VOORWOORD.

De halfjaarsstage, als onderdeel van mijn studie aan de R.H.L.S. te Groningen, heb ik op leerzame en aangename wijze doorgebracht in dienst van het Zuiveringsschap Drenthe.
Voor deze, mij geboden, kans wil ik mijn dank uitspreken. Een extra woord van dank is op zijn plaats voor Miep van Gijsen, Martin Jansen en Roelof Dilling voor hun bijzonder goede en plezierige begeleiding.

Assen, februari 1985.

Helmer Bootsman.

GRADIENTONDERZOEK IN EEN GEDEELTE VAN DE DRENTSE AA.

Blz.:

Voorwoord

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1.	Waarom hydrobiologisch onderzoek	4
1.2.	Het algemene kader van het onderzoek	4
1.3.	Doel van dit onderzoek.	5
2.	Enkele historische en theoretische achtergronden	7
2.1.	Geologische opbouw van het landschap	7
2.2.	Begrippen met betrekking tot biologische waterbeoordeling	8
2.3.	Struktuur van de levensgemeenschap	10
2.4.	Verwerking van de gegevens	11
3.	Methode van werken	12
3.1.	Keuze van de monsterpunten	12
3.2.	Bemonstering	12
3.3.	Determinatie	13
3.4.	Fysisch-chemische bemonstering	14
3.5.	Problemen en beperkingen	15
4.	Bronnen van verontreiniging	16
5.	Resultaten	18
5.1.	Beschrijving van de monsterpunten	18
5.2.	Resultaten makrofauna-onderzoek	19
5.3.	Verwerking van de makrofaunagegevens	20
5.4.	Resultaten fysisch-chemische bemonsteringen	21
5.5.	Bespreking van de resultaten	22
5.5.1.	De monsterpunten	22
5.5.2.	De soorten	23
5.5.3.	Relaties met fysisch-chemische gegevens	24
5.5.4.	Vergelijkingen met bestaande beoordelingsmethoden	26
6.	Konklusies en aanbevelingen.	28

BIJLAGEN:

1. Monsterpunten + bronnen van verontreiniging.
2. Veldformulier makrofauna.
3. Beschrijving monsterpunten.
4. Tabel bemonsteringsresultaten makrofauna.
5. Tabel fysisch-chemische bemonsteringsresultaten.
6. Similariteitsmatrix + dendrogram.
7. Ordinatietabel.
8. Synoptische tabel.
9. Begrippenlijst.
10. Determinatieliteratuur.
11. Overige literatuur.

1. INLEIDING.

1.1. Waarom hydrobiologisch onderzoek.

Tot voor kort was het gebruikelijk de kwaliteit van oppervlaktewater op basis van fysisch-chemische parameters te beoordelen. Door Oosterloo (1980) worden twee redenen genoemd waarom daarnaast hydrobiologisch onderzoek op de voorgrond is getreden.

1. Hydrobiologisch onderzoek verschaft wezenlijk andere informatie dan het fysisch-chemisch onderzoek.
2. Er wordt steeds meer waarde toegekend aan de ecologisch funktie van het oppervlaktewater. De toetsing van deze funktie dient mede op biologische grondslag te geschieden.

Heydeman en Van 't Oever (1979) geven als redenen voor hun keuze voor biologisch wateronderzoek:

1. Chemische bepalingen geven een momentopname van de plaatselijke waterkwaliteit, terwijl één biologische beoordeling een beeld geeft over een langere periode voorafgaande aan de bemonstering. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat de organismen gebonden zijn aan seizoenmatige cycli.
2. Bij aanwezigheid van toxische stoffen, die een remmende invloed hebben op de groei van bakteriën, zal men een laag biochemisch zuurstofverbruik meten. Hieruit zou men de verkeerde konklusie kunnen trekken, dat het water weinig vervuild is. De verhouding chemisch zuurstofverbruik - biochemisch zuurstofverbruik geeft al een juistere indikatie. De biologische beoordeling zal echter duidelijker aangeven wat de invloed is geweest van deze stoffen op de aquatische levensgemeenschap.
3. Fysisch-chemisch onderzoek registreert een beperkt aantal parameters, terwijl met biologisch onderzoek een beeld wordt verkregen van de totale waterkwaliteit.

1.2. Het algemene kader van het onderzoek.

Bij het Zuiveringsschap Drenthe vindt hydrobiologisch onderzoek plaats, met onder andere als doel het formuleren van ekologisch doelstellingen en normen.

In het indikatief meerjarenprogramma water 1980-1984 wordt onderscheid gemaakt in drie niveau's: het laagste, het middelste en het hoogste niveau. Normen, behorend bij de ecologische doelstellingen, moeten nog ontwikkeld worden. Ze hebben betrekking op biologische en fysisch-chemische parameters. Het hydrobiologisch onderzoek richt zich met name op de ontwikkeling van biologische normen voor levensgemeenschappen in stromend water, waarbij de makrofaunalevensgemeenschap als indikatie wordt gebruikt.
De normen, die bij de verschillende ecologische doelstellingen horen, worden afgestemd op het watertype. Ieder watertype herbergt zijn eigen kenmerkende levensgemeenschap, zodat uniforme normen die voor alle watertypen gelden, niet gegeven kunnen worden. Uitgangspunt voor biologische normen zijn de levensgemeenschappen zoals deze voorkomen in weinig en niet-beïnvloede wateren. Deze vormen het zogenaamde referentiekader.
De ecologische doelstelling van het hoogste niveau zal hier weinig van verschillen. Voor de ecologische doelstelling van het middelste niveau wordt een zekere mate van beïnvloeding geaccepteerd of zelfs doelbewust nagestreefd. De ecologische doelstelling van het laagste niveau is een onderdeel van de basiskwaliteit, de minimum waterkwaliteitsdoelstelling die in principe geldt voor alle Nederlandse oppervlaktewateren. Een onderdeel van de woordelijke omschrijving van de basiskwaliteit wordt gevormd door:
Goede levenskansen voor de aquatische levensgemeenschap, waarvan ook hogere organismen, zoals vissen, deel uit kunnen maken en waarbij tevens ecologische belangen buiten het water (bijvoorbeeld vogels en zoogdieren die waterdieren konsumeren) worden beschermd.
Van de ecologische doelstelling van het laagste niveau wordt een zekere mate van nivellering van de levensgemeenschap onder invloed van verontreiniging geaccepteerd, waardoor de verschillen die oorspronkelijk tussen watertypen aanwezig waren, vervagen.

1.3. Doel van dit onderzoek.

Dit onderzoek vormt een bijdrage aan de ontwikkeling van normen voor ecologische doelstellingen in wateren die (oorspronkelijk) een natuurlijke afstroming hebben, dat wil zeggen natuurlijke en genormaliseerde beken.

Deze bijdrage heeft tot doel, het uitvoeren van makrofaunabemonsteringen in een vervuilingsgradiënt, dit om veranderingen van de levensgemeenschap te kunnen volgen, die optreden als gevolg van de vervuiling.
De normen zijn bedoeld als standaard waaraan een gevonden situatie getoetst kan worden. Voor de ontwikkeling van normen worden de karakteristieke soorten beschouwd als indikatoren voor de toestand van het ecosysteem als geheel.
In dit rapport wordt getracht een voorlopige uitspraak te doen omtrent een wenselijke indeling van soorten in biologische waterkwaliteitsklassen.
In Nederland bestaat al een dergelijk systeem voor de biologische beoordeling van stromende wateren (zie 2.2.). Dit systeem is ontwikkeld door H.K.M. Moller Pillot. Het is echter ontwikkeld op basis van gegevens uit Noord-Brabant.
Omdat het niet mogelijk is een algemeen geldend systeem op te zetten voor elk soort gebied, dient er een aangepast systeem voor Drenthe te komen. Verschillen tussen Noord-Brabant en Drenthe zijn namelijk:
Noord-Brabant ligt zuidelijker dan Drenthe. De gemiddelde jaartemperatuur zal daarom in Noord-Brabant iets hoger zijn dan in Drenthe. Ook is de stroomsnelheid in de Brabantse beken iets groter, waardoor een andere korrelgrootteverdeling op de bodem ontstaat. In de langzamer stromende beken van Drenthe zal meer slib op de bodem liggen. Ook wegens de hogere stroomsnelheden zijn de beken in Noord-Brabant dieper ingesneden.
Nog een faktor is de barrière-werking die uitgaat van de grote rivieren. Door de vaak zeer afwijkende omstandigheden in een grote rivier, is het voor veel (niet-vliegende) soorten organismen een grote hindernis. Door deze barrière wordt de verspreiding bemoeilijkt van zuidelijke soorten naar het noorden en omgekeerd.
De genoemde verschillen hebben allen tot gevolg, dat er bij dezelfde waterkwaliteit in deze gebieden, verschillende levensgemeenschappen bestaan, waardoor de waarde-oordelen zouden kunnen verschillen, indien dezelfde beoordelingsmethode wordt toegepast.

2. ENKELE HISTORISCHE EN THEORETISCHE ACHTERGRONDEN.

2.1. Geologische opbouw van het landschap.

Het Drentse beekdallandschap heeft in belangrijke mate gestalte gekregen in het pleistoceen of ijstijdvak. Vooral de beide laatste ijstijden (Saalien en Weichselien) hebben grote invloed gehad. Tijdens de landijsbedekking in het Saalien werd het toen reeds bestaande Drents plateau met een laag keileem bedekt. Bij het terugtrekken van het landijs kwamen grote hoeveelheden smeltwater vrij, die leidden tot de vorming van smeltwaterdalen. Deze sneden zich plaatselijk diep in, waardoor daar de keileem verdween. De dalen werden weer gedeeltelijk opgevuld met smeltwaterzanden.
Tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien, werd Nederland niet met landijs bedekt, wel was de ondergrond echter vaak permanent bevroren. De met water verzadigde bovengrond kon daardoor op hellend terrein in beweging komen. Dit had minder goed doorlatende lagen in de laaggelegen beekdalen tot gevolg (De Gans, 1982).
Van het oorspronkelijk aaneengesloten keileempakket bleven door de erosie in veel gevallen slechts "schollen" over. In droge perioden had de wind vrij spel in het schaars begroeide landschap. Als gevolg daarvan werd dekzand afgezet. Het primaire drainagesysteem is ontstaan doordat de meeste dalen niet volledig met dekzand zijn gevuld. In latere natte klimaatsperioden is het secundaire drainagesysteem ontstaan. Dit systeem is dus van recentere datum en ligt geheel boven het niveau van de keileem.
In het Holoceen, met name in het Atlanticum, is op grote schaal veenvorming in de beekdalen opgetreden. Daarnaast is in de benedenlopen erosiemateriaal uit de bovenlopen afgezet. Voor zover de hydrologische situatie niet verstoord is door waterhuishoudkundige ingrepen vindt ook nu nog erosie in de bovenloop en sedimentatie in de benedenloop plaats. Dit heeft een gradiënt van voedselarm naar voedselrijk tot gevolg.

2.2. Begrippen met betrekking tot biologische waterbeoordeling.

De biologische beoordeling van de waterkwaliteit vindt plaats aan de hand van bepaalde organismen, die in het water leven en daarin aan de milieufaktoren zijn aangepast. De waterkwaliteit zou gedefiniëerd kunnen worden als de toestand van het water, afgemeten aan (van te voren) aangelegde normen. De milieubepalende faktoren zijn te zien als een complex van invloeden waaraan organismen zijn blootgesteld zoals temperatuur en opgeloste stoffen. Het soort en het aantal van deze organismen zijn tesamen een maat voor de graad van de organische verontreiniging respektievelijk danwel de natuurlijke (dat wil zeggen oorspronkelijke) hoedanigheid. De voorkomende organismen zijn in indikatorgroepen in te delen. Iedere groep is redelijk specifiek te achten voor een bepaalde hoedanigheid van het oppervlaktewater.
Van Gijsen en Claassen geven als omschrijving van het begrip indikatororganismen: soorten waarvan de levensvoorwaarden bekend zijn en waarvan het voorkomen wordt gebruikt om konklusies te trekken over de hoedanigheid van het milieu. De beoordeling op grond van het al of niet voorkomen van indikatororganismen voor de saprobie heet een saprobiesysteem. Saprobie staat voor intensiteit van de afbraak van organische stof. De organismen worden hier ingedeeld naar de mate van organische belasting van het water waarin ze voorkomen.
Het in de loop van de jaren uitgewerkte systeem voor de laaglandbeken is opgebouwd uit vijf diergroepen, behorende tot de makrofauna, te weten:

Calopteryx-groep	↓ toenemende	
Gammarus-groep		
Hirudinae-groep		(Moller Pillot 1971)
Chironomus-groep	verontreiniging	
Eristalis-groep		

De organismen worden gevonden in bodemslib, op planten en stenen en in het open water.
Kolkwitz en Marsson (1908-1909) hadden eerder al een systeem ontwikkeld voor wateren in midden Europa dat niet, zoals dat van Moller Pillot, gebaseerd is op groepen van soorten, maar op individuele soorten. Vaak verschillen deze soorten van de door Moller Pillot gebruikte soorten. In het systeem van Kolkwitz en Marsson wordt de mate van organische belasting van het water, aangegeven met de termen: polysaproob, α - en β -mesaproob en oligosaproob voor respektievelijk sterk, matig en licht organisch-verontreinigd water.

Nauwkeuriger definities van deze termen komen bij de meeste auteurs er op neer, dat water een bepaalde saprobiegraad heeft, als de daarvoor als karakteristiek beschouwde organismen er domineren. Ze hebben bij de verschillende auteurs in verschillende watertypen niet altijd dezelfde betekenis.
Met behulp van het systeem van Moller Pillot kan een getalsmatige aanduiding van de waterkwaliteit worden weergegeven, de zogenaamde kwaliteitsindex, zoals omschreven door Gardeniers en Tolkamp (1976).
Het berekenen van deze index gebeurt door het procentuele aandeel van de indikatororganismen binnen de vijf groepen te berekenen en ieder % te vermenigvuldigen met een wegingsfaktor (I).

	wegingsfaktor (I)	wegingsfaktor (II)
Eristalis	1	1
Chironomus	2	1
Hirudinae	3	3
Gammarus	4	5
Calopteryx	5	5

Over het algemeen zijn soorten uit de Eristalis- en Calopteryxgroep zo weinig aanwezig, dat Gardeniers en Tolkamp (1976) het systeem aan de hand van beken in de Achterhoek terugbrachten tot drie groepen. De Chironomusgroep wordt bij de Eristalisgroep gevoegd en de Gammarusgroep bij de Calopteryxgroep. Zo ontstaat wegingsfaktor II.
De oorspronkelijke kwaliteitsindex wordt gegeven door $K\ 12345 = 1\ f_{Er} + 2\ f_{Ch} + 3\ f_{Hir} + 4\ f_{Gam} + 5\ f_{Cal}$, waarin f staat voor het procentuele aandeel van de individuen per groep ten opzichte van het totale aantal indikatorindividuen in het monster.
De aangepaste kwaliteitsindex van Gardeniers en Tolkamp wordt dan:
$K\ 123 = 1\ f_{Er} + 1\ f_{Ch} + 3\ f_{Hir} + 5\ f_{Gam} + 5\ f_{Cal}$.
In beide gevallen ligt de zo verkregen index tussen 100 en 500, waarbij 100 staat voor sterk verontreinigd water tot 500 voor niet verontreinigd water.
De grenzen tussen de groepen zijn niet exact aan te geven, omdat verschillende soorten nooit een geheel gelijke ecologie hebben, de betekenis van de grenzen is daarom betrekkelijk en heeft alleen praktisch nut (Tolkamp 1975).
De interpretatie van de aldus verkregen K-index dient met grote zorgvuldigheid te gebeuren. De K-index is slechts een hulpmiddel om aan de hand van de complexe macrofaunasamenstelling een indikatie van de waterkwaliteit te geven.

Bij de bepaling van de K-index wordt alleen gebruik gemaakt van de mate van voorkomen van indikatororganismen waardoor informatie over niet-indikator organismen verloren gaat.
De K-index geeft geen informatie over de diversiteit, de evenwichtigheid en de exacte soortensamenstelling van de aanwezige levensgemeenschap. Bij één bepaalde K-index zijn meerdere kombinaties van soorten mogelijk.
In verband met een biologische waterbeoordeling is de stroomsnelheid een zeer belangrijke faktor in beken. De beoordeling valt namelijk, bij de huidige beoordelingsmethoden, gunstiger uit, naarmate het water sneller stroomt. Dit heeft verschillende oorzaken:

1. Bij langzamere stroming treedt meer slibvorming op. De rottende sliblaag op de bodem maakt vele "schoon-water-soorten" het leven onmogelijk.
2. Per tijdseenheid passeert meer water de huid van het dier, daarom is de zuurstofvoorziening beter.
3. Bij sterke stroming is de aëratie beter.

Kultuurtechnisch ingrijpen heeft voor de fauna in de beken zeer ingrijpende gevolgen, daar de afgenomen ruimtelijke variatie en de verminderde extremen in de afvoer een verarming en nivellering van de levensgemeenschappen tot gevolg hebben.
De rheofiele(= stroomminnende) soorten maken plaats voor stilstaand water fauna (Tolkamp 1975).

2.3. De struktuur van de levensgemeenschap.

Naast de energiehuishouding in een ecosysteem, die met name tot uiting komt in de trofie en de saprobie, speelt ook de struktuur van de levensgemeenschap een belangrijke rol in het kader van biologische waterbeoordeling. Ecosysteem-strukturen vormen een onderdeel van de informatie-inhoud van het ecosysteem.
De informatie die in een ecosysteem is opgeslagen, komt tot uiting in struktuur-parameters zoals de complexiteit van de onderlinge relaties, de soortensamen-stelling, de diversiteit en de ruimtelijke stuktuur. Onder diversiteit wordt hier verstaan de verhouding van het totaal aantal soorten tot het totaal aantal individuen. Naarmate een ecosysteem een langere ontwikkeling heeft doorgemaakt, neemt zijn informatie-inhoud onder natuurlijke omstandigheden in het algemeen toe (successie of rijping). Als gevolg van ingrepen van buitenaf, bijvoorbeeld

verontreiniging, kunstmatige peilbeheersing of kanalisatie, worden de ingewikkelde betrekkingen tussen organismen verstoord. Soorten en struktuurkenmerken kunnen dan verdwijnen en de informatie-inhoud van het ecosysteem wordt kleiner.

2.4. Verwerking van de gegevens.

De verwerking van de gegevens heeft ten doel om een konklusie te kunnen trekken omtrent de waterkwaliteit.
Er zijn verschillende methoden voor verwerking van gegevens. Moller Pillot geeft in zijn proefschrift (Moller Pillot 1971) drie methoden voor de verwerking van de gegevens:

1. een tabel met toelichting
2. een histogram
3. de weergave van de organische verontreinigingstoestand in één saprobiegetal.

De methode van de tabel met toelichting geeft praktisch geen verlies aan informatie. Voor de leek is deze methode minder gemakkelijker te begrijpen, evenals de histogrammethode. De methode van een saprobiegetal geeft de leek wel informatie, maar heeft de al eerder genoemde beperkingen (2.2.). Naast deze handmatige verwerking zou men gebruik kunnen maken van de ordinatie en clustertechnieken, met behulp van een computer.
In het kort komen deze technieken neer op het groeperen van monsters, op grond van overeenkomsten en verschillen in soortensamenstelling, al of niet met bijbehorende individu-aantallen.
Voor de omschrijving van een handmatige clusteranalyse en een handmatige ordinatietechniek (reciprocal averaging) zie 5.3. Deze methoden kunnen naast elkaar gebruikt worden, afhankelijk van het doel waarvoor de gegevens dienen.

3. METHODE VAN WERKEN.

3.1. Keuze van de monsterpunten.

Allereerst was van belang een beek te vinden met slechts één belangrijke lozing, bij voorkeur in de boven- of middenloop, om zodoende de mogelijkheid te hebben een bruikbare gradiënt te bemonsteren. Verder moest er de mogelijkheid zijn om bovenstrooms van het lozingspunt een blanko te nemen.
Deze blanko is een monsterpunt dat de ongestoorde kwaliteit aangeeft, die als uitgangspunt wordt genomen. De keus was zeer beperkt; alleen het Rolderdiep, met als lozing het effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichting Rolde, voldeed in de Drentse situatie aan deze eis.
De ligging van het Rolderdiep met de monsterpunten en de ligging van het effluentlozingspunt is aangegeven in bijlage 1. De monsterpunten in het Rolderdiep lagen verdeeld tussen het punt: "invloed is maximaal" (punt XI) en het punt: "invloed is minimaal" (punt VII). Dit waren althans de ideëen vooraf. De verdeling is zodanig genomen, dat er een redelijk verschil in de monstersamenstelling verwacht mocht worden. Ter aanvulling en ter verduidelijking van de blanko zijn tevens drie monsterpunten in het parallellopende Deurzerdiep gekozen.
De beek die hier het Rolderdiep wordt genoemd heeft in de lengte van zijn stroomgebied vele namen; om misverstanden te voorkomen staan deze in bijlage 1 vermeld.

3.2. Bemonstering.

Bij de bemonstering is gebruik gemaakt van een standaardmakrofaunanet, met de afmetingen 35x25 cm en maaswijdte 0,5 mm. Dit net werd loodrecht op de bodem, bij voorkeur enige centimeters onder het bodemoppervlak, door het water bewogen. Bij stroming gebeurde dit tegen de stromingsinrichting in.
De monsterlengte was 4-8 meter, afhankelijk van het aantal, ruwweg getelde, individuen per meter.
Er is getracht, de monsters zo representatief mogelijk te laten zijn, alle mikromilieu's (bodem, vegetatie, open water en oevers van de beek) zijn bemonsterd, zoveel mogelijk over de gehele breedte van de beek.
In het veld zijn aantekeningen gemaakt over de vegetatie. Onderscheiden werden drie vegetatielagen: ondergedoken, zwevende en drijvende waterplanten.

De hier omschreven monstername is semikwantitatief, dat wil zeggen niet alle organismen van een bepaald stukje beek zijn met volledige zekerheid gevangen en dus geteld. Men kan daarom geen uitspraak doen over absolute hoeveelheden individuen per soort, alleen over de verhoudingen waarin de soorten voorkomen. Absolute aantallen van verschillende monsters zijn echter ook moeilijk vergelijkbaar omdat de monsterlengte varieert en het aantal individuen per meter monster wisselt, afhankelijk van de dichtheid van de organismen.
De relatieve aantallen zijn wel goed vergelijkbaar, omdat de verhouding tussen de soorten niet verandert. Bovendien vindt het uitzoeken wel kwantitatief plaats, waarbij moet worden opgemerkt dat van sommige massaal voorkomende soorten het aantal wordt geschat.
Dit uitzoeken vond plaats op het laboratorium van het Zuiveringsschap Drenthe, in witte fotobakken. De organismen werden gefixeerd in alkohol 80%. Daarna vond de determinatie en telling plaats.
De platwormen werden direkt gedetermineerd, omdat bij bewaren in alkohol deformatie optreedt.
De algemene gegevens die in het veld genoteerd zijn op een veldformulier (zie bijlage 2) waren:

1. plaats, korte omschrijving
2. datum bemonstering
3. breedte van de beek, indien mogelijk de diepte
4. stroomsnelheid
5. samenstelling substaat
6. vegetatie, indien aanwezig
7. monsterlengte.

3.3. Determinatie.

Bij de determinatie is gebruik gemaakt van een stereomikroskoop (vergroting 7-80x). Voor het bestuderen van preparaten van vooral de Chironomidae stond een gewone licht mikroskoop met een sterkere vergroting (100-400x) ter beschikking. De gebruikte determinatieliteratuur staat vermeld in de lijst van determinatiewerken (bijlage 10).
Niet alle organismen zijn tot op de soorten gedetermineerd, om de volgende redenen:

1. Voor sommige soorten is het niet relevant om tot op de soort door te gaan, verdere determinatie geeft geen extra ecologische informatie.
2. In sommige gevallen is het praktisch onmogelijk om verder te determineren vanwege gebrek aan beschikbare determinatieliteratuur of gebrek aan tijd en ervaring van de onderzoeker.

De determinatieniveau's van de groepen organismen zijn:

Platwormen (Tricladida)	- indidenteel, soort.
Wormen (Oligochaeta)	- familie.
Bloedzuigers (Hirudinea)	- soort.
Weekdieren (Mollusca)	- soort/tweekleppigen familie
Watermijten (Hydrachnellae)	- orde.
Haften (Ephemeroptera)	- soort.
Libellen (Odonata)	- zoveel mogelijk soort.
Wantsen(Heteroptera)	- soort.
Kevers (Coleoptera)	- soort.
Kreeftachtigen (Crustacaea)	- soort, Ostracoda familie.
Tweevleugeligen (Diptera)	- soort of familie.
Kokerjuffers (Trichoptera)	- soort, soms familie.
Steenvliegen (Plecoptera)	- soort.
Vissen (Pisces)	- incidenteel, soort.

3.4. Fysisch-chemische bemonstering.

Door laboratoriummedewerkers van het Zuiveringsschap Drenthe zijn acht van de elf monsterpunten voor makrofauna-onderzoek met ingang van april 1984 fysisch-chemisch onderzocht (zie bijlage 1). In het veld werd gemeten: temperatuur en doorzicht; op het laboratorium, kleur, reuk, biochemisch zuurstofverbruik (BZV), zuurstof, zuurstofverzadigings %, Kjeldahl-stikstof, ammonium-, nitriet- en nitraat-stikstof, ortho- en totaal fosfaat, zuurgraad, chlorophyl-a-gehalte en -% en chloride. Deze bepalingen werden uitgevoerd volgens NEN-normen. Twee van de fysisch-chemische monsterpunten zijn al sinds 1974 opgenomen in het maandelijks routine-onderzoek door het Zuiveringsschap (nummers II en IV). De fysisch-chemische resultaten staan aangegeven in bijlage 5.

3.5. Problemen en beperkingen.

1. De belangrijkste beperking voor dit onderzoek was het gebrek aan tijd en ervaring (vooral met betrekking tot determinatie).
2. Ook als gevolg van 1 was er de beperking, dat er maar één beek is bemonsterd. Een mogelijkheid tot vergelijken zou meer zekerheid hebben kunnen geven met betrekking tot de resultaten en de konklusies van het onderzoek.
3. Naast de effluentlozing van de rioolwaterzuiveringsinrichting te Rolde is er nog sprake van andere - relatief kleine - lozingen op het bemonsterde gebied (zie hoofdstuk 4 en bijlage 1). Het betreft hier ongezuiverde lozingen van enkele kleine woonkernen en overstorten, waarvan kwantitatief alsook kwalitatief geen exacte gegevens vermeld kunnen worden. De gradiënt zou hierdoor onduidelijker kunnen worden.
4. Het is niet zeker of men ook werkelijk alle soorten organismen vangt, die in het water voorkomen. Mobiele diersoorten zouden zich moeilijker kunnen laten vangen dan immobiele.
5. Niet alle determinatieliteratuur is altijd even duidelijk. Bij de beschrijving van determinatiekenmerken komt het woord "meestal" veelvuldig voor. Het is daarom niet altijd mogelijk tot op de soort te determineren wat informatieverlies zou kunnen betekenen.

4. BRONNEN VAN VERONTREINIGING.

Er zijn verschillende bronnen van verontreiniging en andere beïnvloedingen in het bemonsterde gebied. Het betreft hier direkte lozingen, onder te verdelen in effluent, overstortingen van rioleringen en bodemslib, daarnaast uitspoeling van landbouwgronden en de aanwezigheid van stuwen. Deze bronnen zullen achtereenvolgens besproken worden.
Naast de al eerder genoemde lozing van de rioolwaterzuiveringsinrichting van Rolde bestaan er andere lozingen. Deze staan aangegeven in de onderstaande tabel.
Onder de kop "Lozing" wordt verstaan, de plaats waarnaar het afvalwater wordt afgevoerd. Als het afvalwater op het oppervlaktewater (Drentse Aa) wordt geloosd staat in de tabel de hoeveelheid daarachter aangegeven in v.e. (vervuilingseenheden), de getallen zijn slechts bedoeld voor een onderling vergelijken.
Als het afvalwater naar een rioolwaterzuiveringsinrichting gaat, zijn het de riooloverstortingen die bij hevige regenval de verontreiniging vormen.

Kern	Lozing	v.e.'s	Overstorten + debieten
Grolloo	r.z.i. Rolde		2 stuks totaal 292 l/s
Amen	oppervlaktewater	880	
Ekehaar	oppervlaktewater	223	
Anreep	oppervlaktewater	± 65	
Assen	r.z.i. Assen		diverse; debiet onbekend
Deurze	r.z.i. Rolde		2 stuks totaal 36 l/s
Loon	r.z.i. Assen		2 stuks totaal 36 l/s
Taarlo	oppervlaktewater	140	
Rolde	r.z.i. Rolde		2 stuks totaal 2.510 l/s
Anderen	oppervlaktewater	223	
Gasteren	r.z.i. Gieten		2 stuks
Oudemolen	oppervlaktewater	140	

Voor alle overstorten geldt: frekwentie van in werking treden bij redelijk normale hoeveelheid neerslag per jaar is maximaal zes keer per jaar (zie ook bijlage I).

Bodemslib is een bron van verontreiniging door de aanwezigheid van nutriënten in het slib. De verontreiniging uit zich door een lager zuurstofgehalte en/of een hoger gehalte aan nutriënten.
Het lager zuurstofgehalte is een gevolg van afbraak van organisch materiaal door bakteriën; dit vraagt zuurstof. Een hoog nutriëntengehalte ontstaat door het vrij komen van nutriënten uit het slib in het water. Bodemslib komt bijvoorbeeld voor op punt I en XI.

Er zijn redenen om aan te nemen dat ook de uitspoeling van meststoffen een bron van belasting is. Een deel van het aangrenzende gebied van de beek is in landbouwkundig gebruik. De cultuurgebieden liggen vooral aan de bovenloop.

De aanwezigheid van stuwen heeft eveneens gevolgen voor de waterkwaliteit: voor de stuw wordt de stroomsnelheid verminderd, zodat de zuurstofvoorziening verslechterd en daarmee de waterkwaliteit. Dit kan over een grotere afstand voor de stuw optreden. Daar staat tegenover dat na de stuw reaëratie optreedt, zodat er weer een verbetering van de waterkwaliteit kan optreden.

5. RESULTATEN.

5.1. Beschrijving van de monsterpunten.

Het hele stroomgebied, genaamd de Drentse Aa, bestaat uit twee takken, het Rolderdiep en het Deurzerdiep. Deze twee takken komen nabij Oudemolen samen en gaan verder als het Oudemolense Diep. Er worden plaatselijk nog andere namen gegeven, deze staan vermeld in bijlage 1.
In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van een aantal algemene kenmerken zoals: plaats, monsterdatum, monsterlengte, beekdiepte, beekbreedte, gemiddelde stroomsnelheid, substraat, vegetatie, aantal soorten, aantal individuen, diversiteitsindex en I.M.P.-index.
De monsterpunten zullen nu worden besproken. De volgorde van bespreking is van bovenloop naar benedenloop eerst het Rolderdiep dan het Deurzerdiep.
Monsterpunt I, het Andersche Diep, ligt in een meanderend deel van de beek, de stroomsnelheid was vrij groot (0,25 m/s) bij een breedte van 2 m en een diepte van 0,4 m. De stroomsnelheid kan hier worden beïnvloed door stuwen zowel stroomopwaarts (4 km) als stroomafwaarts (1 km). Legale lozingen zijn stroomopwaarts van dit punt niet aanwezig. Wel vindt bemesting plaats in aanliggende gebieden.
Monsterpunt II, het Rolderdiep. Hier was sprake van stagnerend water, als gevolg van een stuw die 700 m benedenstrooms ligt. Het effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichting Rolde was op de bemonsteringsdatum daardoor naar dit punt teruggestroomd, het water was grijs-blauw en rook enigszins naar afvalwater. Dit trajet van de beek is genormaliseerd, de stroomsnelheid is, ook vanwege de stuw, vaak laag of nul.
Monsterpunt XI is later toegevoegd, omdat bij het uitzoeken van de monsters bleek, dat het verstandig was om een monster toe te voegen, welke een nog grotere vervuiling te zien zou geven ~~als~~ dan punt III. Gekozen werd voor een punt zo dicht mogelijk bij de effluentlozing en vlak voor de stuw.
Monsterpunt III ligt ook in het genormaliseerde gedeelte van het Rolderdiep. Naast de effluentlozing vindt hier nog lozing plaats via twee riooloverstorten van de riolering van Rolde.
Monsterpunt IV ligt in een vrij meanderend deel van het Rolderdiep, de stroomsnelheid was vrij hoog. Ongeveer midden tussen de monsterpunten III en IV vindt lozing van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater plaats afkomstig uit de kern Anderen.

Monsterpunt V Gasterense Diep ligt ter hoogte van de weg Gasteren-Loon. Ook dit trajekt is vrij meanderend. Vlak voor het monsterpunt bevinden zich twee rioolwateroverstorten.
Monsterpunt VI ligt 1 km verder stroomafwaarts in een vrij meanderend trajekt.
Monsterpunt X, het Deurzerdiep, ligt ter hoogte van de weg Rolde-Assen, in een genormaliseerd trajekt. Stroomopwaarts van dit monsterpunt (0,5-5,5 km) bevinden zich diverse stuwen (zie bijlage 2) en ook vinden in dat gebied lozingen plaats afkomstig uit Grolloo, Deurze (overstorten), Amen, Ekehaar en Anreep (ongezuiverd huishoudelijk afvalwater). Verder vindt hier soms vanuit het Anreperdiep toestroming van verontreinigd water plaats, wanneer een aantal riooloverstorten bij Assen in werking zijn getreden.
Monsterpunt IX ligt 1,5 km na de overgang van het Deurzerdiep in het Loonerdiep in een vrij meanderend trajekt. Op de plaats van de overgang bevindt zich een stuw.
Direkt na monsterpunt IX bevindt zich een rioolwateroverstort. Deze is meer van invloed op monsterpunt VIII, welke ligt ter hoogte van de weg Gasteren-Loon, in een vrij meanderend trajekt.
Monsterpunt VII ligt een halve kilometer stroomafwaarts van het samengaan van de beide takken van de Drentse Aa. Het trajekt is meanderend, er vindt lozing plaats van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater afkomstig uit Oudemolen.

5.2. Resultaten makrofauna-onderzoek.

In bijlage 4 staat aangegeven welke soorten en hoeveel individuen per soort op de verschillende monsterpunten zijn gevonden. Hier worden de meest opvallende bevindingen kort besproken, evenals de diversiteitsindex, in dezelfde volgorde als in 5.1.
Monsterpunt I. Het grote aandeel van Tubifex sp (dominant) en Paratendipes albimanus springt hier in het oog en ook Gammarus pulex is goed vertegenwoordigd.
Monsterpunt II. Caenis horaria is hier dominant, ook Anabolia nervosa komt relatief veel voor. Er is sprake van een opvallend hoog aantal soorten.
Monsterpunt XI. Nais sp. is dominant. Tubifex sp. en Chironomus komen veel voor. Veel soorten komen maar één keer voor, daarom is het totaal aantal soorten niet erg laag, maar opvallend is de lage diversiteitsindex.
Monsterpunt III. Tubifex sp.,Chironomus en Helobdella stagnalis hebben een groot aandeel. Het aantal soorten is hier het laagst en ook de diversiteitsindex is tamelijk laag.

Nais sp. is dominant. Paratanytarsus komt tamelijk veel voor evenals Paratendipes albimanus, maar deze soort komt voor in bijna alle monsters, hoewel niet in deze hoeveelheden. Dit monster bevat veel individuen, de diversiteitsindex is laag.

Monsterpunt V. Dit zou men een weinig opvallend monster kunnen noemen, alleen de hoeveelheid Nais sp. is opmerkelijk.

Voor monsterpunt VI geldt hetzelfde, maar de diversiteit is groot.

Monsterpunt X. Slakken zijn hier in grote getale aanwezig. Bithynia tentaculata Valvata piscinalis, Bithynia leachi en Pisidium sp. Caenis horaria komt hier weer veel voor, evenals de Corixidae.

Monsterpunt IX, VIII, VII: deze punten hebben het voorkomen van veel Ephemeroptera en Hydroptyla gemeen. In monsterpunt VII komen vier goed vertegenwoordigde Tanytarsini-soorten. De diversiteitsindex van monsterpunt VII is hoog. Bij monsterpunt VIII kan nog opgemerkt worden dat er een opvallend hoog aantal soorten aanwezig is.

5.3. Verwerking van de makrofauna-gegevens.

Om verbranden tussen het voorkomen van soorten en de monsterpunten aan te geven zijn de volgende verwerkingen uitgevoerd:

1. Diversiteitsindex volgens Simpson.
2. Similariteitsindex, volgens Sörensen.
3. Dendrogram van de monsterpunten.
4. Ordinatie van soorten en monsterpunten (reciprocal averaging).
5. Synoptische tabel.

ad.1. De diversiteitsindex volgens Simpson wordt als volgt berekend:

$$d = \frac{N\ (N-1)}{\sum n_i (n_i - 1)}$$

N = totaal aantal individuen.

n = aantal individuen voor één soort.

Met deze index kunnen monsters van verschillende grootte met elkaar worden vergeleken.

De waarden van de monsterpunten staan aangegeven in bijlage 3.

ad.2. Om een indruk te krijgen van de mate van overeenkomst tussen de monsterpunten is een similariteitsmatrix opgesteld met behulp van de similariteitsindex volgens Sörensen.

$$S(\text{imilariteit}) = \frac{2\ C}{A + B} \times 100\%$$

C = aantal overeenkomstige soorten uit A en B.

A = aantal soorten in A.

B = aantal soorten in B.

De in een matrix uitgezette waarden staan aangegeven in bijlage 5.

ad.3. Ook in bijlage 5 staat het dendrogram aangegeven. Bij dit dendrogram wordt langs de y-as het verschil (100% - S) uitgezet. Langs de x-as worden de monsters gerangschikt, zodanig dat de monsters met het kleinste verschil, dus de grootste mate van overeenkomst naast elkaar komen te staan en steeds de monsters met het daarna kleinste verschil wordt toegevoegd. Omdat deze index alleen gebruik maakt van het al of niet aanwezig zijn van soorten geeft deze index een kwalitatief beeld van de overeenkomst tussen monsters.

ad.4. Als vorm van ordinatie is gekozen voor reciprocal averaging. Als vooraf niet bekend is welke milieuvariabele het voorkomen van de soorten in de monsters bepaalt, kan onderliggend milieugradiënt worden opgespoord door de methode van gewogen middelen herhaald toe te passen. Reciprocal averaging is dit herhaald toepassen ("itereren") van de methode van gewogen gemiddelden waarin, vanuit willekeurige beginwaarden voor de scores van soorten(s) en monsterpunten(m) altenerend de GGS-stap en de GGM-stap worden toegepast. De aard van de onderliggende milieugradiënt is later vast te stellen aan de hand van milieuparameters en literatuur met betrekking tot de ecologie van soorten. In bijlage 7 staat de tabel na de laatste ordinatie.

ad.5. De synoptische tabel is gemaakt om een beter overzicht te krijgen van de resultaten van de similariteitsmatrix, het dendrogram en de ordinatie. Aan de hand van deze resultaten worden de monsterpunten in groepen verdeeld en uitgezet tegen de soorten die iets zeggen over de relatie: bepalende milieufaktor(en), in dit geval de mate van verontreiniging in mate van voorkomen. De synoptische tabel staat aangegeven in bijlage 8.

5.4. Resultaten fysisch-chemische bemonsteringen.

De resultaten van fysisch-chemische analyses staan aangegeven in bijlage 5. Aan de hand van de gehaltes BZV_5, NH_4-N en O_2 kan de I.M.P.-index worden berekend, een maat voor de fysisch-chemische waterkwaliteit. De berekening gaat volgens het schema puntenwaardering, zoals aangegeven in het rapport "Kwaliteit oppervlaktewater Drenthe 1983". De I.M.P.-indices zijn in de tabel met fysisch-chemische resultaten weergegeven (zie bijlage 5).

5.5. Bespreking van de resultaten.

5.5.1. De monsterpunten.

De monsterpunten zijn ingedeeld in vier groepen, op basis van de similariteitsindices. Er zal per groep aangegeven worden de soortensamenstelling, het aantal individuen en de diversiteitsindex. Van deze kenmerken zullen zoveel mogelijk de gemiddelde waarden per groep worden gegeven, als er tenminste op verantwoorde wijze een gemiddelde genomen kon worden. Daarnaast zullen ook de opvallende soorten per groep worden aangegeven, gerelateerd aan gegevens uit de literatuur (Handboek biologische waterbeoordeling). Als leidraad is genomen de synoptische tabel (bijlage 8) en de algemene tabel (bijlage 4).

Groep 1 bestaat uit de monsterpunten I en III. De gemiddelde diversiteitsindex is 4,2 wat tamelijk laag is. Het aantal soorten en individuen wisselt sterk per monsterpunt. Opvallende soorten in groep 1 zijn: Stictotarsus duodecimpustulatus, dit is een tamelijk weinig voorkomende soort, die volgens de literatuur hoge milieu-eisen stelt,met name met betrekking tot de stroomsnelheid. De imagines zijn echter minder gevoelig voor verontreiniging als de larven. Proasellus meridianus staat bekend als een soort van matig verontreinigd water (Hirudineagroep of zelfs Gammarusgroep). Deze komt hier echter ook voor. Verder komen Tubifex (dominant), Chironomus en Psectrotanypus varius hier voor, wat gezien de verontreiniging wel verwacht mocht worden.

Groep 2 bestaat uit het monsterpunt XI. Het aantal soorten is hier hoger dan men bij zo'n verontreinigd punt zou verwachten, veel soorten komen echter maar één keer voor. Dit blijkt ook wel uit het feit dat de diversiteitsindex laag is. Het aantal individuen (930 bij 4 m monsterlengte) is wel tamelijk hoog; dit is vooral te wijten aan Nais (62,4%).
Opvallende soorten zijn: Cryptochironomus, volgens het Handboek voor biologische waterbeoordeling zou deze soort in de Gammarusgroep geplaatst moeten worden. Dit blijkt niet uit het voorkomen van deze soort in groep 2. Paratendipes Albimanus zou in de Hirudineagroep geplaatst moeten worden volgens het handboek. Het voorkomen van de soort in dit punt lijkt hiermee strijdig. Chironomus komt volgens de verwachting tamelijk veel voor. Opvallend is dat in een groep met een zo grote verontreiniging het aandeel van Tubifex sp. aanmerkelijk kleiner is dan het aandeel van Naisi t.t. groep 1.

Groep 3 bestaat uit de monsterpunten II, IV en X. Het aantal soorten is gemiddeld 40, tamelijk hoog. Het aantal individuen en de diversiteitsindices wisselen sterk. Er zijn hier weinig opvallende soorten te noemen. Het voorkomen van Nais en Chironomus, die ook in de verontreinigde groep 2 voorkomt, kan worden vermeld. Vanwege zijn relatieve zeldzaamheid kan ook Stictotarsus duodecimpustulatus genoemd worden. Ook is het voorkomen van veel Caenis horaria opmerkelijk.

Groep 4 tenslotte bestaat uit de punten V, VI, VII, VIII en IX. De kenmerken: aantal soorten, aantal individuen en diversiteitsindex wisselen per monsterpunt, maar het soortenaantal en de diversiteit zijn relatief hoog. In deze groep bevinden zich geen dominerende soorten. Alleen het voorkomen van Nais in relatief grote getale in sommige monsterpunten uit groep 4 valt op. Naast de algemene soorten komen alleen "schone" soorten voor, zoals Nemoura cinerea, Hydroptyla,Neureclipsis, bimaculata, Simulium sp. en Prodiamesa olivacea.

5.5.2. De soorten.

Het naast elkaar voorkomen van Tubifex en Nais is op zich niet vreemd, wel de onderlinge verhoudingen waarin deze in de groepen voorkomen. Tubifex is in groep 1 dominant, terwijl Nais daar in het geheel niet voorkomt. In groep 2 is Nais dominant en loopt het aandeel van Tubifex sterk terug. In groep 3 en 4 houden ze elkaar redelijk in evenwicht.
Caenis horaria blijkt hier kwalitatief een redelijk algemene soort te zijn, alleen wanneer de individuen-aantallen in aanmerking worden genomen blijkt een voorkeur voor het schone water. Het voorkomen van een tamelijk zeldzame soort als Centroptilum luteolum is ook opmerkelijk.
Calopteryx virgo komt voor op punt VII. Deze soort stelt zeer hoge eisen aan het leefmilieu. Het voorkomen van een tamelijk zeldzaam soort als Stictotarsus duodecimpustulatus op vijf plaatsen is verrassend te noemen. Hierdoor kan worden bevestigd, dat de volwassen kever minder hoge milieu-eisen stelt zodat deze soort in het adulte stadium niet geschikt is als indikator.
Tanytarsini-soorten zijn goed vertegenwoordigd in punt VII en VIII en vooral in de schonere punten.
Harnischia komt voor in punt VII en VIII; dit is niet zo'n algemene soort.
Simulium sp., stroomminnend en niet algemeen komt alleen voor in alle monsterpunten van groep 4. Dit zou zowel met de waterkwaliteit als de stroomsnelheid verband kunnen houden.

Over de Trichoptera valt op te merken dat deze groep vooral voorkeur geeft aan schoner water, behalve misschien Anabolia nervosa, deze komt in groep 1 voor.
Tenslotte kan het voorkomen van de schoonwatersoort Nemoura cinerea vermeld worden in groep 4. Deze soort is weinig algemeen.

5.5.3. Relaties met fysisch-chemische gegevens.

Van de elf hydrobiologische monsterpunten zijn zeven ook fysisch-chemisch bemonsterd en daarna geanalyseerd op het laboratorium van het Zuiveringsschap Drenthe. Deze punten zijn aangegeven in bijlage 1 en de resultaten, gemiddeld over drie maanden, in onderstaande tabel.
Naast deze zeven monsters wordt driemaandelijks bemonsterd op een punt 100 m vóór de effluentlozing en 100 m ná de effluentlozing. Van deze twee punten is het punt "100 m ná de lozing" genomen als vergelijking met de hydrobiologische gegevens van punt XI. De aanwezige stuw zou een storende invloed kunnen hebben op het zuurstofgehalte, gezien het feit dat deze tussen punt XI en het fysisch-chemische bemonsteringspunt ligt. Resultaten van voorafgaande zuurstofanalyses geven echter geen duidelijk verschil te zien tussen de plaatsen 100 m voor en 100 m na de lozing (en stuw).
Een verklaring zou hierin kunnen liggen, dat de toevoer van zuurstof door reaëratie wordt genivelleerd door de zuurstofvraag door het effluent tijdens de - langzame - stroming van punt XI naar het punt 100 m na de lozing. In onderstaande tabel staan aangegeven de gemiddelde waarden voor O_2(%), BZV_5(mg/l) en NH_4-N(mg/l) volgens de I.M.P.-waardering (rapport Kwaliteit oppervlaktewater Drenthe 1983). De som van deze drie waarden per monsterpunt is een indikatie voor de kwaliteit.

Data 24-4, 25-5 en 26-6.

MP nr.	I	II	XI	III	IV	V	VI	X	IX	VIII	VII
O_2	2.8	2,3	1,0	2,0	-	3,3	-	1,3	-	3,7	3,0
BZV_5	1,3	1,0	3,0	5,0	-	2,0	-	1	-	2,0	1,7
NH_4-N	1,0	1,0	4,0	3,0	-	3,3	-	1,3	-	1,7	2,0
IMP-index	5,0	4,3	8,0	10,0	-	8,6	-	3,6	-	7,4	6,7

Bij deze tabel moet het navolgende worden opgemerkt:

- Punt XI en III bestaan beide uit slechts één waarneming, respektievelijk op 2 april 1984 en 24 april 1984. Bij het trekken van konklusies moet men daarom de nodige voorzichtigheid in acht nemen.
- Dit geldt overigens voor alle gemiddelden. Gezien de vrij korte onderzoekperioden kon slechts over de chemische resultaten van drie tweemaandelijkse bemonsteringen worden beschikt. De waarden waaruit de gemiddelden berekend zijn variëren nogal (zie bijlage 5). De hier gegeven waarden kunnen daarom alleen ter indikatie dienen. Beter zou het zijn, om van minimaal twaalf bemonsteringen, dus een volledig jaar, uit te gaan.
- Het gebruik van de I.M.P.-index heeft ongeveer dezelfde nadelen als de K-index voor hydrobiologische beoordeling (zie 2.2.); een groot gedeelte van de analytische gegevens wordt niet gebruikt, slechts de O_2-, BZV_5- en NH_4-N-gehalten. Zo geeft de I.M.P.-index niet direkt aan dat op 26 juni in het Andersche Diepje (I) een vrij sterke algengroei plaats vond, af te lezen aan het vrij hoge chlorophylgehalte.

  Ook geeft de I.M.P.-index de onderlinge verhoudingen tussen O_2, BZV_5 en NH_4-N niet weer. Zo is de I.M.P.-index bij punt V ongeveer gelijk aan die bij punt XI en III. Ten opzichte van deze beide laatste punten is de zuurstofbeoordeling bij punt V echter ongunstiger, terwijl de beoordeling voor het BZV_5 gunstiger is. De verklaring hiervan is, dat in de verblijftijd van het water tussen de punten XI/III en V door afbraak van de aanwezige verontreiniging een verlaging van het BZV_5 optreedt. Vanwege de onttrekking van het hiervoor benodigde zuurstof aan het water, daalt het zuurstofgehalte over het genoemde trajekt.

  De monsterpunten kunnen aan de hand van deze tabel in een volgorde gezet worden van vuil naar schoon: III, V, XI, VII, VIII, I, II, X.

  Daarmee vergeleken kan worden de volgorde, zoals deze verkregen is aan de hand van de ordinatie van monsterpunten en soorten (bijlage 7): (hieruit zijn weggelaten de monsterpunten, die niet fysisch-chemisch bemonsterd zijn): III, I, XI, V, X, II, VII, VIII. Overeenkomsten in beide volgorden zitten in de punten III, XI en II. Van de punten III en XI was dit, gezien de plaats ten opzichte van de effluentlozing, te verwachten. Punt II komt hier, net als bij het hydrobiologisch onderzoek als schoon naar voren (I.M.P.-index: 4,3 = zeer goed). Opvallend is verder dat monsterpunt I (blanko) in de opsomming volgens de chemische resultaten wel als relatief schoon wordt aangemerkt - hetgeen, gezien de ligging van dit punt, ook verwacht mocht worden - in tegenstelling tot de rangorde volgens de biologische onderzoekresultaten.

  Het is mogelijk de volgorde vuil-schoon te vergelijken tussen de vier groepen monsterpunten als in 5.1. genoemd op dezelfde wijze als de vorige tabellen.

I.M.P.-punten waardering per ecologische groep.

groep	1	2	3	4
O_2	2,4	1,0	1,8	3,3
BZV	3,2	3,0	1	1,9
NH_4-N	2,0	4,0	1,1	2,3
I.M.P.	7,6	8,0	3,9	7,5

De groepsvolgorde volgens de synoptische tabel luidt: 2 1 3 4 (van vuil naar schoon). Volgens de fysisch-chemische analyses luidt deze: 2 1 4 3. Er is sprake van overeenkomst tussen beide volgordes. De reden dat bij de fysisch-chemische resultaten groep 3 en 4 zijn verwisseld zou misschien een gevolg kunnen zijn van het feit dat groep 3 bestaat uit de punten II, IV en X, waarvan IV niet fysisch-chemisch wordt bemonsterd, maar waarschijnlijk meer verontreinigd is dan II en X.
Als punt IV ook fysisch-chemische analyses bekend waren, zou daarmee het gemiddelde voor groep 3 wel eens fors kunnen stijgen.

5.5.4. Vergelijkingen met bestaande beoordelingsmethoden.

In deze paragraaf zal een vergelijking worden gemaakt tussen de bevindingen uit dit onderzoek en het bestaande systeem van Moller Pillot. Daarnaast kunnen de bevindingen ook vergeleken worden met de methode die bij het Zuiveringsschap Drenthe gebruikt wordt. Deze laatste is een indeling, gebaseerd op het systeem van Moller Pillot, aangevuld met literatuurgegevens en eigen bevindingen.
Alleen de soorten, genoemd in de synoptische tabel (bijlage 8) worden voor vergelijking gebruikt. Dit wil niet zeggen dat de overige soorten geen geschikte indikatoren zouden zijn.
In de hiernavolgende tabel staat van elk soort aangegeven de indeling volgens Moller Pillot, daarnaast de kwalifikatie ten opzichte van de beoordeling van Moller Pillot aan de hand van eigen waarnemingen (HB1). Dezelfde methode is gevolgd voor eigen waarneming ten opzichte van de indeling gebruikt op het Zuiveringsschap Drenthe (HB2).

Een vergelijking van bestaande beoordelingsmethoden met de resultaten van dit onderzoek.

SOORT	volgens Moller-Pillot	HB1	volgens Zuiverings-schap Drenthe	HB2
Proasellus meridianus	Hir/Gam	alg	Gam	alg
Hydracarina sp.		alg	Gam	alg
Bezzia sp.				
Cryptochironomus	Gam	-	Gam	-
Cladotanytarsus	Rest	-		
Procladius s.a.				
Paratendipes albimanus	Hir?	-?		
Polypedilum nubeculosum				
Chironomus	Chir	!	Chir	!
Haliplus fluviatilis				
Mystacides longicornis				
Nais sp.		Chir		Chir
Tubifex sp.	Chir	alg	Chir	alg
Psectrotanypus varius	Chir	!	Chir	!
Stylaria lacustris	Rest	-		
Erpobdella octoculata	Hir	!	Hir	!
Anabolia nervosa			Gam	-
Stictotarsus duodecimpustulatus	Cal*	!	Cal	-
Gammarus pulex	Gam	-	Gam	-
Helobdella stagnalis	Hir	!	Hir	!
Lumbriculus variegatus	Hir?	!	Hir	!
Conchapelopia melanops	Hir	!	Hir	!
Asellus aquaticus	Hir	!	Hir	!
Caenis horaria			Gam	!
Paratanytarsus	Rest	!		
Tanytarsus	Rest	!		
Microtendipes gr. chloris		Rest		Rest
Psectrocladius psilopterus		Gam		Gam
Simulium sp.	Rest	+		Gam
Nemoura cinerea	Gam	!	Gam	!
Hydroptyla	Gam	!	Gam	!
Polypedilum breviantennatum		Gam		Gam
Prodiamesa olivacea	Hir	+	Hir	+
Mystacides nigra		Gam		Gam
Arthripsodes aterrimus		Gam		Gam
Harnischia		Gam		Gam
Neureclepsis bimaculata	Cal	!	Cal	!

Chir = Chironomus-groep
Hir = Hirudinea-groep
Gam = Gammarus-groep
Cal = Calopteryx-groep
Rest = Rest groep, dat wil zeggen Hir, Gam en/of Cal-groep.
Alg = Algemenere soort, waarschijnlijk minder indikatief, dan in bestaande methoden wordt aangenomen.
\- = indiceert meer verontreiniging, dan in bestaande methoden wordt aangenomen
\+ = indiceert minder verontreiniging, dan in bestaande methoden wordt aangenomen
! = bevestiging

* De imagines verdragen wel verontreiniging.

6. KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN.

1. Aan de hand van één bemonsteringsronde voor makrofauna en drie rondes fysisch-chemische bemonsteringen, is het niet verantwoord harde uitspraken te doen met betrekking tot de verhouding verontreiniging-voorkomen van soorten organismen in beken. Voor optimaal onderbouwde uitspraken hierover is meer onderzoek noodzakelijk. De opzet van het totale gradiëntonderzoek bij het Rolderdiep is gepland voor minimaal een jaar hetgeen dus gewenst is.

2. Er is sprake van methodische moeilijkheden in verband met de keuze van de gradiënt. Er is namelijk moeilijk een blanko te vinden, als gevolg van andere vormen van beïnvloeding. Het verdient aanbeveling om behalve de resultaten van de huidige bemonsteringen, ook oude gegevens te gebruiken om de onbeïnvloede situatie te beschrijven.

3. Het zou aanbeveling verdienen te onderzoeken of het wenselijk is, de mobiele soorten organismen, nog in deze mate in de hydrobiologische waterbeoordeling te betrekken, gezien hun "storende" werking in de beoordeling bij inspoeling in een voor hen minder optimaal milieu.

4. Uit de resultaten komt naar voren, dat Nais sp. misschien wel een betere indikator voor verontreiniging is dan Tubifex. Gammarus pulex is hier aanmerkelijk minder kritisch met betrekking tot waterkwaliteit dan uit al bestaande indelingen blijkt. Proasellus heeft hier weinig indikatorische waarde, hier is het een algemeen soort.

5. Met betrekking tot de vergelijking tussen de monsterpunt-groepsvolgorde aan de hand van de K-index en aan de hand van de synoptische tabel. In grote lijnen komen de beide volgordes van de groepen van monsterpunten van vuil naar schoon goed overeen, alleen de variatie binnen de groepen is groot, in het bijzonder binnen de groep met schone monsterpunten.

6. In de Drentse Aa, in het bijzonder het Rolderdiep komen relatief veel gevoelige stromend water indikatoren voor. Dit geeft een hoge potentiële hydrobiologische waarde aan. Het zou daarom vanuit dit oogpunt gunstig zijn het lozen van afvalwater te stoppen.

7. Enige aanbevelingen ter optimalisering van dit onderzoek.
   1. Toevoegen van punt IV aan het fysisch-chemisch onderzoek, gezien het feit dat de gemiddelde I.M.P.-index van groep 3 laag gehouden wordt door punt II en X, terwijl van het derde punt (IV) met een te verwachten mindere kwaliteit geen fysisch-chemische gegevens bekend zijn en dus ook geen I.M.P.-index.
   2. Overwegen om monsterpunten VII en VIII bij de ecologische groepsindeling van de monsterpunten tot een aparte groep te maken, vanwege hun relatief grote onderlinge overeenkomst ten opzichte van de overige monsterpunten binnen de groep, waarin ze nu zijn ingedeeld.

TOELICHTING BIJ BIJLAGE 1.

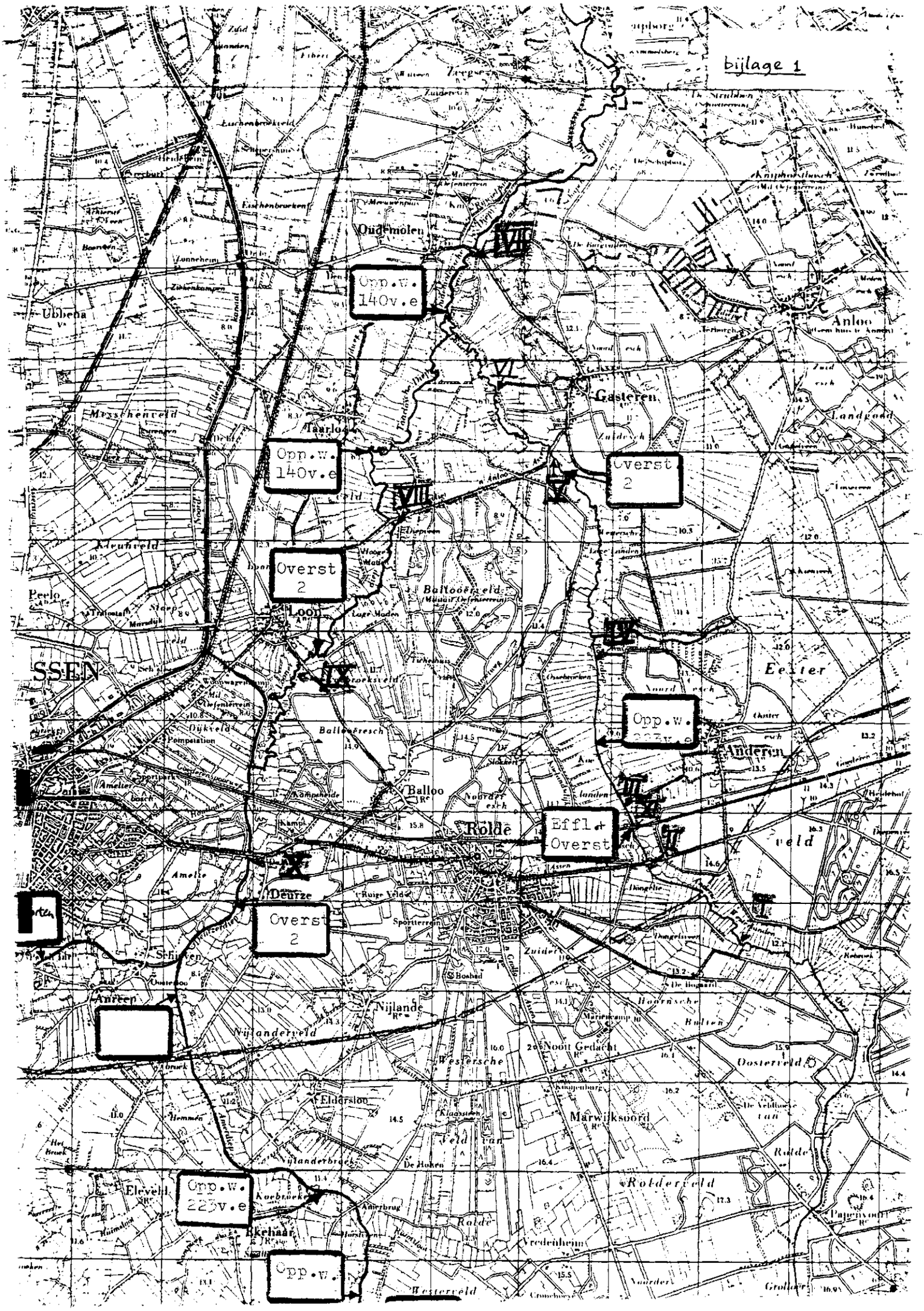
Verklaring van de afkortingen:

E = effluentlozing.

H = lozing huishoudelijk afvalwater.

R = rioolwateroverstort.

bijlage 1


Oudemolen
Opp.w.
140v.e
Ubbena
Anloo
Gasteren
Taarloo
Opp.w.
140v.e
Overst
2
Overst
2
Peelo
Loon
Balloërveld
Eester
Opp.w.
Anderen
Balloo
Effl+
Overst
Rolde
Deurze
Overst
2
Schipborg
Anreep
Nijlande
Nijlanderveld
Westersche
Noord Gedacht
Oosterveld
Eldersloo
Marwijksoord
Elevelt
Opp.w.
225v.e
Roldervelt
Rolde
Opp.w.

Bijlage 2

zuiveringsschap drenthe

Monsterpunt	MONSTER-datum	
	DATUM - determin.	
	ONDERZOEKER	

naam waterloop:

COORDINATEN	

BREEDTE m	DIEPTE cm	TEMPERATUUR	

STROMING:	geen 0	rustig 0	turbulent 0	zeer turbulent 0
STROOMSNELHEID aan de oppervlakte cm/s				
WATERAFVOER:	geen 0	weinig 0	normaal 0	hoog 0
KLEUR :	niet opvallend 0	opvallend:		
GEUR :	niet opvallend 0	chemisch 0	afvalwater 0	rotte eieren 0
SCHUIMVORMING:	geen 0	zwak 0	sterk 0	

SUBSTRAAT: 1 = incidenteel 2 = weinig 3 = matig 4 = veel 5 = dominant

Puin		Grof zand		Fijne detritus		Waterplanten	
Stenen		Fijn zand		Grove detritus		Draadwieren	
Grof grind		Klei		Bladeren		IJzeroker	
Fijn grind		Modder		Takken			
Anders:							

bodembuis-monster:

SUBSTRAATTOESTAND:	schoon 0	met slib bedekt 0	begroeid met algen 0	slijmerig (bacteriën) 0	
	anders:				
VESTIGING REMMENDE FACTOREN:	ijzeroker 0	zandtransport 0	slibtransport 0	beklede bedding 0	

VERVUILINGSINDICATIES :

GEOMORFOLOGIE:	vrij meanderend 0	genormaliseerd 0	gestuwd 0	beschoeid met wilgentenen 0
	beschoeid met azobématten 0	beschoeid met beton 0	beschoeid met tegels 0	
	beschoeid met gobimatten 0	anders:		

WATERVEGETATIE: (soorten + bedekkings %)	Emergent:	Drijvend:	Submers:

OEVERVEGETATIE:

BESCHADUWING(gemiddeld) :	niet 0	zwak 0	middelmatig 0	sterk 0	volledig 0	
Door :	bomen 0	struiken 0	kruiden 0	op Linkeroever 0	op Rechteroever 0	
BEMONSTERINGSMETHODE:	net 0	happer 0	hand 0	verzameld 0	stenen/takken afgezocht 0	

BEMONSTERD OPPERVLAK : (aantal meters door diverse substraten aangeven, of aantal kicks):

GESIGNALEERDE FAUNA: (niet meegenomen aantallen : geteld of geschat)	Driedoorn		Tiendoorn		Bermpje					
	Gammarus		Asellus		Simulium					
	Baetis		Tubifex		Oligochaet.					
	Hirudinea		Chironomus							
	Hydropsyche									

Ruimte voor profieltekening, bovenaanzicht substraatmozaiek en opmerkingen.

Bijlage 3. OVERZICHT VAN DE KONSTANTEN.

Monster-nummer	Plaats inclusief topkoördinatie	Monster-datum	Lengte monster (m)	Beek-diepte (m)	Beek-breedte (m)	Gemiddelde stroming m/s	Substraat	Vegetatie + % bedekking	Aantal soorten	Aantal individuen	Diverse index	I.M ind
I	Andersche Diep bovenloop 242,7 - 555,5	1-5-1984	6	0,4	2	0,25	Grof zand ijzeroker slib	Kleine fontein-kruiden 5%	36	351	5,1	5,
II	Rolderdiep weg Rolde-Gieten, 241,4 - 556,4	1-5-1984	8	n.t.m.	5	0	Fijn zand, fijne detritus	geen	42	382	5,0	4,
III	Rolderdiep fietsbrug 241,2 - 557,1	1-5-1984	4	n.t.m.	5	0,1	Fijne/grove detritus slib	geen	24	640	3,3	10,
IV	Rolderdiep t.h.v. Balloër-240,9 - 558,8	1-5-1984	7	n.t.m.	5	0,25	Grof/fijn zand grove detritus draadwieren	Klein fonteinkruid 1%	32	2.185	2,60	-
V	Gasterense Diep weg Gasteren-Loon 240,2 - 561,1	1-5-1984	6	0,2-0,5	3	0,4	Grof fijn zand, grove fijne detritus	Sterrekroos 5%	31	210	5,5	8,
VI	Gasterense Diep 1 km stroomafwaarts van V 239,8 - 563,7	1-5-1984	5	0,2-0,6	3	0,5	Puin/stenen, grof/fijn zand grof/fijn	Sterrekroos 1%	29	229	10,2	-
VII	Oudemolense Diep Oude Molen, 239,5 - 563,2	2-5-1984	8	0,2-0,6	10	0,25	Grof/fijn zand fijne detritus modder	Klein fonteinkruid 5%	38	446	11,3	6,
VIII	Looner Diep weg Loon-Gasteren, 238,5 - 560,2	2-5-1984	6	0,2-0,5	6	0,3	Grof/fijn zand	geen	52	512	7,5	7,
IX	Looner Diep weg Balloo-Loon, 237,5 - 558,6	2-5-1984	6	0,2-0,6	5	0,5	Grof zand	Klein fonteinkruid 5%	28	290	4,7	-
X	Deurzerdiep weg Rolde-Assen, 239,9 - 556,5	2-5-1984	5		12	0	Grof/fijn detritus	Tot ongeveer 25% een meter uit de kant veel soorten platen + algen en draadwieren	46	797	10,3	3,
XI	Rolderdiep tussen stuw en lozing, 241,8 - 556,8	24-5-1984	4	-	7	0	Grof/fijn detritus	Draadwieren algen en diverse waterplaten 5%.	30	1.491	2,3	8,

Bijlage 4. RESULTATEN MACROFAUNABEMONSTERING.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
- Tricladida (platwormen)											
Dugesia lugubris											0,1
Tricladida sp.						0,9					
- Oligochaeta (borstelwormen)											
Lumbriculus variegatus	0,9	3,7	2,2	0,5	2,4	5,7	4,5	0,6		0,1	
Nais variabilis				60,6	40,4	24,0					62,4
Stylaria lacustris	1,1				3,8	3,5	0,7				9,1
Tubifex sp.	41,0	7,6	46,9	6,4	10,0	3,9	1,1	7,8	1,7	1,4	3,8
- Hirundinea (bloedzuigers)											
Glossiphonia heteroclita				0,1				0,2	0,3		
Helopdella stagnalis	0,3	1,6	9,2	2,0	3,8	2,6	1,1	0,2	0,3	0,5	
Herpobdella octoculata	1,1		0,2				0,2				
- Mollusca (weekdieren)											
Bithynia leachi										4,8	
Bithynia tentaculata		0,5		0,05				0,6		15,2	
Lymnaea palustris					0,5						
Lymnaea peregrafovata	1,1				1,4						
Lymnaea stagnalis		0,3								0,3	
Pisidium sp.	5,1	0,5	25,9	1,6		0,9		4,1	1,0	5,5	
Planorbis corneus	1,4									0,6	0,1
Planorbis planorbis										1,4	
Planorbis spirorbis		0,5		0,1							
Planorbis vortex		1,3									
Valvata piscinalis	8,5	4,0	0,8			0,4	0,7	1,4		22,3	1,7
- Ephemeroptera (haften)											
Baetis sp.									13,1		
Caenis horaria	3,4	42,1	0,3	0,05	1,4	0,9	16,6	27,1	37,9	12,7	

Ca ro a							4,5			
Centroptilum luteolum							10,1	1,4		
Cloeon dipterum								0,8		1,3
~ Odonata (libellelarven)										
Calopteryx virgo							0,2			
Coenagrionidae sp.							1,6			
Erythromma najas									0,1	
Erythromma sp						0,4				
Erythromma virudulum										0,4
Ischnura, Coenagrion, Cercion/Enallagma								1,6		
Pyrrhosoma nymphula								0,2		
~ Heteroptera (wantsen)										
Gerris thoracicus						0,4				
Hydrometra stagnorum									0,3	
Ilyocoris cimicoides										0,1
Notonecta glauca										0,3
Sigara distincta	0,3	0,8								
Sigara falleni/longipalis		0,5						0,4	0,3	6,5
Sigara striata		0,3							2,4	
~ Coleoptera (kevers)										
Anacaena limbata		0,8		0,05		0,2		0,4	0,3		0,1
Coleoptera indet, larve										0,1
Cymbiodyta marginella								0,2		
Dryops/Helichus larve						0,2				
Graptodytes pictus								0,6	0,3	0,3
Haliplus/Brychius, larve		0,8		0,05		0,2		0,4	0,3		0,1
Haliplus fluviatilis		0,3	0,3							1,5	0,1
Hydaticus, larve	1,1									
Hydaticus transversalis	0,3		0,2							

[redacted]			I	V			II	VI			
Hydroporus palustris										0,1	
Hygrotus inequalis	0,6										
Hygrotus versicolor										1,4	
Hyphydrus ovatus	0,6										
Ilybius, larve		0,8									0,1
Laccophilus hyalinus						0,2					
Lymnebius truncatellus	0,3										
Rhantus, larve				0,05	0,5						0,3
Oulimnius trochlodytes	0,6										
Oulimnius tuberculatus								0,2	0,3		
Stictotarsus duodecimpustulatus		1,8	0,6	0,05		0,4				0,9	
- Crustacae (kreeftachtigen)											
Asellus aquaticus			0,3		0,5		0,2	1,2	0,7	4,4	
Gammarus pulex	5,1	1,6	1,1	0,1				0,2			
Ostracoda sp.	1,4	0,3		0,1						7,5	0,1
Proasellus meridianus	0,6	0,5	1,6	0,05	2,4	0,9	0,2	0,8		0,3	
- Diptera (tweevleugeligen)											
--- Tanypodinae											
Ablabesmyia phatta										0,4	
Clinotanypus nervosus	4,6	1,0									
Conchapelopia melanops	0,3	0,3	0,2	1,1	1,0	1,7	0,9	1,2	0,7	1,4	
Macropelopia	0,3										
Psectrotanypus varius	0,3		0,3					1,2			
Procladius s.a.	3,4	4,5	0,8	3,4	2,9		0,7	1,4		2,3	5,9
--- Orthocladiinae											
Brillia modesta	0,3										
Cricotopus sp.					0,5						
Cricotopus sylvestris						0,9					

Eu[illegible]ri sp											0,[illegible]
Orthocladinae indet.	0,3										0,1
Orthocladius										0,3	0,2
Prodiamesa olivacea					0,5			0,4			
Psectrocladius psilopterus				0,05	2,9	9,6	2,5	2,0	8,3		
Psectrocladius sordidellus/limbatellus					1,0						0,2
--- Tanytarsini											
Cladotanytarsus	2,0	3,9			5,2		6,7	7,6	5,9	0,4	0,1
Paratanytarsus		0,3		5,3	2,4	7,9	1,8	0,2			
Rheotanytarsus							6,7		3,1		
Tanytarsini indet.								0,2			
Tanytarsus				0,6	0,5	0,4	2,0	4,1	0,3		
--- Chironomini											
Chironomidae spp.pop		1,6		4,5	1,4	1,7	1,6	0,8	1,4	0,3	0,8
Chironomus			6,1	0,9							5,6
Cryptochironomus		1,1		0,7	0,5		2,0	0,2	1,7	0,3	0,1
Dicrotendipes nervosus				0,1	6,7	13,1		0,2			
Endochironomus albipennis										2,3	
Glyptotendipes			1,8								
Harnischia							1,1	0,2			
Microtendipes chloris						0,4		0,2		0,1	
Parachironomus arcuatus					1,4	2,2	0,4				0,1
Paracladopeslma laminata	0,3	0,5						0,2	1,0		
Paratendipes albimanus	12,8	8,6		6,7	0,5	0,9	13,7	0,2		1,4	17,5
Phaenopsectra (syn. Lenzia)					0,5						
Polypedilum breviantennatum						8,7		0,6		0,1	
Polypedilum nubeculosum		1,0	1,1	0,9	2,9		0,9	0,2	1,0	3,1	0,3
Simulium sp.					0,5	4,4	1,6	0,4	4,1		
Tipulidae sp.				0,05							
Bezzia sp.	2,3	0,5	0,2	0,4	0,5		1,1	0,6	0,3	5,7	0,1
Limnobiidae sp.				0,05							

			I	V			II	VII			X
- Brachycera											
Tabanidae sp.											
- Trichoptera (kokkerjuffers)											
Anabolia nervosa	0,6	2,9	0,2								
Athripsodes aterrimus							1,3	0,8			
Hydropsyche augustipennis						0,9					
Hydroptyla		0,5					13,0	22,9	20,4		
Limnephilidae sp.				0,05		0,8					
Limnephilus sp.											
Limnephilus borealis		0,3						0,2			0,1
Limnephilus flavicornis										0,3	
Limnephilus rhombicus					1,0						
Molanna angustata									0,3		
Mystacides longicornis		0,5								4,0	0,1
Mystacides nigra							3,2	3,7	0,7		
Neureclepsis bimaculata							0,7	0,2			
Setodes argentipuntellus							0,4				
Triaenodes sp.		0,3								0,1	
- Plecoptera (steenvliegen)											
Nemoura cinerea					1,0	0,4	0,2	0,2			
- Pisces (vissen)											
Cobitis taenia	0,3					0,9					

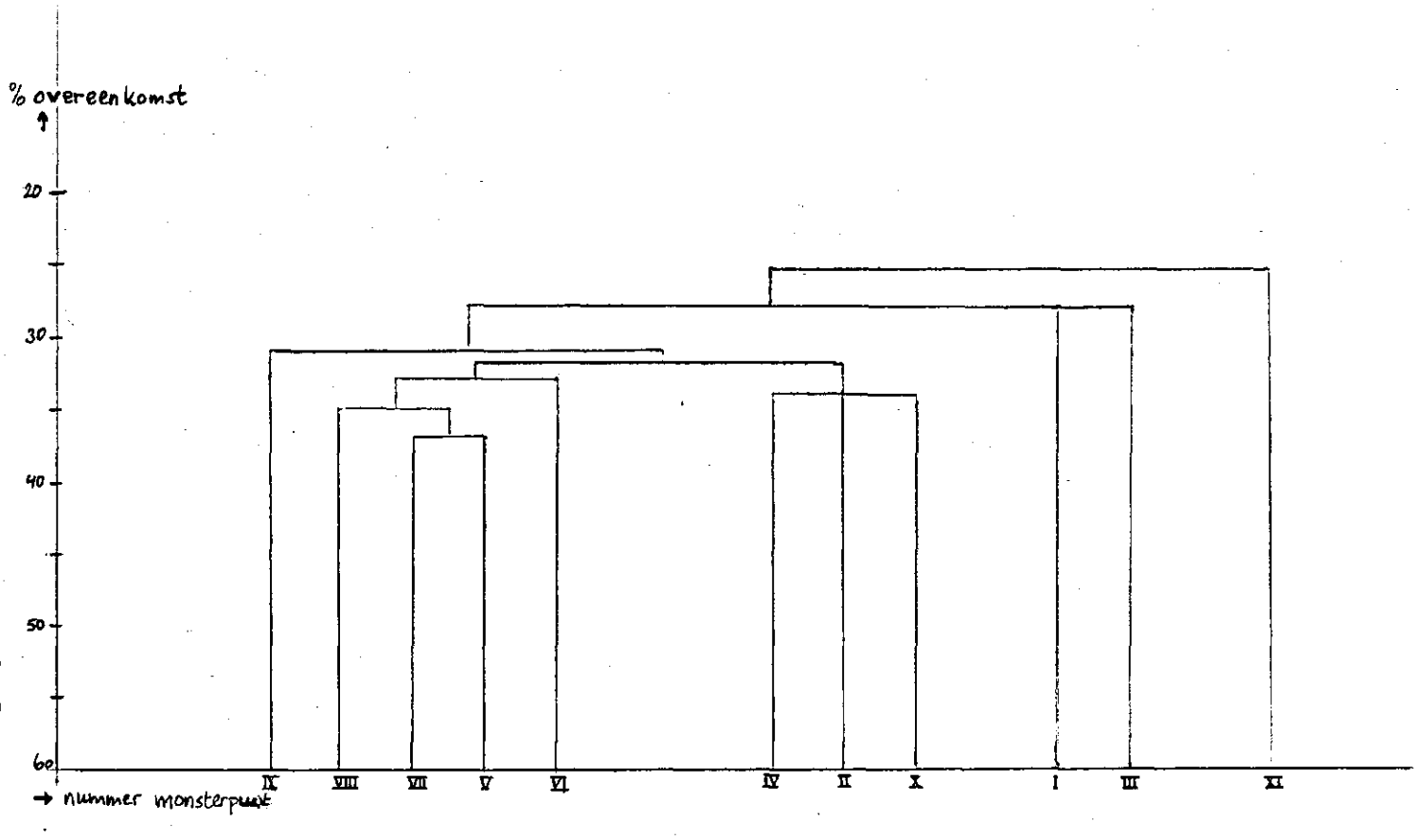
Bijlage 5. RESULTATEN FYSISCH-CHEMISCHE ANALYSES.

Datum	Omschrijving	Kleur	Reuk	Helderheid	Temp. °C	Doorzicht cm	BZV_5 mg/l
24-4	Andersche Diepte I	zw.grijs	zw.grond.	helder	14,5	TB	3
22-5		geel	zw.grond.	zw.opalesc.	13,0	TB	2
26-6		geel/bru	gronderig	st.opalesc.	14,0	TB	4
24-4	Deurzerdiep X	zw.grijs	zw.grond.	helder	16,0	TB	2
22-5		zw.ge/gro	gronderig	helder	12,5	90	1
26-6		zw.grijs	zw.grond.	helder	13,5	85	1
2-4	Rolderdiep XI	zw.geel	zw.grond.	helder	6,5	-	7
24-4	Rolderdiep III	grijs	zw.grond.	helder	14,5	50	9
24-4	Gasterense Diep V	zw.grijs	zw.grond.	helder	14,5	30	4
22-5		grijs	zw.grond.	zw.opalesc.	13,5	25	7
26-6		zw.grijs	reukloos	helder	13,0	50	1
24-4	Rolderdiep II	geel/grij	zw.grond.	helder	14,5	80	2
22-5		geel/grij	zw.grond.	helder	13,5	60	3
26-6		zw.gri/ge	zw.grond.	helder	14,0	75	1
24-4	Loonerdiep VIII	zw.ge/gri	zw.grond.	helder	16,0	40	3
22-5		grijs	zw.grond.	zw.opalesc.	13,5	40	10
26-6		zw.gri/ge	reukloos	helder	14,5	60	1
24-4	Taarlosche Diep VII	zw.grijs	reukloos	helder	14,5	55	3
22-5		grijs	zw.grond.	zw.opalesc.	13,0	45	8
26-6		zw.gri/ge	reukloos	helder	14,0	75	1

$_2$ mg/l	O_2 verz.%	NH_4^+-N mg/l	NO_2^--N mg/l	NO_3^--N mg/l	P-ortho mg/l	P-tot. mg/l	pH	Cl^- mg/l	Geleidb. heid us	Chlor-a ug/l	%	Fe mg/l
',3	168	0,1	0,01	1,8	0,03	0,18	7,2	23	270	24	77	2,8
10,9	103	0,1	0,02	1,3	0,04	0,19	7,1	19	253	37	60	-
',6	73	0,1	0,02	1,3	0,05	1,7	7,2	23	268	129	75	-
,9	149	<0,1	0,01	2,6	0,02	0,07	7,6	24	259	15	71	2,3
'0,3	96	0,1	0,02	1,7	0,03	0,09	7,1	20	241	15	79	-
,4		<0,1	0,01	1,8	0,04	0,07	7,3	23	257	1	13	-
12,1	98	4,4	0,02	4,2	0,9	1,3	7,3	29	-	-	-	-
,8	115	5,6	0,03	2,5	1,2	1,4	7,5	28	358	12	60	1,9
15,5	150	1,3	0,05	2,3	0,15	0,6	7,8	24	312	25	71	2,5
,1	58	2,5	0,10	1,4	0,42	1,1	7,2	20	285	23	49	-
8,2	77	1,1	0,20	1,8	0,18	0,30	7,4	22	313	0	0	-
,5	102	0,1	0,01	0,8	0,03	0,05	7,5	24	345	9	90	2,4
3,1	77	0,6	0,03	0,6	0,09	0,24	7,3	22	301	15	54	-
'0,6		<0,1	0,01	0,4	0,03	0,05	7,6	24	338	6	100	-
,5	135	<0,1	0,01	0,8	0,03	0,17	8,0	24	342	21	72	2,8
5,3	50	1,5	0,06	0,8	0,21	0,6	7,2	25	307	13	54	-
,9	116	0,1	0,01	0,5	0,03	0,05	7,9	23	332	3	100	-
13,7	133	0,6	0,03	1,2	0,07	0,24	8,0	25	339	20	71	2,6
,8	55	1,9	0,07	1,0	0,21	0,7	7,2	24	317	21	49	-
10,5	101	<0,1	0,05	0,9	0,06	0,09	7,8	23	327	3	100	-

Bijlage 6. SIMILARITEITSMATRIX EN DENDROGRAM.

XI											
III	19										
IV	27	28									
V	27	20	30								
VI	16	19	31	33							
X	26	25	27	22	21						
II	27	26	34	22	21	34					
I	22	28	32	21	19	24	26				
IX	16	19	24	25	18	26	25	18			
VII	24	17	29	37	28	31	30	30	35		
VIII	20	20	32	30	27	28	31	20	30	35	
	XI	III	IV	V	VI	X	II	I	IX	VII	VIII monsterpunt nummer



Bijlage .. HANDMATIGE ORDINATIE MACROFAUNA.

Soort / nummer monsterpunt	III	I	XI	IV	VI	V	IX	X	II	VII	VIII
Chironomus	o		o	o							
Psectrotanypus varius	o	o									o
Hydaticus transversalis	o	o									
Psectrocladius sordidellus/limbatellus			o			o					
Orthocladiinae indet.		o	o								
Cobitis taenia		o			o						
Lymnaea peregra f. ovata		o				o					
Limnephilus sp.											
Oulimnius tuberculatus							o				o
Rhantus			o	o	o						
Erpobdella octoculata	o	o								o	
Anabolia nervosa	o	o							o		
Microtendipes gr. chloris					o			o			o
Nais sp.			o	o	o	o					
Orthocladius sp.							o	o			
Gammarus pulex	o	o		o					o		o
Ilybius larve			o						o		
Ostracoda		o	o	o				o	o		
Sigara distincta		o							o		
Haliplus fluviatilis	o		o					o	o		
Planorbis corneus								o	o		
Planorbis spirorbis				o					o		
Mystacides longicornis			o					o	o		
Lymnaea stagnalis								o	o		
Rheotanytarsus							o			o	
Stictotarsus duodecimpustulatus	o			o	o			o	o		
Dicrotendipes nervosus				o	o	o					o

[illegible]			o		o	o				o	
Glossiphonia heteroclita				o			o				o
Prodiamesa olivacea						o					o
Coenagrionidae larve							o	o			
Valvata piscinalis	o	o		o	o		o	o	o		o
Pisidium sp.	o	o		o	o		o	o	o		o
Proasellus meridianus	o	o		o	o	o		o	o	o	o
Lymnephilus borealis			o						o		o
Polypedilum breviantennatum					o			o			o
Asellus aquaticus	o					o	o	o		o	o
Tubifex sp.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Bezzia sp.	o	o	o	o		o	o	o	o	o	o
Lumbriculus variegatus	o	o		o			o	o	o	o	o
Hydracarina	o		o	o			o	o	o	o	o
Paracladopelma laminata		o					o		o		o
Procladius s.a.	o	o	o	o		o		o	o	o	o
Paratendipes albimanus		o	o	o	o	o	o		o	o	o
Caenis horaria	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o
Conchapelopia melanops	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o
Psectrocladius psilopterus				o	o	o	o			o	o
Sigara striata								o	o		
Cladotanytarsus		o	o			o	o	o	o	o	o
Cryptochironomus			o	o		o	o	o	o	o	o
Bithynia tentaculata				o				o	o		o
Polypedilum nubeculosum	o		o	o		o	o	o	o	o	o
Helobdella stagnalis	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o
Tanytarsus				o	o	o	o			o	o
Paratanytarsus				o	o	o			o	o	o
Nemoura cinerea					o	o				o	o

Soort	nummer monsterpunt	III	I	XI	IV	VI	V	IX	X	II	VII	VIII
Hydroptila								o		o	o	o
Simulium sp.						o	o	o			o	o
Graptodytes pictus								o	o			o
Sigara falleni/longipalis								o	o	o		o
Mystacides nigra								o			o	o
Neureclepsis bimaculata											o	o
Harnischia											o	o
Athripsodes aterrimus											o	o

Bijlage 8. Synoptische tabel.

Soort	Groep	2	1	3	4
Proasellus meridianus		o	o	o	o
Hydracarina sp.		o	o	o	o
Bezzia sp.		o	o	o	o
Cryptochironomus		o		-	-
Cladotanytarsus		o	-	+	+
Procladius s.a.		●	o	-	-
Paratendipes albimanus		●	+	o	o
Polypedilum nubeculosum		o	-	-	-
Chironomus		●	*	-	
Haliplus fluviatilis		o	+	-	
Mystacides longicornis		o		-	
Nais sp.		X		+	*
Tubifex sp.		o	X	o	o
Psectrotanypus varius			o		
Stylaria lacustris			o		
Erpobdella octoculata			o		
Anabolia nervosa			o		
Stictotarsus duodecimpustulatus			+	-	
Gammarus pulex			+	-	
Helobdella stagnalis			●	o	o
Lumbriculus variegatus			o	o	o
Conchapelopia melanops			o	o	o
Asellus aquaticus			-	-	-
Caenis horaria			o	o	o
Paratanytarsus				●	●
Tanytarsus sp.				o	o
Microtendipes gr. chloris				-	-
Psectrocladius psilopterus					o
Simulium sp.					o
Nemoura cinerea					o

Bijlage 8 (vervolg).

Soort	Groep	2	1	3	4
Hydroptyla					+
Polypedilum breviantennatum					-
Prodiamesa olivacea					-
Mystacides nigra					-
Arthripsodes atterimus					-
Harnischia					-
Neureclepsis bimaculata					-
Gemiddeld per groep:					
Aantal soorten		30	32	29	36
Diversiteitsindex		2,3	4,2	6,0	8,0
I.M.P.-index		8,0	7,6	3,9	7,5
K-index		115	170	350	395

X = voorkomend in elk monsterpunt, dominant.

● = voorkomend in elk monsterpunt, frekwent.

o = voorkomend in elk monsterpunt, regelmatig.

* = voorkomend in tenminste de helft van de monsterpunten, dominant.

+ = voorkomend in tenminste de helft van de monsterpunten, frekwent.

- = voorkomend in tenminste de helft van de monsterpunten, regelmatig.

Bijlage 9. BEGRIPPENLIJST.

Abiotisch	-	het niet-levende milieu, bestaande uit onder andere de anorganische voedingszouten, de klimaatfaktoren en de bodemgesteldheid.
Complexiteit	-	de mate van ingewikkeldheid van een ecosysteem in vormen en processen.
Diversiteit	-	verhouding tussen het aantal soorten organismen en het aantal individuen, als maat voor de verscheidenheid in het ecosysteem.
Ecologie	-	de wetenschap van de wederzijdse relaties van de organismen onderling en met hun milieu.
Eutroof	-	voedselrijk.
Fauna	-	dierenwereld.
Flora	-	plantenwereld.
Gradiënt	-	gebied waarbinnen de invloed van een of enkele milieufaktoren in een bepaalde richting geleidelijk verandert.
Indicator	-	organisme dat nauwe eisen stelt aan zijn milieu en daardoor bij geringe veranderingen in het milieu snel verdwijnt.
Levensgemeenschap	-	een verzameling van organismen van verschillende soorten die voorkomen in een bepaalde omgeving en die met elkaar en met die omgeving in wisselwerking verkeren.
Macrofauna	-	met het blote oog waarneembare, ongewervelde waterdieren.
Macrofyt	-	hogere waterplant.
Mineralisatie	-	het proces waarbij door werking van voornamelijk bakteriën organisch materiaal omgezet wordt in anorganisch materiaal.

Primaire produktie	-	de opbouw van organisch materiaal door plantaardige organismen.
Saprobie	-	de intensiteit van de afbraak van organische stof in een ecosysteem.
Struktuur	-	de onderlinge rangschikking van de samenhang tussen de onderdelen van een ecosysteem.
Successie	-	de opeenvolging in de tijd van een levensgemeenschap door een andere in de reeks van pionier naar climaxgemeenschap (primaire successiereeks).
Trofie	-	de intensiteit van de primaire produktie in een ecosysteem.

Bijlage 10. LITERATUURLIJST VAN DETERMINATIEWERKEN.

1. Cranston P.S. A key to the larvae of the British orthocladiinae F.B.A., Scientific publication, nr. 45, 1982.
2. Davies L. A key to the British Species of Simulidae, F.B.A., Scientific publication nr. 24, 1968.
3. Dresscher Th.G.N., H. Engel en A. Middelhoek. De Nederlandse bloedzuigers(Hirudinea). Wetenschap.meded. K.N.V.V. nr.39, 1960
4. Drost B. Schreyer M., Waterkevertabel Jeugdbondsuitgeverij 2e druk, 1978.
5. Dutmer G. en F. Duijm, Libellen,Jeugdbondsuitgeverij, 2e druk 1977.
6. Edington J.M. en A.G. Hildren. Caseless caddis larvae of the British isles. F.B.A. Scientific publication, nr. 43, 1981.
7. Engelhardt W. Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 7e druk 1977.
8. Higler L.W.G., Concept-kokerjuffertabel voor Nederland zonder titel, R.I.N. Leersum, zonder jaartal.
9. Gijsels, R. Haftenlarventabel. Belgische Jeugdbond van Natuurstudie, 1966.
10. Hartog C. den, De Nederlandse platwormen (Tricladia), Wetenschap.meded. K.N.N.V. nr. 42, 1962
11. Higler L.W.G., Inleiding tot de kennis van de oudgewervelde zoetwaterdieren en hun milieu, K.N.N.V., Wetenschappelijke mededelingen nr. 113, 1974.
12. Hiley P.D., The identification of British limnephilid larvae (Trichoptera) Zoology Department, University of Newcastle upon Tyne, 1976.
13. Hynes H.B.N., A. key to the Adults and Nymphs of British stoneflies (Plecoptera) F.B.A. Scientific Publication, nr. 17, 3e druk, 1977.
14. Janssen A.W. en E.F. de Vogel, Zoetwatermollus en van Nederland. Nederlands jeugdbond voor natuurstudie, 1965.
15. Moller Pillot H.K.M., De Larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) Nederlandse Faunistische Mededelingen, 1e druk, 1978-1979.

16. Moller Pillot H.K.M., Tabel voor het determineren van chironomidae-larven, januari 1974.

17. Nieser W., De Nederlandse water- en oppervlaktewateren. Koninklijke Nederlandse natuurhistorische vereniging, wetenschappelijke mededelingen nr. 77, 1968.

18. Tolkamp H.H., Determinatietabel der Europese, in het water levende diptera-larven. Landbouwhogeschool, Wageningen, 1976.

19. Zoölogisch museum der Universiteit van Amsterdam, Gammarus-tabel, 3e druk, 1969.

Bijlage 11. OVERIGE GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

1. Gardeniers J.J.P. en H.H. Tolkamp. Biological assessment of waterquality in the river trent watershed. Mededelingen Vakgroep Natuurbeheer nr. 137, 1976.

2. Gijsen M.E.A. van en T.H.L. Claassen. Biologisch wateronderzoek: Macrofyten en macrofauna. Integraal Struktuurplan Noorden des Lands lansdelig milieu-onderzoek, deelrapport 2. Rijksinstituut voor natuurbeheer, 1978.

3. Heydeman B. en E. van 't Oever. Twente, een hydrobiologisch onderzoek van de beken I. L.H. Wageningen, afdeling Natuurbeheer, 1979.

4. Lange L. de en M.A. de Ruiter (red.) Biologische waterbeoordeling. Instituut voor milieuhygiëne en gezondheidstechniek T.N.O. Delft, 1977.

5. Moller Pillot H.K.M. Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken. Pillot standaardboekhandel. Tilburg, 1971.

6. Oosterloo W. De Makrofauna van de Niersense sprengebeken. Natura, januari/ februari 1983, bladz. 73 e.v.

7. Tolkamp H.H. De hydrobiologische kwaliteitsbeoordeling van de beken in de zuidelijke Achterhoek op basis van macrofauna. L.H. Wageningen, afdeling Natuurbeheer, 1975.

8. Zuiveringsschap Drenthe. Rapport kwaliteit oppervlaktewater Drenthe 1982.