

Onderzoek naar de hydrobiologische toestand van het water in het stroomgebied van de Renkumse beek, i.v.m. verontreiniging en recreatie.

Praktijkverslag voor Natuurbeheer  
van mevr. N.P. Bovée-Meijn,  
studente aan de Landbouwhogeschool te Wageningen  
t.b.v. het ingenieursexamen richting Waterzuivering.

Wageningen, september 1969.

ALH 62, RIVON H 121.

I N H O U D

	blz.
I. Inleiding	2
II. Doelstelling en verantwoording.	3
III. Topografie en geschiedenis.	4
IV. Algemene beschrijving van de beek, recreatie.	7
V. Bespreking van de monsterpunten	10
A. Chemische analyses	11
B. Bemonstering van de fauna	13
C. Bemonstering van de flora	16
VI. Conclusie	17
VII. Samenvatting.	18

Literatuurlijst.

Bijlagen V A, V B<sub>1</sub> en V B<sub>2</sub>, V C, alsmede 2 kaarten.

## I. Inleiding.

Reeds vele generaties lang is de Renkumse beek (ook wel Molenbeek genoemd), een trekpleister voor de bevolking van Renkum, Wageningen en andere omliggende gemeenten. Deze aantrekkingskracht dankt de beek aan de mooie bosrijke omgeving, de geheimzinnige aanwezigheid van grafheuvels en urnenvelden, die een rijke historische achtergrond doen vermoeden, en last but not least het heldere, koele beekwater.

De bovenloop van de Renkumse beek is weinig aangetast. In de benedenloop kan op sommige punten bij geschikte weersgesteldheid een intensieve recreatie plaats vinden. Verder bevindt zich in het laatste stuk van de benedenloop tevens een papierfabriek, die de beek verder gebruikt als afvoerleiding van afvalwater.

In verband met deze menselijke activiteiten, waarin vooral ook de huidige toenemende recreatie een rol speelt, leek het gewenst een onderzoek in te stellen naar de kwaliteit van het water in het stroomgebied van de Renkumse beek.

Dit stroomgebied omvat de Renkumse beek met 7 watertoevoerende bronnen (waarvan slechts degene vlak boven Quadenoord „natuurlijk” zijn), alsmede de gedeeltelijk parallel lopende Witte beek, die na de buurtschap Harten, de Kortenburgse beek genoemd wordt.

Deze studie is verricht als een opdracht voor wetenschappelijk onderzoek van het RIVON te Zeist, in het kader van mijn praktijktijd voor de studierichting Waterzuivering aan de Landbouwhogeschool te Wageningen. De algehele leiding berustte bij prof.dr. M.F. Mörzer Bruyns, drs. P. Leentvaar en mej. drs. C.J.M. Sloet van Oldruitenborgh. De uitwerking der gegevens op het gebied van fauna en flora is geschied op de afdeling Hydrobiologie van het RIVON alwaar drs. P. Leentvaar, drs. P. Schroevens en de heer L.W.G. Higler, hoofd resp. leden van voornoemde afdeling mij met raad en daad terzijde hebben gestaan.

Voor wat betreft de uitwerking van een gedeelte der chemische analyses zeg ik dank aan prof.dr. P.G. Fohr en ir. J.H. Rensink, hoogleraar resp. lid van de wetenschappelijke staf van de afdeling Waterzuivering van de Landbouwhogeschool, die mij het laboratorium, hulp en apparatuur ter beschikking stelden.

Het resterende deel der chemische analyses is verricht op het Waterleidinglaboratorium Midden Nederland te Bilthoven.

-----

## II. Doelstelling en verantwoording.

Doel van het onderzoek is een inventarisatie alsmede een beoordeling van de kwaliteit van het water in het stroomgebied van de Renkumse beek, o.a. in verband met tijdelijke en plaatselijke intensieve recreatie, aan de hand van gegevens, verkregen uit chemische analyses, waterplantenvegetatie en de macrofauna van de beekbodem. Het onderzoek is verricht aan de Renkumse beek, met alle bronnen en zijtakken, en de Witte beek - Kortenburgse beek, beide vanaf de oorsprong tot de papierfabriek.

Van het afvalwater van deze fabriek dat via de beekbedding in de Rijn stroomt, zijn alleen enige chemische analyses verricht, aangezien flora en fauna afwezig waren.

Het onderzoek heeft zich uitgestrekt over de maanden juni, juli en augustus, in verband met de in deze tijd van het jaar optimale ontwikkeling van flora en fauna. Aangezien in deze maanden ook het weer uitzonderlijk mooi is geweest, heeft de recreatie zich maximaal ontplooid, zodat de eventuele uitwerking op de waterkwaliteit juist nu vastgesteld zou kunnen worden.

Eén keer per maand is een volledige chemische analyse van het water verricht, terwijl de biologische monsternamen doorlopend heeft plaats gevonden in genoemd tijdsbestek.

Hoewel ik er mij van bewust ben, dat een éénmaandelijke chemische bemonstering slechts een momentopname is, die in het geval van een stromende en zich steeds verversende beek, van nog tijdelijker karakter is, meen ik toch van dit hulpmiddel gebruik te moeten maken, bij een oriëntatie over de waterkwaliteit. Op de 3 bemonsteringsdata is dus steeds een volkomen nieuwe watermassa geanalyseerd. Een stabiliserende factor is dat de situatie in het stroomgebied aan weinig wisselingen onderhevig is geweest. De weersomstandigheden voorafgaand en op de 3 data van chemische bemonstering waren vergelijkbaar.

Bij de beoordeling van de waterkwaliteit is ook gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur, voor wat betreft de chemische analyses om enig inzicht te geven in de betekenis van de getalwaarden, en aangaande de flora en fauna om eventuele verschuivingen in de bio-coenose te kunnen constateren.

-----

### III. Topografie en geschiedenis.

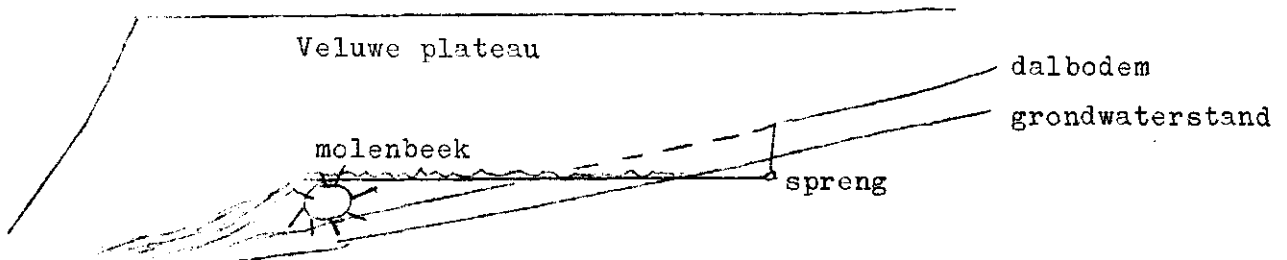
Het huidige landschap van de Veluwezoom is vnl. gevormd tijdens het Riss- en Würmglaciaal. De door de rivieren Rijn en Maas in het Pleistoceen aangevoerde zanden van het Veluweplateau, werden door het landijs, dat in de Riss-ijstijd tot hier doordrong en de dalen vulde, opgestuwd tot de grote stuwwallen, welke ook nu nog het relief aan het Veluwe landschap geven. Deze stuwwallen werden door het vele smeltwater al tegen het einde van het Riss-glaciaal gedeeltelijk weer afgebroken en plaatselijk, b.v. in de vlakte tussen de Renkumse en Heelsumse beek, als fluvoglaciaal afgezet (MAAS, 1959). In de laatste ijstijd (het Würm-glaciaal) heeft het landijs ons land niet opnieuw bereikt. Wel moet er een zeer streng en koud klimaat hebben geheerst, omdat de ondergrond permanent bevroren bleef. Dit had tot gevolg dat 's zomers al het smeltwater bovengronds moest worden afgevoerd. Met dit smeltwater werden grote hoeveelheden bovengrond meegenomen en elders afgezet. Men spreekt dan van solifluctie. Men stelt deze solifluctieverschijnselen aansprakelijk voor de afbraak van het Riss-glaciaalrelief, waardoor de dalen vaak met plaatselijk dikke lagen solifluctiemateriaal van de heuvels konden worden bedekt, terwijl door de grote hoeveelheden smeltwater toch brede dalen werden uitgeslepen.

's Winters zorgden de stormwinden ervoor dat solifluctiemateriaal elders werd afgezet. Zo zijn bv. de meer grove zanden van het solifluctiemateriaal afgezet in de dalen van de Heelsumse en Renkumse beek. Door dit samenspel van erosie door (overwegend westelijke) winden en solifluctie door smeltwater, ontstond het typische asymmetrische dalrelief van de Renkumse beek, met een steile oostkant en een glooiende westkant.

In dit verband is het van belang te wijzen op de bodemafzettingen, waarvoorheen de huidige Renkumse beek z'n weg vindt. Zie ook kaart I. Al deze afzettingen liggen op praeglaciale zanden of grinden, die over 't algemeen grof en voedselarm zijn. De 2 meest noordelijke bronnen ontspringen op de Ginkelse mark, bestaande uit hoge podzolgronden van overwegend arm zand. Deze gaan over in grindhoudende fluvoglaciale gronden met niet lemig, soms zwak lemig grof zand. Even boven Quadenoord treft men zwak lemig, soms niet lemig grof zand, terwijl vanaf Quadenoord de associatie beekdalgronden zich tot de Rijn voortzet met niet lemig en lemig fijn zand, soms veen in de ondergrond.

Aanvankelijk heeft men gedacht dat de beide grote dalen van de Heelsumse en Renkumse beek uitgeslepen waren door beken, die door een recente daling van de grondwaterstand geleidelijk verdroogd waren, maar waarvan de molenbeken nog restanten zouden zijn. Men heeft later echter aangetoond, dat van een dergelijke daling van de grondwaterstand geen sprake is, doch dat integendeel de molenbeken nog in zeer recente tijd door de mens zijn aangelegd in vrijwel droge dalen. Reeds in de vroege Middeleeuwen buitte de mens nl. de hoge grondwaterstand in de dalen uit door een watervoorziening (voor b.v. een waterrad of slotgracht) met behulp van gegraven sprengen, dat zijn diepe greppels die zo diep in het dal worden gegraven tot het grondwater is bereikt. De zo ontstane kunstmatige bronnen geven veelal het aanzien aan niet natuurlijke bronbeken (zoals een gedeelte van het bekenstelsel van de Renkumse beek).

Onderstaande tekening moge dit verduidelijken: (Roorda v. Eysinga 1952)



Van nature treedt het grondwater alleen in de laagste delen van de dalen en op enkele lagere plekken langs de Veluwezoom aan de oppervlakte en veroorzaakt daar broekige plaatsen en misschien een enkel beekje. Zulke plekken liggen in het Renkumse dal beneden Quadenoord. De huidige Renkumse beek vindt zijn oorsprong  $\pm$  1 km boven de spoorlijn Arnhem -Ede en vervolgt zijn weg in zuidelijke richting tot hij na  $\pm$  6 km bij Renkum in de Rijn stroomt. Onderweg passeert de beek de landgoederen: Boschbeek, Quadenoord en de Keyenberg. Vgl. Roorda v. Eysinga (1952) zit het bekenstelsel als volgt in elkaar:

Het oudste gedeelte, met nog een vrij natuurlijk karakter, ligt in de laagste plaatsen van het dal, waar het grondwater dicht aan de oppervlakte komt, op de kaart met A aangeven.

Tracé B geeft een omlegging te zien terwille van een oliemolen in de middeleeuwse buurtschap Harten, langs de westelijke dalrand.

Tracé C is een geheel nieuw gegraven beek met diep gegraven sprengstelsel, waarop verschillende olie-, papier- en korenmolens konden worden aangesloten.

Het sprengstelsel D reikt tot aan de Ginkelse mark, ten behoeve van een wat jongere molen op Quadenoord. Het begin van de oudere beek C kon daarbij als een zijspreng in het nieuwe stelsel worden opgenomen. Waar dit niet mogelijk was, moesten enkele lagere sprengen (20,22) onder de beek worden doorgeleid. In het Renkumse dal zijn dus achtereenvolgens verschillende beken naast elkaar gelegd. Deze aanleg is vrijwel geheel bepaald door technische en economische overwegingen, met name die van het drijven van watermolens. De naam Molenbeek is hiermede verklaard. De oudste watermolens dateren uit het jaar 1025 en 1076, als koren- en oliemolens. De ontwikkeling van de papierindustrie in de 17e en 18e eeuw heeft tenslotte de aanleg van talrijke ingewikkelde waterwerken met zich meegebracht. De naam Witte Beek voor het parallel lopende stuk boven Quadenoord dankt zijn naam aan het afvalwater van de papiermolen bij Quadenoord. Heden ten dage is deze naam van toepassing op het zuidelijke stuk na de papierfabriek.

Hoewel de aanleg van de Renkumse beek dus nog in historische tijden heeft plaats gevonden, is uit archeologische vondsten gebleken dat ook in praehistorische tijden het makkelijk te bereiken grondwater in het beekdal bewoning heeft aangetrokken.

En niettegenstaande het feit dat het vermelden van gegevens hierover met dit onderzoek als zodanig niets te maken heeft, wil ik er voor de volledigheid toch een kort overzicht van geven:

3000 - 1400 v. Chr. Het Neolithicum of de Jongere Steentijd.

In het midden des lands bloeit de klokbeekercultuur. Deze is oorspronkelijk afkomstig uit Spanje. Kenmerk van deze cultuur was o.a. het

- type aardewerk en het begraven van de doden in individuele grafheuvels. Nabij landgoed de Boschbeek zijn overblijfselen hiervan waargenomen.
- 1400 - 800 v.Chr. De Bronstijd. Dit is een periode van rustige ontwikkeling en versmelting van stammen uit het noorden en zuiden van ons land.
- 650 - Chr. geb. De IJzertijd. Invasies van stammen uit het noorden. Deze nemen de gevestigde bevolking in zich op en ontwikkelen een nieuwe cultuur, gekenmerkt o.a. door een gezamenlijk begraven van de doden in urnenvelden. Drie opeenvolgingen zijn in deze cultuur te onderscheiden, nl. de Hallstatt, La Tène en Germanenperiode. La Tène-urnenvelden ook in de omgeving van landgoed de Boschbeek.
- Chr.geb.-100 n.Chr. De Jongere IJzertijd. De Romeinen komen in het land. Er vindt een indeling plaats van de Germanen, in Friezen, Franken en Saksen, gebaseerd op onderlinge politieke verhoudingen. Ook uit de Romeinse tijd zijn vondsten rondom de Renkumse beek gevonden, o.a. bij landgoed de Keyenberg.

De Romeinen hebben de Rijn tot grens- en verdedigingslinie bestemd, waartoe zij de bevolking uit een brede strook langs de Rijn verdreven hebben. Er kwam toen een eind aan de vrij dichte bewoning. Romeinse patrouilles hielden regelmatig controle, vandaar vondsten als paardentuig edg. in dit gebied.

Na de val van het Romeinse rijk, komt de heerschappij der Franken en het begin der Middeleeuwen, waarvan de graven en kasteelresten (o.a. kasteel Grunsvoord) nog getuigen rondom de beek. Bij het doordringen van het Christendom in de 7e-8e eeuw, vindt het begraven der doden plaats in gestrekte houding onder de grond. Op kaart II zijn enige vondsten aangegeven.

Tot zover de achtergronden van het ontstaan van de Renkumse beek, bedoeld ook om een inzicht te geven in het op het eerste gezicht wat ingewikkeld lijkend stelsel van waterlopen. Van de 7 bronnen die de beek voeden zijn er volgens Maas (1959) slechts 4 natuurlijk, nl. die vlak boven Quadenoord liggen. Daar komt het grondwater op natuurlijke wijze aan de oppervlakte, zonder menselijk ingrijpen.

-----

#### IV. Algemene beschrijving van de beek, recreatie.

De Renkumse beek loopt over  $\pm$  6 km vrijwel in een rechte lijn van het noorden naar het zuiden, vanaf de bronnen op de Ginkelse mark tot de monding in de Rijn bij Renkum. Het beekdal waarin tracé A loopt (het oudste en meest natuurlijke deel van de beek), heeft een steile oostkant, met overwegend bosbegroeiing, en een glooiende westkant met weiland en bos. Het noordelijke stuk van de beek vanaf de Ginkelse bronnen tot even boven Quadenoord (1-10) loopt door bebost terrein (aan weerszijden). Daardoor is op dit stuk een sterke schaduwwerking. De oevers zijn vrij steil (de beek is daar immers gegraven!) en de bodem is bedekt met een dikke laag bladafval. Ter plaatse van de Ginkelse bronnen is dit blad sterk aan rotting onderhevig en is bij enig roeren een duidelijke reuk van  $H_2S$  te constateren. Vanaf punt 10 wordt de beschaduwing aan de westzijde minder, omdat dan bos plaats maakt voor weiland. Dit is dus het geval vanaf punt 10 tot aan de monding. Aan de oostzijde blijft een bosbegroeiing met uitzondering van punt 28-29, waar aan weerszijden weiland is, en punt 31-32, waar het bos aan de oostzijde minder dicht is. Vanaf punt 33 tot de papierfabriek is de oostelijke beboste dalhelling zeer steil.

Samenvattend met de afname in beschaduwing vanaf punt 10, wordt ook de bodem minder door bladafval bedekt. De bodembedekking wordt dan gyttja (het primaire bodemsubstraat blijft zand over de gehele beeklengte), van 10-30 blijft dit zo, hoewel plaatselijk in bochten, waar de iets snellere stroming in een stroomdraad meer materiaal heeft meegenomen, plekken met zand en fijn grind te zien zijn. De beekbedding wordt in dit tracé ook geleidelijk breder, tot deze in 30-32 de breedte van 4 meter bereikt. In dit stuk is de diepte echter erg gering ( $\pm$  10 cm) en is de bodem geheel zanderig.

Vanaf 32-34 is de beek even weer aan weerszijden beschaduwd. Bladafval en een zanderige zwarte blubber met veel takjes vormen hier de bodem. Vanaf 34-de papierfabriek wordt deze zwarte massa nog wat fijner van structuur en doet meer aan slib denken.

Samenvattend bestaat de beekbodem dus van noord naar zuid uit overgangen van:

- zand + bladafval,
- zand + gyttja met plaatselijk
- zand + grind,
- zand,
- zanderige blubber met takjes en bladafval
- zandig slib.

De Witte beek ontspringt bij punt 41 even boven Quadenoord, 300 m oostelijker dan de Renkumse beek, dit punt lijkt een natuurlijke bron te zijn.

Van 41-45 is er aan de oostkant bos, aan de westkant weiland. De bodem is zanderig met bladafval.

Van 45-50 loopt de beek geheel onbeschaduwd door het weiland, vrij snel stromend en met plaatselijk een geheel zandige bodem, voor het overige zand met gyttja.

Van 50-55 is er weer bebost terrein aan de oostkant en weiland aan de westkant. De bodem bestaat uit zand met gyttja, enig bladafval en plaatselijk zand- en grindbeddingen.

Vanaf punt 55 tot de papierfabriek een toename van de sliblaag.

Over 't algemeen is deze beek (die vanaf 50 de Kortenburgse beek heet) smaller dan de Renkumse beek. Hoewel de stroomsnelheid hier niet geme-



ten is, lijkt deze iets groter te zijn dan die van de Renkumse beek. De sliblaag wordt ook pas tegen het einde gevormd, waar die bij de Renkumse beek al veel eerder aanwezig is. Beide beekbeddingen vormen a.h.w. de afsluiting van de tussenliggende weilanden met het omringende bos.

### Recreatie.

Na de gegevens over de beekloop, bodemgesteldheid en mate van beschaduwing, zijn in verband met dit onderzoek ook nog gegevens over de recreatie van belang. Deze zijn te verdelen in gegevens over:

- 1e. de plaats van de recreatie
- 2e. de hoedanigheid van de recreatie
- 3e. de hoeveelheid van de recreatie.

Ad 1. De plaats van recreatie hangt o.m. samen met de terreingeschiedheid en de mogelijkheid die ertoe gegeven wordt door de eigenaren van desbetreffende percelen.

Geschikte terreinen zijn de droge bosgronden vanaf de Ginkelse bronnen tot Quadenoord, alsmede de brede, zandige oostelijke oever van het tracé Quadenoord-Keyenberg. Vanaf de Keyenberg naar het zuiden wordt het tracé minder toegankelijk voor recreatie aan de beek, vanwege de sceile beboste oosthelling en als weiland in gebruik zijnde percelen aan de westzijde. Het gehele westelijke stuk vanaf de spoorlijn tot de papierfabriek is weliswaar privéterrein, maar vrij toegankelijk en goed beheerd. De terreinen aan de westzijde zijn over 't algemeen minder toegankelijk.

Ten aanzien van de recreatie vlak langs de beek zijn vnl. van belang de terreinen langs de oostelijke oever van de Renkumse beek vanaf de spoorlijn Ede-Ainneh tot de Keyenbergse weg.

Wat betreft de westelijke zijde ligt er een recreatiegebied rondom Panoramahoeve en het landgoed de Boschbeek.

Ad 2. Het terrein aan de oostelijke oever is te verdelen in:

- a) het terrein vanaf de spoorlijn tot Quadenoord, in gebruik als caravankamp, waarop caravans met vaste standplaatsen, die gedurende het vakantie seizoen door blijven staan.
- b) Een terrein ten oosten van Quadenoord met vnl. vakantie huisjes,
- c) Het tracé Quadenoord-Keyenberg, dat op zonnige dagen zeer intensief voor dagrecreatie wordt gebruikt (zie ook kaart I).

Het terrein aan de westzijde rondom Panoramahoeve ligt niet direct aan de beek, maar vanuit de kampeerterreinen en vakantie huisjes bij het landgoed de Boschbeek was toch altijd wel een trek naar de beek te constateren. Hier lopen dagrecreatie en recreatie op wat langere termijn in elkaar over.

Het lijkt misschien niet zinvol een onderscheid te maken tussen dagrecreatie en wat langduriger recreatie, maar tijdens mijn verblijf gedurende de zomermaanden rondom de beek, is een verschil opgevallen tussen deze twee categorieën, wat betreft de achterlating van afvalprodukten rondom en in het water van de beek.

In de caravankampen en kampeerterreinen zijn nl. voorzieningen getroffen ten behoeve van het deponeren van huisafval en ander menselijk afval in de vorm van afvallemmers en afvalputten, mogelijk ook sept tanks, en rioleering. Door dit type recreatie wordt de beek in ieder geval niet gebruikt voor vervoer van afvalprodukten, wel is er een intensief gebruik van de beek door spelende kinderen, hetgeen stroom-

afwaarts altijd te volgen is door een troebeling van het water door opgewervelde bodemdelen. (N.B. Ook het vee in de weilanden geeft een dergelijk effect door vertrapping van de oevers).

De categorie der dagrecreanten, zich vooral bevindend in punt 31-32 zijn eigenlijk als veel ernstiger verstorende en verontreinigende faktor te beschouwen. Ter plaatse zijn geen voorzieningen voor afval en sinaasappelschillen, klokhuizen, kartonnen ijsbekers, plastic broodzakken edg., waren dan ook steeds in ruime mate voorhanden. Een krantenbericht in de Veluwepost van 18 juli 1969 meldde: "Kinderen lopen aan Renkumse beek diepe snijwonden op door scherven van bierflesjes".

Verder vindt een ernstige vertrapping van de oevers en een afgraving van de oostelijke heuvelrand plaats, zodat boomwortels van bomen op de helling gedeeltelijk los komen te hangen.

Ook is het algemeen bekend en door mij ook steeds geconstateerd, dat veel mensen het een ideale autowasplaats vinden. De auto wordt tot in de beek gereden, wat diepe sporen in het zand veroorzaakt, en een brede stroom witte zeepvlokken vindt dan even later zijn weg stroomafwaarts.

Ad 3. Exacte gegevens ook de hoeveelheid der recreanten zijn niet bekend. Evenals reeds in het begin is opgemerkt, waren deze zomermaanden bij uitstek geschikt voor verblijf in de nabijheid van koel beekwater ( $10-14^{\circ}$ ), bij luchttemperaturen van  $25-28^{\circ}$ . Naar schatting heeft het stukje strand bij de Keyenbergse weg vele malen vele honderden bezoekers, per dag getrokken.

De Witte beek-Kortenbunse beek trekt geen recreatie, daar de ligging hiervoor minder geschikt is.

-----

## V. Bespreking van de monsterpunten.

De punten zijn genummerd vanaf het noorden stroomafwaarts van 1 t/m 56 (zie kaart II). De no's 1 t/m 40 zijn voor de Renkumse beek, 41 t/m 56 van de Witte beek-Kortenburgse beek.

Ter verduidelijking zij opgemerkt dat in punt 28 beneden Quadenoord het tracé C en D samen komen. Tracé C loopt dan rechtstreeks door tot de Rijn. Tracé A loopt parallel aan C tot de Keyenberg. Vanaf de Keyenberg is van het oude A-tracé weinig meer te vinden dan een droge sloot en greppels, en is derhalve vanaf de Keyenberg niet meer bemonsterd. De punten 1, 12, 28, 32, 50, 39 en 40 zijn de punten waar maandelijks een watermonster voor de chemische analyse genomen is. Deze punten zijn gekozen om de volgende reden:

- 1 = beginpunt
- 12 = halverwege caravankamp
- 28 = beneden Quadenoord, waar de andere bronnen en zijtakjes bij elkaar komen.
- 32 = bij de Keyenbergse weg na het recreatiestrandje en de autowasplaats.
- 39 = vlak voor de papierfabriek
- 40 = vlak na de papierfabriek
- 50 = punt van de Witte beek ter hoogte van punt 32, als vergelijkingspunt

De overige monsterpunten zijn voor flora en fauna.

De situatie wat betreft de bodemgesteldheid en beschaduwing is in het vorige hoofdstuk beschreven. Resten nog enkele opmerkingen over de bronnen.

Wie bij het woord bron denkt aan het overvloedig opwellen van kristalhelder water komt bij de meeste Renkumse beekbronnen bedrogen uit.

Bron 1 heeft een wigvorm. Beide takken van de wig bevatten stilstaand water dat troebel en opalescent is, overdekt met bacterievliezen. De meest westelijke tak kwam in de loop van de zomer droog te staan, vermoedelijk als gevolg van het wegzakken van de grondwaterspiegel. De bladeren in de bronnen waren aan rotting onderhevig ( $H_2S$ -lucht). Enige tientallen meters verder wordt helder water afgevoerd. De bron is een Helocrene bron.

De eveneens gegraven bron als begin van traject C vertoont eenzelfde beeld, met daarbij in het gehele stuk vanaf het beginpunt tot de beek een weelderige groene algengroei. Deze eindigt in de beek en gaat daar tot punt 9 over in een grijsgroene aanslag op de bodem. Deze aanslag wijst bij nader onderzoek op verstoring van milieu (zie tabel V B). Overigens komt deze aanslag ook al voor vanaf de spoorlijn tot punt 10.

De bronnen bij 20 en 22 zijn eveneens sterk beschaduwd, en vol met blad en algengroei (o.a. *Cocillatoria*). Het water is helder.

De bron 17 van de tak vanaf de Boschbeek voert waarschijnlijk veel Fe-houdend water aan want dit stuk heeft een roestrode bodemaanslag. Onderzoek gaf ijzerbacteriën te zien.

De bronnen 19, 23 en 41 voldoen aan de beschrijving: helder water, ontspringend aan de voet van oude bomen.

Aangezien de bronnen, samen met het afgevoerde regenwater, de voornaamste waterleveranciers van de beken zijn, is de grond waarop zij ontspringen van belang. Al naar gelang het grondwater over grof of fijn zand, of praeglaciaal leem heeft gestroomd, verandert de chemische samenstelling van het bronwater aanzienlijk. Met de toename van

fijne bodembestanddelen en afname van grovere bestanddelen, gaat gepaard een verrijking van het bronwater. De bronnen van de Renkumse beek liggen allemaal in grindhoudend fluvoglaciaal, met niet lemig, grof zand. Volgens Maas (1959) zijn deze bronnen de meest voedselarme van alle beken van de Veluwezoom.

De bron van de Witte beek ontvangt daarentegen ook een groot deel van de watertoevoer uit zwak lemig grof zand en men zou hierdoor een iets rijkere samenstelling kunnen verwachten (zie ook onder chemische analyses).

Hieronder volgt tenslotte een overzicht van de gemeten stroomsnelheden (gemeten met de Ott-snelheidsmeter) van de Renkumse beek van 19 juli 1969:

Monsterpunt	$v_{\text{gem.}}$ (m/s)	Q (l/s)
500 m na N-bron	0,11	2,3
3	0,11	10,4
6	0,13	21,5
12	0,14	35,0
24	0,22	58,3
25	0,23	53
28	0,18	40,5
31	0,18	50,5
39	0,03-0,04	40-50
40	0,36	163

Het debiet (Q) is berekend door vermenigvuldiging van de gemiddelde stroomsnelheid met het oppervlak van de dwarsdoorsnede van de beek ter plaatse.

#### A. Chemische analyses.

Voor een overzicht der chemische analyses zie de tabellen van bijlage V A.

Bij bestudering van de gegevens valt in de 1e plaats op, de afwijkende samenstelling van het water in de punten 1 en 40, ten opzichte van de punten 39, 32, 28 en 12. Aangezien punt 40 de samenstelling weergeeft, van het afvalwater van de papierfabriek is deze afwijking verklaarbaar. Het meest opvallende is hier de hoge temperatuur (19-22°), hoog geleidingsvermogen (500-560  $\mu$ S), hoog sulfaatgehalte (190 mg/l), bicarbonaatgehalte (45 mg/l), Ca. gehalte (37 mg/l) en ook vooral de BOD<sub>5</sub>-waarde van 73-286. Ter aanvulling van deze biochemische bepaling van het 5-daags zuurstofverbruik, is de chemische bepaling verricht, de Oxygen Chemical Demand (COD). De BOD<sub>5</sub> geeft nl. voor afvalwater dat biochemisch moeilijk afbreekbare stoffen bevat, niet de juiste waarde aan. Aangezien de hier aanwezige cellulosevezels vermoedelijk een dergelijk "onverteerbaar" substraat vormen, is de COD bepaald. Voor ruw afvalwater wordt in de praktijk vaak het getal 1,5 aangehouden voor de COD/BOD<sub>5</sub>-verhouding. Is deze waarde groter, dan kan dit wijzen op een "inverteerbaar" substraat. Bij de bepaling van juli was deze verhouding  $\pm$  3,5. Merkwaardig zijn verder de nog vrij hoge O<sub>2</sub>-gehalten in dit afvalwater, waarin toch een volledige anacrobie te verwachten zou zijn. Een verklaring hiervoor is te vinden in enige beluchting die plaats vindt na de fabriek via een pompgeaaltje (het debiet en de stroomsnelheid zijn daar ook plotseling veel groter dan in vooraf-

gaande punten).

Punt 1 heeft eveneens een andere chemische samenstelling van het water dan de overige punten. Zoals reeds is opgemerkt kwam deze bron in de bemonsterde periode, niet zozeer in aanmerking als een water-toevoerende plaats. Het water staat stil op de bosgrond en bevat veel bladafval. De pH is erg laag (4,5), het O<sub>2</sub>-gehalte is gering, geleidingsvermogen, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> en Fe-gehalten zijn relatief hoog, vermoedelijk als gevolg van rottingsprocessen en concentratie door verdamping. Ter vergelijking diene ook de volgende tabel, zoals die door MAAS (1956) opgegeven wordt.

	ph	E	T.h.	Ca	Mg	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Renkumse beek	6,5						
bron " " N-tak	4,5	88	1,2	6,6	1,2	sp	0
bron " " Z-tak	5,5	109	1,9	8,8	2,9	3,4	0

Over de andere monsterpunten is alleen op te merken dat ze onderling weinig verschillen. Ook per maand is geen significant verschil te constateren. De BOD<sub>5</sub> is erg laag, hetgeen wijst op weinig biochemische activiteit van bacteriën en plankton.

De detergentenbepaling gaf alleen op de punten 39 en 32 een spoortje detergent te zien, hoewel bij punt 32 (de bekende autowasplaats) de schuimvlokken ter plaatse opgevangen zijn. Kennelijk is de verdunnende en verversende werking van de beek groot genoeg.

Ten aanzien van punt 50 (ter hoogte van 32 in de Witte beek) kunnen nog een aantal verschillen genoemd worden, t.o.v. de Renkumse beek. De pH, het sulfaat-, bicarbonaat- en Cagehalte, en daarmee samenhangend geleidingsvermogen en totale hardheid liggen iets hoger. Genoemde verschillen in ligging, gebruik en oorsprong zijn hiervoor verantwoordelijk.

Om enig idee te geven hoe de waterkwaliteit van de Renkumse beek beoordeeld moet worden, volgt hier een tabel waarin vermeld staan de waarden voor een aantal Ca-eutrofe en Ca-oligotrofe wateren, die als representatief voor deze watertypen beschouwd kunnen worden. (vgl. REDEKE, 1948).

	Ca-eutroof	Ca-oligotroof
Gel.vermogen(μm)	265-426	37-88
pH	8,2	4,5-6,8
KMnO <sub>4</sub> (mg/l)	9-51	16-138
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	13-87	8-17
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0-0,4	0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	14-24	5-18,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	30-145	3-24
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0-58	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,1-0,5	0-0,3
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	24-51	1,6-4,0
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	2,5-15,7	0,7-2,4
Fe (mg/l)	<0,1-2	<0,1-0,3

Bij vergelijking van de waarden van de Ca-oligotrofe wateren met die van de Renkumse beek, blijkt deze laatste af te wijken, voor wat betreft het  $\text{Ca}^{2+}$ -gehalte, het geleidingsvermogen,  $\text{KMnO}_4$ -gehalte, alsmede de  $\text{PO}_4^{3-}$  en  $\text{NO}_3^-$  gehalten. Het  $\text{Ca}^{2+}$ -gehalte vooral is veel hoger (gem. 8 tegenover gem. 2). De verhoging van het geleidingsvermogen hangt hiermee samen. Het  $\text{PO}_4^{3-}$ -gehalte is iets hoger, terwijl het  $\text{NO}_3^-$ -gehalte weer veel hoger ligt (+ 4 mg/l tegenover 0 mg/l). De afwijking van het  $\text{KMnO}_4$ -gehalte ligt aan het ontbreken van organische stof (als humus edg.) in de Renkumse beek. Het hoge Ca-gehalte is vermoedelijk afkomstig uit het grondwater, want MAAS geeft voor zijn onderzochte bronnen ook deze hoge waarde aan van 7-8 mg/l. Samenvattend zou men kunnen zeggen dat dit beekwater meer overeenkomst vertoont met een oligotroof dan met een eutroof watertype, hoewel een zekere verrijking met Ca,  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{PO}_4^{3-}$  aanwezig is.

#### B. Bemonstering van de fauna.

De monsternamen is geschied met behulp van een beekschoffel. Het ijzeren schepgedeelte hiervan bestaat voor een gedeelte uit metaalgaas, waardoor het water wegloupt en de achterblijvende dieren gemakkelijk te verzamelen zijn. Per monsterpunt is zolang geschept tot er geen andere diersoorten bijkwamen. Verder is de gehele beek op regelmatige afstanden bemonsterd, zodat verwacht kan worden dat de bemonstering een representatief beeld voor de tijd van het jaar opgeleverd heeft. Er is ook steeds stroomopwaarts bemonsterd om geen last te hebben van het scheppen (opwervelen van bodemdelen) stroomafwaarts.

Tabel V B<sub>1</sub> geeft de resultaten weer van de vangst per monsterpunt in het gehele stroomgebied, dus bronnen en zijtakken inclusief.

Tabel V B<sub>2</sub> geeft de verspreiding der soorten weer voor de Renkumse beek en Witte beek-Kortenburgse beek zonder bronnen en zijtakken, in stroomafwaartse richting. Dit om eventuele veranderingen in de verspreiding van bron tot monding na te kunnen gaan.

Voor de verspreidingstabellen zijn vertikaal, stroomafwaarts, de monsterpunten uitgezet en horizontaal de fauna, gerangschikt naar het aantal keren dat desbetreffende soort bij de bemonsteringen werd aangetroffen.

Voor de Renkumse beek blijken dan de Chironomide larven (+ poppen) in de 39 bemonsteringen 16 keer voor te komen. Vervolgens komt *Plectrocnemia conspersa* (d.i. een kokerjufferlarve zonder koker) 14 x voor,

<i>Sialis</i> sp. larve (slijkvlieg-larve)	12 x
<i>Nemoura cinerea</i> (steen-vlieg-larve)	8
<i>Limnephilidae</i> (kokerjufferlarven met koker)	8
<i>Agabus bipustulatus</i> (zwemkever)	4
<i>Asellus</i> sp. (waterpissebed)	4
<i>Gammarus</i> sp. (vlokreeft)	3
<i>Pisidium</i> sp. (erwtmossel)	3
<i>Velia</i> sp. (wants)	3
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i> (wants)	3
<i>Vicranota</i> sp. larve (langpootmug)	3
<i>Lumbriculus</i> sp. (worm, Oligochaeta)	3
<i>Simulium</i> sp. larve (kribelmug)	1
<i>Polycelis</i> sp. (platworm)	1
<i>Hydroporus</i> sp. (zwemkever)	1
<i>Gerris</i> sp. (wants)	1

Notonecta sp. (wants)	1
Sericostomatidae (kokerjufferfamilie)	1
Sigara sp.	1

De muggenlarven en naakte kokerjuffers komen praktisch overal in de beek voor. Aan het eind, daar waar de sliblaag zich gaat ontwikkelen komen ze niet meer voor. De Limnephilidae daarentegen werden pas bij Quadenoord aangetroffen en zijn dan verder stroomafwaarts steeds te vinden.

De slijkvlieg-larve is vgl. de literatuur gebonden aan een slibrijke q.q. tamelijke anaërobie bodem, maar deze komt dus blijkbaar ook in bladerrijke bodem voor. De steenvlieg-larve heeft ook een groot verspreidingsgebied, nl. vanaf de bron tot de Keyenberg. Agabus bipust. komt vooral in en nabij de bronnen voor. Opmerkelijk is de verspreiding van Asellus die alleen vanaf Quadenoord tot punt 31 voorkomt. Gammarus is alleen vanaf 37 aangetroffen, dus in het laatste stuk van de beek. Pisidium komt sporadisch voor op plekken waar de bodem wat zand en fijn grind bevat.

In de buurt van Quadenoord (16) komen nog dieren voor die elders niet aangetroffen worden zoals een Polycelis sp., Similium sp., Dicranota sp., Lumbriculus sp. Kennelijk geeft deze boerderij waar veel pluimvee en rundvee rondloopt aanleiding tot het ontstaan van een iets rijker milieu. Want over 't algemeen kan opgemerkt worden dat de beek slechts een beperkt aantal (5) diersoorten herbergt die in tamelijk grote aantallen en vrijwel over het gehele tracé voorkomen. Opmerkelijk is ook de volledige afwezigheid van fauna tussen 31 en 32, d.i. het dagrecreantenterrein.

Verder is een indeling gemaakt in het saprobiesysteem vgl. Sladécèk, aangevuld met gegevens van Liebmann en Kolkwitz. Dit saprobiesysteem geeft de mate van verontreiniging met organische stof aan en kent een gradatie van weinig tot sterk verontreinigd als: oligosaproob (0) → β-mesosaproob (b) → α-mesosaproob (a) → polysaproob (p). Het blijkt dan dat het beekwater in de klasse o-b valt.

Voor de Witte beek-Kortenburgse beek is op dezelfde wijze als eerder beschreven een verspreidingstabel samengesteld.

Gammarus sp. komt	12 x voor,
Limnephilidae	5
Chironomidae larven	4
Anabolia sp. (kokerjuffer)	4
Herpobdella sp. (bloedzuiger)	4
Sialis sp.	3
Asellus sp.	3
Sericostomatidae	3
Silo sp. (kokerjuffer)	3
Plectrocnemis consp.	2
Pisidium sp.	2
Velia sp.	1
Agabus sp.	1
Glossiphonia sp (kleine bloedzuiger)	1
Polycelis sp.	1.

Het blijkt hieruit dat deze beek een heel andere faunasamenstelling heeft dan de Renkumse beek. Het meest opvallende is het voorkomen van Gammarus,

in het gehele beektracé, in grote aantallen . Nijssen (1962) geeft in een rapport over de verspreiding van Gammarus op dat hij op 26-6-1962 Gammarus pulex pulex heeft aangetroffen op punt 52, bij een temperatuur van 11,6°C, pH 6,4 en een stroomsnelheid van 0,17 m/s. Ook in de nabijheid van punt 46-47, bij een temperatuur van 11,8°C, pH 6,2 en v 0,25 m/s.

Over het voorkomen van de Trichoptera (kokerjuffers) nog het volgende: over het algemeen zijn de kokerjuffers tot in families gedetermineerd. De larve van Silo sp. behoort tot de familie der Goeridae en Plectrocnemia sp. tot de familie der Polycentropodidae, Anabolia sp. tot de Limnephilidae. Deze zijn dus vanwege de eenvoudige herkenbaarheid tot op genus gedetermineerd. Volgens Fischer (1934) waren in de omgeving van Renkum aan te treffen Trichoptera:

Fam. Polycentropodidae	→	Neureclipsus bimaculatus
Fam. Leptoceridae	→	Leptocerus dissimilis
		Oecetis notata
		Setodes punctata
Fam. Sericostomatidae	→	Sericostoma personatum

Dit is dus wel sterk verschillend van de huidige waarnemingen. Een ander literatuurgegeven dat een mogelijkheid tot vergelijking biedt is het voorkomen van de beekprik, Zoals uit de tabel V B blijkt is deze in het slibrijke stuk van de Kortenburgse beek vlak boven de papierfabriek gevangen, althans de larve.

Over de beekprik meldt Polder (1965) het volgende:

De beekprik (*Lampetra planeri*) is een stationaire zoetwater vis, met een enige jaren in zoetwater levende larvevorm, ammocoetes genaamd. De lengte van het volwassen dier bedraagt meestal 10-16 cm. Loman (1912) vond in de Renkumse beek bij 138 dieren een lengte van 8-13,9 cm. De larven kunnen zich enige jaren in dit stadium bevinden en nemen dan slechts langzaam in lengte toe. Ze kunnen  $\pm$  10 cm lang worden, afhankelijk van de leeftijd. Volgens Loman (1912) leven de larven in slib, volgens Polder (1965) moeten de larven in fijn zand leven, waarin geen rottingsprocessen voorkomen, omdat dan de zuurstofvoorziening in gevaar komt. De larven zijn echter wel weinig zuurstofbehoefstig. De larven zijn niet rheophil, maar de door hen gewenste bodem komt slechts voor in stromend water. De metamorfose tot volwassen dier begint augustus-oktober. De voortplanting vindt plaats op zonnige snelstromende plaatsen met stenige bodem. De volwassen dieren bezitten aan de kop een zuignap, waarmee ze zich aan stenen edg. in het stromende water kunnen vasthouden. Het voorkomen van de beekprik beperkt zich tot enkele kleine populaties in Limburgse en Noord-Brabantse beken, alsmede in beken in de zuidelijke en oostelijke Veluwezoom, de West-Veluwe en de Achterhoek. De beken moeten dus voldoen aan bovengenoemde eisen die het larvestadium en de volwassen fase eisen.

Wat betreft de Renkumse beek is het voorkomen van de beekprik gesignaleerd in:

1899 door Loman	boven bovenste korenmolen
1910 door Heimans	grintgroeve Keyenberg
1954 door Smissaert	
1956 door Misset	molenbeek bij Quadenoord
1957 door de Kock en Van Bommel	
1963 door omwonenden	



Polder meldt nog dat de bovenloop van de Renkumse beek plaatselijk zeer geschikt is, maar dat sterke storing door toeristen plaats vindt. In de zomermaanden van 1969 is de beekprik door mij niet in de Renkumse beek gesignaleerd, wel in de Kortenburgse beek op genoemd punt.

Samenvattend kan dus gezegd worden dat er evenals het verschil in chemische analyse, ook een verschil in fauna op te merken is tussen de Renkumse beek en de Kortenburgse beek, vermoedelijk als gevolg van verschillen in oorsprong (kwaliteit van het aanvoerende water), gebruik (geen recreatie, loopt door agrarisch gebied) en beschaduwing. Wel valt de Witte beek-Kortenburgse beek ook in de o-b-klasse van het saprobiesysteem van Sladčák.

### C. Bemonstering flora.

De bemonstering der flora is eigenlijk niet gebonden geweest aan bepaalde monsterpunten. Er langslopend is steeds de flora bekeken. Op tabel V C is niettemin voor enige representatieve punten de flora aangegeven. De bronnen zijn niet bemonsterd, alleen de beken.

Van de echte waterplanten waren alleen het sterrekroos (*Callitriche*) en drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) aanwezig. De andere vermelde planten zijn aangegeven als zij in grote getale voorkwamen. Opvallend is de verspreiding van *Callitriche* sp. die in het noordelijke beboste tracé volop voorkomt. Bij het afnemen van het blad op de bodem en het verschijnen van weiland, treedt *Potamogeton natans* op. Deze blijft gedurende de verdere loop tot de papierfabriek aanwezig. De benedenloop van punt 34 tot de fabriek geeft de meeste in het water voorkomende planten in soort en hoeveelheden. Dit hangt samen met een grotere bodemrijkdom en vermindering van stroomsnelheid. Het saprobiesysteem geeft ook voor de flora o-b aan.

De Witte beek etc. vertoont ongeveer hetzelfde beeld, behalve dan het in grote pollen voorkomen van de witte waterranonkel (*Ranunculus aquatilis*), die in de Renkumse beek niet gesignaleerd is. Ook hier de indeling o-b in het saprobiesysteem. Voor beide beken geldt echter dat de waterflora arm is aan soorten. Van één enkele soort kan plaatselijk een grote hoeveelheid voorkomen.

MAAS (1959) geeft van enkele bronnen een complete vegetatie:

zijbronbeekje bij Quadenoord:

*Stellaria alsine*

*Epilobium obscurum*

*Montia fontana*

*Callitriche stagnalis*

*Veronica beccabunga*

*Veronica anagallis-aquatrica*

*Epilobium palustre*

*Glyceria fluitans*

*Agrostis stolonifera*

*Apium nodiflorum.*

-----

## VI. Conclusie.

Als antwoord op de vraag naar het voorkomen en de verspreiding van flora en fauna in het stroomgebied van de Renkumse beek, moge verwezen worden naar de inventarisatietabellen V B<sub>2</sub> en V C.

Voor de beoordeling van de waterkwaliteit op chemisch gebied geeft een vergelijking van de huidige gevonden waarden met enkele van die van Redeke, het antwoord, nl. dat de analyses van het onderzochte water veel overeenkomst vertonen met de Ca-oligotrofe wateren vgl. Redeke, doch dat een geringe, doch duidelijk aanwijsbare verrijking aanwezig is van  $\text{Ca}$ ,  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{PO}_4^{3-}$ . Dit zijn groeibevorderende ionen. Het is echter niet aantoonbaar dat deze verrijking een gevolg is van de recreatie. Dit lijkt eerder een gevolg te zijn van de aanvoer van grondwater en aanvoer van afstromend oppervlaktewater, afkomstig van agrarisch gebied (bemesting) en bebost terrein. Beoordeelt men het water op de aanwezigheid van flora en fauna, dan valt op dat er weinig soortenrijkdom is en dat (behoudens enkele uitzonderingen, Gammarus!) ook de aantallen niet groot zijn, hetgeen ook niet wijst op voedselrijkdom van het water. Indeling van flora en fauna in een saprobiesysteem geeft een oligosaprobe tot  $\beta$ -mesosaprobe toestand aan, hetwelk dus correleert met de chemische gegevens.

Invloed van recreatie is wel aan te geven met de term: rustverstoring. Immers bij punt 32 is geen flora of fauna aan te treffen, terwijl ook het aantreffen van de beekprik in een veel zuidelijker stuk van het stroomgebied dan vroegere waarnemingen, zou kunnen wijzen op een verdringing uit het recreatief aantrekkelijke stuk. Verder is de invloed van de recreatie meer direct zichtbaar aan te wijzen in de vertrapping van beekoevers, vnl. in de bovenloop.

-----

VII. Samenvatting.

Een hydrobiologisch onderzoek is verricht in het stroomgebied van de Renkumse beek. De invloed van recreatie op de chemische samenstelling van het water en aanwezigheid van flora en fauna is onderzocht. Combinatie van de resultaten duidt op water dat oligotroof genoemd kan worden, maar dat toch aan een aanvoer van groeibevorderende stoffen als Ca,  $\text{PO}_4^{3-}$  en  $\text{NO}_3^-$  onderhevig blijkt te zijn. Dit lijkt evenwel niet het gevolg te zijn van de recreatie, eerder van aanwezigheid van agrarisch gebied. Door de voortdurende verversing en doorspoeling met bronwater lijkt een ernstige verstoring van de bestaande toestand niet aanwezig. Wel is de voortdurende aanwezigheid van recreanten in de zomermaanden een bezwaar voor het plaatselijk bestaan van fauna (beekprik).

-----

Literatuurlijst.

- Alberda, H. 1889: Catalogue raisonné et synonymique des Névroptères, observés dans les Pays - Bas et dans les Pays limitrophes: T.v.E. 32, pag 211 - 376.
- Bemmel, A.C.V. van 1957: Vissoorten die uit de Nederlandse fauna dreigen te verdwijnen. D.L.N. 60, pag. 112 - 114.
- Bijlsma, M.P. 1965: Inventarisatie der natuurgebieden in de gemeente Renkum. Skriptie L.H./NB Wageningen.
- Fischer, F.C.J. 1934: Verzeichnis der in den Niederlanden und dem Nachbargebiete vorkommenden Trichoptera. T.v.E. 77, pag. 177-201.
- Heimans, E. 1910: Aan de Renkumse Beek. D.L.N. XV, pag. 65 - 70.
- Kock, P. de 1957: Prikken in beken en rivieren. Amoeba 33, pag. 187 - 190.
- Loman, J.C.C. 1899: Mededelingen over het voorkomen van Lampetra planeri (Bloch) in ons land. Tijdschr. Ned. Dierk. Ver.(2) VI, pag. LVIII.
- Van der Meulen, M. 1959: Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland in het bijzonder die van de Veluwezoom.
- Misset, H.P. 1956: Excursierapport S.B.B., mei 1956.
- Nijssen, H. 1962: Verspreiding en milieuvoorwaarden van Gammarus pulex fossarum Koch 1835, in Nederland.
- Polder, W.N. 1965: Over voorkomen, oecologie en biologie van de Beekprik Lampetra planeri (Bloch) - Petromyzontidae - in Nederland
- Redeke, H.C. 1948: Hydrobiologie van Nederland, Uitg. de Boer, Amsterdam.
- Roorda van Eysinga 1952: De Veluwezoom.
- Smitsaert, H.R. 1954: Rapport van het onderzoek van de Limburgse Beken. RIVON - rapport.

Chemische analyses. V A.

Datum	18 juni						23 juli						
	nr.	40	39	32	23	12	1	7	11	32	28	12	1
Temp. (°C)	19	14	13	12,5	11	11	22	14	13	12	12	12	13,5
Helderheid (cm)	0	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	op.	t.b.
Gel. verm. (µS)	500	118	110	130	128	205	560	155	110	115	107	126	116
pH	6,1	6,4	6,4	6,3	6,2	5,1	5,1	6,4	6,5	6,3	6,3	4,6	6,6
KMnO <sub>4</sub> (mg/l)								10	11	11	3	14	15
Cl <sup>-</sup>	13,9	15,1	13,5	13,0	14,0	21,5	15,5	18,0	18,2	18,4	18,3	22,1	18,0
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,5	4,5	4,0	5,0	5,0	6,5		3,5	4,0	4,5	3,5	0	60,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	190	19	19	20	16	37		20	17,5	21	18	31	22
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45	13	13	19	13	6		18	14	13	19	0	26
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,3	0,14	0,20	0,10	0,10	0,11		0,40	0,40	0,20	0,50	0,15	0,25
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,11	0,12	0,10	0,08	0,08	0,08		0,16	0,20	0,09	0,14	0,15	0,10
Ca <sup>2+</sup>	37	8,5	10,5	12,5	8,0	9,0		7,5	7,5	7,5	7,5	5,0	15,0
Mg <sup>2+</sup>	3,5	1,8	1,6	0,7	1,7	1,9		2,1	2,3	2,0	1,3	0,5	2,7
O <sub>2</sub>	9,3	6,9	3,7	9,4	9,3	0,77		8,85	9,25	8,30	9,10	0,22	7,6
BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup>	161	1	1	1	1	3,5	73	1,5	1,5	1,0	1,2	3,5	1,5
T.h. (°D)	6,0	1,6	1,8	1,9	1,5	1,7		1,5	1,6	1,5	1,4	0,9	2,7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -hardh. (°D)	2,0	0,6	0,6	0,9	0,6	0,3		0,8	0,6	0,6	0,4	0,0	2,2
Detergent (mg/l)	--	0	sp	0	0	--		0	sp	0	0	--	--
COD							275						
Fe								0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,4

N.B. t.b. = zichtdiepte tot op de bodem

op. = opalescent

-- = niet bepaald

sp. = een spoortje aanwezig

T.h. = Totale hardheid

Gel.v. = Geleidingsvermogen

Vervolg tabel V A.

Datum	12 augustus						
nr.	40	39	32	28	12	1	50
Temp.	22	15	12	12	12	12	12
Helderheid	0	t.b.	t.b.	t.b.	t.b.	op.	t.b.
Gel. verm.	513	122	120	121	115	142	152
pH	5,4	6,6	6,4	6,5	6,5	4,5	5,2
KMnO <sub>4</sub>		6	7	2	2	5	7
Cl <sup>-</sup>	14,2	18,0	18,0	17,1	18,0	22,4	18,0
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0	0	0	0	0	0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		4,5	4,5	1,0	4,0	0	6,5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		10	11	12	12	26	27
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		12	12	18	18	0	30
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		0	0	0	0	0	0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		0,07	0,70	0,05	0,12	0,06	0,12
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0,23	0,19	0,09	0,08	0,08	0,24
Ca <sup>2+</sup>		8,0	8,5	8,0	11,5	5,0	15,0
Mg <sup>2+</sup>		1,8	2,2	1,2	0,6	1,9	1,8
O <sub>2</sub>	5,80	8,25	9,00	8,32	8,95	1,52	8,75
BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup>	285	1	2	2	1	3	2,5
T.h.		1,5	1,8	1,4	1,8	1,1	2,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -h.h.		0,6	0,6	0,8	0,8	0	1,4
Detergent		sp	sp	0	0	0	0
Fe		0,1	0,1	0,1	0,1	2	0,2

Verspreidingstabel  
fauna V B<sub>2</sub>  
Renkumse beek.

	16	14	12	9	8	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
1	x					x															
2		x		x																	
3	x	x							x												
4	x	x	x							x											
5	x	x	x	x						x	x										
6	x	x	x	x	x					x	x										
8													x								
9					x																
10	x	x																			
11	x	x									x										
12	x	x			x											x	x				
13	x	x																			
14	x					x							x								x
15	x	x				x															
16	x					x	x														
28	x				x																
29	x	x																			
30	x																				
31		x																			
33	x	x																			
34																					
35	x																				x
36																					
37																					
38																					
39																					

7 en 32 Geen fauna aanwezig





Flora. Renkumse beek.

Tabel V C.

2.	Callitriche sp.	0
5.	Juncus effusus Galium palustre Callitriche sp Holcus sp	0
6.	Callitriche sp.	0
8.	Callitriche sp. Sphagnum sp.	0 0
10.	Callitriche sp. Juncus bulbosus	0 0-b
11.	Potamogeton natans → vanaf 11 tot fabriek regelmatig voorkomend Juncus bulbosus Sparganium erectum	
12.	Potamogeton natans Mnium hornum	0-b
13.	Hydrocotyle bulgaris Glyceria maxima → vanaf 13 tot fabriek regelmatig voorkomend	
24.	Juncus bulbosus	
29.	Potamogeton natans	0-b
30.	Ranunculus flammula	
31.	Pot. natans	0-b
34	-fabriek: Sparganium erectum(veel plaatselijk) Callitriche sp Pot.natans Glyceria maxima	0 0-b
37.	- Equisetum fluviatile	

Witte beek - Kortenburgse beek.

44.	Callitriche sp.	0
45.	Pot. natans	0-b
46.	Callitriche sp. Lemna sp. Ranunculus aquatilis → voorkomend tot fabriek Glyceria max.	0 b
49.	Glyc. max. Lemna sp.	b

Monsterpunten van de Renkumse beek en monsterpunten van de toevoerende bronbeekjes, stroomafwaarts.

1. Agabus bipustulatus		14. Hesperocorixa sahlbergi	b
<u>1e bron.</u> Plectrocnemia conspersa larve		Agabus bipustulatus	o
2. Nemoura cinerea-larve		Notonecta obliqua	b
Plectrocn.consp.larve		Chironomidae larve	b
3. Plectrocn.consp.larve		15. Plectrocn.consp.larve	
Pisidium sp.	o	Agabus sp.larve	o-b
Chironomidae larve	b	Chironomidae larve	b
4. Plectrocn.consp.larve		16. Chironomidae larve	b
Chironomidelarven	b	Dicranota sp.larve	
Nemoura cin.larve		Asellus sp.	a-b
Sialis sp.larve	a-b	Pisidium sp.	o
Velia sp.		Simulium sp.	x-b
5. Plectrocn.consp.larve		Agabus bipustulatus	o
Nem.cin. larve		Trichopterakoker	
Chironomidae larve	b	Polycelis sp.	o-b
Velia sp.		17. Hesperocorixa sahlbergi	b
6. Plectrocn.consp.larve		<u>3e bron.</u> Chironomidae larven	b
Nem.cin.larve		Chironomidae pop	b
Chironomidae pop	b	18. Nem.cin.larve	
Velia caprai		Culex sp.larve	a-b
Sialis sp. larve	a-b	Asellus sp.	a-b
Pisidium sp.	o	Notonecta glauca	b
7. Plectrocn.consp.larve		Gerris lacustris	o-p
<u>2e bron.</u> Nem.cin.larve		Leptothrix + Ciderocapsa	
Chironomidae larve	b	19. Plectrocn.consp.larve	
Dicranota sp. larve		<u>4e bron.</u> Chironomidae larve	b
Agabus sp larve	o	Chironomidae pop	b
Agabus bipustulatus	o	Pisidium sp.	o
algen		20. Plectrocn.consp.larve	
8. Dicranota sp.+Tribonema sp.		<u>5e bron.</u> Chironomidae larve	b
Mou geotia sp.		Agabus sp.larve	o
Oscillatoria		Culex sp.(Diptera)larve	a-b
9. Sialis sp. larve	a-b	21. Plectrocn.consp.larve	
Plectrocn.consp.larve		Nem.cin.larve	
10. Chironomidae larve	b	Chironomidae larve	b
11. Hesperocorixa sahlbergi	b	Asellus sp.	a-b
Plectrocn.consp.larve		22. Agabus sp.larve	o
Chironomidae larve	b	<u>6e bron.</u> Agabus bipustulatus	o
12. Plectrocn.consp.larve		algen	
Nem.cin.		23. Plectrocn.consp.larve	
Hydroporus erythrocephalus	o-b	<u>7e bron.</u> Nem.cin.larve	
Gerris gibbifer	o-p	Asellus sp.	a-b
Chironomidae, macropelopia	b	Agabus sp. larve	o
13. Plectrocn.consp.larve		24. Plectrocn.consp.larve	
Chironomidae larve	b	Nem.cin.larve	
Sialis sp. larve	a-b	Simulium sp.larve	o
		Limnephilidae larve	o-b
		Dicranota sp.larve	

25.	Nem.cin.larve	
	Limnephilidae larve	o-b
	Chironomidae larve	b
	Asellus sp.	a-b
26.	Nem.cin.larve	
	Limnephilidae larve	o-b
27.	Plectrocn.consp.larve	
	Nem-cinerea larve	
	Chironomidae larve	b
	Chironomidae pop	b
28.	Nem.cin. larve	
	Chironomidae larve	b
	Lumbriculus variegatus	a-b
29.	Plectrocn.consp.larve	
	Chironomidae larve	b
	Limnephilidae larve	o-b
	Asellus sp.	a-b
	Lumbriculus sp.	a-b
30.	Nem-cin.larve	
	Limnephilidae larve	a-b
	Sialis sp.larve	a-b
	Chironomidae larve	b
	Asellus sp.	a-b
31.	Plectrocn.consp.larve	
	Nem-cin.larve	
	Sialis sp.larve	a-b
	Asellus sp.	a-b
32.	-	
33.	Chironomidae larve	b
	Sialis sp.larve	a-b
	Limnephilidae larve	o-b
	Dicranota sp.larve	
	Lumbriculus sp.	a-b
	Plectrocn.consp.larve	
34.	Limnephilidae larve	o-b
	Nemoura sp.larve	
	Sialis sp.larve	a-b
35.	Chironomidae larve	b
	Sialis sp.larve	a-b
	Limnephilidae larve	o-b
	Sericostomatidae, Notidobia	o-b
36.	Limnephilidae larve	o-b
	Sialis sp.larve	a-b
	Hesperocorixa sahlbergi	b
37.	Limnephilidae larve	o-b
	Gammarus sp	o-b
	Sigara sp.	b
38.	Gammarus sp.larve	o-b
	Sialis sp.	a-b
39.	Als 2a	o-b

Fauna. Monsterpunten van de Witte en Kortenburgse beek Tabel V B<sub>1</sub>

<u>Witte beek</u>		<u>Kortenburgse beek</u>		
41.	Chironomidae larve	b	50. Gammarus sp.	o-b
	Chironomidae pop	b	Silo sp.	o-b
	Asellus sp.	a-b	Herpobdella sp.	a
	Velia caprai		Polycelis sp.	o-b
42.	Blauwwieren		Anabolia sp.	o-a
	Plectrocn-consp.larve		Limnephilidae	o-b
43.	Plectrocn-consp.larve		51. Gammarus sp.	o-b
	Chironomidae larve	b	Koker v.Trichopteralarve	
	Asellus sp.	a-b	52. Gammarus sp.	o-b
	Pisidium sp.	o	Anabolia sp.	o-a
44.	Chironomidae larve	b	Limnephilidae	o-b
	Gammarus sp.	o-b	53. Gammarus sp.	o-b
	Limnephilidae	o-b	Limnephilidae	o-b
45.	Gammarus sp.	o-b	54. Gammarus sp.	o-b
	Pisidium sp.	o	Sialis sp.larve	a-b
	Sericostomatidae	o-b	Herpobdella oct.	a
46.	Gammarus sp.	o-b	Limnephilidae	o-b
	Sialis sp.	a-b	55. Sericostomatidae	o-b
	Agabus bipustulatus	o	Silo sp.	o-b
	Agabus sp.larve	o	56. BEEKPRIK	
47.	Gammarus sp.	k-b	Gammarus sp.	o-b
	Asellus sp.	a-b	Herpobdella oct.	a
48.	Gammarus sp.	k-b		
	Sialis sp.	a-b		
	Anabolia sp.(Limn.)	o-a		
	Sericostomatidae	o-b		
49.	Gammarus sp.	o-b		
	Chironomidae larve	b		
	Herpobdella oct.culata	a		
	Silo sp.	o-b		
	Anabolia sp.(Limn.)	o-a		
	Glossiphonia complanata			

