.M.P.-normen kategorie 3-wateren).
Ook kon dezelfde informatie worden gebruikt ten behoeve van het - toekomstige - streekplan Utrecht.

2. Het gebruik der gegevens is geoptimaliseerd door standaardisatie in provinciaal verband (Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieukartering, subwerkgroep hydrobiologie). Het betreft hier vooral de bemonsteringstechnieken, gegevensverwerking en interpretatie, zodat het nu mogelijk is de door de verschillende provincies verzamelde informatie uit te wisselen, te vergelijken en samen te voegen (zie ook 3). In de bijlage wordt een apart hoofdstuk gewijd aan deze interprovinciale samenwerking.
3. Het hydrobiologisch inventarisatie onderzoek levert informatie op die wordt benut ten behoeve van het waterkwaliteitsonderzoek.
Tevens is het, in een later stadium, dat wil zeggen na de voltooiing van de eerste ronde van het hydrobiologisch inventarisatieonderzoek, mogelijk, in samenwerking met de overige provincies, een typologie op te stellen van wateren die kan worden aangewend ten behoeve van het waterkwaliteitsonderzoek.
Belangrijk daarbij is dat gegevens worden verkregen van wateren binnen zo'n type die kunnen worden beschouwd als referentiewateren (dat wil zeggen de minst verstoorde en verontreinigde wateren). Bij de keuze der monsterpunten wordt daarmee rekening gehouden.

Hoofdstuk I.

Aard van het hydrobiologisch milieukarteringsonderzoek

Hydrobiologisch onderzoek als onderdeel van de provinciale milieukartering is een methode om te komen tot de inventarisatie van levensgemeenschappen die voorkomen in een waterige omgeving.
Anders dan bij de "droge" kartering is het bij het hydrobiologisch onderzoek niet mogelijk om alle waarnemingen in het veld te verrichten; een groot tot zeer groot gedeelte van het waarneembare is aan het oog onttrokken door de vaak geringe grootte van de in het water levende organismen. Ook de analyse van de chemische inhoud van het water speelt zich grotendeels in het laboratorium af.
Op grond van een aantal later te bespreken kriteria en argumenten (zie bijlage B3) worden steekproeven van het waterige milieu genomen waarbij gestreefd wordt deze zo te kiezen dat uitspraken zijn te doen over de hydrobiologie in een groter gebied (extrapolatie der resultaten).
Het nemen van steekproeven wordt monsteren genoemd.
Het monsteren, verwerken en analyseren der monsters is zeer tijdrovend; als gevolg hiervan is het aantal steekproeven beperkt; de mogelijkheid tot extrapoleren is derhalve kleiner.

I.1. Planten en dieren die in het water voorkomen

Afhankelijk van de grootte en de plaats die een organisme inneemt in een water wordt een aantal groepen onderscheiden.

I.1.1. Plankton

Organismen die in het water zweven of drijven met slechts een geringe eigen beweging.
Onderscheid wordt gemaakt tussen fytoplankton en zoöplankton (respektievelijke plantaardig en dierlijk).
Fytoplankton is in het algemeen met het ongewapend oog niet te onderscheiden.
Van het zoöplankton is het merendeel eveneens slecht onderscheidbaar zonder optische gereedschappen.
Plankton wordt gevangen door een zeker volume water door een net te gieten (netplankton) of er wordt eenvoudig een bepaald volume water geschept (bezinksplankton) (zie bijlage B3).
Netplankton is zeer geschikt voor onderzoek van zoöplankton, bezinkingsplankton voor onderzoek van fytoplankton.

I.1.2. Makrofauna

Alle dierlijke waterorganismen die met het blote oog zichtbaar zijn, uitgezonderd vissen. Voorbeelden zijn: insektenlarven, bloedzuigers, slakken, platwormen.
Het vangen geschiedt met een zogenaamd stoknet, maaswijdte 0,5 mm (zie bijlage B3). Ook worden enkele planten met wortels waarop dieren zitten, meegenomen.

I.1.3. Diatomeeën

Plantaardig organismen, die een skelet van kiezel bezitten.
Hoewel ook in het plankton kiezelwieren voorkomen, is de aandacht vooral gericht op die welke voorkomen op, aan, in en onder een substraat (beschoeiing, plantestengels, stenen, blad, bodem).
Het verzamelen van diatomeeën geschiedt door het opvangen van het schraapsel van een substraat, door het verzamelen van stengels, bladeren, flab enz.

I.1.4. Bodemfauna

Op de bodem komen organismen voor die speciaal aangepast zijn aan een omgeving van relatieve zuurstof-armoede en rijk aan dood organisch materiaal. Hoewel de meeste vertegenwoordigers behoren tot de makrofauna, zijn er ook vertegenwoordigers uit het zoöplankton. Voorbeelden: muggelarven, tubifex, slakken en mossels, watervlooien, eenoogkreeftjes.
Het vangen geschiedt met makrofauna-(stok)net of met een bodemhapper.

I.1.5. Makrofyten

Hogere planten kan men overal aantreffen in, op en langs het water afhankelijk van de soort en voor een deel van de vorm van het water vindt men er drijvende, zwevende of wortelende. Hogere planten bepalen in zeer hoge mate de structuur van het aquatisch milieu.
De - meestal - hogere planten worden 1 x per jaar geïnventariseerd door medewerkers van de vegetatie- en florakartering.
Er worden dan vegetatie-opnamen gemaakt van dat deel van het watervoorkomen dat ook bemonsterd is.
Ook de struktuur van de vegetatie wordt beschreven.
Daarnaast wordt over een grotere oppervlakte alle daarin voorkomende planten genoteerd die niet in de opname voorkomen.
Bij de tweede monstername, later in het jaar wordt vooral de struktuur van de vegetatie beschreven. Tevens worden de namen van de planten genoteerd.

I.2. Fysisch-chemische gegevens

Fysische gegevens worden in het veld verzameld; ze hebben betrekking op de morfologie van het watervoorkomen, de hydrologie, het landschap, verontreinigingen in en rond het water, de fysische eigenschappen van het water (kleur, helderheid, temperatuur, stroomsnelheid enz.). (Zie bijlage, B.3.5.).

Chemische gegevens worden deels in het veld (zuurstofgehalte, geleidbaarheid) deels in het laboratorium verkregen.
In het laboratorium worden de volgende parameters geanalyseerd:
chemisch zuurstof verbruik (C.Z.V. of C.O.D.), biologisch zuurstof verbruik (B.Z.V. of B.O.D.), Kjeldahl-, ammoniak en nitraat + nitrietstikstof, orthofosfaat, totaal fosfaat, chloride, zuurgraad (pH), sulfaat, totaal ijzer, idem zink, idem lood.

Hoofdstuk II. Uitgevoerd onderzoek

II.0. Algemeen

Systematisch provinciaal onderzoek (opvatting 1980)

De provincie Utrecht is voor het hydrobiologisch inventarisatie-onderzoek opgedeeld in een tiental gebieden waarvan de grenzen provisorisch zijn vastgesteld op grond van pragmatische veldkenmerken (rijkswegen, waterwegen, rivierdijken, provinciegrenzen). Daarnaast is getracht de gebieden zo te begrenzen dat zij landschapsecologisch een eenheid vormen.
Vanaf 1978 wordt elk jaar één van deze tien gebieden geïnventariseerd, zodat de eerste ronde van het projekt in 1987 is afgerond.
Elk deelgebied bevat 35 à 40 monsterpunten. Aan het einde van het projekt is een net van 350 tot 400 monsterpunten over de provincie komen te liggen waarvan zeer veel gegevens bekend zullen zijn, zowel in abiotische als in biotische zin.
Deze punten worden twee keer bemonsterd; een keer in mei en een keer in augustus.
Beschikbaar zijn dus de gegevens van circa 700 à 800 bemonsteringen.
Begin 1983 (voor de monsterperiode) heeft een herziening van het programma plaatsgevonden. Er is een nieuwe gebiedsindeling gemaakt, waarbij de nog niet geinventariseerde deelgebieden opgedeeld zijn in een achttal kleinere (zie kaart nr. 1).
De inventarisatie van de gehele provincie zal in 1991 zijn afgerond.
Per deelgebied worden nu 15-20 punten gekozen (afhankelijk van het gebied in kwestie).
In het kader van het systematisch provinciaal milieukarteringsonderzoek zijn de volgende rapporten verschenen:

1. Beenen, R. en Bonenkamp, J., 1981: Hydrobiologische inventarisatie van het Zuidelijke Kromme Rijngebied, 1979.

2. Mol, A., 1981: Zoöplankton van het Zuidelijke Kromme Rijngebied, 1979.

3. Bink, R. en Karssen, C.: Hydrobiologische inventarisatie van Eemland en een gedeelte van de Utrechtse Heuvelrug, 1981.

In voorbereiding zijn:

1. Hermans, T. en Kahmann, M.: Hydrobiologische inventarisatie van Eemland en een gedeelte van de Utrechtse Heuvelrug, 1981.

2. Bodar, C.: Hydrobiologische inventarisatie van de uiterwaarden van Nederrijn en Lek tussen Rhenen en Schoonhoven.

Overig onderzoek

Naast het bovengenoemde systematische onderzoek wordt onderzoek verricht waarin specifieke vraagstellingen zijn ingebouwd.
Dit is deels van methodologische aard en deels heeft het een waterkwaliteitskarakter, waarbij de gegevens óf afkomstig zijn van het systematisch hydrobiologisch onderzoek, óf juist daarvoor als aanvulling (kunnen) dienen.
Voorbeelden van methodologisch onderzoek zijn:
- een onderzoek naar de effekten van transport en bewaring van makrofaunamonsters op de samenstelling;
- een onderzoek naar de bruikbaarheid van het chemisch onderzoek bij inventarisatie van waterige milieus.

Ook is een specifiek waterkwaliteitsonderzoek met een inventariserend karakter uitgevoerd in de Molenpolder, waarbij de mikrofyten zijn bestudeerd. In de bijlage (A.1) komt het overig hydrobiologisch onderzoek gedetailleerd aan de orde.

II.1. Noordelijke Kromme Rijngebied (1978)

Zie overzichtskaart nr. 1 en nr. 4 van het gebied.

II.1.1. Gebiedsbeschrijving

II.1.1.1. Begrenzing

Het deelgebied van de inventarisatie van 1978 omvat het noordelijk deel van het stroomgebied van de Kromme Rijn met daaraan grenzend de Utrechtse Heuvelrug die via het grondwater grote invloed uitoefent op het lagere gelegen stroomgebied van genoemde rivier.
De zuidgrens wordt gevormd door de Rijndijk tussen Wijk bij Duurstede en Rhenen. De oostgrens vormt de stad Utrecht. Over het ontstaan van het landschap is zeer veel bekend. Verwezen wordt naar onder andere Laeyendekker (1973).

II.1.1.2. Geologie

Geologisch gezien bestaat het studiegebied globaal uit een zandgebied dat voornamelijk tijdens het Pleistoceen en een rivierkleigebied dat gedurende het Holoceen gevormd is (zie kaart nr. 3).
Binnen het zandgebied ligt een hoge door ijs gevormde stuwwal (de Utrechtse Heuvelrug). Op de westflank van deze stuwwal worden plaatselijke afzettingen van het afsmeltende landijs aangetroffen (sandr.). Rondom de stuwwal is door de wind het zogenaamde dekzand afgezet dat later, gedurende het Holoceen, nog plaatselijk verstoven is. In het rivierkleigebied zijn nabij de bedding van de Kromme Rijn jonge relatief zandige oeverwallen gelegen.
In de zone tussen deze oeverwallen en het zandgebied is onder invloed van kwelwater uit het zandgebied en overstromingswater van de rivier een lange smalle kom ontstaan, welke door de voormalige moerassige omstandigheden vaak een venig karakter heeft. Tussen Bunnik en Zeist is de zonering verstoord door een voormalige bedding van de Kromme Rijn.

II.1.1.3. Bodem

In de bovengenoemde afzettingen zijn in de loop der tijd verschillende bodems gevormd. Op de stuwwal en de sandr. treffen we podzolgronden aan. In het dekzandgebied (zie kaart nr. 3) is van oudsher door de bewoners van de dorpen welke in deze zone gelegen zijn landbouw bedreven, waarbij door de langdurige bemesting dikke eerdgronden zijn ontstaan. In het verstoven dekzandgebied zijn kalkloze zandgronden gelegen.
In het rivierkleigebied zijn op de oeverwallen kalkhoudende ooien en poldervaaggronden gelegen, terwijl in de kom kalkloze poldervaaggronden en drechtvaaggronden worden aangetroffen.
Plaatselijk is de oorspronkelijke bodem sterk verstoord door menselijke activiteiten, bijvoorbeeld afgraven of ophogen ten behoeve van stadsuitbreiding, wegenaanleg enz. Oude sloten worden dan vaak gedempt, terwijl elders nieuwe worden gegraven (bijvoorbeeld Universiteitscomplex "De Uithof").
De grondwaterstanden in het zandgebied en op de oeverwallen zijn relatief diep ten opzichte van die in de komgebieden (zie kaart nr. 2).

II.1.1.4. Waterhuishouding

Ondergronds
Regenwater infiltreert in het noordoostelijke gedeelte via de zandbodem van de Utrechtse Heuvelrug. Ondergronds stroomt het af naar de komgronden (de laagste delen) waar het gedeeltelijk via de oevers en de bodem aan de oppervlakte komt. Dit verschijnsel, dat kwel wordt genoemd kan worden waargenomen in het water door:

1. bruine uitvlokking ($Fe(OH)_3$) op bodem en planten (vooral deze laatste ten gevolge van O_2-produktie in de bladeren);
2. door troebeling en
3. door een olieachtige film van waarschijnlijk dode ijzerbakteriën of van hun inhoud.

Men treft dit type kwel vooral aan ten zuiden van kasteel Broekhuizen, ten zuiden van Driebergen, ten zuiden van Amerongen en in een strook tussen de Gooyer en Langbroeker wetering.
Het regenwater dat op de - weinig doorlatende - komkleigronden neerkomt wordt nauwelijks aan het grondwater toegevoegd; het wordt in het algemeen snel door de waterwegen afgevoerd.
Een andere vorm van kwel treft men in het gebied aan tussen Ameronger wetering en Rijndijk. Hier vindt infiltratie van rivierwater plaats door de Lekdijk. Vooral in het gebied boven de stuw, vindt ten gevolge van de hogere waterstand in de Lek sterk ijzerhoudende en relatief chloriderijke kwel plaats.
Tussen Kolland en Amerongen mengen zich de twee soorten kwelwater.
Er heeft zich de laatste jaren een aanzienlijke grondwaterstandsdaling voorgedaan ten gevolge van grotere grondwateronttrekkingen voor drink- en industriewater en de "verbeterde" afwateringssituatie. De gebieden met kwel schijnen derhalve in omvang te zijn afgenomen, vooral in de streek tussen Utrechtse Heuvelrug en Gooyer wetering.
De sterke grondwaterstandsdaling doet zich ook gelden op de Utrechtse Heuvelrug of althans die indruk wordt gewekt als men kijkt naar de ontwatering van de bosvennen en meertjes op deze hoge gronden.
De Leersumse Plassen zijn gedeeltelijk droog en voor de rest zeer ondiep, dit geldt evenzeer voor de Treeker Plas, voor de bosvennen in de omgeving van Driebergen. Andere plasjes volgen deze tendens echter veel minder.
Het is onwaarschijnlijk dat de grondwaterstand in de periode voor de grote wateronttrekking een aanvang nam, zo hoog was, dat deze in dergelijke plasjes boven de bodem ervan reikte. Vaak vindt men plaatselijk schijn-grondwaterstanden dat wil zeggen (ver) boven de echte grondwaterspiegel vindt men leemlagen of andere slecht doorlatende lagen waarop een hoeveelheid (grond)water staat dat al dan niet boven het aardoppervlak uitkomt.
Als gevolg van een te geringe opneemcapaciteit van bodemvocht in de stroomgronden en een grondwaterstand van meer dan 1.50 -m.v. wordt geschat dat een oppervlakte van 18-37% droogtegevoelig is in de zomer (Cie. Hydrologisch Onderzoek Kromme Rijn).
In de Uithof treedt naast wegzijging ook kwel op (daar waar het laagste peil wordt gehandhaafd). In de winter wordt er, net als in de rest van het studiegebied, een laag peil aangehouden, terwijl in de zomer het peil kunstmatig hoog wordt gehouden.
De waterstand kan er tussen droog en 1 meter boven slootbodem variëren.

Bovengronds
Aan de zuidkant van het studiegebied stroomt de Kromme Rijn, die is opgedeeld in drie compartimenten met elk een eigen waterpeil.
's Zomers worden grote hoeveelheden Rijnwater via een sluizensysteem in Wijk bij Duurstede ingelaten. Samen met water dat via andere waterwegen vanuit het

Amsterdam-Rijnkanaal wordt ingelaten (onder andere Caspargouwse wetering) stroomt het afvoerwater uit het studiegebied naar de stad Utrecht, waar het gedeeltelijk wordt gebruikt om het grachtensysteem schoon te spoelen. Het gemiddelde hoogteverschil tussen de Lek en Utrecht bedraagt 's zomers ongeveer 2 meter; 's winters wordt veel minder Rijnwater ingelaten.
Ongeveer parallel met de Kromme Rijn loopt de Langbroeker wetering die er tussen Odijk en Bunnik mee in verbinding staat.
Deze wetering voert water af in noordwestelijke richting vanuit het gebied tussen Kromme Rijn en Heuvelrug.
Het water is afkomstig van (Cerutti et al, 1979):

1. kwelwater vanuit de Utrechtse Heuvelrug;
2. neerslag;
3. ondiep grondwater;
4. zeer sporadische regenwater-overstort van de gemeente Leersum;
5. huishoudelijk (afval)water;
6. Lekwater bij de stuw in de Cother Drift;
7. effluent van de r.z.i.'s van Doorn en Driebergen.

Water vanaf de hogere gronden kan ook afgevoerd worden via de Biltse- en Zeister Grift.
Het gebied tussen de Amerongerdijk en Lekdijk watert af in zuidwestelijke richting via de Ameronger wetering op de Kromme Rijn. Het af te voeren water bestaat voor een belangrijk deel uit kwelwater vanuit de Rijn.
Uit meetgegevens zou blijken dat zowel de Ameronger wetering als de Langbroeker wetering altijd water afvoeren (Cerutti el al, 1979).
Water kan via een stuw vanuit de Kromme Rijn worden ingelaten in de Cother Grift. In het gebied staan zeer veel stuwen en stuwtjes die vooral in de perioden van weinig neerslag, de funktie hebben het water vast te houden (in 1973 zijn vele maatregelen genomen om de gevolgen van waterbezwaar te reduceren).
In de Uithof kan eveneens middels een aantal gemaaltjes het Kromme Rijnwater worden ingelaten.
Vooral in de omgeving van de gebouwen van de fakulteit der diergeneeskunde der R.U.U. kan door middel van een inlaatgemaal aan de Rijnoever Rijnwater worden rondgepompt via de sloten in de uitloopweiden.
Het ingelaten water wordt door een uitlaatgemaal weer in de Kromme Rijn teruggebracht. Ook de buitengracht van fort Rhijnauwen maakt deel uit van dit watercirculatiesysteem.
Daarnaast kon tot en met 1977 Zeister Grift-water het gebied rond de diergeneeskundegebouwen binnendringen. Tevens komen in het gebied van de Uithof een aantal sloten voor die slechts door regenwater en/of grondwater worden gevoed, sommige daarvan zijn geheel, andere ten dele geïsoleerd (De Neys, 1980).
Oorspronkelijk voerde de Biltse Grift het overtollige water af van de hoge gronden dat aangevoerd werd via een sloten- en greppelsysteem.
Tot voor kort (1980) werd het effluent van de r.w.z.i. Zeist en De Bilt via de Biltse Grift naar de Vecht getransporteerd.
Sindsdien loost de r.w.z.i. Zeist via de Haks wetering op de Kromme Rijn.
Ten gevolge hiervan is de kwaliteit van de Biltse Grift minder slecht geworden.

II.1.1.5. Schonen

Het schonen is een noodzakelijkheid, niet alleen voor de waterkwantiteitsbeheer en voor de boeren, het is eveneens noodzakelijk voor het instandhouden van - vooral - smalle watergangen als leefmilieu, anders immers zouden de sloten zeer snel verlanden (zie bijlage 1).
Over de methoden en het tijdstip van schoning zijn de meningen zeer sterk verdeeld. In het voorjaar wordt het aantal plaatsen waar waterdieren hun eieren kunnen afzetten en waar ze een schuilplaats kunnen vinden ten gevolge van de weinig selektieve methode van mechanische schoning aanzienlijk verminderd.

Draadwiergroei die zeer explosief verloopt en kroosvorming zijn er vaak het gevolg van. In hoeverre deze draadwiervelden de funktie kunnen overnemen als aanhechtplaats van eieren is niet bekend, evenmin is bekend wat de gevolgen zijn van de manier en de frequentie van het schonen op het leven in het water op zowel korte als langere termijn.
In het waterschap Kromme Rijn worden de sloten één keer per jaar geschouwd (officiële schouwdatum is 3 november).
Afhankelijk van de funktie van en de manier waarop wordt een watergang 1 of meerdere keren per jaar geschoond.
Weteringen en sloten met een af- of aanvoerende funktie in beheer bij het waterschap worden in het algemeen vaker geschoond, vooral vóór gemaaltjes (soms 4 keer of vaker per jaar). Scheisloten worden meestal 1 à 2 keer per jaar geschoond, afhankelijk van de groeisnelheid en de biomassa van de waterplanten (mondelinge mededeling Waterschap De Kromme Rijn).
Binnensloten tussen de scheisloten zijn niet onderworpen aan de schouwplicht. De schoonfrequentie wordt dan ook overgelaten aan de inzichten van de landeigenaar. Het schonen gebeurt in het algemeen machinaal (maaikorf, bak); in de Langbroeker wetering en in de Kromme Rijn echter met een maaiboot.
In het studiegebied wordt relatief weinig gebruik gemaakt van chemische bestrijdingsmiddelen; het beperkt zich hoofdzakelijk tot sloten rondom boomgaarden.
De oppervlakkige waterafvoer in het gebied tussen Utrechtse Heuvelrug en de Kromme Rijn is sterk toegenomen door graven van nieuwe en verbreden en verdiepen van oude watergangen zodat in de zomer droogteschade kan ontstaan. Sinds de droogte van de zomer van 1976 zijn vele boeren overgegaan op het gebruik van beregeningsinstallaties. Mede hierdoor moet rijnwater worden ingelaten dat van slechte kwaliteit is, zeker in de periode van droogte.
Dit water beïnvloedt het oppervlaktewater in het gehele gebied in ongunstige zin; het verliest daardoor zijn lokale karakter.
Daarnaast wordt op de hogere zandgronden, gelegen aan de voet van de Heuvelrug, voor beregening gebruik gemaakt van grondwater.

II.1.1.6 Korte schets van het landschap

Het gebied tussen Kromme Rijn en Utrechtse Heuvelrug is een typisch kultuurlandschap, waarbij de landgoederen sinds eeuwen een dominerend aspekt vormen.
Men kan het gebied indelen in enkele landschapstypen (ingedeeld naar bodemgesteldheid, hoogte, visuele kenmerken, grondgebruik enz.).

A. Het rivierenlandschap van de Kromme Rijn met stroomruggen en kommen. De hogere en drogere delen van de stroomruggen werden reeds omstreeks het begin van de jaartelling bewoond.
Men treft er een onregelmatige blokverkaveling aan. Oorspronkelijk werd hier voornamelijk bouwland aangetroffen. In de loop der tijd is het bouwland omgezet in grasland en de zo karakteristieke boomgaarden. In de laatste jaren neemt het areaal boomgaarden weer af terwijl de akkerbouw (maisteelt) opnieuw verschijnt.
De lagere en nattere komgronden zijn pas later tijdens de Middeleeuwen ontgonnen volgens een regelmatige strokenverkaveling. De gronden waren voornamelijk in gebruik als gras- en hooiland. Karakteristiek zijn ook het hakhout (es), de grienden en de vele landgoederen met hun parkachtige bossen (foto nr. 1, pag. 19a). Hier zijn in de loop der eeuwen weinig veranderingen in het landschap opgetreden.

B. Het esdorpenlandschap. Op de grens van droog en nat, aan de zuidzijde van de Heuvelrug, treft men een reeks van dorpen aan. Naast weidegronden treft men er esgronden (akkers) aan die worden afgewisseld door bossen. Van origine is het een gebied met vrij veel hoogteverschil, waarin veel natuurlijke beken stroomden door bossen en schrale gronden. De oude esgronden

werden gebruikt voor de aanleg van parken. Samen met de buitenhuizen werden deze parken opgetrokken in de Engelse landgoederenstijl. Later werd een aantal buitenhuizen verbouwd in de Empire stijl, onder invloed van Koning Lodewijk Napoleon (bijvoorbeeld kasteel Broekhuizen). Na 1850 werden vele kleine buitens aangelegd en vond er in het gebied op ruime schaal bebossing plaats (naaldhout, eiken, beuken).
In Leersum en Amerongen liggen deze esgronden wat noordelijker ten opzichte van het dorp op de helling van de stuwwal dan bij de westelijk gelegen dorpen (Doorn, Driebergen, Zeist).

C. De Utrechtse Heuvelrug kan men beschouwen als een heide-ontginningslandschap. Sinds de late Middeleeuwen tot aan het eind van de 18e eeuw is de Utrechtse Heuvelrug bedekt geweest met hei, die werd geplagd en begrazen waardoor er vele zandverstuivingen zijn ontstaan. Na deze periode werd niet alleen zeer veel naaldhout op deze schrale grond ingeplant, doch ook - zij het op beperktere schaal - eiken-hakhout ten behoeve van leerlooierijen. Slechts op een gering aantal plaatsen komt er water aan de oppervlakte voor.

II.1.1.7 Watertypen

a) Hoofdwatergangen zijn de Kromme Rijn, de Langbroeker wetering en de Biltse Grift.
Zoals eerder reeds is vermeld dienen bovengenoemde watergangen om regen, kwel en (ingelaten) Rijnwater te transporteren.
De stroomrichting is zuidoost-noordwest.

b) Op deze watergangen komt een aantal weteringen of brede sloten uit die er loodrecht op staan en die hierop hun water lozen of hiervan verkrijgen. De richting is ongeveer zuidwest-noordoost. Te noemen zijn de Ameronger wetering, de Cother Grift, de Hakswetering. Daarnaast kan nog genoemd worden de Gooyer wetering, daarmee bedoelend al die stukjes watergang die langs de Gooyerdijk liggen en die, in geïsoleerde kompartimenten, water afvoeren van de Utrechtse Heuvelrug naar de Langbroeker wetering.
Tot deze kategorie behoren ook al die weteringen die een waterafvoerende funktie hebben; de meeste voeren hun water af naar de - centrale - Langbroeker wetering en hebben vaak geen eigen naam. Te noemen valt onder andere de Melkweg wetering, Oostelijke- en Oude Snel van Sandenburg.
De Melkweg wetering voert in natte perioden eveneens een aanzienlijke hoeveelheid water af dat afkomstig is van de Langbroeker wetering, naar de Kromme Rijn via een klepstuw.

c) Sloten (scheisloten, binnensloten, greppel enz.) met een zeer lokale afvoerfunktie, vaak stagnant water, weilandsloten, sloten en greppels langs infrastrukturen, sloten in en rond hakhout- of boskomplexen.

d) Bos- en heidevennen. Zijn op de Utrechtse Heuvelrug gelegen. Bezitten meestal een schijn-grondwaterspiegel op een niet of nauwelijks doorlatende leemlaag. Voorbeelden: Treekerplas, Leersumseplas, de Leemkuil, Henschotermeer. Meestal geheel geïsoleerd gelegen.

e) Slot-, kasteel- en fortgrachten kunnen zowel niet als wel in open verbinding staan met andere wateren. In het eerste geval is te noemen de binnengracht Fort Rhijnauwen, vijverkomplex kasteel Broekhuizen, in het tweede geval bijna alle overige fort- en kasteelgrachten in het studiegebied.

Het studiegebied kent geen wateren met een permanent stromend karakter. Wateren met een tijdelijk stromend karakter zijn Kromme Rijn, Ameronger wetering, (delen van de) Gooyer wetering en enkele weteringen uit de eerste kategorie.

II.1.1.8 Typen van storingen en verontreinigingen

Het overgrote deel van het studiegebied is landelijk gebied.
In het overgangsgebied van Heuvelrug en komgronden vindt men een aantal dorpen. Slechts Nederlangbroek is een (kleine) woonkern op de komgronden. De rest van de, vooral, boerenbevolking woont verspreid over het gebied.
Hetzelfde geldt voor de verspreiding van industrieën: deze zijn op een enkele (niet- vervuilende) na geconcentreerd in de woonkernen langs de Heuvelrug.
De grote woonkernen hebben eigen rioolwaterzuiveringsinstallaties die hun effluent alle lozen op de Langbroeker wetering.
In 1981 is de r.w.z.i. in Rhenen geopend. Leersum en Amerongen brengen hun afvalwater nu naar deze r.w.z.i.
R.w.z.i. Zeist loost op de Kromme Rijn.
Nederlangbroek zuivert zijn afvalwater op de r.w.z.i. van Wijk bij Duurstede die op zijn beurt loost op het Amsterdam-Rijnkanaal.
De invloed van de r.w.z.i. Doorn en Driebergen op de chemische inhoud van het water in de Langbroeker wetering is duidelijk aantoonbaar (Beltman en Bleuten, 1979). De invloed van de (verspreide) bevolking op de chemische inhoud van het water in de diverse watergangen is moeilijk aantoonbaar, vooral omdat hiervoor een betrekkelijk dicht meetnet nodig zou zijn met gegevens over langere perioden.
Het voedselarme kwelwater vanuit de Heuvelrug zorgde in vroegere jaren voor een (lokaal) soms oligotroof, doch meestal mesotroof, tot licht eutroof milieu in de watergangen tussen Langbroeker- en Gooyer wetering.

Tabel A Voedingsstoffengehaltes (ppm) in het ondiepe grondwater in Overlangbroek; gemiddelden, minima en maxima (Cerutti et al, 1979)

BEHEER	BODEMTYPE	Nitraat			Fosfaat		
		gem.	min.	max.	gem.	min.	max.
natuurgebieden	zandgronden (voornamelijk Utrechtse Heuvelrug)	18	0,1	68	0,3	0,1	1,6
	eerdgronden	67	14	240	2,0	0,1	9,8
	rivierkleigronden	11	0,2	233	0,6	0,1	2,5
akkers	eerdgronden	204	84	346	0,8	0,1	2,1
	rivierkleigronden	90	0,2	361	0,5	0,1	1,3
intensief beheerde graslanden	eerdgronden	190	4,0	544	1,2	0,1	6,6
	rivierkleigronden	37	0,1	207	0,9	0,1	5,7
extensief beheerde graslanden	rivierkleigronden	25	0,1	139	0,7	0,1	2,1

De bemesting van het land was gering en de klei waarvan het water afstroomde gaf een geringe voedingszoutenverrijking. Ten gevolge van de intensivering van de veeteelt wordt het water veel voedselrijker (voedingszouten komen via grondwater en door oppervlakkige afspoeling in sloten terecht). Het uitspoelingsverlies van nitraat (en kalium) neemt toe met het bemestingsniveau en met een afnemend klei- en humusgehalte van de bodem. Op zand- en eerdgronden spoelt aldus zoveel mest uit dat Cerutti et al (1979) van mening zijn, dat toedienen van mest in de winter niet zinvol is.

Op de kleigronden is deze uitspoeling veel minder. Vooral daar vindt oppervlakkige afstroming plaats. Het gevolg hiervan is een sterke groei van zowel wèl als niet wortelende makrofyten.
Verlaging van de grondwaterstand ten gevolge van afgenomen kwel heeft een grote invloed op de mineralisatie van organisch materiaal.
Ten gevolge hiervan neemt het aandeel van calciumrijk kwelwater af ten gunste van zuurder regenwater met een veel hoger SO_4-gehalte.
Fosfaatkomplexen kunnen hierdoor gemakkelijker in oplossing gaan, evenals oplos bare stikstofkomplexen. Kwamen deze verbindingen eerst laat in de zomer beschikbaar voor de vegetatie, nu is dit verschoven in de richting van het voorjaar.
Hoewel niet is aangetoond dat deze situatie zich ook voordoet in die gebieden met verminderde kwel is het zinvol te wijzen op deze veranderingen als bron van verontreiniging van het oppervlaktewater.

Het inlaten van rijnwater in de weteringen en sloten veroorzaakt ook een sterke verrijking van voedingszouten in de wateren.
Tevens wordt het eigen karakter van het water en daardoor van de levensgemeenschappen aangetast. Dit rijnwater wordt ingelaten om de schadelijke effecten van een verbeterde afwatering ('s winters) tegen te gaan!
Daling van de grondwaterstand, afname van de kwel uit de Heuvelrug en vermindering van de toename van de agrarische produktie, hebben vele boeren in het gebied doen besluiten beregeningsinstallaties aan te schaffen, waarvoor het water uit sloten en weteringen wordt gezogen. De extreem droge zomer van 1976 is voor velen van doorslaggevende betekenis geweest bij dit besluit.
Extra rijnwateraanvoer is hiervoor nodig. Ook komt hierdoor rijnwater dieper het gebied in, dus op plaatsen waar het gehele jaar door tot nog toe het water een autochtoon karakter had.
Vooral makrofyten zullen hiervan profiteren (Glyceria, Elodea, kroos(achtigen), Sparganium, Ceratophyllum) waardoor extra schoning dus extra storing, noodzakelijk zal zijn. De levensgemeenschappen ter plaatse zullen sterk wijzigen.

II.1.1.9 Droogtegebieden

Binnen het studiegebied komen "drogere" en "nattere" zones voor gekenmerkt door het voorkomen van hogere en lagere grondwaterstanden en het al dan niet aanwezig zijn van een dicht slotennet (zie kaart nr. 2).
Door de typische ligging van de Kromme Rijn ten opzichte van de zandgronden kunnen min of meer evenwijdige zones onderscheiden worden die slechts hier en daar onderbroken worden waar voormalige beddingen of dekzandruggen het kommengebied inlopen. Vanaf de Kromme Rijn in noordoostelijke richting gaande kunnen de volgende zones onderscheiden worden (zie kaart nr. 2):

- direkt langs de bedding liggen de oeverwallen; sloten komen hier slechts zeer spaarzaam voor en de grondwaterstanden zijn laag (grondwatertrap VII).

- in de lage komgronden komt een zeer dicht slotennet voor en zijn de grondwaterstanden hoog (grondwatertrap II en III);

- in het zuidelijk deel van de dekzandzone wigt de rivierklei uit over de dekzandondergrond, terwijl in het noordelijke gedeelte het dekzand aan de oppervlakte is gelegen. Het slotennet wordt minder dicht en ontbreekt plaatselijk in het noordelijke gedeelte, terwijl ook de grondwaterstanden iets lager worden (voornamelijk grondwatertrap III);

- juist ten zuiden en ter hoogte van de dorpen ligt de oude bouwlandenzone waarin het dekzand door eeuwenlange bemesting circa 50 cm is opgehoogd. Sloten komen hier slechts zeer spaarzaam voor en de grondwaterstanden zijn diep (grondwatertrappen VI en VII);

- ten noorden van de oude bouwlandenzone worden in het westen verstoven dekzanden (stuifzand) en in het oosten de stuwwal aangetroffen. Sloten ontbreken hier, maar plaatselijk komt oppervlaktewater voor in de vorm van aan buitenhuizen gebonden vijverkomplexen.
  De grondwaterstanden zijn diep (grondwatertrap VII).

II.1.2. Eerder verricht onderzoek

Het Kromme Rijngebied is vanaf 1970 het studiegebied van de subfakulteit Biologie van de Rijksuniversiteit van Utrecht (Kromme Rijn-projekt, sinds enige jaren de Vakgroep voor Landschapsoecologie en Natuurbeheer binnen het Botanisch Laboratorium).
Vanuit de Werkgroep "Leefbaarheid en Milieuhygiëne", opgericht door een aantal biologiestudenten der R.U.U., ontstaat een breed opgezet milieuprojekt: Het Kromme Rijn Projekt (K.R.P.). De aanleiding hiervoor is het streekplan Midden- en Zuidoost-Utrecht.
Het doel van het projekt is onderzoek te verrichten waarvan de resultaten kunnen worden gebruikt om tot een ecologisch verantwoord beheer van het landschap te komen. De motieven zijn van maatschappelijke, wetenschappelijke en onderwijskundige aard.
Gedurende het bestaan van de projektgroep zijn zeer vele studentenrapporten geschreven over zowel biotische als abiotische verschijnselen.
De rapporten die het waterig milieu tot onderwerp hebben, hebben meestal betrekking op de wat grotere wateren, althans dit geldt voor het gebied tussen Utrechtse Heuvelrug en Kromme Rijn.
De rapporten waarin de hydrobiologische onderzoeken zijn beschreven zijn:

a. K.R.P. 19, 1971: Planktononderzoek in het Kromme Rijngebied, van G. Bolier, B. Maes en E. Notenboom;
b. L en N-rapport 1978, M. den Hoed: Een planktononderzoek in het Kromme Rijngebied;
c. K.R.P. 43, 1975: Het fytoplankton van het fort bij Rhijnauwen, gemeente Bunnik; P.J. Oostendorp;
d. Het Kromme Rijnlandschap, een ecologische visie. Verslag van het Kromme Rijnprojekt 1974. K.R.P.-rapport nr. 30. Uitgave van de Stichting Natuur en Milieu;
e. A.W. v.d. Vlies: Inventarisatie van de makrofauna in het stroomgebied van de Kromme Rijn in verband met de waterverontreiniging en de vergelijking van een aantal methoden voor de bemonstering van de makrofauna; L.H.W.-rapport nr. 95, H 142.
   De laatste auteur heeft op dezelfde punten bemonsterd als Bolier et al, 1971.

De resultaten van de onderzoekingen van A.W. v.d. Vlies en Bolier et al, samengevat:

ad a en e

Beide onderzoeken hadden betrekking op de grote waterafvoerende weteringen, op een aantal forten en een aantal landgoederen.
De konklusie uit beide verslagen luidt dat slechts de (geïsoleerde) binnen- en buitengracht van fort Rhijnauwen water bevatten dat in kwaliteit (chemisch en biologisch) gunstig afsteekt tegenover de andere onderzochte watervoorkomens.
Alle andere onderzochte fortgrachten en landgoederen bevatten water waarvan de kwaliteit redelijk tot onvoldoende is. het water in de weteringen en rivieren is slecht van kwaliteit te noemen.
De Langbroeker wetering wordt steeds sterker beïnvloed gaande in de richting van Odijk; het effekt kan deels kumulatief genoemd worden, de kwaliteit van het water in chemische en biologische zin wordt in deze richting steeds slechter: toename in deze richting van het chloridegehalte, van totaal fosfaat, van Diptera (tweevleugeligen), van borstelwormen. Slechts in geïsoleerde wateren werden enkele niet algemene soorten gevonden.
De Langbroeker wetering toont vanaf Nederlangbroek een hoger chloridegehalte, hetgeen niet verwonderlijk is, aangezien dit dorp in die tijd (1971) nog huishoudelijk afval loosde op de wetering en er nog steeds rijnwater via de Cother Grift werd ingelaten.
Tegenwoordig voert het zijn afvalwater af naar de r.w.z.i. van Wijk bij Duurstede; het chloridegehalte blijft dan ook gering tot aan het lozingspunt van de r.w.z.i. Doorn waarna het aanzienlijk stijgt.
Hetzelfde kan worden gezegd voor de stikstof en fosforverbindingen.
In perioden met grote droogte wordt water ingelaten via de Cother Grift waardoor onder andere een sterke toename is te zien van het NO_3^-, PO_4^{3-}, Chloride.

Samenvatting literatuuronderzoek

Den Hoed (1979) toonde in augustus en september geen rijnwaterinvloed aan in de Ameronger wetering en de Gooyer wetering.
Het water dat afstroomt uit de richting van de Heuvelrug, heeft een chloridegehalte van 20-40 mg/l. Ook de Langbroeker wetering bevat water met hetzelfde chloridegehalte.
Evenals de vorige genoemde auteurs werkte Den Hoed ook in weteringen en andere wateren met een meer dan lokale waterverzamelende en afvoerende funktie. Dus niet in kleinere watergangen.
Kenmerkend verschil in chemische inhoud tussen watergangen die wel en watergangen die niet worden beïnvloed door (Kromme) rijnwater is dat in de laatste naast een hoge concentratie Cl^- ook grotere hoeveelheden NO_3^- voorkomen. Vooral in watergangen met een lokale funktie zijn genoemde concentraties laag.
Het water in de Langbroeker wetering ten oosten van Nederlangbroek heeft een konstant chloridegehalte in zomer en winter; meestal veroorzaakt menging met Kromme Rijnwater 's zomers een tijdelijke verhoging van de chloride-concentratie.
Zo vinden Cerutti et al (1979) in de winter in het gehele onderzoeksgebied ten zuidoosten van de weg Doorn-Cothen lage chloride-gehalten die een lage standaardafwijking hebben.
In de zomer meten zij hogere waarden doch met een veel grotere standaardafwijking. Een deel van die afwijking wordt veroorzaakt door menging met Kromme Rijnwater (1976), een ander deel door bemesting, regenwater-overstort van de gemeente Leersum.
(Het Consulentschap voor bodemaangelegenheden in de landbouw adviseert een jaarlijkse bemesting van grasland op zandgronden van 60 kg landbouwzout per hectare, dat wil zeggen 95% NaCl).
Hun ervaringen baseren Cerutti et al op analysegegevens van maandelijkse bemonsteringen tussen 1974 en 1979. Verder noemen zij als oorzaak van tijdelijke of lokale schommelingen in het chloridegehalte van de wateren en watertjes in genoemd gebied: strooizout in de winter, afspoeling van bemeste percelen, lekkende stuw in Cother Grift.

(De Cl^--concentratie in het regenwater bedraagt 4,4 mg/l. Voor het grondwater in het Langbroekse gebied bedraagt deze 20-50 mg/l).
Het geciteerde rapport behandelt vooral de nadelige gevolgen, in zowel kwantitatief als kwalitatief opzicht, van rijnwater ten behoeve van beregening van landbouwgronden.
Enige bevindingen betreffende het grondwater zijn:

- in het oostelijk deel van de kom van Langbroek is het grondwater beter dan in het westelijk deel;
- het wordt niet aannemelijk geacht dat de onttrekking ten behoeve van de drinkwatervoorziening belangrijke grondwaterstanddalingen heeft veroorzaakt;
- het kleigehalte van de bodem is van groot belang voor de grootte van de uitspoelingsverliezen.

Hun verdere bevindingen luiden:

Een zeer sterk schommelend nitraat-gehalte; hoge nitraat-concentraties in de winter, lage(r) in de zomer. Als oorzaak hiervoor noemen zij: lage biologische aktiviteit in de winter, grotere af- en uitspoeling van mest. Ook konstateerden zij gierlozingen in de winter (extreem hoge NO_3^--concentraties).
Slechts 's zomers komen lage nitraat-concentraties voor in Langbroeker wetering tussen Sandenburg en Broekweg.
Ook het (ortho)fosfaat-gehalte schommelt aanzienlijk (gehalte is afhankelijk van biologische aktiviteit, van stroomsnelheid van mestgift, van toevoer van (huishoudelijk) afvalwater.
Een algemeen beeld krijgt men niet van het fytoplankton in de in bovengenoemde literatuur onderzochte wateren.
Nu eens zijn het blauwwieren die domineren, dan weer volvocale of chlorococcale groenwieren (Den Hoed, 1979).
Niet altijd worden aantallen genoemd, doch slechts de presentie (Bolier) waardoor vergelijking en waardering der gegevens niet mogelijk is.

Op grond van de makrofauna wordt de volgende konklusie samengevat met betrekking tot kwaliteit:
Een aantal sloten tussen Gooyer en Langbroeker wetering ten oosten van Langbroek hebben goede kwaliteit (Koole, 1975; Ros in Cerutti et al, 1979).
De Langbroeker wetering is redelijk bovenstrooms van Langbroek, benedenstrooms matig tot slecht. De Ameronger wetering is matig tot redelijk in stroomafwaartse richting, de Gooyer wetering is zeer slecht (Simon, 1977; Duchateau, 1978).

Sabben, 1977 en Den Hoed (1979) noemen de volgende planktonsoorten karakteristiek voor de benedenloop van de Langbroeker wetering:
Synura uvella, Stephanodiscus astrea, Synedra acus, Synedra ulna en Scenedesmus quadricauda (Beltman en Bleuten, 1978).
Voor de bovenloop van deze wetering worden karakteristiek genoemd evenals voor de Ameronger wetering: Navicula cryptocephala, Nitzschia hungarica, Gomphonema parvulum, Nitzschia acicularis, Phacus caudatus, Eudorina elegans, Ankistrodesmus falcatus en Closterium moniliferum (Den Hoed, 1978).
Daarnaast Trachelomonas volvocina, Trachelomonas hispida en Meridion circulare (Beltman en Bleuten, 1978; de laatste soort ook Van Dam, pers.med.).
In de literatuur zijn geen gegevens aangetroffen omtrent het slotenplankton in het studiegebied.
Oostendorp (1975) heeft het plankton en de chemie van de grachten in en rond fort Rhijnauwen vergeleken.
Biologisch zijn de verschillen zeer groot, hoewel het niet mogelijk bleek om een verschil in typologie tussen beide wateren te berekenen!
Hij vond vele soorten die kenmerkend zijn voor Rijn (en Maas) plankton en soorten kenmerkend voor zeer lang afgesloten rivierarmen. In de binnengracht komt een aantal soorten voor dat niet voorkomt in de buitengracht.

Het soortenaantal dat in het gezamenlijke grachtensysteem van het fort door Oostendorp is gevonden bedraagt 160-170 (1 jaarcyclus).
De binnengracht bevat water van zeer goede kwaliteit en toont een grote stabiliteit.
De Chloride-concentratie van de binnengracht is zeer stabiel (22-24 mg/l) die van de buitengracht schommelt in de tijd zeer sterk, ongeveer even sterk en van dezelfde grootte als van de Kromme Rijn.
De samenstelling van de vegetatie is eveneens sterk verschillend.
Binnengracht: submerse soorten als Myriophyllum spicatum, Ceratophyllum demersum, Fontinalis antipyretica.
Buitengracht: geen submerse soorten gevonden.

Verder kunnen nog worden genoemd de rapporten: Simon, N.P.L., 1978: Biologische beoordeling van het oppervlaktewater in het Langbroeker wetering gebied in het zuidoosten van Utrecht (L & N nr. 10) en Duchateau, M.J., 1978: Makrofauna-onderzoek in enkele sloten en weteringen in het Kromme Rijngebied, betreffende saprobiesystemen, schoning en neerslag (L & N nr. 6).
Beide rapporten geven een overzicht van de makrofauna in de weteringen en van de chemische samenstelling van het water dat er door stroomt.
Simon komt tot de konklusie dat het vooral de Gooyer wetering, de noordoost-zuidwest gerichte weteringen (de Oostelijke Snel van Sandenburg, de Oude Snel van Sandenburg, de Strijp, de Melkweg wetering en een in dezelfde richting verlopende wetering langs het bos van Damen) en in geringe mate de Langbroeker wetering zijn die alle sterk tot zeer sterk zijn verontreinigd.
Voor een aantal wateren ligt deze slechte kwaliteit van het water voor de hand: De r.z.i.'s van Doorn en van Driebergen lozen op deze watergangen.
Ook Leersum loost overstortwater op de Gooyer wetering (3 à 5 keer per jaar na zware regenval). Op de oorzaak van de slechte waterkwaliteit in de overige genoemde weteringen wordt niet ingegaan.
Uit de gegevens van Simon valt zeer duidelijk af te leiden dat de invloed van de r.w.z.i. Doorn op de Gooyer wetering zéér groot is, doch op de Langbroeker wetering niet meetbaar is. De invloed van het effluent van de r.w.z.i. Driebergen op de waterkwaliteit in de Langbroeker wetering is eveneens zeer gering.
Hieruit mag niet de konklusie worden getrokken dat de invloed van het effluent op de makrofauna die leeft in de ontvangende waterlopen niet meetbaar is. Er treden wel verschuivingen op in de soortensamenstelling, hetgeen zou kunnen betekenen dat de gebruikte waterkwaliteitsbeoordelingssystemen er niet bruikbaar zijn of dat zelfs de makrofauna voor het beoordelen niet geschikt is voor genoemde wateren.
Duchateau komt in grote lijnen tot dezelfde konklusies als Simon.
Ook zij vindt aan de hand van de makrofauna geen signifikante verschillen in waterkwaliteit in de Langbroeker wetering ten gevolge van effluentlozingen. Beide auteurs hebben echter dezelfde beoordelingssystemen gebruikt, zodat overeenkomstige resultaten voor de hand liggen.
Simon noemt echter de Melkweg wetering vlakbij de Gooyer wetering sterk verontreinigd. Duchateau echter juist niet verontreinigd.
Hetzelfde geldt voor de vaart langs het bos van Damen en nog enkele andere punten.

Naast deze typische hydrobiologische referenties is nog een groot aantal publikaties verschenen in het kader van het Kromme Rijn Projekt. Ook de overheid heeft veel onderzoek op vooral hydrologisch en planologisch gebied doen verrichten.
Commissie Hydrologisch onderzoek in het Kromme Rijngebied; Provinciale Staten van Utrecht, 1974: Streekplan Midden- en Zuidoost-Utrecht.
Dit plan is opgesteld om de ruimtelijke ontwikkeling voor het Kromme Rijngebied tot 1985 in hoofdlijnen aan te geven.

Onderzoek De Uithof in het kader van het Kromme Rijn Projekt.
Het betreft een onderzoek naar de makrofauna en de mikroflora.
Er zijn nog te weinig gegevens om een korte schets te geven van de resultaten.
Het monsternet is zeer dicht. Het onderzoek is zeker voor het milieukarteringsprojekt van de provincie zeer interessant, vooral omdat:

a. in sloten is gemonsterd;
b. het onderzoek is verricht in 1976, dus betrekkelijk goed vergelijkbaar en
c. de foutenbron bij het determineren te bepalen is vanwege de goede kontakten die bestaan tussen de Vakgroep voor Landschapsoecologie van de R.U.U. en de afdeling Ecologie van P.W.U.

Van de makrofauna zijn gegevens van 1976 en van de winter van 1977/78 bekend.
De volgende rapporten zijn verschenen:

1. Huizer, R.C.Th. en Putten, L.J.A. van, 1980: Beoordeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater van het Universiteitscentrum "De Uithof" e.o. te Utrecht met behulp van de makrofauna; L & N verslag nr. 22;

2. de Neys, F., 1980: Waterkwaliteit in enkele watergangen van "De Uithof" en omgeving.

Ad 1
De auteurs hebben vier keer een serie monsters genomen in een grote verscheidenheid aan watertypen.
De monsters werden genomen in oktober 1975 en in februari, maart, april en juni 1976.
In chemisch opzicht traden grote verschillen op tussen de diverse watertypen.
Enkele voorbeelden mogen dit illustreren: zuurstofgehalte varieerde van 0-30 mg/l, nitraat van 0,1-40 mg/l, fosfaat van 0,1-50 mg/l. De enorm hoge waarden worden veroorzaakt door rioolwaterzuiveringseffluent r.w.z.i. Zeist, door lozingen van boerderijen, door het inlaten van Kromme Rijn-water.
De geïsoleerde sloten bevatten water met lage gehalten aan deze chemische verbindingen.
De auteurs hebben de wateren in de Uithof op grond van een kombinatie van chemische en biologische (makrofaunistische) kriteria ingedeeld in drie kwaliteitsklassen. De oorspronkelijke sloten zijn het minst gestoord, de sloten die onder invloed staan van Kromme Rijn-water zijn matig gestoord en sloten met rioolwaterzuiveringseffluent en boederijlozingen zijn het meest gestoord.

Ad 2
In de winter van 1977/78 deed De Neys een vergelijkbaar onderzoek op een groot aantal overeenkomende punten als onder Ad 1 genoemd.
Daarnaast koos hij echter een aantal nieuwe. Hij heeft getracht het beoordelingssysteem van deze auteurs te toetsen, verder te onderbouwen en te vergelijken met andere waterkwaliteitssystemen.
In het algemeen worden dezelfde organismen aangetroffen als in het vorige onderzoek (van Huizer en Putten). Ook chemisch gezien waren de overeenkomsten groot.
Het voorkomen van kokerjufferlarven en vlokreeften lijkt sterk gecorreleerd met monsterpunten met een hoge diversiteit.
Geen relatie is gevonden tussen de makrofauna-samenstelling en de dimensionering en profilering der sloten.
De chemische en biologische gegevens zullen worden toegevoegd aan het gegevensbestand van P.W.U. afdeling Ecologie en zullen worden gebruikt bij de interpretatie.

Het gebied tussen Amerongerdijk en Lekdijk ten noordoosten van de Natewisch is in 1978 en 1980 het studiegebied geweest van het R.I.N. (zie Jaarverslag R.I.N. pagina 36) afdeling Landschapsoecologie.

Het onderzoek heeft een multidisciplinair karakter en is nog in volle gang zodat resultaten pas later te verwachten zijn.
Ook dit projekt is zeer aantrekkelijk als aanvulling op de gegevens van de milieukartering, vooral omdat het monsternet vrij dicht is en er gemonsterd is in 1978 en 1979. Het onderzoek wordt uitgevoerd door specialisten in de diverse disciplines, waardoor de betrouwbaarheid zeer hoog is.
Een voorlopig overzicht van een chemisch onderzoek in oktober 1979 toont aan dat in het gebied sprake is van twee typen kwel: kwel vanonder de Lekdijk tussen de stuw in de Rijn en de zuidwestgrens van Zuylestein, die zeer sterk is direkt boven de stuw.
De oorzaak van deze sterke kwel ligt in de opstuwing van water tegen de stuwdeuren; hetgeen aanleiding geeft tot een grotere infiltratie die wellicht zelfs zijn invloed doet gelden op de grondwaterstand in de kom van Langbroek.
Direkt beneden de stuw vindt sterke inzijging van water plaats.
Dat het hier Rijnkwel betreft valt af te leiden uit de hoge Chloride-gehaltes in het water van de sloten onder de dijk, alsmede uit de hoge geleidbaarheid. Het water wordt afgevoerd naar de Ameronger wetering (in de afvoerende sloten zijn relatief hoge Chloride-gehaltes en geleidbaarheidswaarden, verdunning met zoet water is echter reeds een feit).
Ten noorden van de zuidgrens van Zuylestein treedt ook kwel op.
Hoge Cl^--gehalten zijn daar echter niet gevonden zodat hiermee wordt aangetoond, dat deze kwel afkomstig is van de Utrechtse Heuvelrug.
Van het hele gebied zijn zeer uitgebreid E.G.V.-metingen verricht op verschillende tijdstippen.
Het onderzoek omvat ook een studie naar het voorkomen van diatomeeën in relatie met fysische en chemische parameters en wordt uitgevoerd door drs. H. van Dam van het R.I.N., een specialist op het gebied van kiezelwieren in zowel systematisch als eocologisch opzicht.
Zijn gegevens en resultaten zullen te zijner tijd het onderhavige onderzoek kunnen aanvullen.
In de toekomst zijn tevens resultaten te verwachten van het makrofauna-onderzoek.
Een interessant onderzoek is dat van Clausman, P.H.M.A. et al, geheten "Patroononderzoek aan slootkantvegetaties", K.R.P.-44.
Het is een studie die is uitgevoerd in het gebied tussen Gooyer- en Langbroeker wetering ter hoogte van de boerderij de Nieuwe Dompselaar. Interessant omdat:

a. dit een gebied is dat het minst is aangetast door oppervlaktewatervervuiling (med. hr. Jonkers van het Waterschap de Kromme Rijn, geciteerd uit bovengenoemd rapport) vooral ten gevolge van optredende kwel vanuit de Utrechtse Heuvelrug;
b. dit een gebied is dat noch door de vegetatiekundigen, noch door de hydrobioloog kon worden bezocht, omdat de eigenaren van de twee Dompselaers (de nieuwe en de oude Dompselaer) daarvoor geen toestemming wilden verlenen.

In de sloten komen vijf soorten waterfonteinkruid voor (Pot. compressus, P. lucens, P. natans, P. pectinatus, P. pusillus), verder Stratiotes aloides, Myriophyllum spicatum en M. verticillatum; de laatste is een plant die de voorkeur geeft aan sloten met niet verontreinigd kwelwater. Verder zijn gevonden Nuphar lutea, Elodea canadensis, Lemna div. spec., Spirodela polyrhiza, Hydrocharis morsus-ranae, Callitriche platycarpa als echte waterplanten.
Helaas is uit het onderzoek niet op te maken waar de soorten precies voorkomen.

In 1978 heeft de sektor flora en vegetatie van P.W.U. een zeer groot gedeelte van het studiegebied geïnventariseerd. De gegevens van dat onderzoek zijn reeds computermatig verwerkt, dat wil zeggen de gevonden soorten, de km-hokken en abiotische gegevens zijn alle opgenomen in het ponskaartenbestand; van de plantensoorten is een "uitdraai" aanwezig (per km. hok, per landschapstype).
Deze gegevens zijn ter inzage bij P.W.U., afdeling Ecologie.

Daarnaast werden de vegetaties afzonderlijk bewerkt, zodat een goed overzicht ontstaat van de vegetaties die kunnen worden aangetroffen in het gebied van onderzoek.

In het gebied van de Utrechtse Heuvelrug zijn eveneens een aantal onderzoeken verricht.
Het Leersumse Veld is een studie-objekt van het Rijks Instituut voor Natuurbeheer (R.I.N.).
1958, Leentvaar, P.: Hydrobiologische waarnemingen in de Leersumse plassen. RIVON-mededeling nr. 55.
Een vijftal soorten komt soms tijdelijk, soms zeer langdurig voor in de plassen in grote aantallen. In soortenopbouw verschillen de beide plassen voor wat betreft het voorkomen van zowel draadwieren als planktonische wieren; ook in chemische samenstelling verschillen de beide plassen: vooral ammoniak en fosfaat zijn in de tweede plas aanzienlijk hoger. De relatie met de meeuwenkolonie in de tweede plas wordt wel aangeduid doch er wordt geen oorzakelijk verband gelegd.
Wel nemen genoemde verbindingen toe parallel met de grootte van de meeuwenkolonie. Concentraties van de verbindingen worden niet gegeven.
Leentvaar, P., 1967: Observations in Guenotrophic Environment.
Hydrobiologia XXIV (3-4) p. 441-489.
Leentvaar heeft daarvoor een vergelijkende studie gemaakt van een aantal guanotrofe meren, onder andere Leersumse Veld, plas 2.
In 1973 is opnieuw een vergelijkend onderzoek gedaan tussen het Pluismeer en het Leersumse Veld:
Hohné, G.H.J., 1976: Hydrobiologisch onderzoek van het Pluismeer en het Leersumse Veld (plas 2 waarin meeuwenkolonie) is sterk eutroof, met een aantal organismen die in grote getale voorkomen en die wijzen op een sterke storing. Sterke algenontwikkeling blijft beperkt ten gevolge van de donkerbruine kleur van het water.
Een aantal goudwiersoorten wijst op het voorkomen van humuszuurkomplexen in het water; er komen relatief veel schaalamoeben voor, typische bodemorganismen.
B.O.D.-waarden wijzen op een ernstige mate van verontreiniging.
Geïsoleerde delen van de plas (Derde Plas) steken gunstig af tegenover de verontreinigde tweede plas.
Vegetatie. Tot 1925 werd de oeverzone gekenmerkt door soorten die overeenkwamen met het oligotrofe karakter van de plassen (veenbes, orchideeën, zonnedauw, wolfsklauw).
Tegenwoordig vindt men hier zeer dominant potrus, lisdodde, mannagras, pijpestrootje (foto's 3 en 3a, pag. 32b).
Het water in de plas staat hoger dan de grondwaterspiegel (schijngrondwaterspiegel). Het is volgens deze auteur daarom dat de excessieve onttrekking van grondwater ten behoeve van drinkwater zo betrekkelijk weinig effekt heeft gehad op het waterniveau in de grote plas van het Leersumse Veld.

II.1.3. Een globaal overzicht van de milieutypen die een rol hebben gespeeld bij de keuze der monsterpunten

Het landschap van het in 1978 te inventariseren gebied is zeer gevarieerd: het hoogste gedeelte vormt de Utrechtse Heuvelrug met vooral vijvers van landgoederen, bosvijvers, bosvennen en enkele plassen ten gevolge van zandafgravingen.
Gaande in de richting van de Kromme Rijn treft men een overgangsgebied aan. Hierin gaat het zand geleidelijk over in een kleilaag.
De weilanden worden veelvuldig afgewisseld met percelen hakhout en landgoederen.
De waterstand wisselt er sterk (vooral in het noorden) en 's zomers vallen sloten vaak droog (zie II.1.5).
Meer naar de Kromme Rijn gaande treft men een komgrondengebied aan met voornamelijk klei.

In de laatste gebieden vindt men vele landgoederen met boskomplexen (foto nr. 1, pag. 19a).
De kasteelvijvers worden echter in de meeste gevallen gevoed met water uit de Kromme Rijn.
In het gebied tussen de voet van de Utrechtse Heuvelrug en de Langbroeker wetering komt veel kwelwater vanuit de Heuvelrug naar de oppervlakte, hetgeen vaak te merken is aan de roodbruine neerslag van ferrizouten op bodem en planten.
Geïsoleerde watervoorkomens treft men weinig aan.
In het gebied tussen Ameronger wetering, Lekdijk, Amerongen en Wijk bij Duurstede vindt men in principe dezelfde overgangen.
Daarnaast treft men er gebieden aan die in meer of mindere mate onder invloed staan van dijkkwel. Vooral het gebied ten noorden van de stuw in de Nederrijn ondervindt grote invloed van deze kwel.
In het gehele Noordelijke Kromme Rijngebied vindt men hoofdzakelijk weiden afgewisseld met parkbos, griend en andere hakhoutkomplexen. In mindere mate treft men boomgaarden aan terwijl nog minder akkerbouwland voorkomt. Het aantal maisakkers is echter toegenomen de laatste jaren en neemt nog voortdurend toe.
In de zomer wordt veel water vanuit de Kromme Rijn ingelaten, dat op zijn beurt weer water ontvangt van de Rijn. Het wordt op verschillende plaatsen via brede weteringen ingevoerd en verspreid over het gebied.
Bij wateroverlast wordt langs deze wegen juist water afgevoerd.
Het zal duidelijk zijn dat het aantal kombinaties van faktoren die een water kunnen beïnvloeden zeer veel groter zal zijn dan het aantal verwerkbare monsterpunten. Niet elke kombinatie wordt echter aangetroffen.
Illustratief zijn misschien de hakhoutkomplexen. Er komen komplexen voor zonder kwel, met Rijnkwel, met kwel van de hoge gronden, met en zonder geïsoleerde sloten, met en zonder droogvallende sloten, komplexen die zorgvuldig, andere die slecht beheerd worden.

Er zijn 9 mogelijkheden opgesomd, die in vele kombinaties kunnen optreden, hetgeen betekent dat ten minste 18 monsterpunten (van elke mogelijkheid moet een duplo gekreëerd worden) in hakhoutkomplexen zouden moeten liggen, waardoor voor de resterende gebieden te weinig monsterpunten zijn gereserveerd.
De vraag is dus hoe zijn zo'n 35-40 monsterpunten zó te kiezen in een gebied van ± 280 km² met zijn vele oecologische variaties, dat een representatief beeld wordt verkregen van de watertypen (in biologische zin).
In feite is het gebied zo'n 100 km² groot, de rest wordt ingenomen door de hogere zandgronden van de Utrechtse Heuvelrug waar slechts weinig watervoorkomens worden aangetroffen.
Vaak is de toegankelijkheid en de bereikbaarheid van een geselekteerd monsterpunt een afsluitend kriterium, met als extra hindernis de weigering van een landeigenaar voor het betreden van zijn land.
Veel van de bemonsteringen zijn zonder assistentie verricht, waardoor juist de bereikbaarheid toch nog vaak een rol speelt.
Weigeringen van landeigenaren is in 5 gevallen de oorzaak geweest dat een uitgekozen monsterpunt verviel.
Het selekteren der monsterpunten heeft in onderstaande volgorde plaatsgevonden.

Kennismaking met het gebied en selektie der monsterpunten

1. In het veld, dat wil zeggen doorkruisen van het gebied. Notities maken van bijzonderheden als stroomrichting, droogvallen van sloten, plaatsen waar gegierd wordt, kwelplekken vastleggen voor zover het seizoen dat toeliet, beschrijven van plantengroei, toegankelijkheid.

2. Ten kantore. Bestudering hydrologie, geologie, verslagen van eerder verricht onderzoek en van floristische en vegetatiegegevens van de groep flora- en vegetatiekartering van afdeling Ecologie. Kombineren van gegevens. Vaststelling van een groot aantal potentiële monsterpunten.

Foto nr. 1.

Landgoederen "Sterkenburg" (links) en "Walenburg" (rechts).
Parkbossen en weilanden wisselen elkaar af.

3. Nalopen van deze monsterpunten in het veld. Schifting en laten vallen van onlogische, ontoegankelijke en onbereikbare punten.
   Uiteindelijk blijven aldus 35-40 monsterpunten over, die een min of meer representatief beeld geven van hydrobiologie in het betrokken gebied.

De procedure wijkt enigszins af van die welke is beschreven in bijlage 3.
Bij de in 1978 gevolgde procedure ontbreekt namelijk de aanvulling van floristische en vegetatiegegevens van de groep flora- en vegetatiekartering van afdeling Ecologie.

II.1.4. Gekozen monsterpunten

In paragraaf II.1.3. is uiteengezet welke kriteria hebben geleid tot de keuze van de monsterpunten.
In 1978, het startjaar van het onderzoek, is getracht om een zo ruim mogelijk overzicht te geven van het betrokken studiegebied.
Niet elk landschapstype, niet elke hydrologisch, geologisch of bodemkundig, chemisch en biologisch kriterium of kombinaties daarvan is aan de orde gekomen (zie II.1.3.).
Ook kon slechts in geringe mate gebruik worden gemaakt van eerder verricht onderzoek. In de loop van het jaar van onderzoek kwamen de gegevens binnen van de flora- en vegetatiekartering. Een aantal monsterpunten is dan ook verlaten ten gunste van andere. Soms is een monsterpunt wat verlegd.

Als bijlage is een lijst opgenomen van de monsterpunten, hun geografische ligging, alsmede een aantal gegevens betreffende de monsterplek.(bijlage 4.1.); zie ook kaart nr. 4.
In onderstaande tabel zijn de gebruikte kriteria genoemd met daarachter ingevuld welke monsterpunten hieraan voldoen.

Tabel B Hoofdkriteria bij de monsterpuntenkeuze en de monsterpuntennummer die daaraan voldoen

kriterium	monsterpunten
bodemsoort: klei	
van het water zand	4A, 5A, 10A, 12, 14, 17, 18, 24, 25, 52, 54, 72B, 85
weiland	4A, 5A, 3, 10A, 12B, 14, 18, 18B, 19, 59, 24, 25, 62
bouwland	geen enkele
bos	5A, 6A, 67, 58, 60, 71B, 73B,
kwel - dijk	1, 4A, 5A, 85
heuvelrug	1, 25, 70B, 10A, 17, 73B, 8A, 3, 19, 51
lokaal/onbekend	24, 72B
omringende grond onbemest	4A, 6A, 51, 67, 61, 54, 55, 56, 58, 60, 85, 71B, 73B, 70B, 100
geïsoleerd - geheel	4A, 6A, 67, 61, 56, 58, 60, 71B, 73B, 100, 99
- aan een kant	1A, 51, 85, 70B
sloot	1A, 4A, 5A, 6A, 17, 3, 9A, 10A, 12A, 12B, 14, 51, 19, 18B, 50, 53, 24, 25, 54, 85, 72B, 70B
wetering	2A, 7A, 8A, 52, 18, 59, 62, 13A, 9A
fortgracht	57
landgoedvijver/gracht	67
houtkade/sloot/wetering langs bos	1A, 5A, 8A, 9A, 51, 53
vijver (open, dus zonder geboomte)	55, 56
bosven	58, 60, 71B, 73B
frequent, doch onregelmatig stromend	1A, 2A, 7A, A6, 8A, 12A, 52, 57, 62, 13A

Uit de tabel blijkt, dat voor eenzelfde monsterpunt verschillende (à priori gekozen) kriteria kunnen gelden.

De lijsten met gevonden organismen worden in een apart rapport verwerkt, omdat eerst computerprogrammatuur moet worden vervaardigd.

Stand analyse Hydrobiologisch onderzoek 1978
Hieronder volgt een overzicht van de stand van de analyse per januari 1983.

Fytoplankton : analyse afgerond.
Diatomeeën : analyse afgerond.
Makrofauna : analyse afgerond.

Zoöplankton : slechts enkele monsters zijn geanalyseerd.
Van overige monsters is de afrondingsdatum niet bekend.
Bodemmonsters : geen zicht op analyse. Gefixeerde monsters zijn onbehandeld opgeslagen.

In 1978 was er tijdens het monsteren enige assistentie. Deze bestond uit het verzamelen van chemische monsters. Tijdens de tweede periode is enige assistentie verleend door een scholier.
De analyse van de makrofauna van de eerste monsterperiode is uitgevoerd door een geroutineerde biologie-student.

II.1.5. Diskussie

II.1.5.1. Chemisch-fysisch onderzoek

Zuurstof

Het zuurstofgehalte in een water kan sterk variëren in de loop van een etmaal. Water dat steeds een O_2 percentage bevat van 90-110 kan men als kwalitatief goed beschouwen. De schommelingen zijn er gering en de zuurstofconcentratie wordt naast biologische processen (primaire produktie en konsumptie) vooral bepaald door diffusie vanuit de lucht. Men treft deze situatie aan in matig voedselrijke grote en diepe wateren.
In sloten, weteringen en ondiepe plassen zijn de dagelijkse zuurstofschommelingen veelal groot (grote primaire produktie, sterke afhankelijkheid van bodemprocessen, geringere diffusie vanuit de lucht).
In wateren met een dicht (drijvend) plantendek zoals Lemna spec., Spirodela polyrhiza, Azolla filicoides, treedt de zuurstofproduktie in het water sterk terug, terwijl de CO_2 produktie ten gevolge van afbraak groot is; ook treedt geen diffusie op van zuurstof uit de lucht.
Tussen deze twee uiterste situaties schommelt het zuurstofgehalte. De konsentratie zal tevens sterk afhankelijk zijn van de dichtheid van de vegetatie, zowel boven, op, als onder water.
Planten met een hoge zuurstofproduktie: Elodea spec., Ceratophyllum spec., Myriophyllum spec., Characeae, Callitriche spec.. Vaak treedt in de zomer in wateren met een dichte begroeiing van bovengenoemde planten zo'n sterke produktie van zuurstof op, dat dit gas in bellen naar het oppervlak stijgt. De (over) geproduceerde zuurstof is voor het water dan verloren. 's Nachts kan er dan een tekort optreden dat zó groot is dat de grotere vissen kunnen bezwijken door zuurstofgebrek. Naarmate de zomer vordert neemt de dichtheid der vegetatie toe en zo ziet men dan ook meestal dat in de kleine watergangen het zuurstofgehalte 's zomers geringer is dan in het voorjaar.
In grotere wateren is deze afhankelijkheid niet aanwezig.
In hoog produktieve (dat wil zeggen planktonrijke) grote wateren is in het algemeen de zuurstofproduktie in de zomer groter dan in het voorjaar. De dagelijkse schommelingen zijn dan ook groot. In laag produktieve grote wateren is het zuurstofgehalte het gehele jaar door ongeveer gelijk. Dagelijkse schommelingen zijn gering.
De monsterpunten 1A, 4A, 6A liggen in sterk beschaduwde watergangen. Men ziet er dan ook lage zuurstofconcentraties.
In een aantal plantenrijke watergangen (ondergedoken planten) is het water overzadigd (3A, 7A, 56).

Chloridegehalte (figuur E, Bijlage blz. B5.5)

Het onderzoeksgebied kan verdeeld worden in een zone met een min of meer konstant en een waarin de Cl^- konsentratie varieert.

In het eerste geval is de konsentratie laag, in het tweede geval is deze in het voorjaar laag, in de (na)zomer hoog. Buiten deze serie waarnemingen zijn nog gegevens beschikbaar van het reguliere waterkwaliteitsonderzoekprogramma van de Kromme Rijn en van de Langbroeker wetering. De eerste waterloop heeft met uitzondering van de winter en het voorjaar voortdurend een hoog Cl^- gehalte, bij de laatste treden naast wisselende gehalten ook konstante lage waarden op, afhankelijk van de plaats in de wetering waar gemonsterd is.
Samen met Den Hoed (1978) kan de volgende konklusie worden getrokken.
De Ameronger wetering, de Gooyer wetering, de Langbroeker wetering tussen de Amerongerdijk en Langbroek en de weteringen tussen de laatste twee genoemde watergangen zijn het gehele jaar door gevuld met water dat een laag chloridegehalte bevat. Het ingelaten water vanuit de Kromme Rijn bereikt deze wateren niet.
De Langbroeker wetering ten westen van Nederlangbroek ontvangt 's zomers Kromme Rijnwater via de Cother Grift. Vandaar dat in deze wateren een wisselend chloridegehalte wordt aangetroffen. De r.w.z.i. van Doorn loost zijn effluent op de Gooyer wetering. Vanaf deze plaats westwaarts wordt een wisselend chloridegehalte aangetroffen. In het gebied ten zuidoosten van de Ameronger wetering treedt kwel op van Rijnwater. Aan de voet van de dijk worden het gehele jaar door hoge Chloride-gehalten gevonden (Van Dam) evenals een aantal sloten die dit water afvoeren naar de Ameronger wetering. Het water dat deze wetering bereikt wordt er echter zo sterk verdund, dat een verhoging in het chloridegehalte nauwelijks wordt gevonden. In de rest van dit gebied is het chloridegehalte steeds laag te noemen.
De wateren op de Utrechtse Heuvelrug en de sloten in de weilanden ten zuiden daarvan tot aan de Langbroeker wetering hebben een laag (30-50 mg/l) tot zeer laag (10-30 mg/l) chloridegehalte.
In het laatste geval is de grondwaterfraktie groot ten opzichte van de regenwaterfraktie, in het eerste geval is het andersom.
Het water ten noorden van Bunnik wordt voor een zeer groot deel beïnvloed door het Kromme Rijnwater dat door dit gebied circuleert, afhankelijk van de behoefte.
Slechts in de sloten rond het fort Hoofddijk treft men water aan dat permanent arm is aan Cl^- ionen.
Absoluut gezien zijn de Cl^- konsentraties niet hoog te noemen; misschien moet hierop uitgezonderd worden het water van de Kromme Rijn en het kwelwater aan de voet van de Lekdijk.
Redeke (1948) neemt als de grens tussen zoet en brak een chloridegehalte van 100 mg/l (viz) "...aangezien alle wateren op onze hooggelegen gronden, waar een vermenging met zeewater uitgesloten is, afgezien van lokale invloeden... Dit geldt ook voor alle rivieren boven de getijgrens".
Deze laatste opmerking geldt zeker niet voor de Rijn. Deze indeling is, zoals de auteur zelf aangeeft, voorlopig en zuiver hydrologisch en niet gebaseerd op het voorkomen van bepaalde organismen of levengemeenschappen.
Van Dam (1975) onderscheidt de volgende klassen van organismen:

$Cl^- < 100$	: zoetwatersoorten	
$100 < Cl^- < 500$	: zoet-brakke	oligohalien
$500 < Cl^- < 1000$	: brak-zoete	
$1000 < Cl^- < 5000$	: brakke	mesohalien
$5000 < Cl^- < 10000$	: brak-zout	

Kolbe (1927) - zie Cholnoky, 1968 - onderscheidt drie kategorieën die hij heeft opgesteld aan de hand van gemeenschappen van diatomeeën, te weten:

Euhalobien (zeewater) diatomeeën hebben zeewater als verspreidingsgebied (zoutgehalte 300-400 gram per liter).
Mesohalobien diatomeeën die voorkomen in wateren met een zoutconcentratie van 5000-20000 mg/l.

Oligohalien:

a. halofiele soorten, ontwikkeling wordt gestimuleerd door geringe zoutconcentratie;
b. indifferente soorten, zoetwatersoorten die tamelijk ver kunnen indringen in brakke wateren;
c. halofobe soorten, extreem gevoelig voor geringe zoutconcentraties.

Van der Werff en Huls (1957-1974) onderscheiden:

zoet : $Cl^- < 100$ mg/l
brak : oligohalien Cl^- 100- 500 mg/l
mesohalien Cl^- 5000-10000 mg/l
polyhalien Cl^- 10000-17000 mg/l
zout : $Cl^- > 17000$ mg/l

Op grond hiervan delen zij de diatomeeën in.

Hoewel alle genoemde auteurs de grens tussen zoet en niet-zoet leggen bij 100 mg/l, zijn hun kriteria arbitrair.

Olsen (1950) legde de grens eveneens bij 100 mg/l Cl^-; boven deze waarde bestond er een positieve relatie met het specifieke geleidingsvermogen.
In de final resolutions van een internationaal symposium in Venetië wordt al het water van een $Cl^- <$ dan circa 300 mg zoet genoemd. 300 mg is tevens de smaakgrens.

Geleidingsvermogen en verband Cl^- en E.G.V. (figuur E, bijlage, blz. B5.5)

De wateren op de Heuvelrug hebben alle een geleidingsvermogen dat kleiner is dan circa 220 μS cm^{-1}. Een kleine groep van wateren heeft een E.G.V. dat varieert van 80-120 μS cm^{-1} ($Cl^- <$ 20 mg/l).
Deze zijn: plasje in bossen bij Darthuizen, sloot op landgoed Broekhuizen, de Leemkuil en het bosplasje bij Sparrenheide (Driebergen). De meeste overige wateren hebben een E.G.V. van 280 tot 600 μS cm^{-1}.
De variatie aan Cl^- ionen is in deze groep niet groot (30-90 mg/l).
Een aantal wateren heeft een E.G.V. > 600 μS cm^{-1}; de bijbehorende Chloridegetallen variëren hier sterk.
In figuur E, bijlage blz. B5.6 zijn van een zeer groot aantal monsterpunten van het bemonsteringsprogramma 1978 tot en met 1982. Beide variabelen zijn lineair uitgezet.
Het grafisch verband tussen beide parameters lijkt een rechte, waarvan de richting verandert bij circa 550 μS cm^{-1}; beneden deze waarde loopt de rechte nagenoeg parallel met de E.G.V-as, daarboven is de richting circa 20°.
Bij een E.G.V. > 100 μS cm^{-1} neemt de spreiding van het Cl^--gehalte bij een zekere E.G.V. sterk toe.
De grafiek toont aan dat het geleidingsvermogen voor ion-arme wateren, zoals die te vinden zijn op de Utrechtse Heuvelrug, in geringe mate wordt bepaald door het chloridegehalte. Bij een E.G.V. > 500 μS cm^{-1} wordt het geleidingsvermogen in sterke mate bepaald door het Cl^-.
Bij humuszuurrijke wateren wordt het geleidingsvermogen negatief beïnvloed door de grote moleculen van de negatieve zuurrest.
Bij zeer lage pH dient een korrektie te worden toegepast voor de E.G.V. aangezien het geleidingsvermogen te sterk wordt bepaald door de H^+ ionen.
Op grond van de genoemde grafiek kan de volgende indeling voor wat betreft het E.G.V. voorgesteld worden.

a.	E.G.V. < 120	Cl^- < 20	EGV in μS cm^{-1}
b.	120 < E.G.V. < 550	20 < Cl^- < 60	Cl^- in mg/l
c.	550 < E.G.V. < 1000	60 < Cl^- < 200	
d.	E.G.V. < 1000	Cl^- < 200 (sterk variabel)	

De grafiek laat geen indeling toe voor het E.G.V. > 2000 (te weinig waarnemingen). In het Kromme Rijngebied worden deze waarden zelden aangetroffen en zijn derhalve hier niet interessant.
De indeling is theoretisch; het lijkt niet waarschijnlijk dat er biologische parallellen zijn, althans niet voor de waarden kleiner dan 1000 μS cm^{-1}.
In klasse a worden de plasjes aangetroffen die het grootste deel worden gevoed door grondwater (regenwater heeft een Cl^- konsentratie van 30 à 40 ppm) (plasje bij Sparrenheide, de Leemkuil en bij Darthuizen).
In klasse c komen diè wateren voor die in verbinding staan met water uit de Kromme Rijn of met zoutrijk kwelwater vanaf de Lek.
Bij een enkele lokatie is een hoge E.G.V. niet verklaarbaar met rijnwater-invloed. Zo ligt het AMEV-plasje geheel geïsoleerd in een gebied waar de relatie met rijnwater niet voor de hand ligt (800 μS).
Hetzelfde geldt voor het water in park Bloeyendael en voor de sloot langs de Archimedeslaan. Het Cl^- gehalte is er dan ook niet hoog te noemen.
Van klasse d zijn geen voorbeelden in het onderzoeksgebied te noemen. De overige punten zijn onder te brengen in klasse b.
Het zijn wateren die bijna alle in agrarisch gebied liggen dat ligt tussen de Utrechtse Heuvelrug en de Kromme Rijn. Een enkele ligt op de Heuvelrug en staat onder invloed van een storing (Leersumse Veld herbergde een meeuwenkolonie).
De ionensamenstelling wordt in de wateren van klasse b hoofdzakelijk bepaald door de samenstelling van de bodem, door de agrarische aktiviteit en door de hiermee samenhangende biologische aktiviteit.

Zuurgraad

Wateren met een hoge primaire produktie, dus waarin veel plantengroei plaatsvindt, hebben in het algemeen een lagere zuurgraad (hogere pH) dan wateren met een geringe plantengroei. In dergelijke wateren is de ionenconcentratie aan opgeloste ionen veel groter (zie vorige paragraaf).
Vooral door de aanwezigheid van grotere hoeveelheden bicarbonaat-ionen, die het gevolg zijn van een hoge concentratie Calcium, is de bufferkapaciteit er ook veel groter (Calcium-bicarbonaatbuffer).
De zuurgraad kan negatief beïnvloed worden door afbraakprocessen en door vermindering van de fotosynthese ten gevolge van beschaduwing.
De meeste ion-arme wateren reageren zuur; de bufferkapaciteit is er gering dat wil zeggen relatief geringe hoeveelheden van een pH-veranderend ion hebben invloed op de zuurgraad van dat water.
In typisch oligotrofe plassen is de primaire produktie gering ten gevolge van de armoede aan voedingsstoffen. De pH is er van nature laag en is voor een deel toe te schrijven aan biologische processen en aan de aanwezigheid van meer of minder humuszuren.
Ten gevolge van de toenemende konsentratie aan SO_2 ionen in de lucht, die worden veroorzaakt door de verbranding van excessieve hoeveelheden fossiele brandstof, neemt juist in die wateren met een geringe bufferkapaciteit de pH dramatisch af. Het gevolg is een stagnatie van de minerale kringloop (de aktiviteit van vooral afbrekende mikro-organismen neemt af door een lage pH). Er treedt een schijnvoedselarmoede op, waardoor er een teruggang optreedt van levensvormen (Coesel).
Van Dam en Coesel hebben een aanzienlijke teruggang gekonstateerd in het aantal levensvormen in de Brabantse vennen die terug te brengen is tot een pH verlaging ten gevolge van SO_4 verhoging sinds circa 1925. In wateren met een veenbodem is de pH in het algemeen laag ten gevolge van de humuszuren en de geringe primaire produktie, die ook weer het gevolg kan zijn van een verminderd door-

zicht van het water, dat bruin van kleur is. Fosfaat- en stikstofkomplexen kunnen ten gevolge van het SO_4-rijke regenwater gemakkelijker in oplossing gaan.
De pH varieert van 3,6 tot 8,9 (Van Dam en Kooyman-van Blokland, 1978; Coesel, Kwakkestein en Verschoor 1978).
Het zijn de wateren van de Utrechtse Heuvelrug waar een pH $<$ 7 is waar te nemen. Slechts twee wateren vallen buiten dat gebied.
In de meeste wateren is de primaire produktie erg gering, naarmate de pH de neutrale waarde (7) nadert valt ook een verhoging te konstateren van de primaire produktie (Sparrenheide pH 6,7; sloot bij de Grote Maat). In het water van de overige sloten wordt een pH aangetroffen die varieert van 7,0 tot 8,9. De meeste liggen echter tussen 7,3 en 7,8 en wijken voor wat deze faktor betreft niet af van het merendeel van de Nederlandse wateren.
De verdeling van de zuurgraad over de onderzochte wateren is in de eerste periode niet anders dan in de tweede, dat wil zeggen de meeste liggen in beide perioden tussen 7,3 en 7,8.
Extreem eutrofe wateren zijn niet aangetroffen. Daar kan men waarden aantreffen die een pH van 10 te boven gaan.

Biologisch- en chemisch zuurstofverbruik (respektievelijk B.O.D. en B.Z.V. en C.O.D. of C.Z.V.)

In het water zitten vele organisch afbreekbare produkten, hiermee wordt bedoeld dat ten gevolge van biologische aktiviteit (bakteriën, schimmels enz.) ingewikkelde organische en minder ingewikkelde anorganische moleculen kunnen worden omgezet in eenvoudiger.
Dit desintegratieproces is zuurstofbehoeftig; de benodigde zuurstof wordt òf uit het water gehaald òf komt vrij bij de desintegratie der ionen en wordt alsnog benut. Naarmate meer organische verbindingen aanwezig zijn wordt meer zuurstof gebruikt voor deze desintegratie.
Ook wordt deze zuurstofkonsumptie in hoge mate bepaald door de dichtheid van mikro-organismen die bij deze processen aanwezig zijn, alsmede door hun aktiviteit.
Rem- of gifstoffen in het water zullen de zuurstofkonsumptie afremmen.
Gemakkelijk oxideerbare (an)organische verbindingen zullen ook een greep doen naar de aanwezige zuurstof, zo er zuurstof aanwezig is!
Daarnaast wordt door primaire producenten zuurstof geproduceerd (bij voldoende lichtintensiteit), wordt zuurstof door konsumenten èn door producenten verbruikt en vindt zuurstof-opname en -afgifte plaats aan de grens van water en lucht.
Meting van het biologische zuurstofverbruik zal slechts onder gekonditioneerde omstandigheden kunnen plaatsvinden. Bij het waterkwaliteitsonderzoek wordt al sinds lange tijd gebruik gemaakt van de bepalingsmethode van het biologisch zuurstofverbruik.
De methode en de interpretatie van de resultaten staan aan heftige kritiek bloot (Van Stralen en Kersting, 1977).
De resultaten zijn zeer vaak niet voldoende reproduceerbaar.
Een oplossing leek het chemisch zuurstofverbruik te zijn. Hierbij worden potentieel oxideerbare stoffen middels chemische agentia geoxideerd; ook hier weer is de hoeveelheid van deze stoffen een maat voor de konsentratie van de (vervuilende) organische verbindingen.
Ook hier zijn de bezwaren die kleven aan het gebruik van deze methode legio.
Anorganische verbindingen (kunnen) worden eveneens geoxideerd en veel gemakkelijker dan bij de vorige methode; evenals stoffen die biologisch niet of zeer moeilijk afbreekbaar zijn zoals humuszuren.
Interpretatie van de B.O.D.-waarden moet met veel reserve geschieden. Het is veeleer een indikatie van aberrante situaties.
Zo zal een hoge B.O.D. een aanwijzing kunnen geven dat er een lozing heeft plaatsgevonden van organisch (afbreekbaar) materiaal.
In een groot skala van wateren worden vaak overeenkomstige B.O.D.-waarden gevonden (variërend van 1-5 mg O_2/l). In het algemeen worden wateren met een hoge

B.O.D. ook gemeden ten behoeve van milieu-inventarisatie.
In het voorjaar kunnen vaak wat hogere waarden worden gevonden als de vegetatie nog niet goed is ontwikkeld. Onder deze omstandigheden worden in zeer ondiepe wateren de hoogste waarden gemeten.
Meestal is dan vaak wat meer detritus in het water gesuspendeerd.
In de eerste monsterperiode zijn 9 wateren aangetroffen met een B.O.D. $>$ 5 tegen in de tweede periode slechts 2.
Ook in de grote wateren die worden bemonsterd ten behoeve van het waterkwaliteitsonderzoek worden B.O.D.-waarden van $>$ 6,0 mg O_2/l slechts sporadisch aangetroffen.
Opvallend is de kwelsloot op het landgoed Broekhuizen waar zowel in de 1e als in de 2e periode een B.O.D. $\geqslant$ 10 is gevonden (respektievelijk 10 en $>$ 20). Een ondiepe sloot met overmatig veel puntmos, waarin het onmogelijk was zonder detritus te verzamelen.
Een indeling op basis van het B.O.D. valt niet te maken.
C.Z.V.-bepalingen zijn in 1978 niet verricht.

Voedingszouten in water

Stikstof

In zeer plantenrijke wateren worden de stikstofkomponenten in geringe mate aangetroffen. Dit hangt nauw samen met de opname door waterplanten van deze verbindingen. Nitriet en nitraat is meestal in zeer geringe mate aanwezig. Dit onderscheidt dergelijke wateren in zeer vele gevallen van de grote en brede waterwegen, waar deze stikstofkomponenten in het algemeen permanent domineren.
In dergelijke wateren is de plantengroei meestal sterk teruggedrongen (veel waterbeweging, grotere diepte, weinig zicht, frequente schoning enz.) en wordt stikstof nauwelijks opgenomen en zo dat al geschiedt dan vindt snelle aanvulling plaats ten gevolge van waterbewegingen. Bij de bepaling van de Kjeldahl stikstof wordt tevens het NH_4-N meebepaald. Het gehalte aan totaal stikstof wordt verkregen als de som van Kjeldahl-stikstof van nitriet- en nitraatstikstof.
Een hoog gehalte aan NH_4-N duidt onder meer op een stagnatie in de stikstof of nitraat vormende processen.
Het kan veroorzaakt worden door een zuurstof deficiëntie en door een overmatige input van NH_4-rijke verbindingen (gier, hooi, mest enz.), kleine hoeveelheden van een stikstofverbinding stimuleren de groei.
Groeibelemmering ten gevolge van stikstofdeficiëntie komt in de Nederlandse wateren nauwelijks voor, ook al zijn deze komponenten vaak moeilijk aantoonbaar in de kleine plantenrijke oppervlaktewateren. De enige komponent is er veelal Kj.-N. Hierbij handelt het echter steeds om komponenten die in de levende stof zijn ingebouwd en slechts middels sterke agentia kunnen worden vrijgemaakt (hierop berust de methode van de Kj.-N bepaling). Er vindt kennelijk een zeer snelle opname plaats van vrije stikstof-ionen (NO_2^- , NO_3^- en NH_4^+), zo snel dat deze niet of slechts weinig in het water aanwezig zijn.
In de eerste periode zijn betrekkelijk veel KjN-bepalingen niet uitgevoerd: 10 van de in totaal 39 aangeboden monsters.
Het gehalte aan stikstofverbindingen varieert sterk. In grote lijnen valt er een afname waar te nemen in de tweede periode van nitraat en van Kj. stikstof. Met name geldt dit voor de kleine watergangen. Ammonium-stikstof daarentegen lijkt toe te nemen.
Het zijn vooral de sloten met een uitgebreide vegetatie waar 's zomers de NO_3^- konsentratie afneemt tot lage waarden. Er is een scheiding aan te wijzen tussen de grotere watergangen (Kromme Rijn, Ameronger wetering, Gooyer wetering, Langbroeker wetering en de kleinere sloten). In de eerste kategorie is het gehalte aan nitraat voor beide perioden veel hoger. In deze wateren liggen ook de reguliere monsterpunten van het waterkwaliteitsonderzoek.

Gedurende het gehele jaar zijn deze gehalten hoog te noemen (tussen 3 en 4 mg NO_3^- N/l).
Opvallend is dat wateren die in direkte open verbinding staan met de Kromme Rijn (59, 62) betrekkelijk lage konsentraties nitraat bevatten. In deze watergangen treft men een dichte vegetatie aan.
In slechts enkele gevallen blijft het gehalte aan totaal stikstof onder 2 mg N/l (IMP 1980-1984: voor basiskwaliteit voor oppervlaktewater moet het totaal stikstofgehalte 's zomers $<$ 2 mg N/l zijn).
Slechts kwelsloten (k 5A, 12A, K 24B, k 25B, geïsoleerde wateren en de plasjes op de Heuvelrug) voldoen aan deze norm!
Extra stikstofverbindingen worden in het Kromme Rijngebied vooral door agrarische aktiviteit in het water gebracht (af- en uitspoeling van (kunst)mest, beregening, gierlozingen, effluent van r.w.z.i.'s).
Soms wordt het water verrijkt met vogelmest als er zich in de direkte omgeving een vogelkolonie bevindt (Leersumse Veld, sinds 1978 verdwenen meeuwenkolonie: 3,9 mg NH_4^+/l !).

Fosfor

Naast stikstof is fosfor noodzakelijk voor de groei van primaire producenten. Voor vele andere elementen geldt hetzelfde, doch deze zijn in veel geringere mate nodig en altijd in overmaat in het water aanwezig (wellicht met uitzondering van Silicium dat in een bepaalde periode in grote mate aanwezig is voor de sterke groei van kiezelwieren).
Zowel stikstof als fosfor kunnen beperkend worden in het water en kunnen derhalve stagnatie in de groei van (vooral) niet in de bodem wortelende waterplanten veroorzaken.
De variatie der konsentraties fosforhoudende verbinding is groot.
Er treden ook grote verschillen op tussen de eerste en de tweede monsterperiode.
Evenals bij het stikstof is de konsentratie fosfaat in watergangen waarin kwel optreedt wat geringer dan in de andere wateren.
Ook neemt hierin de konsentratie in de nazomer wat af ten opzichte van het voorjaar. Oorzaken zijn: uitvlokken van ferri-fosfaatkomplexen, relatief grote aanvoer van fosfaatarm kwelwater. Beide oorzaken kunnen nog versterkt worden door sterke groei der vegetatie.
In geïsoleerde wateren op de hoge gronden en wateren die grond- of kwelwater ontvangen (k 25, 5A) is de fosfaatconcentratie lager en absoluut gezien het laagst.
Een uitzondering vormt opnieuw de grote plas in het Leersumse Veld, waar grote aanvoer van fosfaat plaatsvindt door de meeuwen (2,38 mg t-P/l).
De door het IMP 1980-1984 vastgestelde norm voor de t-P konsentratie als basiskwaliteit der oppervlaktewateren bedraagt 0,2 mg/l in de zomer. 17 van de bemonsterde wateren voldoen niet aan deze norm.
Het orthofosfaat komt in opgeloste vorm voor en is direkt opneembaar voor de planten. De konsentratie ervan is altijd kleiner dan of gelijk aan het totaal fosfaat. Het verschil tussen de konsentraties van beide verbindingen levert het gebonden fosfaat (gebonden aan of in organismen) aan in het water gesuspendeerde bodemdeeltjes, of aan Calcium en/of ijzerkomplexen.
Tussen het fosfaat in de bodem en in het water bestaat een evenwicht dat sterk bepaald wordt door vooral fysische eigenschappen van de bodemdeeltjes en van het water.
De konsentraties van de voedingszouten kunnen in plantenrijke wateren zeer laag zijn; de chemie van zo'n water zegt in die gevallen meestal weinig over trofie.
Een goed voorbeeld vormt de Gooyer wetering oostelijk van de weg Cothen-Doorn.
Deze wetering wordt vooral gevoed door grondwater dat wordt opgepompt in de Wijngaard, een nieuwbouwwijk van Doorn. Deze wetering is zéér rijk aan planten,

dus zeer eutroof. De t-P konsentratie is 0,05 mg/l. Hetzelfde geldt voor de punten 24 en 25 (westelijk van de r.w.z.i. Driebergen-Rijsenburg). Zeer plantenrijk; lage t-P konsentratie.
In de grote weteringen en in de Kromme Rijn zijn de fosforconcentraties hoog te noemen en nemen toe in de richting van de stroom (zie onderstaande tabel).

Plaats	code	1978	1979	1980	1981	1982
Wijk bij Duurstede	A6	0,47	0,45	0,60	0,43	0,44
Cothen	A5	0,53	0,49	0,53	0,43	vervallen
Werkhoven	A4	0,55	0,49	0,55	0,66	0,68
Bunnik	A3	1,02	0,65	0,77	0,78	0,61
Utrecht	A1	1,31	0,91	1,33	1,33	0,98

Jaargemiddelden van de T-PO_4 (P)concentratie op verschillende plaatsen in de Kromme Rijn (mg/l).

Deze stijging wordt vooral veroorzaakt door uitspoeling van de weide- en akkergronden en (na Bunnik) door de lozing van effluent van de r.z.i.'s van Odijk, Bunnik, Doorn en Driebergen.
Hetzelfde geldt voor de Langbroeker wetering. Nabij Langbroek is (t-P) 0,35 - 0,4 mg/l en aan het einde, voor het water in de Kromme Rijn stroomt 2,82 mg/l.

Zoals reeds is gezegd kunnen de planten slechts de (opgeloste) anorganische fosfor en stikstof verbindingen opnemen. Aanvulling geschiedt door ontleding van anorganische verbinden en door diffussie vanuit de bodem en de lucht. Bij groeibeperkingen zijn dus totaal stikstof en fosforconcentraties van belang. Dit geldt vooral voor de grotere en diepere wateren omdat hier nalevering van vooral fosfor vanuit de bodem in het groeiseizoen waarschijnlijk van minder grote betekenis zal zijn dan in ondiepe vegetatierijke wateren.
Men neemt aan dat als de fosfor- en stikstofgehalten groter zijn dan respectievelijk 0,2 en 2,0 mg/l, deze stoffen niet meer beperkend zijn.
Andere faktoren (beschaduwing, doorzicht) spelen dan eerder een rol.
Bij geringere konsentraties als hierboven genoemd geldt dat stikstof beperkend is als de verhouding totaal stikstof - totaal fosfaat kleiner is dan 10. Fosfor wordt beperkend als deze verhouding $>$ 16 is.
Ligt het quotiënt tussen 20 en 15 dan ligt het minder duidelijk.
Waarschijnlijk geldt dit vooral voor grotere en diepere wateren waar òf plankton òf niet in bodem wortelende planten domineren en is het quotiënt voor de in het Kromme Rijngebied onderzochte sloten van geen betekenis. In de bemonsterde sloten zou, op enkele uitzonderingen na, stikstof zéér beperkend zijn (op k 3A, k 5A, k 13A, k 17, k 52, k 60B, k 99, k 100, k 70, k 71). Het is opvallend dat de meeste van deze wateren weer op de Utrechtse Heuvelrug liggen.
In het water van het Leersumse Veld is de verhouding 3.

- Zware metalen. In 1978 is geen onderzoek verricht met betrekking tot zware metalen.

II.1.5.2. Biologisch onderzoek

De vegetatie

De groep flora en vegetatie van afdeling Ecologie heeft in hetzelfde jaar het studiegebied geïnventariseerd. Hierdoor waren in de voorbereidingsfase slechts spaarzame gegevens beschikbaar. De keuze der monsterpunten is veel meer geschied aan de hand van landschapskriteria.
Eerst bij de tweede monsterperiode konden de veldgegevens van de flora en vegetatiegroep worden gebruikt. Het is om deze reden dat een aantal punten is verlegd, vervallen en nieuwe is gekozen.
Kaart nr. 5 geeft een overzicht van sloten met een relatief bijzondere vegetatie. De gegevens zijn verkregen aan de hand van de flora-inventarisatie van afdeling Ecologie, van eigen veldwaarnemingen en (in een later stadium) van veldwaarnemingen van medewerkers van bureau planvorming. Het begrip relatief bijzondere vegetatie verdient enige uitleg.
Een watervegetatie wordt als bijzonder gekenmerkt als er één of meer van de volgende planten in voorkomen.
Hottonia palustris, Hydrocharis morsus-ranae, Nymphoides peltata, Stratiotes aloides, Characeae, Riccia fluitans, Potamogeton densus, P. alpinus, P. lucens, P. natans, P. perfoliatus, Riciocarpus natans, Fontinalis antipyretica, Zannichellia palustris, Ranunculus aquatilus, R. circinatus, R. hederaceus, R. oleleucos, Miriophyllum spec., Hippurus vulgaris.
Het heeft geen zin alle planten te noemen. Er wordt vanuitgegaan dat zeldzame planten slechts kunnen gedijen in zeldzame en/of bijzondere milieus.
Het wil niet altijd zeggen dat deze wateren hydrobiologisch gezien altijd even interessant zijn.
Zo kan een sloot die in het voorjaar Hottonia palustris bevat (relatief veel kwel en neerslag) in de zomer dichtgegroeid zijn met Lemna minor en/of met Glyceria maxima (zie KZ 44). In de meeste gevallen blijkt echter dat sloten die een of meer van bovengenoemde planten bevatten sterker gedifferentieerd zijn dan sloten die de algemenere soorten bevatten. Als meerdere watergangen in hetzelfde gebied bijzondere planten bevatten kan dat een aanwijzing zijn dat het gebied anders wordt beheerd (schoning, waterpeilbeheersing, landbouwtechnisch) dan de overige gebieden.
De kaart geeft geen grote konsentraties te zien van relatief interessante en gevarieerde watervegetaties. De meeste wateren bevatten een zeer dicht dek van Glyceria maxima, Typha latifolia en Phragmites australis. Vooral de kleinere scheisloten geven zo'n aanblik.
Bij schonen ontstaat al gauw een dicht dek van Lemna gibba en/of L. minor. De vegetatie in de grote watergangen varieert sterk in ruimte, tijd, dichtheid en samenstelling. In de Kromme Rijn is deze spaarzaam: in de oeverzone vindt men regelmatig de drijvende, ondergedoken en soms de boven het water uitstekende bladeren van pijlkruid (Sagittaria sagittifolia). Ook komt Potamogeton pectinatus veelvuldig voor en wat minder Pot. lucens, Pot. crispus en zo nu en dan Potamogeton perfoliatus. In de binnenbochten groeit regelmatig wat Nuphar lutea, Callitriche, Lemna minor/gibba, Spirodela polyrhiza.
De vegetatie in de Langbroeker wetering varieert sterk in tijd en ruimte, hoewel de aspektbepalende soortengroep Callitriche spec. is, die in uitgebreide velden met de stroom mee groeit. Daarnaast komen ook aanzienlijke velden voor van Ceratophyllum demersum, Elodea canadensis, E. nutallii, Potamogeton crispis, P. pectinatus, P. pusilus, P. trichoides, Ran. aquatilus aquatilus, Lemna gibba/minor, Spirodela polyrhiza en in mindere mate Nuphar lutea.
In de overige weteringen varieert de vegetatie sterk.
In de Ameronger wetering wordt de vegetatie aan het begin (K 2A) vooral bepaald door Elodea canadensis, Lemna gibba/minor, Callitriche en Potamogeton crispus; aan het einde, vlak voor de stuw bij de Kromme Rijn (k 7A) komen dominant voor: Nuphar lutea, Lemna gibba/minor en L. trisulca, Callitriche, Potamogeton crispus,

flab en Potamogeton pectinatus. Ook hier vindt regelmatig schoning plaats, waardoor het aandeel van de afzonderlijke soorten sterk kan wisselen.
De vegetatie in de Gooyer wetering verschilt ook van plaats tot plaats. Dit hangt echter zeer sterk samen met het diskontinue karakter van deze watergang.
In het Langbroeksegebied domineren Callitriche en Lemna gibba/minor (k 8A). In het midden (k 13A) zijn het Elodea canadensis, Ranunculus aquatilus aquatilus, Lemna gibba/ minor en Callitriche spec. In de Cother Grift groeit vooral Nuphar lutea, Callitriche en Lemna minor/gibba en Lemna trisulca.
In de Rijswijker wetering domineert Elodea nutallii; Callitriche spec. en Lemna gibba/minor komen veel minder voor.
In de Schippersvaart en de Rodenbergsche Vaart treden afwisselend massaal op de soorten: Callitriche spec., Elodea nutallii, Lemna gibba en/of Lemna minor.
De Bikkenburger Vaart en de Bisschopswetering hebben nauwelijks vegetatie (Callitriche spec. en Lemna minor/gibba).
Op een aantal weteringen wordt het effluent van r.z.i.'s geloosd.
Hierin vindt men geen vegetatie. Pas zeer ver verwijderd van het lozingspunt komt hier en daar wat Callitriche in het water (Biltse en Zeister Grift en de Gooyer wetering).
Schoning kan in alle genoemde (en niet genoemde) weteringen aanzienlijke veranderingen geven in de onderlinge verhouding der soorten.
Sloten langs boomgaarden worden vaak chemisch geschoond. Enige tijd na deze schoning ontwikkeld zich meestal een dichte vegetatie van Glyceria maxima gekombineerd met Lemna minor/gibba.
De meeste sloten in de hakhoutkomplexen vallen in de zomer droog.
Vóór deze periode is de vegetatie erg spaarzaam (lichtgebrek).
Op plaatsen waar het licht het water kan bereiken treedt zeer regelmatig flab op; typische planten voor dergelijke watergangen zijn: Juncus effusus, Carex riparia, Iris pseudacorus, Carex acutiformis, die zowel in het water als op de oever groeien.

Vele sloten in het gebied bevatten Hottonia, indikator voor kwelsituaties en Callitriche, waarbij de laatste een extra voorkeur heeft voor zwak stromend water.
Hoewel een deel van het gebied in de overgangszone ligt van de hoge naar de (lage) komgronden en er op zeer grote schaal zowel rijnkwel als kwel van de Utrechtse Heuvelrug optreedt, kan niet gezegd worden dat dit tot uiting komt in de vegetatie.
Veel van het differentiërende effekt van vorengenoemde verschijnselen wordt teniet gedaan door een intensieve bemesting van de weilanden, waardoor de sloten dichtgroeien met vooral Glyceria maxima, Elodea minor en/of gibba, ook achterstallige slootonderhoud geeft aanleiding tot een dergelijke vegetatie.

De wateren op de hogere gronden beperken zich in hoofdzaak tot fortgrachten, kasteelvijvers en geïsoleerde plasjes.
Van de eerste kategorie is de binnengracht van fort Rhijnauwen geïnventariseerd.
De oevers zijn begroeid met over het water hangende essen en elzen, waardoor veel beschaduwing optreedt.
Aan de oever (in het water) komt pleksgewijs dichte begroeiing voor van Glyceria maxima, Phragmites australis, Typha angustifolia, Iris pseudacorus en Carex pseudocyperus, met daartussen Lycopsis europaeus en Mentha aquatica.
In het water groeien vaak grote velden Nuphar lutea, onder water komt zeer veel Ceratophyllum demersum voor. Op vele plaatsen treft men er Fontinalis antipyretica (bronmos) aan.
Van de kasteelvijvers is die van het landgoed Moersbergen gekozen.
De vijver is voor een groot deel sterk beschaduwd, de bodem bedekt met een dikke laag beukenblad.
Op de niet beschaduwde gedeelten groeit pleksgewijs Nymphaea alba; langs de kant eveneens pleksgewijs - Glyceria maxima en Iris pseudacorus, soms vergezeld van

Caltha en Carex acuta.
In het water en op de bodem komt zeer veel flab voor; verder treft men er wat Potamogeton crispus en Chara globularis aan.
De vijver is gekozen als voorbeeld van een der weinige geïsoleerde kasteelvijvers. De overige zijn direkt of indirekt verbonden met water uit de Kromme Rijn of de Langbroeker wetering. De vijver rondom kasteel Wallenburg is eveneens geïsoleerd en sterk beschaduwd. Hier groeit Elodea nutallii, Nymphaea alba en Potamogeton natans.
Van de bosvijvers zijn onderzocht: de Leemkuil ten noorden van Elst, de vijver bij Sparrenheide, een vijver bij Darthuizen, het Treekermeertje en het meer in het Leersumse Veld.
In het zeer ondiepe Treekermeertje groei massaal Juncus bulbosus en Sphagnum spec.. De waterspiegel van het plasje varieert er zeer sterk, hetgeen tot uiting komt in de sterk gescheurde turfbodem (ten gevolge van uitdroging) en de massaal langs de kant groeiende Juncus effusus (foto nr. 5, pag. 34) (concentrisch ten opzichte van het midden van het plasje vindt men zones van Carex rostrata, van Juncus subuliflorus en van Molinia caerulea).
De plassen in het Leersumse veld worden omzoomd door bos (voornamelijk Pinus sylvestris, Betula spec.: ondergroei vooral Molinia caerulea). Deze boszone gaat over in een pitruszone met hier en daar opslag van berk en wilg. Meer naar het sterk verlandende ondiepe water neemt de vochtigheid toe en komen ook soorten voor als Carex rostrata en Sphagnum spec., Hydrocotyle vulgaris. Langs de oeverlijn groeien massaal kiemplanten van waarschijnlijk Rumex maritimus (foto 2 en 2a pag. 32a).
In het niet meer dan 15 cm diepe water is pitrus massaal aanwezig. Binnen deze pitrusvelden groei Callitriche spec., veel blauwwier- en weinig groenwierflab. Het overgrote gedeelte van de vegetatie rond en in het meertje is een indicatie voor een gestoord en geeutrofieerd milieu hetgeen zeer zeker verband zal houden met de bemesting van oever en water door meeuwen en door de lage waterstand.
In het bosven "de Leemkuil", dat omgeven is door overhangende bomen komt middenin een dichte vegetatie voor van Sparganium erectum (foto nr. 3, pag. 32b). Als echte waterplanten groeien er Elodea nutallii, Nuphar lutea, Potamogeton obtusifolius; langs de kant groeit veel Juncus effusus. Het vennetje staat onder sterke rekreatiedruk (vertrapte oevers, platgetrapte vegetatie, veel takken in het water) en maakt een naargeestige indruk, dat nog versterkt wordt door de bruine kleur van het troebele water (kwel: er zit een ijzerlucht - roestig - aan het water, bruine kleur en oliefilm).
Vermeldenswaard en bijzonder is de vegetatie van het plasje bij Sparrenheide (Driebergen) (foto nr. 4, pag. 32b). In dit beschaduwde en tamelijk ondiepe plasje komen de volgende bijzondere soorten zeer veeltallig voor:
Ranunculus oleleucos, Scirpus fluitans en het kranswier Nitella flexilis. Daarnaast vindt men er massaal Potamogeton natans vooral in het centrum van het plasje (in 1981 is gekonstateerd dat van deze bijzondere soorten niets of bijna niets meer over is; de vegetatie wordt gedomineerd door Potamogeton natans.
Zeer waarschijnlijk hangt deze verdwijning samen met de komst van een afvoerbuis in een 's zomers droogstaande verbindingssloot tussen het noordelijke en het zuidelijke plasje. Het Cl^- gehalte bijvoorbeeld is recentelijk vastgesteld op 64 en 100 ppm (in 1978 was de konsentratie 7 ppm).
De bijzondere soorten zijn typisch voor wateren op diluviale gronden (voedselarm, weinig verontreinigd en Cl^- arm).

Van de onderzochte wateren vallen aan aantal op door een of meerdere bijzondere plantesoorten, die er voorkomen.
Deze zijn:

Foto nr. 2.

Leersumse Veld (K58).
Oprukkend pitrus (Juncus effusus).

Foto nr. 2a.

Leersumse Veld (K58).
Bos gaat over in een dichte zonering van pitrus (Juncus effusus).
Langs de oever groeien massaal de kiemplantjes van zuring (Rumex of maritimus).

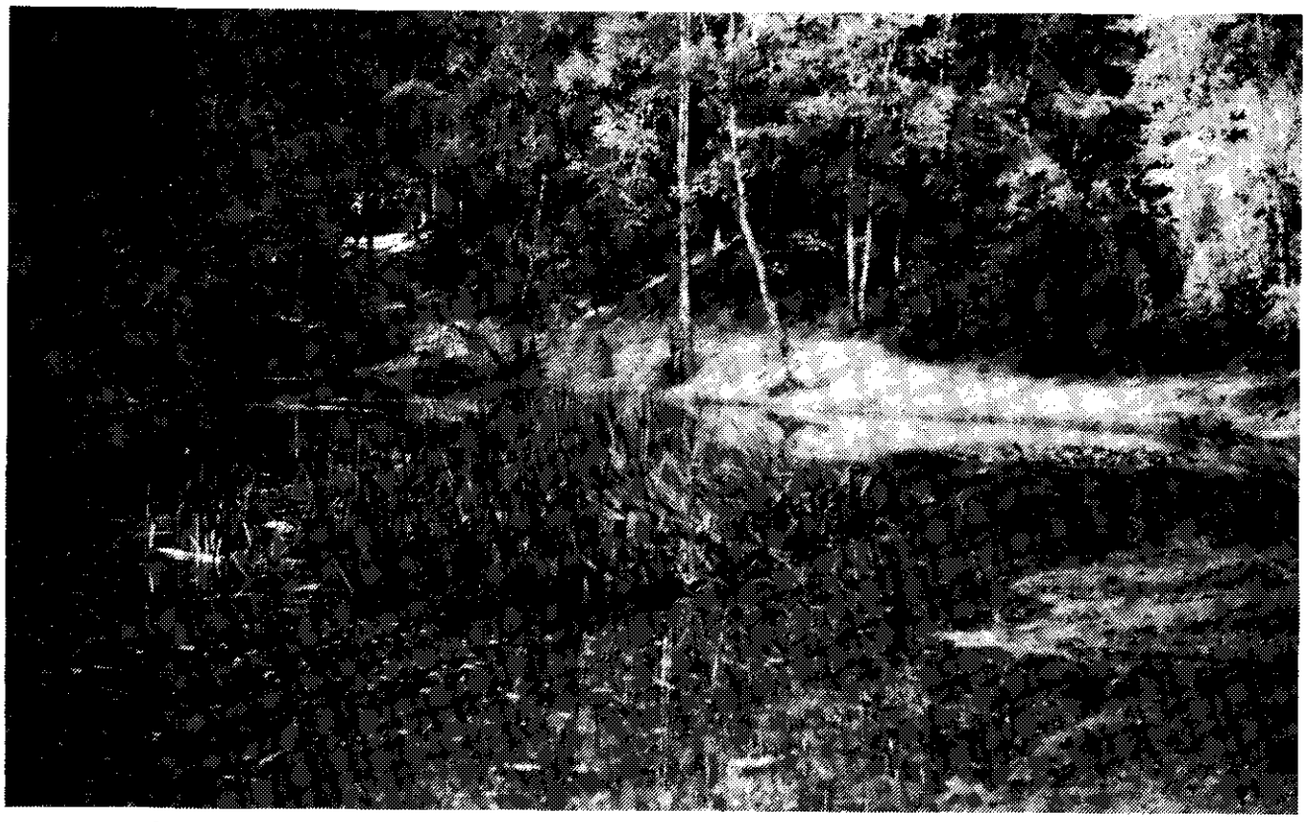


Foto nr. 3.

Plasje "De Leemkuil" (K73b).
Sterke verstoring ten gevolge van rekreatie.

Foto nr. 4.

Bosplasje (Sparrenheide) (K71b).
Water met een zeer eigen karakter. Wordt sterk bedreigd.
Bijzondere planten (Ranunculus oleleucos, Scirpus fluitans).

K 3A	:	een kwelsloot in het gebied tussen de Ameronger wetering en de Lekdijk: Potamogeton alpinus, Hottonia palustris;
K 18	:	een sloot ten zuiden van Walenburg: Elodea canadensis, Potamogeton natans, Nitella flexilis, Chara vulgaris var. longibracteata;
K 25	:	een sloot ten zuiden van Driebergen-Rijsenburg: Potamogeton alpinus, Hottonia palustris;
K 70	:	een sloot langs de Rijksweg Utrecht-Arnhem ten noorden van Odijk: Potamogeton alpinus, Potamogeton natans, Potamogeton densus, Fontinalis antipyretica;
K 71	:	een bosven tussen de Rijksweg Utrecht-Arnhem en Driebergen: Potamogeton natans, Scirpus fluitans, Nitella flexilis, Ranunculus oleleucos;
K 61	:	de binnengracht van fort Rhijnauwen: Fontinalis antipyretica;
K 100	:	een kwelsloot op het landgoed Broekhuizen: Hydrocotyle vulgaris, Potamogeton natans, Comarum palustre.

Vaak zijn het niet de afzonderlijke soorten die een water "uittillen" boven andere, doch een kombinatie van soorten. Het aantreffen van Potamogeton natans is op zichzelf geen bijzondere gebeurtenis; wel echter indien daar ook Potamogeton densus en/of P. alpinus en Stratiotes aloides voorkomen.
Als de struktuur als bijzonder kriterium wordt gebruikt dan zijn vooral wateren te noemen waarin veel soorten voorkomen zonder dominatie-verschijnselen; met andere woorden wateren met een komplexe en evenwichtige opbouw.

Het zijn vooral de volgende wateren die voldoen aan dit kriterium:

K 18	:	sloot in weilandenkomplex grenzend aan de zuidkant van landgoed Walenburg;
K 25	:	sloot in weilanden tussen Langbroekerdijk en Driebergen-Rijsenburg;
K 7A	:	einde van de Ameronger wetering bij de Kromme Rijn;
K 71	:	bosven bij Sparrenheide in het boskomplex tussen de Rijksweg Arnhem-Utrecht en Driebergen;
K 72	:	sloot in het weiland tussen Bunnik en de Kromme Rijn.

In de gebieden waarin meerdere wateren liggen met een bijzondere vegetatie (soortensamenstelling en struktuur) zijn de gegevens van de groep flora en vegetatie gekombineerd met die van de groep hydrobiologie:
Het bos- en weidegebied tussen de plaatsen Bunnik, Odijk, Driebergen-Rijsenburg en Zeist met als zuidgrens de Langbroeker wetering en de Rodenbergsche Vaart.
Het weidegebied tussen de Langbroeker- en Gooyer wetering ten zuidoosten van het landgoed Groenesteyn.

Foto nr. 5.

Treekerplasje (K60).
Zonering van pitrus (Juncus effusus) en knolrus (J. bulbosus)

II.1.9.2.2. Mikroflora

1. Algemeen

Fytoplankton wordt gedefinieerd als diè verzameling van plantaardige mikro-organismen die zich zwevend in het water ophoudt en slechts een geringe mogelijkheid heeft om zicht òf vertikaal òf horizontaal in het water op eigen kracht te verplaatsen.
Ook organismen die vastgehecht zitten aan planktonten worden tot het plankton gerekend.
Het plankton kan verdeeld worden in echte (euplankton) en losgeslagen, aan een substraat gebonden organismen (tychoplankton).
Echte planktonvormen bezitten in het algemeen aanhangsels die hun een groot drijfvermogen verlenen, of hun lichaamsvorm is zodanig, dat het oppervlak groot is ten opzichte van het volume.
Voorbeelden zijn: Actinastrum hantschii, Treubaria planctonica, Lagerheimia div. spec., Scenedesmus div. spec., Ceratium hirundinella, Pediastrum div. spec. (figuur A, bijlage B 5.1.).
Ook hebben agregaten van organismen vaak een groter drijfvermogen dan losse individuen (kolonievorming). Voorbeelden: Asterionella formosa, Volvox div. spec., Chaetoceras div. spec., Microcystis flos aquae, Palmellochaete tennerrima, Fragilaria (figuur C, bijlage B 5.3.).
Vastzittende organismen kunnen losraken van hun ondergrond door mechanische oorzaken (watervogels, boten, regen, wind, het monsteren zelf, enz.) en doordat het een deel van hun levenscyclus is om als plankton enige tijd door het leven te gaan.

Een zeer groot deel van de diatomeeënflora (kiezelwieren) kan tot het tychoplankton worden gerekend. Deze grote groep van soorten leeft in gelei-agregaten op de meest uiteenlopende substraten (Cymbella, Gomphonema, Synedra, Navicula, Nitzschia, Surirella, enz.).
Ook bij andere wiergroepen treft men dit verschijnsel aan, evenals bij bakteriën en schimmels.
Mengvormen komen ook veelvuldig voor: Fragilaria, Gomphonema, Navicula, Leptothrix, Anabaena, Oscillatoria, enz.

Het ligt voor de hand dat, naarmate de begroeiing van een water toeneemt, als ook zijn dimensies afnemen, de fraktie van het tychoplankton toeneemt, alsmede het aantal organismen dat beschikt over een voortbewegingsapparaat: Phacus, Euglena, Chlamydomonas, Cryptomonas, Synura.
Hiermede is de mikroflora van een sloot in grote lijnen getypeerd: veel losgeslagen sessiele diatomeeën, bakterievlokken, Euglenofyten, Cryptomonaden en Chlamydomonaden (figuur B, bijlage B5.2).
Vooral onder de laatste drie groepen komen zeer veel soorten voor die zich voeden met organische bestanddelen, die of opgelost of in de vorm van kleine partikeltjes in het water voorkomen. Deze bestanddelen worden juist in zulke wateren aangetroffen (dus rustig en plantenrijk). De vaste partikeltjes bezinken tussen en op de planten, op andere vaste ondergronden en op plekjes en hoekjes waar geen water in beweging is. Na bezinken zorgt een rijk geschakeerde wereld van (vooral vastzittende) organismen dat op een substraat is vastgehecht (zogenaamde aufwuchs) ervoor dat deze deeltjes, samen met slib, daar vastgehouden en verteerd worden.
In grote wateren ver van de oever domineren euplankters zoals de blauwwieren Aphanozomenon, Microcystis, Anabaena, Oscillatoria, de goudwieren Synura, Dinobryon, de kiezelwieren Asterionella, Stephanodiscus, Melosira, Diatoma, Fragilaria, Centronella, Rhizosolenia, Chaetoceras, de groenwieren Scenedesmus, Pediastrum, Micractinium, Ankistodesmus, Characium, Closterium aciculare.
Ook de dinoflagellaat Ceratium hirundinella is een euplanktische soort.
In bredere lijnvormige wateren (kanalen, weteringen, tochten, enz.) en in de (met waterplanten begroeide) ondiepe gedeelten van grotere wateren treft men mengtypen aan waarvan de verhouding door zeer veel abiotische oorzaken ter plaatse wordt bepaald.
Sloten zijn relatief gering van inhoud en daardoor sterk door hun direkte omgeving te beïnvloeden (regen, voedselrijkdom, onderhoud, zonnewarmte, zonlicht, doorspoeling); een stabiele situatie is bijna nooit aanwezig. Organismen-groepen die aan dit milieu de voorkeur geven zijn, Trachelomonas, Euglena, Colacium, Cryptomonas, Chlamydomonas, Gomphonema, Navicula cryptocephala, N. seminulum, Nitzschia div. spec., Cymbella ventricosa.
In grote wateren gaat de verslechtering van de kwaliteit van het water (eutrofiëring, vertroebeling enz.) gepaard met een verschuiving van goudwieren, dinoflagellaten, kiezelwieren en Xanthofyten naar blauwwieren, groenwieren en andere kiezelwieren.
Soms, vooral bij sterke en snelle verslechtering, kunnen naast de laatstgenoemde drie groepen ook Chlamydomonaden, Cryptomonaden en Euglenofyten zich sterk vermeerderen. Het aantal individuen per volume-eenheid neemt toe en kan zover gaan dat zeer grote dichtheden van een of enkele soorten optreden.
In dergelijke gevallen spreekt men van bloei, zonder dat men dit verschijnsel goed kan definiëren.

2. Mikrofyten

In totaal zijn ruim 2200 taxa (soorten, ondersoorten, vormen enz.) aangetroffen. Het aantal per monsterpunt varieert sterk. De grootste diversiteit heeft het water van de Kromme Rijn. De geringste het zure plasje ten westen van het landgoed Broekhuizen.

a. Fytoplankton

Naast dominantie van kiezelwieren treden weinig overheersende groepen op. Dan zijn het in sloten meestal draadvormige ijzerbakterievlokken (kwel), Euglenofyten, Cryptomonaden en in een enkel geval groenwieren (alle indikatie voor instabiele milieus, schoning, verandering van het karakter van het water, licht, waterplanten, enz.). In de grotere wateren komen daar dan nog goudwieren bij.
Op de Utrechtse Heuvelrug domineren groenwieren (Chlamydononas spec., Scenedesmus spec) en Peridinales veelal en in één geval Cryptomonas. Al deze overheersingen wijzen op instabiele, voedselrijke milieus (droogte K100 en K60), rekreatie (K73) en vogelmest gekombineerd met droogte (K58).

Soorten die op een stabiel matig voedselrijk en niet verontreinigd milieu wijzen, de sierwieren (Desmidiaceae), treft men in voornoemde milieus veel minder aan. Als uitzonderingen kunnen K70 en K100, met respektievelijk 11 en 16 soorten sierwieren, worden genoemd.
Dominantie van een sierwier komt in het gebied slechts één keer voor en wel in K100, een kwelsloot op het grondgebied van kasteel Broekhuizen. Er treden daar nog een aantal dominanties op:
Trachelomonas volvociana (oogwieren), Peridiunium cunningtonii (flagelwier) en de groenwieren Scenedesmus div. spec. en Dictyosphaecium pulchellum. Ook hier weer heeft men te maken met een instabiel milieu (uitdroging en een zeer dikke sapropelium-laag).
Zoals eerder is opgemerkt, treedt in de Kromme Rijn een grote verscheidenheid aan soorten op; vooral kiezelwieren en groenwieren.
Een totaal van 37-55 soorten verdeeld over 150 individuen.
Het aantal buiten de telling waargenomen soorten is echter zeer veel groter (circa 150!). Het zijn vooral planktonische soorten en sessiele (vastzittende) losgeslagen vormen die zeer waarschijnlijk via zijrivieren of andere lijnvormige wateren langs de Rijn en Kromme Rijn aan het water worden toegevoegd.
Wateren waarin veel Chrysophyceeën-soorten (goudwieren) voorkomen treft men weinig aan. Het zijn vooral soorten die optimaal groeien in helder, diep en enigszins koud, ongestoord en matig voedselarm water. In het noordelijk onderzoeksgebied voldoet daar slechts de gracht van fort Rhijnauwen aan. Hier vindt men 8-9 soorten van deze groep.
Een aantal monsterpunten is bijzondere aandacht waard.
K70, een sloot langs de Rijksweg Utrecht-Arnhem.
In het plankton van deze sloot komen 11 sierwieren voor.
Daarnaast zijn de kiezelwieren: Stenopterobia intermedia, Fragilaria virescens, Anoeomoneis serians (+ var. brachysira), Melosira distans var. africana, Peronia heribaudii te beschouwen als zeer zeldzaam.
Ook het milieu waarin deze (unieke) soortenkombinatie kan voorkomen is uiterst zeldzaam. Het merkwaardige is dat in de literatuur (Hustedt, 1930, Van Dam et al, 1981; Cholnoky, 1968) deze soorten hun optimum vinden in zure wateren.
Alle pH-metingen die in het kader van dit onderzoek zijn verricht geven een pH aan tussen 7,5 en 7,8.
Coesel, (1975 + pers. med.) typeert het water als voedselrijk, relatief arm tot tamelijk rijk aan soorten (20-30), gezelschap 2-3, schaal van Coesel.
Op een schaal van 1-10 (Coesel, 1975) zou de onvervangbaarheid 6-8, de zeldzaamheid 3-6 en de biologische waarde 3-6 zijn (1 minimaal, 10 maximaal).

In een plasje (K71) circa 2 kilometer ten oosten van bovengenoemd punt en eveneens tegen de rijksweg (in een bos), begroeid met een rijke vegetatie van Scirpus fluitans, Ranunculus oleleucos en Nitella flexilis is een gemeenschap van diatomeeën en desmidiaceeën aangetroffen die grote overeenkomst met K70 vertoont.
De desmidiaceeën-gemeenschap indiceert zowel eutrofie als oligotrofie en Coesel (pers. med.) beschouwt het als metatroof, dat wil zeggen een dynamische instabiele overgangsfase tussen beide. De pH van die plas is 6,7 hetgeen beter overeenkomt met de reeds besproken kiezelwierengezelschap.
Het metatrofe karakter van het water waarover Coesel (pers. med.) spreekt zou kunnen ontstaan als relatief voedsel- en ionenarm water van de Heuvelrug èn de genoemde Rijksweg in kontakt geraken met voedselrijk water van het weidegebied ten zuiden ervan en dat opwigt tegen het zand; ook in recent gegraven sloten op arme gronden kan een dergelijke instabiele situatie worden gekreëerd.
De in K70 en K71 aangetroffen levensgemeenschappen zijn zeer gevoelig voor veranderingen die plaatsvinden in hun omgeving (pH, Cl^-, voedingszouten, SO_4^{2-}, enz.). Het verdient aanbeveling om een nader onderzoek in te stellen naar de samenstelling der levensgemeenschappen van sloten in de omgeving van K70.
Een aantal van de elementen die in de voornoemde monsterpunten aanwezig zijn (Stenopterobia intermedia en Anomoeoneis serians) is ook terug te vinden in K73[B], de Leemkuil, gelegen ten noorden van Elst op de Utrechtse Heuvelrug. De levensgemeenschap in dit water is echter sterk verstoord hetgeen blijkt uit de dominantie van Gomphonema angustatum, Navicula cryptocephala, Scenedesmus granulatus en Trachelomonas volvocina. Het plasje staat onder sterke rekreatiedruk, hetgeen ook blijkt uit de afgetrapte oevers.
Op een enkele uitzondering na is op grond van het fytoplankton geen indeling te maken in diverse sloottypen.
Eerst als alle gegevens opgeslagen zijn in het geheugen van een computer is kombinatie van de vele gegevens mogelijk, waardoor een betrouwbare analyse kan worden uitgevoerd. Het aantal gegevens is te groot om zonder hulp van computer vergelijkende berekeningen uit te voeren.
De verscheidenheid aan vormen in sloten is groot, een vaststelling die niet zo voor de hand lijkt te liggen, immers in deze watergangen groeien in het algemeen, zeker in de zomer, veel planten waardoor schaduwvorming in het water optreedt en een remming der groei van de onder de vegetatie levende plantaardige plankton-organismen.
Dit is niet overeenkomstig de werkelijkheid. Er worden veel soorten aangetroffen. Zelfs in 100% door kroos of kroosvaren afgedekte watergangen, zoals een sloot op het landgoed Beverweerd (K59), worden op 130 getelde individuen 39 soorten aangetroffen, terwijl in totaal 72 soorten zijn waargenomen.
In sloten zijn het steeds weer de kiezelwieren (vooral de vastzittende vormen) die in soorten- en individuen-aantal domineren.
Groenwieren treft men er weinig aan; dan zijn het meestal draadvormige of flagelate groenwieren (Volvocales) die karakteristiek zijn voor instabiele, voedselrijke en matig tot sterk verontreinigde wateren.
Naast diatomeeën komen oogwiertjes (euglenofyten: Euglena div. spec., Phacus div. spec. en Trachelomas div. spec.) en Cryptophyceae (Cryptomonas) het meest voor. Ook deze organismen wijzen op een instabiel milieu (instabiel: schonen, waterverandering, waterplanten, licht enz.).
In sloten waarin kwel optreedt domineren bijna altijd de ijzerbakteriën en geven een bruine kleur aan het geheel dat voor een groot deel neerslaat op planten en bodem. In een monster uit een kwelsloot worden alle zwevende deeltjes vooral opgenomen in de uitgevlokte draadvormige ijzerbakteriën waardoor kwantitatieve en vaak ook de kwalitatieve analyse ervan niet meer mogelijk is.
Het plankton in sloten mag dan wel soortenrijk zijn, meestal is het aantal individuen niet groot.

In grotere wateren zijn eveneens veel diatomeeën in het plankton aanwezig: echte planktonvormen als Stephanodiscus dubius, doch daarnaast domineren chlorococcale groenwieren en chrysofyten, soms ook dinoflagellaten (Peridinales).
In plasjes op de pleistocene gronden ontbreken veelal de diatomeeën in het plankton. Zijn deze plasjes verstoord dan domineren chlorococcale groenwieren. Niet gestoorde plasjes zijn niet bemonsterd (zijn niet aangetroffen).
De Kromme Rijn wordt gekarakteriseerd door vele elementen uit het rijnplankton (euplanktische diatomeeën zoals: Stephanodiscus hantzschii, Stephanodiscus subsalsus, Cyclotella meneghiniana, Melosira div. spec.). Daarnaast komen van alle taxonomische groepen zeer veel soorten voor in geringe aantallen (zeer diverse opbouw).
Met behulp van mathematische analysetechnieken zal het mogelijk zijn om de verspreiding der (kombinaties van) soorten over het studiegebied te korreleren met de overige verzamelde gegevens.
Voor een algemene samenvatting, zie pagina 71.

b. Kiezelwieren (diatomeeën)

Diatomeeën zijn organismen die voorzien zijn van een meer of minder verkiezelde celwand (Hustedt, 1930). Hun celinhoud is geel-bruin van kleur. De diatomeeën die in deze paragraaf zullen worden besproken zijn verzameld van een vaste ondergrond (stengels, stenen, beschoeiing, bladeren, hout, enz.), de perifytische diatomeeën geheten.
In tegenstelling tot het plankton verdwijnt deze groep van plantaardige organismen niet uit het water ten gevolge van bijvoorbeeld stroming of regenval.
Veranderingen van de milieu-omstandigheden zullen - net als bij andere groepen van organismen - veranderingen veroorzaken in de opbouw van de aan substraat gebonden levensgemeenschappen.
Meer dan bij het plankton zijn deze veranderingen bij het perifyton (de vastzittende organismen) een afspiegeling van de veranderde milieu-omstandigheden in de periode voorafgaande aan de bemonstering.
Het is te vergelijken met de reaktie van de hogere planten op uitwendige veranderingen. Diatomeeën zijn erg gevoelig voor veranderingen van een aantal omstandigheden; te noemen zijn: het chloridegehalte, de pH, het zuurstofgehalte en het stikstofgehalte (Van Dam, 1978; Cholnoky, 1968), waardoor grote veranderingen kunnen optreden in de samenstelling van vastzittende mikrofytengemeenschappen.
Aan de andere kant geeft de kwalitatieve samenstelling van een diatomeeëngezelschap informatie over bovengenoemde parameters in het water.

Met uitzondering van de wateren op de Utrechtse Heuvelrug kan men in bijna alle punten één of meer der volgende diatomeeëntaxa dominant aantreffen:

Achnanthes minutissima
Gomphonema parvulum
Gomphonema angustatum
Cocconeis placentula
Cocconeis placentula var. euglypta
Achnanthes lanceolata
Navicula cryptocephala
Navicula gregaria
Nitzschia palea
Nitzschia paleacea
Synedra rumpens
Synedra ulna

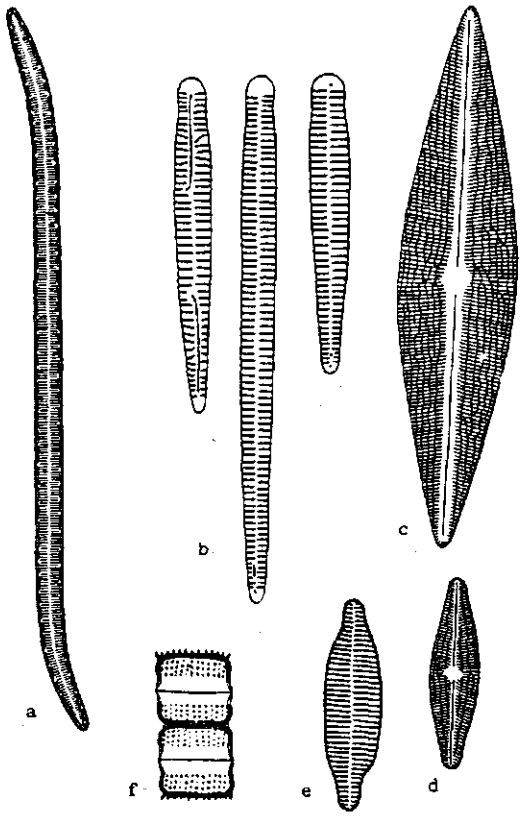
Op één uitzondering na (begin Ameronger wetering) domineren in de weteringen Nitzschia palea en Nitzschia paleacea, hetgeen erop wijst dat de organische stikstofbelasting er hoog is en dat het zuurstofgehalte er zeer kan schommelen, meestal is de konsentratie er laag.
De kwaliteit van het water in deze weteringen is gering, daar waar het water stroomt kunnen de weteringen aan het begin een veel betere waterkwaliteit hebben (bijvoorbeeld de Ameronger wetering).
Sloten laten zich niet onderscheiden van andere wateren, noch is een indeling te maken in sloottypen. Een aantal uitzonderingen wordt op pagina 72 besproken.
De verschillen zijn niet groot en lijken op toeval te berusten.
De dominerende soorten zijn dezelfde als hierboven genoemd.
In vijf gevallen (K9A, 10A, 12A, 53, 85) vindt men een dominantie van Nitzschia palea en Ni. paleacea in het voorjaar of in de nazomer; slechts in één geval in beide perioden (K53; sloot langs de Veendijk op het landgoed Beverweerd).
De genoemde soorten geven aan dat er gedurende een langere tijd een grote belasting is van organisch gebonden stikstof.
Afgezien van deze vijf watergangen wijzen de dominerende soorten op een matig verontreinigd milieu. De stikstofconcentratie kan wel eens wat groter zijn, doch dit is voor slechts korte tijd het geval.
Het water is er tamelijk zuurstofrijk, de zuurgraad zakt er nooit beneden 7, het water is er altijd voedselrijk (eutroof).
In hydrobiologisch opzicht zijn er slechts enkele interessante wateren aangetroffen. Op één uitzondering na is er geen parallel waargenomen tussen wat de hydrobioloog gevoelsmatig een water met een interessante vegetatie noemt (struktureel en inhoudelijk) en de bijzonderheid van de diatomeeëngemeenschappen.
De wateren op de Utrechtse Heuvelrug hebben een geheel andere kiezelwierensamenstelling dan de boven besprokene. Het zijn vooral soorten van de geslachten Pinnularia en Eunotia die hier overheersen; de meeste zijn typisch voor ten hoogste matig verontreinigd, zure milieus, met een voortdurend lage chlorideconcentratie en laag tot matig zuurstofrijk water.
Dominerende soorten zijn:

Eunotia tenella
Eunotia exigua
Pinnularia subcapitata
Pinnularia subcapitata var. hilseana
Eunotia pectinalis var. minor fo impressa
Frustulia rhomboides
Frustulia rhomboides var saxonica

Opvallend zijn de monsterpunten K60 (Treekerplas(jes)) en K99.
In beide wateren komt een bijna exklusieve dominantie voor van de soorten Eunotia tenella en E. exigua.
Het aantal individuen van vooral de laatste soort vertoont een zeer sterke korrelatie met het sulfaatgehalte in het water en met andere faktoren die aan verzuring zijn gerelateerd, zoals (Van Dam et al, 1981) Ca^{2+}, Al^{2+}, Mg^{2+} en E.G.V.
De oorspronkelijke variatie in het milieu die werd veroorzaakt door allerlei regionale en lokale faktoren is vervangen door een door sulfaat gekontroleerde variatie.
Geïsoleerde plasjes op pleistocene gronden kunnen een zeer lage ionenconcentratie hebben waardoor ze extreem gevoelig zijn voor de input van sulfaat en daardoor snel kunnen verzuren.
De waterstofionenconcentratie neemt dus toe. Hierdoor verandert de fosfaatconcentratie, die voor een deel wordt gekontroleerd door de waterstofionenconcentratie-
De oplosbaarheid van fosfaat neemt toe wanneer de zuurgraad geringer wordt ($pH < 5$).
Dit betekent dus meer fosfaat voor de groei van planten.

In dergelijke gevallen ziet men ook een sterke ontwikkeling van draadalgen, van knolbies (Juncus bulbosus) en van pitrus (Juncus effusus) (onder andere Coesel, 1978). Het is om deze reden dat de opvatting leeft dat verzuring kan worden beschouwd als eutrofiëring en niet als oligotrofiëring.
Van Dam (1981) gebruikt derhalve dan ook liever de term acidotrofiëring.
Verzuring veroorzaakt een sterke reduktie van de diversiteit (het aantal soorten).
Eun. exigua en in mindere mate E. tenella nemen sterk in aantal toe, ten koste van E. veneris, Fragilaria virescens, Frustulia rhomboides (var. saxonica), Navicula subtilis enz.
Het aantal soorten is in K60 relatief groot (max. 47), de verhouding Eunotia exigua - E. tenella is 2 : 1, terwijl deze waarden voor K99 respektievelijk circa 20 en 2 : 0,0001 zijn.
Het effekt van de verzuring in K99 is dus veel sterker. De pH bereikt er ook een veel lagere waarde (3,6 - 4,0, tegenover 4,3 - 4,5).
Ook de afmetingen der individuen van E. exugia zijn er geringer, hetgeen eveneeneens wijst op een sterkere verzuring van het water (Van Dam, 1981). Verzuring kan tevens worden veroorzaakt door droogte (oxidatie van sulfide ionen), door uitspoeling grondwater, beschaduwing.
In het Leersumse Veld (K58) en in het plasje "de Leemkuil" ten noorden van Elst (K73) treedt een sterke verstoring op (respektievelijk de meeuwenkolonie, droogte en de rekreatie), hetgeen blijkt uit het voorkomen van Nitzschia ganderheimiensis, Nitzschia fonticola, N. palea, N. amphibia en Navicula gracilis (K58) en Navicula veneta, N. cryptocephala, Nitzschia palea (K73). Het Leersumse Veld is aanzienlijk geëutrofieerd ten gevolge van de meeuwenkolonie (in 1978 vertrokken), hetgeen vooral tot uiting komt in de dominantie van Nitzschia palea en N. ganderheimiensis, terwijl de zeer uitgestrekte pitrusvelden, draadwiergroei (Leentvaar, 1967) deze gedachte versterken. Ook het fytoplanktonbeeld leidt tot dezelfde interpretatie (pagina 36).
De vondst van Nitzschia navicularis in het Leersumse Veld is opvallend. Deze diatomee komt voor in zout of zeer brak water in onder andere de Noordzee en de Waddenzee. Het lijkt zeer waarschijnlijk dat de soort is meegebracht door een (trek)vogel. De vondst, hoe merkwaardig ook, is zuiver toevallig en is waarschijnlijk afkomstig uit het opgewervelde sediment van het plasje.

In het Leersumse Veld komt een kombinatie van soorten voor die al eerder is besproken (fytoplankton, pagina 36).
Het is de kombinatie van Anomoeoneis serians (var. brachysira fo thermalis), Stenopterobia intermedia, Melosira distans var. africana, Fragilaria virescens en Peronia heribaudii (zie figuur pg 41).
Hoewel de genoemde soorten slechts zijn waargenomen bij het inventariseren van de soorten (dus floristisch) en niet in de telling en dus in zeer lage dichtheid voorkomen is de vondst vermeldenswaard. Het zijn de soorten die ook worden aangetroffen in de diatomeeënmonsters van K70 en K71B, een kombinatie die uiterst zeldzaam is geworden in Nederland.
Het is vooral het punt K70, langs de Rijksweg Utrecht-Arnhem nabij Odijk waarop bovengenoemde soorten in zeer grote aantallen voorkomen. In K71 (plasje bij Sparrenheide) komen ze niet in de telling voor, wel zijn ze waargenomen.
Opgemerkt zij, dat alle drie punten waar deze kombinatie is aangetroffen in de direktie nabijheid liggen van de eerdergenoemde rijksweg.



Soortenkombinatie van kiezelwieren
die voorkomt in k70 en k71

a. Stenopterobia intermedia
b. Peronia herebaudii
c. Anomoeoneis serians
d. A. serians var brachysira fo thermalis
e. Fragilaria virescens
f. Melosira distans var africana

Tekeningen uit: Hustedt 1930 en 1930[II]

De meeste soorten van de geslachten Pinnularia en Eunotia hebben een voorkeur voor zure tot zwak zure, Chloride-arme, matig voedselarme en weinig verontreinigde wateren. De kondities worden bijna uitsluitend aangetroffen op de Utrechtse Heuvelrug. In de komgronden zijn deze geheel anders. Hier worden weinig of geen vertegenwoordigers aangetroffen van bovengenoemde geslachten.
Tussen beide gebieden ligt een gradiëntzone waarin naast typische eutrofe, basische en Chloride-rijkere wateren bewonende soorten ook elementen aangetroffen worden van wateren van de Utrechtse Heuvelrug. Hun presentie hangt sterk af van plaatselijke omstandigheden (kwel, agrarische aktiviteit, invloed van rijnwater, stroming, enz.).
De wateren in het gebied tussen Odijk en Driebergen-Rijsenburg zijn in dit opzicht bijzonder omdat hier een situatie is ontstaan waarbij vele elementen uit beide milieus naast elkaar kunnen bestaan.

Het is deze instabiele situatie waarbij voedselarm water het voedselrijke ontmoet (metatrofie) en waarbij zeer rijke en zeldzame levensgemeenschappen kunnen gedijen.
Door deze instabiliteit zijn de wateren snel uit hun balans te brengen ten gevolge van een ingreep van buitenaf, waardoor het verdwijnen van deze unieke kombinatie van soorten (zie pagina 36, 40) een feit zal worden. Men ziet, vooral langs rijkswegen, regelmatig sloten met een bijzondere soortenkombinatie. Vaak zijn deze pasgegraven watergangen verstoringen in een voedselarme omgeving al of niet gekombineerd met het optreden van kwel. Meestal moet men er spreken van een instabiele (pioniers?) situatie.
Waterplanten die men in dergelijke sloten kan aantreffen zijn: de pilvaren (Pilularia globulifera), witbloemige waterranonkel (Ranunculus oleleucos), vlottende bies (Scirpus fluitans) (onder andere Hofstra, 1982).
Voor een algemene samenvatting zie pagina 74.

- Zoöplankton. In 1978 is wel zoöplankton verzameld; de analyse kon niet worden uitgevoerd.

II.2. Zuidelijke Kromme Rijngebied (1979)

II.2.1. Gebiedsbeschrijving

II.2.1.1. Begrenzing

Het gebied van de inventarisatie van 1979 omvat het zuidelijk deel van het stroomgebied van de Kromme Rijn tot aan de Lekdijk; de westelijke begrenzing van het gebied vormt het Lekkanaal, een klein deel van het Amsterdam-Rijnkanaal (voortaan ARK genoemd) en de oostelijke randweg van de stad Utrecht.
Van het gebied is veel minder bekend dan van het studiegebied 1978, althans in hydrobiologisch opzicht.

II.2.1.2. Geologie

Het studiegebied 1979 ligt geheel in het rivierkleigebied (zie kaart nr. 3). De nabij het oppervlak gelegen afzettingen zijn alle gevormd gedurende het Holoceen. Ook hier kunnen we in grote lijnen een onderscheid maken tussen de nu hoger gelegen, uit relatief zandiger materiaal opgebouwde oeverwallen (stroomrug) langs de bedding en de verder van de (voormalige) beddingen gelegen kommen welke uit kleiig en soms venig materiaal zijn opgebouwd. Gedurende het Holoceen hebben verschillende rijnlopen (namelijk Werkhovense-, Houtense- en Kromme Rijnsysteem) het gebied doorkruist en opgebouwd. Door de diverse lopen, de zijlopen, de kleine beddingen welke ontstonden bij natuurlijke oeverwal- en de latere dijkdoorbraken is een zeer gevarieerd gebied ontstaan (zie ook kaart nr. 3). Na de afdamming van de Kromme Rijn bij Wijk bij Duurstede in de Middeleeuwen is, met uitzondering van latere dijkdoorbraken, een einde gekomen aan de afzetting door de rivieren in dit gebied.
De laatste loop van de Rijn is die welke nu de Kromme Rijn heet. Ten tijde van de Middeleeuwen, als men begint met het reguleren van rivieren middels dijken, neemt de funktie van deze rivierloop af en wordt overgenomen door de Lek, een situatie zoals die tegenwoordig nog is.

II.2.1.3. Bodem

In het rivierkleigebied komen verschillende typen rivierkleigronden voor, waarvan de aard, de ligging en de verspreiding sterk afhankelijk is van de genese. De stroomruggronden, die de hogere en drogere terreingedeelten vormen met relatief lage grondwaterstanden bestaan voornamelijk uit "liter" (zavelig, zandig) materiaal. Op de jongere stroomruggronden van de Kromme Rijn treffen we kalkhoudende polder- en ooivaaggronden aan, terwijl op de oudere stroomruggronden ten gevolge van ontkalking in de loop der tijd de bovengrond reeds tot op variërende diepte kalkloos geworden is.
Hier zijn dan ook kalkloze polder- en ooivaaggronden gelegen.
In de kommen treft men kalkloze poldervaaggronden aan die voornamelijk zijn opgebouwd uit zware klei. Plaatselijk zijn de veenlagen in de kommen zò dik dat er drechtvaaggronden ontstaan zijn. Daar waar oudere oeverwallen zijn afgedekt door komafzettingen van jongere rivieren of jongere rivieren hun oeverwallen in voormalige kommen hebben afgezet, worden weer andere typen poldervaaggronden aangetroffen.
Door het voorkomen van ongerijpte klei in de voormalige beddingen kunnen plaatselijk nesvaaggronden onderscheiden worden.
Samenvattend kan gesteld worden dat door de komplexe genese van dit rivierkleigebied op grond van verschillende in hydromorfe kenmerken, textuur, profiel- en kalkverloop talrijke bodemtypen onderscheiden kunnen worden. De bodemdiversiteit is dan ook hoog.

II.2.1.4. Waterhuishouding

Ondergronds
In de komgronden liggen de zomergrondwaterstanden voor een belangrijk deel tussen 0,70 meter en 1,40 meter -m.v. Ten zuiden van Bunnik zijn enkele gebieden waar de stand tussen 0,40 en 1,20 meter -m.v. ligt met enkele kernen van nog hogere grondwaterstand. Ten zuiden van het ARK en ten westen van de spoorlijn Culemborg-Utrecht treft men in het algemeen hogere grondwaterstanden aan: voor het grootste gedeelte tussen 0,40 en 1,20 meter -m.v. met kernen van tussen 0,40 en 0,80 - 1,20 meter -m.v. en daarbinnen centra van 0 tot 0,50 - 0,80 meter -m.v. Langs de Lekdijk bedraagt de grondwaterstand voor het grootste deel 0,40 - 0,80 - 1,20 -m.v. De laagste grondwaterstanden vindt men aan de noordzijde van het ARK en aan weerszijden van de lijn Houten-Wijk bij Duurstede (dit zijn de stroomruggen) (Commissie Hydrologisch Onderzoek Kromme Rijngebied, 1968).

Sinds het begin van deze eeuw voeren de Kromme Rijn en de Schalkwijkse wetering het overtollige water af.
Het grondwaterpeil heeft sindsdien twee aanzienlijke wijzigingen ondergaan.

1. Peilverlaging in Neder Rijn en Lek. Als gevolg hiervan treedt minder dijkkwel op, waardoor voornamelijk in het gebied tussen de Lek en de Kromme Rijn forse grondwaterstandsdalingen opgetreden zijn. Door de aanleg van de stuwkomplexen in de Rijn en de Lek (respektievelijk Amerongen en Hagestein) is het peil van de rivier voor deze stuwen weer toegenomen, waardoor de dijkkwel plaatselijk weer (wat) is toegenomen.
2. Het graven van het Amsterdam-Rijnkanaal. Het peil van dit kanaal wordt op 0,4 meter -NAP gehouden, waardoor het grondwaterstromingspatroon geheel is veranderd. Het grondwater stroomt nu van beide zijden van het kanaal in deze richting. Hierdoor zijn, vooral in het gebied tussen Kromme Rijn en Lek, opnieuw zeer forse grondwaterstandsdalingen opgetreden.
   De aanleg van het ARK heeft het studiegebied hydrologisch in tweeën gesneden. Ten noorden van het ARK ondervindt het grondwater geen invloed van de variërende Lekstanden.

Bovengronds
Voor 1971 was het studiegebied in zeer vele waterschapjes opgesplitst, waardoor een doelmatige waterhuishouding op grote schaal niet mogelijk was. In dat jaar werd een overkoepelend lichaam opgericht: Waterschap Kromme Rijn. Hiervan maakte ook een groot deel van het gebied tussen Heuvelrug en Kromme Rijn deel uit.
Het beheersgebied van genoemd waterschap valt waterhuishoudkundig uiteen in drie delen:
1. het gebied ten noordoosten van de Kromme Rijn (zie II.1.1.);
2. het gebied tussen Kromme Rijn en ARK;
3. het gebied tussen ARK en de Lekdijk.

Ad 2

In het subgebied treft men naast gronden met een diepe waterstand (de stroomruggen) ook gronden aan met een hoge ("natte") grondwaterstand: de komgronden (zie kaart nr. 2).
Er is een zeer ingewikkeld systeem van aan- en afvoer van water mogelijk (door middel van een groot aantal stuwtjes, afsluitbare duikers, gemaaltjes). Er is een aantal weteringen die water van en naar de Kromme Rijn respektievelijke kunnen aan- en afvoeren (Caspargouwse wetering, een wetering ten zuiden van Odijk).
Ten gevolge van het graven van het ARK vloeit, zoals is besproken in II.2.1. veel grondwater naar deze vaarweg.
Om dit verlies aan te vullen wordt in een kanaal parallel aan het ARK (aan beide zijden) door middel van elektrische gemaaltjes water gepompt en voedt aldus de op deze kanaaltjes aansluitende weteringen (de sloten in het aangrenzende gebied vallen droog als de bemaling zou worden gestaakt). Deze watervoorziening heeft betrekking op een strook van 400 meter uit de as van het ARK aan beide zijden (oppervlakte circa 2000 hectare).
Verschillende gebieden worden 's winters sterk onderbemalen, zodanig zelfs dat grote delen van de weteringen droog staan (bijvoorbeeld de Wijkersloot). Het gebied van Wijkerbroek, dat ook een grondwaterstandsdaling heeft ondervonden ten gevolge van het graven van het ARK, wordt van water voorzien door de Lek middels een inlaatsluis. 's Zomers wordt via een aantal elektrische gemaaltjes water uit de Kromme Rijn ingelaten.

Ad 3

De lage komgronden in het gebied tussen ARK en de Lekdijk ontvangen veel rivierkwelwater. De Schalkwijkse, de Waalsche en de Honswijksche wetering voeren dit overtollige water af op Merwede en/of Lekkanaal. Vele gebieden worden onderbemalen.
De polder Vuijlcop, ten noorden van Schalkwijk, watert direkt af op het ARK. De mogelijkheid bestaat om via het (voormalige) inundatiekanaal, dat in open verbinding staat met de Schalkwijkse wetering, water in te laten ten behoeve van de oude waterschappen Schalkwijk en Tull en 't Waal.
De strook land langs het ARK wordt via een parallelwetering voorzien van water (zie Ad 2).

II.2.1.5 Korte schets van het landschap

Het studiegebied ten zuiden van de Kromme Rijn biedt een geheel andere aanblik dan dat ten noorden ervan. Het zuidelijk gebied sluit in grote lijnen wel aan op de rivierkleizone in het noordelijk gebied (zie II.1.1.6.) maar het daar karakteristieke hakhout, grienden en landgoederen met parkachtige bossen ontbreekt hier nagenoeg.
Op de hogere stroomruggen treffen we voornamelijk de oude onregelmatige blokvormige percelering aan. De ontginning in de komgronden geschiedde op vele plaatsen vanuit een centrale wetering, van waaruit men aan beide zijden de geldende kavellengte uitzette (dubbele cope-ontginning).
In onder andere Odijk en Werkhoven werden de reeds bestaande percelen in de kommen doorgetrokken, waardoor één kavel zowel gras als bouwland bevatte. Er ontstond derhalve een zeer regelmatig strokenverkavelingspatroon.
In de polder Vechter- en Oudwulverbroek treffen we een regelmatige blokverkaveling aan.
Er liggen weinig kastelen in het gebied; toch vindt men in de buurt van Houten sporen in het land van de oudste in ons land bekende kasteeltypen (mottekasteel en ronde waterkasteel).
Slechts een zestal kastelen of landgoederen treft men in het gebied aan.
Het rapport Het Kromme Rijnlandschap schetst een beeld van het grondgebruik van omstreeks 1865 en 1965 (Het Kromme Rijnprojekt, 1974).
In circa 1865 was het grootste gedeelte in gebruik als bouwland (sterk gebonden aan stroomruggen en oeverwallen). Op de tweede plaats kwam hooi- en grasland (vooral op de komgronden), daarna boskomplexen, boomgaarden (op de stroomrug). Slechts een zeer gering gedeelte bestond uit bebouwing.
In circa 1965 was de situatie geheel veranderd. Tot dat jaar bestond het grootste deel uit hooi- en grasland, gevolgd door boomgaarden, die de akkers verdrongen, stedelijke bebouwing en bouwland. Boskomplexen zijn op een enkel perceel na verdwenen.
Na 1965 is het aantal boomgaarden sterk afgenomen ten gunste van bouwland (mais en weiden).
De weilandkomplexen bestaan hoofdzakelijk uit relatief natte komgraslanden met planten als lies- en rietgras, geknikte vossestaart.
In de loop van de tijd is het studiegebied doorsneden door een vaarweg (ARK) een spoorweg, een aantal Rijks- en Provinciewegen.
Ook de uitbreiding van steden en dorpen heeft het landschap voor een deel een geheel andere karakter gegeven (uitbreiding van Wijk bij Duurstede, Houten en Nieuwegein zijn hiervan "goede" voorbeelden).

II.2.1.6 Watertypen

1. De hoofdwatergangen vormen de Kromme Rijn, de Schalkwijkse wetering (voornamelijk kwelwaterafvoer) - deze mondt vrij uit in het Lekkanaal en behoort

Foto nr. 2a.

Gracht rondom fort Vechten (KZ5).
Een eigen karakter door zijn geïsoleerde ligging (Nuphar lutea en Nymphaea alba).

tot de afwateringseenheid Vecht -, de Houtense wetering - behorend tot de afwateringseenheid Vecht - mondt uiteindelijk via omgelegde Houtensche en Ravensche wetering uit in het Merwedekanaal. De afwateringsrichting van de hoofdwatergangen is zuidoost-noordwest.

2. Op de onder 1. genoemde watergangen mondt een aantal weteringen uit. Te noemen zijn onder andere de Waalsche wetering, Hoonwetering, Wulvensche wetering, Honswijkse wetering, Oosterlaak, Lubbersloot, Dwarsdijksche wetering, Rijnsloot, Gooyer wetering.

3. Sloten (scheisloten, binnensloten, greppels enz.) met een zeer lokale afvoerfunktie, weilandsloten, sloten met greppels langs infrastrukturen, sloten in en rond hakhoutkomplexen.

4. Wielen, binnendijkse plasjes, ontstaan door dijkdoorbraken (wielen in Tull en 't Waal en Wijk bij Duurstede).

5. Slot-, kasteel- en fortgrachten, zowel niet- als wel in open verbinding met andere wateren. Te noemen zijn: grachten van fort Vechten (foto nr. 6, pag. 44a), fort Honswijk, 't Hemeltje van landgoed Wickenburg, Heemstede en van Schonauwen.

6. Jagers- en griendplasjes. Griendkomplex op hoek Inundatiekanaal en Schalkwijkse wetering, tussen Honswijkse wetering en spoorlijn Culemborg-Utrecht.

7. Dode- of afgesneden rivierarmen. Tussen Werkhoven en Cothen, ten zuiden van Odijk.

8. Gegraven zandplassen. Plasje Vechten, tussen de spoorlijn Culemborg-Utrecht en Rijksweg Utrecht-Arnhem.

II.2.1.7 Typen van storingen en verontreinigingen

Het overgrote deel van het studiegebied is landelijk gebied.
De stedelijke bebouwing (Wijk bij Duurstede, Cothen, Werkhoven, Odijk, Bunnik, Schalkwijk, Tull en 't Waal) is aangesloten op de r.w.z.i.'s in dat gebied die òf lozen op de Kromme Rijn òf op het ARK.
De rest van de vooral boerenbevolking woont verspreid over het gebied; lozing van huishoudelijk afvalwater vindt diffuus op voornamelijk de grotere weteringen plaats.
Industriële lozingen vinden buiten de woonkernen niet plaats.
In het studiegebied treft men de volgende r.w.z.i.'s aan.
r.w.z.i. Wijk bij Duurstede ontvangt tevens influent van Cothen en Langbroek. Lozing vindt plaats op het ARK.
r.w.z.i. Schalkwijk: eind 1979 in gebruik genomen. Ontvangt influent van Tull en 't Waal. Lozing vindt plaats op ARK.
R.w.z.i. Bunnik ontvangt tevens influent van Odijk en Werkhoven. Lozing vindt plaats op de Kromme Rijn.
R.w.z.i. Houten. Lozing vindt plaats op ARK, wordt uitgebreid, gereed 1983.

Intensivering van de landbouw en veeteelt veroorzaakt ook hier een verrijking met voedingszouten van het naar de sloten afgevoerde (grond)water.
Het deponeren van drijfmest op de (wei)landen ten behoeve van produktieverhoging heeft een direkte invloed op de manier en de mate van schonen van sloten.
Aanvoer van (Kromme)Rijn- en ARK-water dat ook Rijnwater is, in de zomer, ten einde droogteschade te voorkomen (of grondwaterpeilverhoging c.q. -fixatie, of beregening) levert een extra hoeveelheid voedingszouten, die ook de primaire produktie verhoogt (liesgras, kroos, flab, drijvende waterplanten enz.).

II.2.1.8 Droogtegebieden

Binnen het studiegebied vindt men "drogere" en "nattere" zones welke gekenmerkt worden door het voorkomen van hogere en lagere grondwaterstanden en het al dan niet aanwezig zijn van een dicht slotennet. Ingrepen als de aanleg van het ARK, diverse polderpeilverlagingen uit landbouwkundige overwegingen en de peilveranderingen van de Neder Rijn en Lek (zie II.1.1.4.) hebben uiteraard invloed uitgeoefend op het al dan niet droogvallen van sloten.
Kaart 3 toont dat het voorkomen van watervoerende sloten nog steeds een nauwe relatie heeft met de natuurlijke gesteldheid.
Ten noorden van het ARK tussen Wijk bij Duurstede en Houten liggen de stroomruggen (of restanten) van de diverse Rijnsystemen (zie II.2.1.2.) tegen elkaar aan, slechts plaatselijk gescheiden door kleine kommen. Kaart nr.2 toont dat op deze hogere en drogere stroomruggronden nauwelijks sloten voorkomen en dat deze vaak gebonden zijn aan voormalige beddingen (bijvoorbeeld Nachtsloot, Oosterlaak, gedeeltelijk de Rietsloot). De kleine kommen temidden van dit uitgestrekte stroomruggebied vallen op door het voorkomen van een dicht slotennet loodrecht op een centrale afvoersloot (bijvoorbeeld Lubbersloot, ged. Rietsloot, Vlowijker wetering).
Ten zuiden van het ARK komt een zeer dicht slotennet voor dat het bovengenoemde verkavelingspatroon nauw volgt. We hebben hier voornamelijk te maken met komgronden, die plaatselijk doorsneden worden door relatief smalle (toppen van) oeverwallen van voormalige rivieren of bedekt zijn met overslaggronden als gevolg van dijkdoorbraken.
Kaart 2 toont de relatie tussen het voorkomen van sloten en de grondwaterstanden. Op de hoge brede stroomruggronden worden relatief diepe grondwaterstanden aangetroffen (voornamelijk Gt VII) terwijl in de overgangsgebieden (Gt V en VI) wat hogere en in de kommen (voornamelijk Gt III en II) hoge grondwaterstanden voorkomen.

II.2.2. Eerder verricht onderzoek

Het aantal studies verricht in het onderzoekgebied is relatief gering te noemen.
Ten opzichte van het gebied ten noorden van de Kromme Rijn verricht het Instituut voor Landschapsoecologie en Natuurbeheer der R.U.U. slechts incidenteel biologisch onderzoek.
De volgende rapporten en verslagen die relevant zijn voor het studiegebied zijn te noemen:

a. een onderzoek dat zich geheel heeft afgespeeld ten zuiden van de Kromme Rijn is dat van H. v.d. Berg en H. Knol getiteld:
"Een planktononderzoek in het Kromme Rijngebied" KRP 47, 1977.

In de volgende verslagen komt een aantal monsterpunten voor dat ligt ten zuiden van de Kromme Rijn;

b. Bolier, G., Maes, B., Notenboom, E., 1971. Planktononderzoek in het Kromme Rijngebied, KRP-rapport nr. 19;

c. Vlies, A.W. v.d., 1981. Inventarisatie van de makrofauna in het stroomgebied van de Kromme Rijn in verband met de waterverontreiniging en de vergelijking van een aantal methoden voor de bemonstering van de makrofauna. L.H.W.- rapport A.L.H. 95, H 142;

d. algemene gegevens over landschap, bevolking, industrie, rekreatie enz. zijn te vinden in het rapport: Streekplan Midden- en Zuidoost-Utrecht, een uitgave van de provincie Utrecht (1974);

e. fysische en chemische gegevens zijn te vinden in:
Commissie Hydrologisch Onderzoek Kromme Rijngebied.
Rapport van het hydrologisch onderzoek in het Kromme Rijngebied;

f. KRP-projekt 1970-1974: Het Kromme Rijn landschap, een ekologische visie; uitgave in de reeks Natuur en Milieu nr. 4 van de Stichting Natuur en Milieu.
Genoemd rapport geeft een overzicht van het in het kader van het Kromme Rijn Projekt verrichte onderzoek en is een kompilatie van alle individuele onderzoekingen.
De laatste drie geciteerde verslagen hebben gediend voor de beschrijving van het gebied in de voorafgaande paragrafen.

g. enkele artikelen verschenen in het mededelingenblad van de Hydrobiologische Vereniging over het plasje Vechten (jaargang 1, nr. 2);

h. Droogleever Fortuyn, C.E., 1946, Analyse van de schommelingen over het jaar 1942 van het aantal individuen der planktonsoorten van het "Gat in den Dijk" bij Wijk bij Duurstede.
Doctoraal verslag nr. 270, van het voormalige Botanische Museum en Herbarium van de R.U.U;

i. Kuijsters, C.G., 1977, Saprobie en saprobiteit volgens de ideeën van diverse auteurs en getoetst aan waarnemingen in enkele sloten rond Cothen en Werkhoven, 1971-1972.
L.H.W. verslag, Vakgroep Natuurbeheer nr. 394.

Op de verslagen van een aantal studies wordt nader ingegaan;

Ad a

Het gebied dat de auteurs hebben gekozen voor hun onderzoek is gelegen tussen de Kromme Rijn en het ARK ten oosten van Houten.
Onderzocht zijn vooral kleinere weteringen (van het type 2; zie II.2.1.1) met een water verzamelende en transporterende funktie.
Ook is de Kromme Rijn op verschillende punten onderzocht, evenals een overstortvijver. Sloten van het type 3 zijn buiten het onderzoek gebleven.
Uit de resultaten blijkt duidelijk dat de aan- en afvoerfunktie van de watergangen bij de auteurs centraal heeft gestaan.
Het chloridegehalte van de wateren is op een enkele tijdelijke uitzondering na steeds groter dan 100 mg/l, meestal zelfs boven 150 mg/l, hetgeen duidelijk maakt dat zeer veel ARK-(Rijn)water in het gebied wordt ingelaten.
Ook in andere chemische parameters wordt het karakter van Rijnwater teruggevonden. Anders gezegd: de onderzochte wateren hebben geen eigen karakter, chemisch gezien; het karakter wordt bepaald door dat van het ingelaten water; de gehalten aan voedingszouten zijn zo hoog dat korrelaties met fytoplanktongegevens zinloos lijken, een konklusie die de auteurs, zij het aarzelend, ook in hun verslag trekken.
Het verslag heeft veel meer het karakter van een inventarisatie van het fytoplankton in watergangen die een meer dan lokale verzamelende en af- en aanvoerende funktie hebben en met een zeer sterke rijnwater invloed.
De auteurs vinden ook een fytoplanktonsamenstelling die over het gehele gebied genomen weinig variatie vertoont en grote overeenkomst heeft met dat van het ARK en de Kromme Rijn.
Het is echter merkwaardig dat genoemde auteurs geen enkele kiezelwier hebben waargenomen, zelfs niet in het ARK, waar onder alle omstandigheden het aspekt van het fytoplankton wordt bepaald door deze organismen. Het zijn ook de kiezelwieren die in de weteringen rijnwater-aanvoer kunnen indiceren.

In het verslag wordt niet gesproken over het eventueel systematisch achterwege laten van kiezelwierdeterminaties en -tellingen.
De resterende gegevens kunnen ten dele een aanvulling betekenen van het hydrobiologisch inventariserend onderzoek door de provincie.
De gevonden organismen zijn in het algemeen soorten waarvan de oppervlakte groot is ten opzichte van de inhoud, een omstandigheid die typisch is voor echte zwevers van open water. Deze oppervlaktevergroting wordt gerealiseerd door stekels naalden, geleilichamen, koppeling van afzonderlijke (dochter)-cellen met plasmadraden, flagellen enz. figuren A en C, bijlage B 5.1. en B 5.2.).
Voorbeelden zijn: Scen. opoliënsis, Actinastrum hantzschii, diverse Ankistrodesmus soorten, Dinobryon soorten. Soorten die samen met (niet vermelde!) diatomeeën met uitstekels zoals Stephanodiscus div. spec. typisch zijn voor open (rijn)plankton (P.J. Schroevers, Typologie in: Biologische Waterbeoordeling pagina 70).

Ad b

Het KRP-rapport dat hoofdzakelijk betrekking heeft op het gebied ten noorden van de Kromme Rijn, behandelt ook enige punten ten zuiden daarvan. Op één na liggen deze echter in wateren die in open verbinding staan met de Kromme Rijn. Een punt is interessant; dat is de gracht rondom het fort Vechten, waarvan het water niet in verbinding staat met andere watergangen. De waarden van de chemische parameters tonen aan dat het hier handelt om een zeer bijzonder (ongestoord) milieu, zoals dat ook is aangetroffen in de binnengracht van het fort Rhijnauwen. De overeenkomst tussen beide watersystemen is zéér groot. In biologische zin wordt geen duidelijk beeld verkregen van de fortgracht.
De diversiteit is er betrekkelijk hoog te noemen (78 fytoplanktonvormen).
De auteurs komen tot de slotsom dat de algemene indruk van het water in de gracht van het fort Vechten zeer gunstig is; een milieu dat zowel in chemisch als in biologisch opzicht sterk afwijkt van de overige wateren in het gebied.

Ad c

V.d. Vlies heeft van dezelfde punten als die genoemd in het rapport van Bolier et al, de makrofauna geïnventariseerd.
De auteurs stemmen in hun konklusie dan ook sterk overeen.
V.d. Vlies vindt in de fortgracht enkele vrij zeldzame soorten.
De slechts op enkele plaatsen in Nederland waargenomen en uit Amerika afkomstige platworm Dugesia tigrina is hier in grote getale aangetroffen.

Ad e

Relevante gegevens uit het rapport van de Commissie Hydrologisch Onderzoek Kromme Rijngebied zijn verwerkt in de gehele tekst.

Ad g

1. C.J. Hogendijk, 1967.
   Het optreden van ijzer in de gestratificeerde plas Vechten.
   Genoemde auteur geeft een overzicht van de morfometrie en van de chemie van het plasje (lengte 470 meter, breedte 75-130 meter, diepte 10,5 - 12,0 meter). Dikte epilimnion 4,5 (augustus) - 8 meter (oktober).
   In hypolimniun treedt anaerobie op. Cl^- konsentratie 16-17 mg/l.
   Ten gevolge van regen zou via deinterstitiëleruimten van de kleibodem veel Ca^{2+} en Mg^+ verbindingen in het hypolimnion terecht komen.

2. B.Z. Salomé, 1967.
Planktononderzoek in de plas Vechten.
Auteur konstateert geen waterbloei van blauwwieren. Een nieuwe kiezelwiersoort is aangetroffen: Centronella reichelti.
Verder worden, afhankelijk van het seizoen, grote hoeveelheden gevonden van: Ceratium hirundinella, Phacotus lenticularis (zomer), Mallomonas akrokomos (winter), Cyclotella comta (zomer), Stephanodiscus astraea var. minutula (winter), Asterionella formosa (verschillende tijdstippen), groenwieren komen weinig in grote dichtheden voor.
Vele algen in het plasje Vechten komen in zo'n geringe hoeveelheid voor dat ze niet opgemerkt worden. De gevonden soorten wijzen op een toestand van matige eutrofie.

Ad h

Het plankton dat de auteur aantrof in het water van het "Gat in den Dijk" is typisch voor grotere open en diepe wateren.
Het aantal individuen varieerde sterk met de diepte en met de tijd.
Op een diepte van 0-meter (net onder de waterspiegel) worden bijvoorbeeld in april 10.000 per liter individuen aangetroffen van de kiezelwier Asterionella formosa; op 3 juni geen enkele, terwijl op 20 juni weer ruim 700 individuen per liter zijn geteld.
In april en op 20 juni treden de grootste dichtheden op op alle bemonsterde diepten.
Van Ceratium hirundinella worden de grootste dichtheden aan het oppervlak aangetroffen, in juli op alle diepten. Dan worden ruim 2000 per liter individuen aangetroffen. Deze soort wordt het gehele jaar door aan het oppervlak waargenomen.
Ook het zoöplankton varieerde sterk in dichtheid met de diepte en in de tijd.
De belangrijkste taxa zijn Ceriodaphinia spec., Keratella cochlearis, Polyarthra platyptera en Tintinnopsis lacustris.
Van een echte temperatuursspronglaag (thermocline) is in de 8 meter diepe plas geen sprake.

Ad i

In enkele sloten in het gebied rond Cothen en Werkhoven zijn 6 fytoplanktonmonsters genomen en geanalyseerd (in augustus).
De belangrijkste groepen die van het fytoplankton deel uitmaken zijn: de bakteriën, de kiezelwieren (alle monsterpunten) en de groenwieren.
De belangrijkste hogere planten die de auteur aantrof zijn:
Lemna spec., Elodea nutallii, Ceratophyllum demersum, Callitriche spec., Spirodela polyrhiza. De meeste sloten waren bedekt met flab.

Van Provinciale Waterstaat van Utrecht, afdeling Ecologie is in 1979 een inventarisatierapport verschenen van het gebied om Schalkwijk. In het rapport is gebruik gemaakt van de gegevens van het flora- en vegetatiekarteringsonderzoek van afdeling Ecologie van Provinciale Waterstaat van Utrecht. Met behulp van deze gegevens is op grond van de waargenomen vegetatie een verspreidingskaart samengesteld van sloten met indikaties van schoon en van matig schoon water, hoewel niet wordt vermeld welke planten als indicerende soorten zijn gebruikt (kaart 5).
Schoonwater sloten worden vooral gevonden in de polder Wulven en het zuidwestelijk gedeelte van de polder Hoon, in het centrale deel van de polder Vuijlcop en (wat minder) in de polder Blokhoven ten westen van de spoorlijn Culemborg-Utrecht, waar veel Stratiotes aloides, Potamogeton lucens en Potamogeton natans - gekombineerd - worden aangetroffen. Sloten waarin kwelindikatoren worden gevonden liggen vooral in de polder Blokhoven.

II.2.7. Gekozen monsterpunten

Anders dan in 1978 had de sektie flora- en vegetatie van de milieukartering het studiegebied reeds geïnventariseerd.
De vegetatie kon dan ook als een der keuzekriteria der monsterpunten worden gebruikt.
Enkele medewerkers van genoemde sektie hebben op kaarten aangegeven welke sloten of gebieden met sloten opvielen vanwege hun relatief bijzondere vegetatie. Een hard kriterium kon hierbij niet gehanteerd worden. Meestal betrof het planten die of een bijzonder milieu aangaven, of niet algemeen (in het gebied) voorkwamen, zoals Hottonia palustris (kwel), diverse Potamogetonsoorten (niet sterk verontreinigd), Stratiotes aloides (niet algemene plant), Fontinalis antipyretica, Utricularia div. spec, Myriophyllum spec., Characeae, Hippurus vulgaris enz. (zie pag. 30).
Getracht is de keuzebepalingsmethodiek en -volgorde op dezelfde manier te laten verlopen als in 1978. Aan de geologie en geomorfologie bij de bepaling der punten is minder aandacht besteed dan in het jaar daarvoor. In tabel C, pag. 69 is, evenals in II.1.4. een lijst opgenomen van de monsterpunten, met daarbij de kriteria waaraan deze voldoen.
Als bijlage is een lijst opgenomen van de monsterpunten met hun geografische ligging; alsmede een aantal gegevens betreffende de monsterplek en het monsternemen (bijlage B4.2).

Personeel in 1979

In het studiejaar 1979 is de assistentie bij het veldwerk en bij de analyse sterk verbeterd ten opzichte van die in 1978.
De volgende assistentie is verleend:

1. assistentie bij het makrofauna-onderzoek van twee ervaren studenten van de R.U.U. (afdeling Landschapsoecologie en natuurbeheer).
   Het onderzoek van deze studenten is weergegeven in een verslag, getiteld: Hydrobiologische inventarisatie van het Zuidelijke Kromme Rijngebied, 1979 (Beenen, R. en Bonenkamp, J., 1981);P.W.U.-afdeling E, verslagnr. 45;

2. assistentie bij het zoöplankton-onderzoek door een afgestudeerde hydrobioloog. Het verslag van dit onderzoek is getiteld: Zoöplankton van het Zuidelijke Kromme Rijngebied, 1979 (Mol, A., 1981); P.W.U.-afdeling E, verslagnr. 38.

Stand analyse hydrobiologisch onderzoek 1979

Fytoplankton	: analyse afgerond
Diatomeeën	: analyse nog niet aangevangen. Preparaten mikroscopische analyse zijn voltooid
Zoöplankton	: analyse voltooid
Makrofauna	: analyse voltooid
Bodemfauna	: geen zicht op analyse; alleen in het voorjaar gemonsterd. Gefixeerde monsters zijn onbehandeld opgeslagen.

Naast bovengenoemde monstertypen zijn nog monsters verzameld, speciaal voor watervlooien-onderzoek. De determinatie van de watervlooien zal worden verricht door een specialist. De vrijkomende gegevens zullen in de eerste plaats door deze specialist worden gebruikt voor oecologisch- en verspreidingsonderzoek van Nederlandse watervlooien, daarnaast echter zullen ze in een later stadium toegevoegd worden aan de overige gegevens en resultaten van de hydrobiologische werkgroep van P.W.U.

II.2.4. Diskussie

II.2.4.1. Chemisch onderzoek

Zuurstof

In het voorjaar is 65% van de onderzochte wateren oververzadigd met zuurstof (maximaal is 182% gemeten); in de zomer bedroeg dit percentage 17. Over de oorzaken is reeds gediskussieerd. (pag. 22).
Een aantal opvallende waarnemingen:
In het voorjaar is in een kwelsloot bij de Heul (KZ 44) zuurstofloosheid gekonstateerd. Het had veel geregend in de voorafgaande periode. Het water was zeer troebel en stonk naar gier. Het ijzergehalte in het water is hoog te noemen (22,3 mg/l).
Waarschijnlijk heeft een kombinatie van sterke kwel, oxidatie van ijzer in het zuurstofarme (kwel)water en de gemorste gier (de waterplanten zaten vol met opgedroogde gierspetters) de zuurstofloosheid veroorzaakt.
Beter is de zuurstofloosheid te verklaren van een aantal wateren in de zomer. In bijna alle sloten waar een laag zuurstofgehalte is gekonstateerd is de vegetatiebedekking min of meer volledig.
Eenmaal is zuurstofloosheid gekonstateerd ten gevolge van schoning.
In het ondiepe en schaduwrijke wiel bij Tull en 't Waal (KZ 43) is de zeer slib- en detritusrijke bodem de oorzaak van het zuurstofgebrek. In de sloten met gevarieerde wat open vegetatie van vooral Potamogeton natans, P. densus, P. alpinus, P. lucens, van Elodea spec., van krabbescheer (Stratiotes aloides) (KZ 24, 48, 47) is voldoende zuurstof aanwezig ('s zomers).
In de meeste grote wateren is het zuurstofgehalte bevredigend.
In de grote watergangen (Kromme Rijn en de weteringen) is het zuurstof nooit in lage konsentraties aanwezig (zie ook de analyse-resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek van afdeling W).

Chloride (figuur E)

Op pag. 42 is reeds aandacht besteed aan de watervoorziening in het gebied tussen Kromme Rijn en Lekdijk. Daaruit werd duidelijk dat 's zomers veel water wordt ingelaten vanuit de Kromme Rijn en vanuit het ARK.
Het laatste is slechts het geval voor een smalle strook land langs het ARK.
De Chloride-gehalten weerspiegelen zeer goed dit waterbeheer.
In het voorjaar, als geen water behoeft te worden ingelaten, zijn de Cl^- waarden relatief laag, in de zomer zijn ze hoog te noemen, dan wordt veel water ingelaten en komen de Cl^- gehalten overeen met die van de Kromme Rijn en van het ARK.
In de strook land langs het ARK zijn de Cl^- gehalten in beide perioden hoog, hetgeen overeenkomt met die in de Rijn en in het ARK.
Kwelwater dat onder de Lekdijk doorsijpelt laat zich gemakkelijk aantonen aan de hand van het CL^- gehalte: in beide perioden is deze hoog te noemen (bijvoorbeeld KZ 12, 17, 43, 48). Niet altijd treedt kwel op langs de Lekdijk (KZ 44, 45).
Op een aantal plaatsen worden zeer geringe Cl^- waarden aangetroffen. Het zijn steeds wateren die min of meer geïsoleerd liggen (gracht rond fort Vechten, Plasje Vechten, enkele sloten in de polder Blokhoven, ringsloot bij Heemstede, enz.) (Cl^- : 20-30 mg/l).
In de polder Blokhoven is duidelijk de invloed merkbaar van het water in de Blokhovense wetering op de sloten in deze polder.

	Periode 1	Periode 2	
Blokhovense wetering	96 mg Cl /l	128 mg Cl /l	m.p. 26
Sloot in polder Blokhoven	55 "	95 "	m.p. 28
idem	51 "	90 "	m.p. 40
idem	28 "	25 "	m.p. 16
idem	27 "	30 "	m.p. 42

De beide laatste sloten in de tabel liggen ver van de Houtense wetering, er is slechts afvoer mogelijk van water. M.p. 16 ontvangt daarnaast ook nog kwelwater.

Uit de gegevens van het routinematig waterkwaliteitsonderzoek van de provincie blijkt duidelijk uit het Cl^- gehalte dat slechts in de zomer, dus in droge perioden, water vanuit de Lek (bij Wijk bij Duurstede) wordt ingelaten.
In deze periode is de Cl^- konsentratie er hoog (145-220 mg/l) in de rest van het jaar, als veel overtollig water uit het noordelijk deel van het Kromme Rijngebied wordt afgevoerd is het gehalte beduidend lager (30-70 mg/l). In de Schalkwijkse en Houtense wetering (respektievelijk A14 en A19) zijn de konsentraties het gehele jaar door hoog te noemen, hetgeen zonder twijfel wordt veroorzaakt door het bijna permanent inlaten van ARK-water.
Opvallend is het hoge Chloridegehalte in een sloot langs de rijksweg, dat wil zeggen m.p. 36 (periode I: 195 mg/l; periode II: 445 mg/l). Aangezien zowel in het aangrenzende plasje Vechten als in de gracht van fort Vechten de konsentraties zeer laag zijn, ligt het voor de hand te denken aan zoutinvloed ten gevolge van gladheidbestrijding op rijksweg A12.
De hoge waarde in het eendenplasje bij de kruising van de Schalkwijkse wetering en het Inundatiekanaal wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door waterinlaat.

Geleidingsvermogen (figuur E)

De variatie is gering te noemen. Zelfs de Chloride-arme wateren bezitten een relatief hoog geleidingsvermogen. Dit is niet bijzonder: in plantenrijke wateren treft men deze situatie gewoonlijk aan.
Een hoge produktie betekent een veel hogere mineralisatie (belangrijke ionen zijn: carbonaten, sulfaten, kalium, natrium, magnesium, calcium, ijzer. Deze zijn alle sterk betrokken bij de opbouw van plantaardig materiaal). De fosfaat en nitraat-ionen hebben slechts een geringe invloed op het E.G.V., hoewel De Lange (1972) een positieve korrelatie aantoonde in poldersloten van fosfaat en het E.G.V.. Plaatsen we de Cl^- en E.G.V.-waarden van de wateren in het onderzoekgebied in de grafiek van die van 1978 (figuur E) dan laten zich drie groepen afsplitsen: (zie ook pag. 25).

Groep a: Lage Cl^- en relatief lage E.G.V. klasse b (zie pag. 25).
Bij nagenoeg konstant Cl^- gehalte kan het E.G.V. sterk variëren.
Cl^-: 20-30 mg/l E.G.V.: 185-540 μ S cm^{-1}

Groep b: Wisselende (hoge Cl^-) en hoge E.G.V. klasse c (zie pag. 25).
Cl^-: 40-200 mg/l E.G.V.: 550-1000 μ S cm^{-1}

Groep c: Slechts één m.p. (36) valt in klasse c (zie pag. 25).
$Cl^- > 100$ E.G.V. > 1000 μS/cm

In groep a vallen de min of meer geïsoleerde wateren zoals fortgrachten, vijvers, zandgaten, ver van weteringen gelegen slootjes enz. Hieronder vallen ook wateren die zoete kwel ontvangen.

In groep b vallen alle overige wateren, die òf het gehele jaar òf gedurende een bepaalde periode van het jaar in kontakt staan met oppervlaktewater dat afkomstig is van de Lek, of waarin kwelwater van de Lek terecht komt.
Tot groep c behoort slechts één watergang die waarschijnlijk pekelwater ten behoeve van gladheidsbestrijding ontvangt van de rijksweg 12.

Zuurgraad

Op een enkele uitzondering na (m.p. 20, 21 en 48) is de pH van de onderzochte wateren $>$ 7; er treedt een variatie op van (7,1) 7,3 - 8,5 (8,6).
Nagenoeg al deze wateren hebben in het voorjaar een hogere pH dan in het najaar. De oorzaak moet worden gezocht in een verminderde primaire produktie van de echte waterplanten ten gevolge van beschaduwing. In het voorjaar zijn de meeste sloten nog niet bedekt met waterplanten (kroos, watergentiaan, gele plomp, kroosvaren) en is de helofytengroei nog niet sterk ontwikkeld. De primaire produktie kan dan hoog zijn ten gevolge van de groei van potamiden, ceratophylliden en van draadwieren (flab).
De afbraak is dan gering ook al ten gevolge van de lage temperatuur van het water. In de nazomer is deze afbraak aanzienlijk groter (hoge temperatuur, groter aanbod van afgestorven organisch materiaal) met als gevolg een lagere pH, daarenboven is het water stagnant.
Voor open, diepe en heldere wateren geldt dit in veel mindere mate. De omstandigheden zijn veel konstanter, de invloed van de bodem is veel geringer. De pH kan best hoog zijn ten gevolge van sterke planktongroei, doch deze wijzigt zich niet zo sterk (vergelijk m.p. 1, 5, 12, 18, 29a, 41). In al deze grotere wateren is de zuurgraad nagenoeg konstant. Het water in de Houtense wetering heeft eveneens een konstante pH. In deze wetering echter stroomt het water, dat afkomstig is van het ARK, zodat nauwelijks sprake is van primaire produktie en van afbraak. De pH komt overeen met die van het ARK-water. Absoluut gezien zijn de pH-waarden niet hoog te noemen; zij zijn iets lager dan die van de meeste eutrofe Nederlandse oppervlaktewateren.
Een indeling der wateren op grond van de pH is niet te maken.

Biologisch Zuurstof Verbruik (B.Z.V.)

Het biologisch zuurstofverbruik der verschillende wateren varieert zeer sterk. Ook zijn de verschillen tussen de 1e en 2e monsterperiode meestal erg groot met uitzondering van m.p. 5, 12, 14, 20, 23, 29, 29a en 47. De verschillen zijn echter niet eenduidig en laten zich niet beredeneren ($<$ 1 mg O_2/l - 11 mg O_2/l in voorjaar; $<$ 1 mg O_2/l - 18 mg O_2/l in zomer).
In het voorjaar hadden 22 van de 39 wateren een B.Z.V. $\leqslant$ 5 mg O_2/l in de zomer waren dat er 28.
Op grond hiervan lijkt het niet mogelijk de wateren in te delen naar B.Z.V.

Chemisch Zuurstof Verbruik (C.Z.V.)

Bij de bepaling van het C.Z.V. wordt de aanwezige organische stof chemisch geoxideerd. Aldus verkrijgt men een indikatie van de potentiële zuurstofbehoefte van het water. Bij gemakkelijk afbreekbare organische verbindingen is het C.Z.V. ongeveer gelijk aan het B.Z.V., bij komplexe en moeilijk afbreekbare stoffen zijn de C.Z.V.-waarden veel hoger dan die van het B.Z.V.
De verhouding tussen B.Z.V. en C.Z.V. kan voor oppervlaktewater oplopen tot 1 : 25. Deze maximale verhouding kan men aantreffen in humuszuurrijke wateren (dystrofe wateren).

Er is geen verband gekonstateerd tussen het B.Z.V. en het C.Z.V. in de onderzochte wateren. Slechts in een aantal gevallen waarin het C.Z.V. extreem hoog is, treft men ook hogere B.Z.V.-getallen.

In de meeste gevallen vertonen troebele en/of bruine wateren een hoge C.Z.V. (KZ 21), soms is een duidelijke mestgeur waar te nemen (KZ 7 II).
De maximale waarden vindt men in de zomer; vele wateren hebben echter in het voorjaar de hoogste C.Z.V.
De waarden variëren in het voorjaar van (7) 9-79 (140)mg O_2/l en in de zomer van (14-15) 19-129 (246)mg O_2/l.
In het voorjaar hadden 7 van de 39 wateren een C.Z.V. $\leqslant$ 25 mg O_2/l, in de zomer waren dat er 11.
Ook op basis van het C.Z.V. is geen indeling te maken van de wateren.

Voedingszouten in water

Stikstof

Het gehalte van stikstofverbindingen wisselt zeer sterk, zowel in ruimte als in tijd.
In een aantal wateren is het NO_3/NO_2 gehalte hoog ($>$ 1 ppm); het zijn alle wateren die in direkt kontakt staan met water uit Kromme Rijn of de Lek (zie waterkwaliteitsgegevens afdeling W, 1979).
In zowel het Inundatiekanaal als in de gracht rond fort Honswijk is het water in de zomer rijk aan nitraat. Ook bleek het Cl^- gehalte er hoger te zijn.
Het lijkt aannemelijk dat òf via de Schalkwijkse wetering òf via de inlaatsluizen van het fort water is ingelaten om het zomerpeil te handhaven.
In de meeste kleine wateren valt een laag nitraat/nitrietgehalte waar te nemen; in 29 gevallen is de konsentratie 's zomers lager (plantengroei). De hoeveelheid NH_4-ionen wisselt sterk; er is geen relatie te vinden met andere faktoren.
Slechts een gering aantal wateren is zowel in het voorjaar als in de zomer sprake van een laag totaal stikstof (Kj.-N+NO_3/NO_2).
Te noemen vallen: gracht rond fort Vechten, wiel Tull en 't Waal.
Laag zijn 's zomers: m.p. 23 en 45.
In 18 gevallen blijft de totaal stikstofwaarde onder de IMP 1980-1984 voorlopige normwaarde van 2,0 mg/l in de zomer.
Aan de gehalten van de stikstofverbindingen in het water van de grachten van fort Lunetten is goed te zien dat de invloed van de Kromme Rijn geheel is verdwenen aan het einde van het grachtensysteem (Lunet IV). (Dit geldt echter niet voor het chloridegehalte). Kennelijk wordt veel van de voedingszouten vastgelegd door primaire producenten. Hetzelfde geldt in nog sterkere mate voor de fosforverbindingen (zie volgende paragraaf).

Fosfor

De fosforverbindingen konsentraties variëren sterk zowel in ruimtelijke als tijdelijke zin.
Slechts in vier gevallen zijn deze laag tot zeer laag te noemen (fortgracht Vechten, Wiel de Noord, een sloot in polder Blokhoven, een sloot in polder Tull en 't Waal).
In 12 gevallen is sprake van zeer hoge konsentraties. In de rest van de wateren is sprake van matig tot hoge gehalten.
In 2 wateren is het t-P hoger dan 0,2 mg P/l (IMP 1980-1984 norm voor basiskwaliteit oppervlaktewater).
Er lijkt een verband aantoonbaar tussen de konsentratie t-fosfaat, het zuurstofgehalte en het ijzergehalte. Zuurstofarmoede doet onoplosbare driewaardige ijzerionen overgaan in veel beter oplosbare tweewaarde ijzerionen. Ook zijn onder die omstandigheden fosfaatverbindingen beter oplosbaar.
Een goed voorbeeld is m.p. KZ 6.

	voorjaar	zomer
O_2 (mg/l)	4,1	0,3
o-P mg/l	0,40	0,48
t-p mg/l	0,72	0,78
totaal Fe mg/l	4,40	52,52
ook KZ 21 is illustratief:		
O_2 (mg/l)	8,4	0
o-P mg/l	0,03	1,30
t-p mg/l	0,18	2,10
totaal Fe mg/l	1,20	6,04
en KZ 44:		
O_2 (mg/l)	0	3,7
o-P mg/l	0,03	0,18
t-p mg/l	1,30	0,30
totaal Fe mg/l	22,30	1,59

Evenals voor de stikstofverbindingen kan een duidelijk verschil worden aangetoond tussen het water in de gracht van fort Lunetten 1 waarmee de Kromme Rijn in open verbinding staat en van fort Lunetten 4, dat ver verwijderd is van deze rivier: in het voorjaar respektievelijk 0,9 en 0,21 mg t-P/l en 0,6 en 0,22 mg o-P, in het najaar respektievelijk 0,92 en 0,32 mg t-P/l en 0,69 en 0,23 mg o-P/l.

Op grond van de fosfaatconcentraties is het niet mogelijk een indeling der wateren te maken. Er is slechts een onscherpe scheiding te maken tussen de grotere wateren (wielen, plasjes) en de overige watergangen.

Zware metalen

In 1979 is in de tweede monsterperiode naast totaal ijzer totaal zink en totaal lood bepaald. Deze verbindingen komen in het Lekwater in grotere konsentraties voor dan in de kleinere watergangen van polders (zie gegevens van Rijkswaterstaat en van die van het waterkwaliteitsonderzoek van afdeling W). Met behulp van deze metaalconcentraties lijkt het dus mogelijk na te gaan tot hoever de invloed rijkt van het Lekwater in het landelijk gebied.
De konsentratie van totaal Zn bedroeg in 1979 in de Lek 50-80 μg/l en aan totaal lood 20-40 μg/l. In 1978 bedroeg de totaal Zn konsentratie gemiddeld 70 μg/l (40 min.; 115 max) en het totaal lood gemiddeld 28 μg/l (14 min.; 43 max) (gegevens P.W.U. 1978 en 1979 m.p. A 06). Aan totaal koper is gemiddeld in 1978 gevonden 23 μg/l (12 min.; 45 max.). In 1979 10-20 μg/l.

Cu met uitzondering van de gracht van fort Lunetten en het eendenplasje (KZ 41) is $<$ 10 μg Cu/l gevonden.

Zn de variatie aan totaal Zn is het grootst. Alle wateren die of direkt of indirekt in verbinding staan met de Lek of met de Kromme Rijn of die water ontvangen van deze rivieren bevatten een hogere konsentratie totaal Zn dan de wateren die daarmee niet in verbinding staan. In deze laatste groep wateren wordt steeds $<$ 10 μg Zn/l gevonden.

Pb Hetzelfde als voor Zn geldt voor Pb. Opvallend is echter dat alle wateren die Rijn- of Lekkwelwater ontvangen meer dan 10μ g Pb/l bevatten (m.p. 5, 7, 9, 43, 45). In het eendenplasje (KZ 41) wordt de hoogste waarde gevonden (40μ g/l).
In de sloot langs rijksweg 12 (KZ 36) wordt 20μ g/l gevonden.
Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door aanvoer van water van deze rijksweg. Het hoge Cl^- gehalte wijst ook in die richting. Ook kan lood van uitlaatgassen van automotoren in het water terechtkomen.
Een aanvullende opmerking over het eendenplasje.
Er wordt water ingelaten vanuit de Schalkwijkse wetering.
In de loop van de tijd zullen zich deze zware metalen ophopen in het slib en in het plankton dat er massaal aan te treffen is. De eenden zullen het ondiepe water opwervelen waardoor veel slib in suspensie verkeert (zichtdiepte is er 10-20 cm).
Een watermonster bevat derhalve veel slib en veel plankton en dus ook relatief een hoog gehalte aan metalen.
Mogelijk vindt ook input plaats van varkensmest waarin zware metalen in hoge konsentratie aanwezig zijn (Cu en Zn).

IJzer

Er is een zeer grote variatie in de ijzerconcentratie der onderzochte wateren (0-52,52 mg/l tot. Fe).
Niet altijd gaan hoge ijzergehalten gepaard met kwelindikaties (m.p. (tot. Fe): 52,52 mg/l geen kwelindikaties, m.p. 41 (tot. Fe): 1200 mg/l; geen kwelindikaties.
In de meeste gevallen is de tot. Fe-concentratie in de twee monsterperiode hoger dan in de eerste. Hetzelfde geldt voor de hoeveelheid opgeloste zuurstof. Het is verleidelijk hierin een causaal verband te zien, doch men moet daarmee oppassen. Slechts in extreme situaties lijkt het aannemelijk dit verband te leggen (zie pagina 54).

II.2.4.2. Biologisch onderzoek

De vegetatie

In 1979 heeft de groep flora en vegetatiekartering Provinciale Waterstaat Utrecht afdeling Ecologie het gebied tussen kromme Rijn en noordelijke Lekdijk geïnventariseerd.
Ten behoeve van het hydrobiologisch onderzoek is een kaart gemaakt waarop de sloten met een relatief bijzondere vegetatie ingetekend zijn (zie kaart 5).
In dit verband kunnen de volgende gebieden worden genoemd waarin sloten voorkomen met een relatief bijzondere vegetatie.

Gebied	Aangetroffen "bijzondere" planten
Polder de Geer	*Ranunculus circinatus*, *Stratiotes aloides*, *Hottania palustris*, *Elodea canadensis*;
Polder Vuylcop	*Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton lucens*, *Nymphoides peltata*, *Elodea canadensis*;
Polder Tull en 't Waal	*Elodea canadensis*, *Hottonia palustris*, *Potamogeton lucens*, Characeae;

Gebied	Aangetroffen "bijzondere" planten
Polder Blokhoven	Stratiotes aloides, Hottonia palustris, Ranunculus circinatus;
Polder Oud Wulverbroek ten oosten van spoorweg	Potamogeton lucens, Hydrocharis morsus-ranae, Stratiotes aloides, Characeae;
Gebied tussen Odijk en Kromme Rijn (O. van Odijk)	Hottonia palustris, Stratiotes aloides, Ranunculus circinatus, Myriophyllum spicatum.

In het gebied ten oosten van de spoorlijn Utrecht-Culemborg en ten zuiden van de Schalkwijkse wetering benevens in de polders Lage Maat en Wijkerbroek komt regelmatig Potamogeton densus voor. Een soort die kan worden beschouwd als een kweli-ndikator van weinig verontreinigd water. Direkt ten noorden van de Lekdijk wordt veelvuldig Hottonia palustris, een soort van voedselrijke, niet verontreinigde wateren aangetroffen; in een aantal sloten Potamogeton alpinus (onder andere KZ 16).

In de niet op de kaart aangestreepte watergangen treden vegetaties op met minder differentiatie (Glycerya maxima, Ceratophyllum demersum, Elodea nutallii, Lemna trisulca, Lemna gibba/minor, Azolla fillicoides, Sparganium erectum, Typha latifolia, draadwierassociaties, diverse Potamogeton (crispus, pectinatus, pusillus, acutifolius).

De geselekteerde monsterpunten bevatten in een aantal gevallen elementen uit de hierboven genoemde (bijzondere) soortenkombinatie. Er wordt dus à priori van uitgegaan dat de watergangen met bijzondere elementen ook voor andere groepen van organismen bijzonder zijn en dus de rijkst gedifferentieerde levensgemeenschappen bevatten.

Ook is een aantal wateren bemonsterd met een veel minder sterk gedifferentieerde vegetatie (KZ 7, KZ 14, KZ 20, KZ 22, KZ 21, KZ 40, KZ 44). In een aantal gevallen was de vegetatie spaarzaam of geheel afwezig (weteringen, grotere wateren, jagerplasjes) onder andere KZ 41, KZ 43, KZ 18, KZ 12, KZ 31, KZ 34, KZ 26, KZ 32).
Van de minder sterk gedifferentieerde sloten groeien de meeste dicht (met uitzondering KZ 44) met òf Lemniden òf Helofyten (Glyceria maxima, Sium erectum, Sparganium, Rorippa aquatica). Een enkel keer groeit de watergang dicht met Callitriche spec. (KZ 22, samen met Ranunculus aquatilus), soms met zowel helofyten als ondergedoken planten (KZ 40).
Van de wateren met bijzondere planten groeit geen enkele dicht.
De vegetatie in de vele weteringen vertoont net als in 1978 veel variatie in ruimte, tijd, samenstelling en dichtheid.
Het is dan ook niet zinvol van elke wetering in het gebied de vegetatie te beschrijven. Er zij verwezen naar het gegevensbestand van flora/vegetatiekartering. De meest voorkomende planten in de weteringen zijn:
Callitriche spec., Lemna minor/gibba, Potamogeton crispus, P. pectinatus, Spirodela polyrhiza. Minder vaak komen voor: Potamogeton perfoliatus (plaatselijk massaal in de Rietsloot), Potamogeton lucens (plaatselijk massaal in de Houtense wetering en in het Kattenveldse meer), Potamogeton friesii/trichoides, Ceratophyllum demersum, Hydrocharis morsus-ranae, Nymphoides peltata, Nuphar lutea, Nymphaea alba (de laatste drie vooral in het Inundatiekanaal), Glyceria fluitans en Sagittaria sagittifolia. Soms treft men geen vegetatie aan ten gevolge van schoning (Geersloot, Enghsloot).

Wateren met een bijzonder komplexe struktuur in vegetatief opzicht, dat wil zeggen, waarin veel soorten voorkomen zonder dat er dominantie optreedt en waarin de opbouw van de verschillende lagen evenwichtig is, zijn:

KZ 23 : een sloot in polder de Geer en weilanden ten westen van de Geersloot;
KZ 42 : een sloot in het zuidelijk deel van de polder Blokhoven;
KZ 28 : een sloot in het midden van de polder Blokhoven (tussen Schalkwijk en de Blokhovense wetering);
KZ 47 : een sloot in de polder Klein Vuijlcop;
KZ 48 : een kwelsloot in de polder Tull en 't Waal.

Mikroflora

Fytoplankton

Het aantal soorten per monsterpunt varieert van 25 à 30 tot 150 à 160, waarbij de laagste diversiteit in sloten en de hoogste in weteringen en wielen wordt aangetroffen.
De meest dominerende algengroep is die der kiezelwieren, zowel in soorten als in individuen aantal.

In een acht-tal sloten treft men veel groenwiersoorten aan in het voorjaar, zij het meestal dat zij worden vertegenwoordigd door weinig individuen. In de zomer, als de watervegetatie de lichtinval sterk doet verminderen zijn ook daar de groenwieren, zowel in soorten- als individuen-aantal van weinig betekenis meer.
Opvallend is, dat in de sloten KZ 13, 42 en 47, die in vegetatief opzicht sterk gedifferentieerd zijn, in het voorjaar relatief veel individuen van het groenwiergeslacht Ankistrodesmus voorkomen.
In de sloten KZ 14 en 36 wijst het voorkomen van veel volvocale groenwieren op een sterke storing (organische verontreiniging).
Groenwieren treft men vooral aan in open relatief vegetatie-arme wateren (kanalen, rivieren, weteringen, plassen en plasjes enz.).
Het zijn de wateren met een betrekkelijk hoge konsentratie aan voedingsstoffen (eutroof) en een matige graad van organische verontreiniging (o-β mesosaproob).
Uitzondering is de Kromme Rijn (punt KZ 1), het Amsterdam-Rijnkanaal (KZ 29a) en een jagersplasje (β-α mesosaproob). Het zijn vooral planktonische groenwieren die men in deze plantenarme wateren aantreft, ofschoon in een aantal gevallen de invloed van de oever goed merkbaar is door het voorkomen van bijvoorbeeld volvocale groenwieren, die vooral indikatorisch zijn voor organische verontreiniging (KZ 2, 26, 38). De verschillen tussen de voorjaars- en de nazomer-bemonstering zijn gering; in beide perioden treft men er veel groenwieren aan, deze organismen worden niet in hun groei belemmerd door een zich uitbreidend vegetatiedek, zoals bij sloten het geval is.
Blauwwieren vindt men in de onderzochte wateren weinig.
Slechts in de gracht van fort Vechten (KZ 5) is er sprake van een wat grotere dichtheid van Oscillatoria agardii en O. amoena. De aangetroffen soorten komen er van nature, zij het in geringe hoeveelheden, voor.
Blauwwieren groeien optimaal onder gematigde lichtomstandigheden; deze worden gerealiseerd als het wateroppervlak is bedekt met een vrij dicht aaneengesloten laag Nuphar lutea (gele plomp) en een sterke bomendichtheid op de oever.

De meeste chrysofyten (goudwieren) zijn typische planktonorganismen (zweven en drijven vrij in het water); men treft ze in alle wateren aan in alle maanden van het jaar. Onder een aantal groepen zijn vele soorten die hun groei-optimum in de koude maanden hebben; er treden dan regelmatig plotselinge en heftige bloeiverschijnselen op (ook onder het ijs) die zeer snel weer kunnen verdwijnen (Mallomonas en Synura). Vele soorten hebben voorkeur voor voedselrijk, andere daarentegen voor voedselarm water; bijna alle soorten geven de voorkeur aan organisch niet-verontreinigd water.

Synura uvella is een soort die een sterke voorkeur heeft voor kleinere wateren die rijk zijn aan organische verbindingen (Huber-Pestalozzi, 1941). Men treft deze in een aantal sloten in grote getale aan (KZ 7, 13, 23, 29, 45 en 46).
Hoewel vooral het plantonische-goudwiergeslacht Dinobryon in alle typen van schone wateren aan te treffen is, bereiken de meeste van de aangetroffen soorten geen grote dichtheden.
Slechts in het plasje Vechten (KZ 31) vormt Dinobryon divergens een belangrijk deel van het plankton in de nazomer.
De meeste goudwieren zijn zeer klein (kleiner dan 10-15μ).
Het zijn zogenaamde nannoplanktonten, die slechts in bezinkings- en centrifugemonsters te vinden zijn. De meest voorkomende geslachten Kephyrion en Chrysococcus vormen kwalitatief vaak een belangrijk deel van het verzamelde materiaal. Vooral het laatstgenoemde geslacht met als soorten Chrysococcus biporus en Chrysococcus rufescens fo triporus domineren regelmatig in zowel grote als kleinere wateren; in de Kromme Rijn of direkt daarmee in verbinding staande wateren (Kattenveldse Meer, Dwarsdijkse wetering, respektievelijk KZ 30 2n 32) ontbreken ze of zijn slechts bij toeval waargenomen.
Mallomonas vertoont vaak in korte tijd een opboei en "verdwijnt" even snel weer uit het water. Deze dichtheidspieken kunnen elk moment van het jaar voorkomen, hoewel de meeste soorten een voorkeur hebben voor koud water (winter en zomerbloei).
Van de gevonden Mallomonas-soorten hebben slechts Mallomonas tonsurata, M. acaroides en M. caudata een zomerprefentie.
Van geen dezer soorten worden veel individuen aangetroffen.

Euglenofyten zijn typische organismen van kleine voedselrijke en plantenrijke wateren van de oeverzone van grotere wateren (saprotroof).
Ze verlangen ammoniumzouten als stikstofbron. Sommige voeden zich met opgeloste organische verbindingen of zelfs met kleine partikeltjes van afgestorven organismen (kleurloze euglenofyten).
Deze deeltjes treft men aan op een ondergrond (planten, beschoeiing enz.) op de bodem, langs de oever of op stille plekken waar weinig waterbeweging is.
De massale ontwikkeling van autotrofe euglenofyten heeft grote betekenis voor het voortbestaan van levensgemeenschappen in het water. Ze dragen er in grote mate bij tot de aanvulling van zuurstof die in door organisch materiaal verontreinigd water snel door bakteriën wordt verbruikt. Doordat ze zich voeden met organisch materiaal en met gemakkelijk afbreekbare partikeltjes dragen ze in hoge mate bij tot de biologisch zelfreiniging van het water (Fott, 1971).
Het aantal soorten euglenofyten dat men in dergelijke saprotrofe wateren kan aantreffen kan zeer aanzienlijk zijn. Soms treden slechts enige soorten massaal op en wordt het water daardoor gekleurd (Trachelomonas-bruinkleuring).
In het zuidelijk Kromme Rijngebied zijn het, op een uitzondering na, de sloten, de vijvers (KZ 8) en de plasjes (KZ 18, 41) waar de Euglenofyten domineren.
Een drietal geslachten der euglenofyten komen regelmatig in dominante hoeveelheden voor:

1. Trachelomonas (figuur B, bijlage B 5.2.). De soorten bezitten een bruin huisje; een aantal komt als planktont in het water voor: T. volvocina en T. hispida, T. varians, T. intermedia. Het zijn ook deze soorten die het water bruin kunnen kleuren bij een bloei. De bruine kleur der huisjes wordt veroorzaakt door de afzetting van ijzer-(ferrivorm)verbindingen in hun stevige wanden.
   Men ziet dan ook in de meeste gevallen dat het optreden van grote dichtheden van Trachelomonas div. spec. gepaard gaat met kwelverschijnselen in het water (KZ 6, 16, 21, 23, 44, 48).
   Meestal komen ijzerbakteriën en Trachelomonas niet tegelijk in een monster voor. Het is of het één of het andere. IJzerbakteriën vindt men bijna uitsluitend in de nazomer, terwijl Trachelomonas voornamelijk in het voorjaar do-

mineert. In die gevallen waarin Trachelomonas in zowel voor- als najaar het aspekt bepalen is geen kwel in het veld waargenomen! (KZ 41, 46 en 47).
In de meeste monsters bedraagt het aantal Trachelomonas-soorten niet meer dan 4 à 5, soms echter worden meer dan 12 (taxa) aangetroffen (KZ 28, 41, 46). In KZ 18 zelfs 22 taxa.

2. Euglena (figuur B, bijlage B 5.2.). Soorten van het geslacht Euglena zijn bewoners van plantenrijke wateren waar ze leven op de bodem en op andere ondergronden (planten, beschoeiing, oever enz.) tussen en op aangroeisel, waartussen zich veel detritus ophoopt en waar de organische verontreiniging lokaal zeer aanzienlijk kan zijn, ondanks dat de rest van het water niet of nauwelijks verontreinigd of voedselrijk is. Deze verontreiniging wordt veroorzaakt doordat allerlei organisch materiaal tussen het aangroeisel of op de bodem terechtkomt en daar wordt afgebroken.
In deze zone komen veel detrituseters voor (bakteriën, trilhaardiertjes, raderdiertjes, kleine wormen, beerdiertjes, muggelarven enz.). Ook Euglena's voelen zich hier thuis (saprofiele soorten).
Er is slechts één echte planktonsoort (Euglena acus).
In monsters van de grote en plantenloze wateren, zitten dan ook slechts sporadisch grote hoeveelheden Euglena's. In de overige watertypen (poeltjes, sloten) komen vertegenwoordigers van dit geslacht veelvuldig voor (kwalitatief en kwantitatief), 's zomers meer dan in het voorjaar (dichtere vegetatie).
Het aantal Euglena-soorten is overal betrekkelijk laag. Maximaal zijn niet meer dan 9 soorten gevonden.
Soorten van de geslachten Phacus, Lepocinclis en Colacium komen zowel kwalitatief als kwantitatief weinig voor. Men vindt ze in alle monsters, hoewel de voorkeur voor plantenrijke wateren uitgesproken is. Slechts in enkele gevallen is de aanwezigheid van Lepocinclis (KZ 8 en vooral 22) en van Colacium (KZ 8 en 13) noemenswaard.

3. Cryptomonaden (figuur B, bijlage B 5.2.) hebben, evenals de voorgaande groepen, een grote voorkeur voor kleine plantenrijke matig verontreinigde wateren (Fott, 1971; Fott, in Huber-Pestalozzi, 1968), waar ze zich tussen de oeverplanten vrij bewegen of op of in de slibrijke zone van de bodem.
Cryptomonaden zijn ook in staat een waterbloei te veroorzaken.
Ze worden vaak vergezeld door euglonofyten.
Sommige cryptomonaden komen als planktont in oligotrofe wateren voor, andere in sterk verontreinigde grote meren (Fott, in Huber-Pestalozzi, 1968).
In het zuidelijk Kromme Rijngebied is van hetzelfde duellisme sprake. Daar vindt men grote aantallen cryptomonaden in betrekkelijk plantenarme niet verontreinigde wateren (gracht fort Vechten (KZ 5), in een plas in de polder Wijkerbroek (KZ 14) en in een wiel bij Tull en 't Waal (KZ 43), alsook in vele sloten en andere plantenrijke wateren. De determinatie der cryptomonaden is niet verder mogelijk dan tot op het geslacht; het is dan ook waarschijnlijk dat er binnen deze groep per soort een verschil is in oecologische preferentie.
De variatie in het totaal aantal individuen is zeer groot en lijkt niet gebonden te zijn aan een watertype.
De bemonsterde wateren in de polder Blokhoven, de zijarm van de Kromme Rijn ten oosten van Odijk (KZ 39), in het gebied van de boerderij "De Geer" ten oosten van Houten en de sloot in de polder Klein Vuijlcop (KZ 47) kunnen worden beschouwd als de meest waardevolle voor wat betreft de samenstelling en de diversiteit van de mikrofauna.
Opvallend is dat er een groep van mikrofyten in het studiegebied voorkomt die geheel afwezig was in het noordelijke deel van het Kromme Rijngebied; die der kleine xanthofyten (geel-groenwieren).
Van de verspreiding van deze groep is weinig bekend, hetgeen vooral wordt

veroorzaakt door de onbekendheid ervan als zodanig.
De saprobievoorkeur der xanthofyten is eveneens onopgelost.
Volgens Ettl (1978) hebben de meeste geen echte voorkeur voor verontreiniging. De kleine soorten leven vooral in de grote wateren als planktonorganismen. Ze schijnen een voorkeur te hebben voor voedselrijk water (Fott, 1971) en zijn kalkminnend; sommige zijn echter zuurminnend of komen voor in voedselarm niet verontreinigd water. In onderhavig onderzoek zijn de xanthofyten kwalitatief van slechts geringe betekenis. In een plasje bij Schalkwijk (KZ 18) en in de slotgracht van kasteel Schonauwen (KZ 38) zijn respektievelijk 8 en 10 soorten gevonden. In de gracht van fort Vechten 7. In de zomer is het aantal soorten water groter dan in het voorjaar. In sloten en andere kleine wateren komt wel eens een exemplaar voor; het lijkt echter eerder een toevallige vondst. De vastzittende draadvormige xanthofyten vindt men wel regelmatig in sloten tussen of als flab (geslachten respektievelijk Ophiocytium en Tribonema).
Van de dinoflagellaten treft men vooral soorten aan van het geslacht Peridinium, die bijna hoofdzakelijk een planktonische levenswijze hebben in allerlei watertypen (meren, vijvers, sloten, vennen, moerassen enz.). De faktoren organische verbindingen, zuurgraad en Calcium zijn van overwegende betekenis voor de verspreiding.
In de onderzochte wateren maken de soorten van Peridinium slechts in geringe mate deel uit van het fytoplankton. Ze vertonen geen duidelijke voorkeur voor een bepaald watertype. Slechts in de sloten 13, 24, 28, 45, 46 is hun aantal wat groter. Meer dan vijf soorten per monstertype zijn niet gevonden.
De dinoflagellaat Ceratium hirundinella is een echte planktonische soort die in grote aantallen kan voorkomen in de bovenste lagen van grote eutrofe wateren. Zeer voedselrijke omstandigheden, waarin vaak bloei van blauwwieren optreedt, worden gemeden. Het is niet bekend of dat wordt veroorzaakt door de voedselrijkdom of door de giftige uitscheidingsprodukten der blauwwieren (Huber-Pertalozzi, 1968). Er zijn twee vindplaatsen van Ceratium hirundinella: het plasje Vechten (KZ 31) en de gracht van fort Vechten, beide betrekkelijk grote en diepe voedselarme en niet verontreinigde wateren.
Aangezien de soort zich in vertikale richting kan verplaatsen, is het niet duidelijk of de aantallen in de monsters gevonden representatief zijn voor deze wateren.
Van de dinoflagellaten zijn nog een aantal niet te determineren vormen gevonden en een soort van het geslacht Sphaerodinium.
In KZ 46 komt Sphaerodinium cinctum redelijk vaak voor.

b. Zoöplankton

Zoöplankton kan worden omschreven als de groep van kleine waterdieren, die zich in horizontale zin weinig verplaatsen en die zich in het vrije water ophouden. Deze definitie dekt slechts een deel van de zich in het water ophoudende mikroskopisch kleine dieren. De op of aan een ondergrond levende dieren worden in deze definitie uitgesloten, terwijl zij een belangrijk deel uitmaken van de fauna in een water.
Beter is te spreken van aquatische mikrofauna als parallel aan de term mikroflora. Onder aquatische mikrofauna wordt verstaan "alle dierlijke organismen die zich gedurende hun gehele of een deel van hun bestaan ophouden in een waterige of vochtige omgeving en die met het ongewapende oog niet of nauwelijks waarneembaar zijn en waarvan althans de determinatie slechts mogelijk is met behulp van optische hulpmiddelen".
Het verschil tussen mikro- en makrofauna is hiermede arbitrair geworden. Zo kan men zich afvragen tot welke groep watermijten en eenoogkreeften, die allebei

zeer klein (kunnen) zijn, moeten worden gerekend.
Voor beide alternatieven zijn voldoende argumenten aan te voeren, doch in het algemeen wordt afgesproken welke diergroepen men rekent tot de makro- en welke tot de mikrofauna.

De samenstelling van de mikrofauna is zeer sterk afhankelijk van chemische (kalkrijkdom, zuurgraad, voedingsstoffen), van fysische (temperatuur, zuurstofgehalte, jaargetijde, helderheid, breedte van het water, diepte, kleur) en van biologische faktoren (struktuur en dichtheid van de vegetatie, aanwezigheid van mikrofyten en van prooidieren). Daarnaast wordt de samenstelling in het monster bepaald door het niet willekeurig verdeeld voorkomen der individuen.
Zoöplankton reageert onder andere zeer sterk op lichtprikkels en vertoont hierop een sterke horizontale en vertikale migratie-aktiviteit, waardoor wolkvorming kan optreden.

Van het zoöplankton onderzoek in 1979 is een apart rapport verschenen (Zoöplankton van het zuidelijk Kromme Rijngebied, P.W.U., afdeling E, rapport nr. 38). Uit dit verslag worden hier een aantal konklusies overgenomen:

1. er kan een groot verschil bestaan tussen de mei en augustusbemonstering op eenzelfde monsterpunt. Waarschijnlijke oorzaken: verhoogde watertemperatuur en de uitbreiding van het vegetatiedek. Daarnaast zal de generatiewisseling, de natuurlijke opeenvolging der soorten en de hiermee samenhangende verandering der levensgemeenschappen,de plaatselijke soortensamenstelling beïnvloeden. Ook kan gedacht worden aan verandering van vraat door organismen die hoger in de voedselketen staan.
   Het temperatuur-regime van een water is waarschijnlijk een van de belangrijkste milieufaktoren;

2. het soortenaantal wordt zeer sterk beïnvloed door de afmetingen van een water en door de dichtheid van het plantendek, twee faktoren die elkaar ook weer sterk beïnvloeden.
   De grootste diversiteit wordt gevonden in wat bredere sloten met een dichte vegetatie en toch nog wat open water.
   Soortenarme monsters (minder dan 10 soorten) worden slechts van grote, relatief plantenarme wateren verzameld.
   Slechts één verontreinigde sloot maakt hierop een uitzondering (KZ 44; sloot in de Heul).

II.3. Algemene opmerkingen met betrekking tot het fytoplankton

a. Het water van het fort Lunetten staat in open verbinding met de Kromme Rijn. Zowel op de grens van de fortgracht en de Kromme Rijn als aan het einde ervan (respektievelijk KZ 1 en KZ 2) zijn monsters verzameld. De samenstelling van het plankton is op beide plaatsen voor een deel veranderd. Het monster aan het einde van het fortgrachtensysteem bevat zeer veel euglenofyten en chrysofyten. Ook is het aantal cryptomonaden sterk toegenomen. Het karakter van het plankton is veel meer dat van plantenrijke stilstaande en voedselrijke wateren geworden.
   Dat het water nog vervuild is moge blijken uit het grote aantal exemplaren *Stephanodiscus hantzschii* (kiezelwieren) dat er is aangetroffen. In chemisch opzicht is het karakter van het water ook totaal veranderd (zie onderstaande tabel).

	Begin Lunetten (Lunet 1)		Eind Lunetten (Lunet 4)	
Chemische parameter	mei	augustus	mei	augustus
CZV mg/l	27	21	34	61
BZV mg/l	2	4	11	3
Kj-N mg/l	3,10	2,40	1,40	0,78
NH_4-N mg/l	1,90	1,80	1,00	0,14
NO_3+NO_2 mg/l	3,61	3,08	0,06-0,07	0,06-0,07
o-P mg/l	0,60	0,69	0,02	0,23
t-P mg/l	0,90	0,92	0,21	0,32
Cl^- mg/l	97	145	92	110

Uit de gegevens van bovenstaande tabel kan worden afgeleid dat er water vanuit de Kromme Rijn in de richting van Lunetten 4 stroomt - het chloridegehalte in Lunetten 4 is relatief hoog en volgt dat van de Kromme Rijn - doch dat vooral de algen het grootste deel van de voedingszouten hebben verbruikt.
Ook zijn er verschillen aan te treffen in de samenstelling der makrofauna. Zo is het aantal watermijten in Lunet 4 groter dan in Lunet 1. In Lunet 4 komen veel meer individuen voor van de waterpissebed Assellus meridianus dan in Lunet 1. Voor Asellus aquaticus geldt het omgekeerde. De eerste heeft een grotere voorkeur voor minder verontreinigd water. Ook het feit dat bij Lunet 1 veel meer borstelwormen (oligochaeten) zijn aangetroffen doet vermoeden dat dit deel van de fortgrachten sterker is verontreinigd en dat in de richting van Lunet 4 het water steeds schoner wordt. De overige verschillen zijn (nog) moeilijk interpreteerbaar.

b. Zoals reeds eerder is vermeld is er een groot verschil in de samenstelling van het fytoplankton tussen grote en kleine wateren. In grote wateren worden vooral soorten gevonden met aanhangsels, of als kolonie, in ieder geval organismen met een groot drijf- of zweefvermogen. Cryptomonaden en oogwieren zijn er niet talrijk. De kleine plantenrijke wateren bevatten hoofdzakelijk soorten die of hun gehele leven of een gedeelte daarvan zijn gebonden aan een ondergrond. Hun lichaamsoppervlakte is niet opvallend groot ten opzichte van hun inhoud, vele groepen dragen een flagel en voor hun voortbestaan zijn ze veel meer aangewezen op organische verbindingen of op partikeltjes van uiteengevallen dode organismen (saprofiele soorten). In dergelijke wateren komen relatief weinig groenwieren, doch veel oogwieren (euglenofyten en cryptomonaden) voor.
De grotere wateren zijn op hun beurt op grond van het fytoplankton weer verder onder te verdelen. Vooral in die wateren is er een direkte relatie tussen de voedselrijkdom en de dichtheid der algen. Hoe voedselrijker hoe groter de dichtheid.
In voedselrijke grote wateren zijn het vooral (planktonische) groenwieren, kiezelwieren en blauwwieren. Vertegenwoordigers van deze groepen komen als de voedselrijkdom zeer groot is, al gauw tot een ongehoorde groei en belem-

meren anderen daarin.
Er treedt dan een dominantie op van een of enkele soorten.
Het verschijnsel heet algenbloei; vanwege de kleur die het water dan krijgt door deze algensoep noemt men het ook wel waterbloei.
Als voorbeeld van dit verschijnsel kan de jaarlijks terugkerende algenbloei van de Breukelerveense Plas worden genoemd.
In voedselarme grote wateren is een bloei uitgesloten. De algendichtheid is er zeer gering. Kenmerkende algen zijn vooral vertegenwoordigers van de goudwieren (Dinobryon, Mallomonas), de dinoflagellaten (Peridinium, Ceratium) en de kiezelwieren (Centronella, Cymbella, Fragilaria, Cyclotella).
Afhankelijk van de aard der vervuiling van zo'n water zijn het andere vertegenwoordigers van deze groepen. Vervuiling en voedingsstoffenniveau van een water zijn sterk gekoppeld, zodat bij een sterkere verontreiniging ook meer voedselminnende soorten in het water worden aangetroffen in een grotere dichtheid.
Met andere woorden via de organische vervuiling treden ook de vertegenwoordigers van voedselminnende groepen een water binnen.

De kleine plantenrijke wateren zoals sloten en weteringen in het zuidelijk deel van het Kromme Rijngebied vertonen veel overeenkomst met die van het noordelijk gedeelte voor wat betreft de samenstelling der mikrofytengemeenschappen.
Evenals in deze watertjes komen er weinig vertegenwoordigers voor uit de geslachten Eunotia en Pinnularia; de diversiteit van het geslacht Trachelomonas (Euglenofyten) is betrekkelijk gering. Dit in tegenstelling tot de wateren van de Utrechtse Heuvelrug waar Eunotia en Pinnularia veelvuldig voorkomen; het zijn typische bewoners van enigszins zure, kalkarme, matig voedselrijke wateren (vaak weinig verontreinigd). Ook wijken die sloten af van die in het overgangsgebied van de Heuvelrug en de komgronden waar een grote diversiteit is aangetroffen van Trachelomonas en in mindere mate van Eunotia en van Pinnularia.
De sloten der komgronden in het gehele Kromme Rijngebied vormen dan ook één watertype voor wat betreft de mikrofyten, waarbinnen mogelijk subtypen te vinden zijn (bij computermatige vergelijking en rangschikking van alle gegevens).
Het is ook denkbaar dat de sloten van het genoemde overgangsgebied behoren tot hetzelfde hoofdtype doch dan als een apart subtype.

II.4. Makrofauna in het Kromme Rijngebied en op de Utrechtse Heuvelrug (1978 en 1979)

II.4.1. Algemeen

De term makrofauna is reeds ter sprake gekomen op pagina 2.
Eigenlijk zou moeten worden gesproken van aquatische makrofauna, dat wil zeggen die makrofauna-organismen die hun hele of een gedeelte van hun leven in of op het water doorbrengen. De toevoeging "aquatische" wordt meestal achterwege gelaten.
Makrofauna treft men aan op verschillende plaatsen van een watereenheid:

1. op het water leven onder andere springstaarten, schrijvertjes en schaatsenrijdertjes;
2. in het water kan men onderscheid maken tussen de oeverzone (litoraal), het open water (pelagiaal) en de bodem (benthaal).
   De meeste makrofauna-organismen treft men aan in de oeverzone en in of op de bodem. Ze leven daar tussen of op de vegetatie, op of in de bodem, in vele gevallen op de grens van land en water. De vorm van het waterbekken speelt derhalve een belangrijke rol bij het aantreffen van soorten.

Soortenkombinaties die voorkomen in zeer specifieke milieus en hieraan aangepast zijn zullen in de regel zeer gevoelig zijn voor verstoring. Verandering van de zuurgraad van een ven verstoort een levensgemeenschap die aangepast is aan een specifieke zuurgraad. Dit geldt ook voor verandering in de stroomsnelheid van een beek, enz. Indien de storing blijvend van aard is zal de levensgemeenschap zich wijzigen. De soortenkombinatie die dan aangetroffen wordt zal aangepast zijn aan de nieuwe omstandigheden. De aard van de omstandigheden zal bepalend zijn voor de waarde die toegekend wordt aan die soortenkombinatie.

De mogelijkheid tot kolonisatie speelt een belangrijke rol bij het tot stand komen van een levensgemeenschap. Vaak hebben zeer gespecialiseerde soorten een slecht verbreidingsvermogen.
Anderzijds bestaan er soorten die zich onder diverse omstandigheden kunnen handhaven en zich gemakkelijk kunnen verbreiden.
Zulke soorten kunnen aangetroffen worden in gestoorde milieus of nieuw gevormde wateren. Een voorbeeld is de wants Callicorixa praeusta (waterwantsen) die vaak talrijk is in instabiele milieus (Nieser, 1974).

II.4.2. Utrechtse Heuvelrug

1a. De vennen en bosplassen op de Utrechtse Heuvelrug, voor zover bemonsterd in 1978, vertonen alle aanwijzingen van verstoring.
In K 58 en K 60 (B) (Leersumse Veld, Treekerplas) werden veel exemplaren van de acidofiele (zuurminnende) waterkever Hydroporus erythrocephalus waargenomen. In K 60 kwam de libellelarve Sympetrum danae algemeen voor. Het is een soort van vennen en laagveen (Dutmer en Duym, 1977) die sinds 1950 een toename van het aantal waarnemingen in Nederland vertoont (Van Tol en Geyskes, 1981). De tweede plas in het Leersumse Veld (K 58) werd in hoge mate verstoord door de aanwezigheid van een kolonie kapmeeuwen.
Ondanks het feit dat in 1959 al sprake was van guanotrofie (dat wil zeggen voedselrijkdom ten gevolge van vogelmest) (zie II.1.6.). verzamelde Moller-Pillot (1961) zeer veel exemplaren van Sigara scotti, een soort van oligotroof water.
In 1978 is deze soort hier niet aangetroffen.
Callicorixa praeusta is er de meest voorkomende waterwants (zowel in voor- als najaar). Deze soort is vaak talrijk in instabiele milieus: voedselarme wateren die door rekreatie of anderszins voedselrijker worden (Nieser, 1974). De bosvijver Sparrenheide (K 71 B) is in vergelijking met het Leersumse Veld voedselrijker. Het voorkomen van grote aantallen haftenlarven (Cloeon), waterkevers van de familie Haliplidae, bloedzuigers en platwormen vormen hiervoor een aanwijzing.
Het bosven "de Leemkuil" (K 73 B) herbergt een fauna die in grote trekken met Sparrenheide overeenkomt. We vinden hier nog meer niet-specifieke elementen. Mogelijk werkt de rekreatie ook hier nivellerend op de levensgemeenschappen (eutrofiëring, vertroebeling).

1b. Opmerkelijke vondsten. Sigara limitata komt in Nederland voornamelijk voor in hoogvenen en is zeldzaam. In 1978 werd 1 exemplaar waargenomen in het bosven Leersumse Veld (K 58).
De zeldzame waterkever Agabus labiatus werd verzameld in de Treekerplas (K 60). Moller-Pillot (1961) noemt de soort ook van het Leersumse Veld.

2a. Aan de voet van de Utrechtse Heuvelrug vinden we veel monsterpunten die kwelwater van de Heuvelrug ontvangen.
Naast soorten die in het hele Kromme Rijngebied aangetroffen worden vinden we hier enige soorten die gebonden zijn aan matig rijke tot voedselarme, zure (dystrofe) wateren, zoals die (kunnen) voorkomen op de Utrechtse Heuvelrug. Hydroporus erythrocephalus een acidofiele keversoort, is waarge-

nomen op punten die liggen op of langs de Heuvelrug. Hydroporus memnonius die voorkomt in koude boswatertjes waaromheen veel bomen staan (Schaeflein, 1971) is ook alleen in dit gebied aangetroffen tijdens dit onderzoek. Hetzelfde geldt voor de soorten Hydroporus tristis, Hydroporus obscurus, Agabus labiatus, A. nebulosus en Ilybius subaeneus.
Hygrotus decoratus heeft een verspreiding langs de Heuvelrug met een enkele waarneming in een sloot in het Kromme Rijngebied. Moller-Pillot (1961) noemt deze soort ook van het Leersumse Veld. Hoewel Schaeflein (1971) spreekt van een soort die vennen en veenplassen ("moorlieb") prefereert, vinden we hem ook buiten dit gebied (in 1980 werd de soort bijvoorbeeld aangetroffen op enkele plaatsen in de Lopikerwaard).
Aan het begin van de Ameronger wetering (K 1A), een gebied met sterke kwel werd de soort Limnebius truncatellus aangetroffen. Deze keversoort is tamelijk zeldzaam in Nederland (Drost en Schreyer, 1978) en bekend van stromende wateren (bronnen, bovenlopen van beken) Lohse, 1971).

2b. Opmerkelijke vondsten. Ilybius subaeneus is een in Nederland zeer zeldzame waterkever. De soort werd aangetroffen in een kwelsloot op het landgoed Broekhuizen (K 100).
Moller-Pillot (1961) noemt I. subnaeneus van het Leersumse Veld.

II.4.3. De wateren van het Kromme Rijngebied

Kleine stilstaande wateren

Tussen de voet van de Heuvelrug en de zuid- en westgrenzen worden bijna uitsluitend stilstaande wateren aangetroffen.
Met name voor de sloten is in dit stadium geen indeling te geven aan de hand van de makrofauna. In een volgend stadium, als alle gegevens ingevoerd zijn in het geheugenbestand van een computer, zal dat wellicht mogelijk zijn.

Stromende wateren

Een typische soort voor stromende wateren of voor wateren met een sterke golfslag is de zoetwaterslak Theodoxus fluviatilis (Jansen en De Vogel, 1965). Deze soort is dan ook slechts aangetroffen in de regelmatig stromende Kromme Rijn nabij Wijk bij Duurstede (A 6).

Grote stilstaande wateren

In de grote stilstaande wateren leven, vooral langs de oevers, soorten die aangepast zijn aan het milieu in de golfslagzone. Hier is het zuurstofgehalte meestal hoger vanwege de sterke oppervlakkige beweging van het water; er worden soorten aangetroffen die ook voorkomen in stromende wateren.
In onderhavig onderzoek zijn dat onder meer: de kokerjuffers Anabolia nervosa, Mystacides longicornis, M. nigra en Phryganea grandis.
Enkele van de bovengenoemde soorten zijn echter ook in kleine wateren aangetroffen. Zo werd Mystacides longicornis verzameld in een kleine sloot langs de Archimedeslaan (Rijnsweerd). Deze soort komt ook zeer veel voor in het naburgige plasje op het AMEV-terrein (K 56). In een sloot in de polder Vuijlcop werd één exemplaar gevangen van Phryganea grandis. Waarschijnlijk betreft het hier een toevallige vondst.
Anabolia nervosa werd wel alleen in een groter water aangetroffen (fortgracht Rhijnauwen).
Naast kokerjuffers zijn er ook soorten uit andere orden die indikatief zijn voor grotere wateren. Het grootste aantal van deze soorten wordt aangetroffen in plasje Vechten (KZ 31), de binnengracht van fort Rhijnauwen (K 61) en de gracht van fort Vechten (KZ 5). het gaat hier om soorten als Dugesia tigrina, Dreissena

polymorpha, Micronecta meridionalis (komt in stilstaand water minder dan 2 meter diep niet voor (Wroblewski, 1958) en Oulimnius tuberculatus, een stromend water-minnende soort die ook in de oeverzone van meren voorkomt (Steffan, 1979). Verstoringen zoals organische verontreiniging werken in het algemeen nivellerend op een levensgemeenschap, waardoor bijzondere soorten, die meestal veel storingsgevoeliger zijn, worden verdreven.
De "rietput" (KZ 18) bevat geen soorten die specifiek zijn voor grotere wateren. In dit plasje komen veel exemplaren (zowel adult als juveniel) van de kever Spercheus emarginatus voor. Deze soort schijnt een voorkeur te hebben voor plaatsen met sterke verontreiniging (Moller-Pillot, 1971). Hetgeen lijkt te worden bevestigd door een aantal vondsten in enige verstoorde wateren (K 236, 41, 43 en 46).

II.4.4. Bijzondere wateren en opmerkelijke vondsten

Eerder is reeds vermeld dat een indeling in watertypen op grond van de makrofauna in dit stadium niet mogelijk is.
Desondanks zijn er wateren te noemen waarin soorten voorkomen die elders niet zijn gevonden.
Het zijn echter alle wateren die op grond van andere en voor de hand liggende argumenten reeds te onderscheiden zijn van de overige.
Het zijn enige wateren op de Utrechtse Heuvelrug en enige grotere wateren in het overige gebied:

a- de gracht van fort Rhijnauwen (K 61);
b- de gracht van fort Vechten (KZ 5);
c- het wiel de Noord (KZ 12);
d- de Treekerplas (K 60);
e- de bosvijver bij Sparrenheide (K 71);
f- de kwelsloot op het landgoed Broekhuizen (K 100);
g- het plasje Vechten (KZ 31).

Het is vooral het voorkomen van een aantal soorten kevers, kokerjuffers, watermijten en libellen die deze wateren onderscheiden van de rest:

ad a
Er zijn veel libellesoorten waargenomen, waaronder de zeer lokaal voorkomende soort Libellula fulva, waarvan niet duidelijk is aan welk biotoop hij de voorkeur geeft (Dutmer en Duym, 1977).
Sinds 1950 is de soort in aantal achteruitgegaan (v. Tol en Geyskes, 1981).

ad b
Van het muggegeslacht Zavrelemyia is een larf gevonden.
Larven van dit geslacht worden het meest aangetroffen in bronnen en beken.
De soort Zavrelemyia nubila is plaatselijk talrijk in bronnen, kwelmoerassen en in bovenlopen van zwak stromende laaglandbeken.

ad d
Niet algemeen zijn de aangetroffen kevers Hydroporus obscurus, Guignotus pussilus en Berosus luridus. Al deze soorten duiden in meer of mindere mate op een zuur milieu.

ad f
Niet algemeen tot zeldzaam zijn de kevers Bidessus unistriatus, Hydroporus tristis (indikator voor zuur milieu). Ilybius subaeneus en Hydrochus carinatus en de watermijt Piona obturbans.

ad g
Van Gomphus vulgatissimus, een libel, is een nymf aangetroffen. Genoemde soort is in aantal na 1950 achteruitgegaan (v. Tol en Geyskes, 1981).
In de zomer van 1979 werd een bloedzuiger gevangen van het in Nederland niet eerder waargenomen geslacht Caspiobdella.
Het dier wordt momenteel door een specialist onderzocht.
Waarschijnlijk is in een later stadium vast te stellen van welk soort sprake is.

Vermeldenswaard is ook het feit dat in enkele zure wateren slakken zijn aangetroffen. Dit is merkwaardig omdat de huisjes van slakken veel kalk bevatten, een element dat er nauwelijks aanwezig is en oplost uit de huisjes. Het betreft de tweede plas in het Leersumse Veld (K 58), de Treekerplas (K 60) en een bosven in de omgeving van kasteel Broekhuizen (K 99).

Hydrovatus cuspidatus werd waargenomen in de binnengracht van fort Rhijnauwen (K 61), een wiel bij Tull en 't Waal (KZ 9) en de fortgracht van Lunet 1. Deze soort werd vóór 1970 nauwelijks waargenomen in Nederland. Na 1970 echter wordt deze van vele plaatsen gemeld. H. cuspidatus is in Nederland in met name het Haf en Fluviatiele distrikt overal in eutrofe wateren met vegetatie te verwachten (Nieuwkerken, 1979). Galewski (1974) noemt als voortplantingsbiotoop kalme meeroevers met aquatische en moerasvegetatie, zwak eutroof, met zandige of moerassige bodem.
Corixa panzeri is in Nederland in de duinstreken gewoon, elders zeer lokaal (Nieser, 1974). In de open plas op het AMEV-terrein (K 56) werd deze soort in groot aantal gevangen.
Athyaephyra desmarestii (een zoetwatergarnaal); in de Kromme Rijn nabij Wijk bij Duurstede werden 7 exemplaren verzameld. De soort is een zeldzame verschijning in de Nederlandse wateren (Holthuis en Heerebout, 1976).

Tabel C Hoofdkriteria bij de monsterpuntenkeuze en de monsterpunten die hieraan voldoen (1979)

Kriterium	Monsterpunten
Bodemsoort klei	overige
van het water zand	5, 31, 36
Weiland	6, 7, 8, 13, 14, 16, 20, 21, 23, 24, 26, 28, 29, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48
Bouwland	
Bos/boomgaard	14
Kwel - dijk	48, 13, 44, 45
heuvelrug	
lokaal/onbekend	16, 23, 24
Omringende grond onbemest	13, 22
Geïsoleerd - geheel	5, 8, 12, 18, 31, 34, 36, 46
gedeeltelijk	2, 6, 9, 13, 16, 17, 21, 22, 41, 43
Sloot	48, 6, 7, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 36, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48
Wetering	10, 26, 29, 30, 32
Fortgracht	1, 2, 5, 17
Landgoedvijver/gracht	38, 46
Houtkade (sloot of wet. langs bos)	
Vijver open (zonder geboomte)	8, 39
Boswatertje	41
Frequent, doch ten minste onregelmatig stromend	26, 29, 30, 32
Matig stromend	
Jagerplasje	34, 41
Wiel	9, 12, 43
N.t.b. plassen(jes)	18
Gegraven plassen	31

II.5. Gebieden met in hydrobiologisch opzicht belangrijke wateren (zie kaart nr. 6)

Op grond van een aantal in de tekst genoemde kriteria en argumenten komen in de volgende gebieden wateren voor (soms worden alleen de wateren genoemd) die hydrobiologisch gezien waardevol zijn.

II.5.1. Aktueel waardevol

1. Watergangen in het gebied tussen Odijk, Bunnik, Driebergen-Rijsenburg.
2. Watergangen in het gebied tussen de Langbroeker- en Gooyer wetering ten zuidoosten van Groenestein.
3. Watergangen in de polder Blokhoven.
4. De gracht van fort Vechten.
5. De binnengracht van fort Rhijnauwen.
6. Een bosplasje bij Sparrenheide.
7. De Treekerplasjes.
8. Het plasje Vechten.

De wateren in deze gebieden worden in het provinciale waterkwaliteitsplan ondergebracht in kategorie 3, dat wil zeggen wateren waarvoor kwaliteitsdoelstellingen van het hoogste niveau gelden.

II.5.2. Potentieel waardevol

In de meeste kwelgebieden wordt het voedselarme water in de sloten sterk beïnvloed door agrarische aktiviteit. In sloten waarin kwel optreedt vindt men dan ook weinig terug van de oorspronkelijke levensgemeenschappen die karakteristiek zijn voor kwelsloten; deze worden geheel of gedeeltelijk, verdrongen door die welke karakteristiek zijn voor voedselrijke en matig verontreinigde watergangen.
Terugdringen van de agrarische aktiviteit zal deze typische gemeenschappen in de oude staat kunnen terug brengen.
Daarnaast ondervinden dergelijke watergangen in toenemende mate de nadelige invloed van (grond)wateronttrekking.
Enerzijds kan hierdoor een verlaging optreden van de grondwaterstand, anderzijds kan vreemd (en meestal) verontreinigd oppervlaktewater worden aangevoerd, waardoor typische en bijzondere levensgemeenschappen van karakter kunnen veranderen en er een sterke nivellering kan plaatsvinden.

Het is moeilijk om de potentiële waarde van deze wateren aan te geven. In principe zijn alle wateren die aktueel niet waardevol zijn in deze kategorie onder te brengen, mits de menselijke aktiviteit wordt teruggebracht tot een niveau dat in vervlogen dagen gebruikelijk was. Gezien het economische belang van de agrarische bedrijvigheid, gezien de enorme bevolkingsdichtheid en de daarmee samenhangende problemen is de klok niet terug te zetten en zal in de toekomst moeten worden bezien of het mogelijk is om met nog onbekende middelen en mogelijkheden de potentieel waardevolle wateren te brengen tot aktueel waardevolle.
Soms kan dit met eenvoudige middelen ook nu al bereikt worden.
Te denken valt aan geïsoleerde wateren op de Utrechtse Heuvelrug waar de levensgemeenschappen door een of andere oorzaak zijn verstoord, zoals de Leemkuil ten noorden van Elst (foto nr. 3, pag. 32b), de plassen in het Leersumse Veld (foto nr. 2, pag. 32a), het Hazewater.

II.5.3. Mogelijke maatregelen

Verwijdering van slib, van de vegetatie (onder andere Juncus effusus, Sparganium erectum) en vermindering van de rekreatiedruk.

Het is in enkele gevallen ook wenselijk aktueel waardevolle wateren veilig te stellen. Zo wordt de levensgemeenschap in het plasje bij Sparrenheide (foto nr. 4, pag. 32b) waar zeer unieke soortenkombinaties voorkomen (pagina 40) bedreigd door rekreatie en door het lozen van hemelwater van de daken van een belendend gebouwenkomplex. Ook het afstromende water van de rijksweg A2 kan, gezien het hoge chloridegehalte van het water, mogelijk van nadelige invloed zijn. Een hydrologische analyse kan hieromtrent duidelijkheid brengen.
Maatregelen dienen te worden genomen om te voorkomen dat het milieu zó sterk wordt
aangetast dat deze levensgemeenschap verdwijnt.
In andere gevallen zou het wenselijk zijn de intensivering van de agrarische bedrijvigheid een halt toe te roepen, om geen vreemd water aan te voeren in of via de watergangen van gebieden van grote hydrobiologische waarde, om uitbreiding van grondwateronttrekking in of rondom zo'n gebied te voorkomen en om te voorkomen dat het grondwater dat uiteindelijk dergelijke wateren bereikt (direkt of indirekt) wordt verontreinigd met voedingsstoffen of met andere stoffen die de waardevolle levensgemeenschappen kunnen doen verdwijnen of veranderen.

II.6. Evaluatie van het hydrobiologisch milieukarteringsonderzoek in 1978 en 1979

Hydrobiologische gebiedsindeling

Aan de hand van de verzamelde gegevens is het mogelijk het gehele onderzoeksgebied (dus van 1978 en 1979 samen) te verdelen in een aantal subgebieden. Deze gebieden laten zich herkennen door een aantal biologische en niet-biologische karakteristieken.

II.6.1. Utrechtse Heuvelrug

Men vindt er wateren die rusten op een zandige en/of venige bodem. Het wateroppervlak correspondeert er niet met het grondwaterniveau. De geleidbaarheid van het water is gering (tot 200 μ/cm).
Het chloridegehalte is laag (10-30 mg/l). De zuurgraad is er altijd lager dan 7. De kleur van het water is meestal ten gevolge van een hoog gehalte aan humuszuren bruin.

Karakteristieke biologische kenmerken

Weinig plantengroei. Juncus bulbosus, Sphagnum div. spec. Karakteristieke mikrofyten: dinoflagellaten, goudwieren, zoals Mallomonas, Synura, Sphaerellopsis, diatomeeën zoals Eunotia exigua, E. tenella, Pinnularia subcapitata en P. div. spec., Anomoeoneis spec.
Soms kan een bloei optreden van volvocale groenwieren.
Karakteristiek voor de makrofauna: ontbreken van slakken, platwormen en bloedzuigers. Enkele meer of minder zuurminnende waterkevers zoals Hydroporus erythrocephalus, H. obscurus, H. tristis en Berosis luridus, het voorkomen van een groot aantal libellensoorten.
Langs de randen van de Heuvelrug ligt een aantal plasjes dat sterk van bovenbeschreven wateren afwijkt. Er zijn er echter te weinig onderzocht om hierover uitspraken te doen. De wateren ontvangen veel grondwater, hebben een geheel andere en uitgebreidere vegetatie en mikrofytensamenstelling en een hogere pH. De plasjes zijn voedselrijker, ofschoon dat niet tot uitdrukking komt in de chemische samenstelling van het water. Deze plasjes behoren tot een potentieel zeer waardevolle groep. De biologische diversiteit is er zeer groot met zeldzame soorten en groepen van soorten.

II.6.2. Overgang Heuvelrug - komgronden

In deze zone komt voedselarm grondwater aan het oppervlak en raakt in kontakt met het voedselrijke water van komgronden.
Potentieel behoren wateren die in deze zone liggen tot de zeer waardevolle; de invloed van de landbouw en van ingelaten vreemd water is er echter zó groot dat een sterke nivellering is opgetreden in de levensgemeenschappen.
Wateren met een zandige bodem, een konstant chloridegehalte van 25-50 mg/l, een geleidbaarheid van 300-500 μS, een pH van 7-8.
Kwel doet zich voor als bruine neerslag, een oliefilm aan het oppervlak en soms een sterke melkachtige troebeling.
Karakteristieke biologische kenmerken: kwelindikator Hottonia palustris verder Potamogeton alpinus, P. densus, P. natans.
Mikrofyten: zeer grote diversiteit, naast de typische kleinwaterorganismen (Euglena div. spec., Phacus div. spec., Trachelomonas div. spec.), vindt men er vele soorten van geslachten die kenmerkend zijn voor voedselarme zure wateren (Eunotia Pinnularia, en Anomoeoneis).
Het aantal Trachelomonassoorten is er vaak groot.
Vaak grote dichtheid van ijzerbakteriën.
In deze wateren kunnen unieke soortenkombinaties voorkomen.

Het kontakt van voedselarm en voedselrijk water doet een dynamisch milieu ontstaan waarin zeer vele sierwieren (Desmidiaceae) optimaal kunnen gedijen.
Een sloot, gelegen langs de rijksweg A2, bevat een diatomeeëngemeenschap die tot de meest zeldzame behoort in Nederland.
De soorten die in grote getal voorkomen zijn:
Stenopterobia intermedia, Fragilaria virescens, Melosira distans var. africana, Peronia heribaudii, Anomoeoneis serians var. brachysira f. thermalis en daarnaast vele soorten sierwieren.
Karakteristieke makrofauna: soorten die typisch zijn voor voedselarme zure wateren: Hydroporus tristis, H. obschurus, Agabus labiatus.
Ook komen veel soorten voor uit voedselrijke milieus (slakken, bloedzuigers en platwormen).

II.6.3. Komgronden

Sloten

Gebied met voedselrijke wateren, gelegen in vooral het weidegebied. De invloed van agrarische aktiviteit en van ingelaten water is groot. Chemische samenstelling wisselt sterk en is afhankelijk van de plaatselijk geldende omstandigheden (inlaat vreemd water, manier van beheer, soort agrarische aktiviteit, dimensies van het water, grondsoort, hydrologische omstandigheden, isolatie enz.). Grondsoort: vooral klei, soms veen of zand.
Meestal hoge geleidbaarheid, chloridegehalte en pH.
Hoog Calciumgehalte, laag nitraatgehalte. Bedekkingsgraad is hoog.

Vegetatie

Geen algemene karakteristieken. Voorkomen van soorten als: Glyceria maxima, Callitriche div. spec., Sparganium erectum, Ceratophyllum demersum, Elodea nutallii, E. canadensis, Lemna div. spec., Spirodela polyrhiza, Potamogeton div. spec., draadwieren. Daarnaast: Ranunculus aquatilis aquatilis en Ranunculus circinatis.

Mikrofyten

Betrekkelijk grote diversiteit, vooral van kiezelwieren en van andere min of meer aan substraat gebonden mikrofyten als: Phacus div. spec., Trachelomonas div. spec., Euglena div. spec., Lepocinclis div. spec., Cryptomonas div. spec.
Weinig groenwieren, behalve soms grote konsentraties van flageldragende groenwieren. Weinig echte open watersoorten.
Sterk wisselende dichtheden van zoöplankton.
Makrofauna: divers. Vertegenwoordigers van bijna alle diergroepen: weinig kokerjuffer- en libellenlarven.
Dominerende groepen: slakken, bloedzuigers, platwormen, eendagsvliegenlarven, waterpissebedeen, kevers, waterwantsen, larven van tweevleugeligen.
Mikrofauna: grote verschillen tussen voorjaars- en nazomerbemonstering. Enerzijds veroorzaakt door seizoensgebonden generatiewisselingen, anderzijds door de toename van de vegetatie.
Hier treft men het grootste aantal soorten aan.
In het gebied langs de Lekdijk vindt sterke dijkkwel plaats.
Het water is in vele sloten van het gebied bruin-rood gekleurd, hetgeen wordt veroorzaakt door een neerslag van ijzer- (driewaardig)verbindingen die op het substraat worden afgezet en die worden opgenomen in de slijmomhulsels van vele soorten ijzerbakteriën of in de omhulsels van Trachelomonas. In deze sloten is Hottonia palustris een karakteristieke verschijning, evenals Callitriche div. spec. en Potamogeton alpinus.
Het is in dit gebied dat het roodwier Batrachospermum moniliferum, een indikator

van niet-verontreinigd, helder en wat stromend water, is aangetroffen. Ook is er voor Nederland nog weinig bekende kiezelwier aangetroffen: Amphora montana. Kwel wordt in het gehele gebied zeer veel waargenomen.
Slechts in bovengenoemde faktoren zijn tot nu toe verschillen aan te wijzen met sloten waarin geen kwel optreedt.
Makrofauna: divers, vertegenwoordigers van bijna alle in zoetwater levende diergroepen. In vergelijking met de fauna van de vorige gebieden (zie 0.2.1. en 0.2.2.) worden er weinig soorten kokerjuffers en libellen aangetroffen.

Sloten in hakhoutpercelen

Slechts 2 voorbeelden waarvan één in de nazomer droog stond.
Chemie: zwak zuur; zwak basisch, matig voedselrijk, door bladval sterk verontreinigd bruin water, chloridegehalte laag in het ene, variabel (door kwelwater vanuit de Lek) in het andere.
Geleidbaarheid: als Chloride.
Vegetatie: sterke beschaduwing door hakhout, hierdoor weinig planten in of langs deze watergangen (voornamelijk Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior).
In één sloot enige exemplaren van Hottonia palustris en Callitriche. Langs oevers: Juncus effusus, Poa trivialis, Carex acutiformis, Phalaris arundinaceae, Deschampsia cespitosa, Carex riparia, Phragmites australis.
Op open plekken groeit regelmatig flab. Veel grof plantenmateriaal op bodem.
Mikrofyten: voornamelijk ijzerbakteriën en diatomeeën van de geslachten Synedra, Gomphonema en Eunotia. Geen karakteristieke mikroflora.
Makrofauna: matig soortenrijk. Geen karakteristieke makrofauna.

II.6.4. Weteringen

Water aan- of afvoerende watergangen van grotere dimensie als bovengenoemde (vooral wat breedte en diepte betreft).
Chemische samenstelling wisselt sterk en is zeer afhankelijk van plaats en tijd. In perioden van droogte wordt veel water uit de Lek aangevoerd dat een voor het gebied hoog chloride- en nitraatgehalte heeft; in natte jaargetijden wordt veel water afgevoerd, dan is het chloride-gehalte beduidend lager.
In de meeste gevallen volgt de geleidbaarheid van het water die van de variatie van het chloridegehalte.

Vegetatie

Bedekking geringer dan in sloten, meestal ook soortenarmer.
De vegetatie is sterk afhankelijk van chemische, fysische faktoren en van beheersmaatregelen van bodem en water.
In de weteringen vindt men regelmatig de volgende planten: Potamogeton lucens, P. perfoliatus, P. pectinatus, P. crispus, Nuphar lutea, Callitriche, Elodea div. spec.

Mikrofyten

Groenwieren treft men in weteringen meer aan dan in sloten, door het open karakter van de vegetatie. Verschillen in voorjaar- en nazomerbemonstering minder groot dan het geval is in sloten.
Het aantal planktonische soorten is groter dan in sloten, men treft veel soorten aan die karakteristiek zijn voor plantenrijke kleine wateren; enerzijds vindt dit zijn verklaring in het voorkomen van een relatief dichte vegetatie, anderzijds in de verzamelfunktie van weteringen van water uit het gebied, waardoor vele mikrofyten vanuit de sloten in weteringen terecht komen. Ook treft men er veel soorten aan uit het rijnplankton.
Hetzelfde geldt voor de mikrofauna.

Grachten

Verspreide ligging over het gebied. Vooral oostelijk van de stad Utrecht.
Er zijn twee onderscheidingen te maken:

1. geïsoleerde en
2. niet-geïsoleerde.

Ad 1

Slechts enkele voorbeelden van geïsoleerde grachten zijn bekend.
De chemische samenstelling van deze watergangen is zeer konstant.
Het zijn matig voedselrijke niet verontreinigde wateren met een laag chloridegehalte en een geleidbaarheid van 400-500 μS.
Zuurgraad: zwak basisch.

Vegetatie

Het water is er diep en de (onderwater)oevers steil zodat slechts Nuphar lutea, Nymphaea alba en Polygonum amphibium zich er kunnen handhaven, met een variabele (ruimtelijke) bedekking. Op de oevers treft men overhangend hakhout aan dat zorgt voor een sterke beschaduwing (foto nr. 5[a] pag. 44a).

Mikrofyten

Het zijn vooral planktonische soorten die deel uitmaken van de mikrofytengemeenschappen. Bovendien zijn het soorten die indikatief zijn voor matig voedselrijke niet verontreinigde (stilstaande en vaak diepere) wateren. Op plekken met een dicht vegetatiedek zijn ook soorten aan te treffen van plantenrijke wateren (Cryptomonas).
Een typische mikrofauna is niet gevonden, behalve dat de meeste soorten planktonisch zijn.

Ad 2

De chemische samenstelling van het water in niet-geïsoleerde vijvers en grachten wisselt sterk. Men kan echter wel een aantal chemische algemeenheden noteren: voedselrijk en matig-sterk verontreinigd water, troebel, geelgroen of groen gekleurd, hoge geleidbaarheid, sterk basisch, kalkrijk, wisselende voedingszouten- en chloridegehalte.

Plantengroei

Matig tot veel. Nymphoiden als: Nymphaea alba en Nuphar lutea.

Mikrofyten

Geen typische organismen. Wel veel planktonische diatomeeën en groenwieren die karakteristiek zijn voor matig-sterk verontreinigde voedselrijke, grote wateren met relatief weinig plantengroei.

Mikrofauna

Geen typische groepen. Planktonvormen overheersen.

Makrofauna

Makrofauna van grachten (geen onderscheid naar isolatie). Enkele soorten die typisch zijn voor grote wateren: de platworm Dugesia tigrina, de driehoeksmossel Dreissena polymorpha en de waterwants Micronecta meridionalis.

De invloed van het Kromme Rijnwater in chemische zin neemt in de fortgrachten van Lunetten snel af: gaande van fort Lunetten 1 naar fort 4. Slechts aan het chloridegehalte is het Kromme Rijnwater nog herkenbaar. Ook in biologische zin verdwijnt de Kromme Rijn-invloed.

II.6.6. De Kromme Rijn

De Kromme Rijn is op twee plaatsen bemonsterd. Telt men daarbij de fortgracht van Lunetten 1 op de grens met de Kromme Rijn, dan zijn het er die geworden.
De chemische samenstelling van het water in de Kromme Rijn wordt maandelijks op verscheidene punten geanalyseerd door het laboratorium van afdeling W.
Het gehalte aan voedingsstoffen is altijd hoog, een hoog ammoniakstikstofgehalte, hoog, doch sterk wisselend chloridegehalte, zeer geringe zichtdiepte, matig basisch. Het water bestaat, zeker in droge perioden, voor het grootste deel uit Rijnwater, in die periode stroomt het betrekkelijk snel (ca. 30 cm per seconde).

Vegetatie

Pot. pectinatus, P. perfoliatus, Sagittaria sagittifolia, Callitriche, Nuphar lutea, Nymphoides peltata in zeer wisselende dichtheden (sterk afhankelijk van plaats en tijd).

Mikrofyten

Zéér divers plankton. Afkomstig van zowel de Rijn als uit het gebied waarvan water wordt ontvangen (onder andere Langbroeker wetering).
Dominantie van planktonische kiezel- en groenwieren. Zeer individuenrijk. Plankton indiceert water van matige kwaliteit.

Makrofauna

Matig soortenrijk. Eén typisch stromen water soort Theodoxus fluviatilis.
Enkele libelle- en eendagvliegensoorten, nauwelijks watermijten; 16 slakkensoorten.

Tot op heden is gebruik gemaakt van systemen die zijn gebaseerd op experimenten en praktijkervaringen van instituten in de Oost-Europese landen (Sladecek, 1973; Liebmann, H., 1959; Caspers en Karbe o.a. 1967; Zelinka en Marvan o.a. 1966) waarbij in de meeste gevallen is gewerkt met organismen uit stromende wateren.
Het waterkwaliteitsbeoordelingssysteem dat lijkt te voldoen wordt verricht met behulp van makrofauna en alleen voor laaglandbeken (o.a. Moller-Pillot, 1971).
Met de door de provincie Utrecht en ook de door de overige provincies en andere daarmee bezig zijnde instellingen aan te dragen gegevens is het mogelijk een voor Nederland bruikbaar systeem van waterkwaliteitsbeoordeling te konstrueren. Dit systeem kan langs empirische weg worden ontwikkeld tot een methode om op biologische wijze de kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater te beoordelen.
Tevens kan het worden gebruikt om het resultaat van te nemen maatregelen te voorspellen.

ALGEMENE LITERATUURLIJST

Ball, I.R. & Reynoldson, T.B., 1981 — British Planarians. Synopsis of the British Fauna (New Series) 19. Cambirdge University Press.

Bangma, A.H., Wal, H.v.d., 1980 — Een onderzoek naar de waterkwaliteit in de Molenpolder en de Maarsseveense Zodden aan de hand van fytoplankton en chemische en fysische gegevens. Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie, rapport nr. 31.

Beenen, R., 1982 — Onderzoek naar de kwalitatieve en kwantitatieve veranderingen in een makrofaunamonster tussen de monstername en de verwerking. Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie, rapport nr. 32.

Beenen, R., en Boonenkamp, J. 1981 — Hydrobiologische inventarisatie van het Zuidelijke Kromme Rijngebied. Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie, verslag nr. 45.

Beltman, B. en Bleuten, W., 1978 — Water Quality Research in the area of the River Kromme Rijn, Hydr. Bull. 12 (1) 39-51.

Beltman, B. en Bleuten, W., 1979 — Een modelstudie ter verbetering van de waterkwaliteit in Zuidoost-Utrecht H_2O (12) 13: 282-296.

Berg, H.v.d., en Knol, H., 1977 — Een planktononderzoek in het Kromme Rijngebied. KRP nr. 47.

Bolier, G., Maes, B. en Noteboom, E., 1971 — Planktononderzoek in het Kromme Rijngebied. KRP. nr. 19.

Bourrelly, P., 1972 — Les Alques d'Eau Douce, Tome I: Les Alques Vertes.
Editions N. Boubée & Cie, Paris-VIe.

Bouwman, L., 1977 — Beoordeling van de waterkwaliteit met behulp van fytoplankton van sloten in het Universiteitscentrum De Uithof. KRP-rapport nr. 48, R.U. Utrecht.

Caspers, H. en Karbe, L., 1967 — Vorschläge für eine saprobiologische Typisierung der Gewässer. Internat. Rev. Hydrobiol. 52: 145-162.

Cerutti, M.F.A. et al, 1979 — De gevolgen van inlaat van Rijnwater in een zandgebied van de Utrechtse Heuvelrug. Stud. Rapport Werkgroep Landsch. ecologie, R.U.U.

Cholnoky, B.J., 1968 — Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. Lehre: Cramer, 699 pp.

Clausman, P.H.M.A., Donkersgoed, N.F. van en Laeyendecker, G., 1975 — Patroon-onderzoek aan slootkantvegetaties. KRP-rapport nr. 44, R.U. Utrecht.

Coesel, P.F.M., Kwakkestein, R., Verschoor, A., 1978 — Oligotrophication and eutrophication tendensies in some Dutch Moorland pools, as reflected in the Desmid Flora. Hydrobiologia 61 (1): 21-31.

Commissie Hydrologisch Onderzoek Kromme Rijngebied, 1968 — Rapport van het hydrologisch onderzoek in het Kromme Rijngebied.

Dam, H. van, 1978 — De invloed van vervuiling, speciaal op epifytische diatomeeëngemeenschappen in het plassengebied rond Ankeveen.

v.Dam, H., en Kooyman-van Blokland, H., 1978 — Man-made Changes in Some Dutch Moorland Pools, as Reflected bij Historical and Recent Data about Diatoms and Macrophytes. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 63 (5): 587-607.

Dam. H. van, Suurmond, G. en Braak, C.J.F. ter, 1981 — Impact of acidification on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools. Hydrobiologia 83:425-459.

Drost, B. en M. Schreyer, 1978 — Waterkevertabel; Jeugdbondsuitgeverij.

Duchateau, M.J., 1978 — Makrofauna in enkele sloten en weteringen in het Kromme Rijngebied, betreffende saprobiesytemen, schoning en neerslag. Doct. versl. L + N, R.U.U. nr. 6.

Dutmer, G. en F. Duym, 1977 — Libellen. Tabellen voor de Nederlandse imago's en larven; Jeugdbondsuitgeverij.

Droogleever-Fortuyn, E.E., 1946 — Analyse van de schommelingen over het jaar 1942 van het aantal individuen der planktonsoorten van het "Gat in den Dijk" bij Wijk bij Duurstede. Doct.verslag nr. 270 van het (voormalige) Botanisch Museum en Herbarium der R.U.U.

Engelhardt, W., 1977 — Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Kosmos Stuttgart.

Ettl, H., 1978 — Uit: Süsswasserflora von Mitteleuropa Begründet von A. Passcher. Band 3: Xanthophyceae 1. Teil.

Fott, B., 1971 — Algenkunde. Gustav Fischer Verlag Stuttgart.

Galewski, K., 1974 — The description of the third stage larva of Hydrovatus cuspidatus (Kunze). (Coleoptera, Dytiscidae); Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II Ser. Sci. Biol. 22: 577-582.

Hoed, M.A. den, 1978 — Planktononderzoek in het Kromme Rijngebied. De beschrijving van een inventarisatie en een clustertechnische verwerkingsmethode. L + N verslag nr. 7 R.U. Utrecht.

Hofstra, J., 1982 — De plantengroei van enkele sloten en poelen in Twente. Natura 79 (5):p. 122-124.

Hogendijk, C.J., 1967 — Het optreden van ijzer in de gestratificeerde plas Vechten. Mededelingenblad van de Hydrobiol. Vereniging 1 (2).

Hohné, G.H.J., 1967 — Hydrobiologisch onderzoek van het Pluismeer en het Leersumse Veld. R.I.N./L.H. rapport nr. 208.

Holthuis, L.B., 1951 — Notities betreffende Limburgse Crustacea; Natuurhistorisch Maandblad 40: 125-129.

Holthuis, L.B. en G.R. Heerebout, 1976 — Crustacea-Kreeftachtigen. De Nederlandse Decapoda (Garnalen, Kreeften en Krabben); Wetenschappelijke Mededelingen K.N.N.V. nr. 111.

Huber-Pestalozzi, G., 1941 — Die Binnengewässer Bnd XVI. Das Phytoplankton des Süsswassers. Teil 2 1. Hälfte Chrysophyceae.

Huber-Pestalozzi, G., 1968 — Die Binnengewässer Bnd XVI. Das Phytoplankton des Süsswassers. 3. Teil. Cryptophyceae, etc.

Huizer, R.C.Th. en Putten, L.J.A. van, 1980 — Beoordeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater van het Universiteitscentrum "De Uithof" e.o. te Utrecht met behulp van de makrofauna. L en N verslag nr. 22.

Hustedt, F., 1930 — Bacillariophyta (Diatomeae). Heft 10 uit: Die Süsswasserflora Mitteleuropas, Ed. A. Pascher. Jena: Discher 466 pp.

Hustedt, F., 1930II — Uit: Rabenhorst's kryptogamen - Flora. Bnd. VII. Die kieselalgen 1. Teil.

Janssen, A.W. en E.F. de Vogel, 1965 — Zoetwatermolluscen van Nederland; Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie, Amsterdam.

Konings, M.R.H.M., 1977 — Beoordeling van de waterkwaliteit van sloten van het Universiteitscentrum De Uithof te Utrecht. KRP-rapport nr. 50.

Koole, E., 1976 — Makrofauna-onderzoek in enkele sloten en weteringen in het Kromme Rijngebied. KRP-rapport nr. 46.

Het Kromme Rijn Projekt, 1974 — Het Kromme Rijnlandschap, een ecologische visie. Stichting Natuur & Milieu, Amsterdam.

Kuijsters, C.G., 1977 — Saprobie en saprobiteit volgens de ideeën van diverse auteurs en getoetst aan waarnemingen in enkele sloten rond Cothen en Werkhoven. Doctoraal verslag nr. 394 v.d. L.H. Wageningen. Vakgroep Natuurbeheer.

Laeyendecker, G., 1973 — Abiotisch onderzoek als onderdeel van een landschapsoecologische studie tussen Leersum en Wijk bij Duurstede. KRP-rapport nr. 36.

Leentvaar, P., 1958 — Hydrobiologische waarnemingen in de Leersumse Plassen, RIVON-mededeling nr. 55.

Leentvaar, P., 1967 — Observations in guanotrophic Environment. Hydrobiologie XXIV (3-4):p. 441-489.

Liebman, H., 1959 — Methodik und Auswertung biologischer Wassergüte-Kartierung. Münchn. Beitr. Abwasser-, Fischerei u. Flussbiologie 6:192 p. Oldenbourg Verl. München.

Linde, J.B. van der, 1977 — Een makrofauna-onderzoek in en kwaliteitsbeoordeling van enkele watergangen in het Kromme Rijngebied. Doct. verslag L + N, R.U.U.

Lohse, G.A., 1971 — Fam. Hydraenidae; in Freude, H., K.W. Harde en G.A. Lohse, Die Käfer Mitteleuropas 3:95-125, Goecke & Evers, Krefeld.

Min. van Verkeer en Waterstaat, 1975 — De bestrijding van de verontreiniging van de verontreiniging van het oppervlaktewater. Indicatief Meerjarenprogramma 1975-1979.

Min. van Verkeer en Waterstaat, 1981 — Indicatief Meerjarenprogramma Water, 1980-1984.

Mol, A., 1981 — Zoöplankton van het Zuidelijk Kromme Rijngebied in 1979. Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie, rapport nr. 38.

Molenaar, J.G. de, 1980 — Bemesting, waterhuishouding, intensivering in de landbouw en het natuurlijk milieu. RIN-rapport.

Moller-Pillot, H.K.M., 1961 — De waterwantsen en andere insekten van het Leersumse Veld; de Levende Natuur 64: 146-155.

Moller-Pillot, H.K.M., 1971 — Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken; Dissertatie, Tilburg.

Moss, B., 1980 — Ecology of freshwaters. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 332 pp.

Ned. Normalisatie Inst., 1976 — Onderzoekingsmethoden voor afvalwater, Rijswijk.

de Neys, F., 1980 — Waterkwaliteit in enkele watergangen van de "Uithof" en omgeving. Dokt. verslag Landschapsoecologie en Natuurbeheer, LEN nr. 45, R.U.U.

Nieser, N., 1974 — De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera aquatica et semi aquatica); Wetenschappelijke Medelingen K.N.N.V. nr. 77.

Nieukerken, E.J. van, 1979 — De verspreiding van Hydrovatus cuspidatus (Kunze) in Nederland (Coleoptera, Dytiscidae); Ent. Ber., Amst. 39:51-55.

Olsen, S., 1950 — Aquatic plants and hydrospheric factors. 1. Aquatic plants in s.w. Jutland, Denmark. Svensk Bot. Tidskr. 44:1.

Oostendorp, P.J., 1975 — Het fytoplankton van het fort bij Rhijnauwen KRP nr. 43.

Provinciale Staten van Utrecht, 1974 — Streekplan Midden- en Zuidoost-Utrecht.

Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling W — Resultaten chemisch waterkwaliteitsonderzoek vanaf 1978. Ongepubliceerde lijsten van chemische en fysische parameters.

Provinciale Waterstaat Utrecht, 1979 — Inventarisatierapport natuur en landschap om Schalkwijk (gemeente Houten). Rapport Provinciale Waterstaat, afdeling E.

Redeke, H.C., 1948 — Hydrobiologie van Nederland. De Zoete Wateren. Uitg.: A. de Boer.

R.I.N., 1981 — Jaarverslag.

Ros, J.H.A., 1979 — Zie Cerutti et al, 1979.

Rijkswaterstaat — Kwaliteitsonderzoek in de rijkswateren. Kwartaalverslagen. Uitgave van het Rijksinstituur voor zuivering van afvalwater.

Sabben. P.J. van, 1978 — Planktononderzoek als onderdeel van een ecologische evaluatie van het Langbroekse gebied. L + N verslag nr. 5 R.U. Utrecht.

Salomé, B.Z., 1967 — Planktononderzoek in de plas Vechten. Mededelingenblad van de Hydrobiol. Vereniging 1 (2).

Schaeflein, H., 1971 — Fam. Dytiscidae; in Freude. H., K.W. Harde en G.A. Lohse, Die Käfer Mitteleuropas 3:16-89, Goecke & Evers, Krefeld.

Simon, N.P.L., 1977 — Biologische beoordeling van het oppervlaktewater in het Langbroeker weteringgebied in het zuidoosten van Utrecht. Doct. versl. L + N, R.U.U. nr. 10.

Schroevers. P.J. (ed), 1977 — Beoordeling van de waterkwaliteit op basis van het mikrofytenbestand, in Werkgroep Biol. Waterbeoordeling, 1977.

Sládecek, W., 1973 — System of Water Quality from the Biological Point of View. Arch. Hydrobiol. Beiheft 7.

Steffan, A.W., 1979 — Fam. Dryopidae; in Freude, H., K.W. Harde en G.A. Lohse, Die Käfer Mitteleuropas 6:265-294, Goecke & Evers, Krefeld.

Stock, J.H., 1961 — Ondergrondse waterdieren in Zuid-Limburg; Natuurhistorisch Maandblad 50:77-85

Stralen, M. van en Kersting, K., 1977 — De BOD_5^{20} -test, een onbruikbare maatstaf voor bepaling van de kwaliteit van oppervlaktewater. H_2O 10 (14): 329-331.

Streble, H. en Krauter, D., 1982 — Das Leben im Wassertropfen, Kosmos Verlag, Stuttgart.

Tol, J. van en D.C. Geyskes, 1981 — Changes in abundance and distribution of dragonflies (Odonata) in the Netherlands during this century; Nieuwsbrief European Invertebrate Survey-Nederland 10:47-53.

Vlies, A.W. v.d., 1971 — Inventarisatie van de makrofauna in het stroomgebied van de Kromme Rijn in verband met de waterverontreiniging en de vergelijking van een aantal methoden voor de bemonstering van de makrofauna. Landbouw Hogeschool, rapport 95.

Vos, G. de, 1971 — Hydrobiologische waterkwaliteitsbeoordeling van het polderwater in de omgeving van Houten en Schalkwijk. L.H. Wageningen, verslag Natuurbeheer, nr. 257.

Werff. v.d. en Huls, H., 1957-1974 — Diatomeeënflora van Nederland.

Werkgroep Biol. Waterbeoordeling, 1977 — Biologische Waterbeoordeling. Methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag.

Wielen, R. v.d. en Ketel, P., 1976 — Onderhoud open watergangen. Provinciale Waterstaat Utrecht, rapport afdeling Oecologie.

Wróblewski, A., 1958 — The Polish species of the genus Micronecta Kirk. (Heteroptera, Corixidae); Ann. Zool. Polon 17:247-381.

Zelinka, M. en Marvan, P., 1966 — Bemerkungen zu neuen Methoden der saprobiologischen Wasserbeurteilung. Verh. Internat. Verein. Limnol. 16:817-822.

BIJLAGEN

Bijlage A1

Overig hydrobiologisch onderzoek

A1.1. Inleiding

Vorengenoemde onderzoeken staan alle in het kader van het milieukarteringsprojekt. Het primair doel ervan is, zoals eerder is omschreven (pagina I) van inventariserende aard. Daarnaast zijn enige onderzoeken verricht die een afwijkende vraagstelling hadden doch die secundair benut worden ten behoeve van milieu-inventarisatie.
Deze deel-onderzoeken zijn veelal zeer geschikt om als stage-onderzoek te dienen voor universitaire studenten. Er bestaat dan ook een nauwe samenwerking met de R.U.U. afdeling Landschapsoecologie en Natuurbeheer: er vindt uitwisseling van gegevens en ervaringen over en weer plaats en bovendien levert genoemde afdeling de studenten voor de onderwerpen.
Deze deelonderzoeken zijn van veel nut voor het milieukarteringsonderzoek:

1. er komen meer gedetailleerde gegevens ter beschikking van de milieukartering. De reden hiervoor is dat dergelijke onderzoeken betrekking hebben op kleine gebieden, de vraagstelling is sterker gericht op òf één organismengroep òf op een specifiek en specialistisch onderwerp, met andere woorden kleinschalig onderzoek levert extra informatie;

2. één onderzoek is gericht op de methode van monsterverwerking. Het is duidelijk dat de uitkomsten van een studie met zo'n onderwerp direkt nut afwerpen voor milieukarteren;

3. niet alleen het onderwerp is specialistischer van karakter, ook de groep van organismen waaraan onderzoek wordt verricht, wordt uitgebreider belicht;

4. de looptijd van dergelijke stage-onderzoeken is betrekkelijk gering en derhalve uitermate geschikt voor studenten. Aan de andere kant echter kost inwerken relatief veel tijd!

Er zijn twee afgeronde onderzoeken te noemen:

1. Bangma, A.H. en v.d. Wal, H., 1978. Een onderzoek naar de waterkwaliteit in de Molenpolder en de Maarsseveense Zodden aan de hand van fytoplankton en chemische en fysische gegevens (verslag P.W.U., Ecologie, nr. 31);

2. Beenen, R., 1982. Onderzoek naar de kwalitatieve en kwantitatieve veranderingen in een makrofaunamonster tussen de monstername en de verwerking. Verslag P.W.U., Ecologie verslag nr. 32).

A1.2. Molenpolder-onderzoek

Getracht is na te gaan, in hoeverre diverse vervuilingskategorieën de waterkwaliteit in de Molenpolder beïnvloeden, aan de hand van fytoplankton- en chemisch/fysisch onderzoek.
Uitgaande van de hydrologie van het gebied zijn er 35 monsterpunten zodanig gekozen, dat men theoretisch gezien vuilwatergradiënten kan verwachten.
Ten einde tevens een indruk te krijgen van de huidige waterkwaliteit in het Zoddengebied, is ook daar een aantal monsterpunten gekozen.
Het onderzoek geeft een gedetailleerd beeld van het fytoplankton en de chemische inhoud van het water in de Molenpolder en het Maarsseveense Zoddengebied.

De verkregen informatie kan rechtstreeks benut worden voor het milieukarteringsonderzoek, dat nooit zo diepgaand kan zijn.
Middels een serie berekeningen komen de studenten tot de konklusie dat het water in de Molenpolder matig tot sterk verontreinigd is; gaande in westelijke en noordelijke richting treedt er een verbetering op van de mate van verontreiniging. Chemisch gesproken is het water er slecht te noemen.
Het heeft er de schijn van dat vooral de afvalwaterlozing van de huizen langs de Westbroeksebinnenweg een nadelig invloed heeft op de kwaliteit van het water.
Van de invloed van Vechtwater is in de loop der tijd een negatieve invloed uitgegaan, zodanig, dat - menen dat studenten - dit water tegenwoordig geen of weinig invloed meer heeft, omdat het water in de Molenpolder al een Vechtkarakter heeft.
Nadelige agrarische invloed kon niet worden aangetoond: daarvoor is een veel gedetailleerdere (in ruimte en tijd) studie nodig.
De waterkwaliteit in het Zoddengebied is nog goed te noemen (licht tot matig verontreinigd). Vechtwater, dat in droge perioden ingelaten kan worden via de Kleine Maarsseveense Plas en de zuidwestpunt van het gebied, doet zijn invloed steeds meer gelden, gaande van oost naar west.
Een aantal maatregelen wordt genoemd om de kwaliteit van het water in de Molenpolder te verbeteren. Deze maatregelen mogen echter de waterkwaliteit in het Zoddengebied niet nadelig beïnvloeden.
Het water in de Grote Maarsseveense Plas is slechts licht verontreinigd, hetgeen opvallend genoemd kan worden gezien de zeer grote rekreatiedruk die het waterbekken ondervindt. Zeer waarschijnlijk beïnvloed de sterke kwel in deze plas de waterkwaliteit positief, alsmede zijn grote watervolume.

A1.3. Overlevingsonderzoek makrofauna

Na de monstername, die naar inzicht en ervaring der veldwerkers zo goed mogelijk wordt uitgevoerd, volgt het transport en de opslag der makrofauna-organismen. Afhankelijk van de duur van transport en de temperatuur in de auto, wordt een deel der organismen door een ander deel opgegeten. De Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieukartering, subwerkgroep hydrobiologie (zie IV.1.) was van oordeel dat te weinig gegevens bekend waren over de sterfte tijdens transport. P.W.U. heeft derhalve een student gevraagd een onderzoek in te stellen naar deze sterfte.
De konklusie van R. Beenen zijn de volgende:
De vraat en sterfte onder de gevangen dieren tijdens transport en opslag is vooral merkbaar onder de waterpissebedden, larven van eendagsvliegen en waterjuffers. Vergelijking van de resultaten van enkele proeven bij verschillende reservoirs heeft aangetoond dat opslag moet geschieden bij lage temperatuur (4-8°C) en in plastic zakken met weinig water (beter op te slaan in een kleine koelkast). Ook is een literatuuronderzoek verricht naar de vormen en de mate van vraat en sterfte van dieren in gevangenschap.

Bijlage A2

Interprovinciale samenwerking bij hydrobiologisch onderzoek

A2.1. De I.A.W.M. subwerkgroep hydrobiologie

Op 18 september 1975 wendde I.P.O.-M zich tot I.P.O.-R.O. met het verzoek samen een stuurgroep milieukartering te vormen.
Deze stelde de interprovinciale ambtelijke werkgroep milieukartering (I.A.W.M.) in met als opdracht:

1. inventarisatie van aan de gang zijnde aktiviteiten op het gebied van milieukartering op provinciaal niveau;
2. inventarisatie van wensen en behoeften op dit gebied.

December 1978 bracht de I.A.W.M. het rapport "Milieukartering bij de provincies" uit. Hierin wordt in algemene zin ook het hydrobiologisch onderzoek besproken.
Het is de bedoeling dat uitwerking plaatsvindt in een speciale subwerkgroep.
Begin 1979 heeft de eerste vergadering plaatsgevonden van deze subwerkgroep hydrobiologie.
Het streven van de werkgroep is, om middels overleg, met aan de ene kant provinciale hydrobiologen die betrokken zijn bij de milieukartering en aan de andere kant een aantal specialisten van buiten de provinciale overheid als waarnemers, een handleiding samen te stellen waarmee alle betrokken provincies het onderzoek zullen verrichten.
Met andere woorden het streven is gericht op standaardisatie der monstertechnieken, -tijden, der selektietechnieken van de monsterpunten, van de opslag en het gebruik der gegevens.
Aldus is het mogelijk om uitwisseling der gegevens en vergelijking van de resultaten te verkrijgen.
Deze standaardisatie dient zo te zijn dat gedetailleerde gegevens in een provincie zodanig kunnen worden bewerkt, dat aanpassing aan de in een andere provincie gebruikte grovere schaal zonder, meer mogelijk is. Ook moet het mogelijk zijn op bepaalde regionale wensen van slechts een of enkele provincies in te spelen, ook al worden deze door de overige provincies niet gebruikt.
Op bijvoorbeeld een ponskaart kan ruimte voor zo'n mogelijkheid opengelaten worden.
Het principe van zo'n raamwerkgedachte is dus dat er verschillende niveaus van invulling en uitlezing mogelijk zijn.

A2.1.1. Vorderingen in I.A.W.M.-verband

De werkgroep is aktief met verschillende onderwerpen:

1. bemonstering in uitgebreide zin;
2. determinatie;
3. kodering van de gegevens.

Ad 1

De bemonstering bestaat uit een aantal facetten:

a. keuze der monsterpunten;
b. bemonstering in strikte zin.

De problemen die de werkgroep ondervindt bij de standaardisatie van het bemonsteren konsentreren zich vooral op ad 1.b.
Het blijkt zeer moeilijk en wellicht onmogelijk om een zodanige bemonsterings-

handleiding samen te stellen dat water in welke sloot, plas, meer enz. of met welke vegetatie dan ook op een eenduidige manier bemonsterd kan worden.
Het is vooralsnog beter en zo is ook besloten, de bemonstering uit te voeren volgens het inzicht, de ervaring en de kennis van de desbetreffende veldwerker(s). Het grote aantal variabelen dwingt er voorlopig toe, aan de individuele onderzoeker over te laten op welke wijze een voor de situatie representatief monster kan worden verkregen.
De techniek van de monstername zal echter wel gevat worden in een handleiding en wel voor elke groep van organismen afzonderlijk.
Ook de keuze der monsterpunten wordt uitgewerkt in een handleiding, hoewel ook hier ruimte is voor eigen interpretatie en voor de eigen vraagstelling.
Over de keuze van de veldgegevens, zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve, bestaat overeenstemming.
Met de subwerkgroep Vegetatie is op een aantal punten overleg geweest.
De I.P.I.- (Interprovinciale Inventarisatie-eenheden) lijst van de watertypen is door de subwerkgroep hydrobiologie aangevuld en gemodificeerd. Beide subwerkgroepen gebruiken nu dezelfde kode voor watertypen en landschap.

Ad 2

Over de eigenlijke determinatie kunnen nauwelijks afspraken worden gemaakt.
Wel is afgesproken om lijsten samen te stellen van determinatiewerken, die door alle leden zullen worden gebruikt. De lijsten zijn reeds in gebruik. Hetzelfde geldt voor de eigenlijke analyse van het monster. Voor elke groep van organismen is door een of meer specialisten binnen de groep een analysevoorschrift vervaardigd.

Ad 3

Kodering der gegevens.

a. Veldgegevens. De kodering der veldgegevens is bijna afgerond.
Zoals eerder is uiteengezet, is getracht de voor de provincies specifieke wensen te verwerken in een lijst van veldgegevens en hun kode. De definitieve kodelijst van veldgegevens is gereed en wordt reeds gebruikt.

b. De meeste tijd vergt het opstellen van een lijst van in Nederlandse wateren gevonden organismen en hun kodering.
Een lijst van alle soorten, zoals die bijvoorbeeld bestaat voor de hogere planten in Nederland, is er niet. Veelal ook geen deellijsten. Het aantal in Nederland voorkomende waterorganismen (of stadia van landorganismen die tijdelijk in het water leven) worden vertegenwoordigd door op zijn minst 10.000-15.000 taxa (dat wil zeggen systematische groepen; in dit geval alles hiërarchisch lager dan geslacht).
Het zal duidelijk zijn dat het hanteren van zovele taxa, op welke manier dan ook sterk wordt vereenvoudigd door het geven van nummers.
Het meest eenvoudig is om deze taxa te nummeren in volgorde van binnenkomst.
Het systeem dat aldus is gekreëerd is niet erg bruikbaar, omdat vooral de afzonderlijke taxa (families, orden, geslachten, klassen enz.) numeriek niet herkenbaar zijn; alles staat door elkaar.
Gekozen is voor een systeem waarbij uitgegaan is van de bestaande indelingen in planten en dierenrijk.
Elk hiërarchisch niveau krijgt hierbij een getal dat kan bestaan uit maximaal twee cijfers.
Aangezien de taxonomie konsekwent is gevolgd, bestaat elk taxon (soort, ondersoort, variëteit of forma) uit tien cijfers, aldus is een verzameling van waterorganismen op welk niveau dan ook in de systematische hiërarchie oproepbaar.

Een dergelijk uitgebreide nummering bestond in Nederland nog niet.
Het laat zich gemakkelijk uitbreiden tot land, of zoutwaterorganismen en vogels. Ook zoogdieren kunnen er een plaats in vinden.
Gemakshalve wordt het nummer gekoppeld aan een klein en handzaam laboratoriumnummer van vier cijfers. Deze nummering werkt op volgorde van binnenkomst van een nieuwe soort of ondersoort.
Hierdoor wordt het maken van fouten ten gevolge van het lange nummer tot een minimum beperkt. Ook is het beter hanteerbaar tijdens de analyse van een monster.
De lijst van waterorganismen is op enkele veranderingen na voltooid.

Alle dierlijke soorten zijn voorzien van een 10-cijferige kode.
Het onder Ad 3 genoemde is ontworpen en verwerkt door P.W.U., afdeling E, waarbij dankbaar gebruik gemaakt is van enkele tijdelijke arbeidskrachten (D.A.C.W., T.A.P.).
Het voorzien van een kode van de verzamelde en de potentieel te verzamelen organismen in het waterig milieu is onontbeerlijk bij de verdere verwerking der gegevens.

A2.1.2. Mogelijkheden

Gegevensverwerking en kodering

Het primaire doel van de kodering der gegevens is opslag van de stroom verkregen informatie. Dit op zich niet interessant lijkende deel vormt de basis van de laatste fase in het onderzoek: het verwerken van de ingezamelde gegevens.
Als eerste mogelijkheid dient zich aan de verspreiding der organismen over de monsterpunten en die over (een deel van) het onderzoeksgebied.
Aangezien de grenzen van de monstergebieden in de provincie voor het grootste gedeelte berusten op niet oecologische doch op geografische (zie pagina 4) argumenten is eerst in een later stadium, als gegevens over meer gebieden bekend zijn, de verspreiding in relatie tot meer oecologische kriteria aan de orde (deze kriteria kunnen zijn: grondsoort, hydrologie, chemie, vegetatie, of kombinaties daarvan).
Het interprovinciaal overleg binnen de I.A.W.M. maakt het mogelijk gebieden tot over de provinciale grenzen heen uit te breiden of om te vergelijken met gebieden buiten Utrecht.
Het zal derhalve noodzakelijk zijn de standaardisatie waarover in het eerste deel van hoofdstuk 3 is gesproken, snel en zeer konsekwent door te voeren.
In de vele notities aangaande dit onderwerp is uitvoerig aan de orde gekomen welke de gebruiksdoelen zijn van milieukartering.
Vaak zal het derhalve noodzakelijk worden de gegevens van de verschillende onderdelen van de kartering samen te voegen om uitspraken te kunnen doen over de ecologische aspekten van een bepaald gebied.
Aldus kan men op gefundeerde wijze beoordelen welke de konsekwenties zullen (kunnen) zijn van bepaalde beleidsmaatregelen of technische ingrepen voor het gebied in kwestie.
De (veld-)gegevens van de verschillende onderdelen van de milieukartering moeten derhalve zó gekarteerd en opgeslagen worden, dat samenvoeging ook mogelijk is.
Dit is slechts mogelijk als dezelfde kodes voor dezelfde begrippen worden gebruikt, uitgedrukt in dezelfde eenheden.
Hierbij speelt het interprovinciaal overleg (I.A.W.M.) een belangrijke rol.
Vele gegevens zijn reeds op elkaar afgestemd en koppeling van de afzonderlijke informatie eveneens.
Het waterkwaliteitsonderzoek zal gebruik kunnen maken van het hydrobiologisch onderzoek in het bijzonder. Het zal eenvoudiger zijn om de berekeningen uit te voeren ter bepaling van biologische waterkwaliteitsfacetten en om te trachten

korrelaties te vinden tussen bijvoorbeeld biologische en niet-biologische aspekten van het water.

I.P.A.M.-punten

Bij de leden der I.A.W.M.-hydrobiologie heerst de opvatting dat en monstercyclus van circa 10 jaar voor de onderzoeksgebieden zeer groot is.
Te groot om veranderingen in de tijd op een juiste wijze te interpreteren. Toevalligheden in bijvoorbeeld het weertype of andere niet te voorspellen gebeurtenissen die grote invloed kunnen hebben op de biologie en de chemie van het water maken een dergelijke interpretatie onzeker.
Voorgesteld is om in elk deelgebied een (minimum) aantal monsterpunten te selekteren en deze jaarlijks twee keer te bemonsteren. Deze punten worden niet nieuw gekozen, doch behoren tot die welke zijn geselekteerd voor het milieukarteringsonderzoek (dus van de 35-40 punten in het betreffende gebied). Het monsterprogramma voor deze wateren is eveneens gelijk aan die van het normale onderzoek.
De kriteria waarop de keuze is gebaseerd zijn terug te vinden in de I.A.W.M.-stukken.
Indien het voorstel wordt overgenomen door alle provincies, dan valt te verwachten dat een web van circa 400 referentiepunten over Nederland zal komen te liggen.
De vrijkomende schat aan gegevens is van enorme betekenis voor het hydrobiologisch onderzoek in Nederland en zal de provincies voorzien van informatie ter toetsing van het al of niet bereiken van opgestelde beleidsdoeleinden.

Typologie

Met behulp van de verkregen gegevens wordt het mogelijk om samen met die van de overige provincies, typologieën op te stellen van de Nederlandse wateren.
Hiermee wordt bedoeld: het samenvoegen van wateren op grond van een serie gemeenschappelijke kenmerken van biologische en niet-biologische aard, zodanig, dat een beschrijving wordt verkregen van een groep van overeenkomst vertonende wateren.
Deze typologie vormt een wezenlijk onderdeel van biologische waterbeoordeling; deze is zelfs een sterk geabstraheerde typologie, teruggebracht tot een of enkele kriteria.
De bovenbeschreven typologie is korrelatief van aard; computermatige verwerking van alle gegevens is een noodzaak.
Schroevers (1977) komt voorlopig tot 9 typen van het Nederlandse oppervlaktewater. Deze indeling is zeer grofschalig en dient verfijnd te worden. Daarnaast komt hij tot een aantal distrikten (7), waarin Nederland verdeeld kan worden.
Schroevers suggereert om, in navolging van de geografie der hogere planten van "elementen" te spreken.
In elk der 7 distrikten wordt zijns inziens een voor zo'n distrikt typische kombinatie van soorten gevonden.
Het is de vraag of er een typologie van Nederlandse wateren is samen te stellen op grond van alle verzamelde gegevens, dus van makrofauna, de vegetatie, de mikroflora en -fauna, vastzittende diatomeeën, chemie enz. tezamen. Het lijkt niet waarschijnlijk; veeleer zal van elke (groep van) kenmerken een typologie ontstaan. In hoeverre deze samenvallen moet blijken in de toekomst.
Een ander facet van de mogelijkheden ligt op het terrein van het waterkwaliteitsonderzoek.
Het streven van instellingen op het gebied van waterkwaliteitsonderzoek en -beheer is om een systeem van beoordelingen te gebruiken dat is gestoeld op in Nederland geldende argumenten.

Bijlage B1

B.1. Sloten

Het grootste deel van de onderzochte en de te onderzoeken door de mens ge(ver)-graven wateren bestaat uit sloten, dat wil zeggen lintvormige wateren, met een breedte van niet meer dan 4-5 meter (6-8 meter, De Molenaar, 1980).
Zinvol lijkt het daarom een apart hoofdstuk te besteden aan de kenmerken van dit milieutype: de dynamiek, de levensgemeenschappen, de chemie, de beïnvloeding door agrarische aktiviteiten enz.
Zeer recent is een uitgebreide literatuurstudie verschenen over het slootmilieu (De Molenaar, 1980).
De hierna volgende gegevens zijn voor het merendeel aan dit rapport ontleend; ook de volgorde der besproken aspekten is ongemoeid gelaten.

B.1.1. Inleiding

Sloten zijn in het algemeen aangelegd om een agrarisch belang te dienen (watertransport, peilbeheersing, perceelscheiding, veekering). Vooral in de recente tijd kregen sloten een bredere betekenis: kultuurhistorische, landschappelijke, rekreatieve, ecologische, industriële, drinkwatervoorziening.
Vroeger werd de bagger uit de sloten gebruikt als meststof, samen met de erin groeiende waterplanten (krabbescheer) (vermengd met stalmest, het zogenaamde toemaakdek), hierdoor kon de breedte sterk toenemen.
De geografische ligging en de dichtheid van het slotennet hangt sterk samen met de genese.

B.1.2. Abiotische faktoren

De abiotische omgevingsfaktoren kunnen zeer sterk uiteenlopen.
Te noemen zijn:

a. de chemische samenstelling van vooral het water (zoutgehalte, nutriëntengehalte, zuurstof);
b. bodemgesteldheid;
c. afmetingen;
d. waterbeheersing (peilvariaties, kwel);
e. onderhoud en ruimtelijke variatie.

Hierdoor kan men niet spreken van hèt slootmilieu, hoewel de variaties der faktoren juist wel typisch te noemen zijn voor dit milieu.
Vooral vroeger was een gradiënt in voedingszoutengehalte waarneembaar, gaande van de boezemwateren (voedselrijk) via hoofdwatergangen en scheisloten naar de (doodlopende) binnensloten (voedselarm; in deze richting een afname). Samenhangend hiermee en het verschijnsel versterkend was een extensief gebruik van het centrale deel van de weidegebieden vanwege de grote afstand en de 's winters vaak niet te berijden en de bewerken gronden. Hierdoor was het onderhoud der watergangen er ook "slechter".
Het water in deze vaak ondiepere watergangen was derhalve vaak sterk geïsoleerd en weinig gestoord.
Ruilverkaveling, intensivering van het landgebruik, peilverlagingen, boerderijverplaatsingen, uitdiepen der watergangen hebben deze isolatie grotendeels opgeheven; de toevoer van nutriënten steeg hierdoor in vele gevallen zeer drastisch.

Foto nr. 6.

Park Bloeyendael (K55).
Voorjaarsaspekt. Bescheiden ontwikkeling van watergentiaan (Nymphoides peltata en draadwierflab).

Foto nr. 6a.

Park Bloeyendael.
Nazomer- en najaaraspekt. Massale ontwikkeling van de grote kroosvaren (Azolla filicoides).

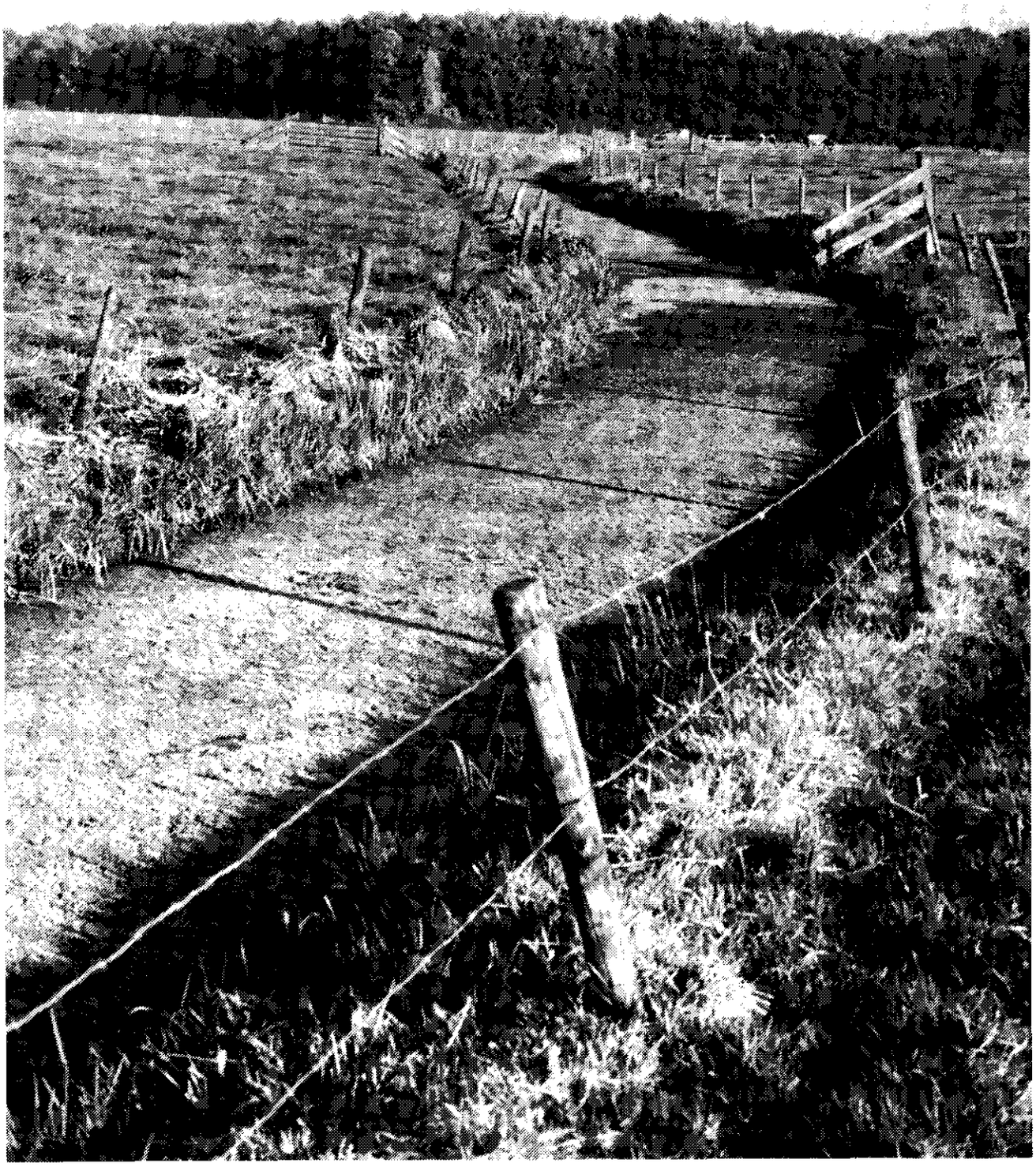


Foto nr. 7.

Wetering op landgoed "Beverweerd" (K59).
Nazomer- en najaarsaspekt. Sterke dominantie van de grote kroosvaren (*Azolla filicoides*).

B.1.3. Planten en dieren

Het voorkomen en de samenstelling van levensgemeenschappen wordt geheel bepaald door abiotische faktoren. Gesteld is hierboven dat er grote verscheidenheid en variatie kan optreden in deze faktoren; derhalve kan ook niet gesproken worden (in grote lijnen althans) van een typische slootlevensgemeenschap.
Die variatie kan een gradiënt zijn ten gevolge van de vaak grote lengte van sloten, maar kan ook worden veroorzaakt door het onderhoud van sloten.
Vele faktoren kunnen deze variatie verminderen of zelfs geheel laten verdwijnen (verlanding, gierlozingen, rekreatie, verheviging van onderhoud enz.). Aldus kunnen monotone plantensoortensamenstellingen ontstaan van bijvoorbeeld eendekroosachtigen, of van Azolla filicoides (kroosvaren) (foto's nr. 6 en 7, pag. 90a en 90b).

B.1.4. Diversiteit, funktie en rijkdom

Als gevolg van de grote verscheidenheid aan (abiotische) omstandigheden vinden zeer vele groepen van organismen een plaats in dit typische biotoop (sponzen, holtedieren, wormen, kreeftachtigen, kevers, schietmotten, muggen, vliegen, libelleachtigen, wantsen, spinnen, mijten, vissen, amfibieën, reptielen, vogels, zoogdieren, bakteriën, schimmels, wieren, mossen, varens, hogere planten, enz.).
Duidelijk zal zijn dat hierdoor zeer ingewikkelde afhankelijkheidsbetrekkingen kunnen ontstaan die tot ver buiten het slootmilieu reiken.
Hogere waterplanten zijn in sloten meestal de belangrijkste primaire producenten, die zeer vergaand het fysisch en chemisch milieu bepalen.
Ook hebben zij een overheersende funktie als aanhechtingsplaats voor allerlei (mikro)organismen of stadia van organismen (kiezelwieren, sponzen, holtedieren, trilhaardiertjes, mosdiertjes, eieren van vissen, amfibieën) en funktioneren zij als schuilplaats als direkte of als indirekte leverancier van voedsel.
Een voorbeeld moge dit illustreren. Gele plomp kan in ondiepe sloten massaal voorkomen en door de struktuur de aard van de levensgemeenschap(pen) daar bepalen. Hierdoor ontstaan vele kleine milieutypetjes (mikrohabitats) waardoor er zeer soortenrijke ecosystemen ontstaan. Op ruim 1200 bladeren vond men meer dan 13.700 aquatische makrofauna-organismen uit sterk uiteenlopende groepen.
In de bloemen vond men alleen al 44 soorten insekten en 4 soorten spinnen. De relaties tussen de organismen is zeer komplex.
Typische hogere planten zijn: dotterbloem, watergentiaan, waterviolier, waterranonkel, krabbescheer, pijlkruid, zwanebloem, egelskop, fonteinkruiden, waterpest, gedoornd hoornblad, enz.
Sloten vormen eveneens een belangrijke biotoop voor hogere (gewervelde) dieren. Men denke aan kikkers, salamanders, reptielen, vissen en aan broed- en fourageplaatsen van watervogels, wad- en landvogels (eenden, reigers, meeuwachtigen, tureluurs, futen) maar ook aan de mogelijkheid tot dekking voor vooral weidevogels die hierdoor ontkomen kunnen aan de land- en gewasbewerkingsmachines.
Typische slootvissen zijn: kwabaal, modderkruiper, zeelt, snoek.

B.1.5. De faktor mens

De mens heeft de sloten doen ontstaan, de mens is het ook, die het slootmilieu in de gelegenheid stelt zich als zodanig en met al haar variaties en diversiteit te ontwikkelen (men denke hier vooral aan onderhoud aan sloten en oevers).
Slootonderhoud is noodzakelijk om transport van water te waarborgen.
Een sloot die volstaat met planten of die aan het verlanden is kan als zodanig niet funktioneren evenmin als een sloot gevuld met slib.
Het onderhoud geschiedde vroeger met handkracht: maaien, op de wal brengen en/of afvoeren van oever- en taludbegroeiing, op de wal trekken van waterplanten en als dat noodzakelijk was werd de sloot uitgebaggerd.
De bovengeschetste maatregelen waren toereikend om de primaire funktie van de sloten te garanderen.

Toenemende bemesting, peilverlagingen en de stijging van de arbeidskosten werden er de oorzaak van, dat andere methoden moesten worden aangewend. Vooral mechanische en chemische bestrijding van de toegenomen plantengroei werden het alternatief voor het onderhoud aan watergangen, hoewel de laatstgenoemde methode door de schadelijke neveneffekten steeds minder wordt toegepast.
Andere en minder nadelige methoden worden beproefd, ook biologische.
Het tijdstip van onderhoud heeft eveneens grote invloed op de samenstelling der levensgemeenschappen in sloten. Schoning in het voorjaar doet de mogelijkheid van ei-afzetting en van dekking verdwijnen waardoor ook andere groepen van organismen daarvan nadelige gevolgen ondervinden.
Na juli neemt deze schade aan het leefmilieu voor slootorganismen af.
De minst schadelijke periode valt in de winter en het is ook juist in die periode dat de afvoerfunktie moet zijn in verband met het grote waterbezwaar.
Zie voor een uitgebreid overzicht van de slootonderhoudsmethoden: Onderhoud van watergangen, Provinciale Waterstaat van Utrecht, sektor oecologie, 1976.

B.1.6. Waterverontreiniging

Bij toenemende belasting van het water met nutriënten en milieuvreemde of milieubedreigende stoffen neemt de diversiteit van de erin voorkomende levensgemeenschappen af (men denke aan eenvormige kroosdekken zie foto nrs 6a en 8 pg 90a + 90b).
Het verschijnsel doet zich in Nederland op zeer grote schaal voor. Chemisch gezien is deze verontreiniging meestal moeilijk aan te tonen omdat de waterplanten de voedingsstoffen zeer snel opnemen.
Chemische waterbeoordeling levert derhalve een vaak zeer optimistisch beeld van de omvang van deze vorm van verontreiniging, althans in plantenrijke watergangen.

B.1.7. Verbetering van de waterhuishouding

Peilverlagingen en strenge normen voor de afvoer van water maken het veelal noodzakelijk over te gaan tot vermindering, verdieping van bestaande sloten en tot grote dimensies van nieuw te graven sloten.
Traditioneel watergangenonderhoud is dan veelal niet meer mogelijk, ook vallen de sloten vaker droog en wordt verontreinigd en vreemd water aangevoerd. Typische en geïsoleerde sloten midden in poldergebieden verdwijnen daardoor en hiermee ook de zeldzaam wordende slootmilieus.
Nivellering en verarming van deze milieus en van de taluds en oevers ziet men dan ook op zeer grote schaal optreden.
In bijna alle wateren in Zuid-Holland treft men een achteruitgang aan van de visstand, vooral daar waar sprake is van verontreiniging ten gevolge van uitspoeling, waterinlaat, bewoning, verlanding.
Het proces van verarming zoals is beschreven, zal zeer waarschijnlijk de natuurwaarde van de sloot in de meest uitgebreide vorm doen verdwijnen.
Samenvattend wordt deze verarming direkt of indirekt veroorzaakt door:

1. verspreide (agrarische) bebouwing;
2. diffuse uitspoeling van meststoffen + afspoeling;
3. inlaat van rijnwater;
4. diffuse belasting door mineralisatie van de bodem (peilverlaging);
5. mechanisatie van het slootonderhoud;
6. intensivering van de agrarische bedrijfsvoering;
7. verbetering van de externe produktie-omstandigheden (ruilverkaveling);
8. voortgaande suburbanisatie van het landelijk gebied.

Een positieve ontwikkeling lijkt:

1. een algemeen streven naar afremming en beperking van de oppervlaktewaterbelasting (door puntlozingen);
2. het zoeken naar praktische natuurvriendelijke slootonderhoudsmethoden.

Een aantal alternatieve slootonderhoudsmethoden wordt besproken in: Onderhoud open watergangen, rapport van afdeling Ecologie van de Provinciale Waterstaat van Utrecht.

Bijlage 2

B.2. Foutendiskussie

B.2.1. Inleiding

Het doel van het inventariseren van een landschap of van een zeker deel van de provincie is onder andere om aan de hand van de verkregen gegevens een goed en representatief beeld te verkrijgen van de biologische inhoud in kwalitatief en indien mogelijk, kwantitatieve zin van dat geïnventariseerde gebied in kwestie. Is aan de hand van de verkregen gegevens dit doel te benaderen voor wat betreft de hydrobiologische inventarisatie?
Alvorens op deze vraag een antwoordt wordt gegeven is het zinvol de verschillende fasen in het onderzoek te belichten en na te gaan of (opzettelijke) fouten, aannamen, generaliseringen en vereenvoudigingen terecht of ten onrechte zijn gemaakt.

B.2.2. De keuze der monsterpunten

B.2.2.1. Binnen een gebied

Voor het beschrijven in hydrobiologische zin van een gebied is een aantal monsterpunten nodig die zodanig zijn gekozen dat een representatief beeld wordt verkregen van het betreffende (sub)gebied. Daarnaast wordt getracht om een zeker aantal punten te kiezen, zodanig dat de potentiële variatie, levensvormen en/of levensgemeenschappen die binnen dat gebied mogelijk is wordt gevonden. Het komt echter niet voor dat beide belangen elkaar overlappen. Er moet een keuze gemaakt worden, hetgeen meestal resulteert in een kompromis.
In intensief bewerkte agrarische gebieden is het beeld van de watergangen dat men in het veld krijgt veelal zeer uniform, met meestal een geringe variatie in de vegetatie zowel binnen de watergangen als over een groter gebied met meerdere watergangen.
Ook in andere delen van de provincie ontmoet de veldwerker hetzelfde beeld. Het lijkt alsof er slechts een beperkt aantal "antiklimax-stadia" (dat wil zeggen eindstadia) bestaan bij een sterke mate van "overvoeding" der primaire producenten. Een veldwerker zal gauw geneigd zijn deze uniformiteit van de vegetatie ook in gedachten door te voeren tot andere groepen van waterorganismen.
Aan de andere kant wil hij objektief een representatief beeld der sloten geven in een zeker gebied en daarbij dus trachten bovengenoemde neiging te onderdrukken, dat zou hem dan onevenredig veel monsterpunten "kosten"; het beschrijven van de potentiële variatie binnen een gebied zou er grotendeels bij inschieten, zeker als de landschappelijke, geologische, hydrologische enz. variatie groot is.
Er is gekozen voor de beschrijving van een gebied aan de hand van de watervegetatie begeleid met de hydrobiologische inventarisatie van een "karakteristieke" sloot.
Daarnaast zijn de meest markante watergangen geselekteerd en geïnventariseerd, daarbij aannemende dat er een relatie bestaat tussen de struktuur en de floristische samenstelling der vegetatie ("het markante") enerzijds en de variatie der overige waterbewoners anderzijds.
Bovenbeschreven methode heeft als voordeel dat de gegevens, verkregen bij inventarisatie van een watergang, worden gebruikt voor een generaliserend overzicht van het gebied in kwestie.
Het zal duidelijk zijn dat de redenering vooral geldt voor lijnvormige wateren en wel in het bijzonder voor de vele honderden sloten die men aantreft in weidegebieden.
Niet alle - wat veldmensen "mooie sloten" noemen - kunnen bij het onderzoek worden betrokken; men moet ook hier een keuze doen.

Subjektiviteit en objektiviteit lopen bij deze keuze door elkaar en in elkaar over. Afspraken hiervoor zijn niet te maken; veel, zo niet alles, hangt af van de veldwerker; van zijn ervaring, zijn kundigheid en zijn inzicht.
Het kiezen der monsterpunten veronderstelt zelf al, dat alle elementen waaruit kan worden gekozen bekend zijn. Dit is geenszins het geval. Het is niet mogelijk elke watergang, of welk watertype dan ook in het veld te bezoeken en aantekeningen daarvan te maken. Bij wat grotere (doch ook weer niet al te grote) wateren is dat wel het geval.
Gegevens die bij de keuze gebruikt worden moeten van elders komen; een globaal overzicht wordt verkregen door enkele tochten door het gebied in kwestie te maken. Daarna moet al snel worden gekozen.

B.2.2.2. Binnen een monsterpunt

Is het monsterpunt eenmaal gekozen, dan doemt de volgende vereenvoudiging op. Wateren herbergen nooit overal dezelfde milieu-omstandigheden. Men onderscheidt een bodem, een oever, het open water enz. Daarnaast zijn substraten, obstakels, vegetatie enz. nooit homogeen in het water verdeeld. Ook over een langer trajekt zullen de omstandigheden nooit dezelfde zijn (gradiënten treden al gauw op).
Het streven van de hydrobiologische inventarisatie is niet gericht op het verzamelen van gegevens in de meest afwijkende of extreme situaties en omstandigheden, derhalve wordt getracht binnen een watertype dát deel te inventariseren dat óf het beste beeld geeft om een groter deel van het gebied te representeren, óf dat het beste het "markante" of de sterke variatie weergeeft.
Alles gerelateerd aan de vegetatie.
Is eenmaal aan deze bovengenoemde eis voldaan, dan worden binnen de gekozen monsterplek of het monstertrajekt zoveel mogelijk milieutypen (microhabitats of welke term daarvoor ook wordt gebezigd) geïnventariseerd (zie monstertechnieken).

Samengevat: bij de keuze der monsterpunten wordt enerzijds getracht een representatief beeld te verkrijgen van de wateren in een (sub)gebied met behulp van de vegetatie in een enkel monsterpunt, anderzijds wordt ruime aandacht besteed aan de "markante" wateren, waarbij wordt gestreefd aldus de potentiële variatie binnen het (sub)gebied in biologische zin te beschrijven.
Binnen het monsterpunt wordt elk milieutype bemonsterd waarbij getracht wordt te blijven voldoen aan de inhoud van de eerste alinea van deze samenvatting.
Extreme situaties (om en nabij lozingen, bij stuwen, bij vuilstorten enz. en bij ontmoetingspunten van wateren) worden vermeden, ook al verliest men hierdoor op zichzelf interessante informatie.
Er wordt gestreefd naar zo groot mogelijke volledigheid in de hydrobiologische beschrijving; bereikt wordt dit echter geenszins: zeldzame vondsten blijven toevalstreffers!

B.2.3. De monstername

De fouten die bij het monsteren (kunnen) worden gemaakt zijn legio en zijn deels voor alle groepen van organismen dezelfde, deels zijn ze verschillend.
Voor alle groepen geldt dat ze meestal een seizoensgebonden ritme hebben, dat wil zeggen dat in een bepaalde periode de individuen van een soort of een bepaalde levensfase daarvan een maximum dichtheid hebben; in een andere periode niet of bijna niet aanwezig zijn.
De periode waarin gemonsterd wordt is dus zeer belangrijk, niet elke soort heeft echter dezelfde levenscyclus; bepaalde (groepen van) soorten worden dus weinig of in het geheel niet gevangen.
Het is de ervaring van vele Nederlandse hydrobiologen dat als minimaal twee keer in het jaar wordt gemonsterd en wel één keer in mei en één keer in augustus, het minst soorten om deze redenen worden gemist.

Makrofauna

De monstermethodiek is weer een faktor die sterk afhangt van de veldwerker. De één gaat snel met het makrofauna-stoknet door het water en vangt daardoor snelle zwemmers, doch raakt slechts zelden de bodem, de ander juist omgekeerd.
Weer een ander zaait eerst veel onrust door in het water te gaan staan.
Het is nauwelijks mogelijk om de monstermethodiek te standaardiseren (er wordt verwezen naar de notulen I.A.W.M. subwerkgroep hydrobiologie). Individuele, doch ook systematische fouten, afwijkingen en inzichten verhinderen dat.
Voor wat betreft het laatste kan ook weer naar dezelfde notulen worden verwezen.
De reproduceerbaarheid der gegevens kan eveneens een bron van onzekerheid zijn, evenals de kwantiteit van het monsteren met een makrofaunanet. Het is nog niet mogelijk om de relatie monsterlengte-struktuur en dichtheid van het plantendek te gebruiken bij de interpretatie van de aantalsverhoudingen der gevonden organismen, dus is standaardisatie van deze relatie c.q. methodiek ook niet mogelijk.
Uit de vergelijking van de makrofauna tussen 1978 en 1979 blijkt dat het aantal gevonden soorten in 1979 zeer veel groter is dan in 1978.
In beide jaren blijkt dat een belangrijk deel van de soorten òf in de voorjaars òf in de nazomer bemonstering voorkomt.
Het aantal soorten dat in beide perioden is tegelijk aangetroffen bedraagt slechts zo'n 25-35%, hetgeen aantoont dat op z'n minst twee bemonsteringen noodzakelijk zijn om een overzicht te hebben van de inhoud van de levensgemeenschap ter plaatse.
Vergroting van dit percentage is slechts ten dele mogelijk; de monsterlengte, de monstergrootte en het aantal plekken dat zou moeten worden bemonsterd binnen een punt zou sterk moeten toenemen hetgeen een zware druk zou leggen op de realisatie van het voorgenomen programma.
Er zijn ook soorten die vanwege hun generatiewisseling slechts in een van de perioden aanwezig kunnen zijn (muggelarven, waterjufferlarven etc.). In de andere periode leven deze als volwassen insekten buiten het water.
Een handboek waarin exakt beschreven staat waar en hoeveel dient te worden gemonsterd is nooit geschreven; bemonstering berust vooral op inzicht en ervaring.
Voor het inventarisatie-onderzoek is het belangrijk dat een water grondig wordt bemonsterd, dat wil zeggen dat de veldwerker als hij klaar is het idee heeft dat hij alle milieutypen binnen het monstertrajekt heeft geïnventariseerd.

Fytoplankton

Fytoplankton wordt verzameld op plaatsen waar de vegetatie afwezig of schaars is. Dit berust op de gedachte dat fytoplankton nutriënt- en lichtbehoeftig is en dus het beste gedijt op plekken waar zo min mogelijk planten groeien.
Het plankton dat eventueel tussen de planten voorkomt wordt dus nauwelijks verzameld. De fout die gemaakt wordt zal betrekkelijk gering zijn, aangezien dit het zogenaamde tychoplankton betreft, dat wil zeggen vastzittende organismen, die losgeslagen zijn van hun substraat.
Meestal zijn dat kiezelwieren die op een andere wijze worden bemonsterd (draadvormige groenwieren - het zogenaamde flab - blijft buiten deze beschouwing, aangezien deze groep van organismen indeterminabel is zonder gekweekt te zijn in een gekonditioneerde ruimte).
Een andere fout die gemaakt wordt is waarschijnlijk groter.
De grootste plankton-diversiteit vindt men meestal daar, waar water van verschillende samenstelling bij elkaar komt.
Het ontmoetingspunt van een sloot en een wetering is als voorbeeld te noemen.
Monsteren op een dergelijke plaats levert vaak niet-gebiedseigen plankton op en wordt derhalve als niet representatief beschouwd. Bij de keuze tussen het plankton van een sloot en dat van een wetering - de verzamelplaats van water van verschillende afkomst - valt de keuze op het eerste, daarbij wordt onderkend dat niet de maximale diversiteit van het plankton wordt bereikt.

Een fytoplanktonmonster heeft een monstervolume van 1 l. Dit is relatief zeer weinig en er zullen zeker soorten in het water voorkomen die niet worden verzameld. De fout is echter systematisch met andere woorden hij geldt voor alle monsters. Enige alternatieven zijn: een groter monstervolume, het genoemde bezwaar wordt er echter niet anders door; de fout wordt echter verplaatst naar de analyse van het plankton.
Daarenboven is het praktisch niet uitvoerbaar om monsters met grotere volumina te verwerken (vervoer, opslag).
Er kan een netplanktonmonster van een groot volume water verzameld worden. Aldus zeeft men de organismen uit van bijvoorbeeld 10 liter water.
Ook hier wordt het bezwaar verschoven naar de analyse. Een ander bezwaar is, dat een planktonnet met een maaswijdte van minder dan 30 μ zeer snel dichtslibt, zeker als het water enigszins troebel is; het water blijft in het net staan. Een net met een maaswijdte van 40 μ is goed te gebruiken. Zeer vele planktonorganismen zijn echter kleiner dan 40 μ en zouden weggespoeld worden.
Een voordeel van het gebruik van een net om het plankton van grotere volumina water te inventariseren is dat de grotere soorten, die in een één liter bezinkingsmonster meestal weinig aangetroffen worden, nu meer vertegenwoordigd zijn.
Een ander voordeel is dat men van veel meer plekken binnen een monsterpunt royale submonsters kan verzamelen. Ook is dan een apart zoöplanktonmonster niet nodig.

Zoöplankton

Het bovengesuggereerde netplanktonmonster voor fytoplankton wordt gebruikt voor zoöplankton-onderzoek.
Specifieke fouten treft men bij zoöplanktonbemonstering ook aan.
Meestal wordt zoveel materiaal uitgezeefd, dat niet alles kan worden geanalyseerd, waardoor een deel van het voordeel (het verzamelen van materiaal in een groot volume) weer verloren gaat.

Chemie

Een fout van geheel andere orde, doch die zeer sterk met het seizoen van doen heeft is die welke gemaakt wordt bij de chemische bemonstering. De variatie van de konsentraties van de diverse verbindingen kan zéér wisselen, vooral in kleinere wateren.
Een regenbui, een hete, zonnige dag, het uitrijden van mest op een aangrenzend weiland, het inlaten van water, een eend die even tevoren door een (ondiepe) sloot is gezwommen enz. kunnen enorme, meest vaak zeer tijdelijke veranderingen teweegbrengen.
Het seizoensaspekt speelt hierbij een grote rol. 's Zomers kan worden verwacht, zeker in een vegetatierijk milieu, dat voedingszoutenkonsentraties veel lager zullen zijn dan 's winters.
De zuurgraad is onder dergelijke omstandigheden 's zomers lager als gevolg van de CO_2 onttrekking door de planten overdag.
Het zuurstofgehalte van het water is sterk afhankelijk van de lichtintensiteit, van het moment op de dag, van de wind, van de dichtheid en struktuur van het plantendek, van de ter plaatse groeiende planten, van de temperatuur, enz.
Betere resultaten verkrijgt men als een jaar lang maandelijks van elk punt een monster wordt geanalyseerd.
Tijd-, geld- en personeelsgebrek verhinderen echter een dergelijke aanpak.
Een onderzoek op een vijftal monsterpunten naar de variaties aan, vooral, voedingszoutenkonsentraties in de tijd, waar 's zomers extreem lage voedingszoutenkonsentraties (N- en P-verbindingen) zijn gemeten wordt op het ogenblik uitgevoerd door het hydrobiologische onderzoeksteam van P.W.U. (afdeling E).
Verwacht wordt dat aan het eind van 1983 kan worden gekonkludeerd of chemische analyse van het water, als onderdeel van het milieu-inventarisatie-onderzoek, zinvol is en voldoende frequent geschiedt. De plaats van monstername is ook hier

van groot belang.
Gemonsterd wordt steeds op vegetatieloze of -arme plekken daar waar ook fytoplankton wordt verzameld. Meestal is de chemische samenstelling van het water op vegetatierijke(re) plaatsen anders dan die op open plekken. Zeer voor de hand liggend is het verschil in zuurstofkonsentratie, doch ook in pH en in voedingszoutengehalten.
Hetzelfde geldt ook voor het verschil tussen bodem en oppervlakte of tussen oppervlakte en oever.
Al deze verschillende plekken kunnen niet worden bemonsterd ten behoeve van chemische analyse (tijd, geld en personeelsgebrek).

Transport der monsters

Hoewel niet kan worden voorkomen dat tijdens het transport en de opslag der makrofaunamonsters, voordat ze worden gefixeerd, schade ontstaat (vooral kwantitatief) is er een aantal maatregelen te nemen die deze schade sterk kan reduceren; (Beenen, R., 1981). Het transport der chemische monsters is, vooral 's zomers een probleem. De temperatuur van het water in de monsterflessen kan hoge waarden bereiken, vooral als de zon direkt op de auto schijnt.
Deze verhoging van temperatuur heeft vooral effekt op de pH, op het E.G.V. en op de ammoniak-konsentratie.
Om deze schade zo gering mogelijk te doen zijn, zijn de reeds gevulde monsterflessen zoveel mogelijk tijdens het monsteren in het water van een naburige sloot gelegd en worden de monsters tijdens het transport beschermd tegen de direkte zonnestraling.
Sinds 1981 wordt gebruik gemaakt van een koelbox, waardoor de temperatuur van de monsters niet hoger wordt dan 15-19°C.

Samenvattend kan worden gekonkludeerd dat bij het nemen van monsters uit wateren ten behoeve van chemische- en hydrobiologische analyse een aantal onzekere faktoren wordt onderkend.
Deze faktoren zijn voor een deel gekoppeld aan de veldwerker, doch ook aan het seizoen en aan systematische fouten.
Voor een ander deel spelen hierbij personele en financiële faktoren een rol.
Elke groep van organismen levert zijn specifieke fouten op, hoewel er ook fouten worden gemaakt die voor alle groepen van organismen gelden.

B.2.4. Analyse

Fytoplankton

De biologische analyse vindt plaats aan een deel van het verzamelde materiaal.
Na konsentratie van het monster tot enige ml's (zie methodiek) worden mikroskopische preparaten gemaakt. Dit geschiedt door het nemen van steekproeven uit een gehomogeniseerd concentraat.
Ook de analyse zelf geschiedt steekproefsgewijs. De reden hiervoor is, dat een totale analyse dagen in beslag zou gaan nemen, hetgeen onuitvoerbaar en niet zinvol is.
Naarmate men meer individuen telt zal men ook meer verschillende soorten aantreffen. De meeste soorten treft men echter aan bij het begin van de telling. De kans dat men een nieuwe soort aantreft wordt geringer naarmate men meer individuen heeft geteld.
Vele hydrobiologen nemen aan dat als 150 individuen zijn geteld; men de meeste soorten heeft aangetroffen. Voor routinematig onderzoek lijkt het niet zinvol meer individuen te tellen.
Dit aantal van 150 individuen is echter voor inventarisatie-onderzoek veel te gering. Daarom wordt voor dit type onderzoek bij afdeling E van P.W.U. een andere methode gevolgd.
Eerst wordt van een (sub)monster de aangetroffen soorten genoteerd, dus zonder tel-

ling, tot geen nieuwe worden gevonden.
Vervolgens worden om het relatieve voorkomen der soorten vast te stellen 150 individuen geteld.
Zou men bijna alle soorten willen aantreffen tijdens het tellen, dan zouden duizenden individuen moeten worden geteld.
De fout, dus het missen van een soort, is volgens de beschreven methode relatief gering.
Het blijft echter een steekproef uit een steekproef uit een steekproef. De fout wordt niet veel kleiner indien de eerste steekproef (dus het monsteren) wordt vergroot (aangenomen dat in het oorspronkelijke monster de meeste soorten reeds aanwezig zijn en dat de verdeling van het plankton in het eerste en tweede monster dezelfde zal zijn). Deze aannamen zijn echter slechts na gedetailleerd onderzoek in dat water te verifiëren. Bij onderhavig onderzoek wordt ervan uitgegaan dat bij het nemen van submonsters op verschillende plaatsen binnen het monsterpunt een redelijk volledige steekproef wordt verkregen (geldt voor fytoplankton en diatomeeën).

Zoöplankton

Binnen het zoöplankton treedt wolkvorming op bij verschillende groepen (watervlooien, eenoogkreeften) met andere woorden de verdeling der organismen is zeker niet homogeen zowel in vertikale als in horizontale zin.
Door de steekproef voldoende groot te maken en door de submonsters van zoveel mogelijk plaatsen binnen de steekproef te nemen wordt gehoopt in ieder geval in kwalitatieve zin een zo volledig mogelijk monster te hebben verzameld.
Voor de rest gelden dezelfde opmerkingen als bij het fytoplankton.

Makrofauna

Makrofaunamonsters worden geheel uitgezocht, plantendelen en andere substraten worden afgezocht. Alle gevonden organismen worden gescoord.
Bij extreem hoge aantallen van een soort of groep van soorten wordt een voldoende grote steekproef uit het monster genomen.
Aangenomen wordt dan dat zich binnen deze steekproef alle soorten bevinden.
Van de massa waaruit de steekproef is genomen wordt een schatting gemaakt en er wordt oppervlakkig gekeken of hierin nog soorten uit die groep voorkomen die in de steekproef niet aanwezig zijn.

Samenvatting foutendiskussie

Gekonstateerd wordt dat het hydrobiologisch onderzoek het karakter heeft van een serie samenhangende steekproeven, welke de afmetingen van het bemonsterde water ook zijn.
De steekproeven worden betrouwbaarder naarmate deze uitgebreider worden.
Aan de hand van één steekproef in een water is geenszins een generaliseren oordeel te vellen over de hydrobiologie van een komplex van wateren in het gebied in kwestie, zeker niet als sprake is van een gedifferentieerde opbouw van het milieu.
Daarom wordt de steekproef ook later in het jaar herhaald.
Het gaat echter veel meer om een beeld te krijgen van het bemonsterde water en deze zo te beschrijven dat deze herkenbaar wordt als water in zijn geheel, zodat de gegevens ook bruikbaar en overdraagbaar zijn in vergelijkbare wateren en in vergelijkbare gebieden. De resultaten krijgen derhalve een kumulatief karakter: naarmate het onderzoek vordert wordt de kans dat men een watertype aantreft dat gelijkenis vertoond met een al eerder onderzocht type, groter (zo zal op den duur het waterkwaliteitsonderzoek ook kunnen profiteren van de resultaten van het inventariseren van wateren).

Getracht is aan te geven in de vorige paragrafen dat volledigheid in de beschrijving van de levensgemeenschappen nooit bereikt zal kunnen worden, ook al zal dat het streven blijven.
Organismen die meer voorkomen in een water geven echter een grotere betrouwbaarheid bij de interpretatie van de gegevens, vooral die groepen van organismen die in het ene water wel voorkomen en in het andere niet.
Zeldzame soorten, die slechts toevalsgewijs worden aangetroffen, kunnen echter het specifieke van een levensgemeenschap of van een milieu indiceren. Het niet aantreffen ervan geeft geen basis voor interpretatie.
Groepen van soorten die op meerdere plaatsen voorkomen kunnen overeenkomsten in eigenschappen tussen de wateren in kwestie demonstreren en zo bijdragen tot de herkenbaarheid dezer watertypen; ook bij later onderzoek in andere gebieden.
Het zal echter vaak noodzakelijk blijken om bij uitspraken omtrent de hydrobiologie van een zeker gebied een aantal wateren oppervlakkig te verkennen en te vergelijken met overeenkomende wateren die al zijn geïnventariseerd. Aldus kan het hydrobiologisch karakter van een gebied in korte tijd en met geringe inspanning worden vastgesteld. Hierbij is meteen ook het belang en de betekenis aangetoond om naast bijzondere milieus ook milieus die representatief zijn voor een groter gebied bij het inventariseren te betrekken.
Het belang en de betekenis van de chemische analyse der wateren is niet eenvoudig aantoonbaar.
Vooral sloten zijn in hun chemische eigenschappen zeer dynamisch.
De vraag of levensgemeenschappen deze dynamiek volgen is nog onbeantwoord. Men krijgt de indruk dat vooral de hogere planten reageren op veranderingen in de chemische samenstelling van het water. Als voorbeeld kan worden genoemd de sterke nivellering die optreedt in de samenstelling van de vegetatie onder invloed van sterke bemesting van de aangrenzende landerijen.
De waterplanten onttrekken echter zoveel voedingsstoffen aan het water dat zo'n overbemesting niet tot uitdrukking behoeft te komen in de chemische eigenschappen ervan.
Het is nog onbekend hoe mikro-organismen, die primair afhankelijk zijn van de in het water opgeloste stoffen, binnen zo'n levensgemeenschap reageren op overbemesting. Wel is bekend dat er grote verschillen optreden in de makrofauna onder invloed van nivellering der vegetatie of van veranderingen in de struktuur ervan.
Tot de sterke chemische dynamiek draagt ook het beheer van een water bij. Schoning, uitbaggeren en doorspoelen zijn van enorme invloed wat dit betreft. Hierdoor is de betekenis en de bijdrage die het chemisch onderzoek kan leveren bij de hydrobiologische inventarisatie nog niet inschatbaar. Wiskundige interpretatie ((multi)variantie analyse, clustering) van een groot aantal gegevens zal, als het onderzoek verder is gevorderd, een antwoord moeten geven op vele vragen hieromtrent.

Bijlage 3

Technieken

B.3.0. Keuze der monsterpunten

B.3.1. Problemen bij de keuze

Hydrobiologisch onderzoek is arbeidsintensief. Het is om deze reden dan ook niet mogelijk elk watervoorkomen te inventariseren, zelfs binnen een voor inventarisatie geselekteerd water moet steekproefsgewijs worden bemonsterd (zie methodiek monstertechniek bijlage 2). Men zou kunnen spreken van een steekproef in ruimtelijke zin met onderscheid tussen een grofschalige en een fijnschalige komponent. Wanneer een vegetatiekundige het veld ingaat met het doel een zeker gebied botanisch te inventariseren, dan kan hij, samen met luchtfoto-interpretatie, zekere (sub)komplexen herkennen, gradiënten onderscheiden en vegetatietypen indelen. Aan de hand hiervan kan hij proefvlakken kiezen, zijn route door het veld bepalen enz. Wanneer hij daar na verloop van tijd weer terug komt, zal hij er - in grote lijnen - dezelfde elementen aantreffen. Hij herkent het patroon zoals dat eertijds ter plekke heeft bestaan.
Bij hydrobiologisch onderzoek ligt de zaak geheel anders.
Er kunnen wel zekere komplexen worden onderscheiden (grootte van een plas, vaart; doodlopende wetering; sloot in een griend, stromende wateren, enz.).
In het gunstigste geval krijgt een hydrobioloog aldus een zeer globale indruk van wat in het water leeft. Met andere woorden voor een hydrobioloog is het voor een belangrijk deel afwachten wat zijn monster oplevert: wat er in werkelijkheid aanwezig is blijkt onder zijn mikroscoop.
Ook is er een steekproef in tijdelijke zin. Per jaar worden de geselekteerde monsterpunten tweemaal bemonsterd. Hieraan zijn de financiële en personele bezwaren tegen een groter aantal debet. Het is echter wel belangrijk op de juiste tijdstippen te monsteren.

B.3.2. Beschrijving

Het is niet mogelijk om elk watervoorkomen in een gebied dat men wil inventariseren te bemonsteren. Men moet zich beperken tot dát aantal monsters dat redelijkerwijs door de beschikbare mankracht kan worden geanalyseerd.
Voor Utrecht betekent dit dat ten hoogste per jaar 35 à 40 monsterpunten twee per jaar kunnen worden "verwerkt".
Het is derhalve noodzakelijk dat een ruimtelijke keuze wordt gemaakt voor de lokatie der punten.
Het streven is erop gericht de punten zodanig te situeren, dat een zo representatief mogelijk beeld wordt vrkregen van de hydrobiologie in het betreffende gebied. Deze strategie heeft echter het bezwaar dat wateren die juist (bijvoorbeeld in een intensief gebruikt weidegebied) afwijken door hun grote diversiteit of door andere kenmerken die van grote waarde lijken te zijn, niet worden betrokken bij het onderzoek.
De afweging tussen beide mogelijkheden: representie versus uniekheid, is voor elk gebied of deel ervan verschillend.
In een gebied met vele landschapstypen, met gradiëntsituaties, met verschillende kwelinvloeden en met landgoederen, zijn meer dan 40 mogelijke kombinaties van dergelijke faktoren aanwezig, zodat representie onhaalbaar is.
Getracht wordt in zo'n situatie om de meest voorkomende landschapstypen bij het onderzoek te betrekken en daarnaast enkele bijzondere milieus binnen zo'n type op te nemen.
De faktoren, die leiden tot de uiteindelijke keuze der watervoorkomens en de lokaties daarbinnen, zijn van verschillende aard.
Zo hangt de keuze af:

- van wat er in de literatuur bekend is over het gebied;
- van de geomorfologie;
- van de hydrologie;
- van de landschapstypen;
- van de grondsoorten;
- van gegevens over de hogere planten, afkomstig van de groep flora en vegetatiekartering van PW-Utrecht.
  De normale procedure is zodanig dat reeds bij de oriënterende fase van inventarisatie van een gebied gebruik wordt gemaakt van de vegetatiekartering van de voorliggende periode(n).
  Het komt dan echter voor dat ten gevolge van het instabiele karakter van vele sloten, de vegetatie sterk afwijkt van die tijdens het vegetatiekundig inventariseren;
- van de bereikbaarheid;
- van de toegankelijkheid (sommige landeigenaren weigeren toestemming te verlenen).

Naast de op aldus verkregen monsterpunten wordt getracht een aantal lokaties te selekteren die kunnen worden beschouwd als plaatsen waar storingen vanuit de omgeving zo gering mogelijk zijn of lijken te zijn.
Aldus wordt het enigszins mogelijk deze objekten als vergelijkingsmateriaal of als referentie te gebruiken ten opzichte van gestoorde lokaties in hetzelfde gebied. Voorzichtigheid met interpretatie is hierbij echter geboden. Het is bijna onmogelijk dergelijke punten te vinden.
Ten slotte kunnen enkele lokaties worden gekozen in wateren die een centrale afvoerfunktie hebben (grote wateren, weteringen).
Deze lokaties worden altijd zo gekozen dat ze samenvallen met de reguliere meetpunten van het waterkwaliteitsonderzoek.

B.3.3. Keuze van de te verzamelen parameters

De volgende groepen van organismen worden bemonsterd:

1. fytoplankton;
2. vastzittende diatomeeën (kiezelwieren);
3. makrofauna;
4. zoöplankton;
5. makroflora.

Daarnaast wordt het water chemisch en fysisch bemonsterd, terwijl een groot aantal fysische en fysiognomische eigenschappen van sloot, landschap, weer en bodem worden beschreven.

De bovengenoemde groepen van biologische/chemische en fysische eigenschappen worden voor alle monsterpunten uitgevoerd.
Het lijkt niet altijd zinvol om aldus te werk te gaan.
Zo lijkt het zinloos om in een slootmilieu met dichte begroeiing en geringe afmetingen het fytoplankton te beschrijven, immers het fytoplankton is òf losgeslagen van een vast substraat (vooral planten, doch daarnaast ook beschoeiing, stengels, takken enz.) òf het is vaak aangevoerd van elders en wisselt voortdurend van samenstelling.
Fytoplankton lijkt dus vrij weinig informatie te geven over een slootmilieu. Deze redenering past echter geheel niet in de strategiegedachte van het milieukarteren, zeker niet in die van de provincie Utrecht, waar immers onbevoordeeld zoveel mogelijk gegevens worden verzameld in het veld.
De samenstelling van het fytoplankton in een slootmilieu blijkt echter wel degelijk gevarieerd te zijn en geeft zeer veel extra informatie over het karakter van het slootmilieu. Hetzelfde geldt voor de makrofauna in wateren waarvan het

litoraal een gering gedeelte uitmaakt van het totale oppervlakte van het watervoorkomen.
Vastzittende diatomeeën vindt men niet alleen op stengels, doch op elk substraat in elk watertype hoe vervuild het ook is. Juist om deze reden is deze groep van organismen zeer geschikt om vergelijkingen tussen allerhand watertypen mogelijk te maken; daarnaast leveren kiezelwieren veel ecologische informatie omdat ze gevoelig zijn voor veranderingen in het milieu en daarop spontaan reageren door te veranderen in aantal waardoor de opbouw van een kiezelwiergezelschap drastisch en snel kan veranderen. Vooral voor zuurstof, zuurgraad, chloride en stikstof zijn deze organismen gevoelig (Cholnoky, 1968; Van Dam, 1975).
De ecologische waarde van het zoöplankton is niet zo gemakkelijk aantoonbaar, als groep althans niet. Bepaalde taxonomische groepen zijn echter zeer gevoelig voor ecologische veranderingen.
Het bezwaar van het verzamelen van zoöplankton is dat deze organismen vaak in grote konsentraties lokaal voorkomen (wolkvorming) waardoor interpretatie der resultaten veelal een hachelijke zaak kan zijn. Determinatie is voor de meeste groepen zeer moeilijk - zo niet onmogelijk - en tijdrovend.
De bodemfauna beperkt zich in het algemeen tot een gering aantal groepen ("wormen", slakken en mosseltjes, muggelarven) waarvan de determinatie veelal zeer tijdrovend en zeer moeilijk is en niet verder gaat dan tot op het geslacht. Het lijkt echter zeer zinvol deze groep van organismen te betrekken bij het inventariseren, juist omdat de ecologische waarde van vooral muggelarven zeer groot lijkt te zijn (Moller-Pillot, 1978, 1981).
Een aantal groepen van organismen is niet bij de inventarisatie betrokken. Dat is de groep van de flabvormende wieren (vooral groenwieren, blauw- en groengeelwieren).
Determinatie van deze groep is slechts mogelijk onder reine kweekomstandigheden.

Vissen

Het systematisch verzamelen van vissen vereist zeer speciale vangsttechnieken (staande netten, zegen of elektrische vistuigen) die buiten de schaal van het milieukarteringsonderzoek vallen. De verspreiding van vissen in kleinere wateren is echter weinig systematisch onderzocht, zeker als het niet-rekreatieve vissoorten betreft (bermpjes, donderpadjes, grondel, modderkruipers). Het zijn juist deze soorten die erg gevoelig zijn voor (negatieve) veranderingen in hun leefmilieu, zodat inventarisatie van deze soorten zeer interessante en bruikbare gegevens kan opleveren omtrent de mate van veranderingen die het water in de meest uitgebreide zin heeft ondergaan of nog zal ondergaan in de toekomst.

Amfibieën

Ook deze groep van dieren wordt stiefmoederlijk behandeld bij het inventariseren. Slechts wordt aangegeven welke amfibieën men in of bij de monsterplek aantreft.
Larven van kikkerachtigen worden steekproefsgewijs verzameld (in zeer kleine aantallen) vooral omdat deze dieren bij de wet beschermd zijn en omdat zij de determinatie niet overleven.
Systematisch onderzoek is zeer arbeidsintensief en wordt slechts infrequent uitgevoerd, vooral in de periode van trek (padden).

Chemische bemonstering

De waarde van het chemisch onderzoek bij het inventariseren van wateren is uiterst moeilijk inschatbaar. De chemische eigenschappen van vooral slootwater zijn in tijd en ruimte gezien zeer variabel (zware regenval, grote droogte, schonen van sloten, baggeren, (kunst)mestgebruik op weiden en akkers, inlaat van water, enz.).

Waarschijnlijk moet de waarde blijken na jaren van onderzoek wanneer zeer vele gegevens - ook van de andere provincies - beschikbaar zijn, zodat de variatie in chemische zin samen met de uiterste waarden, voor een bepaald milieu mogelijk kenmerkend worden en daardoor klassificeerbaar zijn.
De serie chemische eigenschappen van het water die nu wordt onderzocht is vooral gebaseerd op de waterkwaliteitsgedachte: zuurstof en voedingszouten, chloride, pH, geleidbaarheid.
In recente literatuur wordt gepleit voor een meer fundamentele benadering van wateronderzoek (onder andere Werkgroep Biologische Waterbeoordeling).
Daarbij wordt onder andere gedacht aan het opstellen van ionenbalansen.
Met deze parameters is het water goed te karakteriseren, bijvoorbeeld door de waarden in één figuur uit te zetten.
De vormen van de aldus verkregen figuurlijke karakteristieken zijn voor wateren van verschillende herkomst gemakkelijk van elkaar te onderscheiden. Voor bijvoorbeeld kwelwateronderzoek biedt een dergelijke benadering veel perspektief, doch eveneens om te kunnen vaststellen hoever de invloed reikt van ingelaten Rijnwaater in bijvoorbeeld het Kromme Rijngebied.
Ook wordt met deze methode een evenwichtiger basis gelegd voor de chemische watertypen-indeling dan met de nu gebruikte methode.
Het betekent echter dat het aantal te analyseren parameters toeneemt met 5-7, voor de meeste laboratoria een zeer forse uitbreiding. Met de komst van de auto-analysers lijkt er meer ruimte te komen voor dergelijke analysepakketten.

B.3.4. Monsterfrequentie

De bemonstering vindt plaats in het voorjaar (mei) en in de zomer (augustus).
Tweemaal monsteren lijkt weinig om een water goed te inventariseren, maar er zijn, zoals al is verduidelijkt, overwegingen van personele en financiële aard die vaker bemonsteren onmogelijk maken.
De meeste organismen hebben een seizoensgebonden levensritme (zie B.2.3.). Een deel van de makrofauna bijvoorbeeld is als larf vooral in het voorjaar aanwezig; een ander deel juist in de zomer.
Veelal wordt een volwassen insekt niet in het water aangetroffen (tweevleugeligen, kokerjuffers, libelleachtigen etc.).
Bij twee monsterperioden kunnen bepaalde soorten of zelfs groepen van soorten dus weinig of in het geheel niet worden aangetroffen.
Larvale stadia zijn in veel gevallen vaak moeilijk of onmogelijk op naam te brengen. Een derde bemonstering levert derhalve waarschijnlijk extra informatie op, daarom is het eerder aan te raden om verfijndere monstertechnieken te verwezenlijken, zodat de verschillen tussen monsters uit één water minder worden.

Bij fytoplankton ligt de zaak geheel anders. Men vindt er wel degelijk een verschuiving in de loop van het jaar van de ene taxonomische groep naar de andere. Vooral in grote wateren volgen diatomeeën, groenwieren en blauwwieren elkaar globaal in deze volgorde op.
In kleine wateren, waar groenwieren veel minder frequent aangetroffen worden geldt deze successie minder. Het zou derhalve zinvol zijn zowel de chemische als de planktonbemonstering frequenter uit te voeren (bijvoorbeeld 4x per jaar).
Bedacht moet echter worden dat een slootmilieu zeer snel van karakter veranderen kan, waardoor de opeenvolging der groepen in de tijd zeer snel verstoord kan worden.
Een onderzoek naar bovenbeschreven gebeurtenissen lijkt raadzaam, vooral om vast te stellen of twee keer bemonsteren van een water voldoende is om een bevredigend beeld te verkrijgen van de organismen die er in voorkomen.

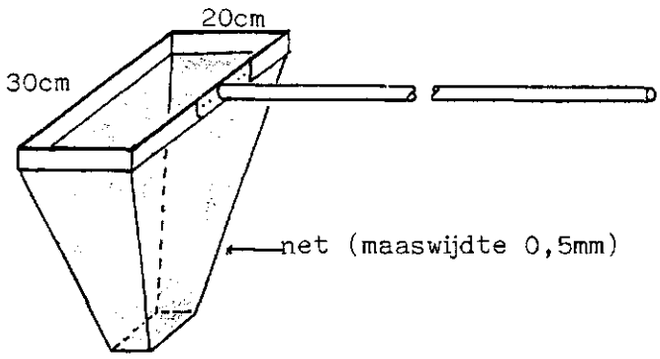


fig.1 Makrofauna stoknet

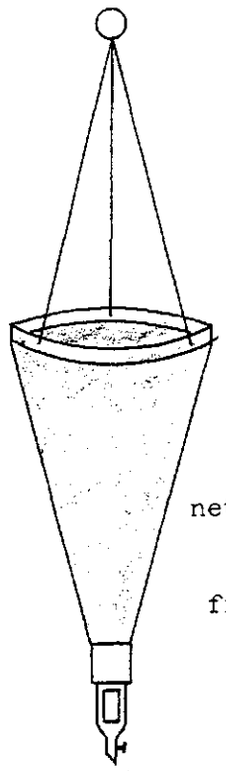


fig. 2 zoöplanktonnet

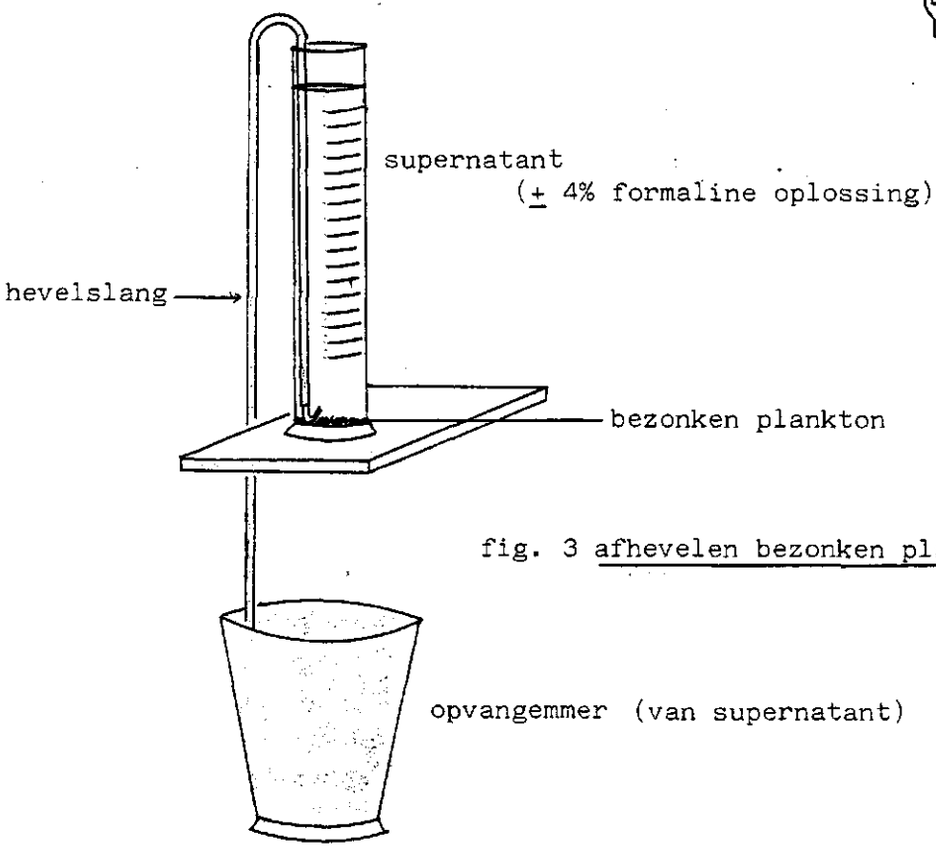


fig. 3 afhevelen bezonken plankton

B.3.5. Verzamelde veldkenmerken

De kenmerken die in het veld worden verzameld vallen uiteen in een aantal groepen.
Tijdelijke en ruimtelijke (respektievelijk veldnummer, maand, dag, tijdstip, stafkaartcoördinatie, gemeente, landschap, watertype, afmetingen en vorm van het watervoorkomen).
Weerkenmerken van monstertijdstip en van enige dagen daarvoor.
Kenmerken van het water (helderheid, reuk, kleur, permanentie, temperatuur, zuurstofgehalte, beweging, kwel).
Kenmerken van de vegetatie in op of langs het water, vooral struktuurkenmerken (bedekking, beschaduwing).
Antropogene invloeden: verontreiniging, schoning, gebruik, funktie van het water.
Bodemeigenschappen en monstertechnieken en soorten monsters.
Op het veldformulier (bijlage 6) worden alle bovengenoemde kenmerken beschreven en/of ingevuld.

B.3.6. Monstertechniek

Bepaling van monsterplaats binnen monsterpunt

Het komt zeer zelden voor dat een waterbekken over langere afstand dezelfde eigenschappen heeft. Meestal wordt dat onderbroken door waterplanten, obstakels of veranderingen van de oeverlijn, van de afmetingen enz. Het is zeer waarschijnlijk dat als makrofauna-organismen een bepaalde plek in het water prefereren boven een andere, deze preferentie wordt ingegeven door de struktuur, dat wil zeggen een organisme geeft de voorkeur aan ondergedoken planten, of dat nu sterrekroos, waterpest of waterviolier is.
Men moet deze uitspraak als zeer globaal zien, onderzoek heeft aangetoond dat de preferentie dieper gaat; zelfs tot op mikrostruktuurniveau (Moss, 1980).
In de eerste plaats moeten de verschillende milieutypen mikrohabitats, of fysiognomische strukturen worden vastgesteld. Dit vereist ervaring in het hydrobiologisch veldwerk. Zijn die strukturen vastgesteld, dan bepaalt men globaal de plaatsen waar de makrofauna moet worden verzameld.
Voordat begonnen wordt met de groep dieren, verzamelt men chemische en overige biologische monsters, anders is veel bodemmateriaal opgewerveld en zou de chemische analyse een afwijkend beeld van de "werkelijkheid" leveren.
Verschillende bemonsteringsmethoden:

a. de chemische bemonstering kan het best op een plek in het water worden uitgevoerd waar zich geen oppervlakkige waterplanten bevinden, het is vaak gewenst het water voor te zeven met een 0,5 mm zeef (monstervolume ten minste 1l)

b. de fytoplanktonbemonstering kan geschieden op dezelfde plek als monstername a, dus op een open plaats. Ook hier is grove voorzeving nuttig, alhoewel dit ook in een later stadium kan geschieden (monstervolume 1l, schepmonster; dus zonder gebruik van een planktonnet);

c. zoöplankton. Afhankelijk van de dichtheid wordt 10 l. of een veelvoud daarvan door een planktonnet fig.2) van 40μ gegoten. Het achterblijvende materiaal wordt opgevangen in kleine flesjes. Toevoeging van formaline tot eindkonsentratie van circa 4%. Gemonsterd wordt zowel op open, als op wat meer gesloten plekken. Het verdient aanbeveling om niet in te gesloten vegetaties te monsteren omdat het analyseren van monsters met veel flab, of lem-

na-achtigen, zeer moeilijk en tijdrovend is. De praktijk leert het kompromis te vinden;

d. makrofauna. Alle waargenomen makrostruktuurelementen worden bemonsterd (in en op bodem, (holle) oever, onder drijvende en/of overhangende vegetaties, tussen ondergedoken planten, in open water, door staande strukturen, zoals riet, liesgras, enz., langs of tegen beschoeiing, van en onder stenen, van takken, onder drijvende elementen zoals bladeren, planken enz., van stengels, van wortels van planten).
De standaardprocedure is dat het makrofaunanet (fig. 1)-frontopening van het net 20 x 30 cm, maaswijdte 0,5 mm-snel loodrecht over de bodem op en neer wordt voortbewogen.
Het materiaal wordt vervoerd in emmers. Kikkers, padden, salamanders worden niet meegenomen. Hun aantal wordt genoteerd op het veldformulier. Ook vissen worden zoveel mogelijk teruggezet;

e. diatomeeën worden verzameld door takjes, stengeltjes, bladeren, flab in kleine hoeveelheden in flesjes te verzamelen.
Indien beschoeiingen, palen, ijzeren obstakels of andere vaste substraten aanwezig zijn, dan worden hiervan met een paalkrabber monsters verzameld;

f. bodemmateriaal wordt verzameld òf met het makrofaunanet òf met de bodemhapper. Het verzamelde materiaal wordt uitgespoeld met behulp van het net of met een zeef van 0,5 mm maaswijdte. Opslag in plastic zakjes.

B.3.7. Monsterformulieren

Na de biologische en chemische bemonstering volgt de beschrijving van de monsterplek en zijn omgeving.
De veldformulieren zijn aan het begin van een dergelijk projekt sterk aan verandering onderhevig geweest. Meest recente versie: zie B.6.
Soms blijken na een of enkele jaren gegevens overbodig te zijn of niet relevant. Andere gegevens blijken juist belangrijk te zijn en worden toegevoegd aan het monsterformulier.
Deze veranderlijkheid komt vooral doordat de subwerkgroep hydrobiologie van de I.A.W.M. bezig is met het op elkaar afstemmen van onderzoek, verwerking (en interpretatie) van de verschillende provinciale overheden die zich bezighouden met milieukartering.
De veldgegevens worden zoveel mogelijk onverkort, dat wil zeggen niet in een kode, opgeschreven en later eventueel in klassen ingedeeld.
Aldus wordt voorkomen dat informatie verloren gaat.

Dia's

Van de monsterpunten worden een of meer dia's gemaakt en zijn opgeslagen in het dia-archief van de afdeling E. Van alle opnamen is een systeemkaart met bijzonderheden aanwezig.

B.3.8. De verwerking der monsters

B.3.8.1. Fixatie en opslag

1. Fytoplankton.
Toevoegen van formaldehyde (= 36% "formaline") tot konsentratie van 3%-5%. Laten bezinken van de organismen (minimaal circa 2 weken). Afzuigen supernatant met hevel (fig.3).
Overgebleven vloeistof afcentrifugeren (± 1500 R/min.).
Na afschenken supernatant het pellet overbrengen in kleine flesjes. Desnoods nog enige druppels formaldehyde toevoegen. Eindvolume: enkele ml's. Bij langdurig bewaren moeten de flesjes geheel gevuld worden met 4% formaline.

2. Diatomeeën.
Opslag in zelfde flesjes als tijdens monsteren. Uitdrogen is niet bezwaarlijk. Wel moet formaline toegevoegd worden.

3. Makrofauna.
Monsters geheel uitzoeken op organismen (ook planten of detritusrijke monsters). Organismen fixeren per taxonomische groep (op ongeveer orde-niveau) in aparte flesjes gevuld met 70% ethyl-alcohol.
Platwormen moeten (zeer kort) bewaard worden in water, bloedzuigers worden eerst gefixeerd in 40% ethyl-alcohol en daarna overgebracht in 70%.
Mijten worden gefixeerd met Koenicke (kleur)fixatief.
In plaats van ethyl-alcohol kan ook spiritus worden gebruikt. Ook een 4% formaline eindoplossing voldoet voor de meeste groepen goed (niet voor Nematoden, bloedzuigers, platwormen, mijten en slakken, de laatste niet omdat formaline het Calcium uit de schelpen verwijderd). De geur van dit fixatief is echter onaangenaam; de damp is bij langdurige inademing niet ongevaarlijk.

4. Zoöplankton.
Het in het planktonnet achtergebleven materiaal wordt gefixeerd met formaline (eindkonsentratie 4%). Nadat het materiaal is bezonken wordt het supernatant afgeschonken.
Rest wordt overgebracht in kleine flesjes. Als volume van monster nog te groot is, dit afcentrifugeren (laag toerental 500-700 R per min.).

5. Bodemmonsters.
Goed uitzeven (maaswijdte van onder naar boven: 0,25 - 0,5 - 1 mm). Uitgezeefde materiaal overbrengen in plastic zakken. Fixatief toevoegen. Bovengenoemde procedure wijkt af van de standaardprocedure. Deze is: eerst levende organismen uit bodemmateriaal zoeken, daarna per taxonomische groep (op orde niveau) in aparte flesjes gevuld met 70% alcohol.
Ziet hiervoor fixatieprocedure makrofauna.
De tijd ontbreekt veelal om deze procedure te volgen.

Bereiding diatomeeënmonsters

Methode volgens V.d. Werff en Huls 1957-1974, dat wil zeggen gedroogd materiaal wordt behandeld met H_2O_2 konsentraat en enige keren gewassen. Het aldus verwerkte materiaal wordt op een objektglas gebracht in passende konsentratie (dat wil zeggen in niet te sterke en niet te lage konsenstratie). Na indrogen wordt een inbedmiddel (Styrax, Naphrax, Hyrax) opgebracht, het geheel wordt afgedekt door een dekglaasje. Het preparaat is nu gereed voor analyse. De objektglazen worden voorzien van een etiket, waarop de belangrijkste gegevens vermeld staan. Opslag vindt plaats in preparatendozen.

B.3.8.2. Analyse der monsters

1. Chemisch

Alle watermonsters die aangeboden worden aan het laboratorium worden geanalyseerd volgens standaardmethoden, zoals omschreven in publikaties van het Nederlands Normalisatie Instituut, Rijswijk (N.E.N. 1056: Methoden voor het fysisch en chemisch onderzoek van drinkwater).
In het veld worden de volgende bepalingen gedaan: zuurstofgehalte, temperatuur, elektrisch geleidingsvermogen (E.G.V.).

2. Biologisch

Fytoplankton.
Het gekonsentreerde monster wordt gehomogeniseerd, waarna snel met een pasteurse pipet wat monstervloeistof wordt opgezogen.
Hiervan worden enige druppels op een objektglas waarop al enige druppels sterk verdund Chloorzinkjodium zijn gedeponeerd gebracht. Het geheel wordt voorzien van een dekglas (24 x 50 mm).
Als vloeistof na enige tijd wat is ingedroogd wordt met geschikte lak het preparaat dichtgelakt. Het preparaat wordt allereerst geïnventariseerd, dat wil zeggen de namen van zoveel mogelijk soorten worden genoteerd (vergelijk floristisch onderzoek).
Vervolgens worden van willekeurg gekozen plaatsen tellingen uitgevoerd (totaal getelde individuen circa 150 à 200).
Het tellen geschiedt bij een vergroting van ten minste 1000 x (V obj.: 100).
Het determineren bij een passende vergroting (afhankelijk van de grootte van de determinatiekenmerken en van het te determineren objekt).
Zo mogelijk wordt gedetermineerd tot op de soort, ondersoort, forma, enz.
Indien determinatie tot dit niveau niet mogelijk is, wordt het genus bepaald, aangevuld met "spec. nr." als een tekening of foto van het organisme is gemaakt en met "indet", als dat niet mogelijk was en/of niet is gedaan, om welke reden dan ook.
Slechts de gedetermineerde individuen worden geteld en gesommeerd, de onbekende worden alleen genoteerd.
Elk individu is als één geteld, elke kolonie als één individu, koloniegrootte is tevens genoteerd.
Losse individuen van een kolonie zijn afzonderlijk vermeld en later gedeeld door de gemiddelde grootte van de kolonie.
Het quotiënt wordt als aantal kolonies (=individuen) geteld.
Bij veelcellige kolonies (Microcystis, Eudorina, enz.) wordt elke kolonie voor één individu geteld. Losse cellen (clusters 10 individuen) worden niet geteld; hiervan wordt een relatieve abundantieschatting gemaakt (schaal 1 - 5, respektievelijk eenmaal gezien tot massaal aanwezig).
Individuen die vaker buiten de kolonie (vorm) voorkomen worden wel als individu geteld (Fragilaria, Synedra, Meridion, Cymbella).
Genoemde individuen vormen meestal geen gedefinieerde kolonies zoals Pediastrum, Scenedesmus, Actinastrum, Asterionella enz.
Het verschil is niet altijd duidelijk, de grenzen zijn subjektief.
Draadvormige individuen worden niet als kolonie beschouwd.
Elke draad, hoe lang ook wordt als één individu geteld.
Er zijn ook draadvormige kolonies (Stephanodiscus, soms Cyclotella, Diatoma). Hiervoor geldt dezelfde procedure als voor andere kolonievormen (een kolonie is één individue, genoteerd wordt de koloniegrootte).
In het geval van excessieve aantallen van een of meerdere soorten wordt langer doorgeteld en wel zodanig dat het totaal der andere in de orde van 150-200 individuen komt te liggen.

Zoöplankton.
Het voorbereiden van een preparaat en het tellen der organismen wordt gedaan volgens de methode van Mol (1980). Uit genoemd rapport is onderstaande procedure weergegeven.
Indien men via een telling wil komen tot een berekening van de oorspronkelijke dichtheden, moet vóór de verdere verwerking genoteerd worden wat het volume van het "zeer gekonsentreerde" monster is.
Van een Pasteur-pipet met een door afbreken wat vergrote opening wordt bepaald wat ongeveer het volume van één druppel is door bijvoorbeeld veertig druppels in een maatcylindertje te doen. Het te determineren monster wordt vervolgens goed gemengd door met het pipet 5 à 10 keer op te zuigen en uit blazen. Afhankelijk van de optische dichtheid worden daarna 1 à 3 druppels op een objektglas gebracht en gemengd met enkele druppels glycerine (dit vertraagd het uitdrogen).
Na afdekking met een dekglaasje worden alle aanwezige soorten gedetermineerd en de aantallen individuen per soort geteld.
De determinatie en telling wordt voorgezet tot ten minste 200 individuen (totaal over alle soorten). In het geval van excessieve aantallen van één soort wordt langer doorgeteld en wel zodanig dat het totaal der andere soorten in de orde van 200 individuen komt.
Voor het routinematig tellen en determineren van monsters op deze wijze stelt de groep der Copepoda problemen.
Slechts zeer zelden komt het voor, dat een individu zó gunstig ligt, dat de determinatiekenmerken goed zichtbaar zijn.
Om met enige kans op succes de soort te kunnen determineren blijkt het noodzakelijk telkens een individu apart te nemen en in tweeën te verdelen. Dit is zeer tijdrovend en doorkruist het hele systeem van telling.
Van de monsters wordt een tiental Copepoda apart gedetermineerd, verder worden zij als Copepoda genoteerd en geteld.
De telling van tweehonderd individuen geeft geen reproduceerbaar beeld voor de Cladoceren. Deze komen in te lage dichtheden voor.

Makrofauna.
Alle in het monster aanwezige organismen worden bij de analyse betrokken.
De makrofauna-organismen worden, voor zover dit mogelijk is, gedetermineerd tot op soort- of ondersoortniveau en geteld.
Een aantal groepen van organismen krijgt voor de determinatie een speciale chironomidae-behandeling. Zo worden de larven van de vedermuggen (Chironomidae) kort gekookt in een KOH-opslossing (10%) om de inwendige strukturen beter zichtbaar te maken. Vervolgens worden (tijdelijke) mikroskopische preparaten gemaakt. Bij mannelijke individuen van veel kever- en wantsensoorten kan het maken van genitaalpreparaten en bestudering hiervan de determinatie ondersteunen. Na de determinatie en telling worden de aantallen gekorrigeerd voor zover het organismen betreft die in grote aantallen voorkwamen in de monsters (zie B.3.8.1.). De soorten die buiten het monster zijn waargenomen en kolonievormende soorten (sponzen, Bryozoa) worden alleen op aanwezigheid gescoord.

Bijlage 4

Monsterpunten, monsterdata, coördinaten en summiere kenschets, alsmede de (oude) in het veld gebruikte monsternummers

B.4.1. Studiegebied 1978

Oud veld-nummer	Nieuw nummer	Top.krt. coördinaten	Top. krt.	Omschrijving
K1A	78A01	158,45,445,06	39B	Begin Ameronger wetering, sterke kwel, veel schaduw, veel bladval.
K2A	78A02	156,90,445,39	39B	Ameronger wetering, bij Gooyerdijk, langs boomgaard, voor stuwtje.
K3	78003	156,25,445,90	39B	Weiland sloot bij Wildzicht noordkant Gooyerdijk
K4A	78A04	156,78,444,38	39B	Sloot in hakhout (voornamelijk essen)
K5A	78A05	156,70,444,35	39B	Kwelsloot langs hakhout (gekapt), massaal Hottonia
A6	78A6	152,58,443,75	39B	Kromme Rijn, bij brug, regulier m.p. PW.U.
K6A	78A06	154,49,444,36	39B	Slootje in essen en wilgenhakhout; in september droog.
K7A	78A07	152,63,443,78	39B	Ameronger wetering voor schut naar Kromme Rijn
K8A	78A08	154,66,445,98	39B	Gooyer wetering, even voor houtwal ophoudt, gerekend vanaf N.W.
K9A	78A09	154,66,445,99	39B	Verzamelsloot, aan noordkant van hakhout
K10A	78A10	154,69,446,02	39B	Weilandsloot even ten noorden van K9A
K12A	78A12	153,37,446,05	39B	Sloot langs Bovenwijkerweg, stroming. Aan oostkant Bovenwijkerweg.
K12B	78B12	153,48,446,03	39B	Sloot in weilandkomplex aan oostkant Bovenwijkerweg.
K13A	78A13	153,44,446,85	39B	Gooyer wetering N.W. van Jacobus Hoeve.
K14	78014	152,43,446,58	39B	Sloot in weilanden ten noordoosten van Sandenburg.
K17	78017	154,70,444,37	39B	Kwel + Hottonia sloot onder hoek van 60° op Amerongerdijk
K18	78018	150,75,445,70	39B	Open wetering bij boerderij de Grote Maat.
K18B	78B18	151,02,445,93	39B	Sloot met interessante vegetatie ten zuiden van Wallenburg.
K19	78019	150,35,448,34	39B	Rondlopende sloot, ten noordoosten van de Donk.
K24	78024	146,09,451,01	32C	Bij zijweg Rijsenburgselaan (naar 't Haft toe) noordkant van weggetje.
K25	78025	146,09,450,95	32C	Langs zuidkant van zijweg Rijsenburgselaan (naar 't Haft toe).
K50	78050	148,91,446,90	39B	Sloot op landgoed Weerdestijn.
K51	78051	152,35,448,00	39B	Sloot langs Wijngaardsesteeg. Verzamelmonster van lang trajekt.
K51A	78A51	152,26,447,79	39B	Aan begin sloot genoemd bij 78016, even voor Gooyer wetering.
K52	78052	151,66,448,04	39B	Sloot op hoek Gooyerdijk en Langbroekerweg; aan oostkant.
K53	78053	146,26,449,15	39B	Sloot langs houtwal (Veendijk, aan oostkant).

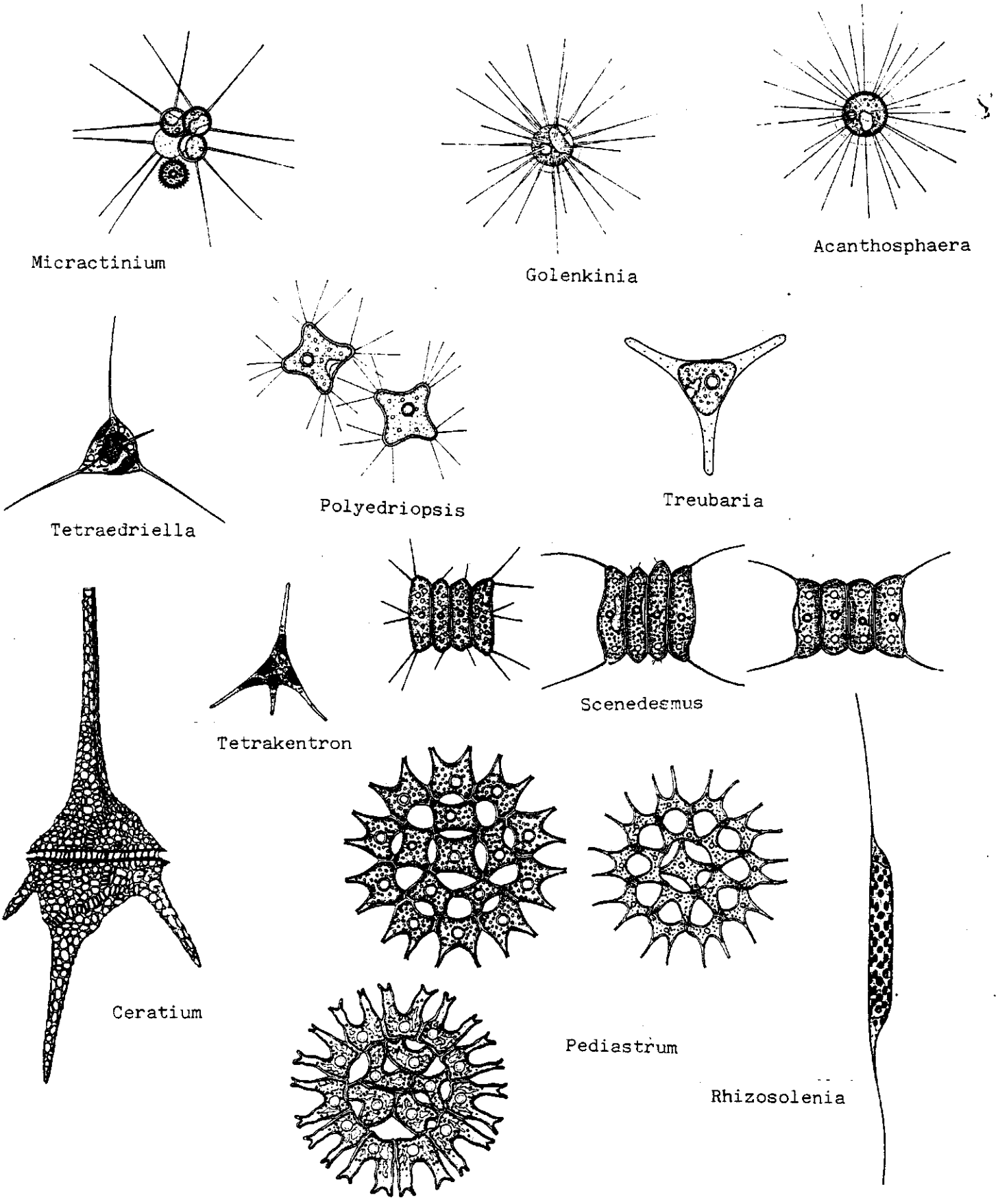
Oud veld-nummer	Nieuw nummer	Top.krt. coördinaten	Top. krt.	Omschrijving
K54	78054	138,85,456,46	31H	Charaslootje langs noordkant Archimedeslaan.
K55	78055	138,95,456,57	31H	Park Bloeijendaal oostkant vijverkomplex, bij bruggetje.
K56	78056	138,96,456,38	31H	Afgesloten plasje tussen Archimedeslaan en parkeerplaats AMEV.
K57	78057	140,70,433,45	32C	Kromme Rijn nabij kasteel Rhijnauwen.
K58	78058	158,43,450,30	32D	Tweede plas Leersumse Veld, aan noordkant.
K59	78059	146,11,449,53	39A	Sloot/wetering op landgoed Beverweerd.
K60	78060	154,59,455,85	32D	Treekerplas, grote (noord.plas) 1e plasje.
K60B	78B60	154,56,455,75	32B	Idem, kleine (zuid.plas) 2e plasje.
K61	78061	140,43,454,22	32C	Fort Rhijnauwen, binnengracht, bij peilers afgebroken brug.
K62	78062	140,61,454,80	32C	Wetering in Uithof, in rechte bocht van de Sorbonnelaan.
K67	78067	150,48,448,78	39B	Slotvijver Moersbergen, diverse plaatsen.
K70B	78B70	145,55,452,15	32C	Sloot langs Rijksweg, ten N.O. van Odijk (Utrecht-Arnhem).
K71B	78B71	148,29,452,81	32C	Bosvijver met zeer bijzondere vegetatie bij Driebergen "Sparrenheide".
K72B	78B72	141,38,453,85	32C	Sloot in weiland boven Bunnik, open verbinding Kromme Rijn.
K73B	78B73	166,70,442,83	39E	Bosven "de Leemkuil", rekreatievijver.
K85	78085	157,64,444,49	39B	Gebiedje met vele kwelslootjes, aan binnendijkse voet van Rijndijk.
K99	78099	156,08,447,72	39B	Bosven ten N.O. van "de Riet", landgoed Darthuizen.
K100	78100	156,10,446,80	39B	Kwelsloot op landgoed Broekhuizen.

Bijlage 4 (vervolg)

Monsterpunten, monsterdata, coördinaten en summiere kenschets, alsmede de in het veld gebruikte monsternummers

B.4.2. Studiegebied 1979

Oud veld-nummer	Nieuw nummer	Top.krt. coördinaten	Top. krt.	Omschrijving
KZ 1	79001	138,20,454,30	31H	Fortgracht Lunetten 1, ten oosten van burggetje.
KZ 2	79002	137,50,453,38	31H	Fortgracht Lunetten 4, ten zuiden van toegangsbrug.
KZ 5	79005	139,76,452,38	31H	Fortgracht Vechten, aan beide zijden toegangspoort.
KZ 6	79006	139,09,446,80	38F	Sloot in Polder Vuijlcop.
KZ 7	79007	137,90,447,65	38F	Sloot in Polder Vuijlcop.
KZ 8	79008	147,75,444,34	39A	Voormalige drinkpoel "De Spiegel".
KZ 9	79009	137,94,445,53	38F	Oostelijke wiel in polder Tull en 't Waal.
KZ 10	79010	139,40,444,89	38F	Inundatiekanaal; west.oever, zuid. van brug.
KZ 12	79012	149,98,441,58	39A	Wiel "De Noord".
KZ 13	79013	149,91,441,70	39A	Sloot noord. van wiel "De Noord".
KZ 14	79014	146,90,443,26	39A	Sloot langs boomgaard.
KZ 16	79016	142,43,443,16	39A	Sloot in polder Blokhoven.
KZ 17	79017	139,16,442,90	38F	Fortgracht "Honswijk", aan oostkant van fort.
KZ 18	79018	142,12,442,64	39A	Plasje langs spoorlijn zuid. oever.
KZ 20	79020	146,10,447,20	39A	Sloot t.o. "Elzas Hoeve".
KZ 21	79021	138,40,447,70	38F	Sloot in polder De Hoon.
KZ 22	79022	150,16,443,20	39B	Sloot boerderij Vogelpoel, langs wijkersloot.
KZ 23	79023	140,30,450,39	32C	Sloot westelijk van de Geersloot.
KZ 24	79024	140,40,450,19	32C	Sloot westelijk van de Geersloot.
KZ 26	79026	140,10,444,22	39A	Blokhovense wetering bij bruggetje.
KZ 28	79028	140,20,444,31	39A	Sloot in polder Blokhoven n.o. van mp. 26.
KZ 29	79029	143,41,445,49	39A	Houtense wetering bij weggetje langs ARK.
KZ 29a	79A29	143,33,445,45	39A	ARK.
KZ 30	79030	146,03,448,08	39A	Kattenveldse meer zuid. van boomgaard.
KZ 31	79031	139,60,452,55	31H	Plasje Vechten.
KZ 32	79032	147,55,445,21	39A	Dwarsdijkse wetering.
KZ 34	79034	147,48,442,45	39A	Jagersplasje in polder Wijkerbroek.
KZ 36	79036	140,00,452,60	31H	Sloot langs Rijksweg A12.
KZ 38	79038	140,45,447,12	39A	Slootgracht kasteel Schonauwen, bij bruggetje.
KZ 39	79039	144,20,450,93	32C	Dode Kromme Rijn-arm ten zuiden van Odijk.
KZ 40	79040	140,10,444,12	39A	Slootje in polder Blokhoven ten zuiden van wetering.
KZ 41	79041	139,37,446,02	38F	Jagersplasje in griend aan eind Inundatiekanaal.
KZ 42	79042	140,73,443,35	39A	Sloot in polder Blokhoven noord. van Achterdijk.
KZ 43	79043	137,84,445,57	38F	Westelijk wiel in polder Tull en 't Waal.
KZ 44	79044	144,45,443,68	39A	Kwelsloot tussen Lekdijk en Zuwedijk.
KZ 45	79045	139,45,442,85	38F	Sloot ten oosten fort Honswijk.
KZ 46	79046	137,75,449,69	38F	Ringgracht westelijk van nieuwe rijksweg (A28).
KZ 47	79047	136,80,448,14	38F	Sloot in polder Klein Vuijlcop.
KZ 48	79048	138,61,444,95		Kwelsloot in polder Tull en 't Waal.



Tekeningen uit:

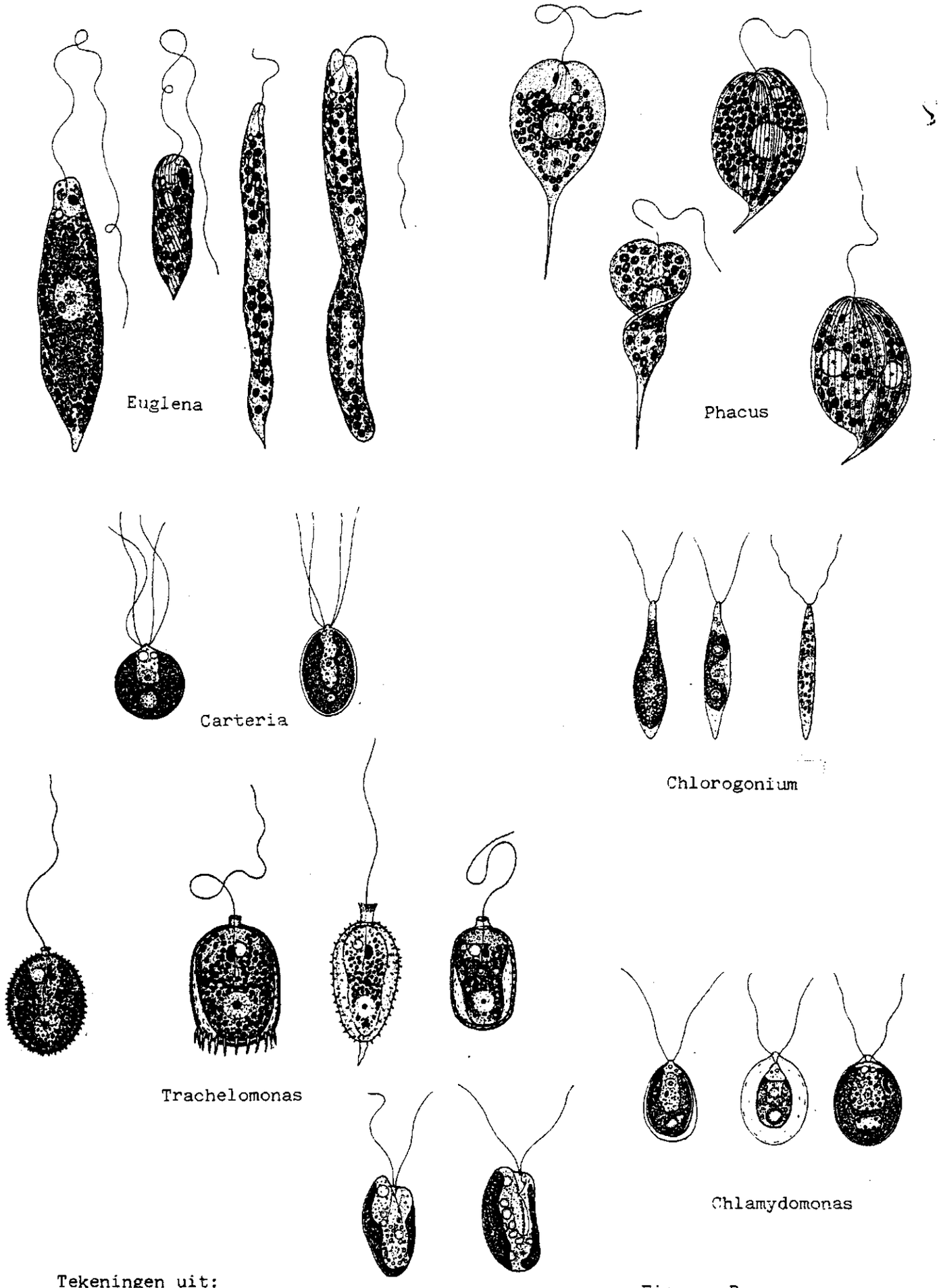
Streble en Krauter (1982)

Huber-Pestalozzi (1968)

Fig. A

<u>Typische plankton-organismen</u>

Aanhangsels leveren een groot zweef of drijfvermogen

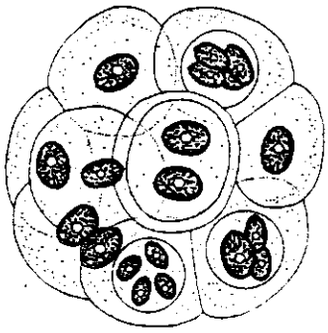


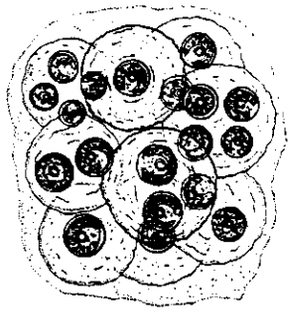
Tekeningen uit:

Streble en Krauter (1982)

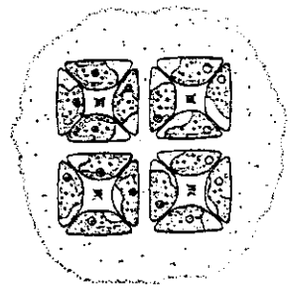
Fig. B

Typische sloot-organismen
Flagellen leveren een geringe voortbewegingsmogelijkheid

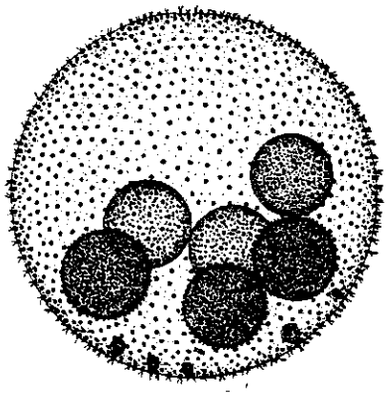




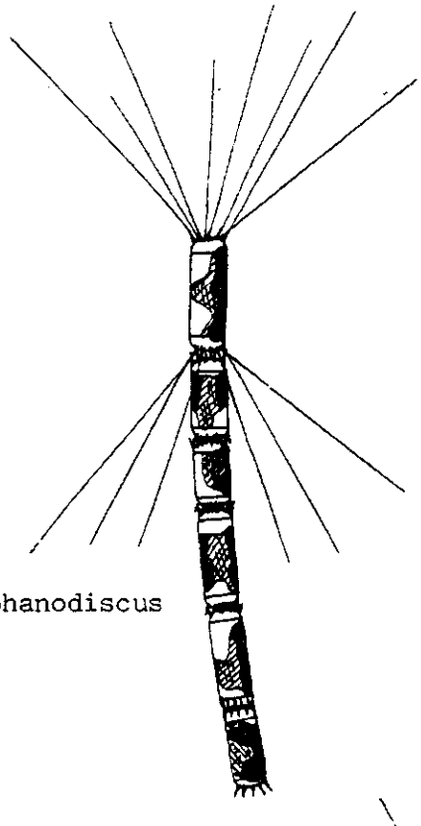
Gloeocystis



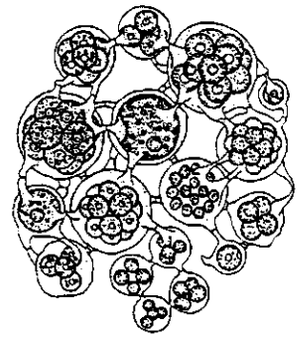
Crucigenia



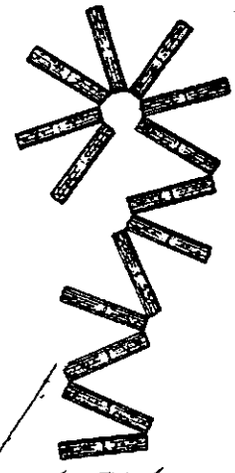
Volvox



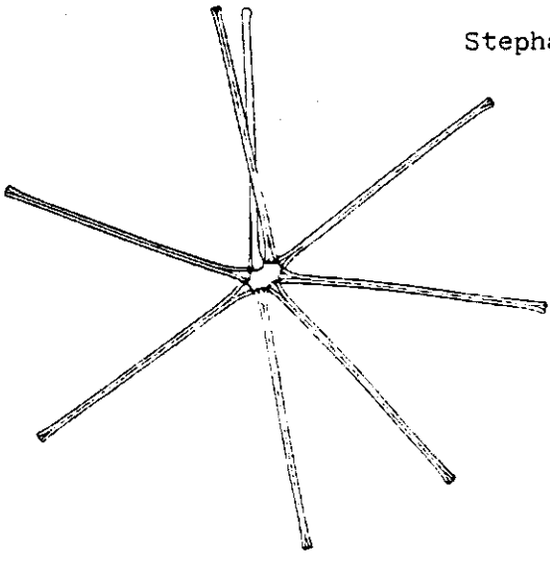
Stephanodiscus



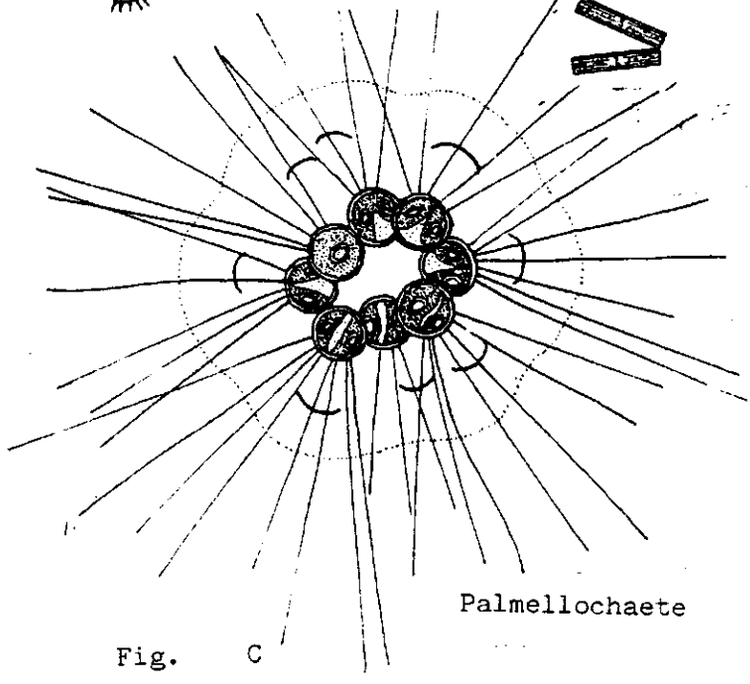
Coelastrum



Tabellaria



Asterionella



Palmellochaete

Tekeningen uit:

Streble en Krauter (1982)

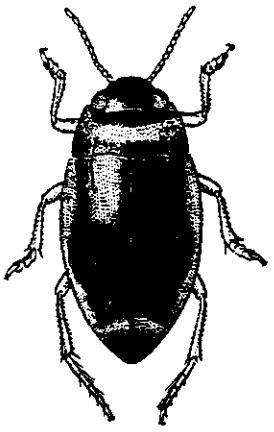
Hustedt (1930)

Bourelly (1972)

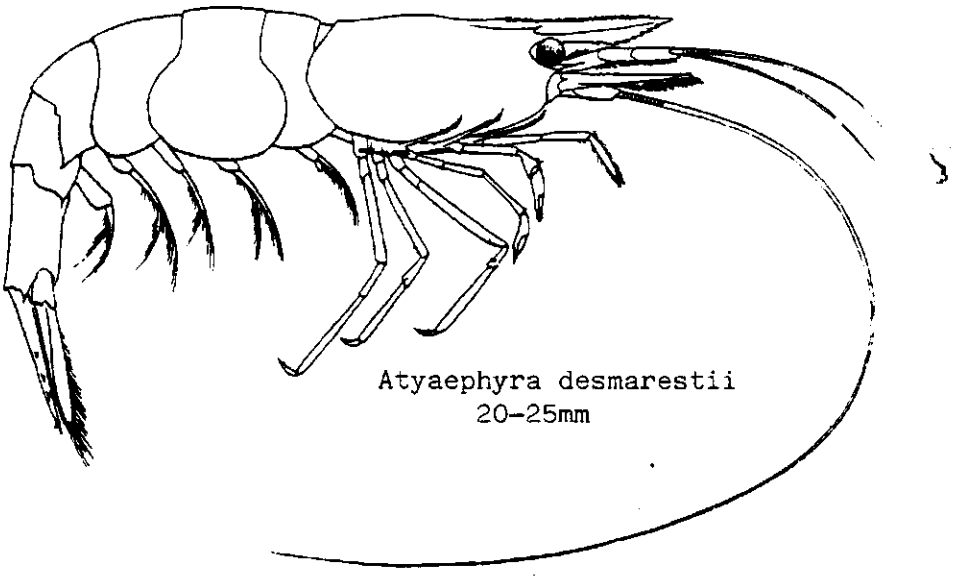
Fig. C

Typische plankton-organismen

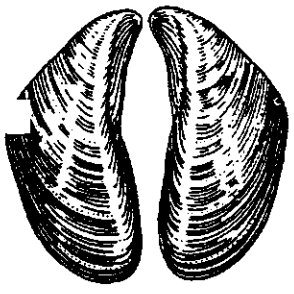
Kolonievorming gekombineerd met stekels en/of slijmomhulsels vergroten het drijfvermogen



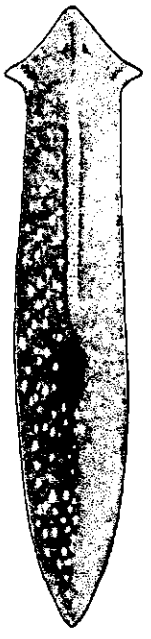
Bidessus unistriatus
1.75-2mm



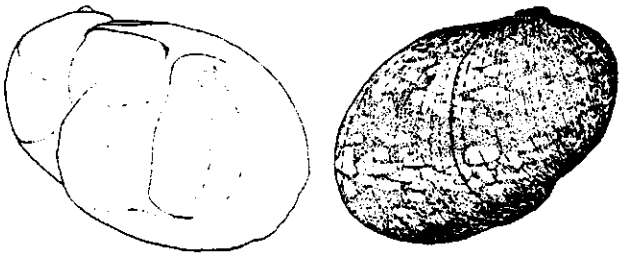
Atyaephyra desmarestii
20-25mm



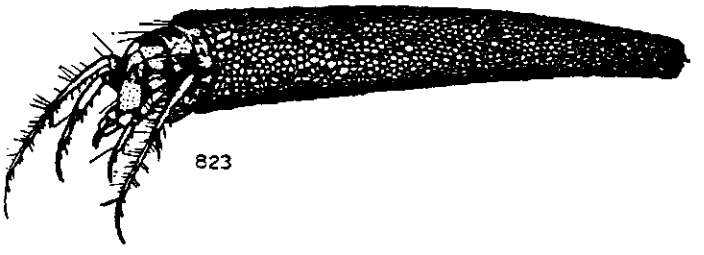
Dreissena polymorpha
35mm



Dugesia tigrina
7-14mm



Theodoxus fluviatilis
10mm



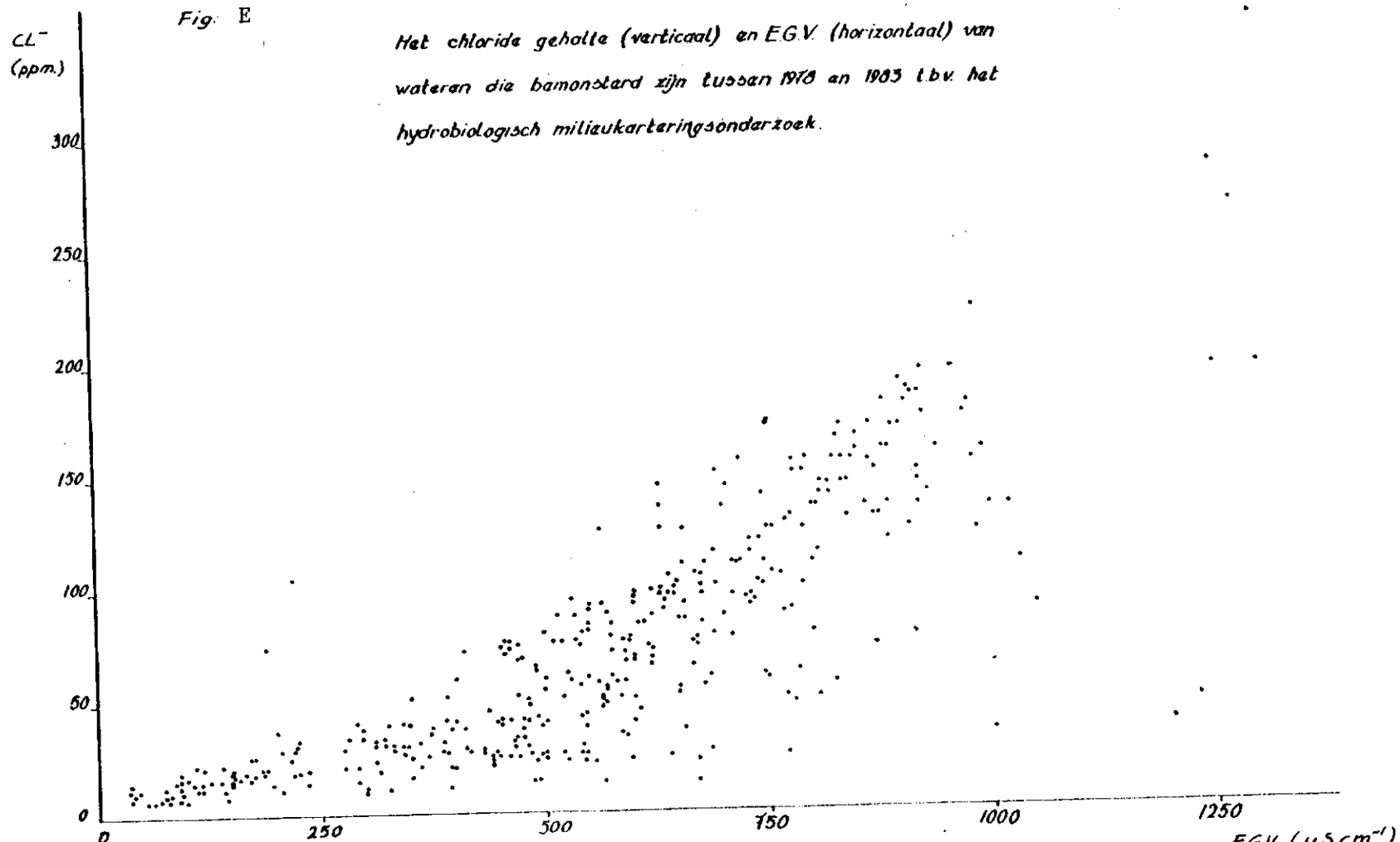
Mystacides longicornis larve
11-12mm

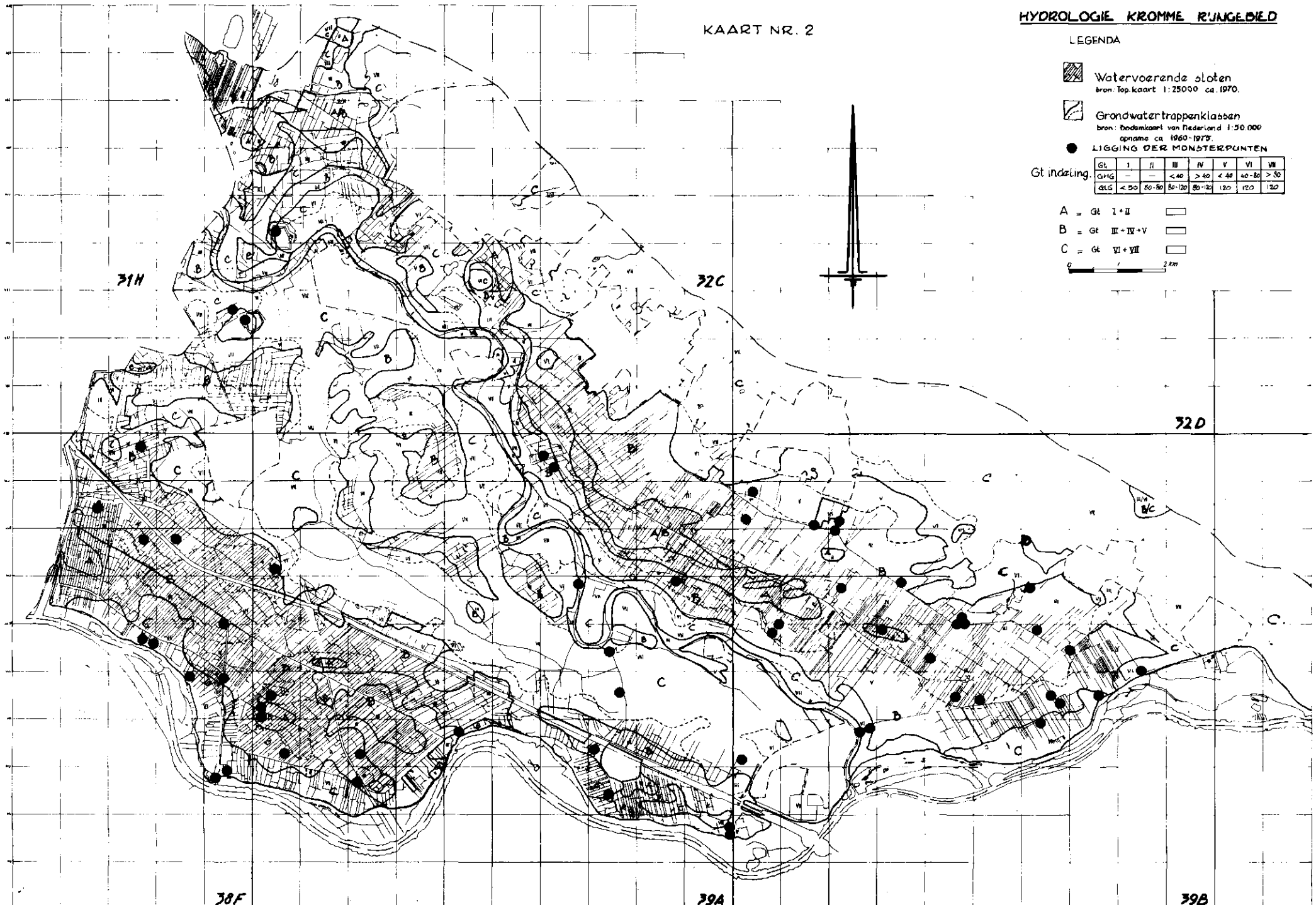
Figuren uit:
Engelhardt, 1977
Holthuis en Heerebout, 1976
Ball en Reynoldson, 1981
Janssen en De Vogel, 1965

Fig. D
Enkele macrofauna-organismen die in de tekst vermeld worden

Fig. E

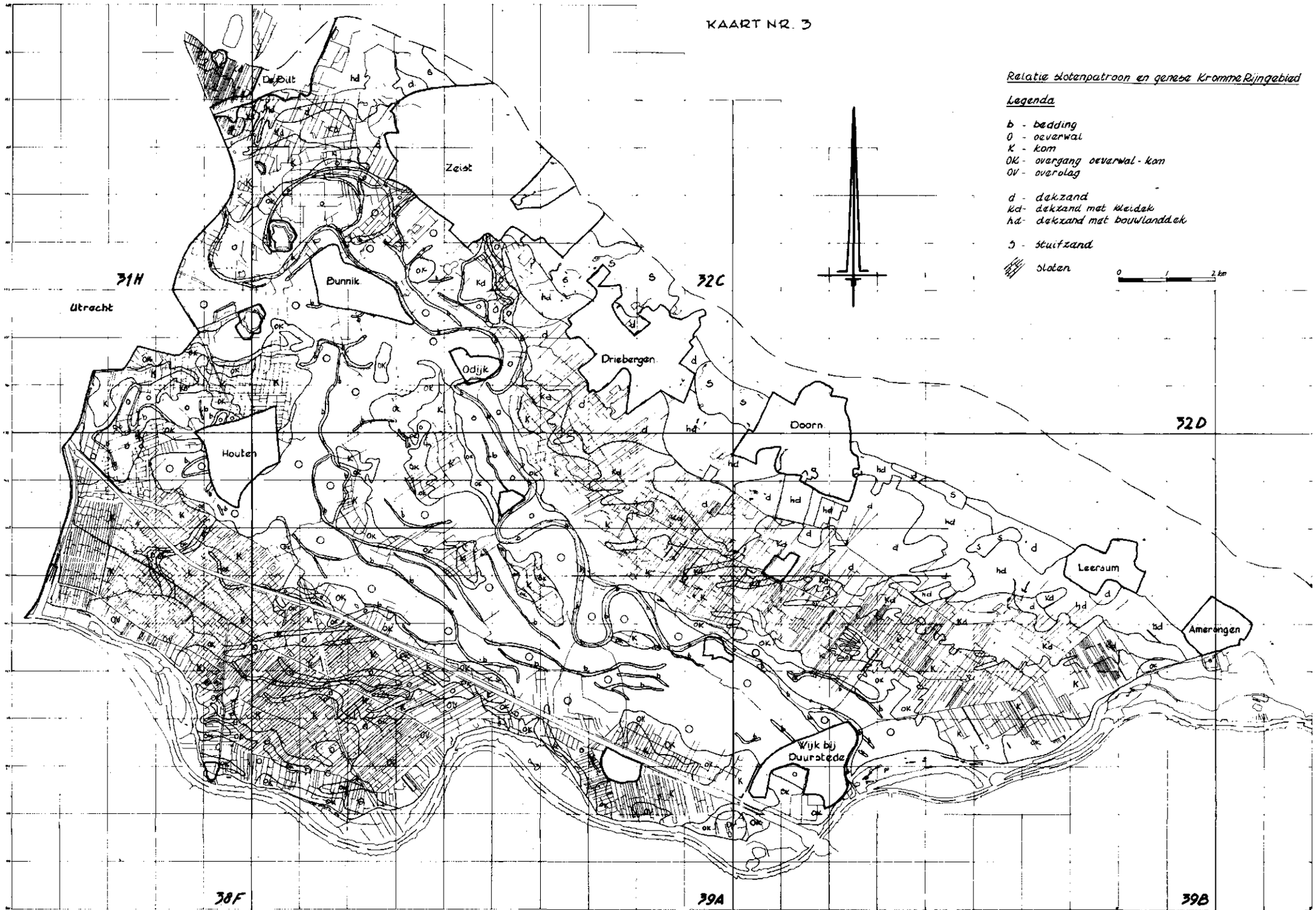
Het chloride gehalte (verticaal) en E.G.V. (horizontaal) van wateren die bemonsterd zijn tussen 1978 en 1983 t.b.v. het hydrobiologisch milieukarteringsonderzoek.




KAART NR. 2
HYDROLOGIE KROMME RIJNGEBIED
LEGENDA
Watervoerende sloten
bron: Top. kaart 1:25000 ca. 1970.
Grondwatertrappenklassen
bron: Bodemkaart van Nederland 1:50.000
opname ca 1960-1975.
LIGGING DER MONSTERPUNTEN
Gt indeling.
Gt I II III IV V VI VII
GHG — — <40 >40 <40 40-80 >80
GLG <50 50-80 80-120 80-120 120 120 120
A = Gt I+II
B = Gt III+IV+V
C = Gt VI+VII
0 1 2 km
31H
32C
32D
38F
39A
39B

41 - 1529

KAART NR. 3


Relatie slotenpatroon en genese Kromme Rijngebied
Legenda
b - bedding
O - oeverwal
K - kom
OK - overgang oeverwal - kom
OV - overslag
d - dekzand
kd - dekzand met kleidek
hd - dekzand met bouwlanddek
s - stuifzand
sloten
0 1 2 km
31H
32C
32D
38F
39A
39B
Utrecht
De Bilt
Zeist
Bunnik
Odijk
Driebergen
Doorn
Houten
Leersum
Amerongen
Wijk bij Duurstede

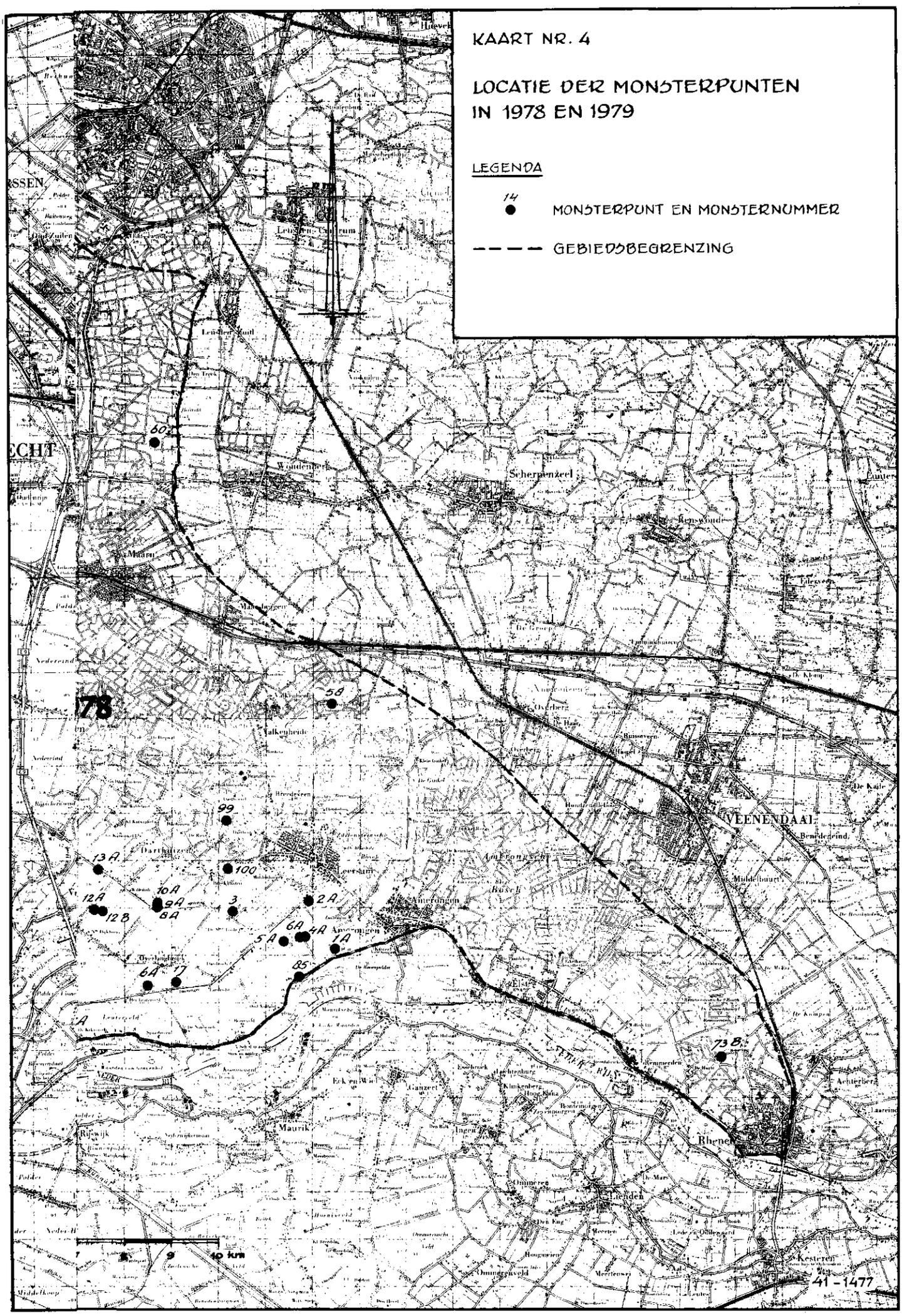
KAART NR. 4

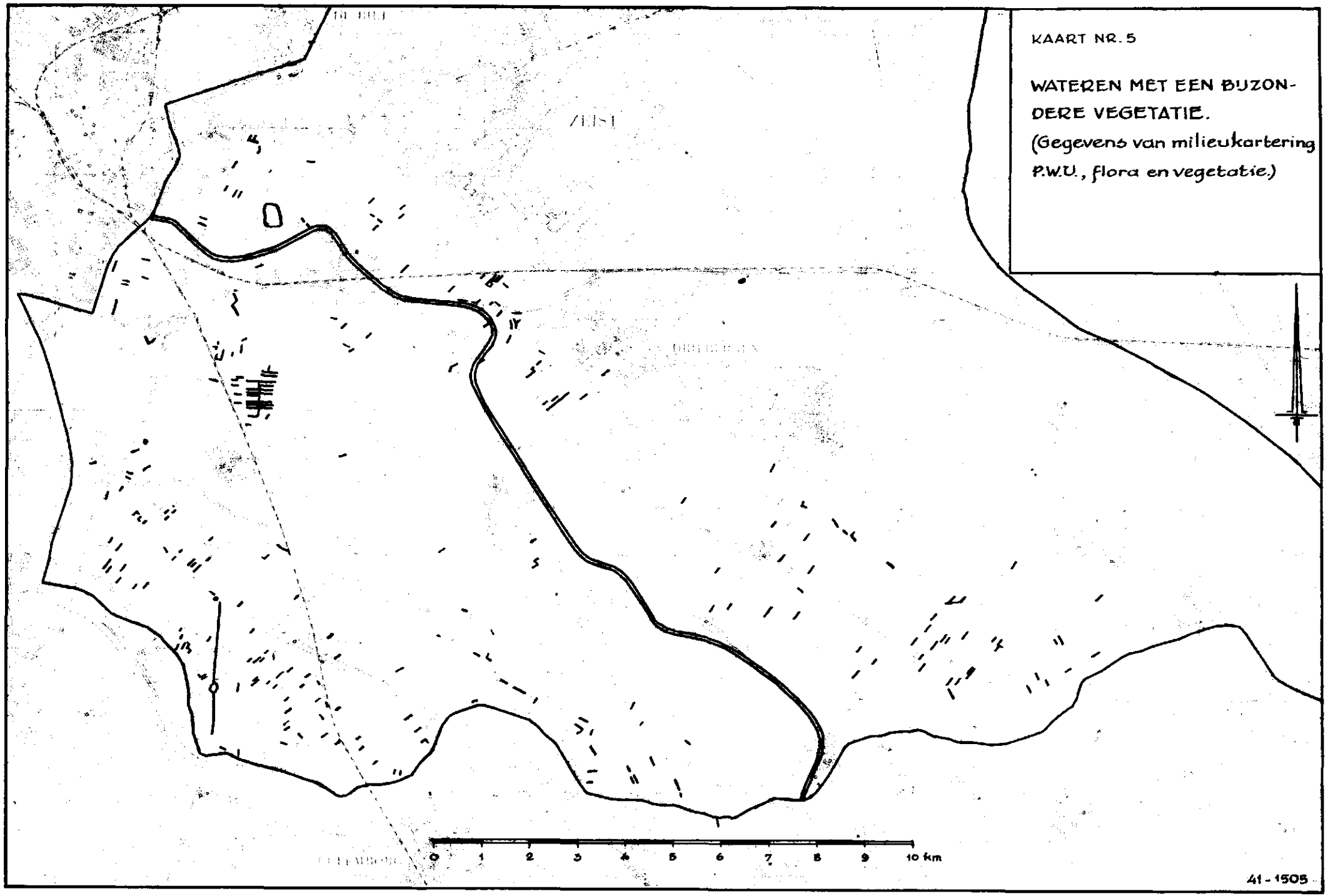
LOCATIE DER MONSTERPUNTEN IN 1978 EN 1979

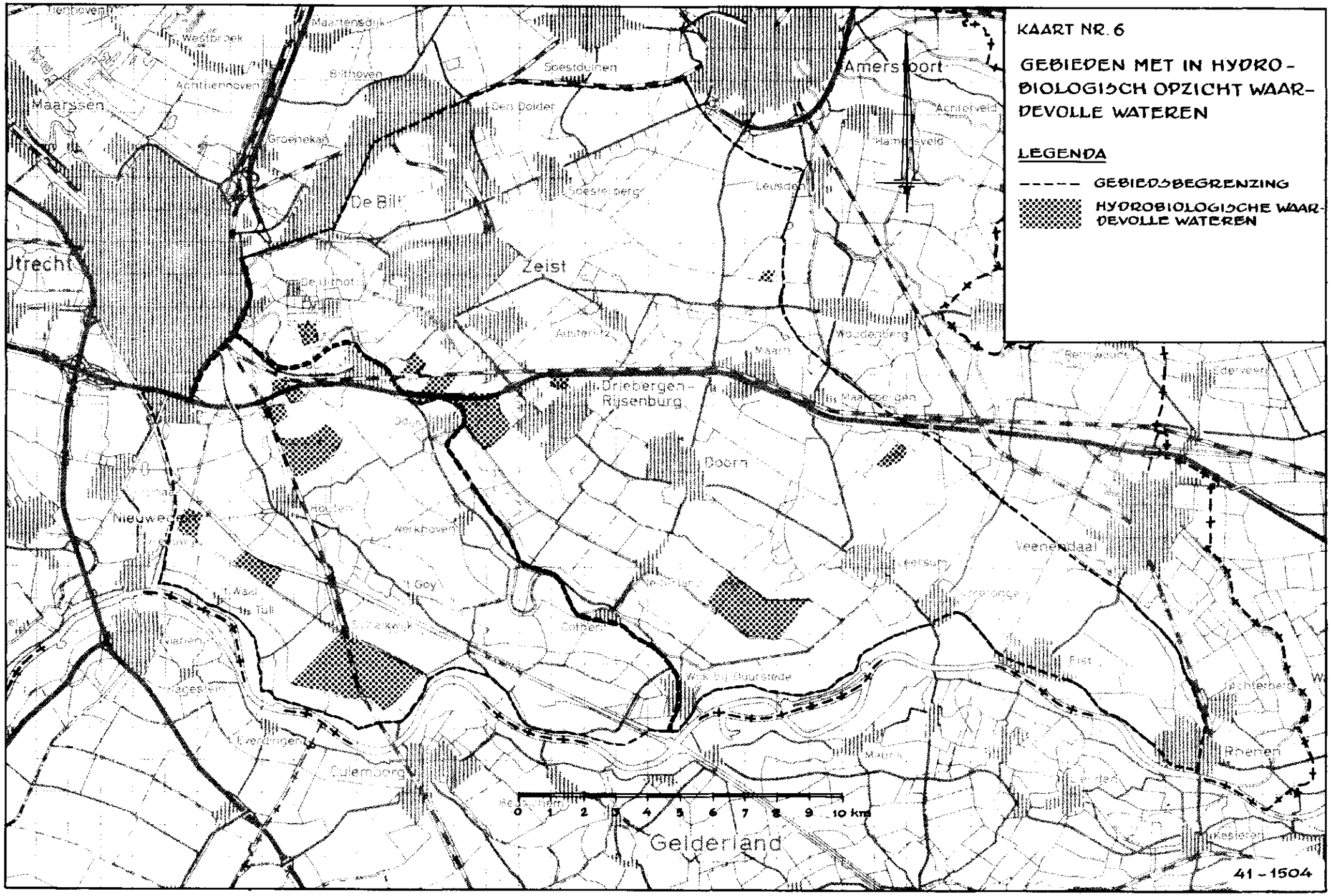
LEGENDA

14 ● MONSTERPUNT EN MONSTERNUMMER

– – – – GEBIEDSBEGRENZING




KAART NR. 5
WATEREN MET EEN BIJZONDERE VEGETATIE.
(Gegevens van milieukartering P.W.U., flora en vegetatie.)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km
41 - 1505


KAART NR. 6
GEBIEDEN MET IN HYDRO-BIOLOGISCH OPZICHT WAARDEVOLLE WATEREN
LEGENDA
GEBIEDSBEGRENZING
HYDROBIOLOGISCHE WAARDEVOLLE WATEREN
Maarssen
Amersfoort
Zeist
Utrecht
Driebergen-Rijsenburg
Doorn
Veenendaal
Rhenen
Gelderland
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km
41-1504

Bijlage B 6

Het veldformulier(laatste versie;verkleinde weergave)

Provinciale Waterstaat Utrecht
Formulier hydrobiologisch onderzoek

Concept MvS/28.5 12 I 1993

2 veldmonsternr.: chem.lab.nr.:

9 bemonsteraar(s): luchttemp.:

11 opnamenr. vegetatiekart.: watertemp.:

15 datum : E.G.V.:

19 tijd :

21 coörd.: 1..,.. top.krt.nr.:
4..,..

31 gemeente:

34 landschapstype I :

37 watertype : gebruik water:

40 breedte:

43 maximum diepte: zichtdiepte:

45 diepte monsterpunt

47 isolatie: open(1);half afgesl.(2); geheel afgesl.(3);periodiek afgesl..,aan-/afvoer(4); periodiek afgesl., aanv. (5);periodiek afgesl.,afvoer (6);anders (9).

48 stroming (cm/sec.): geen(0); 10(1);10-25(2);25-50(3); 50-150(4); 150(5).

49 kwelindic.:ijzer(1);bact.vlies(2);bruine troeb.(4);opalesc. troeb.(8);opwelling(16);geen kwel(0).

51 bodem: zand(1);klei(2);veen(3);grof plantenmat.(4);rottingsslib met H_2S(5);vast substraat(6);grind en/of grotere stenen(7);zwart slib,geen H_2S(8);anders(9).

53 dikte sapropeliumlaag(in cm):

55 oeverprofiel in graden: 30(1);30-45(2);45-75(3);75-90(4); hol(5);onregelmatig(6);anders(9).

56 weertype afgelopen dagen:

	onbew	afw	bew
droog	1	2	3
soms regen		4	5
veel regen		6	7

anders(9)

57 weertype bemonst.tijd:

	wind tot matig	hard
onbewolkt	1	2
li.bew.,dr.	3	4
zw.bew.,dr.	5	6
bew.,regen	7	8

anders(9)

58 reuk: neutr.(0);H_2S(1);fenol(2);muf(3);RZI(4);ijzer(5);anders(9)

59 kleur: kleurloos(0);bruin(1);bruin-geel(2);groen(3);groengeel (4);grijs(5); witachtig (6);purper(7);anders (9).

60 helderheid,kleurintensiteit:

helderheid		kleurintensiteit licht	donker
helder	1	4	7
matig troebel	2	5	8
zeer troebel	3	6	9

61 schaduw: geen(0);licht-matig(1);matig-sterk(2);±geheel(3).

62 permanentie: wel(1);niet(2);onbekend(3).

63 begroeiingstype oevers:overh.kruiden(1);hoge kruiden(2); struiken/hakhout(4);bomen(8);kaal/lage kruiden(16).

65

	veg.patroon	bed.perc.
emerse laag		
drijflaag		
submerse laag		
flap		

geen begroeiing(0)
0-5%(1);6-25%(2)
26-50%(3);51-75%(4)
76-100%(5)

geen(0);langs oever(1);hier en daar(2);ijl(3);h.e.d.aaneen, ijl(4);h.e.d.aaneen dicht(5);dicht aaneen met open plekken(6); dicht aaneen(7);volledig gesloten(8);anders(9).

Bijlage 6 (vervolg)

72 verontreiniging:huish.afval(1);gier(2);hooistort en ander org.afval(3); vast afval(4);olie(5);industr.(6);overig chemisch(7);gezuiverd rioolwater(8):combinatie van 1-8(9), geen(0) 72

73 schoning:niet(0);onlangs(1);onlangs aan één kant(2);onl.bem.kant(3);onlangs onbem. kant(4);anders(9). op welke wijze? 73

74 monstername	waar gemonsterd			hoeveelheid	
fytoplankton					001
zooplankton					002
makrofauna	zie profiel- en/of sit.schets				004
makrofyten					008
bodem					
diatomeeën	stengels	beschoeiing	stenen		016
	bodem	dode planten	flap		
	blad	takjes	overige		
chemisch					032
anders					064

74

77 fotonummer (zie teller camera): 77

dichtheids schatting	
in water	
langs oever	
op oever	
op de kant	
aangetroffen planten	

profielschets	niet meegenomen makrofauna.

situatieschets (geef noorden, stroomrichting en schaal of maat aan)