

ERRATUM

Waar in de tekst *Polycentropus conspersa* staat moet *Plectronemia conspersa* gelezen worden.
Idem *Limnephilus extricatus* voor *Limnephilus extravicatus* en *Herpobdella octoculata* voor
Herpobdella octaculata.

Bij het afkorten van de soort-naam is niet steeds de officiële regel gevolgd: *Gammarus* f.
moet dus *G. fossarum* zijn.

Bij het afkorten van de literatuurverwijzingen is niet steeds de officiële regel gevolgd:
Ploeg (1982) moet eigenlijk Van der Ploeg en Upperman (1982) zijn.

Onderzoek naar de biologische en fysisch-chemische
kwaliteit en mogelijkheden voor het beheer van de
bronnen van de Cottesserbeek, de Berversbergbeek,
de Belletbeek, de Terzieterheek en de Noor

Johan de Boer

1983

VERSLAG NATUURBEHEER Nr. 668.
LANDBOUWHOGESCHOOL, WAGENINGEN.
Projectleider: J.J.P. Gardeniers.

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

De voorpagina is ontleend aan een passage uit "Uit ons Krijtland" waarin E. Heimans de Terzieterbeek (Sijlerbeek) beschrijft. .

Inhoud:

Samenvatting.....	1
Woord vooraf.....	1
1 Inleiding.....	2
1.1 Het onderzoek.....	2
1.2 Beschrijving van het gebied.....	2
1.2.1 Zuid-Limburg.....	2
1.2.2 De planologische aspecten.....	2

1.3 De afzonderlijke beken.....	3
1.3.1 De Cottesserbeek.....	4
1.3.2 De Berversbergbeek.....	4
1.3.3 De Lossing.....	4
1.3.4 De Belletbeek.....	4
1.3.5 De Terzieterbeek.....	4
1.3.6 De Noor.....	5
2 Fysisch-chemische parameters.....	6
2.1 Inleiding.....	6
2.2 Keuze bemonsteringspunten.....	6
2.3 Methode.....	6
2.4 De afzonderlijke parameters.....	6
2.5 De resultaten per beek.....	8
3 Microfauna.....	11
3.1 Inleiding.....	11
3.2 Methode.....	11
3.3 Macrofaunaresultaten per soort/groep.....	11
4 Typologie.....	19
4.1 Inleiding.....	19
4.2 De groepen.....	19
4.3 Vergelijking typologiën en discussie.....	20
5 Fysisch-chemische resultaten en vegetatie.....	21
5.1 Inleiding.....	21
5.2 De afzonderlijke beken.....	22
6 De macrofauna per beek/monsterpunt; bedreigingen en beheer.....	25
6.1 Inleiding.....	25
6.2 De afzonderlijke beken.....	25
6.2.1 De Cottesserbeek.....	27
6.2.2 De Berversbergbeek.....	28
6.2.3 De Lossing.....	28
6.2.4 De Belletbeek.....	29
6.2.5 De Terzieterbeek.....	32
6.2.6 De Noor.....	32
Samenvattende conclusies.....	33
Literatuur.....	34
Kaarten 1 t/m 7.....	36
Figuren 8 t/m 12.....	43
Tabellen/bijlagen 1 en 2.....	48

In het meest zuidelijk gelegen deel van het Geul-dal vormen de verschillende zijbeken met hun vele bronnen een opvallend onderdeel van het landschap. In dit onderzoek zijn van 4 van deze zijbeken en van de Noor de talloze bronnen nauwkeurig in kaart gebracht. Op 90 punten zijn monsters genomen om de macrofaunasamenstelling te onderzoeken, van 40 punten is de fysisch-chemische kwaliteit van het bron/beek-water onderzocht.

Na een vergelijking met eerdere gegevens over de macrofaunasamenstelling en met resultaten van vegetatiekundig onderzoek wordt een poging gedaan om tot een integratie te komen van deze gegevens voor ieder monsterpunt. Waar mogelijk, wordt daaraan een advies over mogelijk beheer of nader onderzoek verbonden.

De aandacht wordt vooral gevestigd op bronnen die niet aan een verontreiniging in de directe omgeving bloot staan, maar die door vervuiling van het grondwater op grotere afstand (als gevolg van het overmatige gebruik van kunst- en drijfmest) hoge concentraties nitraat en fosfaat bevatten.

Woord vooraf

Dit doctoraalonderzoek heeft plaatsgevonden in het kader van de studie biologie aan de Rijksuniversiteit Utrecht. Van november 1980 tot mei 1981 en -na een onderbreking- in augustus en september is aan dit onderwerp gewerkt bij de Vakgroep Natuurbeheer van de Landbouwhogeschool in Wageningen.

De dagelijkse begeleider was drs. J.J.P. Gardeniers, terwijl het onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met dr.ir. H. Tolkamp (Waterschap Zuivering-schap Limburg) en drs. F. Bosschebroek (Staatsbosbeheer Limburg).

Hier wil ik allereerst Jean Gardeniers en John Beyer bedanken voor de steun en de ruimte die ze mij gegeven hebben. Harry Tolkamp en Flip Bosschebroek hebben me in korte tijd de weg gewezen in de wereld van de bronnen en in die van Zuid-Limburg.

Belangrijk is ook de steun geweest van het laboratorium van het WZL; dat bereid was om een groot aantal chemische analyses te verrichten.

1 Inleiding

1.1 Het onderzoek

Hoewel de kennis van de macrofauna in bronnen en beken de afgelopen jaren sterk is toegenomen, is een beoordeling van de waterkwaliteit op grond van biologische gegevens nog niet altijd mogelijk.

Er is een grote verscheidenheid aan bron- en beektypen. De bronnen en snelstromende beken in Zuid-Limburg maken onderzoek naar de specifieke milieucondities en de relaties met de macrofauna noodzakelijk.

Het is niet verwonderlijk dat de instantie die de zorg draagt voor de waterkwaliteit in dit gebied (het Waterschap Zuiveringschap Limburg) geïnteresseerd is in de effecten van verontreinigingen (die soms met chemische analyses aantoonbaar zijn) op de macrofauna in het water (die meestal de waterkwaliteit over een lange periode weerspiegelt).

De overheid heeft in haar ruimtelijke plannen grote delen van het Mergelland als zeer waardevol aangemerkt, o.m. vanwege de natuurwetenschappelijke waarde. Om de (potentiële) waarde van bron- en beekgebieden te kunnen vaststellen, maakt Staatsbosbeheer gebruik van onderzoeken zoals dit, o.m. bij planning van aankopen en afsluiten van beheersovereenkomsten.

In 1977 hebben Cuppen en Moller Pillot een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de hydrobiologische toestand van bronnen en bronbeken in Zuid-Limburg en dat heeft de noodzaak van meer gedetailleerd onderzoek aangetoond. In dit onderzoek wordt aandacht besteedt aan de Noorbeek en de 4 grootste zijbeken van de Geul; gerekend vanaf de grens met België: de Cottesserbeek, de Berversbergbeek, de Belletbeek en de Terzieterbeek (zie kaart 1).

De bronnen en beken zijn nauwkeurig in kaart gebracht, daarna zijn monsters genomen om de chemische en biologische kwaliteit te kunnen beoordelen. Als hulpmiddel is getracht een typologie van om allerlei redenen verschillende bronnen op te stellen. Waar de chemische en/of biologische kwaliteit te wensen overlaat, is gezocht naar mogelijke oorzaken en worden mogelijkheden genoemd om aan de ongewenste situaties een einde te maken. Er is een poging gedaan om een verband te leggen met de vegetatie rond de bronnen en beken, aan de hand van een onderzoek verricht door A. van Brakel (1982).

Vergelijkbare onderzoeken zijn inmiddels gereed voor ander beken in Mergelland: Mechelderbeek en Hermensbeek (van Dael, 1982) en Hermansbeek, Zieversbeek en Glasvelderbeek (van der Ploeg en Upperman, 1982).

1.2 Beschrijving van het gebied

1.2.1 Zuid-Limburg

Het heuvellandschap van Zuid-Limburg is geliefd bij onderzoekers en recreanten. De laatste, omdat het Mergelland een voor Nederland uniek kleinschalig karakter heeft, waarin "natuurlijke" elementen en agrarische activiteiten nog niet zo sterk zijn gescheiden als elders in Nederland vaak het geval is. Daarnaast wordt het landschap verfraaid door talrijke cultuurhistorische bouwvallen.

De grote belangstelling van onderzoekers voor het gebied heeft alles te maken met geologische en bodemkundige omstandigheden, die een zo bijzondere flora en fauna met zich mee brengen. Binnen Europa zeker niet uitzonderlijk, maar voor Nederland des te meer.

Op veel plaatsen is de wordingsgeschiedenis van het Mergelland uitvoerig beschreven (CJN, 1976; Gerrickens, 1980; van Brakel, 1982; SBB 1981). Hieronder daarom beknopt en keizerlijke lijnen. De oudste geologische laag in Zuid-Limburg is een mariene afzetting uit het Carboon. Op sommige plaatsen (Cottessergroove) ligt deze laag aan de oppervlakte. Vanaf het Carboon (ca. 285 miljoen jaar geleden)

volgen processen van plooiing, ververing, opheffing, overschuiving en afzetting elkaar op. De afzettingen hebben speciale namen gekregen: eerst de formatie van Aken, en dan -onder mariene omstandigheden- de formaties van Vaals, van Gulpen en van Maastricht. De formatie van Aken bestaat uit zand (steen), de formatie van Vaals is een conglomeraat met glauconiethoudend zand met kwarts, de formatie van Gulpen bestaat uit kalkstenen en de formatie van Maastricht bestaat eveneens uit kalksteen. Een glauconietbank in de formatie van Vaals is bijv. de slecht doorlatende "fossielbank grenspaal 7".

De Maas, die zich voortdurend verplaatste, zorgde voor typische rivierafzettingen (Fe-houdend). Gedurende en na de verschillende ijstijden worden nieuwe beekdalen uitgeschuurd en ontstaan beekafzettingen. Na de laatste ijstijd heeft de sedimentatie van löss plaatsgevonden. Door ontbossing komt veel löss uiteindelijk in de beekdalen terecht (z.g. colluvium). Door een "scheefstelling" in NW-richting komen juist in Zuid-Limburg de oudere formaties dicht aan de oppervlakte.

Onder het löss bevinden zich meestal goed doorlatende zanden en grinden, de doorlatendheid is sterk. Soms hebben tektonische bewegingen gespleten zones gecreëerd waardoor watertransport kan plaatsvinden. De oudste formaties (Aken en Vaals, zandstenen) hebben een zeer geringe doorlatendheid, de kalkstenen zijn i.h.a. redelijk waterdoorlatend, maar ze zijn niet erg homogeen, zodat de hydraulische eigenschappen sterk verschillen. Het water is hard (CaCO_3 -type). In de zandstenen is het water zachter (Na_2CO_3 -type). Wanneer, bijv. door menselijk ingrijpen, bij een helling de verschillende formaties aan de oppervlakte komen (dsgzomen), kan grondwater uit treden op grensvlakken tussen kalkstenen (formatie van Vaals) en zandstenen (formatie van Gulpen), of tussen verschillende zandstenen (Vaals en Aken) of tussen zandsteen (Aken) en het Carboon. De chemische samenstelling van het water is voor een belangrijk deel afhankelijk van de verschillende geologische lagen waarvoor het grondwater stroomt.

Onderaan de hellingen (rond de beken) bevinden zich meestal lagen met erosiemateriaal (colluvium). Vlak bij de Geul is rivierklei afgezet.

De invloed van de mens op de bodemsamenstelling is gering, maar duidelijk zichtbaar is die invloed op het landschap en de vegetatie. Al rond 4300 voor Chr. moeten de eerste boeren in Zuid-Limburg gewoond hebben. Ten tijde van de Romeinen wordt het bewoond gebied sterk uitgebreid, bossen worden gekapt en akkers aangelegd. Na een inzinking tijdens de volksverhuizingen wordt tijdens de Middeleeuwen weer veel grond ontgonnen. In de beekdalen lagen de graslanden, op de hoger gronden de akkers. Bossen komen alleen nog op onvruchtbare of moeilijk te bewerken gronden voor.

Behalve door de toename in oppervlakte is de invloed van de landbouw op de flora en fauna groot door de intensivering van het grondgebruik. Kleine landschapselementen, zoals heggen en bosjes zijn verdwenen of verwaarloosd, van de vele boomgaarden is nog slechts een klein gedeelte over. Veel grasland wordt niet alleen gebruikt als voedselbron voor het vee maar ook als land om de overvloedige mest over te kunnen sproeien.

1.2.2 De planologische aspecten

Sinds de natuurbeschermingsactie Ceuldal (1977) is de belangstelling voor het Mergelland groot, maar zijn er ook grote spanningen tussen -simpel gezegd- landbouwers en natuurbeschermers ontstaan. Tijdens de actie werden de plannen bekend voor een ruilverkaveling in het aangrenzende gebied: West-Mergelland. Voor deze ruilverkaveling werd in 1966 de aanzet gegeven, en in 1981 is het definitieve plan aangenomen en de uitvoering is inmiddels ter hand genomen. De voorbereidingen voor een ruilverkaveling of herinrichtingsplan in Oost-Mergelland zijn sinds 1978 gaande. Het onderzoeksgebied (behalve de Noorbeek) ligt hierin.

In 1974 wordt door SBB een globaal onderzoek verricht in Mergelland, in 1977 en 1978 verschijnen meer gedetailleerde rapporten van het Rijksinstituut voor

Natuurbeheer (J.G. de Molenaar e.a.), in 1979 wordt door SBB een beheersvisie ontwikkeld en tenslotte komt in 1981 een SBB-inventarisatie-rapport uit over Oost-Mergelland.

In 1975 komt de overheid met 2 nota's die van betekenis zijn voor Mergelland: de Nota Nationale Landschapsparken (NLP) en de Relatienota. Mergelland wordt als mogelijk NLP genoemd en in 1980 tot proefgebied bestempeld. De betekenis daarvan is echter gering, vooral door de moeilijkheden om een landschapspark te kunnen realiseren (ca. 3400ha). De Relatienota richt zich op de aankoop van terreinen en afsluiten van beheersovereenkomsten, iets wat bij voorkeur tijdens een ruilverkaveling (met bijbehorend landschapsplan) zou moeten plaatsvinden. Met het oog op de 2 ruilverkavelingen in Mergelland, wordt dit gebied dan ook vermeld in de voorrangsinventarisatie van 1977. De uitvoerende instantie (de Stichting Beheer Landbouwgronden) wordt bijgestaan door een "gemengde" adviescommissie.

Van de 3400 ha van het NLP valt 1300 ha in West- en 2100 ha in Oost-Mergelland. Omdat de besluitvorming omtrent de ruilverkaveling/het herinrichtingsplan voor Oost-Mergelland nog enige tijd zal vergen, wordt nu een begin gemaakt met de aankoop van reservaten en het afsluiten van beheersovereenkomsten in kader van de Relatienota.

T.a.v. de recreatie in het gebied wordt in het basisplan openluchtrecreatie de wenselijkheid uitgesproken van de sanering op korte of lange termijn van de 3 grote campings in het onderzoeksgebied.

Behalve op Rijksniveau zijn er ook ruimtelijke plannen van Provincie en Gemeenten. In het provinciaal streekplan (1977) wordt o.m. aangegeven dat in het onderzochte gebied behoud en/of herstel van de natuurlijke waarden de belangrijkste functie is en dat dit zonodig beperkingen met zich mee kan brengen voor de andere functies.

In bestemmingsplannen kunnen behalve verschillende bestemmingen (natuur, landbouw, en allerlei gradaties daartussen) ook gebruiksvoorschriften worden opgenomen (bijv. m.b.t. bouwen, rooien, ontwateren etc.). Het bestemmingsplan van de gemeente Vaals waarin het onderzoeksgebied valt (Camerig-Cottessen) is in ontwerp gereed. Over één van de functies in het gebied (de agrarische) zegt het bestemmingsplan dat "...de agrarische ontwikkeling niet altijd in goede harmonie met andere functies in het buitengebied heeft plaatsgevonden; de agrarische occupatie ging veelal ten koste van de spontane natuurfunctie". Het hele gebied wordt beschermd dorpsgezicht genoemd (zie kaart 2).

Cottesser- en Belletbeek vallen in agrarisch gebied met hoge landschappelijke waarden, en om niet gemotiveerde redenen wordt de Berversbergbeek in een bos- en natuurgebied ondergebracht, waarbij overigens de camping geen grond behoeft af te staan. Hoewel erkend wordt dat de camping gesaneerd zou moeten worden, volgens eerdere plannen, wordt hiervan afgezien omdat de benodigde financiën ontbreken, vanwege de economische functie en omdat inmiddels vele subsidies zijn verleend. Over de extensieve dagrecreatie wordt vermeld dat de biologische draagkracht van het gebied de grenswaarde daarvoor vormt. In het gebied kan het landbouwkundig gebruik van de grond worden gehandhaafd (o.m. m.h.o. onderhoud), voorzover dat niet in strijd is met natuur en milieu; gebruik van kunstmest of landbouwgif wordt daarom niet toegestaan.

De Belletbeek wordt in het bestemmingsplan niet als "waterweg" aangemerkt (nota bene) terwijl water als enige functie lijkt te hebben "de natuurlijke afvloeiing". Berversberg- en Cottesserbeek worden "milieutechnisch" licht tot matig verontreinigd genoemd, de aanleg van een stamriool Cottisserstraat-Geul wordt bepleit.

De Terzieterbeek valt in het bestemmingsplan van de gemeente Wittem en wordt een agrarisch gebied met hoge landschappelijke waarde genoemd (het bronbos is natuurgebied). Een reeks van maatregelen is zonder vergunning verboden (bijv. het veranderen van de waterhuishouding of de waterstand).

De Noorbeek valt in het ruilverkavelingsplan West-Mergelland, ook nog in het ge-

bied van het NLP. In het streekplan (1977) wordt opgemerkt dat in de Noorbeemden vanwege de natuurwaardebeperkingen kunnen worden opgelegd aan andere functies. In het bestemmingsplan van de gemeente Noorbeek wordt rond de beek grond tot natuurgebied (I) tevens waterwingebied bestemd, ten Noorden van de beek natuurgebied (II) tevens waterwingebied aangewezen, en ten zuiden van de beek agrarisch gebied met hoge landschappelijke of natuurwetenschappelijke waarden aangewezen (later zal dit de functie natuurgebied tevens waterwingebied krijgen).

1.3 De afzonderlijke beken

1.3.1 De Cottesserbeek

Deze beek stroomt in het oostelijk deel van het Geuldal. In dit deel worden veel steile hellingen gevonden, i.t.t. tot de westzijde van het dal. De beek ontspringt op ca. 200m boven NAP vlak onder grensnaal 7, aan de voet van het Molensbos, met 2 bronnen in het Vaalse groenzand. De bronnen worden vaak bezocht door fossielzoekers (verkit glauconiet-zandsteenbank).

Vrij snel verlaat het beekje het bos en slingert dan weer op Belgisch, dan weer op Nederlands grondgebied. De beek wordt daarom ook wel grensbeek genoemd (in België Mergelbach). Nadat de beek diep is ingesneden en enkele watervalltjes passert, wordt het water van enkele helokrenen op de Belgische oever opgenomen. Daarna wordt een zwak stromend beekje van een Nederlandse puntbron opgenomen. De beek stroomt dan in een bosje wat vroeger duidelijk als stortplaats is gebruikt. Enkele puntbronnen vormen snelstromende zijbeekjes met een krachtig verval. Na het bosje wordt de beek omgeven door o.m. meidoorns.

Hoog op de helling zijn enkele helokrenen te vinden die via een moeras de beek bereiken. Op meerdere plaatsen ontstaat zo'n moeras doordat er aan de voet van de helling een hoge oever het water tegenhoudt.

Een zijbeekje dat ontspringt vlakbij een boerderij in België voegt zich bij de beek. Bij de boerderij is de bron boven een (stort)poel te vinden. Op de Nederlandse oever wordt een vrij groot moeras gevonden met een karakteristieke vegetatie (onbeschadwd). Tot hier toe (25ha) is de grond in eigendom van het Limburgs Landschap dat door verschraling tracht de flora en fauna in de oorspronkelijke staat terug te brengen. In het moeras ontspringen enige bronnen en er lopen verschillende snelstromende (soms gegraven) beekjes door, o.a. afkomstig van de krachtige puntbron vlak bij een boerderij (deze stroomt overigens pas sinds enige tijd weer). De hoofdbeek is ter plaatse diep uitgeschuurd en overgroeid door bramen. De beek gaat sterk meanderen, neemt enkele bronbeekjes van de Belgische zijde op (afkomstig uiteen sterk door vee betreden bosje) en vertoont vele kwelplaatsen op de oever en zelfs een bronnetje waarbij het water onder een hoek naar boven spuit.

De beek wordt dieper en vlak voor de camping stroomt water uit een buis (vermoedelijk afkomstig van een puntbron onder de Cottesserhoeve) in de beek. De bedding wordt gebruikt als speelplaats en dan kronkelt de beek langs de vakantie-woningen en caravans. De beek stagneert door het vele grove vuil en de meeste optrekjes hebben pijpen waarmee vermoedelijk afvalwater wordt geloosd. Op de Nederlandse oever wordt in een weiland een moeras gevonden, gevolgd door een ruigte waarin nogal wat afval ligt. Daardoor heen en onder stroomt een beekje wat zijn bronnen heeft langs de Cottisserstraat. Langs de weg lijkt het een regengoot, na de kruising stroomt het langs en over een weiland en bereikt het via het moeras de hoofdbeek.

Na de camping stroomt de beek door een gegraven geul (geen stenen meer op de bodem) langs de Cottessergruwe, waar vroeger kwartiet t.b.v. de Duitse chamot-industrie werd gewonnen (de grond is in beheer bij SBB). Daarna stroomt de beek door een populierenbos. De beek treedt buiten de oevers, op sommige plaatsen komt

kwel voor en langs de weg naar Terbruggen is een drassig weiland ontstaan. Na de weg bereikt de beek de Geul. De beek is ongeveer 1500m lang en heeft een verval van 80m (zie kaart 3).

1.3.2 De Berversbergbeek

Deze beek ontspringt aan de voet van het Vijlenerbosch met 2 bronnen op ca. 180m boven NAP. De ene hoofdbron is een vijver in een bosje (in de hoek wordt de vijver met bronwater gevuld). De vijver is beroemd om de amfibieën die er in voorkomen en wordt beheerd door SBB. Na een pijp begint de beek, eerst erg ondiep, slingerend door de weilanden en een wilgenbosje. Door een moeras (O-zijde) stroomt de bronbeek van de 2^e bron (Wasbron/Wolfsbron) die in een weiland is gelegen. Met grote snelheid wordt het water onder, door en over het grasland gevoerd. Op enkele plaatsen worden bronbeekjes opgenomen. De oorspronkelijke bronnen daarvan zijn moeilijk terug te vinden; het zijn helokrenen of kapotte buizen.

Het moeras strekt zich over een vrij lang traject langs de Oostelijke oever van de beek uit, terwijl de beek aan de andere oever langs de bosrand stroomt. In het moeras bevinden zich enkele krachtige, Fe-houdende puntbronnen. Na een scherpe bocht neemt de beek een zijtak uit een smal maar lang bronbos op. De eerste bron daarvan is een krachtige waterstroom uit een pijp (verlegde bron), daarna treedt op vele plaatsen (kwel-)water uit de vochtige bodem. Het beekje heeft een groot verval en is diep uitgeschuurd. Vrijwel direct hierna neemt de hoofdbeek een 2^e zijtak op, uit een kleiner, maar breder bronbos, grenzend aan de camping. De waterafvoer van deze bronnen en beken is geringer, en het bosje heeft duidelijk dienst gedaan als vuilstort. De hoofdbeek stroomt, meanderend aan de voet van een camping en wordt regelmatig door vee en mensen betreden.

Op 2 plaatsen voegen zich nog bronbeekjes bij de hoofdbeek: in het begin van enkele bronnen in een zeer klein, geïsoleerd bosje en halverwege uit een groot aantal bronnen gelegen aan de bovenzijde van de camping. Deze bronbeek stroomt onder de weg door en bereikt via putten van een oude boerderij (?) de hoofdbeek. Vlak voor de weg bevindt zich een merkwaardig drassig land met gegraven greppels. Het betreft hier kapotte buizen van een bron die vermoedelijk dicht bij de boven gelegen boerderij begint. Rond de openingen hebben zich kunstmatige limnokrenen gevormd.

Na de weg wordt de beek door enige helokrenen gevoed die vlakbij de beek ontspringen. Ook stroomt water van de weg en een mestvaalt in de beek. Op de Zuidelijke oever bevindt zich een ruigte/moeras waardoor enige bronbeken stromen. De beek meandert sterk en loopt dwars door de weilanden. Voor de oversteek worden enige puntbronnen in een bosje aangetroffen.

De beek kronkelt door de weilanden verder, zonder dat nog bronwater wordt toegevoegd. Vlak voor de weg wordt een beekje met wegwater opgenomen. Na de weg stroomt de beek (met veel grof afval) door een smal bosje naar de Geul. Daarbij wordt nog een stroompje van de boerderij opgenomen met lekwater van een mestvaalt. De hoofdbeek is ongeveer 1500m lang en heeft een verval van 60m.

Over de bron-vijver merkt Mur⁽¹⁹⁶²⁾ op dat deze maar liefst 10m breed en 40m lang is (1962), een factor 5 hoger dan in 1981 (winter) (zie kaart 4).

1.3.3 De Lossing

Aan het einde van de maisakker naast de Bellethoeve is nog een naamloze waterloop aangetroffen. Uit een buis bij de akker (drainage-water) stroomt vrij veel water dat geleidelijk in het weiland een bronbeekje vormt. Na een (on)aanzienlijke vuilstort bereikt dit beekje een bedding temidden van oevers met bomen. Van de Noordelijke helling stroomt water af, vermoedelijk drainagewater. Na het pad gekruist te hebben, stroomt de Lossing in de Geul. De waterafvoer is sterk wisselend (zie kaart 4).

1.3.4 De Bellebeek

Deze beek ontspringt aan de voet van het Vijlenerbosch met een krachtige bron (pijp) op ca. 180m boven NAP. De gehele beek is in particuliere handen. Rond de bron wordt o.m. mos en de reuzenpaardestaart aangetroffen. Aan weerszijden van de beek zijn kwelzones te vinden. De beek stroomt langs een boomgaard en een bosje. Bij een kunstmatige dam wordt water opgevangen en met een PVC-leiding (kapot) naar de Bellethoeve getransporteerd. Aan het eind van het bos voegt zich een zijbeekje bij de beek. Dit wordt gevoed met water uit het bronbosje en uit een in een weiland gelegen bron (pijp). Het zijbeekje neemt enkele kleine stroompjes uit het bos op, waarin zich talrijke kwelzones bevinden, die het bijna onbegaanbaar maken. Wanneer een "weg" de hoofdbeek kruist, voegt er zich een bronbeekje bij, dat water uit helokrenen hoog in de boomgaard verzamelt. Daarna begint een moerasig gedeelte dat vroeger dienst deed als molenvijver. De vijver wordt gevoed door enkele puntbronnen in een bosje. Na de molen (t.b.v. elektriciteit in de Tweede Wereldoorlog) neemt de molentak nog enkele korte bronbeekjes op en voegt zich bij de hoofdbeek.

Deze stroomt met grote stroomsnelheid en veel watervalletjes langs het moeras. Na de samenloop worden de oevers steiler en hoger en stroomt de beek, sterk meanderend door een bos. Direct naast de beek zijn kwelzones te vinden, en op de Zuidelijke oever soms enkele bronbeekjes. Vanaf die zijde wordt de beek regelmatig door vee betreden. Uit de boomgaard op de Noordelijke oever komt een bronbeek van een helokrene. Mogelijk betreft het hier kapotte buizen van een dichtbij de bovengenoemde boerderij te vinden bron.

In het beekdal zijn af en toe bomen ontworteld. Op de zuidelijke oever is nog een buis te vinden waaruit met kracht water stroomt. De beek stroomt langs de Heimansgroeve en wordt veel door mensen betreden. Tegenover de groeve mondt een kleine bronbeek in de hoofdbeek uit. De beek stroomt dan snel: over 800m bedraagt het verval 60m. Nadat het pad de beek kruist stroomt de beek in de Geul. De beek is ongeveer 1000m lang en heeft een verval van 60m (zie kaart 5).

1.3.5 De Terzieterbeek

De ene tak van de Terzieterbeek ontspringt in België (Beusdaelbeek). De bronnen zijn gelegen in de weilanden aan de overzijde van de weg Sippenaeken-Beusdael, en in de vijver van kasteel Beusdael. De vijver wordt dus op meerdere plaatsen gevoed met bronbeken (soms in buizen) van hoger gelegen bronnen. Na de vijver loopt de beek onder de grond. Voor de grens bevindt zich een klein bronbos waarin talrijke puntbronnen voorkomen. Via een stenige helling met grof vuil stroomt dit water naar een vijvertje vanwaar het water onder de grond naar een drinkbak aan de grens stroomt (samen met het water van de kasteelvijver). Daarna stroomt de Beusdaeltak grotendeels bovengronds.

De Oostelijke oever (weiland) bevat veel puntbronnen en helokrenen. Bij de boerderij lekt vocht van een mestvaalt in de beek. Na de boerderij voegen zich 2 bronbeken bij de Beusdaeltak, de meest zuidelijke loopt voor een groot deel door het weiland en gedeeltelijk ondergronds. De noordelijke begint vlakbij een drinkbak, onder een schuur. Door de betonnen vloer rond de bak wordt het water met meststoffen van drinkend vee verrijkt (algenbloei). Daarna stroomt deze bronbeek door buizen.

De Beusdaeltak kronkelt langs een camping, tussen populieren en meidoorns. Enige kleine bronnen voegen zich bij de beek voordat deze onder de weg samenkomt met de Terzieterak. Bij de boerderij stroomt vocht van een mestvaalt in de Beusdaeltak.

De andere tak ontspringt eigenlijk ook in België, boven het Terzieterbronbos, dat is afgesloten en beheerd wordt door SBB. De bron die het meest ver van het bronbos is verwijderd, is gelegen in een "cabane" en doet dienst als waterput voor drinkinstallaties voor het vee. Daarna stroomt het water grotendeels onder-

gronds naar het bronbos waar het vlak voor het bos boven de grond komt. Halverwege het Bovenste Bosch bevindt zich een bosje met een vijver dat door bronwater wordt gevoed. Het water wordt gedeeltelijk door buizen afgevoerd en vormt samen met eerder genoemde bronbeek het beekje dat het Terzieterbos in stroomt.

In dit bos worden een dertigtal bronnen gevonden die via bronbeken (soms met een groot verval) de hoofdbeek aan de rand van het bos voeden. Het bos is ongeveer 250m lang en 50m breed. De vochtigheid van de bodem verschilt sterk, zodat uiteenlopende vegetatietypen voorkomen. In het bos bevindt zich een kunstmatige vijver. Ook wordt m.b.v. een mechanische pomp water afgevoerd. De hoofdbeek verlaat het bosje in buizen, loopt door een vijver en stroomt na de weg geheel bovengronds.

In het weiland langs de weg (Noordzijde) bevinden zich vermoedelijk buizen die bronwater afvoeren, wat slechts gedeeltelijk gelukt. De hoofdbeek meandert sterk, loopt door een populierenbosje, meidoornstruiken en wordt ondiep en breed, vlak voordat (onder de weg) de Beusdaeltak zich bij de Terzieterbeek voegt.

In Terziet loopt de beek langs de weg en neemt op verschillende plaatsen afvalwater op. Langs de beek zijn restanten van een oude pomp te vinden. Voor de afslag naar Diependaal volgt een bron via een pijp water aan de beek toe. De bron begint in een bosje bij de hoeve Hellberg. Na de weg lekt vocht van een mestvaalt in de beek (boerderij bij afslag). Wanneer de beek van de weg afbuigt, wordt een zijbeek opgenomen waarvan de verste bron (put) bij een boerderij aan de weg naar Kuttingen ligt, halverwege voeden ook helokrenen deze beek. Aan de andere zijde van de bewuste boerderij zijn ook enkele uitredingspunten te vinden, die een beekje vormen dat verderop de hoofdbeek bereikt. Daarna neemt de beek opnieuw water uit een pijp op, afkomstig van een bron, gelegen in de buurt van de Fröschebron. Het water hiervan wordt grotendeels door buizen gevoerd.

Wanneer de beek onder de weg naar Kuttingen doorgaat, wordt de grens van het onderzochte gebied bereikt. Van de nabij gelegen boerderij stroomt langs de weg water, afkomstig van verschillende bronnen rond het erf, naar de hoofdbeek. Een van deze bronnen heeft zo'n 30 jaar geen water gegeven (gevolg bouwactiviteiten?) (zie kaart 6).

De Noorbeek

Het dal van de Noor is zeer karakteristiek: het dorp ligt hoog, de hooilanden liggen bij de beek en de beek wordt omgeven door populieren. Het grondgebruik heeft in de loop der tijd veranderingen ondergaan: in het begin van de vorige eeuw vooral grasland langs de beek; in het begin van deze eeuw ook boomgaarden en later is bos aangeplant. Op de hellingen bevinden zich hagen en graften. I.t.t. de beken bij de Geul worden de formaties van Aken en Vaals (zandstenen) niet aangetroffen, maar de formatie van Gulpen (kalksteen). De hoofdbron, de Brigldabron, heeft een wisselende waterafvoer en heeft zelfs enige jaren geen water gegeven. Nadat de beek onder de weg doorstroomt, wordt het water verontreinigd door een riooloverstortpu (1982) minder sterk dan ten tijde van het onderzoek. In het bosje in de driehoek worden enkele bronnen gevonden.

Op de Noordelijke oever, een vochtig grasland met enkele populieren, worden veel kwelzones aangetroffen. Enkele poelen worden door bronwater gevoed. Ook is er een afvoer van de goten langs de weg naar Mheer. Er ontstaat een klein beekje dat pas na een flinke afstand de hoofdbeek bereikt.

Op de andere oever voegt een bronbeekje zich bij de beek, waarschijnlijk gevoed door een bron bij de bovengelegen schuur. Daarna stroomt de beek door een bos, en neemt een bronbeek op, afkomstig van een punthron in een weiland. In het bos bevindt zich een poel met kroos.

Op een open plek op de andere oever worden gegraven beekjes (rabatten) gevonden, die bronwater afvoeren. De hoofdbeek stroomt daarna door open grasland en later

wordt de beek aan één zijde door bos begrensd. Enkele bronnen voeden bronbeekjes die met een groot verval de hoofdbeek bereiken. Deze vertoont veel bochten en op de bodem ligt grind i.p.v. slib en zand zoals in het eerste gedeelte. Aan het eind van het weiland bereikt een vrij grote zijbeek de hoofdbeek. Het water komt uit een bronbos dat uitgestrekt is en aan de voet van een helling ligt, onder een maisakker. De hoofdbeek heeft scherpe bochten en ligt diep uitgeschuurd. Voordat de beek een hoek van 90 graden maakt en opnieuw een bos instroomt, voegt water uit enkele helokrenen zich bij de beek. De helokrenen zijn gelegen in een zeer nat grasland. Vlak voor de grens wordt de beek gevoed door enkele lange, rechte zijbeken (gegraven). De bronnen bevinden zich vlakbij de weg van Noorbeek naar België.

Het grootste deel van de Noorbeemden (Sha) wordt beheerd door Natuurmonumenten. Het Nederlandse deel is 900m lang en heeft een verval van 14m (zie kaart 7).

Fysisch-chemische parameters

Inleiding

Behalve gegevens over de flora en fauna zijn ook watermonsters onderzocht op een vrij groot aantal parameters. De gegevens zijn op 2 manieren verkregen: door een maandelijks bemonstering van de onderzochte beken op 2 punten en door een 40-tal monsters die in september 1981 bij de verschillende beken zijn verzameld.

De eerste monstermethode levert een meer afgewogen beeld van de waterkwaliteit waarbij seizoensinvloeden en periodiek verontreinigingen naar voren komen. Dat gebeurt bij de tweede monstermethode niet, maar daarmee is (m.n. bij de Terzieterbeek -20 monsterpunten-) een beter inzicht te krijgen in de regionale waterkwaliteitsverschillen. Er kunnen voorzichtig vergelijkingen worden gemaakt tussen de verschillende beken, maar de keuze van de monsterpunten is daarbij van grote invloed. De belangrijkste maar tevens moeilijkste vraag zal hieronder ook aan de orde komen: zijn hoge of lage concentraties van bepaalde verbindingen of elementen in een bepaald monster een gevolg van de oorspronkelijke samenstelling van de bodemlagen (bronnen), of een gevolg van ontreiniging van grondwater door inzijging (bronnen), of een gevolg van verontreiniging van het oppervlaktewater na uittreding (inspoeling van bronbeken)?

Voor het beantwoorden van deze vragen is een goed inzicht in het fysisch-chemische gedrag van elementen en verbindingen onontbeerlijk, naast kennis over de samenstelling van geologische lagen en vervuiliingsbronnen (rioolwater, drijfmest). Voor zover mogelijk is wordt na de "methode" een poging gedaan een karakteristiek te geven van iedere parameter, op basis van dit onderzoek en de beschikbare literatuur (De Lange, 1978; Silsbee, 1982).

Daar is worden de resultaten per beek besproken.

Keuze bemonsteringspunten

Een vluchtig onderzoek heeft de noodzaak duidelijk gemaakt van een gedetailleerde kartering van de vele bronnen die één beek voeden. Weliswaar zijn door Cuppen (1978) de belangrijkste bronnen vastgelegd: een verantwoorde keuze van de monsterpunten kan pas plaatsvinden na een volledige inventarisatie. Niet alleen omdat daardoor andere brontypen en habitats bekend worden, maar ook omdat de vele bronnen evenzovele verontreinigingsrisico's met zich mee brengen.

Op grond van de monsterpunten van Cuppen en MollerPillot, de brontypen, de habitats en de mogelijke vervuiliingsrisico's zijn de macrofaunamonsterpunten gekozen. Steeds is een monster in de bronkop en 1 à 4 meter verderop (in het bronbeekje) genomen. Vooral bij helokrenen is het vaak lastig om een representatief monsterpunt te kiezen. In de hoofdbeek wordt tenminste 1 monster genomen. Dit heeft geresulteerd in 89 veldmonsters, na samenvoegen (bronkop + bronbeek, bij gebrek aan resultaten) 75 monsters.

Vanaf Redeke zijn vele indelingen van bronnen gepubliceerd. Vooral door het menselijk ingrijpen zijn nauwelijks werkbare definities van de verschillende brontypen te geven. Wanneer een "bron" niet door grondwater wordt gevoed (komt vaak in de fysisch-chemische parameters tot uitdrukking) wordt dat in hoofdstuk aangegeven. Vaak gaat het dan om stagnatie van oppervlaktewater of drainagewater. Bronnen waar het water duidelijk uit één punt uittreedt worden puntbronnen genoemd; helokrenen zijn bronnen die een groter kwelzone kunnen vormen van waaruit bronbeekjes afstromen (Cuppen, 1978; Ploeg, 1982).

De bemonstering heeft plaatsgevonden in januari/februari 1981. MollerPillot (1971) merkt op dat wie in de waterkwaliteit geïnteresseerd is, m.n. in een droge zomermaand zal monstere. Hoewel de waterafvoer in de onderzochte beken nogal verschilt, kan de macrofauna (door de relatief constante temperatuur) gedurende het gehele jaar een afspiegeling van de waterkwaliteit vormen. Daarnaast worden deze bronnen en beken vaak meer bedreigd indeze maanden (door betreding en inspoeling van meststoffen) dan in de droge maanden (door lozingen).

Methode

De monsterpunten zijn weergegeven op de 5 kaarten. De monsterpunten die maandelijks door het WZL werden onderzocht bestaan uit een meetpunt bij de bron en bij de uitmonding in de Geul (bij de Noor: de grensovergang). Bij de Terzieterbeek is ook een monsterpunt aan het eind van de Beusdael-rak opgenomen. Deze monsters zijn in het laboratorium onderzocht op de volgende parameters: pH, geleidingsvermogen, BZV, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, orthofosfaat-P, Cl en hardheid. In het veld worden temperatuur, O_2 -concentratie en waterafvoersnelheid gemeten. Het water uit de Noor is incidenteel onderzocht op 7 zware metalen.

De 40 andere watermonsters zijn op dezelfde parameters onderzocht (behalve $\text{NH}_4\text{-N}$ en BZV) en op de concentraties Ca, K, Na, Mg, en Fe. Geleidingsvermogen en pH worden op de monsterdag m.b.v. elektroden bepaald. Het BZV wordt na 5 dagen (bij een temperatuur van 20 graden C) gemeten. Van de gekoelde monsters wordt de volgende dag $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ en orthofosfaat-P spectrofotometrisch bepaald. Het Cl-gehalte wordt konduktometrisch bepaald. Van aangezuurde monsters wordt naderhand m.b.v. een vlamspectrofotometer Fe, K, Na, Ca en Mg-concentraties bepaald (laboratorium hydrobiologie, Natuurbeheer). De resultaten zijn gerangschikt per beek/maand, weergegeven in figuur 8 t/m 12.

De afzonderlijke parameters

Temperatuur

Tijdens het monstere van de macrofauna is de temperatuur ook bepaald. Die waarden geven een betrouwbare indicatie over de afkomst van het water. De luchttemperatuur was lager dan 5 graden C zodat een bron gevoed met grondwater (een temperatuur van 8 à 10 graden) goed te onderscheiden was van "bronnen" met smeltwater of een geringe waterafvoer. Bij lage luchttemperaturen "dampte" het Terzieterbronsbos bijvoorbeeld. Bij een grote waterafvoer varieert de temperatuur van het bronwater nauwelijks: de Brigidabron (Noor) laat dit duidelijk zien. De beek die door de verschillende bronnen wordt gevoed heeft een temperatuurverloop corresponderend met die van de lucht. Kleine bronbeekjes kunnen dan ook bij vorst bevriezen. Bij een relatief kleine beek zoals de Belletbeek kan een temperatuurverschil van 16 graden C optreden, wat van betekenis voor het leven in de beek is.

pH

Een groot aantal stoffen beïnvloedt de pH-waarde. Behalve bij duidelijk uitschieters lijkt de pH weinig geschikt om een differentiatie in monsterpunten aan te brengen. Een eenduidig verband met de hardheid of de Ca-concentratie wordt niet gevonden. Bij sommige beken worden in de bron veel lagere pH-waarden gevonden dan in de beek (Bellet), bij andere is er nauwelijks een verschil (Cottesser). De pH van de Belletbeek is opvallend hoger dan die van de overige beken.

K₂₀

De som van het geleidend vermogen van alle opgeloste ionen, K₂₀, kan een grove indicatie geven van een (on)natuurlijke verrijking van het water: de Cottesserbeek heeft lage waarden, de Noorbeek hoge waarden. Er kan meestal geen ion worden aangewezen dat de waarde van K₂₀ in hoofdzaak bepaald, de concentratie-verandering van verschillende ionen zijn nogal eens tegengesteld. Bij een afnemende waterafvoer neemt de waarde van K₂₀ sterk toe.

Ca

Van de kationen komt Ca in de hoogste concentraties voor. De totale hardheid vertoont niet steeds hetzelfde verloop als de Ca-concentratie, maar dat wordt veroorzaakt door fluctuaties in de Mg-concentratie. Geologische verschillen, die een andere samenstelling van het grondwater tot gevolg kunnen hebben, worden o.m. weerspiegeld in de Ca-concentratie. In het brongebied van de Terzieterbeek komt dit bijv. duidelijk naar voren. Ook tussen de beken onderling komen grote verschillen voor. Maar ook het CO₂-gehalte van het regenwater is van invloed op de Ca-concentratie.

Ba

De totale hardheid van het bron/beekwater varieert sterk, maar de Ca- en Mg-concentraties geven een beter beeld van de (geologische) oorzaken van deze verschillen. De hardheid is niet iedere maand bepaald.

Mg

De lage concentraties Mg vertonen bij sommige beken grote verschillen (bijv. Cottesser) die voor een groot deel te maken hebben met de geologische gesteldheid van de bodem. De verschillen tussen de beken zijn gering.

Fe

De verschillen in Fe-concentraties kunnen zeer groot zijn binnen het brongebied van een beek. Geoxydeerde Fe-verbindingen kunnen de omgeving van een bron soms opvallend kleuren (roestbruin). De verschillen tussen de beken zijn gering: iedere beek heeft een aantal bronnen waar het water Fe-arm en Fe-rijk is.

Na

Evenals de Ca- kan de Na-concentratie inzicht geven in de herkomst van het water. De verschillen binnen het brongebied van een beek kunnen zeer groot zijn (Cottesser). De hoge Na-concentraties in sommige bronnen kunnen indicaties zijn van een vervuiling op afstand van het grondwater. De verschillen tussen de beken zijn vrij groot.

K

De K-concentratie wordt beschouwd als een graadmeter voor de verontreiniging

van het bron- en beekwater. In veel bronnen en beken in het onderzochte gebied worden relatief hoge concentraties gevonden. In een aantal gevallen zijn ook de NO₃-N en de orthofosfaat-P concentraties hoog, wat op een invloed van bemesting wijst. De verschillen tussen de beken zijn vrij groot.

Cl

De Cl-concentratie wordt vrijwel niet biogeen beïnvloed en kan een aanwijzing geven over verontreiniging van het bron- en beekwater maar ook over de afkomst van het water. Er blijkt een duidelijk verband te zijn met de Na-concentratie en minder duidelijk met de K-concentratie. In het beekwater is de Cl-concentratie vaak hoger dan in de bron, er heeft dus een verrijking plaatsgevonden. De verschillen tussen de beken zijn groot.

NO₃-N

De verschillen in NO₃-concentraties binnen het brongebied van een beek kunnen zeer groot zijn (Terzieter). Behalve oorspronkelijke chemische verschillen en verontreiniging door inspoeling lijkt op sommige punten verontreiniging van het grondwater (uitspoeling) waarschijnlijk. Hoge NO₃-concentraties gaan vaak samen met hoge Cl-concentraties. Behalve bij de Belletbeek is de concentratie in de beek altijd hoger dan in de bron. Het Limburgse leidingwater bevat 20 mg/l NO₃ (Notenboom, 1980). In de herfst en de winter kan een hoog NO₃-gehalte ook een natuurlijke oorzaak hebben: bij de afbraak van bladeren nemen micro-organismen o.m. NO₃ op, bij het afsterven komt dit NO₃ geleidelijk vrij.

NO₂-N

Hoewel de verschillen in NO₂-concentraties tussen de monsterpunten groot kunnen zijn, is er geen duidelijk verband met de verschillen in NO₃-concentratie. In bronnen is de concentratie vrijwel altijd zeer gering, in beken hoger, m.n. in de zomer wanneer de temperatuur hoog en de waterafvoer gering is (de NO₂-concentratie is dan lager). Het is niet duidelijk of dit een gevolg is van een remming van de nitrificatie. De lozing van verontreinigd afvalwater en van mest lijken de voornaamste redenen voor de soms hoge NO₂-concentraties (Terzieter, Noor).

NH₄-N

In niet-verontreinigd bronwater is de NH₄-concentratie zeer gering. In (bron) beken komen alleen hogere concentraties voor. Hoge NH₄-concentraties gaan vaak samen met hoge NO₂- en P- concentraties, vooral in de zomermaanden en bij een lage pH. De lozing van verontreinigd afvalwater lijkt de voornaamste "bron".

Kjeldahl-N

Naast de NH₄-concentratie kan met de Kjeldahl-bepaling ook het gehalte organisch gebonden N worden vastgesteld. Alleen bij de Noorbeek-monsters is deze bepaling verricht: de concentratie organisch gebonden N blijkt sterk gekoppeld te zijn aan de lozing van verontreinigd afvalwater.

P

De verschillen in P-concentraties binnen het brongebied van een beek zijn vrij groot. Net als bij NO₃ lijkt behalve oorspronkelijke chemische verschillen en verontreiniging door inspoeling (helokrenen) verontreiniging van het grondwater op afstand mogelijk. Soms worden lage pH-waarden gevonden in monsterpunten met hoge P-concentraties. In de (bron) beken is de P-concentratie meestal hoger dan in de bronnen, wat op verontreiniging door afvalwater of meststoffen wijst.

O₂

De O₂-concentratie in bronnen met een redelijke waterafvoer is vaak laag en vertoont weinig fluctuaties. In de (bron) beken zijn de concentraties hoger en kunnen grote schommelingen optreden. Zo bevat de hoofdbron van de Belletbeek weinig

O_2 (mg/l) maar is de zuurstofvoorziening in de beek goed. Reeds op enkele meters van het uittredingspunt loopt het O_2 -gehalte op. De invloed van de temperatuur op de O_2 -concentratie is vrij groot: bij lage watertemperatuur worden hoge O_2 -concentraties gemeten en omgekeerd.

BZV

Het biologisch zuurstofverbruik is logischerwijs laag in bronnen (weinig natuurlijk of "onnatuurlijk" organisch materiaal) en hoger in de (bron)beken. M.n. in het najaar is het zuurstofverbruik hoog door bladval e.d. In sommige beken is het BZV ook in de zomermaanden hoog, vermoedelijk als gevolg van de lozing van verontreinigd afvalwater. Opmerkelijk is het relatief hoge BZV in februari in het Terzieterbronbos.

Waterafvoer

Hoewel van veel bronnen bekend is dat de waterafvoer in de loop der jaren sterk kan variëren, zijn de verschillen in het gemeten jaar niet groot, met uitzondering van de bronnen van Noor en Terzieter. De schommeling in waterafvoer van de beken kan daarentegen groot zijn. Vooral in het voorjaar (smeltwater) is de stroomsnelheid hoog. Het monsterpunt in het Terzieterbronbos vertoont dan ook een toename: er wordt dus meer dan alleen het uittredend bronwater gemeten. In juni is de stroomsnelheid het laagst (weinig neerslag, hoge temperatuur); ondanks gelijkblijvende waterafvoer van de bronnen is de invloed van verdamping en droogte groot. In juli worden hoge waarden bereikt (neerslag). Het is opvallend dat de minima en maxima van de Noorbron (Brigidabron) 1 maand later optreden dan bij de overige beken het geval is, dit zou kunnen betekenen dat het regenwater binnen 1 maand via het grondwater de waterafvoer van de bron beïnvloed. Wanneer de beken in een reeks worden gerangschikt naar afnemende water afvoer ontstaat dit beeld: Terzieter, Noor, Bervers, Cottesser en Bellet.

De resultaten per beek

De Cottesserbeek

Monsterpunt A₁ De lage temperatuur in de zomer, de hoge in de winter zijn karakteristiek voor een krachtige door grondwater gevoede bron. O_2 -concentratie en pH zijn laag. Het water bevat behalve Ca weinig kationen, de concentraties NO_3 en P zijn zeer laag. Van verontreiniging van het grondwater is geen sprake. In het voorjaar zijn NO_3 - en P-concentraties wat hoger, maar dat kan het gevolg zijn van een iets hoger waterafvoer. Waarom in augustus de pH nogal laag is, en in maart het O_2 -gehalte laag is, kan niet verklaard worden.

Monsterpunt D₁ Het monsterpunt ligt op enige afstand van het uittredingspunt in een klein bosje, zodat in de zomer de temperatuur van het water enigszins stijgt, ook het O_2 -gehalte is vrij hoog. Het water is rijk aan Ca, en bevat verder opvallend veel Na en in mindere mate K. Ook de NO_3 - en P-concentraties zijn hoog. Een verontreiniging van het grondwater in de aan de overzijde van de weg (hoger) gelegen akkers kan niet worden uitgesloten.

Monsterpunt D_m Vooral de temperatuur en vooral de pH in dit monsterpunt zijn hoger dan in bron D₁. De hardheid, het geleidingsvermogen, de Cl-, K-, Na- en de Ca-concentratie zijn gedaald. Iets toegenomen is het Fe-gehalte maar daarvoor zijn andere bronnen die het beekje voeden ook verantwoordelijk. De concentraties NO_3 en P zijn sterk gedaald. Er heeft dus duidelijk verdunning opgetreden. Een verontreiniging van het water in dit extensief beheerde land is ook onwaarschijnlijk.

Monsterpunt E₁ De lage temperatuur in de zomer en de lage pH-en O_2 -waarden geven aan dat het bij deze kleine bron om grondwater gaat. Het water is rijk aan Ca en bevat zeer veel Na en K. De NO_3 - en met name de P-concentratie is hoog. Qua ligging is de bron te vergelijken met bron D₁ en de fysisch-chemische resultaten vertonen opvallende gelijkenis. Een verontreiniging van het grondwater in de boven gelegen akkers kan

dan ook niet worden uitgesloten.

Monsterpunt E_m De watertemperatuur is hoger dan in bron E₁, maar O_2 -gehalte is ondanks de vrij grote waterafvoer gering. Het water bevat weinig Ca meer, maar veel Mg en Fe. Op talloze plekken (E₃) is het water roestbruin gekleurd. Opvallend is dat de Na-concentratie zeer laag is (in E₁ nog zeer hoog) maar dat de K-concentratie niet is veranderd, ondanks de mogelijke verdunning. De Cl-concentratie is ook hoog. Hoewel de NO_3 - en de P-concentraties er laag zijn; kunnen de hoge K- en Cl-waarden wellicht op de lozing van afvalwater wijzen (al zijn hier bij de bronbeek geen aanwijzingen voor gevonden). Na de bron E₁ stroomt de bron dicht langs enkele woningen.

Monsterpunt 83 Het O_2 -gehalte in de beek is niet duidelijk hoger (...) dan in de hoofdbron. In de (na)zomer is de O_2 -concentratie m.n. erg laag, terwijl het BZV in die periode hoog is. De P- en NO_3 -concentraties zijn dan ook hoog wat een aanwijzing vormt voor de lozing van afvalwater, vermoedelijk van de om de beek gelegen belgische camping. De NO_3 -concentratie bereikt geen bijzonder hoge waarden. Ook in de hoofdbek is de pH in augustus laag en is in maart de O_2 -concentratie het laagst (gevolg van de gestegen temperatuur).

Berversbergbeek

Monsterpunt D De pH en de O_2 -concentratie zijn laag, in de winter is de temperatuur hoog, maar in de zomer ook. Dit komt omdat de waterafvoer van deze bron gering is, en het water ondiep over een bladpakket uittreedt. Het water bevat weinig Mg en K, zeer weinig Ca maar vrij veel Fe en Na (de bladeren zijn opvallend roestbruin gekleurd). De concentraties van NO_3 en P zijn zeer laag. In het voorjaar zijn de NO_3 -concentraties wat hoger. M.n. in februari, wanneer de pH en het BZV sterk stijgen, is de P-concentratie hoog. Verontreiniging van de bron op afstand is onwaarschijnlijk (de bron ligt in een uittloper van het Vijlenerbos). Wellicht heeft het smelten van ijs en sneeuw de stijging van de P-concentratie veroorzaakt.

Monsterpunt F De temperatuur is in de winter vrij hoog en in de zomer vrij laag; karakteristiek voor een krachtige door grondwater gevoede bron. De concentraties Fe, Mg, K en Na zijn laag, het water is wel rijk aan Ca. Zeer hoog zijn de NO_3 -, NO_2 -, en P-concentraties. Gelet op de ligging van de bron in een vrij intensief beheerd weiland, lijkt inspoeling van meststoffen aannemelijk.

Monsterpunt A Door het watertransport in buizen treedt in de winter afkoeling van het bronwater op, in de zomer is de temperatuur nog vrij laag. De O_2 -concentratie is hoog. De ionen concentraties zijn laag, evenals het NO_3 -gehalte. Hoewel de pijp aan de voet van een intensief bemesté maisakker ligt, is (in september) geen aanwijzing voor verontreiniging gevonden.

Monsterpunt K In de zomer is de temperatuur van deze bron vrij hoog, in de winter, ondanks de geringe waterafvoer, ook. Het water bevat weinig ionen en de pH is vrij hoog. M.n. de NO_3 - en NO_2 -concentraties zijn vrij hoog maar vormen geen duidelijke aanwijzing voor één of andere vorm van verontreiniging.

Monsterpunt N₁ Door het watertransport in buizen treedt in de winter afkoeling en in de zomer opwarming van het water op (in de kunstmatige limnokrene). De pH is laag, de Na-, K-, Fe-, en Mg-concentratie eveneens. De NO_3 -concentratie is vrij hoog, vormt geen duidelijke aanwijzing voor één of andere vorm van verontreiniging. De waarden van de chemische parameters komen sterk overeen met die van monsterpunt A, de oorspronkelijke bronnen liggen dicht bij elkaar.

Monsterpunt M₂ Het O₂-gehalte in de beek is niet duidelijk hoger dan in de hoofdbron (...). In de nazomer en de herfst is de O₂-concentratie m.n. laag, terwijl het BZV in die periode hoog is. Het verloop van NO₃- en P-concentraties is echter anders: zeer veel NO₃ in het voorjaar (veel P in februari door de hoofdbron) en najaar (lage P-concentratie). De beek is op verscheidene plaatsen zeer kwetsbaar voor inspoeling van meststoffen (lekstromen van mestvaalten). Opvallend zijn de hoge Cl₂-NO₃- en P-concentraties in juli. Of dit een gevolg is van de toegenomen waterafvoer t.o.v. juni of van een lozing van afvalwater (camping) valt niet aan te geven.

Belletbeek

Monsterpunt A De lage temperatuur in de zomer, de hoge in de winter zijn karakteristiek voor een krachtige, door grondwater gevoede hoofdbron/pijp bron. De pH is vrij laag evenals het Ca-gehalte. Het water bevat weinig kationen, de concentraties NO₃ en P zijn vrij hoog. Daarom kan verontreiniging van het grondwater in de aan de overzijde van de weg (hoger) gelegen weilanden niet worden uitgesloten. In het voorjaar en de zomer zijn de NO₃- en P-concentraties in de bron duidelijk hoger dan in de herfst en winter.

Monsterpunt B₂ De K-concentratie in deze bronbeek is vrij hoog, de NO₃-concentratie is eveneens vrij hoog. Bron B₁ (pijp) ligt in het laagste gedeelte van een vrij intensief gebruikt weiland en komt uit in een verontreinigde drinkpoel. Of de bron zelf ook verontreinigd is, kan niet worden vastgesteld.

Monsterpunt D De O₂-concentratie is zeer laag maar dat kan een gevolg zijn van de geringe waterafvoer. Het water bevat weinig kationen, de concentraties van NO₃ en P zijn zeer laag. Een aanwijzing voor verontreiniging ontbreekt.

Monsterpunt 26 De Na⁺, K⁺, P³⁻, Cl⁻ en NO₃-concentraties van deze "bron" zijn zeer hoog. Het is niet duidelijk of het hier het eerste uittredingspunt van de bron betreft, of dat het om een verlegde bron/overkluisde bron gaat, die dicht bij de hoeve uittreedt. Mogelijk staat het Cl-gehalte in verband met het provisorisch aangelegde zwembad.

Monsterpunt C₂ De O₂-concentratie is hoog. De ionenconcentraties zijn in september laag. Vrij hoog is de nitrietconcentratie, wellicht een gevolg van monsterpunt 26. De NO₃-concentraties in de winter en het voorjaar zijn hoog, vermoedelijk als gevolg van inspoeling van meststoffen in sommige bronbeken. In de zomermaanden zijn de NO₃- en P-concentraties vrij hoog evenals het BZV. Dit wijst op een geringe lozing van afvalwater, al zijn hier bij de beek geen aanwijzingen voor gevonden.

Terzieterbeek

Bij de Terzieterbeek zijn i.t.t. andere beken op 20 punten watermonsters verzameld met het doel meer informatie te verkrijgen over veranderingen in concentraties na korte trajecten en over verschillen in grondgebruik en verontreiniging. Hiervoor leent de Terzieterbeek zich goed vanwege het grote oppervlak van het brongebied en de grote afstanden tussen bron en hoofdbeek.

Monsterpunt B_v De O₂-concentratie in het water is hoog, de temperatuur is opvallend laag. Het Cl-gehalte is zeer laag, evenals de kationenconcentraties en NO₃ en P. Voor één of andere vorm van verontreiniging ontbreekt iedere aanwijzing.

/bronbos Beus-

dael

Monsterpunt B₈₅ In vergelijking met monsterpunt B_v is de Ca-concentratie licht gedaald, er is een forse toename van het K-gehalte, de temperatuur, het Na⁺ en het Cl-gehalte zijn enigszins toegenomen. De verhoging van de K-concentratie kan van meststoffen afkomstig zijn maar dat is niet zo waarschijnlijk omdat de NO₃- en P-concentraties nauwelijks zijn toegenomen.

Monsterpunt B₁ In de winter is de temperatuur vrij hoog, maar in de zomer bepaald niet laag. Het water is kalkrijk, heeft een vrij lage pH (algengroei) en een vrij hoog Cl-gehalte. De O₂-concentratie is vrij laag, terwijl de NO₃- en P-concentraties vrij hoog zijn. De bron die deze drinkbak vult, ligt weliswaar op enkele meters afstand in het weiland maar een verontreiniging van het bronbeekje en de drinkbak door meststoffen is goed mogelijk.

Monsterpunt B₂ In vergelijking met monsterpunt B₁ is de temperatuur gedaald evenals de Ca-concentratie. Gestegen is de O₂-concentratie. In de concentraties Cl₂, NO₃, P en de kationen is geen verandering opgetreden. Hoewel de bronbeek kwetsbaar de steile helling van de weilanden afloopt, is in deze periode van het jaar geen aanwijzing voor verontreiniging gevonden.

Monsterpunt B_t In vergelijking met monsterpunt B₈₅ is er een duidelijke toename van de hardheid, de NO₃-, NO₂- en de P-concentraties waar te nemen. Het is niet duidelijk of deze hoge concentraties een gevolg zijn van verontreiniging van de Beusdaelbeek of dat het nog de invloed is van monsterpunt B₁. Het is opvallend dat de K-concentratie niet (door verdunning) is afgenomen. In de loop van het jaar schommelt de waterafvoer op dit punt sterk: in het voorjaar een grote afvoer, in de zomer en herfst een geringe. Het is opvallend dat bij een grote afvoer de concentraties NO₃, NO₂, NH₄ en P hoog zijn (de kwetsbaarheid van een enkele meting in september is duidelijk). In de winter kan dit wijzen op neerslag- en smeltwater wat bij dooi de meststoffen meevoert (hoevel directe lozing op de beek mogelijk blijft). In juni en augustus is m.n. een lozing van afvalwater (camping) meer waarschijnlijk. In mei worden de laagste NO₃- en P-concentraties temeten, terwijl de pH en het BZV hoog zijn. Een reden hiervoor valt niet aan te wijzen.

Monsterpunt C De temperatuur en de pH van dit kalkrijke water zijn laag, de O₂-concentratie is zeer laag, als gevolg van het feit dat het hier om een drinkpomp gaat die het water uit een put betreft. De kationenconcentraties van het water zijn zeer laag, de NO₃-concentratie is vrij laag, de P-concentratie is vrij hoog. Aanwijzingen voor het verontreinigen van het grondwater op afstand ontbreken.

Monsterpunt C_b In vergelijking met monsterpunt C (C_b is de uitmonding van met huizen afgevoerde bronnen, w.o. C_b zijn de temperatuur, de O₂-concentratie, het Cl-gehalte en de Na⁺ en Mg-concentraties toegenomen. De concentraties van NO₃ en P zijn niet toegenomen. Een verontreiniging van de bronbeek kan niet worden aangetoond, hoewel de beek op enkele plaatsen in het wiland over het oppervlak stroomt en als drinkbak functioneert.

Monsterpunt A₄ De lage temperatuur in de zomer, de hoge in de winter zijn karakteristiek voor een krachtige, door grondwater gevoede bron. Het water is kalkrijk, bevat verder weinig kationen en de NO₃- en P-concentraties zijn laag. Een aanwijzing voor verontreiniging van het grondwater op afstand ontbreekt dus.

Monsterpunt A₅ In vergelijking met monsterpunt A₄ (in bronbeek A monden verschillende bronnen in het bronnetjesbos uit) is de pH iets gestegen maar er treedt bij geen enkele parameter een verandering op. Verontreiniging door inspoeling in het bronbos is ook onwaarschijnlijk.

Monsterpunt A_u In vergelijking met monsterpunt C_b is de temperatuur (door het vele koude bronwater) sterk gedaald, en de Cl-concentratie is afgenomen. De pH is sterk gestegen. Bijzonder opvallend bij gelijkgebleven ionenconcentraties is de verhoging van de Na-concentratie. Omdat alleen dit ion zo is toegenomen lijkt een natuurlijk verrijking het meest waarschijnlijk. Wel zijn de bronnen 1, 2, 3 en de uitgang van de hoofdbeek na het bronbos (voordat het water in een buis verdwijnt) in een intensief gebruikt weiland gelegen. De Na-verrijking moet na bronbeek A₃ hebben plaatsgevonden, daarin is de Na-concentratie n.l. laag.

De waterafvoer van het bronnetjesbos en de daarboven gelegen bronnen vertoont in de loop van het jaar fluctuaties: in het voorjaar en in juli is de waterafvoer het grootst. Het is opvallend dat bij een grotere afvoer de concentraties NO₃, NH₄ en P hoog zijn (de kwetsbaarheid van één meting wordt opnieuw duidelijk). Het is mogelijk dat in de winter door neerslag- en smeltwater meststoffen vanuit de omringende weilanden het bronwater via het grondwater of direct via de bronbeken vervuilen. Maar inspoeling van meststoffen in de bronbeken buiten het bronbos (bijv. 36, 39, 40) kan ook de oorzaak zijn van deze correlatie tussen waterafvoer en nutriënten (m.n. de extreem hoge waarden in februari). Het BZV is in februari maximaal.

Monsterpunt 46 In vergelijking met monsterpunt A_u is de temperatuur gestegen en de Ca-concentratie afgenomen. Er is geen verandering in de hoofdbeek na weg NO₃- en P-concentraties. De hoge Na-concentratie van monsterpunt A_u is (door verdunning) weer verdwenen. Een aanwijzing voor één of andere vorm van lozing tussen deze 2 meetpunten ontbreekt.

Monsterpunt V_o De temperatuur van het kalkrijke bronwater is in de zomer laag, evenals de O₂-concentratie. De Cl-concentratie is zeer laag, er zijn weinig kationen maar de NO₃- en P-concentraties zijn vrij hoog. De bron is gelegen temidden van een intensief gebruikt weiland zodat verontreiniging van grond- of bronwater mogelijk is.

Monsterpunt V_b De temperatuur en de O₂-concentratie van de bronbeek zijn logischerwijs hoger dan in de bron V_o. Het Cl-gehalte is licht toegenomen evenals de K-concentratie, maar opvallend zijn de hoge NO₃-, NO₂-, en P-concentraties. De bronbeek loopt over een groot traject door buizen maar dient op verschillende plaatsen als drinkbak. Het is goed mogelijk dat daar inspoeling van meststoffen heeft plaatsgevonden.

De overige monsterpunten vertonen een duidelijk verschil in chemische samenstelling van het water t.o.v. de voorafgaande monster. Ze zijn gelegen ten noorden van de weg naar de hoeve Hellberg aan weerszijden van de hoofdbeek. Waarschijnlijk zijn geologische verschillen hiervan de oorzaak. De Ca-concentratie is lager, de K-, Fe- en Na-concentraties zijn hoger.

Monsterpunt P De samenstelling van dit bronwater is zeer eigenaardig. De temperatuur is laag, de O₂-concentratie en vooral de pH zijn eveneens laag. Het water is kalkarm, de Cl- en Mg-concentraties zijn hoog en m.n. de NO₃-concentratie is zeer hoog. Het is mogelijk dat dit een gevolg is van de bouwactiviteiten rond de put, maar een verontreiniging van het grondwater door meststoffen is ook mogelijk.

Monsterpunt D Door de geringe waterafvoer is de temperatuur in de winter laag en in de zomer hoog, de O₂-concentratie is laag. De Cl-concentratie is hoog, opvallend hoog is het Fe-gehalte. De NO₃- en P-concentraties zijn vrij laag. Hoewel de helokrenen halverwege een steile helling, temidden van een intensief gebruikt weiland zijn gelegen, kan één of andere vorm van vervuiling niet worden aangetoond.

Monsterpunt D_b In vergelijking met monsterpunt D zijn temperatuur, pH en bronbeek voor O₂-concentratie gestegen, volgens het bekende patroon. Het hoofdbeek Cl-gehalte is licht toegenomen, het Fe-gehalte is afgenomen (verdunning). Opvallend is de stijging van de Na-, K- en NO₃-concentraties maar vooral die van P. De bronbeek loopt gedeeltelijk in buizen maar op het bovengrondse traject lijkt inspoeling van meststoffen waarschijnlijk. Ook kan lozing van afvalwater niet worden uitgesloten.

Monsterpunt G₂ Dit monsterpunt is op enige afstand gelegen van de uittredingspunten, waardoor temperatuur en O₂-concentratie vrij bronbeek G hoge waarden bereiken. De Cl- en Na-concentraties van het kalkarme water zijn hoog maar uitzonderlijk hoog is de NO₃-concentratie. De bronbeek loopt gedeeltelijk in kapotte buizen (door een intensief gebruikt weiland). In de bronnen zelf, in het grondwater dat de bronnen voedt of in de bronbeek lijkt verontreiniging door meststoffen waarschijnlijk.

Monsterpunt W₂ Dit monsterpunt is op enige afstand gelegen van de bron, waar- door temperatuur en O₂-concentratie vrij hoge waarden bereiken. bronbeek W/ De Cl-concentratie is niet erg hoog, daarentegen zijn de Na- en K-concentraties wel hoog. De NO₃-concentratie en vooral de NO₂-concentratie is erg hoog. Een directe verklaring voor dat laatste ontbreekt, maar in het grondwater, de bron of in de bronbeek lijkt verontreiniging door meststoffen waarschijnlijk.

Monsterpunt W_b In vergelijking met monsterpunt W₂ zijn weinig veranderingen bronbeek voor opgetreden: de concentraties van alle ionen zijn toegenomen hoofdbeek (waterverlies door verdamping i.t.t. verdunning) en vooral de NO₂-concentratie stijgt tot het dubbele van de concentratie in W₂. De bronbeek loopt gedeeltelijk in buizen door een intensief gebruikt weiland. De NO₃-concentratie is t.o.v. W₂ niet veranderd zodat het aannemelijk lijkt dat de bronbeek door inzijging of uitspoeling van de bodem met meststoffen wordt verrijkt.

Monsterpunt X₂ De chemische parameters van dit monsterpunt kunnen vergeleken worden met die van de punten 46 en B_u. Er is een toename waar hoofdbeek na te nemen van de temperatuur, de NO₃-, NO₂- en de Na-concentratie. De invloed van min of meer vervuilde bronnen is m.n. door Kuttingen de naar verhouding hoge NO₂-concentratie duidelijk.

In de loop van het jaar schommelt de waterafvoer op dit punt zeer sterk, waarbij opvalt dat de Beusdaelbeek hierop een sterke invloed heeft. Na monsterpunt B_u doen een aantal bronbeken de pH van de hoofdbeek duidelijk stijgen. Ook het Cl-gehalte komt hoger te liggen. Het vrij hoge BZV wijst op een organische bestanding: met name in het voorjaar. Dan zijn P-, NH₄- en NO₂-concentraties hoog. In mei worden zeer hoge P-concentraties gemeten, maar de waterafvoer is dan vrij sterk afgenomen (bij A_u en B_u treedt deze P-piek niet op). In augustus stijgt de NO₂-concentratie ondanks (dankzij) een toenemende waterafvoer. Deze gegevens wijzen behalve op verontreiniging van de hoofdbeek via de bronbeken op directe lozing van afvalwater.

Naorbeek

Monsterpunt O Deze krachtige bron vertoont opmerkelijke fluctuaties in de waterafvoer maar de temperatuur blijft zeer constant, evenals de hoofdbron/ pH. De O₂-concentratie is vrij laag. De hardheid van het water is zeer hoog. Ook het Cl-gehalte is vrij hoog (een merkwaardige uitschieter in januari, samen met K₂₀) en m.n. de NO₃-concentratie heeft permanent hoge waarden. Het lijkt waarschijnlijk dat de chemische samenstelling van de bodemlagen verantwoordelijk is voor deze hoge NO₃-gehalten: hoewel de waterafvoer sterk varieert, is de NO₃-concentratie steeds gelijk.

Monsterpunt C₂ De lage temperatuur in de zomer, de hoge in de winter zijn karakteristiek voor een krachtige, door grondwater gevoede bron. bronbeek C₁/ Ook zijn pH en O₂-concentratie laag. Het water is zeer kalkrijk bronbos maar bevat verder weinig ionen. De NO₃-concentratie is vrij hoog, maar niet hoger dan in de Brigidabron. Een of andere vorm van verontreiniging is mede daarom niet waarschijnlijk, ondanks de onbeschermde ligging van de puntbron C₁.

Monsterpunt G₂ De waterafvoer van deze bronbeek is gering: de temperatuur in de winter is dan ook laag en in de zomer hoog. Het water is arm aan kationen maar wel zeer kalkrijk. De NO₃-concentratie is vrij hoog, maar niet hoger dan in de Brigidabron. De Fe-concentratie is eveneens vrij hoog. Een of andere vorm van verontreiniging is niet waarschijnlijk, hoewel het bosje aan de voet van een helling met intensief gebruikte weilanden ligt.

Monsterpunt H₁ Hoewel de waterafvoer van deze bron vrij groot is, is de temperatuur in de zomer vrij hoog. Het water is bijzonder kalkrijk maar bevat behalve veel Fe weinig kationen. De NO₃-concentratie is vrij hoog, maar lager dan in de Brigidabron. Een of andere vorm van verontreiniging is mede daarom niet waarschijnlijk, hoewel het bosje pal aan de voet van een maisakker ligt.

Monsterpunt H₃ De waterafvoer van dit beekje is groot, de O₂-concentratie is dan ook hoog, de temperatuur is in de zomer laag. Het water is kalkrijk maar bevat, behalve wat Mg weinig kationen. bronbeek voor Van de hoge Fe-concentratie in monsterpunt H₁ is niets meer hoofdbeek (door verdunning of neerslag) terug te vinden. De NO₃-concentratie is vrij hoog, maar iets lager dan bij monsterpunt H₁. Een verontreiniging van het beekwater kan niet worden aangetoond.

Monsterpunt K₂-88 De waterafvoer van de hoofdbeek vertoont zeer sterke fluctuaties die in het geheel niet overeenkomen met die van de hoofdbeek voor Brigidabron. Ze geven zeer waarschijnlijk de frequente lozing van afvalwater via een riooloverstort aan (mei-juni grens weinig t.g.v. geringe regenval). Het monsterpunt ligt ver van deze overstort verwijderd, de temperatuur is vrij laag maar het BZV is zeer hoog (de O₂-concentratie laag). Dat het om afvalwaterlozingen gaat, blijkt uit het feit dat bij een hogere waterafvoer de concentraties NO₂, NH₄, N-Kjeldahl, P en Cl toenemen. Dat geldt niet voor de NO₃-concentratie (die in bronnen hoog is); die is juist bij een lager waterafvoer hoger. Een aantal monsters van dit punt zijn onderzocht op zware metalen. In grote re concentraties zijn Cu, Ni, Pb, Cr en Ars aanwezig, de eerste 3 vertonen in de herfst een sterke afname. Zn heeft de hoogste concentraties en die nemen in de loop van het jaar sterk af. In kleinere concentraties zijn verder aanwezig Cd en Hg. Ook hier treedt in de herfst een daling op. Het is niet duidelijk of de afnamen een gevolg zijn van een verminderde waterafvoer (lees lozing) in de herfst. In mei en juni (lage waterafvoer) zijn nl. geen zware metalen onderzocht.

Monsterpunt I_{1/2} De waterafvoer van deze bron is zeer gering, de O₂-concentratie is erg laag (niet-meetbaar?). In de winter is de temperatuur dan ook laag en in de zomer hoog. De chemische parameters vertonen duidelijke verschillen met de overige monsterpunten: het water bevat veel minder Ca-ionen, de NO₃-, Na-, en Cl-concentraties zijn veel lager. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door een andere chemische samenstelling van de bodemlagen.

3 Macrofauna

3.1 Inleiding

Het is zeker niet de eerste keer dat in het onderzoeksgebied macrofauna-onderzoek plaatsvindt: eerdere bemonsteringen werden verricht door Smitsaert (1959), Mur-Atzema (1962), de CJN (1976) en Cuppen en Moller Pillot (1978). In hoofdstuk zal een poging worden gedaan om de resultaten van deze onderzoekers te vergelijken met de door dit onderzoek verkregen gegevens. In dit onderzoek konden niet alleen meer soorten/groepen worden gedetermineerd (dankzij o.a. recente literatuur), ook het aantal monsterpunten is uitgebreid.

In hoofdstuk 4 zal een poging worden gedaan om een typologie op te stellen, en die te vergelijken met andere indelingen. Bovendien zullen de gegevens in hoofdstuk 6 worden vergeleken met de resultaten van vegetatiekundig- en fysisch-chemisch onderzoek om zo per beek (monsterpunt) de situatie te beschrijven en om te komen tot beheersadviezen.

3.2 Methodiek

Voor elk monster werd met de micro macrofaunaschoffel (Tolkamp, 1980) opwaarts bodemmateriaal verzameld, stenen onderzocht, bladeren en takken voor onderzoek meegenomen. In grote (bron)beek is de macrofauna met een net verzameld. De monsters werden vervoerd in plastic zakken of bekertjes, op verschillende zeven later gespoeld en met behulp van een witte bak werden de dieren uit de monsters genomen. Behalve de platwormen die direct gedetermineerd werden, verdwenen de dieren in gecodeerde potjes met 80% alcohol.

Met behulp van binoculair, microscoop en determinatieliteratuur is de macrofauna daarna gedetermineerd. De voor de determinatie gebruikte literatuur staat in de literatuuropgave vermeld. Als Notonemodes heeft steun verleend bij de determinatie van de Amphipoda, Emmy Claes bij de Plecoptera en Jan Cuppen bij de Coleoptera.

In tabel 1 (een oecologische) zijn de resultaten terug te vinden, de soorten zijn daarin veelal niet taxonomisch gerangschikt.

3.3 Macrofaunaverdeling per soort / groep

Hieronder worden de aangetroffen soorten vermeld, per familie gerangschikt.

Voor zover mogelijk wordt kort ingegaan op de oecologie (A). Daarbij is vooral gebruik gemaakt van Smitsaert (1959), Mur-Atzema (1962), Moller Pillot (1971), CJN (1976), Cuppen en Moller Pillot (1978), Tolkamp (1980) en Vos (1981). Soms wordt per familie nog wat relevante informatie gegeven en de gebruikte literatuur vermeld.

Onder (B) wordt kort aangegeven waar de soort in het onderzochte gebied voorkomt en wat daarbij mogelijk opvalt.

TRICLADIDA/PLATWORMEN

Platwormen worden (vaak samen) aan de onderkant van stenen e.d. aangetroffen. Ze zijn negatief fototroof en trekken elkaar aan (chemische attractie). Ze worden zelden op een zachte bodem gevonden, meestal op een stevige bodem (rheofiele soorten), op een plaats waar de stroomsnelheid gering is. Platwormen zijn carnivoor en kunnen geruime tijd zonder voedsel. Er is tussen enkele soorten sprake van voedselconcurrentie (*Crenobia alpina*, *Polycelis felina*), maar coëxistentie komt zeker voor.

Ze worden zelf o.m. gepredeerd door de bloedzuiger *Herpobdella octaculata* en de kokerjuf *Rhyacophila* (die in vergelijkbare habitats voorkomen). Reynolds (1966), Davies (1967), Patter (1980), Lock (1972), Reynolds (1975), Lock (1976), De Silva (1976) en Cuppen (1978).

Crenobia alpina

- A Voorkeur voor puntbronnen, bovenloopjes en bergbeken met een groot verval en stenen. Typische bronnensoort volgens Cuppen en Moller Pillot (CMP). Komt ook bij lage temperaturen voor, ondervindt vermoedelijk concurrentie van *Polycelis felina*. Voedt zich met Trichoptera, Plecoptera, Gammariden, Oligochaeta.
- B Komt voor in snelstromende hoofdbeken (Bellet), krachtige puntbronnen met stenen (Terziet, Bervers) en bronbosbeekjes (Noor) met gele waterafvoer. De O_2 -concentraties zijn veelal hoog. Opvallend is het voorkomen in monsterpunt B₁- en B₂-Bellet: een verontreinigde bron (beek) met hoge K- en NO_3 -concentraties. Voorzover het voedsel uit Plecoptera bestaat; *Nemoura marginata* komt vaak samen met C.a. voor. Slechts in 1 monster (A₂-Terziet) komt C.a. samen met *Polycelis felina* voor.

Dugesia gonocephala

- A Voorkeur voor puntbronnen, uitlopers van helokrenen en bergbeekjes. Komt ook bij hogere temperaturen voor. Komt ook samen met *Crenobia alpina* voor. Voedsel: o.m. Gastropoda.
- B Komt op zeer uiteenlopende plaatsen voor: hoofdbeken (Bervers, Bellet, Cottesser), krachtige puntbronnen met stenen (Terziet, Cottess, Noor, Bellet) bronbeken (Terziet, Bervers) soms met stenige, soms met zachte bodem, een enkele maal uitlopers van helokrenen (Cottess) en zelfs bijna stilstaand water (B-Noor). Opvallend is het voorkomen in monsterpunt B₁- en B₂-Bellet en F₁- en F₂-Bervers: verontreinigde bron(beken) met hoge K-, P-, en NO_3 -concentraties. Voorzover er sprake is van predatie: D.g. komt meerdere malen voor met de bloedzuiger *Herpobdella octaculata* en ook in het enige monster waarin de kokerjuf *Rhyacophila* voorkomt (hoofdbeek Bervers).

Polycelis felina

- A Voorkeur voor puntbronnen, helokrenen (weiland), moerassige delen bronbos en bergbeekjes. Komt niet voor bij hoge stroomsnelheden, vermoedelijk door concurrentie van *Crenobia alpina* en *Dugesia gonocephala*. Volgens CMP karakteristiek voor bronbos. Voedt zich met Trichoptera, Gammariden, Plecoptera, Oligochaeta, Chironomini.
- B Komt slechts voor in een puntbron en bronbeek in het Terzietbronbos. In de bronbeek komen ook *Crenobia alpina* en *Dugesia gonocephala* voor. Voedsel in de vorm van Trichoptera of Plecoptera is aanwezig.

Polycelis tenuis

- A Komt voor in water met geringe stroomsnelheid.

- B Komt slechts voor in helokrene/moeras Cottess.

Dendrocoelum lacteum

- A. Voorkeur voor langzaam en snel stromend water een zacht, zandige bodem. Voedt zich met Gammariden en Oligochaeta.
- B Komt zelden voor, in stilstaand (B-Noor) of langzaam stromend water (B₃-Bellet), met veel organisch materiaal en een zachte, zanderige bodem.

AMPHIPODA/VLOKKREEFTJES

De 2 Gammarussoorten zijn karakteristiek voor puntbronnen, helokrenen en bergbeekjes. In weinig monsters ontbreken ze dan ook. Ze hebben een voorkeur voor lage stroomsnelheden en zijn bij hoge dan ook onder stenen te vinden.

Ze eten voornamelijk detritus (grof) en hebben een belangrijke functie bij het verkleinen van grof organisch materiaal (blad). Soms worden ook algen of dierlijk voedsel gegeten (omnivoor). I.t.t. veel andere macrofaunasoorten verandert het voedselpakket niet gedurende de levenscyclus. Ze voeden zich continu en hebben een lage assimilatie-efficiëntie. Ondanks de grote aantallen en de forse consumptie ontstaat er zelden competitie om voedsel. Gammarus wordt zelf door vissen gegeten.

Gammarus zwemt ook tegen de stroom in.

De 2 Niphargussoorten zijn karakteristiek voor de grondwaterfauna. Ze worden dan ook vaak vlak bij het uittredingspunt van een bron gevonden. Hun voorkomen wijst op de aanwezigheid van vrij grote poriën in de bodemlagen. Volgens Stock (1972) komen de beide Niphargussoorten nooit samen voor, maar later onderzoek (en ook dit) verwerpt deze stelling.

Cuppen en Moller Pillot vinden in 43 van de 132 monsterpunten in bronmilieus Niphargus (32,5%) in dit onderzoek is dat percentage 52.

Niphargus kan in het grondwater leven, doordat de beperkte gasuitwisseling in de bodem (O_2) door de hogere druk wordt gecompenseerd. Het voedsel bestaat uit organische detritus en autotrofe bacteriën. Morfologisch zijn de Niphargussoorten met hun sterk afgeplatte lichaam aangepast aan het grondwatermilieu. De levensduur bedraagt ongeveer 10 jaar i.t.t. (de veel actievere) Gammarussoorten (1 à 2 jaar). Holthuis (1956), Moore (1975), Cuppen (1978), Welton (1979), Notenboom (1980) en Marchant (1981).

Gammarus pulex

- A Voorkeur voor bron(beekje) met vegetatie (overhangend of in het water groeiend, bijv. mannagras). Komt vooral bij stromend water voor, minder vaak dan *Gammarus fossarum*, maar wel steeds in aanwezigheid van deze soort (Ploeg en Upperman, 1982).
- B Komt minder vaak dan *Gammarus f.* voor maar vrijwel altijd samen met deze soort. Ontbreekt in water met geringe stroomsnelheid, bij zeer grote stroomsnelheid (hoofdbeek) ook aanwezig in bladeren of obstakels.

Gammarus fossarum

- A Komt vrijwel overal voor, ook op plaatsen met geringe stroming of stil - staand water. Komt in vergelijking met *Gammarus pulex* ook op minder voedselrijke plaatsen voor.
- B Zeer algemeen voorkomend. Komt op meer plaatsen voor dan *Gammarus pulex*, hoofdbeken (m.n. mos in G₁-Bellet) en helokrenen-uitlopen (straat- of mannagras in de bronbeek C₂-; E₂-Cottes en K₂-Bervers).

Niphargus schellenbergi

- A Voorkeur voor bronnen, kan goed tegen sterke stroming. Komt ook in gedegeneraarde bronnen (drainage-openingen) voor en helokrenen (CMP). In 1956 wordt de soort door Holthuis bij de Bellet-, Cottesser-, Beusdael- en de Noorbeek gevonden.
- B Komt vaker voor dan *Niphargus aquilex*, in puntbronnen en helokrenen, soms met geringe stroomsnelheid (G₁- en I-Noor) en soms met matig verontreinigd water (B₂-, G₂- en V₁-Terzieter). In de monsters waar N.s. voorkomt worden zelden *Gammarus*-soorten aangetroffen. Komt in brongebied van de Bellet slechts eenmaal voor (F₁).

Niphargus aquilex

- A Voorkeur voor putten, traagstromend water. Komt minder snel dan *Niphargus schellenbergi* aan de oppervlakte. Komt volgens Ploeg en Upperman weinig voor, steeds in aanwezigheid van N.s.
- B Komt meestal samen met *Niphargus schellenbergi* voor, in de monsterpuntendicht bij het uittredingspunt. Wanneer N.a. alleen voorkomt, betreft het vaak bronnen met zeer geringe stroomsnelheid of stilstaand water (m.n. helokrenen). Ook in matig verontreinigd water (D₂-, G₂- en W₁-Terzieter). In de monsters waar N.a. voorkomt wordt ook vaak *Gammarus fossarum* aangetroffen. Wordt niet in brongebied van Bellet en Bervers aangetroffen.

HIRUDINEA/BLOEDZUIGERS

Bloedzuigers kennen, afhankelijk van o.m. het klimaat, meerdere generaties per jaar. Bij een hogere pH worden meer bloedzuigers gevonden (geldt niet voor *Pisicola*). Bloedzuigers zijn carnivoor, (dierlijk weefsel en lichaamsvocht) het voedingspatroon past zich aan het voedselaanbod aan. De meeste soorten kunnen zich over een vrij grote afstand voortbewegen. Bloedzuigers preferen over het algemeen een vaste ondergrond, maar zoeken voor overwintering bijv. modder op. Mur-Atzema beschouwt Bloedzuigers als indicatoren van verontreiniging.

Mann (1955), Mann (1961) en Young (1979).

Herpobdella octaculata

- A Voorkeur voor matig en snel stromend water, nutriënten-arm en zacht, met stevige bodem (komt ook in stilstaand water en helokrenen voor). Prefereert vrij hoge O₂-concentratie. Lijkt ongevoelig voor veranderingen in pH, O₂-, NO₃-concentratie en T: komt veel voor bij matige verontreiniging. Voedsel: Chironomini, Oligochaeta, Crustaceae.
- B Komt voor in brongebied Noor en Cottes, i.h.a. langzaam stromend of stilstaand water (helokrenen-uitlopers, moeras) met een zachte bodem en veel detritus. Monsterpunten zijn niet duidelijk verontreinigd.

Helobdella stagnalis

- A Voorkeur voor langzaam en matig stromend water, nutriëntenrijk en hard, met een zachte bodem en planten. Komt ook in geëutrofiëerd water voor, kan zich aan lage O₂-concentraties aanpassen wanneer voldoende prooi aanwezig is. Voedsel: Oligochaeta, Chironomidae, Ephemeroptera en Gastropoda.
- B Komt voor in brongebied Noor en steeds eenmaal in Cottes en Terzieter (Z₁). Stilstaand, langzaam stromend water met veel planten (overhangend). Komt meestal in aanwezigheid van *Herpobdella octaculata* voor.

Pisicola geometra

- A Komt zowel voor in stilstaand water, als in continu bewegend water met stenen. De soort is zeer beweeglijk en prefereert dan ook hoge O₂-concentraties. Voedsel: parasiteert vissen en amfibieën.
- B Komt slechts eenmaal voor (X₁-Terzieter): snel stromende hoofdbeek met stenen. Parasiteert mogelijk op forellen in vijvertje.

Glossiphonia complanata

- A Komt zowel in stilstaand als stromend water voor.
- B Komt slechts eenmaal voor (F₂-Bervers): snel stromende bronbeek, met stenen en gras, die sterk verontreinigd lijkt.

EPHEMEROPTERA/HAFTEN

Haften zijn beweeglijk dieren, die dan ook veel voedsel consumeren. Het voedsel is sterk verschillend. Haften kunnen grote afstanden afleggen: in een jong stadium komen ze dicht op elkaar bovenstrooms voor, in een volwassen stadium ook benedenstrooms. Bij een afname van de stroomsnelheid verplaatsen ze zich naar gunstige gedeelten. Bij zeer hoge waterstanden verliezen ze hun houvast en kunnen ver worden meegesleurd. Brown (1961).

Baetis rhodani

- A Voorkeur voor snel stromend water, met stenen (algen) en planten. Lichte verontreiniging wordt verdragen als het O₂-gehalte van het water maar hoog is. Voedsel: detritus (weinig bladeren), algen (diatomeën) en vaatplanten.
- B Komt vooral voor in hoofdbeken (niet in Cottes) en bronbeken met vrij snel stromend water met stenen. Zowel in niet-verontreinigd water als in verontreinigd water (Noorbeek; zelfs meer in verontreinigd deel dan in zuiver deel), als de O₂-concentratie maar hoog is.

Heptagenia lateralis

- A Zeldzame soort, wordt door CMP slechts 2 maal in bosbeekjes gevonden, door Ploeg en Upperman in bronbeek van een rheokrene. Voedsel: detritus (weinig bladeren), algen (diatomeën) en vaatplanten.
- B Komt alleen voor in de Bellet(hoofd)beek en in een bronbeek na een moeras bij de Cottes (D₄). Dit hangt vermoedelijk samen met de goede O₂-voorziening en niet-verontreinigd water.

Rithrogena semicolorata

- A Voedsel: vrijwel uitsluitend detritus (veel bladeren).
- B Komt alleen voor in hoofdbeken (niet in Noor en Cottes). Komt niet zoals *Baetis rhodani* in verontreinigd water voor.

PLECOPTERA/STEENVLIEGEN

Steenvliegen zijn zelden carnivoor; het voedsel bestaat uit detritus, bladeren, algen en mossen.

Nemoura marginata

- A *Nemoura m.* wordt door van Dael in bronbossen gevonden, door Ploeg en Upperman in puntbronnen met zowel stenige als kleiige bodem.
- B Komt veel meer dan andere Plecoptera voor: in krachtige puntbronnen en bronbeekjes met stenen maar in puntbronnen geringe waterafvoer en een zachte bodem en bladeren eveneens. Meestal in bronnen onder bomen (bronbos).

Nemoura cinerea

- A Komt voor in stilstaand en langzaam stromend water, vooral in bovenloop van bronbeekjes met veel bladeren. Voedsel: grove detritus.
- B Komt slechts eenmaal voor (O_2 -Bervers). In dit mensterpunt wordt ook *Nemoura marginata* aangetroffen: één puntbron met langzaamstromend water en gras en bladeren.

Nemurella picteti

- A Voorkeur voor langzaam stromend of stagnerend bronwater, bronbeekjes en helokrenen. *Nemurella p.* wordt door van Dael o.m. in een sterk verontreinigde helokrene uitloop gevonden, door CMP ook in helokrenen.
- B Komt alleen voor inbrongebied van de Noor en Terzieter, op geheel andere plaatsen dan *Nemoura marginata*: bronken en helokrenen-uitlopen met langzaamstromend water en veel bladeren en gras, bij uitzondering stenig. Komt ook in verontreinigd water voor (G_1 - en V_1 -Terzieter). Veelal zonder schaduw van bomen. De geconcentreerde verspreiding is opvallend: aan de oostzijde van de Geul wordt de soort niet aangetroffen.

OLIGOCHAETA/WORMEN

Bij het determineren is geen scheiding aangebracht tussen de 2 onderstaande families. Omdat Tubificidae in het veld echter duidelijk opvallen, zal bij enkele monsters het voorkomen genoemd worden.

Tubificidae

- A Voorkeur voor zachte bodem met veel organisch materiaal. Wordt gepredeerd door *Herpobdella*-soorten.
- B Komen zeker voor in B_1 -, B_2 -, F_1 -Bellet. Komt vermoedelijk voor in E_2 -Cottes en B_1 -, B_2 - en V_2 -Terziet.

Lumbriculidae

- A Komt niet voor bij dichte vegetatie of sterke stroming, verder zeer algemeen voorkomend.
- B Komen zeer veel voor op plaatsen met stilstaand of langzaam stromend water, bladeren en gras (moeras, helokrenen), veel minder in krachtige puntbronnen met stenige bodem en vrijwel nooit in hoofdbeek (wel: mos). Ontbreekt op nog al wat monsterpunten in Noorbrongebied.

GASTROPODA/SLAKKEN - LAMELLIBRANCHIATA/TWEEKLEPPIGEN

Gastropoda komen zelden voor in bronbeekjes. Vaak gaat het om (verlaten huisjes van) landslakken. Deze zijn ook meegeteld om een indruk te geven van de Gastropoda-rijkdom. Waterslakken komen veel voor in stilstaand, eutroof water met veel planten. *Pisidium* en *Sphaerium* zijn bij elkaar genomen, omdat de determinatie onvoldoende betrouwbaar is.

Pisidium

- A Voorkeur voor min of meer zuiver water, niet-stabiele milieus.
- B Zie *Sphaerium*.

Sphaerium

- A Komt ook bij verontreinigingen voor, mijdt sterke stroming. Voorkeur voor organisch slib.
- B Komen op zeer uiteenlopende plaatsen voor: stilstaand, langzaam en snel stromend water, stenige en zachte bodem, vaak instabiele punten (F_1 -Noor, E_1 -Cottes).

Clausilia bid. bid.

- A
- B Komt in bronbeken voor met geringe stroomsnelheid (vooral Noor), meestal onder bomen.

Discus rotundatus

- A
- B Komt op plaatsen met stilstaand of stromend water voor; helokrenen en bronbeken (bronbos), vooral bij Noor.

Succinea oblong.

- A
- B Komt voor in helokrenen-uitlopen en puntbronnen, ook in stilstaand water (bronbos).

Vitrea spec.

- A
- B Komt voor in helokrenen-uitlopen, bronbeken (bronbos), vooral bij Noor.

Bradibenum spec.

- A
- B Komt tweemaal voor: in bronbeek Terzieterbronbos en in bronbeek Belleter-bronbos.

Cepaea hortensis

- A
- B Komt tweemaal voor: in bronbeek Terzieterbronbos en in (hoofd)Belletbeek.

Cochlicopa lubrica

- A
- B Komt op uiteenlopende plaatsen voor: puntbronnen, bronbeek, helokrenen-uitloop en hoofdbeek.

Limnea stagnalis

- A
- B Komt opvallend veel voor in helokrenen(uitlopen) en puntbronnen met veel bladeren en geringe stroming.

TRICHOPTERA/KOKERJUFFERS

De vele soorten in deze groep kunnen zeer verschillende habitats bezetten. Daarbij komen duidelijk gradiënten tussen milieufactoren naar voren. Egglisshaw (1969).

Fam. GlossomatidaeAgapetus ochripes

- A
- B Komt voor in krachtige puntbronnen met grind en grove detritus, waarbij verontreiniging van het bronwater niet kan worden uitgesloten. Komt niet samen met *Agapetus fuscipes* voor.

Agapetus fuscipes

- A Komt voor in puntbronnen en (bron)beken met vrij snel stromend water en met stenen (bescherming van de poppen en materiaal voor koker). Typisch voor bronnen volgens Mur en CMP. Voedsel: algen en schimmels.
- B Komt slechts op één plaats voor, bovenstrooms in de (hoofd)Belletbeek. Dit water wordt gekenmerkt door de goede O_2 -voorziening, stenen en grove detritus maar wordt waarschijnlijk periodiek verontreinigd.

- B Komt op zeer uiteenlopende plaatsen voor, maar ontbreekt vaak in hoofdbeken en helokrenen(uitlopers) en bronbeken met geringe stroming.

Epiphragma

- A
B Komt alleen in bronbeek Belleterbronbos voor.
Dicranota bimaculata
A Komt voor in (bron)beken met niet te sterke stroming (ook in stilstaand water). Fijnkorrelig substraat met zand en grind en evt detritus. Komt bij verontreinigingen niet voor.
Voedsel: Chironomidae, Oligochaeta.
B Komt voor op plaatsen met geringe stroomsnelheid, niet in weilanden maar in bosjes (blad) en in hoofdbeken (dat kan ook tegen wil en dank zijn). Over het algemeen in niet-verontreinigd water (uitgezonderd B₁- en B₂-Bellet).

Heliopsis

- A Komt voor in helokrenen en bronbossen.
B Komt alleen voor op plaatsen met geringe stroomsnelheid, zowel in weiland als bosjes, niet in hoofdbeken, over het algemeen (uitgezonderd B₁- en B₂-Bellet) niet in verontreinigd water.

Fam. Tipulidae/langpootmuggen
Tipula pruinosa-groep

- A Komt voor in vochtige aarde (oevers) maar door Ploeg en Upperman ook in vrij snel stromende puntbron aangetroffen.
B Komt alleen voor in stilstaand of langzaamstromend water, in weiland en bosjes.

Fam. Dixidae
De Dixidae zijn niet tot op de soort gedetermineerd.
Dixa

- A Komt voor in helokrenen(-uitlopen) en bronbeken (bronbossen). Volgens Redeke hygropetrisch.
B Komt slechts op 2 plaatsen voor: bronbeek D₂-Bervers en puntbron B₁-Bellet. Laatst zou als min of meer hygropetrisch kunnen worden aangemerkt.

Fam. Ptychopteridae/langpootmuggen
Ptychoptera

- A Komt voor in stilstaand en niet te snel stromend water met vegetatie, in bronbossen, moerassen en helokrenen. Zachte substraten (modder) met zand en fijne detritus, vaak op plaatsen waar sedimentatie plaatsvindt. Kan met behulp van een siphon O₂ opnemen. Komt bij matige en zware verontreinigingen nog voor.
B Komt vooral voor in zwak stromend water: puntbronnen of bronbeken in weilanden (helokrenen), maar ook in enkele hoofdbeken. Ook in verontreinigd water komt Ptychoptera voor. Wordt vaak met Dugesia gonocephala aangetroffen.

Fam. Simuliidae/kriebelmuggen

De Simulium-soorten selecteren een habitat met een optimale stroomsnelheid, bij een andere stroomsnelheid kunnen ze zich met behulp van draden laten af-drijven. Ze hechten zich vaak aan stenen, planten e.d. Ze komen voor in (bron)beken en helokrener-uitlopers.

Met behulp van borstels wordt het water gefilterd; het voedsel bestaat uit fijne detritus, algen en mossen. Simuliumsoorten kunnen een lichte verontreiniging verdragen (volgens Smitsaert zelfs een matige).

Simulium ornatum

- A Geen specifieke bronsoort, komt ook bij lichte verontreiniging voor.
B Komt alleen in snel stromend water voor (hoofdbeken), niet bij sterke verontreinigingen (ontbreekt in de Noor). Komt in Terzieter(hoofd)beek op 2 plaatsen voor, in veel grotere aantallen dan Simulium costatum. Wordt in 1 bronbeek aangetroffen: B₄-Terzieter.

sen voor, in veel grotere aantallen dan Simulium costatum. Wordt in 1 bronbeek aangetroffen: B₄-Terzieter.

Simulium costatum

- A
B Komt vooral in snel stromend water voor (hoofdbeken), ook nog wanneer die verontreinigd zijn (Noor, Terzieter) maar ook in bronbeken met een redelijke waterafvoer.

Fam. Psychodidae/motmuggen

De verschillende Psychoda-soorten zijn vrij algemeen in het oppervlaktewater, het is mogelijk (m.b.t. Ca-gehalte en verontreiniging) de oecologische biotoop te beschrijven. De daarvoor benodigde determinatie is echter niet uitgevoerd.

Psychoda

- A Komt ook (of juist?) voor bij verontreinigingen.
Voedsel: detritus.
B Komt vooral voor in puntbronnen en bronbeken met vrij snel stromend water en in hoofdbeken (Bellet, Terzieter), soms in verontreinigd water.

Peripsychoda

- A
B Komt alleen voor in monsterpunt E₁-Bellet, een twijfelachtige bron.

Fam. Ceratopogonidae/knuten
Bezzia/Probezzia

- A Komt voor in stilstaand en stromend water, ook bij lichte verontreiniging.
Voedsel: Chironomidae.
B Komt veel voor in helokrenen-uitlopen, bronbeken van puntbronnen in weiland; met vrij snel stromend water (soms verontreinigd). Komt alleen in de hoofdbeek Bellet voor (bovenstrooms).

Atrichopogon

- A
B Komt alleen voor in moeras Cottet (E₃).

Culicoidinae vermiformes-groep

- A
B Komt alleen voor in Terzieter(hoofd)beek (X₂) en in de Lossing (A).

In het Belleterbronbos (B₃) en in een bosje bij de Noor (G₁) worden nog niet te determineren Ceratopogonidae aangetroffen.

Fam. Chironomidae/veder- of dansmuggen

De meeste soorten zijn in de winter als larve aanwezig. Verschillende stadia kunnen worden aangetroffen (bijv. overgang 4^e larve-stadium naar pop. In enkele monsterpunten werden volwassen exemplaren gevonden (niet gedetermineerd) en poppen (gedetermineerd tot op subfamilie).

De meeste soorten eten fijnverdeeld organisch materiaal. Chironomidae komen voor in stilstaand en stromend water (in de laatste situatie vaak stroomafwaarts in grotere aantallen). Op enkele plaatsen zijn in vochtige hellingen bodemonsters genomen, om de specifieke soorten te verzamelen.

Subfam. Tanypodinae Niet in dit overzicht vermeld: Natarsia, Zavrelimyia, Psectrotanypus.
Macropelopia

- A Komt voor in bovenlopen van bronbeekjes met hoge O₂-concentraties en een bodem met zand en veel organisch materiaal. Door Ploeg en Upperman in helokrenen(uitlopen) en bronbeken met vegetatie gevonden. Door van Dael niet in helokrenen gevonden. Komt niet voor in verontreinigd water.

Voedsel: carnivoor (larven).

- B Komt opvallend vaak voor in helokrenen-uitlopers, bronbeken van puntbronnen in weiland, met vrij snel stromend water en een zanderige bodem. Bij geringe stroomsnelheid (uittredingspunt) ontbreekt M.

Procladius

- A Komt voor in (bron) (beken) met niet te sterke stroming, en veel detritus, soms zanderige bodem. Komt ook in verontreinigd water voor.
Voedsel: Crustaceae, Chironomidae, algen en detritus.
- B Komt weinig, in minder snel stromend water voor (in vergelijking met Macropelopia), maar wel zelfde milieus: helokrenen en puntbronnen in weilanden (zanderige bodem).

Subfam. Orthocladiinae

Paralimnophyes hydrophilus

- A
- B Komt slechts op 3 nogal verschillende plaatsen voor: puntbron A- en bronbeek C₂-Noor en bronbeek W₂-Terzieter; monsterpunten met zeer oppervlakkig afstromend water. Komt steeds samen met Limnophyes voor.

Eukiefferiella

- A Komt voor in snelstromend water met hoge O₂-concentratie en grind, stenen en detritus (mos). Volgens van Dael niet in helokrenen.
Voedsel: fijne detritus en algen (schraper/grazer).
- B Komt op plaatsen met snelstromend water voor: Terzieter (hoofd)beek (d.i. is de enige hoofdbeek), hoofdbronbeken Cottes (A₁) en Bervers (F₂), maar ook in min of meer stilstaand water: bronpoel Noor (B).

Metriocnemus

- A Komt voor in spatzones van bronnen. Door van Dael in door mest verontreinigde puntbron en in hoofdbeek gevonden.
- B Komt op 3 uiteenlopende plaatsen voor: moeras Cottes (E₃), puntbron Terzieter-bronbos (A₂) en drainagebron Lossing (A). Komt dus blijkbaar ook in verontreinigd water voor en in min of meer spatzone.

Parametriocnemus stylatus

- A Komt voor in bronbossen, (bron)beken, waterrijke weilanden (kwelstroompjes helokrenen).
- B Komt vooral voor in bronbeken met niet te snel stromend water (kwelstromen in weiland en bos) en ook krachtige puntbronnen.

Cricotopus

- A Voedsel: algen (grazer).
- B Komt alleen voor in bronbeek Terzieterbronbos (A₂); stenen met algen begroeid.

Prodiamesa olivacea

- A Komt voor in stilstaand en stromend water, op de bodem rottend organisch materiaal, een hoge O₂-concentratie, vaak een zanderige, modderige bodem. Kan in zuiver water met een verontreinigde bodem voorkomen (CJN). Volgens van Dael niet in helokrenen.
Voedsel: detritus, zand (microorganismen).
- B Komt op uiteenlopende plaatsen voor: vooral in puntbronnen/bronbeken met veel bladeren, in puntbronnen zonder veel grove detritus (A-Bervers, Brigida-Noor), soms in puntbronnen /helokrenen in weiland met geringe stroomsnelheid maar

ook in de meeste hoofdbeken. Komt niet voor met Nemoura marginata die op grof organisch materiaal is aangewezen.

Brillia modesta

- A Is sterk gebonden aan water met grind en veel grove detritus (blad) en mossen. Vaak in bronbossen. Volgens van Dael niet in helokrenen.
Voedsel: fijne detritus, algen (schraper/grazer).
- B Komt vrijwel niet in hoofdbeken voor, maar verder op meer plaatsen dan Prodiamesa olivacea; een voorkeur voor plaatsen met veel bladeren en geringe stroomsnelheid. Wanneer de soorten tegelijk voorkomen: meer Prodiamesa o. dan B.m. bij hoge- en andersom bij lage stroomsnelheid.

Limnophyes

- A Komt op plaatsen met veel detritus voor.
- B Komt vooral in grote aantallen voor op plaatsen met geringe stroomsnelheid: puntbronnen met veel bladeren of puntbronnen/helokrenen in weiland met fijne detritus of slib (C₂-Bervers). Ook in geringe aantallen in hoofdbeken (Bellet, Terzieter) en krachtige puntbronnen.

Pseudoorthocladius/Paraphenocladius

- A Terrestrische Chironomidae.
- B Komen slechts in 1 monsterpunt voor: vochtige helling boven moeras E₃-Cottes.

Orthocladiinae-poppen

- B Aangetroffen in Terzieter (X₁, V₁), Bervers (C₁) en Noor (O, A); vermoedelijk Prodiamesa olivacea of Brillia modesta.

Subfam. Tanytarsini

Genus Micropsectra

- A Komt in (bron)beken met niet te snelle stroming voor, vlak boven de bodem, vaak op een laag oude "kokers" (van zand en detritus).
O.m. door tijdgebrek niet op soort gedetermineerd.
- B Komt op zeer veel plaatsen voor; meestal met snel stromend water, krachtige puntbronnen en bronbeken van puntbronnen in weilanden en van helokrenen.

Tanytarsini-poppen

- B Aangetroffen in Cottes (D₂) en Bellet (E₁) (in het laatste monster komen geen Micropsectra-larven voor).

Subfam. Chironomini

Polypedilum breviantenatum

- A Komt voor in snel stromend water in bronnen en (bron)beken met zanderige bodem (niet-stabiele substraten). Door Ploeg en Upperman in helokrenen (uitlopen) en bronbeken met vegetatie gevonden. Door van Dael in bronbossen en helokrenen gevonden.
Voedsel: bacteriën, algen (diatomeën).
- B Komt voor in snelstromend water: o.m. hoofdbeek Bervers en Terzieter en bronbeek moeras Cottes. Lijkt tegen verontreiniging te kunnen.

Polypedilum gr. nube culosum

- A Komt voor in stilstaand of zwak stromend water.
Voedsel: detritus.
- B Komt in langzaam en snelstromend water voor met veel organisch materiaal (bladeren) of planten (helokrenen) en in Belletterhoofdbeek; zowel niet- als welverontreinigd water. Vaak in monsters waarin Orthocladiinae ontbreken.

Microtendipes gr. chloris

- A Komt meer in stilstaand dan in stromend water voor. Door van Dael alleen in bronbos gevonden.
- B Komt vrijwel uitsluitend in puntbronnen en bronbeken met stilstaand of langzaam stromend water voor, vaak met grove detritus (bladeren), ook in verontreinigd water.

Chironomus

- A Komt voor in stilstaand water of water met niet te snelle stroming, plaatsen met slibafzetting. Komt ook voor bij sterke verontreinigingen en lage O_2 -concentraties. Door Ploeg en Upperman in helokrenen (uitlopen) en bronbeken met vegetatie aangetroffen. Door van Dael in niet-verontreinigde helokrenen en in verontreinigd water gevonden.
Voedsel: detritus (bacteriën, schimmels, algen). Predatie: o.m. door Procladius.
- B Komt slechts op 1 plaats voor: drainage-bron A (Lossing), een verontreinigde "bron".

BRACHYCERA/VLIEGEN

Behalve larven worden soms ook volwassen exemplaren en poppen gevonden (niet gedetermineerd).

Fam. Stratiomyidae/wapenvliegen

Wapenvliegen leven in stilstaand water en voeden zich met algen (diatomeën).
Solva

- A
- B Komt eenmaal voor: in Belleterbronbos (B_3).

Pachygaster

- A
- B Komt eenmaal voor: in puntbron E_1 (Cottes).

Fam. Tabanidae/dazen, bremzen, steek-en paardevliegenHaematopota pluvialis

- A Terrestrische soort, komt via oever in het water terecht (helokrenen). Komt ook voor bij lichte verontreiniging.
Voedsel: carnivoor.
- B Komt tweemaal voor in helokrenen (Bervers, Bellet) en in Bellet(hoofd)beek

Fam. Syrphidae/zweef- en staande vliegenChrysogaster

- A Komt voor in helokrenen, puntbronnen, in hoofdbeken maar niet bij verontreiniging.
- B Komt slechts eenmaal voor in puntbron weiland (Noor).

Eristalis

- A Komt voor in stilstaand water (kan niet tegen stroming), met veel rottend organisch materiaal. Wordt ook in sterk verontreinigd water gevonden (CJN). Met siphon wordt O_2 van het oppervlak opgenomen. Door van Dael in puntbronnen en bronbeken van helokrenen gevonden met mogelijke verontreiniging door mest.
- B Komt slechts eenmaal voor in verontreinigde helokrene (G_1 -Terzieter).

Brachycera-poppen

- B worden alleen in Belletbrongebied aangetroffen.

Brachycera-imago's

- B Worden m.n. op beschutte plaatsen aangetroffen (bronbos, Brigidabron-Noor).

COLEOPTERA/KEVERS

De resultaten zijn helaas niet in dit verslag verwerkt, omdat de monsters lange tijd (zijn zoek geweest. +

Helodes-larve

- A Komt voor rond bronnen (bronbossen). Wijst op lichte verontreiniging (CJN).
- B Komt op zeer veel plaatsen voor, meestal met geringe stroomsnelheid of stilstaand water (lang niet altijd echte grondwaterbronnen), met veel bladeren of planten(helokrenen). Opvallend veel in bronpoel Noor (B) en op mos in Bellet(hoofd)beek.

Hydraena-larve

- A
- B Komt op plaatsen met stilstaand of langzaam stromend water voor (niet altijd echte grondwaterbronnen) met veel bladeren of planten.

ARACHNOIDA/SPINNEN

Niet gedetermineerd.

- B Komen vooral voor bij monsterpunten in (bron)bossen, veel bladeren.

COLLEMBOLA/SPRINGSTAARTEN

Niet gedetermineerd.

- B Komen vooral voor in monsterpunten in weiland en ook wel in bos -steeds bij het uittredingspunt-.

+) Aangetroffen zijn de volgende soorten:

- Anacaena globulus
- Agabus bipustulatus
- Helophorus aquaticus
- Helophorus grandis
- Laccobius bipunctatus.

4.1 Inleiding

De resultaten van het macrofauna-onderzoek leveren een groot aantal soorten op, die (schijnbaar) overal voorkomen, en een klein aantal soorten dat op specifieke plaatsen voorkomt. Het is belangrijk om te weten te komen waarin een monsterpunt specifiek aantrekkelijk of onaantrekkelijk is voor een organisme.

Eén van de belangrijkste milieufactoren lijkt het voedsel te zijn. Voor de niet-carnivoren bestaat dat uit algen en detritus. Sommige soorten zijn gebonden aan grove detritus, maar blijken bij nader inzien te leven van de "film" van microorganismen die op de detritus ligt en vaak veel meer voedingswaarde heeft dan de detritus zelf (voor het afbreken van detritus is cellulase nodig wat veel soorten niet bezitten). Vrijwel alle detritus is van alchotone oorsprong, d.w.z. kan vlakbij (bronbos) of verder weg in water terecht zijn gekomen. De stroomsnelheid zal dus grote invloed hebben op het al dan niet aanwezig zijn van organisch materiaal.

De schrapers zijn afhankelijk van met algen begroeide stenen; bij een lage stroomsnelheid zal veel slib en zand worden afgezet wat ongunstig is voor deze dieren. Even goed als bij voedsel spelen ook bij andere biotische factoren (predatie, voortplanting) abiotische factoren (substraattype, stroomsnelheid) een grote rol.

Ook de abiotische factoren zijn onderling sterk van elkaar afhankelijk: bijv. O_2 -concentratie, temperatuur en stroomsnelheid (een vervuilde beek kan door een hoge stroomsnelheid toch nog veel O_2 bevatten).

Het is mogelijk dat verschillende (niet-verwante) soorten een zelfde habitat prefereren, maar om een verschillende combinatie van milieufactoren. Een monsterpunt kan doordat op verschillende manieren wordt verzameld, een aantal verschillende (micro)habitats beslaan en daardoor soorten met tegenstrijdige substraat- of voedselpreferenties naast elkaar laten voorkomen. Maar ook zeer verwante (concurrerende) soorten kunnen gelijktijdig voorkomen, doordat ze in verschillende levensstadia aanwezig zijn.

De macrofaunamonsters zijn in één periode van het jaar genomen. Uit onderzoek (Tolkamp 1980) blijkt dat veel soorten (in verschillende stadia) vaak het gehele jaar in een beek kunnen voorkomen. In de loop van het jaar verandert trouwens ook het substraat van een bron of beek, afhankelijk van de stroomsnelheid en het seizoen (bladval). Sommige soorten, m.n. min of meer teriëtrische, worden na een regenbui in het water aangetroffen of weggesleurd, andere soorten verplaatsen zich continu in of over het water (haften) om een gunstige verdeling over de beschikbare ruimte of voedsel te verkrijgen.

Door het rangschikken van soorten en monsterpunten is een tabel ontstaan waarin soorten bij elkaar zijn geplaatst die op een zelfde manier in sommige monsterpunten voorkomen en in andere ontbreken. De soortensamenstelling is dus bepalend voor de volgorde van de monsterpunten. Niet in de tabel staan de soorten die slechts in 1 of 2 monsterpunten voorkomen (zie bijlage/tabel 2).

Binnen de monsterpunten waarin dieren gemeenschappelijk voorkomen, worden de zelfde habitattypen aangetroffen, of bepaalde gelijke waarden van milieufactoren in verschillende habitattypen gevonden.

Hieronder worden de verschillende soorten-groepen besproken en wordt nagegaan of er sprake is van een zelfde oecologische kenmerken maar ook of er t.a.v. de bijbehorende monsterpunten een (voor de mens) herkenbaar verband bestaat tussen de milieufactoren (fysisch-chemische gegevens en vegetatiekenmerken) of tussen de morfologie en de ligging van de monsterpunten. In een dergelijk geval kan gesproken worden van een type.

Daarna zullen de groepen/types worden vergeleken met de typologieën van Cuppen

en Moller Pillot (1978), van Daal (1982) en van Ploeg en Upperman (1982).

Per groep worden karacteristieke soorten (differentiërende soorten, die vrijwel niet in andere monsterpunten voorkomen) en frequente soorten (die het meest in een bepaalde groep voorkomen) onderscheiden. Een groot aantal soorten valt buiten de indeling in groepen, maar komen in 2 of 3 groepen voor; daarvoor zijn zg. overgangsgroepen getreëerd.

4.2 De groepenGroep 1

Karakteristieke soorten: *Niphargus schellenbergi*, *Niphargus aquilex*, *Microtendipes* gr.chl., *Crunoecia irrorata*, *Limnephilus extravicus*, *Lype reducta*.

Frequente soorten: *Nemurella picteti*, *Helobdella stagnalis*.

Monsterpunten: - vrij geringe stroomsnelheid, soms bijna stilstaand water, vaak uittredingspunten, grondmonsters, kleine bronbeken.
- rijk aan organisch materiaal; of bladeren in (bron)bos of planten en slib in weilanden, weinig stenen.
- geen verband met fysisch-chemische parameters.

Subgroep a

Soorten: *Nemurella picteti*, *Niphargus aquilex* en *Microtendipes* gr. chl.
Monsterpunten: open ligging of met water afkomstig uit helokrenen of puntbronnen in weiland (bronbeken).

Geen duidelijk verband met fysisch-chemische gegevens of met vegetatiekenmerken.

Subgroep b

Soorten: *Crunoecia irrorata*, *Niphargus schellenbergi* (*Limnephilus extravicus*).
Monsterpunten: onder bomen, *Limnephilus* e. komt echter ook in helokrenen voor.
Geen duidelijk verband met fysisch-chemische gegevens. Vegetatie: bij *Crunoecia* i. vaak looktype (vochtig met vrij hoge stikstofgehalten), bij *Limnephilus* e. vaak mannagrastype

+ *Orthocladinae* ontbreken. *Limnophyla* spec. komt veel voor.

Opmerkelijk is dat in de Brigidabron (Noor) (buiten iedere groep) *Microtendipes* gr.chl. en *Crunoecia* i. ook samen voorkomen.

Groep 2

Karakteristieke soorten: *Simulium costatum*, *Simulium ornatum*, *Baetis rhodani*, *Rithrogena semicolorata*, *Heptagenia lateralis*, *Polycelis felina*, *Lithax niger*, *Pisicola geom.* (*Agapetus fuscipes*, *Rhyacophila dorsalis*, *Notidobia ciliaris*, *Hydropsyche pellucidula*, *Polypedilum breviantennatum*).

Frequente soorten: *Dugesia gonocephala*, *Cranbia alpina*.

Monsterpunten: - matige tot grote stroomsnelheid; vaak hoofdbeken, grote bronbeken
- rijk aan organisch materiaal; of fijne zwevende detritus of bodemslib, veel stenen.
- vrij lage Cl-gehalten en minimaal 7 mg O_2 /l.

Subgroep a

Soorten: *Simulium costatum*, *Baetis rhodani*, *Dugesia gonocephala*.

Monsterpunten: bronbeken en grote hoofdbeken met grote waterafvoer (*Baetis* bovenstrooms minder dan benedenstrooms), mogelijk minder gevoelig voor verontreiniging.

Subgroep b

Soorten: *Simulium ornatum*, *Rithrogena semicolorata*, *Heptagenia lateralis*, *Cranbia alpina*.

Monsterpunten: kleinere (hoofd)beken met veel organisch materiaal (ook grof), vaak onder bomen.

- + Opmerkelijk is de verhouding tussen *Simulium ornatum* en *S. costatum* in de Terzieterbeek: bovenstrooms 2:1, benedenstrooms 20:1 (...). Ook dat in enkele monsterpunten haften ontbreken: bijv. de mospartij in de Belletbeek ($G_{1/2}$) en de (weiland)bronbeek B_4 -Terzieter (geen stenen, geringe waterafvoer).

Overgang groep 1/2

Soorten: *Halesus spec.*, *Polycentropus conspersa*, *Sericostoma personatum*, *Baerea maurus*, *Chaetopteryx villosa*, *Harpobdella octaculata*.

Monsterpunten: het betreft hier vaak bronbeken in een (bron)bos met vooral *Polycentropus c.*, *Sericostoma p.*, *Baerea m.* en *Chaetopteryx v.*

- + Opmerkelijk is dat in de Bellet(hoofd)beek als enige hoofdbeek *Sericostoma p.* voorkomt. Ook dat *Chaetopteryx v.* en *Polycentropus c.* niet in monsters met *Crunoecia i.* en *Limnephilus e.* voorkomen. Ook dat de groep monsterpunten die noch bij groep 1 noch bij groep 2 behoort, allemaal helokrenen of monsterpunten in weiland zijn: met de bijbehorende vegetatie van mannagrass-, straatgras- of penningkruidtype.

Groep 3

Frequente soorten: *Nemoura marginata*, *Dugesia gonocephala*, *Agapetus ochripes*, *Crenobia alpina*.

Monsterpunten: - geringe tot matige stroomsnelheid; vaak uittredingspunten en kleine bronbeken.
- rijk aan organisch materiaal; bladeren of planten en slib, soms stenen.
- watertemperatuur tenminste 11,5 graden C (geen krachtige puntbronnen)

Subgroep a

Soorten: *Nemoura marginata*.

Monsterpunten: vaak met open ligging, geringe waterafvoer en veel bladeren.

Subgroep b

Soorten: *Crenobia alpina*, *Dugesia gonocephala*.

Monsterpunten: vaak met open ligging, grotere waterafvoer en veel stenen, vaak met een straatgras-vegetatie-type.

- + Opmerkelijk is dat *Agapetus ochripes* de beide subgroepen verbindt: grotere waterafvoer, stenen en bladeren. Ook dat het monsterpunt Berver-K₁ de enige plaats is waar *Nemoura marginata* en *Nemurella picteti* samen voorkomen. Ook dat in monsterpunt Bervers-A *Dugesia gonocephala* sterk in aantal domineert over *Crenobia alpina*. Tenslotte opmerkelijk dat meer dan 50% van de monsterpunten in groep 3 in Berversbergbrongebied ligt.

Vergelijking typologieën en discussie

De overige soorten kunnen niet in de gekozen groepen worden ondergebracht. Daarbij gaat het vooral om de grote groep Chironomidae maar eigenlijk vrijwel alle Diptera, de Cammariden, de Oligochaeta en de Coleoptera. Er blijven ook 10 monsterpunten over die qua soortensamenstelling niet bij de gekozen groepen kunnen worden ingedeeld. Het betreft hier "grond"-monsters die logischerwijs arm aan macrofauna zijn (d.w.z. de aquatische), bronbeken van weinig watervoerende bronnen en een voedselarme bron als de Brigidabron-Noor.

In de typologie van van Dael wordt voor het eerste type (puntbronnen en bronbeken) o.m. *Crenobia alpina* als typische soort gekozen. In dit onderzoek verschillen de monsterpunten waar *Crenobia alpina* in voorkomt duidelijk in stroomsnelheid en hoeveelheid grof organisch materiaal: C.a. is dan ook in 2 groepen ondergebracht terwijl van Dael 2 varianten van één type onder-

scheidt. Hetzelfde geldt voor *Dugesia gonocephala*.

Voor het tweede type (puntbronnen) worden *Niphargus schellenbergi* en *Gammarus pulex* als typische soorten gekozen. Uit dit onderzoek blijkt eerder dat *Niphargus s.* en *G.p.* elkaar uitsluiten. Een combinatie van N.s. en *Prodiamesa olivacea* levert geen duidelijk beeld van beïnvloeding op. Uit dit onderzoek blijkt niet dat *Niphargus aquilex* karakteristiek is voor bronnen met lage NO_3^- en P-concentraties.

Voor het derde type (helokrenen(uitlopen)) worden voor 3 varianten typische soorten genoemd. In het bronbos komen *Crunoecia i.* en *Microtendipes gr.chl.* inderdaad samen voor, maar in dit onderzoek zeker niet samen met *Nemoura marginata*, *Sericostoma personatum*, *Polycentropus conspersa*. *Helodes* is als onderscheidende soort onbruikbaar.

Het vierde type (helokrenen(uitlopen)) heeft maar één typische soort die ook in dit onderzoek wordt gevonden: *Ptychoptera contaminata*. Deze soort komt zowel in dit onderzoek als dat van van Dael in zeer veel monsterpunten voor. In de gevallen dat *Ptychoptera c.* en *Macropelopia* samen voorkomen is inderdaad sprake van verontreinigde helokrenen-uitlopen, maar het is de vraag of dit het creëren van een type rechtvaardigt.

Ploeg en Upperman hebben de oecologische tabel (ontstaan door rangschikking van monsterpunten op basis van soortensamenstelling) eveneens in groepen ingedeeld. Op basis van oecologische en fysisch-chemische gegevens zijn de monsterpunten opnieuw gerangschikt en zijn daarmee 3 typen en enige subtypen gevormd. In deze subtypen wordt aangegeven welke wijziging in de soortensamenstelling een gevolg is van verstoring.

Type 1 (vrij snel stromend, stenen, evt. bladeren, geen beweiding) heeft als typische soorten *Crenobia a.*, *Gammarus f.*, *Nemoura m.* en *Dixa.*, en soorten die in dit onderzoek niet zijn aangetroffen. Het verstoorte subtype heeft een combinatie van soorten die juist in dit onderzoek gescheiden zijn: *Niphargus s.*, *Crenobia a.* en *Nemoura m.*

Type 2 (vrij snel stromend, klei, plantenwortels, bladeren, geen beweiding) heeft eveneens als typische soorten o.m. *Crenobia a.*, *Gammarus f.*, *Nemoura m.*, *Helodes* en *Dixa*. Subtype 2a (o.m. C.a., G.f., *Micropsectra*) bevat in dit onderzoek in meerderheid niet-beïnvloede monsterpunten. De begeleidende soort *Glossiphonia complanata* is inderdaad aanwezig in een verontreinigde bronbeek (F₂-Bervers) maar los van deze soorten combinatie. Subtype 2b (o.m. *Polypedium brev.*, G.f. *Ptychoptera*) komt in dit onderzoek voor bij monsterpunten in de hoofdbeken. *Polypedium gr.nub.* komt wel in monsterpunten temidden van intensief gebruikt weiland voor. Subtype 2c (o.m. *Ptychoptera*, *Gammarus pulex*, *Helodes*, *Harpobdella octaculata* en *Dugesia gonocephala*) komt in dit onderzoek nauwelijks voor, en omdat het vaak om bronbeken gaat is een morfologische verstoring niet van grote betekenis. Subtype 2d (o.m. G.f., G.p., *Ptychoptera* en *Prodiamesa o.*) wijst op diverse verstoringen. Hoewel er in dit onderzoek geen afzonderlijk groep van kan worden gemaakt, betreft het inderdaad veelal monsterpunten (al of niet verontreinigd) temidden van intensief gebruikt weiland. Subtype 2e (o.m. G.f., *Ptychoptera*, *Harpobdella o.*, *Macropelopia* en *Micropsectra*) komt voor bij stagnatie van water en intensieve beweiding. Dat komt inderdaad ook voor bij monsterpunten in dit onderzoek wanneer het samen voorkomen van *Micropsectra* en *Macropelopia* wordt bekeken; het betreft soms verontreinigde situaties (B_4 -, V_2 - en W_2 -Terziet) soms ook niet (A- en L-Noor). Er is dus niet altijd sprake van een geïsoleerde levensgemeenschap.

Type 3 (langzaam stromend, klei, plantenwortels) heeft als typische soorten o.m. *Ptychoptera*, *Polypedium brev.* In dit onderzoek komt de laatste soort juist in snel stromend water voor (determinatie-verwarring?). Subtype 3b (weinig soorten, veel Fe); ook in dit onderzoek hebben de monsterpunten met relatief hoge Fe-concentraties $D_{1/2}$ -Terziet, E₄-Cottes) weinig soorten maar de onderlinge overeenkomst in aanwezige soorten is gering. Subtype 3a (o.m. *Ptychoptera* en *Harpobdella o.*); deze soortencombinatie komt in dit onderzoek niet

voor.

Type 4 (drainage-bronnen, drinkbakken) heeft als typisch soorten o.m. Prodiamesa o., Chironomus, Macropelopia, Micropsectra, Niphargus s. Behalve Chironomus komt deze combinatie een paar maal voor, maar lang niet altijd bij drainage-bronnen of drinkplaatsen (D₁-Bervers, Z₂-Terzieter).

Cuppen en Moller Pillot functioneren hun bronnen-typologie vooral op de morfologie en hydrologie van de bronnen. Hieronder een vergelijking van deze typologie met de gegevens in dit verslag (alleen de bij dit onderzoek aangetroffen soorten worden vermeld).

Type 1 (puntbronnen) heeft als karakteristieke soorten Crenobia a., Dugesia g., Niphargus s., Agapetus, Dicranota. Deze combinatie levert in dit onderzoek niet alleen puntbronnen maar ook allerlei andere uittredingspunten, bronbeken en hoofdbeken op.

Type 2 (helokrenen in weiland) heeft als karakteristieke soorten Polycelis f., Gammarus p., Glossiphonia c., Nemurella p., Pisidium, Helodes, Polypdelum b., Ptychopter en Psychodidae. Deze combinatie is terug te vinden in groep 1a (helokrenen, puntbronnen en bronbeken in weilanden; Nemurella p., Glossiphonia c., Pisidium en Ptychoptera) en merkwaardigerwijs in groep 2 (hoofdbeken; Polycelis f. en Polypdelum b.).

Type 2a (helokrenen-uitlopen) heeft als karakteristieke soorten Dugesia g., Simuliidae, Dixia, Dicranota en Eukiefferiella. Deze combinatie is in dit onderzoek niet in een groep ondergebracht, maar wordt een enkele maal aangetroffen (F₂-bervers).

Type 3 (helokrenen in bossen) heeft als karakteristieke soorten Polycelis f., Pisidium, Helodes, Crunoecia i., Sericostoma p., Notidobia c., Parametriocnemus s., Brillia m. en Ptychoptera. Dit type wordt in dit onderzoek min of meer terug gevonden in groep 1b. Polycelis f. en Sericostoma p. worden echter in hoofdbeken aangetroffen, Pisidium, Brillia m. en Parametriocnemus veel in monsterpunten met een open ligging. Monsterpunt B₁-Bellet beantwoordt het meest aan type 3. Type 4 (rheokrenen, spatzöne) heeft als karakteristieke soorten Metriocnemus en Dixia. In dit onderzoek worden deze soorten nooit samen gevonden, Metriocnemus komt soms in spatzönes voor.

Type 5 (bergbeken, bronbeken) heeft als karakteristieke soorten: Dugesia g., Polycelis f., Rithrogena s., Agapetus spec., Notidobia c., Sericostoma spec., Simuliidae, Prodiamesa o., Eukiefferiella, Rhyacophila d. Veel van deze soorten zijn terug te vinden in groep 2, onjuist lijkt Notidobia ciliaris (langzaam stromend water), minder duidelijk zijn Prodiamesa o. en Dugesia g.

Type 5a (beken onder bomen) heeft als karakteristieke soorten Crenobia a., Hepatogenia l. en Crunoecia i. De eerste 2 soorten komen inderdaad in een overschaduwde hoofdbek samen voor (Bellet)

Het blijkt niet eenvoudig te zijn om de verschillende typologieën te vergelijken. Daarvoor kunnen verschillende oorzaken worden aangegeven (zoals monstertijdstip: herfst bij van Dael, Ploeg en Upperman, andere hydro-geologische omstandigheden, verschillen in beïnvloeding) maar het onderscheid berust vermoedelijk ook op verschillende interpretaties van resultaten.

Dat is niet verbazingwekkend omdat het ontwikkelen van een typologie vooral berust op een menselijke interpretatie en daarmee nooit een echt objectief beeld kan ontstaan. De gevaren van een typologie schuilen hierin dat monsterpunten en soorten soms in de indeling worden gewrongen, dat de keuze van de monsterpunt sterk beïnvloed kan worden door de "bekende" typen en dat het veldwerk te sterk gericht wordt op het herkennen en selecteren van de typen.

5

Fysisch-chemische resultaten en vegetatie

5.1

Inleiding

De 5 beken zijn behalve op bron- en beekfauna ook onderzocht op vegetatie, bodem en grondgebruik. Dit onderzoek is in 1981 uitgevoerd door A. van Brakel (1982).

Vegetatieopnamen zijn voor een groot deel gemaakt bij de macrofaunamonsterpunten. Op basis van de soortensamenstelling van de kruidlaag worden verschillende vegetatietypen onderscheiden. Een 3-tal bostypen wordt onderscheiden: Aronskelk-, Veldkers-, Looktype en 5 graslandtypen: Boabies-, Penningkruid-, Raai-gras-, Straatgras-, en Mannagrastype, de eerste 2 grasstypen zijn m.n. gevoelig voor hoge cultuurdruk.

Per soort zijn li terat uurgegevens bekend (Ellenberg) over milieumstandigheden, resulterend in een vochtgetal F, zuurgraad R en een stikstofgetal N. Voor een monsterpunt wordt afhankelijk van de soortensamenstelling een waarde voor F, R en N berekend. De invloed van N op de soortensamenstelling van de vegetatie wordt groter geacht dan die van P. Bovendien bevat de bodem in dit gebied voldoende P doordat fixatie aan lutumdeeltjes optreedt.

Als maat voor de intensiviteit van het grondgebruik wordt een cijfer (0-8) voor de cultuurdruk bepaald. De methode (CABO) is gebaseerd op het voorkomen van indicatorplanten voor intensief gebruik/lage bemestingstoestand in grasland (bijv. in het eerste geval Engelsraai-gras-Lolium perenne, in het tweede geval Carex species-Zegge soorten). De cijfers geven aan: 0,1,2 -veel; 3,4 -matige; 5,6 -weinig en 7,8 -zeer

weinig cultuurdruk., voor intensief bouwland steeds een 1, voorboasjes een 8.

Ook is in dit onderzoek vastgelegd hoe de cultuurdruk verandert, vanaf het monsterpunt naar de top van de boven gelegen helling, tot 80m afstand. Daarbij is ook de steilte van de hellingen die afwateren op het oppervlak van het monsterpunt uitgedrukt in een hellingspercentage (flauw 0-8%, matig steil 9-14%, steil 15% en meer).

Een algemene conclusie van het onderzoek is, dat m.n. op het laagste gedeelte van een helling de cultuurdruk gering is en sterk toeneemt hogerop de helling, op het hogere gedeelte van een helling is de cultuurdruk hoog en kan niet sterk meer toenemen.

De cultuurdruk is van invloed op de vegetatietypen die worden aangetroffen.

Een derde conclusie is dat er op een afstand van 0-45m van het monsterpunt een duidelijk verband is tussen de cultuurdruk en het stikstofgetal in grasland. Het geldt niet voor de bossen, omdat daar het stikstofgetal van nature al hoog zou zijn. De invloed van bemesting leidt tot een verruiging van de bosrand, wat in het vegetatietype (look-) tot uitdrukking komt. Het betekent dat in een zone van 55-70m extensief grondgebruik nodig is om de bron- en beekvegetatie te beschermen tegen inspoeling van meststoffen.

Een vierde conclusie is dat door de hoge bemesting er geen verband meer is tussen bodemtype (rijk/arm) en cultuurdruk. Wel kan de invloed van de cultuurdruk (gevoeligheid) op de vegetatie afhankelijk zijn van het bodemtype.

Tenslotte wordt in het onderzoek aangegeven welke vegetatietypen verwacht mogen worden na extensivering van het grondgebruik.

Hieronder worden per beek van de meeste monsterpunten fysisch-chemische gegevens vergeleken met de resultaten van het vegetatie-onderzoek.

5.2

De afzonderlijke beken

De Dottenaarbeek

Monsterpunt A_{1/2}-43/44

hoofdbron/pijp België

Vegetatie: veldkerstype (looktype). Indicaties van een nogal vochtige, enigszins zure bodem met vrij hoge stikstofgehalten. Grasland op de nederlandse oever wijst op matige cultuurdruk. De chemische gegevens wijzen evenals de vegetatie op een ongestoorde situatie, al zijn de NO₃-concentraties in het water lager dan in de bodem.

<u>Monsterpunt</u> C _{1/2} -40 helokrene	Vegetatie: mannagrastype (raaigrastype). Indicaties van een natte, niet-betreden bodem met vrij lage stikstofgehalten. De cultuurdruk in het omringende grasland is matig.	<u>Monsterpunt</u> G- - puntbronnen weiland	Deze bronnen liggen in grasland met veel cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> D _{1/2} -39 verlegde bron/pijp	Vegetatie: straatgrastype. Indicaties van een natte, betreden bodem met hoge stikstofgehalten. Grasland in de directe omgeving wijst op veel cultuurdruk. Ook de chemische gegevens tonen hoge NO ₃ - en P-concentraties. De vrij hoge pH correspondeert met het hoge R-getal.	<u>Monsterpunt</u> A- - verlegde bron/pijp	Deze bron ligt aan de voet van een maisakker temidden van grasland met veel cultuurdruk. Aan de oever van de bronbeek komt het looktype voor. Onvoldoende gegevens om te bepalen of de bron (omgeving) verontreinigd is; het water bevat weinig NO ₃ .
<u>Monsterpunt</u> D _{3/4} -36/35 helokrenen	Vegetatie: penningkruid-/bosbiestype. Indicaties van een zeer vochtige, zure bodem met zeer lage stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst op zeer weinig cultuurdruk.	<u>Monsterpunt</u> M ₁ -51 hoofdbeek bij camping	Vegetatie: veldkerstype (looktype). Indicaties van een nogal vochtige bodem en vrij hoge stikstofgehalten. Grasland in de directe omgeving wijst op veel cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> D _m - - bronbeek eind moeras	Vegetatie: penningkruid-/bosbiestype. Grasland in de omgeving wijst op zeer weinig cultuurdruk.	<u>Monsterpunt</u> K-22(?) puntbron campingbosje	Vegetatie: straatgrastype (bosbiestype/mannagrastype). Indicaties van een betreden, weinig zure bodem, met hoge stikstofgehalten. Grasland in de directe omgeving wijst op veel cultuurdruk. Ook in het bronwater zijn vrij hoge NO ₂ - en NO ₃ -concentraties gevonden, zodat verontreiniging van het grondwater of inspoeling mogelijk is.
<u>Monsterpunt</u> E ₁ -12 puntbron wegberm	Vegetatie: raaigrastype (mannagrastype). Indicaties van een nogal vochtige, vrij zure bodem met vrij lage stikstofgehalten. Over de cultuurdruk zijn geen gegevens bekend. De chemische gegevens wijken nogal af van deze resultaten: veel hogere NO ₃ -concentraties in het bronwater. Een verontreiniging van het grondwater lijkt waarschijnlijk.	<u>Monsterpunt</u> N ₁ - 4 verlegde bron/kapot- te pijp	Vegetatie: straatgrastype. Indicaties van een natte, betreden bodem met hoge stikstofgehalten. Grasland in de directe omgeving wijst op weinig cultuurdruk. Ook in het water worden vrij hoge NO ₃ -concentraties aangetroffen die de verruigde vegetatie rond het uittredingspunt veroorzaken. Het is mogelijk dat het water tijdens het transport door buizen met NO ₃ wordt verrijkt: de (kapotte) buizen liggen in grasland met veel cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> E ₂ -34 bronbeek E ₁	Vegetatie: mannagrastype. Indicaties van een weinig zure bodem met vrij hoge stikstofgehalten. Een duidelijk verschil met monsterpunt E ₁ dus.	<u>Monsterpunt</u> O- 19 puntbron oever	Vegetatie: mannagrastype* (raaigrastype*). Indicaties van een nogal vochtige, zure bodem met relatief lage stikstofgehalten. Grasland in de directe omgeving wijst op weinig-, verder op de helling op veel cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> E ₀ -11 helokrene/moeras	Vegetatie: straatgrastype. Indicaties van een zeer natte bodem en relatief vrij hoge stikstofgehalten. Grasland op de bovengelige helling wijst op veel cultuurdruk.	<u>Monsterpunt</u> M ₂ - - hoofdbeek voor Geul	Op de beekoever wordt ter plaatse het mannagrastype en raaigrastype gevonden, die wijzen op een voedselrijke bodem. De beek bevat periodiek hoge concentraties NO ₃ en P die bij overstromingen gemakkelijk de oevers kunnen bereiken.
<u>Monsterpunt</u> E ₃ -12 moeras	Vegetatie: bosbiestype (penningkruidtype). Indicaties van een nogal vochtige bodem en relatief zeer lage stikstofgehalten. Hoewel de cultuurdruk in de directe omgeving ook gering is, is dit opmerkelijk gezien de ligging aan de voet van een helling.	<u>Lossing</u>	
<u>Monsterpunt</u> E- - bronbeek/eind moeras	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.	<u>Monsterpunt</u> A-22(?) drainagebron/maisak- ker	Vegetatie: straatgrastype. Indicaties van een betreden, weinig zure bodem, met hoge stikstofgehalten.
<u>Monsterpunt</u> 83-84	Vegetatie: raaigrastype. Indicaties van lage stikstofgehalten. De chemische gegevens van het beekwater wijzen op niet-erghoge NO ₃ - en P-concentraties, al zijn de periodieke verschillen vrij groot (overstroming).	<u>Belletbeek</u>	
<u>Beverbeek</u>		<u>Monsterpunt</u> A- 5 hoofdbron/pijp	Vegetatie: straatgrastype (raaigrastype). Indicaties van vrij hoge stikstofgehalten, relatief zure en betreden bodem.
<u>Monsterpunt</u> D- 1 hoofdbron na meer	Vegetatie: looktype (aronskelktype). Indicaties van een vrij vochtige bodem met hoge stikstofgehalten. De graslanden in de directe omgeving wijzen op veel cultuurdruk. De chemische gegevens wijken nogal af van deze resultaten: het bronwater bevat weinig NO ₃ en P. Het is mogelijk dat de hoge stikstofgehalten rond de bron door inspoeling van meststoffen wordt veroorzaakt.	<u>Monsterpunt</u> B ₁ - 38 puntbron/pijp	Vegetatie: straatgrastype (mannagrastype). Indicaties van hoge stikstofgehalten, enigszins zure, natte, betreden bodem. Grasland in de directe omgeving wijst op hoge cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> F- 24 puntbron weiland	Vegetatie: straatgrastype (mannagrastype). Indicaties van een natte, betreden bodem met hoge stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst op veel cultuurdruk. Ook de chemische gegevens wijzen op hoge NO ₂ - NO ₃ - en P-concentraties.	<u>Monsterpunt</u> B ₂ - 60 bronbeek B ₁	Vegetatie: aronskelktype (veldkerstype). Indicaties van hoge stikstofgehalten en nogal vochtige bodem. Grasland in de directe omgeving wijst op zeer weinig cultuurdruk. Ook in het beekwater worden vrij hoge NO ₃ -concentraties gemeten.

<u>Monsterpunt</u> B _{3/4} - 59 bronbos	Vegetatie: veldkerstype (look-/aronskelktype). Indicaties van lage stikstofgehalten. Soortensamenstelling levert echter vrij hoge stikstofgehalten in de zwak zure bodem op.	<u>Monsterpunt</u> B _{3/4} - - bronbeek B _{3,3}	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> D- 62 bronbeek bronbosje	Vegetatie: veldkerstype (looktype). Indicaties van vrij lage stikstofgehalten en nogal vochtige bodem. Grasland in de directe omgeving wijst op zeer weinig cultuurdruk. Ook in het beekwater worden zeer lage NO ₃ - en P-concentraties gemeten.	<u>Monsterpunt</u> B ₁ - - puntbron/overloop drinkbak	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> 26- - drainage-bron	Geen vegetatieopname. Grasland in de omgeving wijst op weinig cultuurdruk. De chemische gegevens roepen een ander beeld op-mogelijk betreft het hier geen inspoeling van de bron maar een verontreiniging van het grondwater op grotere afstand.	<u>Monsterpunt</u> B ₂ - - bronbeek B voor Beusdaelbeek	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> C ₁ - 7 hoofdbeek voor samenloop	Vegetatie: aronskelktype. Indicaties van hoge stikstofgehalten en een enigszins zure bodem.	<u>Monsterpunt</u> B ₂ - 18 Beusdaelbeek voor hoofdbeek	Vegetatie: looktype. Indicaties van een weinig zure bodem met hoge stikstofgehalten. In het beekwater worden ook periodiek hoge NO ₃ - en P-concentraties aangetroffen.
<u>Monsterpunt</u> E _{1/2} - - drainagebron/bronbeek	Geen vegetatieopname. Grasland in de omgeving wijst op veel cultuurdruk.	<u>Monsterpunt</u> C- - drinkbron bij cabane	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> F ₁ - 63 helokrene/boomgaard	Vegetatie: straatgrastype. Indicaties van een zure, zeer vochtige bodem met vrij lage stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst op een matige cultuurdruk.	<u>Monsterpunt</u> C _b - - bronbeek voor bronbos	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> F ₂ - 64 bronbeek F ₁	Vegetatie: aronskelktype. Indicaties van een enigszins zure bodem met vrij hoge stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst op weinig cultuurdruk.	<u>Monsterpunt</u> A _{1/2} - 17 puntbron/bronbeek bronbos	Vegetatie: looktype (aronskelktype). Indicaties van een vrij vochtige bodem met hoge stikstofgehalten. Grasland boven het bos wijst op veel cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> G ₂ - 9/10 hoofdbeek voor Ceul	Vegetatie: veldkers-/aronskelktype. Indicaties van een vrij vochtige bodem met vrij hoge stikstofgehalten. De cultuurdruk is verschillend: aan de ene zijde weinig, aan de andere zijde veel. Het bronnetjesbosvegetatietype komt dus voor aan de oever met weinig cultuurdruk. Het is moeilijk om een verband te leggen tussen de oevervegetatie van een hoofdbeek en de waterkwaliteit. De concentraties NO ₃ -, NO ₂ -, en P in het water wisselen nogal, maar het is onwaarschijnlijk dat dit nauw samenhangt met het grondgebruik rond dit monsterpunt.	<u>Monsterpunt</u> A _{3/4} - 16 puntbron/bronbeek bronbos	Vegetatie: looktype (veldkerstype). Indicaties van een vochtige bodem met vrij hoge stikstofgehalten. Grasland boven het bos wijst op veel cultuurdruk. De enigszins vervuilde vegetatie wijst op de mogelijkheid van inspoeling van meststoffen aangezien het bronwater (in september) niet is verontreinigd door NO ₃ of P.
<u>Terzieterboek</u>		<u>Monsterpunt</u> A ₅ - - bronbeek A voor hoofdbeek	Vegetatie: look- en veldkerstype. Naast de hoofdbeek wijst grasland op weinig cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> B _v - - overloop vijver/bronbos Beusdael	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.	<u>Monsterpunt</u> A _u - - hoofdbeek na bronbos	Grasland rond de beek wijst op veel cultuurdruk. Daardoor is inspoeling van meststoffen na het bronbos in in het weiland een reële mogelijkheid, m.n. in de winter.
<u>Monsterpunt</u> B ₈₅ - - Beusdaelbeek/grensovergang	Vegetatietype: looktype, mannagrastype en raai grastype. Indicaties van vrij hoge stikstofgehalten. Op een moerassig stukje na wijst grasland in de omgeving op veel cultuurdruk. In september is NO ₃ - en P-concentratie in het water laag, maar mogelijk zijn deze in andere maanden hoger -gelet op de oevervegetatie-. De vegetatietypen kunnen ook wijzen op lozingen (kasteel Beusdael) die in vroeger jaren plaatsvonden.	<u>Monsterpunt</u> 46- - hoofdbeek na weg	Vegetatie: mannagrastype. Indicaties van voedselrijkdom. De ene oever van de beek is een maissakker, op de andere oever wijst grasland op veel cultuurdruk. Inspoeling van meststoffen kan tot verrijking van de oevers hebben geleid, de beek heeft (in september) n.l. lage NO ₃ - en P-concentraties.
<u>Monsterpunt</u> B _{3,3} - 14 puntbron/pijp	Vegetatie: penningkruidtype. Indicaties van een nogal vochtige, zure bodem met lage stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst mogelijk op veel cultuurdruk.	<u>Monsterpunt</u> V _{0/1} - 52 puntbron in bosje	Vegetatie: mannagrastype. Indicaties van een natte bodem met hoge stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst op veel cultuurdruk. In het bronwater zijn de NO ₃ - en P-concentraties hoog, wat samengaat met de vegetatiegegevens (voedselrijkdom). Verontreiniging van grond- of bronwater waarschijnlijk.

<u>Monsterpunt</u> V ₂ - 53/54 bronbeek V ₁	Vegetatie: raaigrastype/penningkruidtype. Indicaties van een natte bodem; het raaigrastype op een zure bodem met een laag stikstofgehalte; het penningkruidtype op een licht zure bodem met vrij lage stikstofgehalten.
<u>Monsterpunt</u> V _b - bronbeek voor hoofdbeek	Omringend grasland wijst op veel cultuurdruk, zodat verontreiniging van de bronbeek door meststoffen waarschijnlijk is.
<u>Monsterpunt</u> P - puntbron/bouwput	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> D - 80 helokrenen	Vegetatie: mannagrastype. Indicaties van een zeer natte bodem met vrij hoge stikstofgehalten. Grasland wijst op veel cultuurdruk. Mogelijk heeft bemesting tot dit vegetatietype geleid, maar in september konden geen hoge concentraties NO ₃ en P in het water worden aangetoond.
<u>Monsterpunt</u> D _b - bronbeek voor hoofdbeek	Vegetatie langs de bronbeek: penningkruidtype; langs de hoofdbeek raaigrastype. Het voorkomen van het penningkruidtype wijst niet op een grote voedselrijkdom. Het is mogelijk dat alleen het beekwater hoge concentraties van o.m. NO ₃ en P heeft, maar dat betekent wel een bedreiging van de flora.
<u>Monsterpunt</u> G _{0/1} - puntbron/bronbeek	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> G ₂ - bronbeek G	Vegetatie: mannagrastype. Dit type wijst op voedselrijkdom van de bodem, wat overeenkomt met de hoge NO ₃ -concentratie in het water.
<u>Monsterpunt</u> W _{1/2} - 81 puntbron/bronbeek/ drinkbak	Vegetatie: mannagrastype. Indicaties van een nogal vochtige bodem (zeer zuur) met hoge stikstofgehalten. Deze gegevens komen overeen met de chemische resultaten: hoge NO ₂ - en NO ₃ -concentraties in het water. Grasland in de omgeving (behalve direct rond de bron) wijst dan ook op veel cultuurdruk.
<u>Monsterpunt</u> W _b - - bronbeek voor hoofdbeek	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> X ₂ - 57 hoofdbeek na Kuttingen	Vegetatie: raaigrastype. Indicaties van nogal vochtige bodem met relatief vrij lage stikstofgehalten. Door hoge waterstanden zullen de oevers rond de hoofdbeek regelmatig onder water staan. Periodiek kunnen de NO ₂ -, NO ₃ - en P-concentraties hoge waarden bereiken en dat zal verrijking van de bodem tot gevolg hebben.
<u>Hoofdbeek</u>	
<u>Monsterpunt</u> O - hoofdbron/Brigidabron	Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend.
<u>Monsterpunt</u> K ₁ - 67 hoofdbeek voor overstort	Vegetatie: looktype. Indicaties van een enigszins zure bodem met zeer hoge stikstofgehalten. Het grasland op de ene over wijst op zeer weinig cultuurdruk, zodat het hoge stikstofgehalte een gevolg zal zijn van overstromingen van de nitraatrijke Brigidarbronbeek.

Monsterpunt A - 66/65 puntbronnen

Monsterpunt B - 68 puntbronnen in poelen

Monsterpunt C₁ - 69 puntbron in weiland

Monsterpunt F - 75 helokrenen

Monsterpunt G₂ - 76 bronbeek/bronbos

Monsterpunt H_{1/2} - 70 puntbronnen/bronbos

Monsterpunt H₃ - G beekje voor hoofdbeek

Monsterpunt K₂ - 77/78 hoofdbeek voor grens

Monsterpunt I - 72 helokrene/weiland

Vegetatie: looktype. Indicaties van een enigszins zure bodem met zeer hoge stikstofgehalten. Hoewel hier geen chemische parameters zijn onderzocht past dit in het beeld dat de Noorbronnen rijk aan NO₃ zijn, als gevolg van bodemkundige samenstelling of overstromingen van verontreinigd afvalwater in het verleden.

Vegetatie: geen gangbaar type maar gedomineerd door slanke witte waterkers. Aan de oevers penningkruidtype. Aanwijzingen voor verontreinigingen van de bronnen, of de directe omgeving (volgens soortensamenstelling weinig cultuurdruk in omringend grasland).

Vegetatie: straatgrastype. Indicaties van een zeer natte bodem (enigszins zuur) met vrij hoge stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst op veel cultuurdruk. Ook in bronbeek water (C₂) worden vrij hoge NO₃-concentraties gevonden, maar het is niet duidelijk of dit een bodemkundige oorzaak heeft, of gevolg is van verontreiniging.

Vegetatie: penningkruidtype (raaigras-/mannagrastype). Indicaties van zeer natte bodem en vrij lage stikstofgehalten. Na een smalle zone met weinig cultuurdruk ligt op de helling grasland met veel cultuurdruk.

Vegetatie: bosbiestype (penningkruidtype). Indicaties van een zeer natte, enigszins zure bodem met vrij hoge stikstofgehalten. Weinig cultuurdruk in de directe omgeving, veel cultuurdruk in het op de helling gelegen grasland. Ook in het beekwater wordt een vrij hoge NO₃-concentratie gevonden, maar het is niet duidelijk of dit een bodemkundige oorzaak heeft, of gevolg is van verontreiniging.

Vegetatie: looktype. Indicaties van een nogal vochtige bodem met hoge stikstofgehalten. Direct naast de bron ligt grasland met weinig cultuurdruk, op de helling erboven ligt een maisakker. In september bevat het water geen hoge NO₃-concentratie maar geteeld op de verruigde vegetatie is verontreiniging door inspoeling mogelijk.

Geen gegevens over vegetatie, milieuomstandigheden en cultuurdruk bekend. De beek wordt omringd door een grasland met zeer weinig cultuurdruk en een moeras van het bosbiestype. Ook uit de chemische gegevens blijkt dat er geen hogere NO₃-concentratie dan in het bronwater wordt aangetroffen.

Vegetatie: aronskelk-/looktype. Indicaties van enigszins zure bodem met hoge stikstofgehalten. De oevers bestaan uit bos of grasland met zeer weinig cultuurdruk. In de beek worden periodiek hoge NO₂-, NO₃- en N-kjeldahl concentraties gemeten, naast zeer hoge P-concentraties. Bij hoge waterstanden kunnen de beekoevers gemakkelijk hiermee verontreinigd worden.

Vegetatie: penningkruidtype. Indicaties van een zeer natte bodem en vrij lage stikstofgehalten. De bron wordt omgeven door een bosbiemoeras. Ook in het bronwater wordt een lage NO₃-concentratie gemeten, het is

niet duidelijk of dit zo is dankzij een andere bodemkundige samenstelling of het door het ontbreken van verontreiniging wordt veroorzaakt. Wel is de oever naar de hoofdbek hoog, zodat overstroming van het vervuilde beekwater niet zal voorkomen.

6 De macrofauna per beek/monsterpunt; bedreigingen en beheer

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen allereerst per beek alle monsterpunten aan de orde; d.w.z. alle macrofaunamonsterpunten van Johan de Boer en van Cuppen en Moller Pillot en (voorzover ze niet samenvallen) alle fysisch-chemische monsterpunten. Op de kaarten zijn deze terug te vinden. Aangegeven wordt tot welke soorten- en monsterpuntengroep het monsterpunt behoort, of er weinig of veel voor die groep karakteristieke soorten aanwezig zijn (zie tabel 1 en hoofdstuk 4). Deze aanduidingen geven daarmee iets aan over de waarde van het monsterpunt. Opmerkelijke soorten, die niet zouden worden verwacht of die zelden worden aangetroffen zijn ook vermeld, evenals soorten die in opvallend hoge aantallen voorkomen. Daarna worden de soorten toegevoegd die wel door Mur, CJN of Cuppen Moller Pillot zijn gevonden maar niet door Johan de Boer. Deze kunnen een aanwijzing geven over veranderingen in de tijd van verschillende milieufactoren. Dan volgen (waar mogelijk) kort samengevat gegevens over fysisch-chemische kwaliteit van het water (hoofdstuk 2) en de vegetatiegegevens. Aanwijzingen voor verontreiniging worden daarbij besproken. Tenslotte worden suggesties gedaan voor het beheer van het desbetreffende monsterpunt en de omgeving. Wanneer niets vermeld staat, zijn er verschillende mogelijkheden: a) het monsterpunt is van geringe waarde, b) teveel gegevens ontbreken om een oordeel te kunnen geven en c) het huidige "beheer" lijkt op dit moment voldoende, er zijn geen aantastingen van het water, flora en fauna waargenomen. Wanneer gesproken wordt van "wellicht" kan dat twijfel aan de waarde van het monsterpunt of twijfel aan de realiseerbaarheid van de beheerssuggesties uitdrukken. Onderzoek wordt aanbevolen wanneer belangrijke gegevens ontbreken, of wanneer er aan aanwijzingen zijn voor specifieke vormen van verontreiniging. Extensivering is een ruim begrip, maar er wordt hier met name het verminderen van de bemestingsdruk mee bedoeld en in tweede instantie een daling van de veebezetting (m.h.o. betreding).

Er zijn nogal wat monsterpunten die ondanks hun kwetsbare ligging nog onbedreigd lijken. Het creëren van een bufferzone, met geringe cultuurdruk, kan voorkomen dat dat - bij voortdurend van het intensief gebruik van de omliggende gronden - het biologisch milieu in de komende jaren achteruit zal gaan. Het is onmogelijk om een op de macrofauna gebaseerde fundering te geven voor een bufferzone van 55-70 meter, zoals die uit het vegetatie-onderzoek naar voren komt.

Het zal van een onderzoek naar de relatie bemesting/grondwater in dit gebied afhangen of deze zone niet veel groter moet zijn. Voorzichtigheid t.a.v. bodemtechnische ingrepen in een groot gebied rond de beken is gewensd omdat een verandering in ondergrondse waterstromen tot onherstelbare schade kan leiden.

6.2 De afzonderlijke beken

6.2.1 De Catessebeek

Monsterpunt A₁-43/44 Groep 1. Bevat weinig karakteristieke soorten. Wel Nemoura m. en Eukiefferiella.
hoofdbron/pijp België CMP vinden o.m. Thaumaleidae.
Kalkrijk water, verder lage P-, NO₃- en ionconcentraties.
Ondanks de vegetatie (veldkers) toch vrij hoge stikstofgehalten in bodem, die in het water niet voorkomen.
Beheer: - .

Monsterpunt A₂-43/44 Groep 2. Bevat weinig karakteristieke soorten. Wel Nemoura m. en Parametriocnemus s.
bronbeek A₁ MUR vindt ook Baetis.
Vegetatie: zie A₁.
Beheer: - .
Gewen watermonster

- Monsterpunt B-42**
helokrenen België
- Geen macrofaunamonster.
CMP vinden zeer karakteristieke fauna: Thaumaleidae, Protonemura, Crenobia, Limnephilidae, Nemoura cambr.
Geen watermonster.
Lage stikstofgehalten in de bodem (penningkruid).
Beheer: wellicht betreding door vee verhinderen.
- Monsterpunt C₁-40**
helokrene
- Groep 1. Bevat zeer weinig macrofauna. Opmerkelijke soort: Procladius.
CMP vinden karakteristieke fauna, o.m. Pleuronemia, Dru-sus annulatus, Polycentropus c.
Geen watermonster.
Lage stikstofgehalten in de bodem (mannagras), matige cultuurdruk.
Beheer: geleidelijke verbetering mogelijk door extensivering.
- Monsterpunt C₂-40**
bronbeek C₁
- Groep 1/2. Bevat zeer weinig macrofauna, wel Limnephilus e.
CMP: zie C₁.
Geen watermonster.
Vegetatie: zie C₁.
Beheer: zie C₁.
- Monsterpunt B_d- -**
hoofdbeek voor D
- Groep 2. Bevat karakteristieke soorten. Zeer veel Pisidium/Spaerium.
MUR vindt ook Baetis spec., Rhycophila septentrionis.
CJN vinden ook Ancylus f., Baetis, Nemoura erratica en Silo spec.
Geen watermonster.
Grasland in de omgeving heeft weinig cultuurdruk.
Beheer: - .
- Monsterpunt D₁- -**
verlegde bron/pijp
- Groep 1. Bevat weinig karakteristieke soorten. Ook Micropsectra aanwezig.
Kalkrijk water, hoge Na-, NO₂-, P- en K-concentraties.
Wijst vermoedelijk op verontreiniging van grondwater op hoger gelegen akkers.
Beheer: onderzoek relatie bemesting/grondwater.
- Monsterpunt D₂-39**
bronbeek D₁
- Groep 2. Bevat weinig karakteristieke soorten. Ook Macrope-lopia en Micropsectra aanwezig.
CMP vinden karakteristieke fauna o.m. Lukiefferiella, Hep-tagenia l., Nepa rubra, Notidobia c., Rheocricotopus, Cre-nobia a.
Geen watermonster.
Hoge stikstofgehalten in bodem, betreding (straatgras).
Veel cultuurdruk in omringend grasland.
Beheer: zie D₁ en (verdere)extensivering weiland langs de weg.
- Monsterpunt D₃-36**
helokrene/moeras
- Groep 3. Bevat karakteristieke soorten en Herpobdella o. en Polypedilum g.n. (veel bladeren).
CMP: zie D₂.
Geen watermonster.
Zeer natte, zure bodem met lage stikstofgehalten (penningkruid), zeer weinig cultuurdruk.
Beheer: - .
- Monsterpunt D₄-35**
bronbeek D₃
- Groep 2. Bevat behalve Heptagenia l. geen karakteristieke soorten. Ook Polypedilum b. (vrij snel stromend water).
CMP: zie D₂.
Geen watermonster.
Zeer natte, zure bodem met lage stikstofgehalten (bosbies), zeer weinig cultuurdruk.
Beheer: - .
- Monsterpunt D_m- -**
bronbeek eind moeras
- Geen macrofaunamonster.
Vrij hoog Fe-gehalte. T.o.v. D₁ zijn de concentraties P, NO₃ sterk gedaald.
Weinig cultuurdruk in het omringend grasland (penningkruid/bosbies).
Beheer: - .
- Monsterpunt E₁-32**
punbron wegberm
- Groep 1. Bevat weinig karakteristieke soorten, wel veel Limnophyes. Opmerkelijke soort: Pachygaster.
Kalkrijk water, zeer hoge concentraties Na en K, hoge P- en NO₃-concentraties. Opvallende overeenkomst met D₁, zelfde ligging. Wijst vermoedelijk op verontreiniging van grondwater op hoger gelegen akkers.
Bodem heeft desondanks vrij lage stikstofgehalten (raaigras); een verontreiniging na het uittreden is dus onwaarschijnlijk.
Beheer: onderzoek relatie bemesting/grondwater. Waken voor morfologische aantasting.
- Monsterpunt E₂-34**
bronbeek E₁
- Groep 1. Bevat weinig karakteristieke soorten, wel veel Bril-lia m. en Gammarus f., Polypedilum g.n. (veel bladeren).
Geen watermonster.
Bodem heeft vrij hoge stikstofgehalten (mannagras) door invloed bronwater of lozing (monsterpunt na woning).
Beheer: waken voor morfologische aantasting.
- Monsterpunt E₀-11**
moeras/helokrene
- Groep 1. Bevat zeer weinig karakteristieke soorten (grond-monster). Bevat daarom wel terrestrische Chironomidae: Pseu-doorthocladus en Paraphenocladus.
Geen watermonster.
Zeer natte bodem met vrij hoge stikstofgehalten (straatgras).
Grasland in de boven gelegen helling wijst op veel cultuur-druk.
Beheer: het is niet duidelijk of het hier om echte bronnen (helokrenen) gaat of afstromend water (afkomstig uit bron-beek E₂). Wanneer het eerste het geval is: betreding door vee verhinderen, extensivering van het gebruik.
- Monsterpunt E₃-12**
moeras
- Groep 1/2. Bevat weinig soorten, wel Herpobdella o., Baerea m. en Procladius. Opmerkelijke soorten: Metriocnemus en Atri-pogon.
Geen watermonster (wel veel Fe).
Bodem met zeer lage stikstofgehalten (bosbies). In de direc-te omgeving weinig cultuurdruk. Toch zijn lage stikstofge-halten opmerkelijk gezien de ligging aan de voet van een hel-ling met zoveel vocht.
Beheer: zie E₀.
- Monsterpunt E - -**
bronbeek einde moe-ras
- Groep 1/2. Bevat o.m. Baerea m., Halesus s., Helobdella s. en Herpobdella o.
CMP: gedeeltelijk gedraineerd, ernstig verontreinigd.
Hoge concentraties Mg en Fe, t.o.v. E₁ is de Na-concentratie maar niet de K-concentratie. Daar ook de Cl-concentratie hoog is, kan lozing van afvalwater niet worden uitgesloten (woning-en langs weg).
Beheer: onderzoek lozingen, extensiveren gebruik ter hoogte van punten 73 en 74.

<u>Monsterpunt 83-84</u> hoofdbeek voor Geul	<u>Geen macrofaunamonster.</u> MUR vindt o.m. Rhitrogena s., Limnophilus spec., Silo nigricornis, Notidobia a., Simulium o. en Limnea ovatum. Meer stroomopwaarts: Agapetus f., Ecdyonurus spec. en Dugesia g. CJN vinden o.m. Simulium, Baetis, Ecdyonurus en Velia caprai. Het O₂-gehalte is niet duidelijk hoger dan in de hoofdbron. In de nazomer is het BZV hoog, evenals de P- en NO₂-concentraties. Lozing van afvalwater van de Belgische camping is waarschijnlijk. Rond de beek lage stikstofgehalten in de bodem (raaigras). Beheer: verhinderen lozingen, het is de vraag of de fauna van MUR en CJN nog benedenstrooms voorkomt.	<u>Monsterpunt G₂ - -</u> bronbeek G₁	<u>Geen groep.</u> Bevat veel Limnophyes en Paralimnophyes (oppervlakkig afstromend water). <u>Geen watermonster.</u> Vegetatie: zie G₁. Beheer: wellicht extensivering van het gebruik van omringend weiland/waken voor morfologische aantasting.
<u>Monsterpunt F - -</u> helokrene	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: weinig waterleverend, vervuigd. Grasland in de omgeving wijst op veel cultuurdruk. Beheer: - .	<u>Monsterpunt E - -</u> helokrenen/moeras	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: weinig waterleverend. <u>Geen watermonster.</u> Mesotroof moeras (bosbies). Beheer: - .
<u>Leversbeek</u>		<u>Monsterpunt H - -</u> helokrene/moeras	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: grotendeels droog. <u>Geen watermonster.</u> Ruigte, mesotroof moeras (bosbies). Grasland met veel cultuurdruk in omgeving. Beheer: wellicht extensivering van het gebruik van aangrenzend grasland.
<u>Monsterpunt D₁ - -</u> hoofdbron na meer	<u>Groep 1.</u> Bevat weinig karakteristieke soorten, wel veel Macropeleia. <u>Geen watermonster.</u> Bodem bevat vrij hoge stikstofgehalten (looktype) veel cultuurdruk in graslanden in de omgeving. Beheer: zie D₂.	<u>Monsterpunt A - -</u> verlegde bron/pijp	<u>Groep 3.</u> Bevat karakteristieke soorten, veel Procladius o. en zeer veel Gammarus f. CMP: grote waterhoeveelheid. Hoge O₂-concentratie, lage NO₃- en ionenconcentraties, ondanks de ligging aan de voet van zwaar bemeste maisakker. Grasland in omgeving veel cultuurdruk (bij de oever look). Beheer: waken voor morfologische aantasting/ wellicht bij nog zwaardere bemesting of uitbreiding maisareaal onderzoek relatie bemesting/grondwater.
<u>Monsterpunt D₂-1</u> bron/hoofdbeek D₁	<u>Groep 3.</u> Bevat zeer weinig karakteristieke soorten. CMP: vinden o.m. Taumaleidae, Crenobia a., Silo spec. en Polycentropus c. Geringe waterafvoer, kalkarm water maar vrij hoge concentraties Na en Fe. Zeer lage P- en NO₃-concentraties. Vegetatie: zie D₁. Hoge stikstofgehalten in de bodem (niet in het water) wijzen wellicht op inspoeling van meststoffen op de oevers. Beheer: extensivering van het gebruik in naastgelegen weiland/creëren van bufferzone.	<u>Monsterpunt B-25</u> puntbronnen/bronbos	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: weinig oppervlaktewater (in bronbeek B' zeer karakteristieke fauna, o.m. Heptagenia l). <u>Geen watermonster.</u> Zeer vochtige bodem, lage stikstofgehalten (veldkers). Beheer: - .
<u>Monsterpunt F₁-24</u> puntbron/weiland	<u>Groep 3.</u> Bevat zeer weinig karakteristieke soorten. CMP: vinden o.m. Niphargus. Kalkrijk water met zeer hoge NO₂-, NO₃- en P-concentraties. Inspoeling van meststoffen lijkt waarschijnlijk. Bodem met hoge stikstofgehalten, betreden door vee (straatgras). Veel cultuurdruk in omringend weiland. Beheer: extensivering van het gebruik van omringend weiland/waken voor morfologische aantasting.	<u>Monsterpunt J - -</u> bronbeek/moeras	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: zeer karakteristieke fauna, goed water leverend. <u>Geen watermonster.</u> Vrij lage stikstofgehalten in de bodem (bosbies). Grenst aan camping en grasland met weinig cultuurdruk. Beheer: - .
<u>Monsterpunt F₂-24</u> bronbeek F₂	<u>Groep 3.</u> Bevat zeer weinig karakteristieke soorten, wel Polypedilum g.n. Opmerkelijke soort: Glossiphonia c. (vervuiling). <u>Geen watermonster.</u> Vegetatie: zie F₁. Beheer: zie F₁.	<u>Monsterpunt M₁-51</u> hoofdbeek bij camping	<u>Groep 2.</u> Bevat veel karakteristieke soorten. Opmerkelijke soorten: Lithax nigra, Polypedilum b. en Rhyacophila d. MUR vindt o.m. Agapetus f., Halesus s., Silo piceus, Sericostoma pedemontanum. In de beek van monsterpunt F behalve Glossiphonia c., Herpobdella o. (vervuiling). CJN vindt o.m. Crenobia a., Ecdyonurus d., Protonemura, Velia c. en Glossiphonia c. <u>Geen watermonster.</u> Langs de oever bodem met vrij hoge stikstofgehalten (veldkers), grasland aan de westzijde veel cultuurdruk. Beheer: wellicht waken voor morfologische aantasting/betreding door vee en mens.
<u>Monsterpunt G₁ - -</u> puntbronnen/weiland	<u>Geen groep.</u> Bevat veel Helius en Bezzia. CMP: weinig waterleverend. <u>Geen watermonster.</u> Grasland in de directe omgeving veel cultuurdruk. Beheer: zie G₂.		

Monsterpunt K ₁ -22(?) puntbron/camping bos- je	<u>Groep 3.</u> Bevat karakteristieke soorten, zeer veel Nemurella p. en veel Orthocladinae. <u>CMP:</u> vrij weinig water voerend. <u>Vrij hoge pH</u>, vrij hoge NO₂- en NO₃-concentraties zodat verontreiniging van het grondwater of inspoeling van meststoffen mogelijk is. Bodem betreden, weinig zuur, met hoge stikstofgehalten (straatgras). Grasland in de omgeving wijst op veel cultuurdruk. <u>Beheer:</u> extensivering van het gebruik van aangrenzend land, wellicht onderzoek relatie bemesting/grondwater.
Monsterpunt K ₂ - bronbeek K ₁	<u>Groep 3.</u> Bevat karakteristieke soorten, zeer veel Parametrioctenemus s. en Gammarus f. (oppervlakkig, door vegetatie afstromend water). <u>Geen watermonster.</u> <u>Vegetatie:</u> zie K₁. <u>Beheer:</u> zie K₁ en waken voor betreding mens (camping).
Monsterpunt L - puntbron/camping	<u>Geen macrofauna-monster.</u> <u>CMP:</u> afvalwater-afvoer. <u>Geen watermonster.</u> Betreft restanten boerderij/stallen, putten, vermoedelijk nu drainage-water camping. <u>Beheer:</u> wellicht onderzoek waterkwaliteit.
Monsterpunt N ₁ -4 verlegde bron/kapot- te pijp	<u>Groep 1.</u> Bevat weinig karakteristieke soorten. <u>Vrij hoge NO₃-concentraties</u> in kunstmatige helokrene. Fysisch-chemische parameters lijken sterk op die van monsterpunt A (zelfde oorsprong?). Weinig aanwijzingen voor verontreiniging ter plaatse, wellicht tijdens transport door buizen. Natte, betreden bodem met hoge stikstofgehalten, (straatgras), hoewel grasland in de directe omgeving weinig cultuurdruk heeft. <u>Beheer:</u> wellicht afsluiten voor vee en herstellen laatste deel bronbeek in weiland.
Monsterpunt N ₂ -4 bronbeek N ₁	<u>Groep 1/2.</u> Bevat weinig soorten, o.m. Nemurella p. en Polycen-tropus conspersa. <u>Geen watermonster.</u> <u>Vegetatie:</u> zie N₁. <u>Beheer:</u> zie N₁.
Monsterpunt O-19 puntbronnen/oever	<u>Groep 3.</u> Bevat zeer weinig karakteristieke soorten. Opmerke-lijke soorten: samen voorkomen van Nemoura marginata en Nemoura cinerea. <u>Geen watermonster.</u> Bodem zuur, met vrij lage stikstofgehalten (mannagras). Gras land in directe omgeving weinig-, verder op helling veel cul-tuurdruk. <u>Beheer:</u> waken voor morfologische aantasting; wellicht on-derzoek relatie bemesting/grondwater.
Monsterpunt M ₂ - hoofdbeek voor Geu	<u>Groep 2.</u> Bevat veel karakteristieke soorten. MUR vindt o.m. Herpobdella o., Agapetus f., Limnophilus s., Silo p., Sericostoma ped., Rhyacophila sept. en Ancylus f. CJN vindt o.m. Eukiefferiella, Ecdyonurus d., Velia c. <u>CMP:</u> zeer karakteristieke fauna. De O₂-concentratie in de beek is niet duidelijk hoger dan in de bron. M.n. in herfst hoge BVZ (lozing). In het voor- en najaar hoge concentraties NO₃ en in mindere mate P. Op de oevers raai/mannagras (voedselrijk, door overstromingen). <u>Beheer:</u> waterkwaliteit getoet op macrofauna sinds MUR en CJN achteruitgegaan. Lozing afvalwater speelt vermoedelijk geen grote rol, beek zeer gevoelig voor inspoeling meststoffen, m.n. na de duiker onder de weg, en bij laatste boerderij (lekstro-men mestvaalten). Verhinderen inspoelen door extensivering

gebruik grasland na weg/creëren bufferzone; verhin-deren lekstromen mestvaalten.

6.2.3 Lozing

Monsterpunt A-22
drainagebron/maisak-
ker

Geen groep. Bevat weinig soorten, wel Chironomus, Me-triocnemus (spatzone) en Ceratopogonidae (Eulicoidinae verm.gr.).

Geen watermonster.

Bodem met hoge stikstofgehalten, betreden (straatgras).

Beheer: wellicht onderzoek waterkwaliteit.

Monsterpunt B-
bronbeek A

Geen groep. Bevat als enige soort Micropsectra.

Geen watermonster.

Beheer: zie A.

6.2.4 Belletbeek

Monsterpunt A-5
hoofdbron/pijp

Groep 3. Bevat karakteristieke soorten. Opmerkelijke soort: Agapetus ochripes.

CMP: vermelden Thaumaleidae, Orthocladus, Silo s., Metrioctenemus (spatzone).

Hoge concentraties NO₃ en P in het water, dat zijn weer-slag vindt in de betreden straatgrasvegetatie. Hoewel grasland in de directe omgeving (i.t.t. de boomgaard) op hoge cultuurdruk wijst, vermoedelijk gevolg van ver-ontreiniging van grondwater op hoger gelegen gronden.

Beheer: onderzoek relatie bemesting/grondwater.

Monsterpunt B₁-58
puntbron/pijp

Groep 1. Bevat hiervan alleen Crenobis a. Opmerkelijke soort: Tubificidae.

CMP: goed watervoerend, kleiige bodem en versorring, geen karakteristieke organismen (wel Dugesia g.).

Geen watermonster. Wel in bronbeek B₂: vrij hoge K- en NO₃-concentraties, die hun weerslag vinden in de straat-grasvegetatie (betreding door vee). Tubificidae komen o.m. door hoge cultuurdruk in grasland voor (afspoelende mest-stoffen, onderaan korte helling).

Beheer: afsluiten voor vee, herstellen bronbeek in weiland.

Monsterpunt B₂-60
bronbeek B₁

Groep 2. Bevat verder zeer veel Gammarus F. Opmerkelijke soort: Tubificidae.

Vrij hoge K- en NO₃-concentraties, niet duidelijk of ver-ontreiniging van bron voor of na uittreden plaatsvindt.

Vegetatie op oevers lijkt niet beïnvloed door hoge stik-stofgehalten.

Beheer: - .

Monsterpunt B₃-59
puntbron bronbos

Geen groep. Opmerkelijke soorten: Parametrioctenemus s., Polypedium g.n., Solva, Geringe waterafvoer (kwelstroom-pje), veel bladeren.

CMP: weinig oppervlaktewater.

Geen watermonster.

Ondanks vegetatietype (veldkers) toch vrij hoge stikstofge-halten.

Beheer: - .

Monsterpunt B₄-59
bronbeek/bronbos

Groep 1. Bevat karakteristieke soorten. Opmerkelijke soor-ten: Chaetopteryx v., Notidobia c., veel soorten Gastropoda (terrestrische) en Epiphragma.

CMP: vinden Thaumaleidae.

Geen watermonster.

Ondanks vegetatietype (veldkers) toch vrij hoge stikstof-gehalten.

Beheer: - .

Monsterpunt D-62 bronbeek bronbosje	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: matig watervoerend, gevoed door PVC-buis (on- juist), fauna nauwelijks bekeken. <u>Weinig ionen</u> , ook zeer lage concentraties P en NO_3 . Ook in vegetatie (veldkers) lage stikstofgehalten. Beheer: - .
Monsterpunt 26 - - drainage-bron	<u>Geen macrofaunamonster.</u> Zeer hoge concentraties Na, K, P, Cl en NO_2 . Vermoe- delijk geen echte bron maar pijp van bron/lozing boer- derij. Verontreiniging in de bron of tijdens buizen- transport waarschijnlijk (Cl-zwembad). Grasland wijst niet op grote cultuurdruk. Beheer: onderzoek naar oorzaak verontreiniging/lozing verhindere.
Monsterpunt G ₁ -7 hoofdbeek voor samenloop	<u>Groep 2.</u> Bevat karakteristieke soorten. Opmerkelijke soorten: Lithax n., Agapetus f. en Heptagenia l. MUR vindt o.m. ook Dugesia g., Glossiphonia c., Herpob- della o., Ancyclus f., Rhyacophila sept., en Silo s. De 2 onderstreepte soorten wezen toen op lozing van de boerderij. CJN vinden o.m. ook Dugesia g., Glossiphonia c., Her- pobdella o., Ancyclus f., Eukiefferiella en Ecdyonurus d. CMP: zeldzame flora en fauna. <u>Geen watermonster.</u> Vegetatie rond de beek (aronskelk) wijst op hoge stik- stofgehalten. Beheer: - .
Monsterpunt G ₁ , 1-7 mospartij monsterpunt G ₁	<u>Groep 2.</u> Bevat weinig karakteristieke soorten. Opmerke- lijke soorten: veel Helodes, zeer veel Gammarus f.
Monsterpunt F ₁ - - drainage-bron	<u>Groep 3.</u> Bevat weinig karakteristieke soorten. Opmerke- lijke soort: Pericoma. <u>Geen watermonster.</u> Grasland in de omgeving wijst op veel cultuurdruk. Beheer: wellicht te verbeteren door vertrapping vee te verhindere.
Monsterpunt F ₂ - - bronbeek F ₁	<u>Geen groep.</u> Opmerkelijke soort: Parametrioemus s. Veel Gammarus f. <u>Geen watermonster.</u> Beheer: zie E ₁
Monsterpunt F ₁ -63 helokrenen/boomgaard	<u>Groep 1.</u> Bevat zeer weinig karakteristieke soorten. Op- merkelijke soort: Tubificidae. <u>Geen watermonster.</u> Grasland in de omgeving wijst op matige cultuurdruk, de stikstofgehalten zijn vrij laag, wel komt het straatgras- type voor (betreding). Beheer: wellicht betreding door vee te hinderen, verbetert door extensief beheer wellicht vanzelf.
Monsterpunt F ₂ -64 bronbeek F ₁	<u>Geen groep.</u> Bevat vrij veel Helodes. <u>Geen watermonster.</u> Vegetatie: wijst op vrij hoge stikstofgehalten. Grasland in de omgeving wijst op weinig cultuurdruk. Beheer: wellicht betreding bronbeek door vee te hinderen, verbetert door extensief beheer vermoedelijk geleidelijk vanzelf.

Monsterpunt G₂- 9/10
hoofdbeek voor Geul

Groep 2. Bevat zeer veel karakteristieke soorten.
Opmerkelijke soorten: Hydropsyche, Heptagenia l.
MUR vindt o.m. Dugesia g., Ephemera danica, Silo p.
en Ancyclus f.

CJN zie G₁

CMP: zeldzame flora en fauna.

Hoge concentratie O_2 , lage kationen- en NO_2 - en P-
concentraties. Vrij hoge NO_2 -concentraties, wellicht
door monsterpunt 26. In zomermaanden wellicht lozing
van afvalwater (hoge NH_4 - en P-concentratie, hoge
BZV) of van organische meststoffen (betreding vee op
zuidelijke oever).

Vrij hoge stikstofgehalten in de bodem. Op de oever met
weinig cultuurdruk (boomgaard) veldkers, op de oever
met veel cultuurdruk aronskelk.

Beheer: - .

6.2.5 Terzieterbeek

Monsterpunt B_v - -
overloop vijver/
bronbos Beusdael

Geen macrofaunamonster.

Zeer lage concentraties Cl, NO_3 en P, verontreiniging
onwaarschijnlijk.

Beheer: - .

Monsterpunt B₈₅ - -
Beusdaelbeek/grens-
overgang

Geen macrofaunamonster.

Vooraf meer K in het beekwater, (geen toename P en NO_3)
verontreiniging niet uitgesloten.

Beheer: wellicht onderzoek cultuurdruk weiland/waken voor
morfologische aantasting drinkbak vlak vóór de grens,
zie ook B_t

Monsterpunt B_{3,3}-14
puntbron/pijp

Groep 1. Bevat zeer weinig karakteristieke soorten. Op-
merkelijke soort: Haematopota pluvialis (grondmonster).
CMP: nauwelijks watervoeren, behalve Niphargus geen karak-
teristieke fauna (ook: Micropsectra en Chironomus).

Geen watermonster.

Lage stikstofgehalten in de bodem (penningkruid); gras-
land in de omgeving wijst echter op veel cultuurdruk.

Beheer: zie B₄

Monsterpunt B₃ - -
puntbron/helokrene

Groep 1. Bevat karakteristieke soorten.

Geen watermonster.

Beheer: zie B₄

Monsterpunt B₄ - -
bronbeek B₃

Groep 2. Bevat zeer weinig karakteristieke soorten (Si-
mulium ornat.), wel Nemurella p. en veel Bezzia en Microp-
sectra.

Geen watermonster.

Beheer: bronnen afsluiten voor vee, waken voor morfolo-
gische aantasting bronbeek, extensiveren van het gebruik.

Monsterpunt B₁ - -
puntbron/overloop
drinkbak

Groep 1. Bevat karakteristieke soorten, ook Crunoecia i.
Kalkrijk water met vrij hoge Cl- NO_3 - en P-concentraties.
Verontreiniging van de bronbeek door inspoeling meststof-
fen in drinkbak/puntbron waarschijnlijk.

Beheer: zie B₂

Monsterpunt B₂ - -
bronbeek B₁

Het macrofaunamonster bevat te weinig soorten, samen-
gevoegd met B₁.

T.o.v. monsterpunt B₁ geen hogere Cl-, NO_3 - of P-concen-
traties.

In de monsterperiode geen (extra) verontreiniging van de
bronbeek.

Beheer: door extensiveren gebruik verontreiniging drink-
bak vermijden, waken voor morfologische aantasting bron-
beek.

Monsterpunt B_c-18
Beusdaelbeek voor
hoofdbeek

Geen macrofaunamonster.
MUR vindt o.m. Dugesia g., Herpobdella o., Baetis s.,
Silo s., Silo pallipes, Simulium o. Verontreiniging door
kasteel Beusdael.
CJN vindt o.m. Dugesia g., Ancylus f., Prodiamesa o.,
Simulium spec., Baetis spec., Ephemerella ignata, Velia c.,
Rhyacophila spec. en Hydropsyche spec. Herstel van ver-
ontreinigingen (gierlozing 1960).
Toename van hardheid, NO₂⁻, NO₃⁻ en P-concentraties t.o.v.
monsterpunt B₂ (grensovergang). Mogelijk verontreinigd
door B₂ of van de beek zelf door lozing van camping of
boerderij of door meststoffen (lekstroom mestvaalten). De
concentraties NO₂⁻, NH₄⁺, NO₃⁻ en P zijn hoog ten tijde
van grote waterafvoer (winter en zomer).
Beheer: onderzoek macrofauna, verhinderen lekstromen
mestvaalten (2 boerderijen), onderzoek lozing afvalwater
camping/woningen.

Monsterpunt C - -
drinkbak bij Cabane

Geen macrofaunamonster.
Zeer lage O₂-concentratie (afgesloten bron/punt). Behal-
ve P, zeer weinig ionen.
Beheer: - .

Monsterpunt C_b - -
bronbeek voor bronbos

Geen macrofaunamonster.
Geen toename van NO₃⁻ en P-concentraties t.o.v. monsterpunt
C, wel van Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, en O₂-concentraties. Geen aan-
wijzing voor verontreinigingen. bronbeek/drinkbak/drain-
gebuizen.
Beheer: morfologische aantasting min of meer onherstelbaar,
wellicht extensiveren gebruik.

Monsterpunt Z₁ - -
bronvijver/akker

Groep 1. Bevat weinig karakteristieke soorten.
Geen watermonster.
Beheer: zie Z₂

Monsterpunt Z₂ - -
bronbeek Z₁

Groep 1. Bevat karakteristieke soorten, ook veel Macro-
pelopia en Micropsectra.
Geen watermonster.
Beheer: door kwetsbare ligging moeilijk te herstellen. Wel-
licht onderzoek waterkwaliteit en creëren bufferzone rond
bosje .

Monsterpunt A₁-17
puntbron bronbos

Groep 1. Bevat weinig karakteristieke soorten (Simulium c.).
Opmerkelijke soort: Polycelis f. (bronbos).
Geen watermonster.
Hoge stikstofgehalten in bodem (looktype), grasland boven
het bos wijst op veel cultuurdruk. Het is niet duidelijk
of de voedselrijkdom van natuurlijke oorsprong (afbraak
detritus) of afkomstig is van verontreiniging grondwater/
bron.
Beheer: onderzoek waterkwaliteit, wellicht onderzoek rela-
tie grondwater/bemesting.

Monsterpunt A₂-17
bronbeek A₁

Groep 2. Bevat karakteristieke soorten. Opmerkelijke soor-
ten: Polycelis f., Lithax n. Verder veel Micropsectra en
Parametriocnemus s., Gastropoda en Trichoptera.
Geen watermonster.
Vegetatie: zie A₁.
Beheer: zie A₁.

Monsterpunt A₃-16
puntbron bronbos

Groep 1. Bevat veel karakteristieke soorten, ook veel Ne-
moura m. Opmerkelijke soort: Metriocnemus (spatzone).
CMP: waterrijk over groot oppervlak, zeldzame fauna. Veel
verschillende Chironomidae-soorten, Agapetus f. en Nemou-
ra cambrica.
Vegetatie en mogelijke verontreiniging: zie A₁
Beheer: zie A₁

Monsterpunt A₄-16
bronbeek A₃

Groep 2. Bevat karakteristieke soorten, ook veel Aga-
petus o. Opmerkelijke soort: Cricotopus.
Kalkrijk water, lage concentraties NO₃ en P en katio-
nen. Geen aanwijzing voor verontreiniging.
Vegetatie: zie A₁.
Beheer: wellicht onderzoek relatie bemesting/vegetatie,
onderzoek waterkwaliteit (bij voorkeur in voorjaar).

Monsterpunt A₅ - -
bronbeek A voor hoofd-
beek

Geen macrofaunamonster.
Geen veranderingen van waterkwaliteit t.o.v. monster-
punt A₁; in het bronbos geen verontreiniging.
Vegetatie: look en veldkers.
Beheer: - .

Monsterpunt A₆ - -
hoofdbeek na bronbos
(vijver)

Geen macrofaunamonster.
CJN vindt o.m. Dugesia g., Simulium spec., Baetis spec.,
Rithrogena s., Rhyacophila spec. en Silo spec.
In vergelijking met monsterpunt C_b (vóór bronbos) is de
pH sterk gestegen maar verontrustend is de verhoging van
de Na-concentratie. De verrijking heeft plaatsgevonden na
bronbeek A₅. Vlak na uitgang wordt de hoofdbeek door bron-
nen (1,2,3) gevoed, gelegen in een grasland met veel cul-
tuurdruk. Onduidelijk is of inspoeling van meststoffen al-
leen een hoge Na-concentratie tot gevolg kan hebben (zout-
blok?). Bij grote waterafvoer (voorjaar, juli) opvallende
hoge NO₂⁻, NH₄⁺ en P-concentraties. Mogelijk inspoeling
in bronbeken of hoofdbeek buiten bronbos (bijv. 36,37,40).
Veel cultuurdruk in grasland rond beek.
Beheer: herhaling waterkwaliteitsonderzoek (m.n. Na), op-
sporen "bron"verontreiniging: inspoeling (hoofd)beek of
relatie bemesting/grondwater.

Monsterpunt X₁ - -
hoofdbeek voor weg

Groep 3. Bevat veel karakteristieke soorten. Ook veel Eu-
kiefferiella, Gammarus f. Opmerkelijke soort: Pisicolo g.
Geen watermonster (zie monsterpunt A₆ of 46).
Aan de oevers look (voedselrijk).
Beheer: in macrofauna geen sterke achteruitgang (zie mon-
sterpunt 46) maar slechts weinig Ephemeroptera-soorten.
Zie daarom beheer monsterpunt A₆.

Monsterpunt 46 - -
hoofdbeek na weg

Geen macrofaunamonster.
MUR vindt o.m. Dugesia g., Polycelis n., Herpobdella o.,
Glossiphonia c., Helobdella s., Baetis spec., Hydropsyche p.,
en Rhyacophila d.
CJN vindt o.m. Dugesia g., Simulium spec., Dicranota spec.,
Baetis spec., Rhyacophila spec. en Silo s.
Geen verandering in NO₃⁻ en P-concentratie t.o.v. monster-
punt A₆, de hoge Na-concentratie is verdwenen. Geen aan-
wijzingen voor verontreiniging.
Voedselrijke oevers met mannagras, eerder gevolg van in-
spoeling (veel cultuurdruk in grasland, maisakker) dan van
hoge NO₃⁻ en P-concentraties in de beek.
Beheer: - .

Monsterpunt V₀-52
puntbron in bosje

Geen macrofaunamonster.
Hoge NO₂⁻ en P-concentraties.
Natte bodem met een hoog stikstofgehalte (mannagras). Ver-
ontreiniging van grondwater, of door inspoeling is waar-
schijnlijk, bron gelegen temidden van grasland met veel
cultuurdruk.
Beheer: zie V_b

Monsterpunt V_1 -52 bronbeek V_0	Groep 1. Bevat karakteristieke soorten, ook veel <i>Macropelopia</i> en <i>Pisidium/Spaerium</i> . <u>Geen watermonster.</u> Vegetatie: zie V_0 Beheer: zie V_b .	Monsterpunt D_b - - bronbeek D voor hoofd- beek	<u>Geen macrofaunamonster.</u> De concentraties van Na, NO_3 en K zijn gestegen t.o.v. monsterpunt D, maar vooral de P-concentratie is sterk toegenomen. Verontreiniging door inspoeling van meststoffen, rechtstreeks of tijdens het buizentransport of de vervuilde bron P zijn hiervan de oorzaken. Vegetatie (zie F) is nog niet beïnvloed door hoge nutriëntenconcentraties. Beheer: zie E; het is de vraag of extensivering van het gebruik verbetering zal brengen, gelet op P.
Monsterpunt V_2 -53/54 bronbeek V_0	Groep 2. Bevat weinig karakteristieke soorten, ook veel <i>Gammarus p.</i> <u>Geen watermonster.</u> Natte bodem met een laag stikstofgehalte (raaigras/penningskruid), ondanks de hoge NO_3 - en P-concentraties in punten V_0 en V_b , en de hoge cultuurdruk in het omringend grasland. Beheer: zie V_b .	Monsterpunt G_0 - - puntbronnen	<u>Geen groep.</u> Veel <i>Ptychoptera</i> , <i>Limmophyla</i> (grondmonster). <u>Geen watermonster.</u> Beheer: zie G_2
Monsterpunt V_b - - bronbeek voor hoofd- beek	<u>Geen macrofaunamonster.</u> Sterke toename van NO_2 -, NO_3 - en P-concentraties t.o.v. monsterpunt V_0 , geringe toename K- en Cl-concentraties. Bronbeek duidelijk beïnvloed door inspoeling van meststoffen, rechtstreeks (drinkbakken) of tijdens het buizentransport. Veel cultuurdruk in omringend weiland. Beheer: extensivering van het gebruik en waken voor verdere morfologische aantastingen.	Monsterpunt G_1 - - bronbeek G_0	Groep 1. Bevat karakteristieke soorten, ook veel <i>Bezzia</i> . Opmerkelijke soort: <i>Eristalis</i> . <u>Geen watermonster.</u> Beheer: zie G_2 .
Monsterpunt P - - puntbron/bouwput	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: afvalwater, glier. Zeer merkwaardige samenstelling bronwater: hoge Cl- en Mg-concentraties, zeer hoge NO_3 -concentratie. Kan gevolg zijn van bouwactiviteiten maar lijkt door verontreiniging van grondwater te zijn veroorzaakt (afstand?). Beheer: wellicht niet meer te onderzoeken (schuur), kan van grote invloed zijn op waterkwaliteit bronbeek D.	Monsterpunt G_2 - - bronbeek G_0	Groep 1. Bevat karakteristieke soorten, ook veel <i>Bezzia</i> . CMP: veel water leverend. Vinden o.m. <i>Niphargus</i> , <i>Micropectra</i> . Waarde vanwege (vermeende) schaarse limnokrene. Hoge Na en Cl-concentraties, zeer hoge NO_3 -concentratie. Verontreiniging door meststoffen van het grondwater, door inspoeling of tijdens het buizentransport waarschijnlijk. Voedselrijke bodem (mannagras). Beheer: onderzoek relatie bemesting/grondwater en onderzoek inspoeling meststoffen. Waken voor morfologische aantastingen. Betreft hier echter geen limnokrene.
Monsterpunt D -80 helokrene	Groep 1. Bevat karakteristieke soorten, verder ook <i>Polydora g.n.</i> CMP: matig waterleverend, klei-achtige bodem. Vrij lage NO_3 - en P-concentraties, hoge Cl-concentratie en opvallend veel Fe. Zeer natte bodem met vrij hoge stikstofgehalten (mannagras). Veel cultuurdruk in omringend grasland. Door ligging halverwege steile helling, is helokrene kwetsbaar, verontreiniging door meststoffen waarschijnlijk, al kan dat in september niet worden aangetoond. Beheer: extensivering van het gebruik, waken voor morfologische aantasting.	Monsterpunt H-70 bronbeek G	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: goed watervoerend, fauna niet onderzocht. <u>Geen watermonster.</u> Bodem heeft hoge stikstofgehalten (look). Beheer: onderzoek macrofauna (lozing woning).
Monsterpunt L - - bronbeek D	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: pas na stopzetten lozing karakteristieke fauna te verwachten. <u>Geen watermonster.</u> Vegetatie wijst op voedselrijkdom (oevers met mannagras en look). Beheer: waterkwaliteit (CMP) sterk beïnvloed door monsterpunt P, zie daar.	Monsterpunt W_1 -81 puntbron/drinkbron	Groep 1. Bevat zeer weinig karakteristieke soorten. Wel veel <i>Bezzia</i> . <u>Geen watermonster.</u> Zeer zure bodem met hoge stikstofgehalten (mannagras). Grasland in de omgeving (behalve directe) veel cultuurdruk. Beheer: zie W_b .
Monsterpunt F - - helokrenen/ruigte	<u>Geen macrofaunamonster.</u> CMP: in de zomer droog. <u>Geen watermonster.</u> Vegetatie wijst niet op grote voedselrijkdom (langs bronbeek penningskruid, langs hoofdbeek raaigras). Beheer: - .	Monsterpunt W_2 -81 bronbeek W_1	<u>Geen groep.</u> Bevat veel <i>Micropectra</i> en <i>Bezzia</i> . Opmerkelijke soorten <i>Parametrioctenus</i> en <i>Eukiefferiella</i> . Hoge concentraties Na en K, zeer hoge NO_2 - en NO_3 -concentraties. Verontreiniging van het grondwater door meststoffen of door inspoeling lijkt waarschijnlijk. Vegetatie: zie W_1 . Beheer: zie W_b .
		Monsterpunt W_b - - bronbeek voor hoofd- beek	<u>Geen macrofaunamonster.</u> Alle ionen komen in iets hogere concentraties voor dan in monsterpunt W_2 . NO_2 -concentratie stijgt tothet dubbele. Verontreiniging door inspoeling meststoffen of tijdens het buizentransport. Beheer: onderzoek relatie bemesting/grondwater en onderzoek inspoeling meststoffen. Waken voor morfologische aantastingen.
		Monsterpunt X_2 -57 hoofdbeek ter hoogte van Kuttingen	Groep 2. Bevat karakteristieke soorten, ook veel <i>Eukiefferiella</i> . CJN vinden o.m. <i>Dugesia g.</i> , <i>Polycelis t.</i> , <i>Herpobdella o.</i> , <i>Prodiamesa o.</i> , <i>Baetis s.</i> , <i>Macropelopia</i> , <i>Dicranota spec.</i> , <i>Rhyacophila spec.</i> , <i>Silo spec.</i>

Het watermonster is verderop in de beek genomen, t.h.v. Plaat. Resultaten: NO_2^- , NO_3^- en Na-concentraties zijn toegenomen, t.o.v. de monsterpunten B en 46. De Beusdaelbeek heeft grote invloed op de waterafvoer. Een aantal bronbeken (D_1 , V_b , W_b , C_2) doet niet alleen de pH maar met name de NO_2^- , NO_3^- en P-concentraties stijgen. In augustus stijgt de NO_2^- concentratie ondanks een toenemende waterafvoer, wat wijst op directe lozingen van afvalwater.

Oevers vrij lage stikstofgehalten (raaigras).

Beheer: Sinds het CJN-onderzoek is de soortensamenstelling genivelleerd, Ephemeroptera ontbreken bijv. Daarom enerzijds de kwaliteit van de aparte bronbeken verbeteren (zie daar voor specifieke opmerkingen) anderzijds waar mogelijk lozing verhinderen (camping).

B.B.B. Voorbeek

Monsterpunt 0 - -
hoofdbron/Brigidabron

Geen groep. Bevat Crunoecia i. en Microtendipes g.c., verder veel Prodiamesa o. MUR vindt o.m. Dendrocoelum lacteum, Baetis spec., Limnea ovata en Ancylus f. Opmerkelijke fluctuaties in de waterafvoer. Zeer hard bronwater, met vrij hoge Cl-gehalten (uitschieter in januari-wegenzout?) en permanent hoge NO_3^- gehalten (ondanks de fluctuaties in de waterafvoer). Verontreiniging van het grondwater is daarom niet waarschijnlijk maar de sterke fluctuaties wijzen op grote gevoeligheid voor externe invloeden. Beheer: onderzoek relatie bemesting-lozing/grondwater/geologie.

Monsterpunt K₁-67
hoofdbeek voor overstort

Groep 2. Bevat weinig karakteristieke soorten. Opmerkelijke soort: Chaetopteryx v. MUR vindt o.m. Dugesia g., Dendrocoelum l., Baetis spec., Simulium o., Limnea o., Ancylus f. en Pisidium spec. Geen watermonster. Oevers met zeer hoge stikstofgehalten (look). Het grasland ene oever heeft zeer weinig cultuurdruk; m.a.w. invloed van de beek door overstromingen groot. Beheer: vergelijking macrofauna MUR onderstreept noodzaak van beheersadvies 0.

Monsterpunt A-66/65
puntbronnen/bosje

Groep 1. Bevat veel karakteristieke soorten, en veel Orthocladiinae (vooral Limnophyes en Brillia m.). Opmerkelijke soort: Paralimnophyes. CMP: weinig water leverend, enkele bronnensoorten, w.o. Niphargus s., Dugesia g. en Polycentropus c. Geen watermonster. Bodem met zeer hoge stikstofgehalten (look). Past in het beeld van NO_3^- -rijke bronnen in het brongebied van de Noor, dankzij geologie of overstroming verontreinigd water (pal naast riooloverstort gelogen). Beheer: - .

Monsterpunt B-68
puntbronnen/poelen

Groep 1. Bevat zeer veel karakteristieke soorten, verder veel Helodes en Gammariden. Opmerkelijke soorten: Baerea m. en Eukiefferiella en Natarsia (poel met rottend materiaal). CMP: vrij weinig watervoerend, enkele bronnensoorten, o.m. Brillia m. Geen watermonster.

Monsterpunt C₁-69
puntbron weiland

Vegetatie karakteristiek door slanke witte veldkers. Weinig cultuurdruk in omringend grasland (penningkruid).

Beheer: - (wellicht elders zelfde condities scheppen?).

Groep 1/2. Bevat karakteristieke soorten, verder zeer veel Gammarus f. (vegetatie). Opmerkelijke soort: Chrysogaster (schoon). CMP: habitat van enkele bronnenorganismen en rheofiele soorten.

Geen watermonster.

Zeer natte bodem, betreden, met vrij hoge stikstofgehalten (straatgras). Veel cultuurdruk in omringend grasland.

Beheer: waken voor morfologische aantasting bron en eerste deel bronbeek, wellicht afsluiten voor vee.

Monsterpunt C₂ - -
bronbeek C₁/bosje

Groep 1. Bevat veel karakteristieke soorten. Opmerkelijke soorten: Chaetopteryx v., Lype reducta., Holocentropus d.

Zeer kalkrijk water, lage ionenconcentraties, de NO_3^- concentratie is niet hoger dan in de Brigidabron. Vegetatie: aronskelk.

Beheer: - .

Monsterpunt D - -
bronbeek E

Geen macrofaunamonster.

CMP: geen karakteristieke bronnenorganismen.

Geen watermonster.

Vegetatie: penningkruid.

Beheer: - .

Monsterpunt E - -
limnokrene/poel

Geen macrofaunamonster.

CMP: geen karakteristieke bronnenorganismen.

Geen watermonster.

In directe omgeving weinig cultuurdruk in grasland.

Beheer: vermoedelijk geen limnokrene maar poel waar puntbron in uitmond. Van minder waarde dan C. (en Zavrelimyia).

Monsterpunt F-75
helokrenen.

Groep 1/2. Bevat karakteristieke soorten en Psectrotanypus. CMP: bronbeek goed watervoerend, fauna niet onderzocht.

Geen watermonster.

Zeer natte bodem met vrij lage stikstofgehalten (penningkruid). Smalle zone met weinig, helling met veel cultuurdruk (kwetsbare ligging).

Beheer: wellicht waken voor morfologische aantasting.

Monsterpunt G₁ - -
puntbronnen/bronbos

Groep 1. Bevat veel karakteristieke soorten, verder veel Parametrioconemus s., Helius en Psychoda.

Geen watermonster.

Beheer: - .

Monsterpunt G₂-76
bronbeek G₁/bronbos

Groep 2. Bevat weinig karakteristieke soorten.

CMP: goed watervoerend, plaatselijk met groot verval, fauna niet onderzocht.

Zeer kalkrijk water, weinig ionen, vrij hoge NO_3^- concentratie (niet hoger dan in de Brigidabron).

Zeer natte bodem met vrij hoge stikstofgehalten (bosbies). In omgeving weinig, op de helling veel cultuurdruk (kwetsbare ligging).

Beheer: - .

Monsterpunt H₁-70
puntbronnen/bronbos

Groep 1. Bevat zeer veel karakteristieke soorten. Opmerkelijke soort: Lype r.
MUR: vindt o.m. Dugesia g., Limnea trunculata en Ancylus f.
CMP: veel water leverend, typische bronnenorganismen. Zeer kalkrijk water, behalve Fe weinig ionen, wel vrij hoge NO₃-concentratie (niet hoger dan in Brigidabron). Bodem met hoge stikstofgehalten (look). Grasland naast bron weinig cultuurdruk, bovenliggende helling maisakker. Inspoeling van meststoffen in bronbos waarschijnlijk (ruigte).
Beheer: wellicht onderzoek inspoeling meststoffen.

Monsterpunt H₂-70
bronbeek H₁/bronbos

Groep 3. Bevat veel karakteristieke soorten. Opmerkelijke soort: Agapetus o.
CMP: zeer gedifferentieerd verval, goede soorten.
Geen watermonster.
Vegetatie: zie H₁.
Beheer: -.

Monsterpunt H₃ - -
bronbeek voor hoofd-
beek

Geen macrofaunamonster.
Kalkrijk water, behalve Mg weinig ionen. De NO₃-concentratie is vrij hoog maar lager dan in monsterpunt H₁.
Beheer: -.

Monsterpunt K₂-77/78
hoofdbeek voor grens

Groep 2. Bevat weinig karakteristieke soorten.
MUR vindt o.m. Nemoura cinerea, Agapetus f., Limnophilus spec., Drusus annulatus, Polycentropus c., Simulium o., (nû costatum) en Pisidium spec.
Zeer sterke fluctuaties in de waterafvoer door riooloverstort. Hoog BZV, bij grote waterafvoer hoge NO₂-, NH₄-, N-kjeldahl, P- en Cl-concentraties. Zware metalen Cu, Ni, Pb, Cr, Zn, en Ars aanwezig, concentraties dalen in het najaar (BZV daalt dan ook; overstort door in werking stellen persleiding buiten gebruik).
Oevers met hoge stikstofgehalten (aronskelk, look), vermoedelijk door overstromingen van de beek.
Beheer: vergelijking macrofauna MUR onderstreept noodzaak werkelijk buiten werking houden van riooloverstort. Voorkomen of verdwijnen van Baetis spec. lijkt goede indicator voor minimale waterkwaliteit, verder herstel kan door macrofaunamonster snel gecontroleerd worden.

Monsterpunt I₁-72.
helokrene/weiland

Groep 1. Bevat zeer weinig karakteristieke soorten. Opmerkelijke soort: Baerea maurus.
CMP: weinig water leverend, fauna niet onderzocht.
Fysisch-chemische parameters verschillen nogal van overige monsters: lagere Ca- en NO₃-concentraties (hydrogeologische oorzaak?).
Zeer natte bodem met vrij lage stikstofgehalten (penningkruid). Rond de bron bosbiesmoeras. Door hoge oever vermoedelijk geen invloed van beek.
Beheer: waken voor morfologische aantasting, wellicht onderzoek geologie/grondwater, samen met een ander monsterpunt bij de Noor.

Monsterpunt I₂-72

Groep 1. Bevat karakteristieke soorten, ook wel Micropsectra.
Geen watermonster.
Vegetatie: zie I₁.
Beheer: zie I₁.

Monsterpunt J - -
steppels in bos

Geen macrofaunamonster/ geen watermonster.
CMP: weinig water leverend, fauna niet onderzocht.
Beheer: wellicht macrofaunamonsteren.

Samenvattende conclusies

Enkele diergroepen leveren duidelijke informatie over de verontreiniging van het water: de haften Heptagenia l. en Rithrogena s. komen in zuiver, O₂-rijk water voor, Baetis r. ook in minder zuiver water; de bloedzuiger Glossiphonia c. komt in duidelijk verontreinigd water voor, de overige bloedzuigers zijn minder goed als indicator voor verontreinigingen te gebruiken in de onderzochte bron(beken). de meeste kokerjuffers komen in zuiver water voor (uitzonderingen: Polycentropus c., Limnophilus e. en Halesus s.); Simulium c. lijkt verhoudingsgewijs minder voor te komen bij grotere verontreiniging (Terzieterhoofdbeek);

de meeste Chironomidae komen in zuiver en licht verontreinigd water voor.

Het voorkomen van bepaalde soorten in bron(beken) geeft aanwijzingen over de kwaliteit van het water, het ontbreken van soorten geeft wel aan dat de kwaliteit gering is, maar het is vaak zeker in sterk genivelleerde situaties (soortenarm) moeilijk om op oecologische gronden een specifieke oorzaak aan te wijzen.

Zo kan een bron (beek) door morfologische ingrepen ongeschikt geworden zijn voor bijv. kokerjuffers en haften, zodat herstel van de chemische waterkwaliteit onvoldoende is. Vooral rond de Terzieter- en Berversbergbeek doet zich deze situatie voor.

De verschillende typologieën die ontwikkeld zijn voor de macrofauna in bronnen en beken dekken elkaar slechts gedeeltelijk. Het al of niet voorkomen van een soort in een bepaalde habitat kan nog onvoldoende worden verklaard, omdat vaak niet bekend is welke oecologische preferenties van doorslaggevende betekenis zijn bij de habitatkeuze. De typologie die opgesteld is aan de hand van de gegevens in dit verslag, vertoont de meeste overeenkomst met die van Cuppen en Moller Pillot.

Het vegetatietype dat rond een bron(beek) voorkomt, kan vaak afgeleid worden van de chemische waterkwaliteit, soms over een langere periode (overstromingen/lozingen). M.n. het straat- en mannagrastype geven een aanwijzing voor de macrofaunasamenstelling (o.a. Gammarus f., Helobdella s., Nemurella p., Bezzia, Macropelopia, Micropsectra). Gegevens over cultuurdruk hebben een duidelijke relatie met de vegetatie, in mindere mate met de fysisch-chemische samenstelling en de macrofauna.

Lozingen van afvalwater komen bij alle onderzochte beken voor. Bij de Noor hopelijk slechts bij uitzondering door de riooloverstort, bij de Cottesserbeek bij de Belgische camping, bij de Berversbergbeek in de vorm van lekwater van mestvaalten, bij de Belletbeek mogelijk rond de hoeve en bij de Terzieterbeek op talloze plaatsen. Omdat riolering daar op zich laat wachten zal aan de lozing van m.n. de camping bij Terzieter een einde moeten worden gemaakt; dergelijke recreatieve voorzieningen gaan op deze wijze de biologische draagkracht van het milieu verre te boven (illustratie: het ieder jaar door regenboogforel uit de Geul afgezette broed overleefde de lozingen niet). De Belgische camping bij de de Cottesserbeek toont de betrekkelijkheid van natuurbeschermingsmaatregelen in een gedeelte van het stroomgebied, in dit geval rond de bronnen. In feite wordt slechts de halve beek beschermd, de Zuidelijke-Belgische oever is van minstens even grote waarde (een zelfde grensprobleem doet zich voor bij de Noor=Voer).

Het nemen van monsters voor fysisch-chemisch onderzoek zou m.n. plaats moeten vinden in de risico-perioden: in de winter en het voorjaar m.h.o. inspoeling/drijfmest, in de vakantieperioden m.h.o. lozingen.

Ondanks de grote bemestingsdruk in het onderzochte gebied, is de biologische kwaliteit van de meeste bronnen en beken (nog) goed. Een aantal (bron)beken is verontreinigd door inspoeling van meststoffen, m.n. in het gebied van de Terzieterbeek en de Berversbergbeek. Door fysisch-chemische monsters van de bron en van de uitmonding van zo'n bron kan deze verontreiniging worden aangetoond. Het is zeer waarschijnlijk dat in de samenstelling van de macrofauna op deze punten ook de invloed van verontreiniging kan worden teruggevonden.

Ernstiger is de verontreiniging van sommige bronnen, waarvoor aanwijzingen in de chemische samenstelling van het water zijn gevonden. Het betreft hier o.m. de hoofdbron van de Belletbeek en bronnen in het Terzieter- en Cottesserbrongebied. Gericht onderzoek naar het grondwater rond deze punten zal kunnen aangeven of het grondwater verontreinigd is, of dat het omgeohydrologische invloeden gaat. Deze vorm van verontreiniging kan op den duur (ook op andere plaatsen) tot aantasting van de biologische kwaliteit leiden.

De hoge NO_3 -concentraties in het water van bronnen rond de Noor (m.n. de Brigidabron) zijn opmerkelijk. Behalve de samenstelling van de bodemlagen of verontreiniging van het grondwater, kan verontreiniging van de bronnen door overstromend, vuil beekwater hiervan de oorzaak zijn. Fysisch-chemisch onderzoek wat enige (tientallen) jaren geleden is uitgevoerd, kan hierin misschien duidelijkheid scheppen.

Morfologische aantastingen van bronnen en beken (betreding, vergravingen) komen in het gehele gebied (met uitzondering van de Noor) voor, m.n. in het Terzieter- en Berversbergbrongebied.

De voorgenomen plannen in het kader van de Relatienota en het NLP tot aankoop van grond of het afsluiten van beheersovereenkomsten zullen op sommige plaatsen tot herstel van de bronnen en beken kunnen leiden, maar met name de vegetatie ten goede komen. Beïnvloeding van het grondwater op grotere afstand blijft echter mogelijk. Als voorbeeld kan de Cottesserbeek worden genoemd: in het reservaatgebied bezitten de bronnen een goede kwaliteit, maar bronnen aan de rand (D,E) lijken verontreinigd op afstand via het grondwater. De schijn dat in het reservaat geen verontreinigingen voorkomen is dus bedriegelijk. Nader onderzoek zal op sommige plaatsen de omvang van deze risico's kunnen aangeven.

T.a.v. de ruimtelijke plannen moet opgemerkt worden dat de bestemming bos- en natuurgebied rond de Berversbergbeek onvoldoende is, wanneer betreding/vuilstort in de aan de camping grenzende bronbossen niet afdoende wordt verhinderd.

De kennis over "water" als ecosysteem lijkt nog niet doorgedrongen tot de bureaus die voor gemeenten Bestemmingsplannen opstellen, het blijft tot een milieutechnische (nauwelijks onderbouwde) beoordeling beperkt. De onderwaardering van de Belletbeek in het Bestemmingsplan van de gemeente Vaals is hiervan een duidelijk voorbeeld. Juist het bronbos en de (hoofd)Belletbeek vallen in dit onderzoek op door de grote biologische waarde.

Literatuur

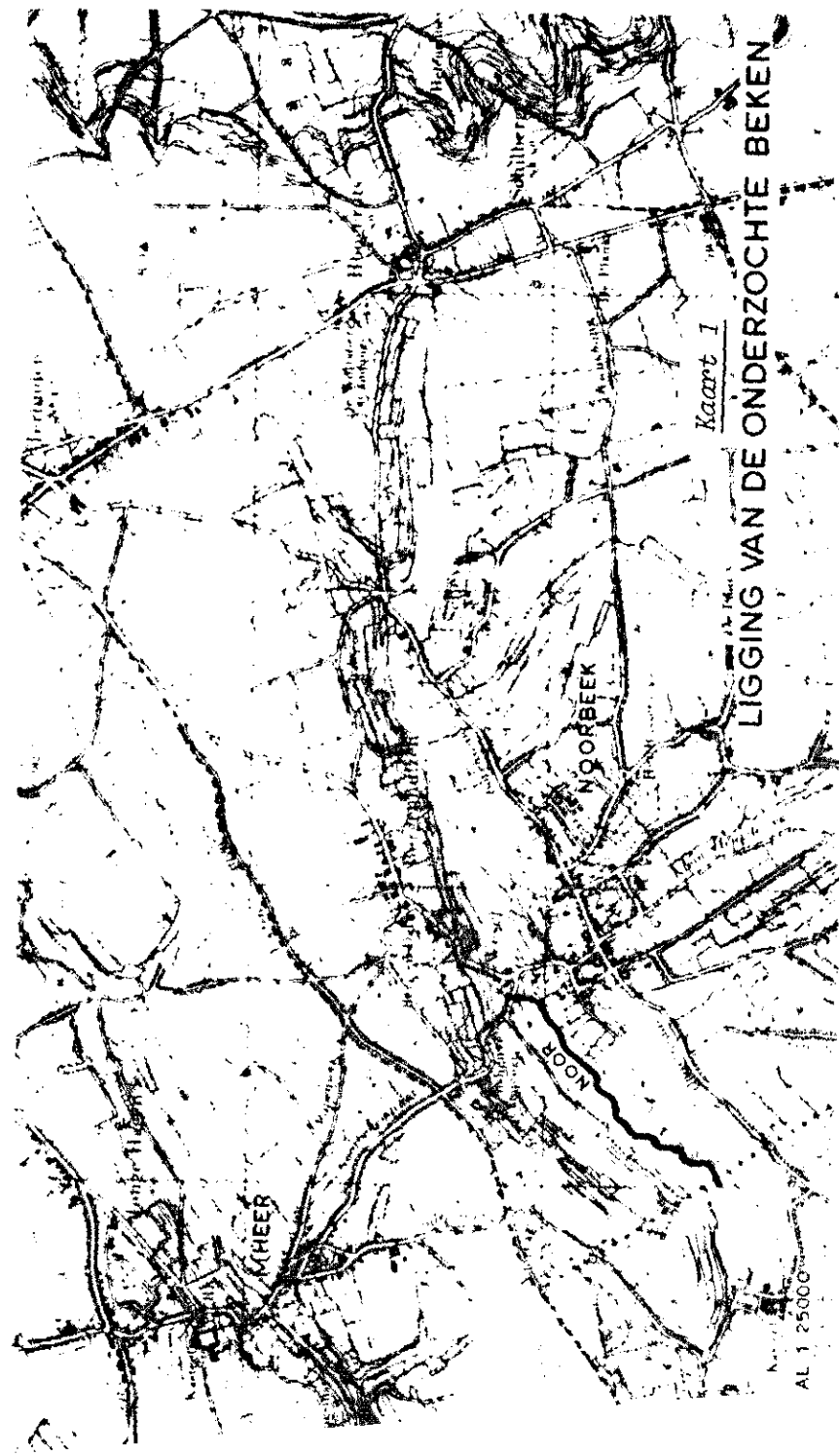
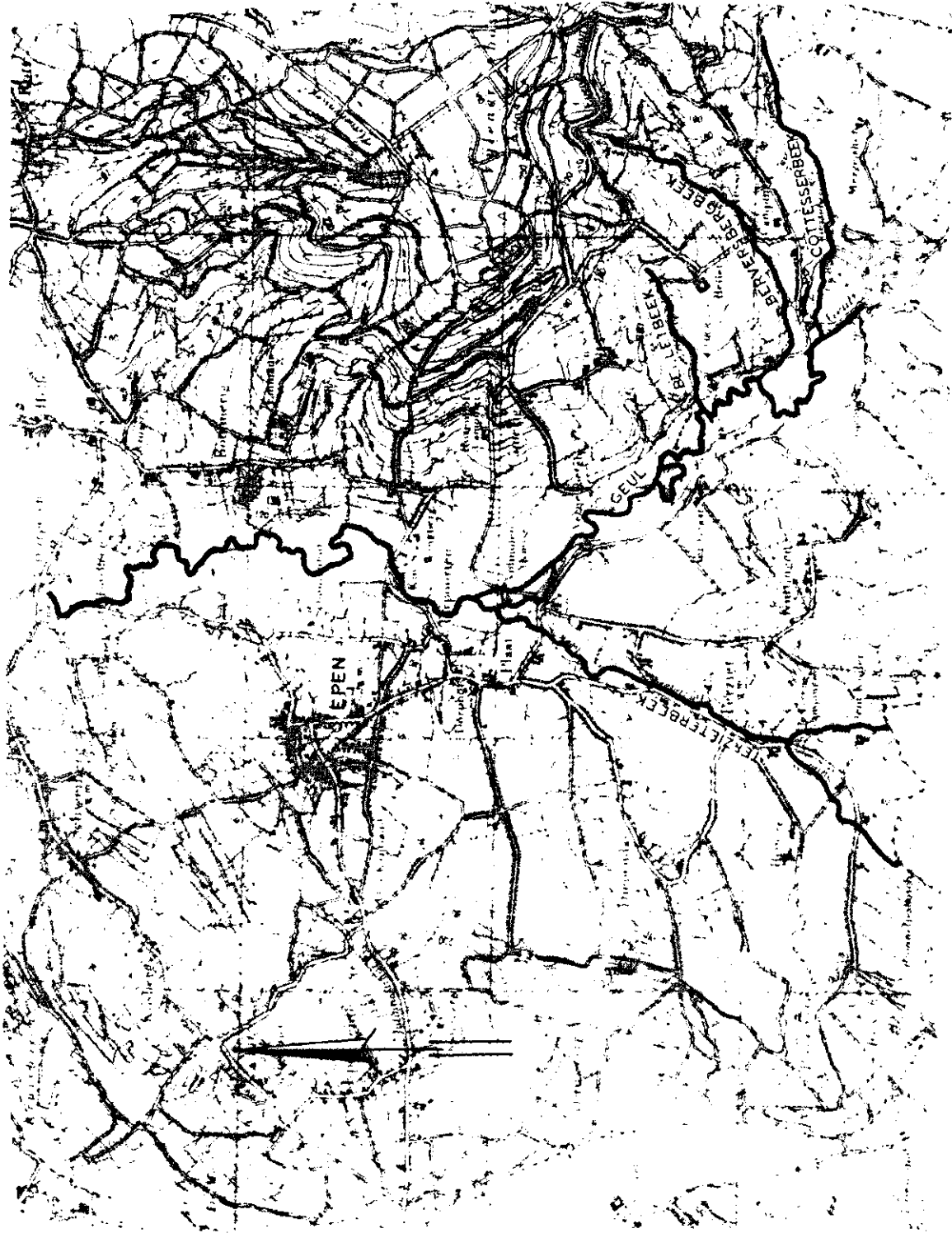
Determinatie-literatuur

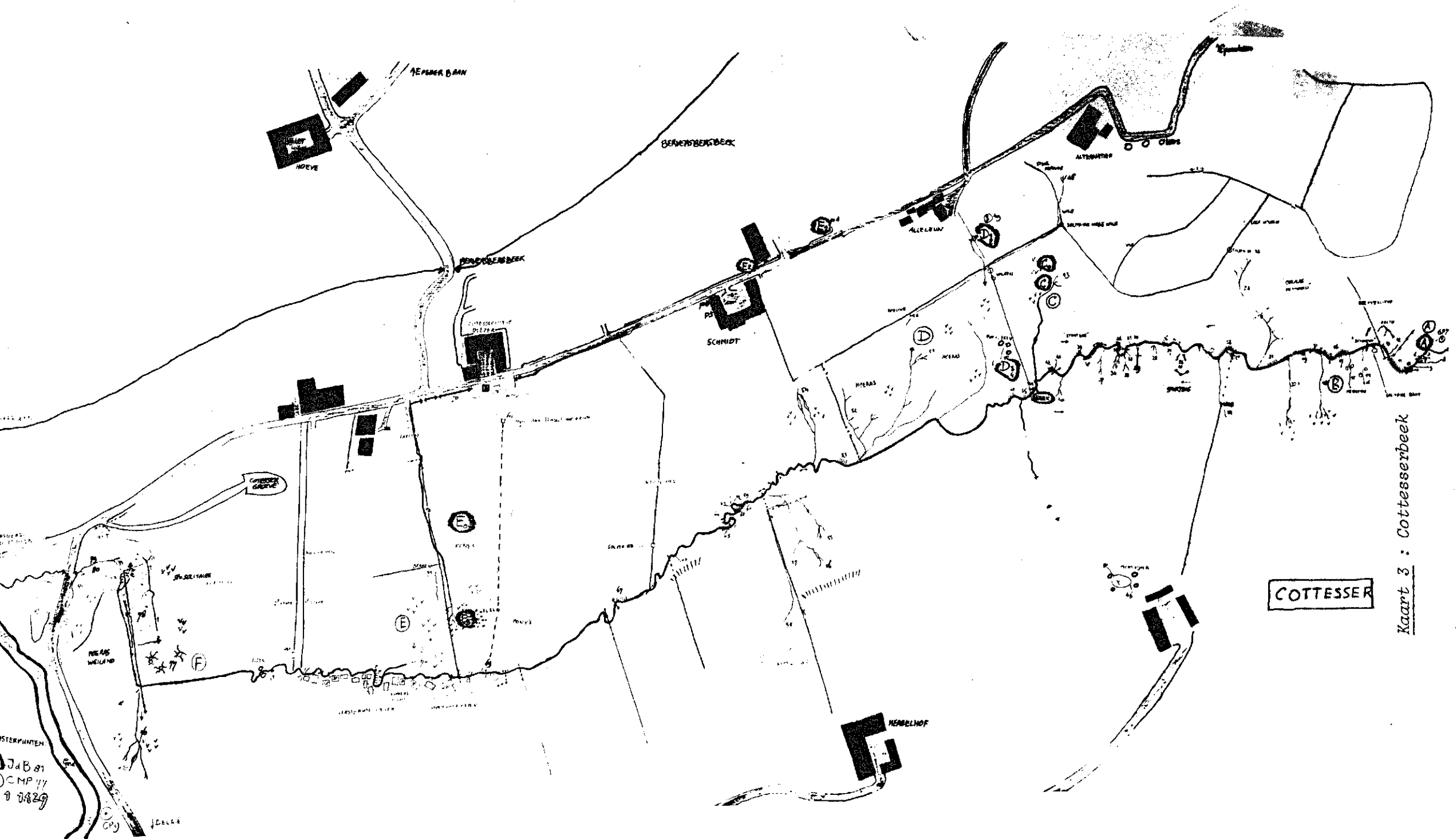
- Davies, L., (1968). A key to British species of Simuliidae. Freshw. Biol. Ass. Sc. Publ.:24.
- Dresscher, Th.C.N., (1960). De nederlandse bloedzuigers (Hirudinea). Wetensch. Meded. R.N.N.V.:39.
- Drost, B. et al., (1971). Waterkevertabel. N.J.N.-uitgave.
- Grenier, S. et al., (1969). Les larves de Coeridae de la faune de France. Taxonomie et ecologie. Annal. de Limnol. 5(2):129-161.
- Hartog, den C., (1962). De nederlandse platwormen (Tricladida). Wetensch. Meded. K.N.N.V.:42.
- Higler, B., (1981). Determinatietabel voor het bepalen van familie, geslacht, en soms zelfs de soort der Europese, in het water levende Trichoptera-larven. RIN.
- Hiley, P.D., (1972). The taxonomy of the larvae of the British Sericostomatidae. Entom. Gaz. 23(4):105-119.
- Hiley, P.D., (1976). The identification of British Limnephilid larvae. Syst. Entom. 1:147-167.
- Hynes, H.B.N., (1977). British stoneflies. Freshw. Biol. Ass. Sc. Publ.:17.
- Jansen, A.W. et al., (1965). Zoetwatermollusken van Nederland. Jeugdbondsuitgave, Amsterdam.
- Klink, A., (1981). Determinatietabel voor de poppen en larven der nederlandse Tanytarsini. Deel I. LH-Wageningen.
- Macan, T.T., (1970). A key to the nymphs of British species of Ephemeroptera. Freshw. Biol. Ass. Sc. Publ.:20.
- Moller Pillot, H.K.M., (1978). De larven der nederlandse Chironomidae. Ned. Faunistische Meded. R.N.N.
- Notenboom, J., (1980). Grondwaterfauna in Zuid-Limburg. Doctoraalverslag Natuurbeheer, LH-Wageningen (561).
- Tolkamp, H.H., (1975). Tabel voor het determineren van zoetwatergamariden. LH-Wageningen.
- Tolkamp, H.H., (1976). Determinatietabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs soort der Europese in het water levende Diptera-larven. LH-Wageningen.
- Wallace, I.D., (1977). A key to larvae and pupae of Sericostoma personatum and Notidobia ciliaris in Britain. Freshw. Biol. 7:93-98.
- Wallace, I.D., (1980). The identification of British Limnephilid larvae which have single-filament gills. Freshw. Biol. 10:171-189.

Overige literatuur

- Brakel, van A.-van der Zouwen, (1982). Invloed van cultuurdruk op bron- en beekneervegetaties in Mergelland. SBN-Limburg, dienstvak Natuurbehoud.
- Brown, D.S., (1961). The food of the larvae of Chloëx dipterum L. and Baetis rhodani (pictet). Journ. Animal. Ecol. 30:55-75.
- C.J.N., (1976). Oostelijk Mergelland. Inventarisatie van het Oostelijk Mergelland met het oog op het toekomstig landschapspark. Uitg. C.J.N./N.J.N.
- Cuppen, H.P.J.J., (1978). Een bijdrage tot de kennis omtrent de verspreiding van Niphargussoorten in Zuid-Limburg. Nat. Hist. Maandbl. 67:111-117.
- Cuppen, H.P.J.J., (1978). De verspreiding van Polycelis felina in Zuid-Limburg. Nat. Hist. Maandbl.:67-76.
- Cuppen, H.P.J.J. en Moller Pillot, H.K.M., (1978). Werkgroep Mergelland, bijlage 1 en 2. Een oriënterend hydrobiologisch onderzoek naar de bronnen en bronbeken in Mergelland. RIN.

- Dael, J.G.F. van, (1982). Niet bij macrofauna alleen. Onderzoek van de macrofauna in bronnen en beken van het Mechelderbeekdal. Doctoraalverslag Natuurbeheer, LH-Wageningen (634).
- Davies, R.W., (1969). Predation as a factor in the ecology of triclads in a small weedy pond. *Journ. Animal. Ecol.* 38:577-584.
- Egglishaw, H.J., (1969). The distribution of benthic invertebrates on substrata in fast flowing streams. *Journ. Animal. Ecol.* 38:19-33.
- Gerrickens, P. et al, (1980). De relaties tussen landbouw, natuurbehoud en recreatie. Projektgroep Geuldal, LH-Wageningen (562).
- Holthuis, L.B., (1956). Notities betreffende Limburgse Crustacea III. De Amphipoda van Zuid-Limburg. *Nat. Hist. Maandbl.* 45-83.
- Lange, de L, et al, (1978). Biologische waterbeoordeling- methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. TNO-Delft.
- Lock, M.A., (1972). Responses to current flow of two stream dwelling triclads. *Oecologia* 10:313-320.
- Lock, M.A., et al, (1976). The role of interspecific competition in the distribution of two stream-dwelling triclads in North Wales. *Journ. Animal. Ecol.* 45:581-592.
- Mann, K.H., (1955). The ecology of the British freshwater leeches. *Journ. Animal. Ecol.* 24:98-119.
- Mann, K.H., (1961). The oxygen requirements of leeches considered in relation to their habitats. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 14:1009-1013.
- Marchant, R., et al, (1981). Field estimates of feeding rate for *Gammarus pseudolimnaeus* in the Credit River, Ontario. *Freshw. Biol.* 11:27-36.
- Meerman, M., (1975). De Geul, zij-rivier van de Maas. Kerkrade.
- Moller Pillot, H.K.M., (1971). Faunistische beoordeling van de verontreinigde laaglandbeken. Thesis, K.U. Nijmegen.
- Moore, J.W., (1975). The role of algae in the diet of *Asellus aquaticus* L. and *Gammarus pulex* L. *Journ. Animal. Ecol.* 44:719-730.
- Mur-Atzema, E., (1962). Onderzoek naar de algehele toestand van de Zuid-Limburgse beken, jan.'61-okt.'62. RIVON.
- Notenboom, J., (1980). Grondwaterfauna in Zuid-Limburg. Doctoraal verslag Natuurbeheer, LH-Wageningen (561).
- Patterson, L., (1980). Coefficients thermiques et ecologique de quelques planaires d'eau douce VII: une zonation naturelle. *Annls. Limnol.* 16:21-41.
- Ploeg, van der M.P.M. en Upperman, C.W., (1982). Bronnen in Vaals, macrofauna-onderzoek. Doctoraalverslag Natuurbeheer, LH-Wageningen (643).
- Reynoldson, T.B., et al, (1966). The relationship between the distribution of *Dendrocoelum lacteum* (Müll) and *Asellus* in Britain and Fennoscandia. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 16:1633-1639.
- Reynoldson, T.B., (1975). Food overlap of lake dwelling triclads in the field. *Journ. Animal. Ecol.* 44:245-250.
- Silva, P.K., de, (1976). The importance of mucus of *Dendrocoelum lacteum* (Müller) in community existence. *Arch. Hydrobiol.* 78:363-374.
- SBH, (1981). Inventarisatierapport Oost-Mergelland. SBH dienstvak natuurbeheer, Limburg.
- Silsbee, D.G., et al, (1982). Water quality of streams in the Great Smoky Mountains National Park. *Hydrobiol.* 89:97-115.
- Smissaert, H.R., (1959). Limburgse beken. *Natuurh. Maandbl.* 48:7-18, 35-46, 70-78.
- Sitmus, G., (1981). Distribution and feeding of larval Chironomidae in a gravel-pit lake. *Freshw. Biol.* 11:263-271.
- Tolkamp, H.H., (1980) Organism-substrate relationships in lowland streams. Thesis, LH-Wageningen (Pudoc).
- Vos, M., Houdt, van de J., (1981). Hydrobiologisch onderzoek van het bronbos de Leucker en de beek de Swalm. Doctoraalverslag Natuurbeheer, LH-Wageningen (573).
- Waters, T.F., (1965). Interpretation of invertebrate drift in streams. *Ecol.* 46:327-334.
- Welton, J.S., (1979). Production of *Gammarus pulex*. *Freshw. Biol.* 9:263-275.
- Young, J.O., et al, (1979). The natural diet of *Erpobdella octaculata* in British Lakes. *Arch. Hydrobiol.* 87:483-503.

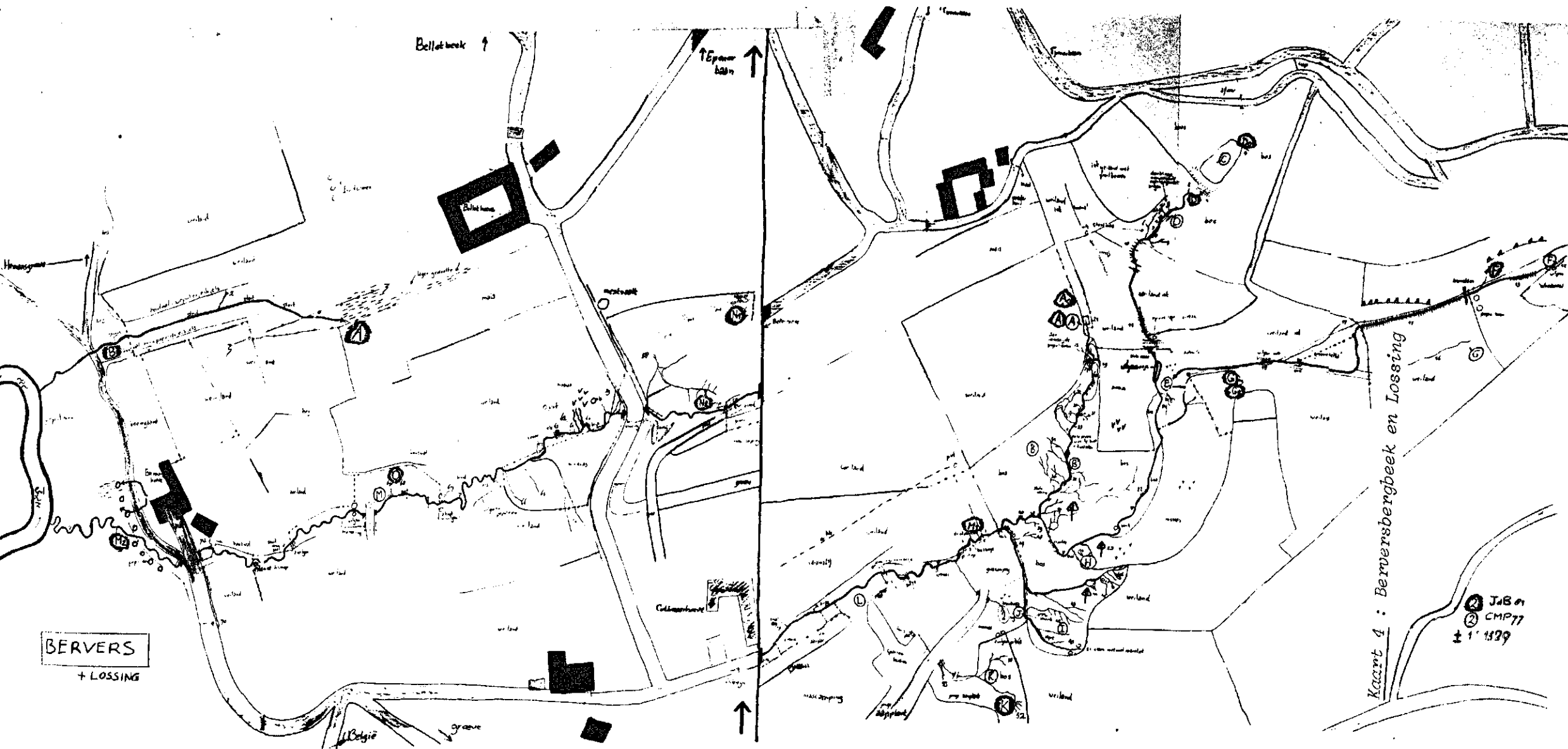




Kaart 3 : Cottesserbeek

COTTESSE

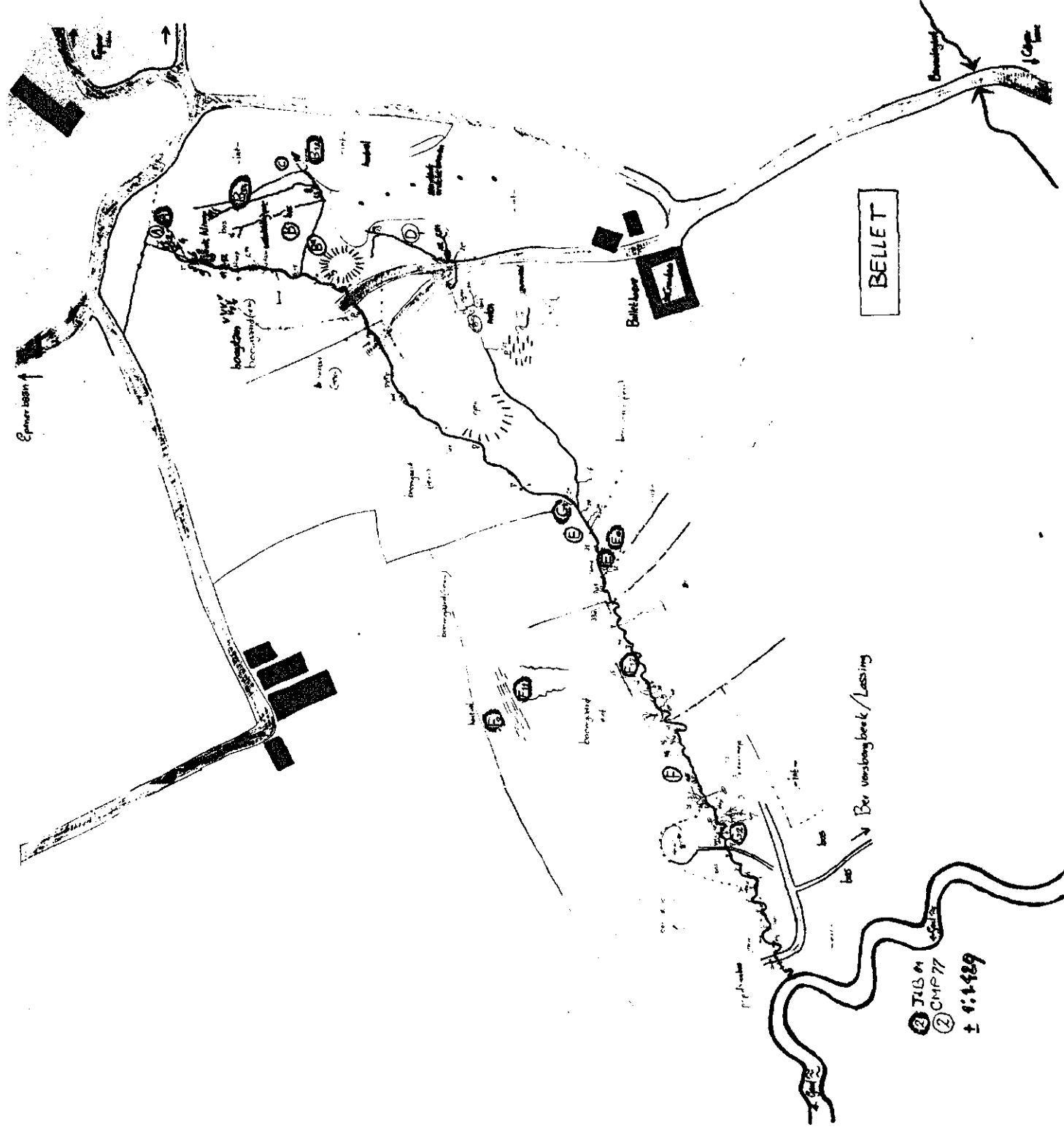
STERPUNTEN:
JaB 81
CMP 111
1 1429



BERVERS
+ LOSSING

Kaart 4 : Berversbeek en Lossing

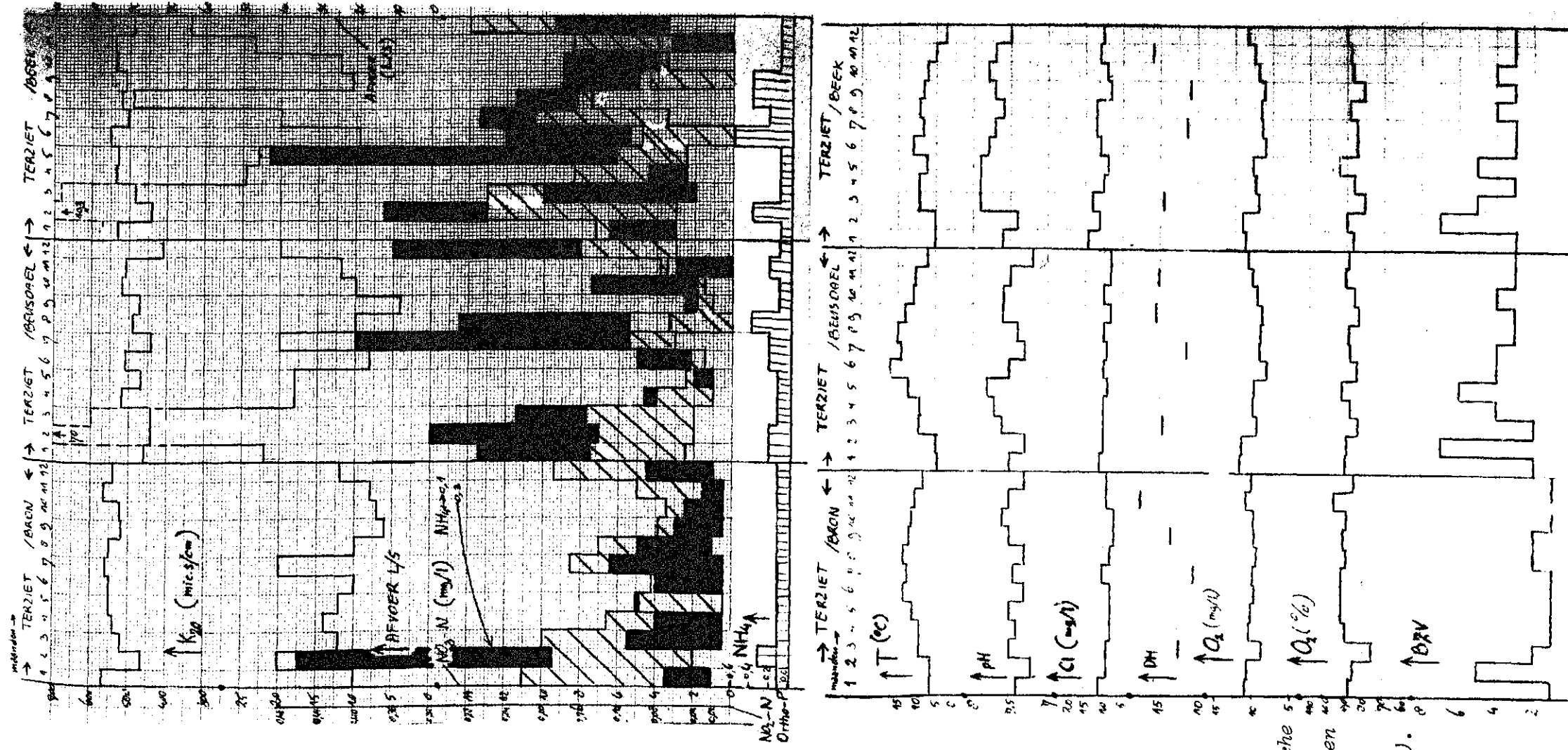
② JdB m
② CMP77
± 1' 1829



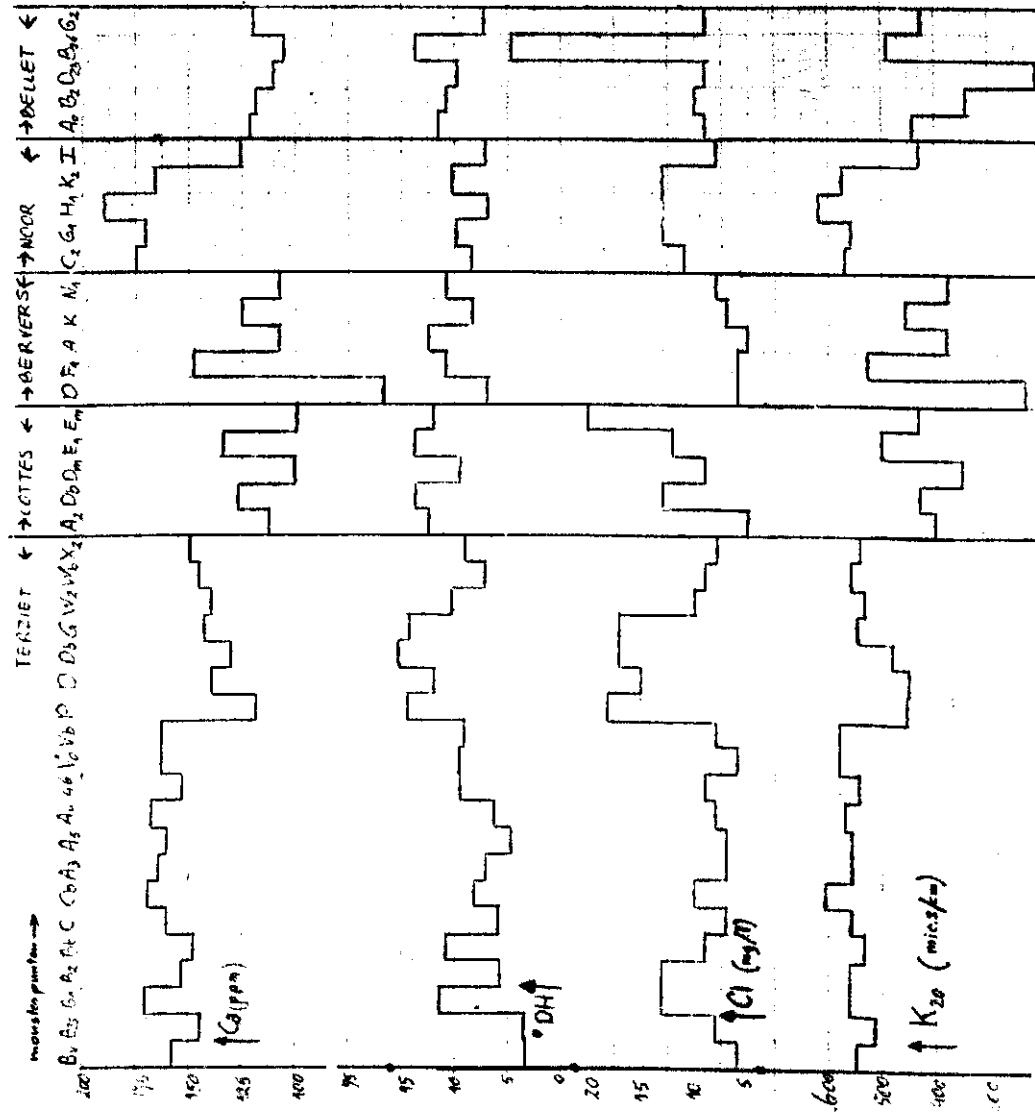
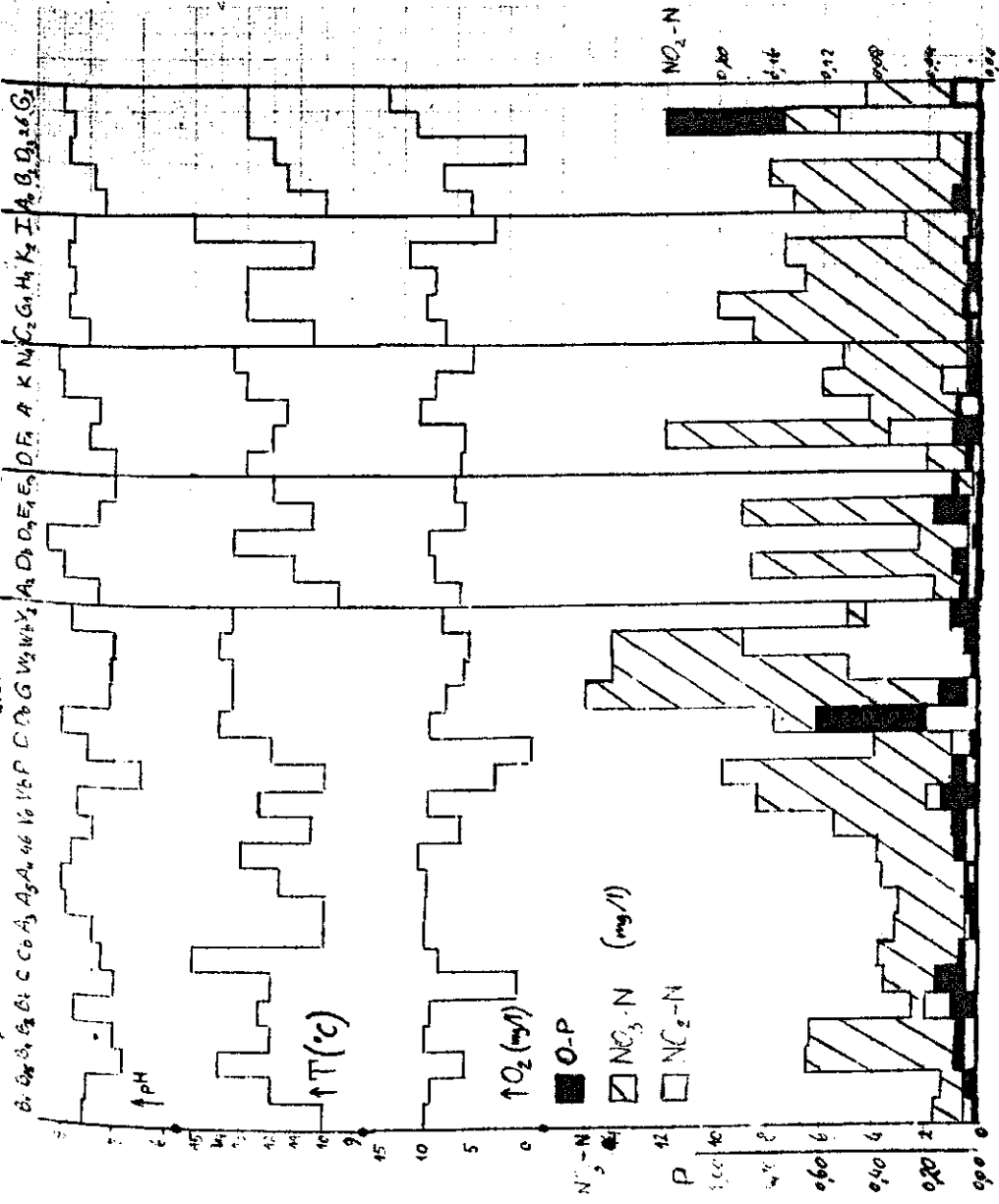
Kaart 5 : Belletbeek



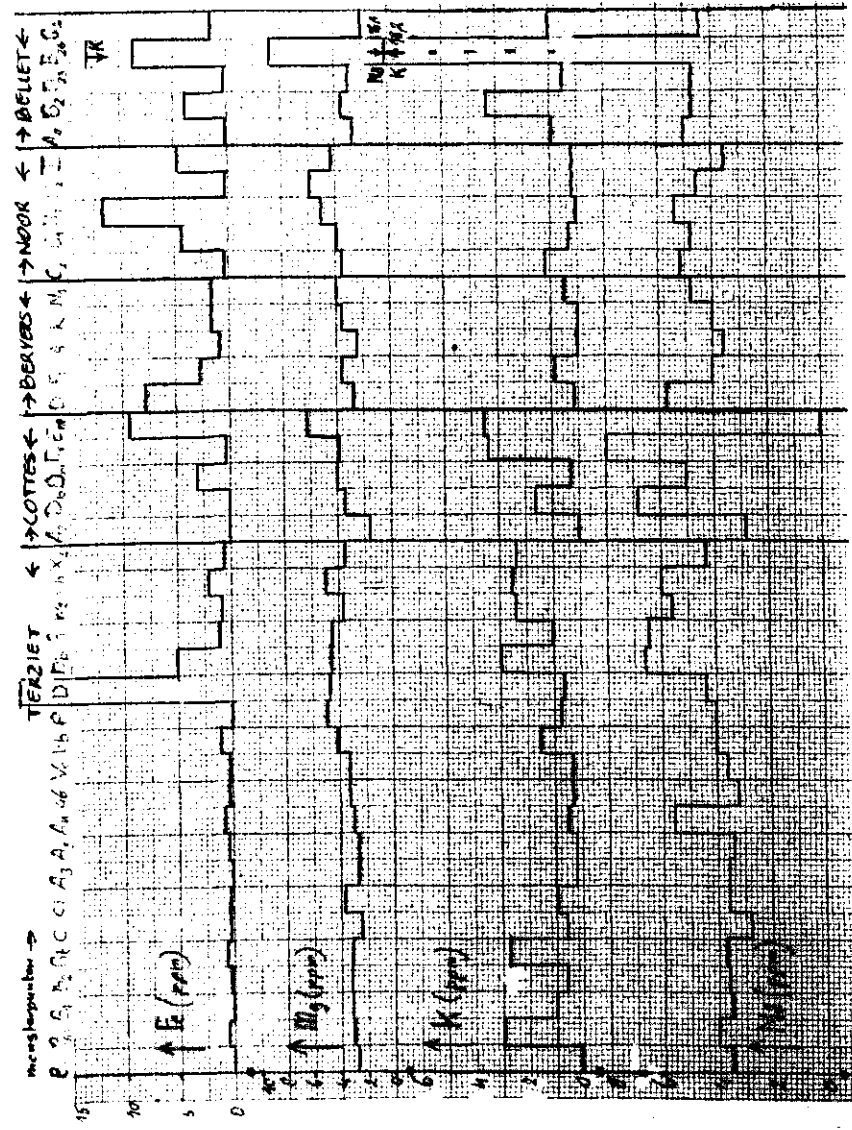




Figuur 10 : Fysisch-chemische gegevens van 3 monsterpunten in de Terzieterbeek, 12 maanden (1981).



Figuur 11 : Fysisch-chemische gegevens van 40 monsterpunten in 5 verschillen-
de beken (september 1981).



Figuur 12 : vervolg van figuur 11.

Oecologische tabel - typologie

Monsterpunten	T 33	B D1	BI E1	N I
---------------	---------	---------	----------	--------

C= Cottessorboek
B= Berversberboek
Bl= Bellerboek
T= Terzieterboek
N= Noorboek
L= Looing

Bijlage/tabel 2

Lijst van soorten die slechts in 1 of 2 monsterpunten voorkomen en terrestrische Gastropoda.

Niet in tabel:

Dixa - Ber-D₂, Bel-B₁
 Chironomus - Los-A
 Ceratopogonidae Cul. verm. - Los-A, Ter-X₂
 Epiphrama - Bel-B₄
 Cricotopus - Ter-A₄
 Pseudoorthocladus - Cot-E₀
 Paraphenocladus - Cot-E₀
 Peripsychoda - Bel-E₁
 Psychoda indet. - Noor-A
 Atrichopogon - Cot-E₃
 Ceratopogonidae spec. - Bel-B₃, Noor-G₁
 Pachygaster - Cot-E₁
 Solva - Bel-B₃
 Chrysogaster - Noor-C₁
 Eristalis - Ter-G₀
 Glossiphonia complanata - Ber-F₁
 Nemoura cinerea - Ber-O₂
 Dendrocoelum lacteum - Bel-B₃, Noor-B
 Pylcelis tenuis Cot-D₃
 Holocentropus dubius - Noor-C₂
 Cepaea hortensis - Ter-A₄, Bel-G₂
 Limnea stagnalis - Ter-A₂, D₁, G₁, Cot-D₂, E₃
 Cochlicopa lubrica - Ter-Z₂, X₁, Ber-M₂, Bel-B₄, Noor-G₁, H₁
 Bradiennum spec. - Ter-A₂, Bel-B₄
 Clausilia bid. bid. - Ter-A₂, Bel-B₄, Noor-C₂, F₂, G₁, G₂
 Succinea oblong. - Ter-A₂, B₄, W₂, Cot-A₂, D₃, D₄, E₃, Bel-D₂, M₂, Bel-B₃, B₄, G₁, G₂, I₁, I₂, I₃, I₄, I₅, I₆, I₇, I₈, I₉, I₁₀, I₁₁, I₁₂, I₁₃, I₁₄, I₁₅, I₁₆, I₁₇, I₁₈, I₁₉, I₂₀, I₂₁, I₂₂, I₂₃, I₂₄, I₂₅, I₂₆, I₂₇, I₂₈, I₂₉, I₃₀, I₃₁, I₃₂, I₃₃, I₃₄, I₃₅, I₃₆, I₃₇, I₃₈, I₃₉, I₄₀, I₄₁, I₄₂, I₄₃, I₄₄, I₄₅, I₄₆, I₄₇, I₄₈, I₄₉, I₅₀, I₅₁, I₅₂, I₅₃, I₅₄, I₅₅, I₅₆, I₅₇, I₅₈, I₅₉, I₆₀, I₆₁, I₆₂, I₆₃, I₆₄, I₆₅, I₆₆, I₆₇, I₆₈, I₆₉, I₇₀, I₇₁, I₇₂, I₇₃, I₇₄, I₇₅, I₇₆, I₇₇, I₇₈, I₇₉, I₈₀, I₈₁, I₈₂, I₈₃, I₈₄, I₈₅, I₈₆, I₈₇, I₈₈, I₈₉, I₉₀, I₉₁, I₉₂, I₉₃, I₉₄, I₉₅, I₉₆, I₉₇, I₉₈, I₉₉, I₁₀₀, I₁₀₁, I₁₀₂, I₁₀₃, I₁₀₄, I₁₀₅, I₁₀₆, I₁₀₇, I₁₀₈, I₁₀₉, I₁₁₀, I₁₁₁, I₁₁₂, I₁₁₃, I₁₁₄, I₁₁₅, I₁₁₆, I₁₁₇, I₁₁₈, I₁₁₉, I₁₂₀, I₁₂₁, I₁₂₂, I₁₂₃, I₁₂₄, I₁₂₅, I₁₂₆, I₁₂₇, I₁₂₈, I₁₂₉, I₁₃₀, I₁₃₁, I₁₃₂, I₁₃₃, I₁₃₄, I₁₃₅, I₁₃₆, I₁₃₇, I₁₃₈, I₁₃₉, I₁₄₀, I₁₄₁, I₁₄₂, I₁₄₃, I₁₄₄, I₁₄₅, I₁₄₆, I₁₄₇, I₁₄₈, I₁₄₉, I₁₅₀, I₁₅₁, I₁₅₂, I₁₅₃, I₁₅₄, I₁₅₅, I₁₅₆, I₁₅₇, I₁₅₈, I₁₅₉, I₁₆₀, I₁₆₁, I₁₆₂, I₁₆₃, I₁₆₄, I₁₆₅, I₁₆₆, I₁₆₇, I₁₆₈, I₁₆₉, I₁₇₀, I₁₇₁, I₁₇₂, I₁₇₃, I₁₇₄, I₁₇₅, I₁₇₆, I₁₇₇, I₁₇₈, I₁₇₉, I₁₈₀, I₁₈₁, I₁₈₂, I₁₈₃, I₁₈₄, I₁₈₅, I₁₈₆, I₁₈₇, I₁₈₈, I₁₈₉, I₁₉₀, I₁₉₁, I₁₉₂, I₁₉₃, I₁₉₄, I₁₉₅, I₁₉₆, I₁₉₇, I₁₉₈, I₁₉₉, I₂₀₀, I₂₀₁, I₂₀₂, I₂₀₃, I₂₀₄, I₂₀₅, I₂₀₆, I₂₀₇, I₂₀₈, I₂₀₉, I₂₁₀, I₂₁₁, I₂₁₂, I₂₁₃, I₂₁₄, I₂₁₅, I₂₁₆, I₂₁₇, I₂₁₈, I₂₁₉, I₂₂₀, I₂₂₁, I₂₂₂, I₂₂₃, I₂₂₄, I₂₂₅, I₂₂₆, I₂₂₇, I₂₂₈, I₂₂₉, I₂₃₀, I₂₃₁, I₂₃₂, I₂₃₃, I₂₃₄, I₂₃₅, I₂₃₆, I₂₃₇, I₂₃₈, I₂₃₉, I₂₄₀, I₂₄₁, I₂₄₂, I₂₄₃, I₂₄₄, I₂₄₅, I₂₄₆, I₂₄₇, I₂₄₈, I₂₄₉, I₂₅₀, I₂₅₁, I₂₅₂, I₂₅₃, I₂₅₄, I₂₅₅, I₂₅₆, I₂₅₇, I₂₅₈, I₂₅₉, I₂₆₀, I₂₆₁, I₂₆₂, I₂₆₃, I₂₆₄, I₂₆₅, I₂₆₆, I₂₆₇, I₂₆₈, I₂₆₉, I₂₇₀, I₂₇₁, I₂₇₂, I₂₇₃, I₂₇₄, I₂₇₅, I₂₇₆, I₂₇₇, I₂₇₈, I₂₇₉, I₂₈₀, I₂₈₁, I₂₈₂, I₂₈₃, I₂₈₄, I₂₈₅, I₂₈₆, I₂₈₇, I₂₈₈, I₂₈₉, I₂₉₀, I₂₉₁, I₂₉₂, I₂₉₃, I₂₉₄, I₂₉₅, I₂₉₆, I₂₉₇, I₂₉₈, I₂₉₉, I₃₀₀, I₃₀₁, I₃₀₂, I₃₀₃, I₃₀₄, I₃₀₅, I₃₀₆, I₃₀₇, I₃₀₈, I₃₀₉, I₃₁₀, I₃₁₁, I₃₁₂, I₃₁₃, I₃₁₄, I₃₁₅, I₃₁₆, I₃₁₇, I₃₁₈, I₃₁₉, I₃₂₀, I₃₂₁, I₃₂₂, I₃₂₃, I₃₂₄, I₃₂₅, I₃₂₆, I₃₂₇, I₃₂₈, I₃₂₉, I₃₃₀, I₃₃₁, I₃₃₂, I₃₃₃, I₃₃₄, I₃₃₅, I₃₃₆, I₃₃₇, I₃₃₈, I₃₃₉, I₃₄₀, I₃₄₁, I₃₄₂, I₃₄₃, I₃₄₄, I₃₄₅, I₃₄₆, I₃₄₇, I₃₄₈, I₃₄₉, I₃₅₀, I₃₅₁, I₃₅₂, I₃₅₃, I₃₅₄, I₃₅₅, I₃₅₆, I₃₅₇, I₃₅₈, I₃₅₉, I₃₆₀, I₃₆₁, I₃₆₂, I₃₆₃, I₃₆₄, I₃₆₅, I₃₆₆, I₃₆₇, I₃₆₈, I₃₆₉, I₃₇₀, I₃₇₁, I₃₇₂, I₃₇₃, I₃₇₄, I₃₇₅, I₃₇₆, I₃₇₇, I₃₇₈, I₃₇₉, I₃₈₀, I₃₈₁, I₃₈₂, I₃₈₃, I₃₈₄, I₃₈₅, I₃₈₆, I₃₈₇, I₃₈₈, I₃₈₉, I₃₉₀, I₃₉₁, I₃₉₂, I₃₉₃, I₃₉₄, I₃₉₅, I₃₉₆, I₃₉₇, I₃₉₈, I₃₉₉, I₄₀₀, I₄₀₁, I₄₀₂, I₄₀₃, I₄₀₄, I₄₀₅, I₄₀₆, I₄₀₇, I₄₀₈, I₄₀₉, I₄₁₀, I₄₁₁, I₄₁₂, I₄₁₃, I₄₁₄, I₄₁₅, I₄₁₆, I₄₁₇, I₄₁₈, I₄₁₉, I₄₂₀, I₄₂₁, I₄₂₂, I₄₂₃, I₄₂₄, I₄₂₅, I₄₂₆, I₄₂₇, I₄₂₈, I₄₂₉, I₄₃₀, I₄₃₁, I₄₃₂, I₄₃₃, I₄₃₄, I₄₃₅, I₄₃₆, I₄₃₇, I₄₃₈, I₄₃₉, I₄₄₀, I₄₄₁, I₄₄₂, I₄₄₃, I₄₄₄, I₄₄₅, I₄₄₆, I₄₄₇, I₄₄₈, I₄₄₉, I₄₅₀, I₄₅₁, I₄₅₂, I₄₅₃, I₄₅₄, I₄₅₅, I₄₅₆, I₄₅₇, I₄₅₈, I₄₅₉, I₄₆₀, I₄₆₁, I₄₆₂, I₄₆₃, I₄₆₄, I₄₆₅, I₄₆₆, I₄₆₇, I₄₆₈, I₄₆₉, I₄₇₀, I₄₇₁, I₄₇₂, I₄₇₃, I₄₇₄, I₄₇₅, I₄₇₆, I₄₇₇, I₄₇₈, I₄₇₉, I₄₈₀, I₄₈₁, I₄₈₂, I₄₈₃, I₄₈₄, I₄₈₅, I₄₈₆, I₄₈₇, I₄₈₈, I₄₈₉, I₄₉₀, I₄₉₁, I₄₉₂, I₄₉₃, I₄₉₄, I₄₉₅, I₄₉₆, I₄₉₇, I₄₉₈, I₄₉₉, I₅₀₀, I₅₀₁, I₅₀₂, I₅₀₃, I₅₀₄, I₅₀₅, I₅₀₆, I₅₀₇, I₅₀₈, I₅₀₉, I₅₁₀, I₅₁₁, I₅₁₂, I₅₁₃, I₅₁₄, I₅₁₅, I₅₁₆, I₅₁₇, I₅₁₈, I₅₁₉, I₅₂₀, I₅₂₁, I₅₂₂, I₅₂₃, I₅₂₄, I₅₂₅, I₅₂₆, I₅₂₇, I₅₂₈, I₅₂₉, I₅₃₀, I₅₃₁, I₅₃₂, I₅₃₃, I₅₃₄, I₅₃₅, I₅₃₆, I₅₃₇, I₅₃₈, I₅₃₉, I₅₄₀, I₅₄₁, I₅₄₂, I₅₄₃, I₅₄₄, I₅₄₅, I₅₄₆, I₅₄₇, I₅₄₈, I₅₄₉, I₅₅₀, I₅₅₁, I₅₅₂, I₅₅₃, I₅₅₄, I₅₅₅, I₅₅₆, I₅₅₇, I₅₅₈, I₅₅₉, I₅₆₀, I₅₆₁, I₅₆₂, I₅₆₃, I₅₆₄, I₅₆₅, I₅₆₆, I₅₆₇, I₅₆₈, I₅₆₉, I₅₇₀, I₅₇₁, I₅₇₂, I₅₇₃, I₅₇₄, I₅₇₅, I₅₇₆, I₅₇₇, I₅₇₈, I₅₇₉, I₅₈₀, I₅₈₁, I₅₈₂, I₅₈₃, I₅₈₄, I₅₈₅, I₅₈₆, I₅₈₇, I₅₈₈, I₅₈₉, I₅₉₀, I₅₉₁, I₅₉₂, I₅₉₃, I₅₉₄, I₅₉₅, I₅₉₆, I₅₉₇, I₅₉₈, I₅₉₉, I₆₀₀, I₆₀₁, I₆₀₂, I₆₀₃, I₆₀₄, I₆₀₅, I₆₀₆, I₆₀₇, I₆₀₈, I₆₀₉, I₆₁₀, I₆₁₁, I₆₁₂, I₆₁₃, I₆₁₄, I₆₁₅, I₆₁₆, I₆₁₇, I₆₁₈, I₆₁₉, I₆₂₀, I₆₂₁, I₆₂₂, I₆₂₃, I₆₂₄, I₆₂₅, I₆₂₆, I₆₂₇, I₆₂₈, I₆₂₉, I₆₃₀, I₆₃₁, I₆₃₂, I₆₃₃, I₆₃₄, I₆₃₅, I₆₃₆, I₆₃₇, I₆₃₈, I₆₃₉, I₆₄₀, I₆₄₁, I₆₄₂, I₆₄₃, I₆₄₄, I₆₄₅, I₆₄₆, I₆₄₇, I₆₄₈, I₆₄₉, I₆₅₀, I₆₅₁, I₆₅₂, I₆₅₃, I₆₅₄, I₆₅₅, I₆₅₆, I₆₅₇, I₆₅₈, I₆₅₉, I₆₆₀, I₆₆₁, I₆₆₂, I₆₆₃, I₆₆₄, I₆₆₅, I₆₆₆, I₆₆₇, I₆₆₈, I₆₆₉, I₆₇₀, I₆₇₁, I₆₇₂, I₆₇₃, I₆₇₄, I₆₇₅, I₆₇₆, I₆₇₇, I₆₇₈, I₆₇₉, I₆₈₀, I₆₈₁, I₆₈₂, I₆₈₃, I₆₈₄, I₆₈₅, I₆₈₆, I₆₈₇, I₆₈₈, I₆₈₉, I₆₉₀, I₆₉₁, I₆₉₂, I₆₉₃, I₆₉₄, I₆₉₅, I₆₉₆, I₆₉₇, I₆₉₈, I₆₉₉, I₇₀₀, I₇₀₁, I₇₀₂, I₇₀₃, I₇₀₄, I₇₀₅, I₇₀₆, I₇₀₇, I₇₀₈, I₇₀₉, I₇₁₀, I₇₁₁, I₇₁₂, I₇₁₃, I₇₁₄, I₇₁₅, I₇₁₆, I₇₁₇, I₇₁₈, I₇₁₉, I₇₂₀, I₇₂₁, I₇₂₂, I₇₂₃, I₇₂₄, I₇₂₅, I₇₂₆, I₇₂₇, I₇₂₈, I₇₂₉, I₇₃₀, I₇₃₁, I₇₃₂, I₇₃₃, I₇₃₄, I₇₃₅, I₇₃₆, I₇₃₇, I₇₃₈, I₇₃₉, I₇₄₀, I₇₄₁, I₇₄₂, I₇₄₃, I₇₄₄, I₇₄₅, I₇₄₆, I₇₄₇, I₇₄₈, I₇₄₉, I₇₅₀, I₇₅₁, I₇₅₂, I₇₅₃, I₇₅₄, I₇₅₅, I₇₅₆, I₇₅₇, I₇₅₈, I₇₅₉, I₇₆₀, I₇₆₁, I₇₆₂, I₇₆₃, I₇₆₄, I₇₆₅, I₇₆₆, I₇₆₇, I₇₆₈, I₇₆₉, I₇₇₀, I₇₇₁, I₇₇₂, I₇₇₃, I₇₇₄, I₇₇₅, I₇₇₆, I₇₇₇, I₇₇₈, I₇₇₉, I₇₈₀, I₇₈₁, I₇₈₂, I₇₈₃, I₇₈₄, I₇₈₅, I₇₈₆, I₇₈₇, I₇₈₈, I₇₈₉, I₇₉₀, I₇₉₁, I₇₉₂, I₇₉₃, I₇₉₄, I₇₉₅, I₇₉₆, I₇₉₇, I₇₉₈, I₇₉₉, I₈₀₀, I₈₀₁, I₈₀₂, I₈₀₃, I₈₀₄, I₈₀₅, I₈₀₆, I₈₀₇, I₈₀₈, I₈₀₉, I₈₁₀, I₈₁₁, I₈₁₂, I₈₁₃, I₈₁₄, I₈₁₅, I₈₁₆, I₈₁₇, I₈₁₈, I₈₁₉, I₈₂₀, I₈₂₁, I₈₂₂, I₈₂₃, I₈₂₄, I₈₂₅, I₈₂₆, I₈₂₇, I₈₂₈, I₈₂₉, I₈₃₀, I₈₃₁, I₈₃₂, I₈₃₃, I₈₃₄, I₈₃₅, I₈₃₆, I₈₃₇, I₈₃₈, I₈₃₉, I₈₄₀, I₈₄₁, I₈₄₂, I₈₄₃, I₈₄₄, I₈₄₅, I₈₄₆, I₈₄₇, I₈₄₈, I₈₄₉, I₈₅₀, I₈₅₁, I₈₅₂, I₈₅₃, I₈₅₄, I₈₅₅, I₈₅₆, I₈₅₇, I₈₅₈, I₈₅₉, I₈₆₀, I₈₆₁, I₈₆₂, I₈₆₃, I₈₆₄, I₈₆₅, I₈₆₆, I₈₆₇, I₈₆₈, I₈₆₉, I₈₇₀, I₈₇₁, I₈₇₂, I₈₇₃, I₈₇₄, I₈₇₅, I₈₇₆, I₈₇₇, I₈₇₈, I₈₇₉, I₈₈₀, I₈₈₁, I₈₈₂, I₈₈₃, I₈₈₄, I₈₈₅, I₈₈₆, I₈₈₇, I₈₈₈, I₈₈₉, I₈₉₀, I₈₉₁, I₈₉₂, I₈₉₃, I₈₉₄, I₈₉₅, I₈₉₆, I₈₉₇, I₈₉₈, I₈₉₉, I₉₀₀, I₉₀₁, I₉₀₂, I₉₀₃, I₉₀₄, I₉₀₅, I₉₀₆, I₉₀₇, I₉₀₈, I₉₀₉, I₉₁₀, I₉₁₁, I₉₁₂, I₉₁₃, I₉₁₄, I₉₁₅, I₉₁₆, I₉₁₇, I₉₁₈, I₉₁₉, I₉₂₀, I₉₂₁, I₉₂₂, I₉₂₃, I₉₂₄, I₉₂₅, I₉₂₆, I₉₂₇, I₉₂₈, I₉₂₉, I₉₃₀, I₉₃₁, I₉₃₂, I₉₃₃, I₉₃₄, I₉₃₅, I₉₃₆, I₉₃₇, I₉₃₈, I₉₃₉, I₉₄₀, I₉₄₁, I₉₄₂, I₉₄₃, I₉₄₄, I₉₄₅, I₉₄₆, I₉₄₇, I₉₄₈, I₉₄₉, I₉₅₀, I₉₅₁, I₉₅₂, I₉₅₃, I₉₅₄, I₉₅₅, I₉₅₆, I₉₅₇, I₉₅₈, I₉₅₉, I₉₆₀, I₉₆₁, I₉₆₂, I₉₆₃, I₉₆₄, I₉₆₅, I₉₆₆, I₉₆₇, I₉₆₈, I₉₆₉, I₉₇₀, I₉₇₁, I₉₇₂, I₉₇₃, I₉₇₄, I₉₇₅, I₉₇₆, I₉₇₇, I₉₇₈, I₉₇₉, I₉₈₀, I₉₈₁, I₉₈₂, I₉₈₃, I₉₈₄, I₉₈₅, I₉₈₆, I₉₈₇, I₉₈₈, I₉₈₉, I₉₉₀, I₉₉₁, I₉₉₂, I₉₉₃, I₉₉₄, I₉₉₅, I₉₉₆, I₉₉₇, I₉₉₈, I₉₉₉, I₁₀₀₀, I₁₀₀₁, I₁₀₀₂, I₁₀₀₃, I₁₀₀₄, I₁₀₀₅, I₁₀₀₆, I₁₀₀₇, I₁₀₀₈, I₁₀₀₉, I₁₀₁₀, I₁₀₁₁, I₁₀₁₂, I₁₀₁₃, I₁₀₁₄, I₁₀₁₅, I₁₀₁₆, I₁₀₁₇, I₁₀₁₈, I₁₀₁₉, I₁₀₂₀, I₁₀₂₁, I₁₀₂₂, I₁₀₂₃, I₁₀₂₄, I₁₀₂₅, I₁₀₂₆, I₁₀₂₇, I₁₀₂₈, I₁₀₂₉, I₁₀₃₀, I₁₀₃₁, I₁₀₃₂, I₁₀₃₃, I₁₀₃₄, I₁₀₃₅, I₁₀₃₆, I₁₀₃₇, I₁₀₃₈, I₁₀₃₉, I₁₀₄₀, I₁₀₄₁, I₁₀₄₂, I₁₀₄₃, I₁₀₄₄, I₁₀₄₅, I₁₀₄₆, I₁₀₄₇, I₁₀₄₈, I₁₀₄₉, I₁₀₅₀, I₁₀₅₁, I₁₀₅₂, I₁₀₅₃, I₁₀₅₄, I₁₀₅₅, I₁₀₅₆, I₁₀₅₇, I₁₀₅₈, I₁₀₅₉, I₁₀₆₀, I₁₀₆₁, I₁₀₆₂, I₁₀₆₃, I₁₀₆₄, I₁₀₆₅, I₁₀₆₆, I₁₀₆₇, I₁₀₆₈, I₁₀₆₉, I₁₀₇₀, I₁₀₇₁, I₁₀₇₂, I₁₀₇₃, I₁₀₇₄, I₁₀₇₅, I₁₀₇₆, I₁₀₇₇, I₁₀₇₈, I₁₀₇₉, I₁₀₈₀, I₁₀₈₁, I₁₀₈₂, I₁₀₈₃, I₁₀₈₄, I₁₀₈₅, I₁₀₈₆, I₁₀₈₇, I₁₀₈₈, I₁₀₈₉, I₁₀₉₀, I₁₀₉₁, I₁₀₉₂, I₁₀₉₃, I₁₀₉₄, I₁₀₉₅, I₁₀₉₆, I₁₀₉₇, I₁₀₉₈, I₁₀₉₉, I₁₁₀₀, I₁₁₀₁, I₁₁₀₂, I₁₁₀₃, I₁₁₀₄, I₁₁₀₅, I₁₁₀₆, I₁₁₀₇, I₁₁₀₈, I₁₁₀₉, I₁₁₁₀, I₁₁₁₁, I₁₁₁₂, I₁₁₁₃, I₁₁₁₄, I₁₁₁₅, I₁₁₁₆, I₁₁₁₇, I₁₁₁₈, I₁₁₁₉, I₁₁₂₀, I₁₁₂₁, I₁₁₂₂, I₁₁₂₃, I₁₁₂₄, I₁₁₂₅, I₁₁₂₆, I₁₁₂₇, I₁₁₂₈, I₁₁₂₉, I₁₁₃₀, I₁₁₃₁, I₁₁₃₂, I₁₁₃₃, I₁₁₃₄, I₁₁₃₅, I₁₁₃₆, I₁₁₃₇, I₁₁₃₈, I₁₁₃₉, I₁₁₄₀, I₁₁₄₁, I₁₁₄₂, I_{1143</}