

De invloed van atmosferische depositie op diatomeeën en chemische samenstelling van het water in sprengen, beken en bronnen

H. van Dam, A. Mertens & L.M. Janmaat

IBN-rapport 052

DLO-instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Wageningen

ISSN: 0928-6888

1993

502643

ABSTRACT

H. van Dam, A. Mertens & L.M. Janmaat 1993. The impact of atmospheric deposition on diatoms and chemistry of surface water in running waters in The Netherlands. IBN-report 052. DLO Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen. 124 p.

This is the first report on the impact of acid atmospheric deposition on biota of running waters in The Netherlands.

In 1990, 35 samples were taken for analysis of diatoms and chemistry in 16 springs and first and second order groundwater fed soft-water streams in oligotrophic, sandy areas. The residence time of the groundwater in the catchment before discharge into the springs and streams is between 1 and 196 yr (median 87 yr).

The results of the chemical analysis were compared with those of similar investigations conducted in 1974 and 1981, which were available for a number of sampling stations. At these stations the mean pH in 1990 was 6.4, which was not significantly lower than in 1974 (6.5). The alkalinity decreased significantly from 355 to 251 meq m⁻³ and nitrate increased significantly from 17 to 158 mmol m⁻³ between 1974 and 1990. The sulphate concentration increased from 200 to 229 mmol m⁻³ over the same period.

Diatoms were studied as they are good excellent indicators for acidification of surface waters. They are the most important algae in the streams investigated. The most important diatom is *Aulacoseira crenulata*, which was recorded for the first time in The Netherlands and occurs rarely in small, clean running waters in western Europe. Many other rare species were found, but their number did not change significantly between 1974 and 1990.

It appears from canonical correspondence analysis that pH and nitrate are the most important measured environmental variables. Other important variables are the area of cross section of the stream and the ratio Ca/(Ca + Cl). The diatom assemblages in different headwaters of the same stream, at different distances from the origin in the same headwater and on different substrates at the same station may be very dissimilar.

Between 1974 and 1990 there was a shift in taxonomic composition, which indicated acidification. The 1990 samples were used as a calibration set for inferring pH with diatoms by weighted averaging. The transfer function was used for inferring the pH in ten comparable samples from 1974. The diatom inferred pH declined significantly from a median value of 6.8 in 1974 to 6.6 in 1990.

The discrepancy between the changes in directly measured and diatom-inferred pH-values is probably due to the methodological problems associated with direct measurement of pH of soft water in the past.

It is recommended to conduct similar investigations every 5-10 years and to start research for getting more insight in the spatial and temporal variation of algal assemblages in relatively clean streams in The Netherlands. Also the impact of acidification on the macroinvertebrates of these vulnerable ecosystems should be assessed.

INHOUD

VOORWOORD	7
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	9
1 INLEIDING	13
2 ONDERZOEKGEBIED	15
2.1 Veluwe	16
2.1.1 Sprengen	16
2.1.2 Geologie en hydrologie	25
2.2 Twente	37
2.3 Salland	37
3 MATERIAAL EN METHODEN	38
3.1 Fysische en chemische gegevens	38
3.1.1 Veld- en laboratoriumprocedures	38
3.1.2 Verwerking van de gegevens	40
3.2 Diatomeeën	41
3.2.1 Veld- en laboratoriumprocedures	41
3.2.2 Verwerking van de gegevens	42
4 RESULTATEN EN DISCUSSIE	47
4.1 Chemie	47
4.1.1 Huidige toestand	47
4.1.2 Veranderingen in de tijd	51
4.2 Diatomeeën	54
4.2.1 Flora	55
4.2.2 Soortensamenstelling in relatie tot milieuvariabelen	59
4.2.3 Verschillen in de soortensamenstelling in ruimte en tijd	68
4.2.4 Berekende pH-waarden	75
4.2.5 Aantallen soorten en diversiteit	79
4.3 Aanbevelingen voor verder onderzoek	79

5	DANKWOORD	81
6	LITERATUUR	82
7	BIJLAGEN	
1	Ligging van de monsterpunten	
2	Kenmerken van de onderzochte monsters	
3	Overzicht chemische analysemethoden	
4	Chemische analyses	
5	Gemiddelden van chemische variabelen in verschillende jaren	
6	Totaalsoortenlijst diatomeeën	
7	Taxonomie van Aulacoseira-soorten	
8	Aantal schaaltes diatomeeën per monster	
9	Voornaamste uitvoergegevens Canoco	
10	pH-klassen, pH, diversiteit en soortenaantallen per monster	

VOORWOORD

De toestand van aquatische ecosystemen is een goede graadmeter voor de toestand van het milieu in het algemeen. Het is daarom niet verwonderlijk dat de negatieve gevolgen van verzuring daarom veel eerder in Scandinavische meren en Nederlandse vennen dan in de Europese bossen zijn vastgesteld. In het buitenland is inmiddels ook veel onderzoek naar de effecten van verzuring op stromende wateren verricht.

Dit rapport is een eerste verkenning naar de biologische gevolgen van de verzuring van stromende wateren, met name Veluwe sprengen. Deze hebben belangrijke natuurwaarden die door verzuring kunnen worden aangetast.

De Veluwe is niet alleen het grootste aaneengesloten natuurgebied in Nederland, maar de grondwatervoorraad is ook een van de belangrijkste drinkwaterbronnen in ons land. De kwaliteit hiervan wordt door atmosferische depositie bedreigd.

Het onderzoek werd daarom uitgevoerd in nauw overleg met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, dat de financiële middelen voor de chemische analyse van watermonsters beschikbaar stelde uit het Tweede Additionele Programma Verzuringsonderzoek.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Over de biologische effecten van verzuring op stromende wateren in Nederland was tot nu toe niets bekend. Om hierin enig inzicht te verkrijgen werd onderzoek verricht naar de soortensamenstelling binnen een groep van algen, diatomeeën of kiezelwieren, die bekend staan als uitstekende indicatoren voor de zuurgraad van het water. Het is de meest algemene groep algen die in de beken voorkomt. Er werden oude en recente monsters vergeleken, in relatie tot veranderingen in de chemische samenstelling van het water. De gevonden verschillen werden geïnterpreteerd in relatie tot de hydrologie en het bodemgebruik. De gegevens kunnen worden gebruikt om toekomstige veranderingen in de chemie van het water en de daarin levende kiezelwieren te volgen.

Beken en sprengen

Het onderzoek werd in hoofdzaak uitgevoerd in bovenlopen van permanent watervoerende Veluwe sprenggebeken. De meeste van de onderzochte beken worden niet direct door meststoffen vervuild. Omdat ze relatief kalkarm en daardoor slecht tot matig gebufferd water bevatten, zijn ze gevoelig voor verzuring door atmosferische depositie. De meeste sprenggebeken zijn in de Gouden Eeuw gegraven voor het aandrijven van watermolens. Sindsdien heeft zich daar een karakteristieke en nu zeldzame flora en fauna gevestigd. De onderzochte bronnen en sprengen worden gevoed door grondwater of schijn-grondwater, bestaande uit ingedampt neerslagwater, dat 1 tot 200 (mediaan 87) jaar geleden is geïnfiltreerd. Omdat het water dat dicht bij de oorsprong (kop) van de beekjes opkwelt de kortste verblijftijd in de ondergrond heeft (vaak minder dan 30 jaar), is de kop gevoeliger voor verzuring dan het benedens-troomse traject.

Chemie

In november 1990 werden monsters voor analyse van chemie en kiezelwieren genomen op 35 punten in 16 beken en bronnen. De pH lag tussen 4.5 en 7.4 (gemiddeld 6.3) en de alkaliniteit tussen 8 en 1508 meq m⁻³ (gemiddeld 241 meq m⁻³). De monsters omvatten dus het hele traject van sterk zure, ongebufferde tot neutrale, matig gebufferde wateren. In het EC-IR-diagram volgens Van Wirdum liggen de monsters ongeveer op een rechte tussen de referentiepunten voor regenwater en gerijpt grondwater. Water dat lang geleden in de ondergrond is weggezege, vertoont het meest overeenkomst met gerijpt grondwater. Door directe of indirecte beïnvloeding van het grondwater door landbouw en bebouwing treedt een verschuiving in de richting van het referentiepunt voor zeewater op.

In verhouding tot andere Nederlandse oppervlaktewateren zijn de onderzochte wateren arm aan macro-ionen (elektrische geleidingsvermogen 9-32, gemiddeld 16 mS m⁻¹) en orthofosfaat (0,2-2,6, gem. 0,3 mmol m⁻³). Anorganisch gebonden stikstof is voornamelijk als nitraat aanwezig (2-892, gem. 95 mmol m⁻³). Hoge nitraatconcentraties komen voor in beken die via het grondwater direct door de landbouw worden

0,006
0,08

beïnvloed maar ook in bronnen die geheel afhankelijk zijn van neerslagwater dat in bos en heide is geïnfilteerd.

Van 17 monsterpunten waren ook waarnemingen beschikbaar uit 1974 en 1980. De gemiddelde pH op deze punten was 6.4 in 1990 en daarmee niet significant lager dan in 1974 (6.5). Van 1974 tot 1990 was er wel een significante daling van de alkaliniteit van 355 naar 251 meq m⁻³ en een significante stijging van de gemiddelde nitraatconcentratie van 17 naar 158 mmol m⁻³. De sulfaatconcentratie nam van 1974 tot 1990 (niet significant) toe van 200 tot 229 mmol m⁻³. Ook het elektrische geleidingsvermogen en de concentratie van calcium zijn tussen 1974 en 1990 significant toegenomen. Deze veranderingen worden waarschijnlijk tenminste voor een deel veroorzaakt door atmosferische depositie van anorganisch gebonden zwavel- en stikstofverbindingen. Daardoor zullen wateren die arm zijn aan anorganische stikstofverbindingen, vermoedelijk binnen enkele decennia uit Nederland zijn verdwenen.

Diatomeeën

In de 82 onderzochte monsters van kiezelwieren werden in totaal 251 soorten (en variëteiten) aangetroffen, waaronder 62 die in NW-Europa zeldzaam zijn. Er komen veel zeldzame soorten voor omdat niet-verontreinigde, zuurstofrijke, stromende wateren tegenwoordig zeldzaam zijn in NW-Europa. De meest algemene soort is *Aulacoseira crenulata*, met bijna 10% van het aantal getelde individuen. Deze soort is niet eerder in Nederland aangetroffen en karakteristiek voor voedselarme, kleine wateren, in het bijzonder bronbeken, die niet al te arm aan kalk zijn.

Het verband tussen de soortensamenstelling en de milieuvariabelen is nagegaan met een ordinatiemethode (canonische correspondentieanalyse, CCA). De belangrijkste milieuvariabele is de pH. Daarnaast bestaat ook een significant verband tussen de soortensamenstelling en nitraatconcentratie, de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de beek en de Ionic Ratio ($IR = Ca/Ca + Cl$). Samen verklaren deze variabelen 29% van de variatie in de soortensamenstelling. Uit de ordinatie blijkt tevens dat de verschillen in soortensamenstelling tussen verschillende koppen van een zelfde sprengensysteem zeer groot kunnen zijn. Ook is er verschil tussen de kiezelwierencombinaties nabij de koppen en meer stroomafwaarts, in overeenstemming met de stroomafwaartse toename van o.a. pH en IR. Tevens zijn er verschillen tussen monsters van dezelfde plek maar van verschillend substraat, b.v. takjes, zandbodem, afgevallen boombladeren. Om verantwoord conclusies te kunnen trekken over veranderingen in de loop van de tijd is het dus nodig dat de oude en nieuwe monsters van precies dezelfde plaats in het beeksysteem afkomstig zijn en dat ook de aard van de monsters goed overeenkomt.

Van tien monsterpunten waren monsters uit 1974 en 1990 beschikbaar die redelijk tot uitstekend aan deze eisen voldeden. Uit de ordinatie blijkt kwalitatief dat uit veranderingen in de verhoudingen tussen de hoeveelheden van de gevonden soorten een daling van de pH kan worden vastgesteld. Er is een significante afname van *Fragilaria pinnata*, waarvan bekend is dat de hoeveelheid in de loop van deze eeuw ook elders in Europa is afgenomen. Tussen 1974 en 1990 werd op deze punten geen verandering in de diversiteit en de aantallen (zeldzame) soorten geconstateerd.

Omdat de directe pH-metingen uit het verleden vaak onvoldoende nauwkeurig zijn gemeten werden de veranderingen van de pH ook op grond van de

soortensamenstelling van de diatomeeëncombinaties bepaald. Daartoe werd uit de verdeling van de 40 meest algemene soorten over 32 monsters uit 1990, waarvan pH-metingen bekend waren, met de methode van de gewogen gemiddelden de pH-optima van deze soorten berekend. Vervolgens werden uit de gevonden pH-optima, wederom met de methode van de gewogen gemiddelden, van deze 32 monsters de pH van het water geschat. Daarbij treedt een standaardfout van 0.5 pH-eenheid op.

De gevonden relaties werden toegepast om op de tien vergelijkbare monsterpunten de pH te schatten op grond van de diatomeeëncombinaties uit 1974 en 1990. Tussen de beide jaren is een significante achteruitgang van de mediane geschatte pH van 6.78 naar 6.55. Dit komt overeen met een verzuringssnelheid van ongeveer 1.2 eenheid per 100 jaar. Verzuring blijkt overal op te treden: in beken die door schijngrondwater en door diep of ondiep grondwater worden gevoed, met korte en lange verblijftijd, met lage en relatief hoge alkaliniteit en zowel dichtbij als verder van de oorsprong.

De discrepantie tussen de constantie van de direct gemeten pH tussen 1974 en 1990 enerzijds en de daling van de met de diatomeeën gemeten pH in deze periode anderzijds, hangt waarschijnlijk samen met methodische problemen van de directe pH-meting in zwak-gebufferde wateren in het verleden.

Nader onderzoek

Om het proces van verzuring en het effect van de daartegen genomen maatregelen te kunnen volgen, verdient het aanbeveling dit onderzoek elke 5-10 jaar te herhalen. Om de resultaten beter te kunnen interpreteren is het nodig om in drie tot vier beeksystemen gedurende twee tot drie jaar gedetailleerd onderzoek te verrichten naar de ruimtelijke en temporele variatie in de algengemeenschappen. Tevens wordt aangeraden de effecten van verzuring op de macrofauna van beken te onderzoeken.

1 INLEIDING

Tot nu toe is er in het verzuringsonderzoek in Nederland vooral aandacht besteed aan de effecten van verzuring op terrestrische ecosystemen en stilstaande zwak-gebufferde wateren (Van Dam *et al.* 1981, Roelofs 1991). Over de biologische effecten in stromende wateren is niets bekend.

Verreweg de meeste beken in Nederland zijn door landbouw, industrie of andere menselijke beïnvloeding al zodanig aangetast, dat de invloed van de verzuring slecht te onderkennen is. Op de Veluwe daarentegen stroomt een aantal beken, waarvan het intrekgebied gesitueerd is in bos- en heidegebieden die door niets anders dan atmosferische depositie worden vervuild. Tussen 1974 en 1986 is de pH in deze beken daardoor gedaald, en het nitraatgehalte gestegen (Meinardi 1988).

Om een beter beeld te krijgen van de huidige toestand van de stromende wateren, is er een onderzoek verricht met de volgende doelstellingen:

1. Het eventueel vaststellen van biologische effecten die verzuring op stromende wateren in Nederland heeft, waarbij diatomeeën uit oude en recente monsters als indicatoren worden gebruikt.
2. Het interpreteren van de gevonden verschillen in de mate van verzuring in relatie tot hydrologie en veranderingen in het bodemgebruik.
3. Het nagaan van veranderingen in de chemische toestand ten opzichte van eerdere bemonsteringen vanaf 1948.
4. Het goed vastleggen van de huidige biologische en chemische toestand om toekomstige veranderingen te kunnen traceren.

Het eigen karakter van de beken en sprengen kan gezien worden als een verrijking van de droge omgeving (IJzerman 1982). Het milieu van de beken en sprengen met een min- of meer constante temperatuur, relatief constante afvoer van betrekkelijk zuiver water (Meinardi 1974, Van Dam & Sollman 1974) en het voorkomen van kwelzones vormt een combinatie die in Nederland niet veel meer gevonden wordt. Daardoor komen er zeldzame plante- en diersoorten voor (Van Dam & Sollman 1974, Popma 1982). Helaas doen zich steeds grotere problemen voor die het milieu van de beken en sprengen beïnvloeden. Zo is het wegvallen van het economisch belang van veel van deze wateren een reden voor achterstallig onderhoud (foto 1).

Samen met de daling van het grondwater vormen zij een bedreiging voor de wateraanvoer (Jongman 1990). Grote delen van de benedenlopen van de beken zijn verrijkt met meststoffen of anderszins vervuild (IJzerman 1982). Atmosferische depositie vormt door het geringe bufferende vermogen van de bodem eveneens een bedreiging.

Naast de Veluwe beken werden ook een bron en een bekensysteem in Overijssel onderzocht in gebieden die bodemkundig veel overeenkomst met de Veluwe vertonen.

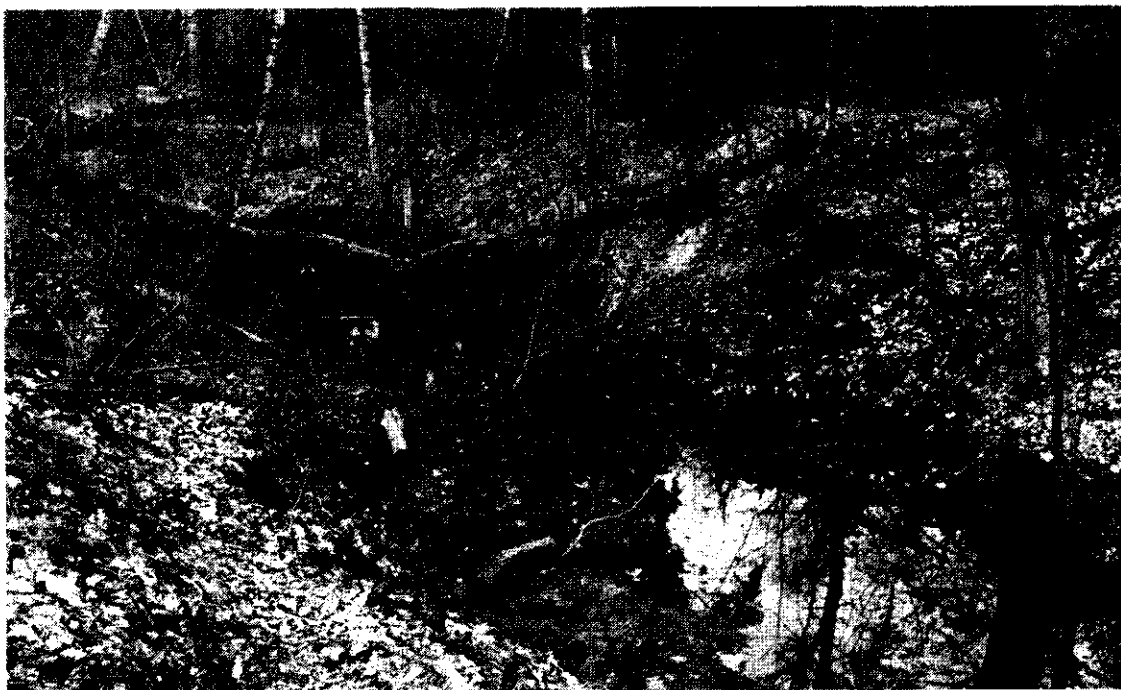
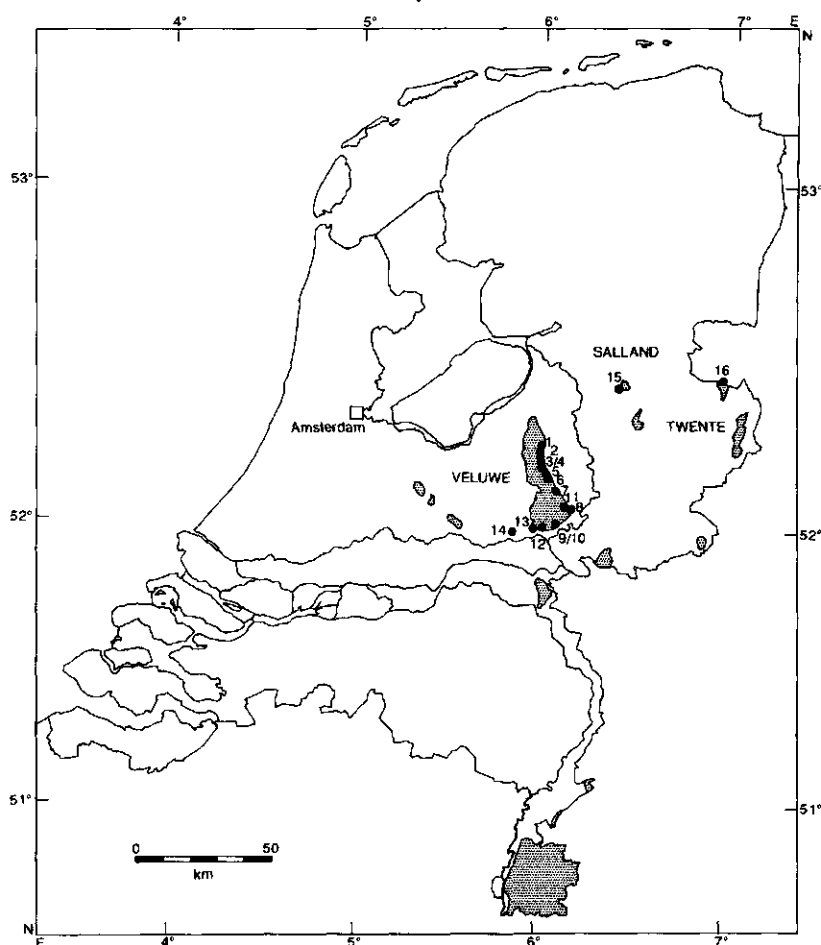


Foto 1. Soerense beek, noordelijke, verwaarloosde sprengkop. Monsterpunt 8A. Door verzanding en bladafval wordt de toevoer van kwelwater belemmerd. De sprengkop wordt gebruikt als zoelplaats voor wilde zwijnen (Stouten 1982). 4 maart 1991 (J. van Osch).

Er is in dit onderzoek gebruikt gemaakt van diatomeeën of kiezelwieren. Dit zijn eencellige algen, die goede indicatoren zijn voor veranderingen die samenhangen met atmosferische depositie (b.v. Van Dam *et al.* 1981, Van Dam 1988). Zowel taxonomisch als ecologisch zijn de diatomeeën goed beschreven. Ze reageren nauwkeurig op de omgeving zodat eventuele veranderingen daarin opgemerkt kunnen worden (Dixit *et al.* 1992). In de Veluwe sprengen komen veel unieke soorten voor en de diversiteit is hoog (Janssen 1974, Marks 1976, Van der Kolk 1977). Een andere belangrijke reden voor de keuze van deze groep is de mogelijkheid om gebruik te maken van oud monstermateriaal, dat oorspronkelijk voor andere doeleinden is verzameld en geconserveerd.

2 ONDERZOEKGEBIED

De beken zijn zodanig gekozen dat zij met elkaar een reeks van sterk zure, ongebufferde tot neutrale, matig gebufferde wateren vormen. De meeste geselecteerde beektrajecten (fig. 1) worden door geen andere vervuiling dan atmosferische depositie beïnvloed.



Figuur 1. Ligging van de onderzochte wateren. 1 Molenbeek, 2 Tongerense beek, 3 Hartense molenbeek, 4 Geelmolense beek, 5 Orderbeek, 6 Koppelsprengen, 7 Vrijenberger-spreng, 8 Soerense beek, 9 Bron op de Zijpenberg, 10 Beekhuizerbeek, 11 Eerbeekse beek, 12 Seelbeek, 13 Bron op de Duno, 14 Heelsumse beek, 15 Bron op de Archemerberg, 16 Springendalse beek. De Nijmolense beek (17) ligt tussen 2 en 3. Gebieden boven 50 m + N.A.P. zijn gestippeld.

Het intrekgebied is vrij van landbouw, industrie en bebouwing. Uitzonderingen hierop zijn de Nijmolense beek (monsterpunt 17), de Heelsumse beek (14) en de Springendalse beek (16), waarvan de stroomgebieden gedeeltelijk onder invloed staan van landbouwactiviteiten. In het stroomgebied van de Heelsumse

beek en waarschijnlijk ook van de Seelbeek (12) en de Bron op de Duno (13) is ook enige bebouwing met wegen en riolering aanwezig (De Boer 1978, Meinardi 1988). De Nijmolense beek wordt zo direct door landbouwactiviteiten beïnvloed, dat deze niet bij de formele vergelijkingen van potentiële verzurende beken is betrokken.

Van bijna alle wateren zijn goed gelokaliseerde oude chemische gegevens of diatomeeënmonsters aanwezig. De bemonsterde punten vallen zoveel mogelijk samen met de punten van eerdere onderzoeken. In elke beek werden zoveel mogelijk een of meer punten in de bovenste takken (sprengkoppen), ongeveer 10-15 m beneden de oorsprong en een punt beneden de samenvoeging van een aantal van deze takken genomen (bijl. 1 en 2). In een aantal beken is ook nog op ca 1 m afstand van de oorsprong gemonsterd.

2.1 Veluwe

2.1.1 Sprengen

De meeste van de onderzochte beken zijn ten minste voor een deel door mensen gemaakt. Op de Veluwe werd al in de vroege middeleeuwen gebruik gemaakt van beekwater om molens aan te drijven. Zo lag er in 1025 al een watermolen bij kasteel Biljoen (Velp). In de 13e en 14e eeuw zijn er steeds meer gebouwd. Ze lagen aan natuurlijke beken en de molens bezaten onderslagraden. Deze natuurlijke beken waren geen ideale molenbeken: het verval was niet erg groot en de afvoer onregelmatig. Al snel greep de mens in en werden de beken verlegd en versterkt of er werd een nieuwe beek gegraven. Dit was mogelijk door op plaatsen waar het grondwater zich op geringe diepte onder het maaiveld bevindt, horizontale ingravingen of sleuven in de dalwand te maken. De grondwaterspiegel wordt dan aangesneden en het water kwelt uit de wanden en bodem in de zo ontstane geul (foto 2).



Foto 2. Soerense beek, middelste, goed onderhouden sprengkop met kwelranden en beschoeiing. Monsterpunt 8B. 4 maart 1991 (J. van Osch).

De geulen zijn maximaal tot zeven meter onder het maaiveld gegraven (Moerman 1934a, IJzerman 1982, foto 3).



Foto 3. Zeer diep uitgegraven kop van de Vrijenbergerspreng, met veel ijzerneerslag, 6 maart 1991 (J. van Osch).

Meestal zijn de geulen recht, maar soms niet en dan heeft (een deel van) de beek een schijnbaar natuurlijk karakter, zoals de Tongerense beek (monsterpunt 2, foto 4) en de Koppelsprengen (monsterpunt 6, foto 5).



Foto 4. Tongerense beek, bovenloop, monsterpunt 2B. Meanderend beekgedeelte met schijnbaar natuurlijk karakter. 7 maart 1991 (J. van Osch).



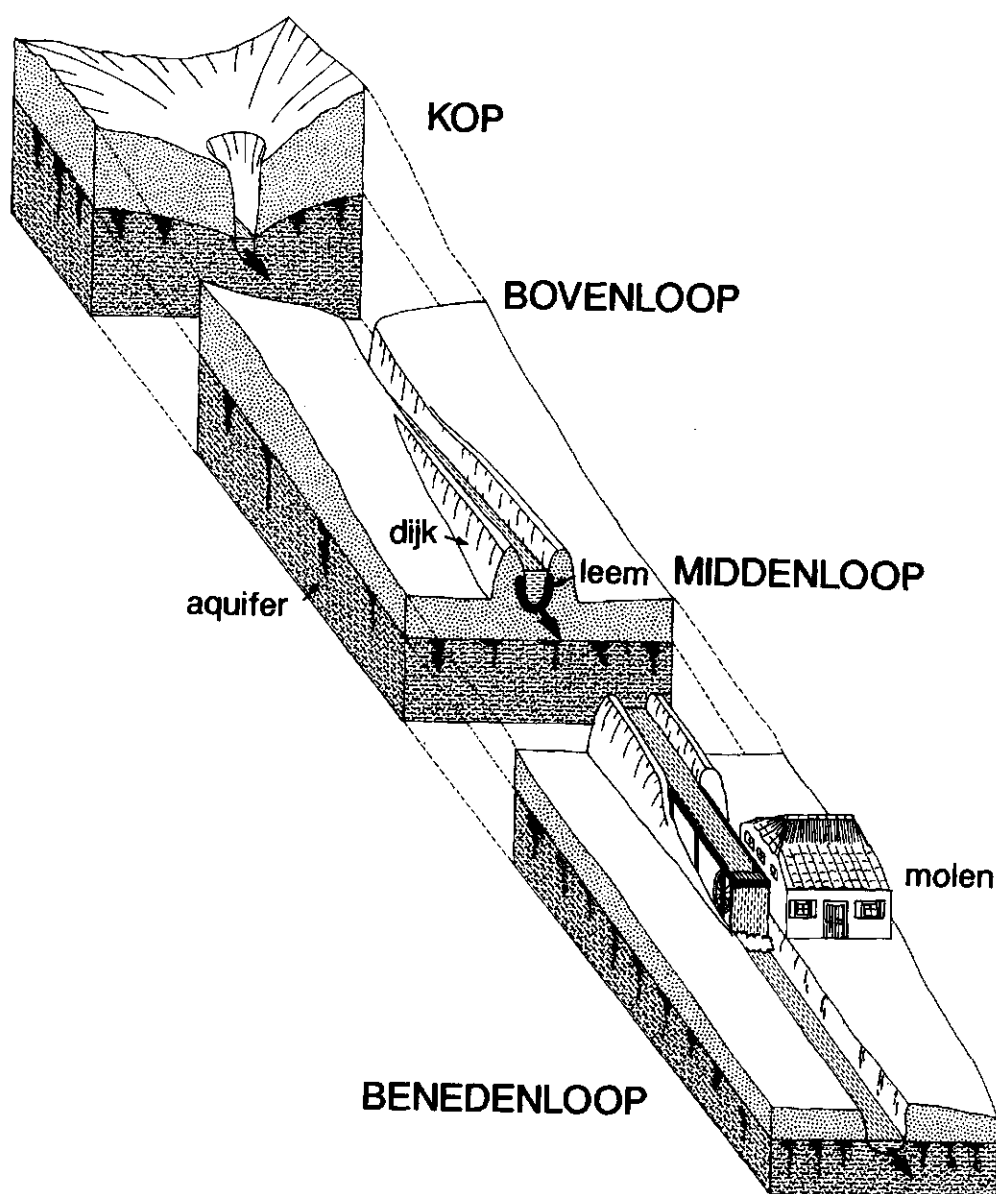
Foto 5. *Koppelsprengen, gezicht op punt 6D en het bruggetje in de hoofdbeek in ZW-richting, maart 1991 (J. van Osch).*

Zo ontstond er een kunstmatige bron, de spreng, die de molenaars kon verzekeren van een krachtige en continue waterstroom. Daarnaast werd de beek soms opgeleid. Dit wil zeggen dat de beek via een dijkje, enkele meters boven het maaiveld, werd geleid (foto 6).



Foto 6. Soerense beek, monsterpunt 8D in opgeleid traject met Callitriche. Op de achtergrond, op de plaats van de vroegere watermolen, de gebouwen van een wasserij. Het gaas in de beek houdt bij het schonen afdrijvende waterplanten tegen. 4 maart 1991 (J. van Osch).

Deze opgeleide beek wordt ook wel bovenbeek genoemd. Om het wegzakken van water te voorkomen werd het opgeleide traject voorzien van een leembodem. Door de hoge ligging van de beek ontstond er bij de molen een groter verval, zodat gebruik kon worden gemaakt van een bovenslagrad (fig. 2).



Figuur 2. Schematische opbouw van een sprengensysteem (gewijzigd naar J. ter Hoeve in Schimmel 1976).

In de 16e en 17e eeuw zijn er veel papiermolens gevestigd op de Veluwe. Voor al deze molens zijn er nieuwe beken en sprengen aangelegd. In 1740 waren er wel 168 papiermolens. Van een aantal sprengen is de ouderdom bekend. In 1626 werd er al over de Ordermolen aan de Orderbeek (monsterpunt 5) gesproken. De sprengen van deze beek staan aangegeven op een kaart uit 1630 (Hardonk 1968). De Heelsumse beek (14) bestond reeds in de 16e eeuw

(Gorter 1986). De Koppelsprengen (6) zijn waarschijnlijk van oorsprong natuurlijke beekjes die uitgegraven zijn om de beneden liggende papiermolens draaiende te houden (foto 5, 7 en 8).



Foto 7. Koppelsprengen, monsterpunten 6B (kop) en 6C (voor de bocht), maart 1991 (J. van Osch).

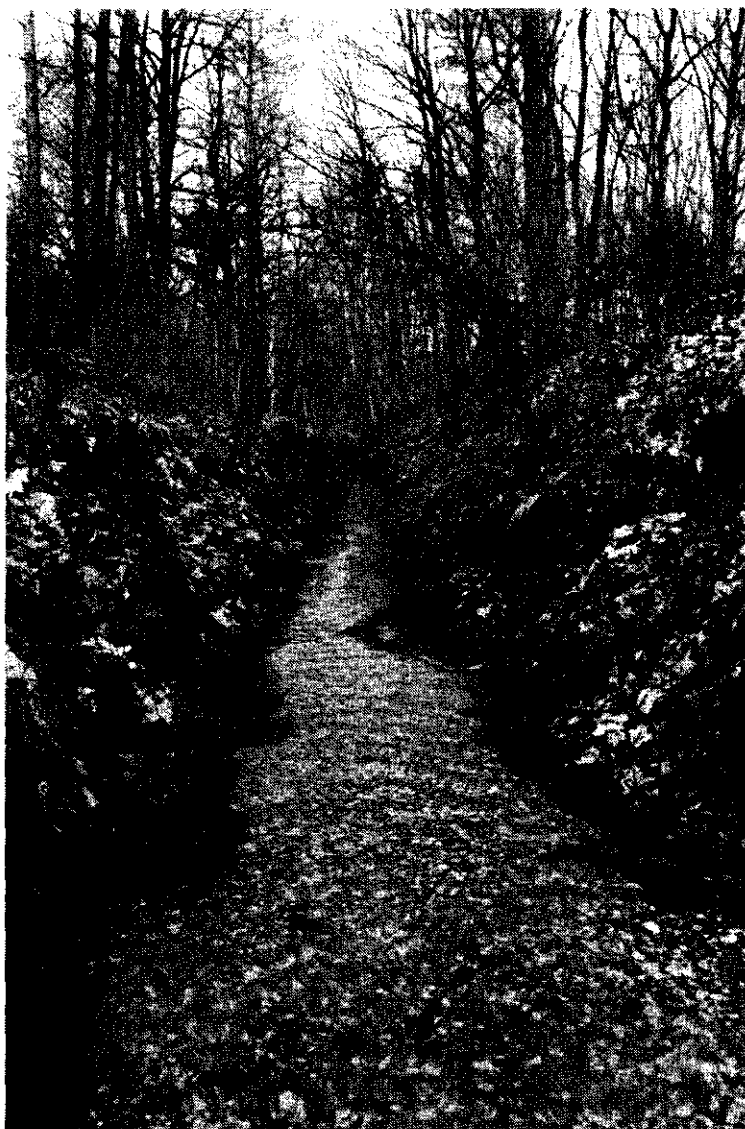


Foto 8. *Koppelsprengen, gezicht vanaf het bruggetje in de hoofdbeek naar punt 6D in NO-richting, maart 1991 (J. van Osch).*

Deze molens zijn begin 17e eeuw gebouwd (Hardonk 1968). De molens op de Beekhuizerbeek (10) komen al op een kaart van 1654 voor (Moerman, 1934b). Naast papiermolens waren er o.a. olie-, zaag- en kopermolens (Hardonk 1968). De papiermolens aan de Soerense beek (8) werden nog aan het einde van de 18e eeuw gebouwd (Voorn 1992). In de 19e en 20e eeuw gingen ten gevolge van mechanisatie veel molens verloren of ze werden omgebouwd tot wasserijen, waarbij het water de machines aandreef en het schone water gebruikt

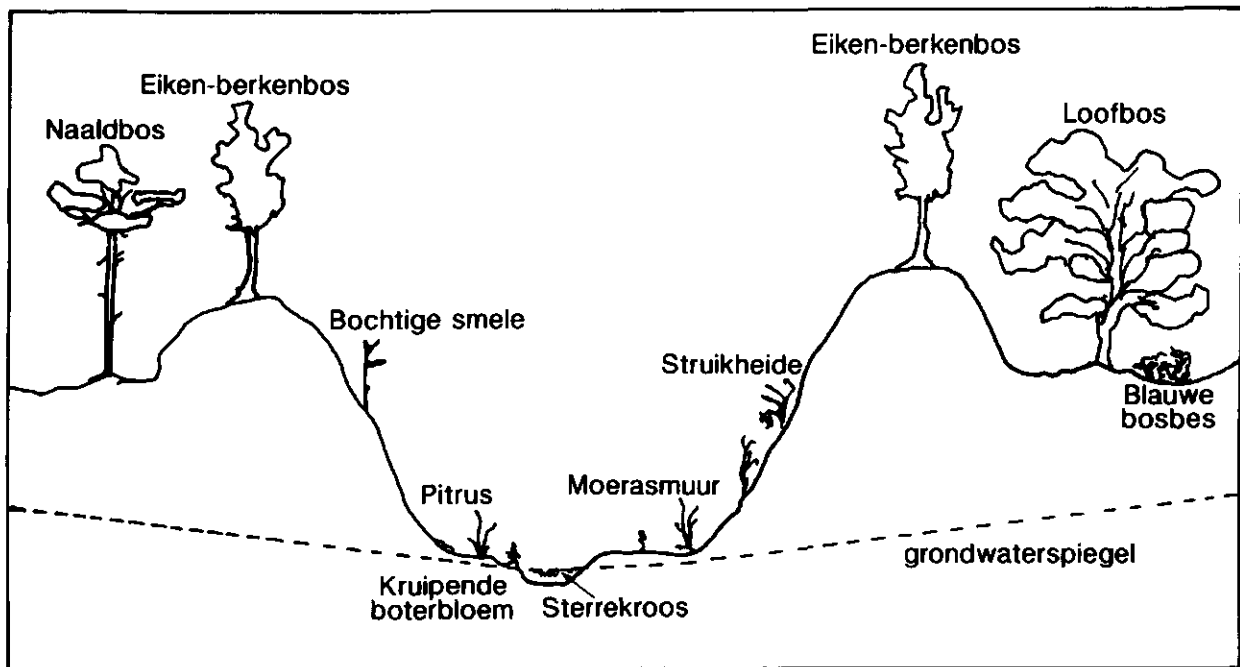
werd als waswater. De Vrijenbergerspreng (7, foto 3 en 9) werd rond 1870 aangelegd voor de voeding van het Apeldoorns Kanaal (IJzerman 1982).



Foto 9. *Kleine waterval in Vrijenbergerspreng (monsterpunt 7B). Bovenaanzicht met begroeiing van diatomeeën, 6 maart 1991 (J. van Osch).*

Er zijn nog maar weinig bedrijven die afhankelijk zijn van het beekwater, zoals viskwekerijen en wasserijen. Daardoor worden slechts enkele beken nog goed onderhouden door bedrijven of vrijwilligersorganisaties. Tot het onderhoud behoren het regelmatig verwijderen van waterplanten en allochtoon organisch materiaal (blad) en het bijhouden en vervangen van een beschoeiing, thans meestal bestaande uit gecreosoteerde paaltjes (IJzerman 1982). Als een sprengbeek niet regelmatig geschoond wordt, zorgen bladafval en verzanding voor een afnemende afvoer (foto 1).

Figuur 3 geeft een typische dwarsdoorsnede van een boventak van een sprengbeek, zoals wij die tijdens het veldwerk hebben aangetroffen.



Figuur 3. Gegeneraliseerde dwarsdoorsnede door de bovenloop van een spreng met de voornaamste plantesoorten.

De sprengbeken vertonen in de voorkomende vegetatie een overeenkomstig beeld. In het water is vaak een min of meer dichte vegetatie van sterrekroos (*Callitriche* sp.), in sterk zuur water vervangen door veenmos (*Sphagnum* sp.). Op de kwelstroken zijn kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*) en moerasmuur (*Stellaria uliginosa*) de meest algemene soorten. Op de overgang naar de droge helling van de oeverwal groeit vaak pitrus (*Juncus effusus*). Op de oeverwal en in het omringende bos staan soorten uit het eiken-berkenbos en de vervangingsgemeenschappen daarvan. Nog slechts weinig sprengen liggen in de open heide, zoals dat in de vorige eeuw nog het geval was. In sommige sprengen komen ook zeldzame soorten planten uit bronmilieus voor, zoals bronkruid (*Montia fontana*) en goudveil (*Chrysosplenium* sp.) (Maas 1959, Westhoff et al. 1973, Van Dam & Sollman 1975).

Voor een uitgebreider bespreking van de vaak karakteristieke flora en fauna van de sprengen zij verwezen naar o.a. Westhoff et al. (1973), Schimmel (1976) en Popma (1982).

2.1.2 Geologie en hydrologie

De Veluwe bestaat uit zogenaamde 'bruine zanden', die voor de komst van het landijs in het Pleistoceen door de Rijn en de Maas werden afgezet en uit 'witte zanden', die door oostelijke rivieren zijn aangevoerd. Op de noordelijke Veluwe domineren de witte zanden, die mineralogisch armer zijn dan de bruine zanden

(Van Oosten 1979, Eilander *et al.* 1982). Hier liggen de Molenbeek (monsterpunt 1) en de Tongerense beek (2).

De basisvorm van de Veluwe is tijdens de voorlaatste ijstijd (Saalien) ontstaan. In deze periode veroorzaakten kolossale ijsmassa's het ontstaan van stuwwallen en diepe kommen (glaciale dalen) met hoogteverschillen van soms meer dan 200 m in de zandige rivierafzettingen. Later zijn deze verschillen door erosie en opvulling sterk vereffend. De dalen zijn opgevuld met materiaal dat van de stuwwallen is afgespoeld; de zogenaamde fluvioglaciale afzettingen. De laatste ijstijd (Weichselien) heeft tevens een belangrijke invloed gehad op de morfologie van het landschap. Grote ijsmassa's zoals in het Saalien bereikten Nederland niet, maar de temperatuur was wel zo laag, dat de bodem constant bevroren bleef. Door de lage temperatuur was er geen plantengroei mogelijk, zodat erosie door wind en water grote invloed kon uitoefenen op de bodem. De dalen waarin tijdens het Saalien ijs lag, werden opgevuld met de periglaciale afzettingen en de grootste hoogteverschillen bedragen daardoor nu 100 m. Doordat de ondergrond in de zomer bevroren bleef, kon het smeltwater niet wegzakken en vloeide af over de oppervlakte, waarbij in de hellingen dalen werden uitgesleten. Veel beken en sprengen zijn in deze trechtervormige erosiedalen ontstaan of gegraven (Kant 1982, IJzerman 1982, Verweij 1975, Verkooijen *et al.* 1985, Meinardi ongepubliceerd). Aan de zuidoostzijde van het stuwwallencomplex, tussen Dieren en Doorwerth, werd door de wind fijne, mineralogisch iets rijkere, lössleem gedeponeerd (Vink 1949, De Boer 1978). In dit gebied liggen de Beekhuizerbeek (10), de Seelbeek (12) en de Bron op de Duno (13).

De voornamelijk matig fijne tot grove zanden van de stuwwallen vormen door hun groot doorlatend vermogen een goed infiltratiegebied. Het neerslagoverschot zakt goed weg naar de ondergrond, stuit op de eerste slecht doorlatende meestal kleiige laag en voegt zich vervolgens bij het grondwater. Het grondwater staat maximaal enkele tientallen meters onder het maaiveld. Aan de rand van de Veluwe komt het grondwater aan de oppervlakte in sprengen en beken.

De watervoerende pakketten worden aan de onderzijde meestal begrensd door kleilagen. Op de noordoostelijke Veluwe liggen de kleilagen op ongeveer 50 m diepte, op de zuidoostelijke Veluwe is het watervoerende pakket meestal tussen 100 en 150 m dik (Kant 1982, Meinardi 1993). De Heelsumse beek (monsterpunt 14) wordt gevoed door een ongeveer 40 m dik watervoerend pakket, dat min of meer los staat van de regionale grondwaterstroming (Verweij 1975, Kant 1982).

In een aantal gebieden, voornamelijk op de Zuidelijke Veluwe, is er een schijngrondwaterspiegel: door een lokale kleilaag stagneert het infiltrerende water en er ontstaat een nieuwe waterspiegel die hoger ligt dan het eigenlijke grondwaterniveau (Kant 1982, Meinardi 1993). De bron op de Duno (13, foto 10), de Seelbeek (12) en de Beekhuizerbeek (10) worden gevoed door schijngrondwater (Stouten 1982), evenals de bron op de Zijpenberg (9, foto 11 en 12).



Foto 10. Bron op de Duno met beekje naar vijver, 1 maart 1991 (J. van Osch).

De beide bronnen zijn natuurlijk, hoewel er vooral op de Duno door de mens wel aan geknutseld is door het aanbrengen van cementen 'rotsblokken'. Vlak boven de Bron op de Zijpenberg ligt een weg, die het stroomgebied waarschijnlijk doorsnijdt. Het bronbos van de Seelbeek is overwegend natuurlijk, maar de monsterpunten liggen in een duidelijk gegraven tak. Dat is ook het geval bij monsterpunt 10B in het dal van de Beekhuizerbeek (IJzerman 1982).

De oppervlakte van de stroomgebieden van de meeste beken is bepaald door Meinardi (1988). Zijn resultaten zijn, met enkele andere waarden, weergegeven in tabel 1.



Foto 11. De bron op de Zijpenberg was in het begin van deze eeuw grotendeels begroeid met *Sphagnum* en diende als drinkplaats voor schapen (VVV's Velp e.o. 1926).



Foto 12. Bemonstering van de bron op de Zijpenberg op 21 januari 1988 (R. van Beek).

Tabel 1. Enige hydrologische kenmerken van de onderzochte beken. Indien niet anders aangegeven naar Meinardi (1988 en ongepubliceerd).

Nr	Beek	Opp. stroomgebied (km ²)	Afvoer (m ³ dag ⁻¹)	Gem. verblijftijd (jaar)
1	Molenbeek	1.12	612	87
2	Tongerense beek	0.89	487	87
3	Hartense molenbeek	2.57	1408	175
4	Geelmolense beek	3.50 ^a	1920 ^a	-
5	Orderbeek	0.88 ^b	480 ^b	-
6	Koppelsprengen	1.61	1104	196
7	Vrijenbergerspreng	8.82	6044	196
8	Soerense beek	2.09	1431	168
9	Bron op de Zijpenberg	<0.02 ^c	<10 ^c	<1 ^c
10	Beekhuizerbeek	-	-	-
11	Eerbeekse beek	3.40	2330	168
12	Seelbeek	0.61	334	61
13	Bron op de Duno	0.15	81	61
14	Heelsumse beek	3.79	2076	61
15	Bron op de Archemerberg	<0.01 ^c	<1 ^c	<1 ^c
16	Springendalse beek-N	0.60 ^d	-	-
16	Springendalse beek-Z	0.45 ^d	-	-
minimum		<0.01	<1	<1
mediaan		1.12	612	87
maximum		8.82	6044	196

^aberekend uit debietmeting van Oosterloo (1979), ^bberekend uit debietmeting van L. Meijer, Wasserij Helderwaard, Apeldoorn (pers. meded.), ^ceigen schatting op grond van veldwaarnemingen, ^deigen schatting op grond van bijlage 1 in Van den Bosch (1983).

De mediaan bedraagt 1.12 km². De vorm van de meeste stroomgebieden is langgerekt. In de meeste gevallen is het stroomgebied een kilometers lange, maar slechts enkele honderden meters brede strook, vanaf de sprengkoppen tot de waterscheiding midden op de Veluwe (Meinardi 1988).

De meeste onderzochte Veluwse wateren zijn permanent watervoerend, maar in droge zomers, met name 1976, vallen de koppen van speciaal de Tongerense beek (2), Hartense molenbeek (3, foto 13 en 14), Geelmolense beek (4, foto 15), Orderbeek (5), Soerense beek (8, foto's 1, 2, 16), Beekhuizerbeek (10), Eerbeekse beek (11) en Heelsumse beek (14) droog.



Foto 13. *Hartense molenbeek, kop van de spreng waarin monsterpunt 3A ligt, met dichte begroeiing van Callitriche, 7 maart 1991 (J. van Osch).*

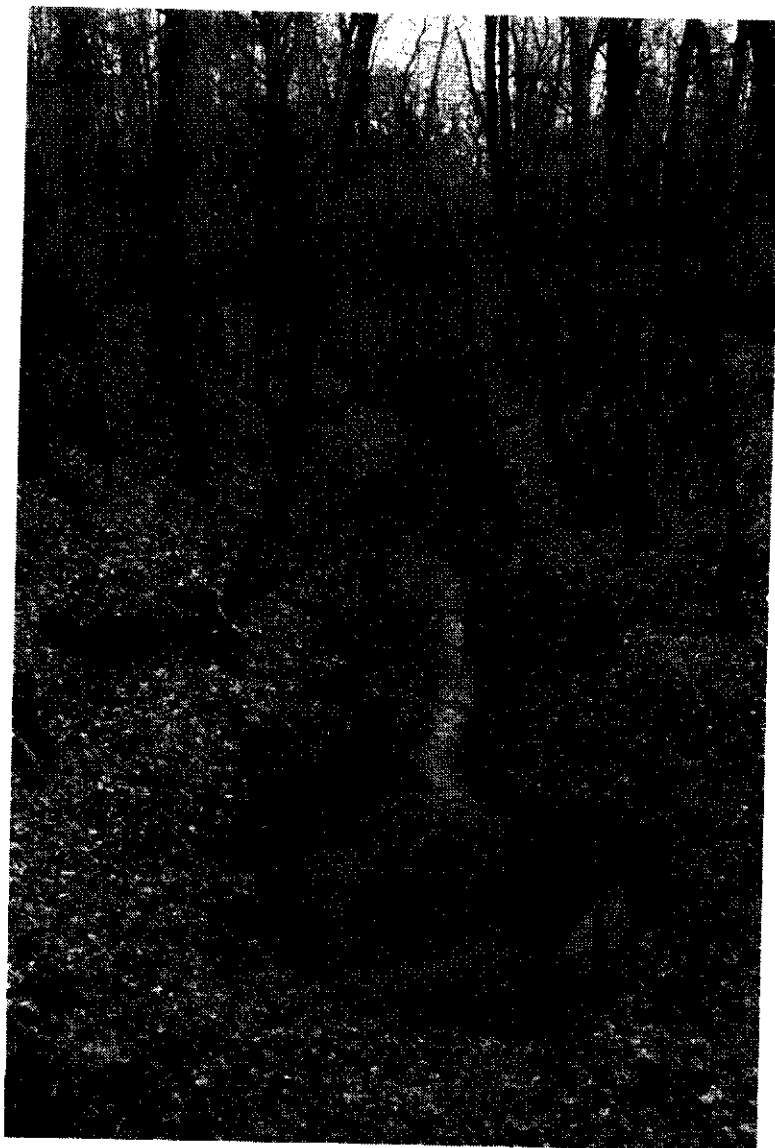


Foto 14. Hartense molenbeek, sprengkop (monsterpunt 3B), 7 maart 1991 (J. van Osch).



Foto 15. Zijsprengen van de Geelmolense beek, monsterpunt 4A vanuit het noorden gezien, 7 maart 1991 (J. van Osch).



Foto 16. Soerense beek, zuidelijke, goed onderhouden sprengkop met kwelranden en beschoeiing. Monsterpunt 8C. 4 maart 1991 (J. van Osch).

Behalve in de Beekhuizerbeek (schijngrondwater) is het droogvallen van beektrajecten beïnvloed door toename van onttrekking van grondwater door drinkwaterbedrijven en industrie (Kant 1982, Stouten 1982, IJzerman 1982). Bij de schoonmaakbeurten van veel sprengen liet men, vooral vroeger, bovenlopen eens per twee weken tot enkele malen per jaar gedurende 1-2 dagen af- of leeglopen om de stroomsnelheid in de benedenloop te vergroten, o.a. in de Soerense beek (IJzerman 1979, 1982).

De afvoer van de bron op de Zijpenberg (9) is, door het zeer kleine stroomgebied, naar onze eigen waarnemingen buitengewoon variabel. Tijdens en na

enkele dagen regen neemt de afvoer toe, maar na een paar weken droog weer kan deze al vrijwel nihil zijn.

In sommige sprengkoppen is getracht het debiet te verhogen door het aanbrengen van z.g. puls- of stijgbuizen. Dit zijn verticale buizen, die aan de onderzijde filters hebben. Dergelijke buizen zijn het meest effectief wanneer de filters in een lager gelegen aquifer reiken, waardoor artesisch water omhoog komt. Pulsbuizen zijn al vóór 1933 in de kop van de Soerense beek (8B) en vóór 1961 aanwezig in de kop van de Eerbeekse beek (11A). Die in de koppen van de Orderbeek (o.a. 5B) zijn in 1971 en 1976 van 12 tot 14 m diepte geslagen (Ijzerman 1979, 1982).

In veel beken vindt permanente toevoer van grondwater alleen plaats in de koppen en vlak daaronder (permanent drainerend traject). Op grotere afstand van de kop vindt meestal alleen afvoer plaats van het nabij de koppen afgevangen grondwater (transporterend traject); daar kan zelfs wegzijging (infiltratie) van beekwater plaatsvinden, zodat het debiet stroomafwaarts afneemt, zoals in de Vrijenbergerspreng (7). Tussen het permanent drainerende en transporterende traject bevindt zich meestal een periodiek drainerend traject (Kant 1982).

Door stuwing zijn de vaak dunne kleilagen, die de richting van de grondwaterstroming beïnvloeden, soms scheef gesteld, zoals bij de Hartense molenbeek (3), de Koppelsprengen (6), de Soerense beek (8) en de Eerbeekse beek (11). In de omgeving van dergelijke kleischotten kan de samenstelling van het opkwellende grondwater op korte afstand sterk verschillen (foto 17, Kant 1982).



Foto 17. Soerense beek, samenkomst van ijzerrijke en ijzerarme takken met beschoeiing en stuwte. 4 maart 1991 (J. van Osch).

De geohydrologie is van groot belang voor de samenstelling van het kwelwater waar de beek uiteindelijk mee wordt gevoed. De chemische samenstelling van het grondwater wordt in de eerste plaats bepaald door de samenstelling van het regenwater. Daarnaast zijn de mate van verdamping voor de infiltratie (toenemend in de vegetatiereeks: stuifzand, heide, loofbos, naaldbos) en de verblijftijd in de ondergrond van belang (Meinardi 1988).

Samen met zuurstof zetten bodembacteriën het aanwezige organische materiaal om in koolzuur en water. Het vrijkomende koolzuur lost op in het passerende water, waardoor dit een agressief karakter krijgt: het water is in staat om mineralen aan te tasten en op te lossen. Naarmate het grondwater langer en beter met de ondergrond in aanraking komt, zal het water daarom meer calcium en bicarbonaat bevatten en zal het bufferende vermogen van het water toenemen. Tevens nemen de hardheid (alkaliniteit), het geleidend vermogen en de pH van het grondwater toe. Ook de ijzerconcentratie kan een goede indicatie zijn voor de ouderdom van het grondwater. Daar ijzerverbindingen niet snel oplossen, kan aangenomen worden dat ijzerhoudende beken relatief diep grondwater afvoeren. In deze beken, b.v. de Orderbeek (5) en de Vrijenbergerspreng (7, foto 3), slaat het ijzer weer neer onder licht oxyderende omstandigheden (Meinardi 1974). Dergelijke sprengen staan vanouds bekend als rodolmsprengen (IJzerman 1982).

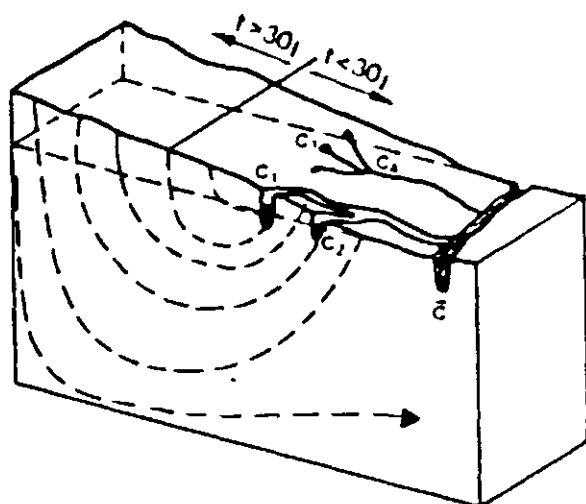
De vegetatie in de stroomgebieden van de Veluwe wateren is in de loop van de 20e eeuw in sterke mate veranderd (foto 11 en 12). Rond 1900 lagen vrijwel alle stroomgebieden van de sprengen nog in heiden en stuifzanden. Tegenwoordig neemt (naald)bos het grootste deel van de oppervlakte van de stroomgebieden in. Door de toegenomen evapotranspiratie is ook de ionenconcentratie van het sprengewater toegenomen. Voor de meeste ionen is de concentratie in het sprengewater gelijk aan het produkt van de concentratie in het infiltrerende neerslagwater en de indampfactor. Voor nitraat zijn de concentraties echter lager, vermoedelijk door denitrificatie, en voor sulfaat hoger, vermoedelijk door droge depositie (Meinardi 1988, 1993).

De gemiddelde verblijftijd van het water in de stroomgebieden van een aantal sprengen heeft Meinardi (1988 en ongepubliceerd) bepaald door middel van tritiummetingen. Enkele resultaten zijn weergegeven in tabel 1. De waarden lopen uiteen van minder dan een jaar tot bijna 200 jaar. De mediane waarde is 87 jaar. De beken en sprengen ontvangen grondwater met verschillende gemiddelde verblijftijden (ouderdom). Binnen een beeksysteem vertonen de verblijftijden van het opkwellende grondwater eveneens grote verschillen.

Uit tabel 2 en figuur 4 blijkt dat de verblijftijd van het opkwellende grondwater toeneemt met de afstand tot de kop.

Tabel 2. Procentuele verdeling van de verblijftijden van het grondwater dat op verschillende plaatsen in de sprengen 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 en 11 opkwelt (naar gegevens in Meinardi 1993).

	Verblijftijd (jaar)		
	<30	30-90	>90
Koppen			
minimum	6	26	6
gemiddelde	29	30	40
maximum	67	38	71
Bovenlopen			
minimum	3	23	19
gemiddelde	18	30	52
maximum	42	45	74



Figuur 4. Stroming van grondwater naar de sprengen (Meinardi 1988).

Van nature zullen daarom de ionenrijkdom en de buffercapaciteit (alkaliniteit) van het beekwater toenemen met de afstand tot de kop, met andere woorden: de koppen en nabije omgeving zijn het gevoeligst voor verzuring. In een aantal sprengelokken, o.a. van de Molenbeek (1), de Geelmolense beek (4A) en de Koppelsprengen(6A), is bijna de helft van het water jonger dan 30 jaar. In zulke koppen zal verzuring goed kunnen worden vastgesteld. Aan de andere kant zijn er koppen, zoals in de Soerense beek (8C) en de Vrijenbergerspreng (7A), waar 60-70% van het opkwellende water meer dan 90 jaar geleden als neerslag is geïnfiltreerd en waar verzuring dus veel moeilijker zal zijn vast te stellen (Meinardi 1993).

2.2 Twente

De Springendalse beek (monsterpunt 16) heeft een natuurlijke ontstaanswijze. De oorzaak van het voorkomen van bronmilieus op de stuwwallen is hier de aanwezigheid van moeilijk doorlaatbare keileem en tertiaire kleien. Het regenwater zakt door de doorlatende bovenlaag van pleistoceen zand, stuit op de moeilijk doorlatende ondergrond en stroomt vervolgens met de hellingsrichting van de moeilijk doorlatende ondergrond naar beneden. In de erosiedalen waar de tertiaire klei of keileem aan of dicht onder het oppervlakte ligt, treedt het grondwater aan de oppervlakte. De mate waarin dit geschiedt is afhankelijk van reliëf, doorlatendheid en dikte van de betrokken bodemlagen (Ter Hoeve 1969).

Er zijn enkele watervoerende pakketten, maar de basis van het eerste pakket wordt gevormd door de tertiaire kleien en lemen, die een grotendeels gestuwde ligging hebben. De opbouw van de stuwwal is dermate chaotisch dat het onmogelijk is voor elke bronstructuur de dikte van de watervoerende laag en grondwaterdragende laag aan te geven (Oude Egbrink & Notenboom 1982). Het infiltratiegebied van de Springendalse beek beslaat een kleine oppervlakte, op het hoogste gedeelte van de stuwwal. De hoeveelheid bos en bomen in dit gebied is de afgelopen 40 jaar sterk toegenomen (Schipper & Boerrigter 1988). Een exact herkomstgebied van het uittredende water is niet nader aan te duiden (Leereveld & Boot 1990). In het stroomgebied van de onderzochte noordelijke tak ligt een maisakker van bijna 2 ha, die waarschijnlijk via het grondwater de samenstelling van het beekwater beïnvloedt. In het stroomgebied van de zuidelijke tak ligt 12 ha maisland. De nutriënten hiervan komen via grond- en oppervlaktewater in de beek terecht (Van den Bosch 1983, Schipper & Boerrigter 1988). Volgens Maas (1959) was de chemische samenstelling van de Springendalse beek goed te vergelijken met die van de armste Veluwe beken, gezien de ligging in het preglaciale zand. Thans wordt de chemische samenstelling van het beekwater, met name het nitraatgehalte, in sterke mate door de landbouw beïnvloed (Hoek 1992).

De Springendalse beken en bronnen hebben een zeer bijzondere flora en fauna, zoals blijkt uit het overzicht van Leereveld & Boot (1990).

2.3 Salland

De Archemerberg is het hoogste punt van een noord-zuid lopende heuvelrug in Salland: de Lemelerberg. Het infiltratiegebied van het onderzochte bronnetje bij de "Dikke Steen" (monsterpunt 15) heeft een zeer geringe oppervlakte en bestaat uit zand, dat - zoals op de Veluwe - al voor de ijstijden door de Rijn is afgezet. Later zijn ondoorlatende lagen scheef komen te liggen door opstuwing van het ijs. Waar een dergelijke laag dagzoomt, kan een bron ontstaan. Dit is bij het onderzochte monsterpunt het geval (Van Heusden 1982). De bron wordt door schijngrondwater gevoed. Het beekje dat eruit ontstaat is nog geen 20 m lang (het water zakt weer in het zand weg) en valt 's zomers nogal eens droog. De macrofauna is daardoor arm aan soorten en individuen (Oude Egbrink & Notenboom 1982).

3 MATERIAAL EN METHODEN

Op de meeste punten werden simultaan diatomeeën en chemie bemonsterd, op sommige punten zijn alleen diatomeeën bemonsterd en veldbepalingen van pH, alkaliniteit en elektrische geleidingsvermogen verricht.

3.1 Fysische en chemische gegevens

3.1.1 Veld- en laboratoriumprocedures

Op elk bemonsteringspunt werden breedte en waterdiepte gechat. De stroomsnelheid werd geschat door de verplaatsing van drijvende of zwevende deeltjes gedurende een bepaald tijdsinterval te meten. De mate van beschadwing en meandering werd vastgelegd volgens de schalen in tabel 3.

De aard van de eventueel aanwezige beschoeiing werd genoteerd, evenals de aard van het bodemmateriaal en de organische ondergrond. Tevens werd gelet op kwelindicaties zoals de aanwezigheid van ijzerneerslag, vliezen van ijzerbacteriën en een wit aanslag van zwavelbacteriën.

Het zuurstofgehalte werd in situ gemeten met een Yellow Springs model 54 BP zuurstofmeter. Uit een emmer water van het bemonsteringspunt werden een glazen buisje van 20 ml met gasdichte sluiting (voor de anorganische koolstofverbindingen) en een polyethyleen fles van 2 l (voor de overige variabelen) gevuld ten behoeve van laboratoriumonderzoek. In de emmer werden het elektrische geleidingsvermogen (EGV) bij 25 °C en de temperatuur gemeten met een WTW LF 191 geleidbaarheidsmeter. Uit de emmer werd een polyethyleen fles van 200 ml gevuld.

Van het water uit deze fles werd binnen 2 uur na de monsternamen de pH bepaald met een Metrohm E488 pH-meter, voorzien van een Russell CTL/LCW elektrode (speciaal voor water met lage geleidbaarheid). Tevens werd de pH gemeten met een Gallenkamp pH-stick. De meters werden enkele malen per dag geijkt met buffervloeistoffen van pH 7 en pH 4. De metingen met de LCW-elektrode werden als de juiste waarde voor de veld-pH (pH_v) genomen. In de enkele gevallen dat geen meting met de LCW-elektrode is verricht, werd de pH_v berekend uit de meting met de Gallenkamp pH-stick, gecorrigeerd voor het verschil tussen simultane pH-metingen met beide elektroden op andere monsterpunten van dezelfde dag. De alkaliniteit (veld) werd bepaald door titratie van 50 of 100 ml beekwater met 0.01 N HCl met een Metrohm E274 buret tot pH 4.2.

De monsters voor het laboratoriumonderzoek werden zo goed mogelijk op veldtemperatuur gehouden en getransporteerd naar het laboratorium van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WMN) te Utrecht, waar binnen 24 h na monsternamen met de analyse werd begonnen volgens de methoden uit bijlage 3. Het WMN bepaalt het gehalte aan waterstofcarbonaat (mg l^{-1}) door titratie met HCl tot pH 4.5. Omgerekend naar meq m^{-3} is dit de alkaliniteit in het laboratorium (alkl).

Tabel 3. Veldchemische, -fysische en morfologische gegevens.

pHv: De pH-veld is gemeten met de Gallenkamp elektrode en verhoogd met 0.4 indien de waarden gemerkt zijn met '. In de overige gevallen is de Russell low conductivity electrode gebruikt.

kwel: fe = ijzerneerslag, bact = bacterievlies, geen = geen zichtbare kwelindicatie, z = zwavelbacteriën

sch = beschaduwing: 0 = geen, 1 = zwak, 2 = matig, 3 = redelijk, 4 = veel

min = minerale ondergrond: 1 = fijn zand, 2 = grof zand, 3 = grof zand en kiezel, 4 = fijn zand en kiezel, 5 = fijn en grof zand en kiezel, 6 = beton met fijn zand, 7 = fijn en grof zand, * = minerale bodem komt gedeeltelijk aan de oppervlakte

org = organische bodem: 0 = geen, 1 = slib, 2 = detritus, 3 = bladeren, 4 = takken, 5 = slib en bladeren, 6 = slib, bladeren en takken, 7 = detritus en bladeren

mea = meanderend: 1 = niet, 2 = zwak, 3 = sterk

bes = beschoeiing: 0 = geen, 1 = hout, 2 = beton

Overige afkortingen zijn: temp = temperatuur, str = stroming, bre = breedte, die = diepte, afs = afstand van verst verwijderde kop van de beek tot monsterpunt

- = geen waarneming.

mp	pHv	EC25v	O2	alkv	temp	str	bre	die	kwel	sch	min	org	mea	bes	afs
-	-	mS/m	mg/l	meq/l	°C	cm/s	m	m							m
1B	5.7	11.1	7.0	0.10	10.3	0	0.8	0.1	fe,bact	2	2*	5	1	1	15
1C	5.6	11.6	6.4	0.04	9.6	16	1.0	0.1	fe,bact	2	3*	0	1	0	170
2A	5.8	12.3	6.2	0.17	10.0	0	0.8	0.15	z,bact,fe	3	2	3	2	1	15
2B	6.5	15.0	5.2	0.67	10.2	10	1.0	0.1	fe	3	2*	1	2	1	150
3A	6.7	13.2	3.2	0.85	10.3	0	1.75	0.3	fe	3	2	6	1	0	30
3B	7.2	14.4	9.4	0.49	10.2	14	2.75	0.05	geen	3	1*	0	1	0	20
3C	7.0	15.1	4.6	1.01	10.4	15	2.5	0.3	fe	3	2	1	2	0	300
4A	6.5	16.6	6.4	0.54	9.9	7	2.0	0.1	geen	3	3*	3	2	0	35
4B	6.8	15.6	6.6	0.70	10.2	8	3.5	0.2	fe	3	2*	5	3	0	700
5A	6.5'	12.7	2.3	0.50	9.1	0	1.0	0.3	fe	4	2*	1	1	1	40
5B	6.6'	16.9	1.8	0.51	9.2	0	2.0	0.2	fe	4	2	1	1	1	30
5C	6.8'	14.5	8.7	0.51	8.0	1	1.0	0.4	fe	2	7	1	1	0	1125
6A	6.0	10.5	7.0	0.18	9.7	10	1.0	0.2	fe	3	2	5	2	0	15
6C	5.4	10.4	5.3	0.09	9.5	0	0.4	0.15	fe	3	2	5	2	0	15
6D	6.3	9.4	7.0	0.25	9.5	16	1.5	0.25	geen	3	2	5	2	0	175
7A	6.7'	12.6	4.3	0.55	9.6	7	2.0	0.2	fe	3	1	1	1	1	100
7B	7.2'	12.5	10.6	0.61	9.1	20	1.75	0.1	fe	2	2*	0	1	2	1750
8A	5.1'	9.8	5	0.03	5.7	10	4.5	0.05	bact	3	7	1	1	0	3
8B	5.2'	13.4	6.0	0.05	9.2	<0.5	0.85	0.15	geen	3	2	5	1	1	3
8C	6.5'	13.3	6.0	0.21	9.0	1	0.85	0.15	geen	3	2*	5	1	1	4
8D	6.4'	10.9	9.1	0.30	8.0	1	7.0	0.25	geen	2	1	5	1	0	725
9D	4.7'	22.2	6.5"	0.05"	6.5	1"	0.5"	0.03"	geen"	2	2	7"	2	0	25
10A	7.2'	23.3	2.8	1.60	5.4	<1	1.5	0.05	geen	3	1*	5	1	1	500
10B	7.4'	22.8	5.8	1.40	8.6	13	1.5	0.1	fe	2	1	0	2	0	10
10C	7.6'	20.8	10.6	1.10	6.7	20	2.0	0.3	geen	2	2*	0	2	1	1300
11A	6.7'	11.4	6.5	0.50	9.0	6	2.5	0.3	fe,bact	3	1	1	1	0	30
11B	6.8'	11.4	8.2	0.49	8.9	10	3.5	0.2	z	3	1*	0	1	1	500
12A	6.3	25.5	3.2	0.44	10.3	4	3.0	0.05	geen	3	3*	5	3	0	1
13B	6.9	25.6	10.8	0.37	9.3	20	0.15	0.03	geen	3	6*	5	2	2	15
14A	5.3	27.6	3.4	0.16	9.9	<1	2.0	0.2	geen	0	2	1	1	1	5
14C	5.7	31.8	8.5	0.24	10.8	2	4.0	0.3	bact	0	1	5	1	0	500
15A	4.3	23.0	7.0	0.05	7.2	1	0.1	0.02	geen	2	1*	2	2	0	2
16B	5.9	25.0	7.0	0.22	9.0	30	1.5	0.08	geen	1	3*	5	2	0	100
16C	6.4	23.4	10.1	0.22	8.0	33	0.8	0.08	geen	0	1*	5	3	0	500
16F	6.6	31.7	11.2	0.30	5.8	25	0.3	0.1	geen	0	1*	0	3	0	575
17A	6.1	44.9	8.1	0.38	10.1	-	2.5	0.02	geen	3	1*	5	2	0	10
1A	4.9	12.8	9.0	0.04	10.1	0	1.0	0.1	fe,bact	2	2	5	1	1	1
6B	4.8	11.2	4.0	0.05	9.7	0	2.0	0.3	geen	2	1	6	2	0	1
12B	6.7	25.2	7.5	0.47	9.9	14	0.6	0.05	geen	3	3*	6	3	0	10
13A	6.3	27.5	8.2	0.35	9.0	100	0.2	0.05	geen	3	6*	0	2	2	1
14B	-	26.0	4.2	0.21	9.7	4	2.0	0.1	geen	0	2	1	1	1	30
16A	5.5	23.8	7.2	0.16	9.2	10	0.3	0.05	bact	2	5*	1	2	0	5
16D	6.1	31.6	10.0	0.20	5.2	<1	0.4	0.07	bact	3	1*	3	2	0	10
16E	6.6	36.4	10.8	0.30	6.1	20	0.8	0.15	geen	2	4*	0	3	0	350

" = geschatte waarde

Bij de berekening van de ionenbalans werden de kationen NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} en Fe^{3+} en de anionen Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} samen met de alkali betrokken. Uit de ionenbalans werd het kationenoverschot in procenten (ksur) berekend volgens $\text{ksur} = 100 \times (\text{skat} - \text{san}) / (\text{skat} + \text{san})$, waarin skat de som van de kationen en san de som van de anionen voorstellen. Het gemiddelde kationendeficit was 0.5% en alle waarnemingen bleven beneden de kritische grens van 5% (Stuyfzand 1989). De grootste afwijking (4.8%) is in een monster (8A) met humuszuren. In alle andere monsters lag ksur tussen -2.1 en 2.7%.

3.1.2 Verwerking van de gegevens

De ionenverhouding IR (ionic ratio = $\text{Ca}/(\text{Ca} + \text{Cl})$, op equivalentbasis) werd berekend. In combinatie met het elektrische geleidingsvermogen kan dit getal veel zeggen over herkomst en menselijke beïnvloeding van wateren (Van Wierdum 1980, 1991).

In archieven en literatuur werden zoveel mogelijk oude chemische gegevens opgezocht. De plaats waar de oude monsters zijn genomen moest (vrijwel) overeenkomen met de plaats van de recente monsters. Een grotere afwijking dan ongeveer 10 m werd slechts getolereerd als er tussen de plekken van de oude en recente monsters sprake was van een transporterend (en niet drainerend) beektraject volgens Kant (1982) en Schouten (1982).

Deze gegevens werden slechts bij de verdere bewerkingen betrokken na een zorgvuldige kwaliteitscontrole, waarin o.a. de ionenbalans werd berekend. Door deze eisen zijn veel beschikbare ruwe gegevens afgefallen. De belangrijkste overgebleven bronnen zijn Van Dam & Sollman (1975) en Kant (1982). De analyses werden verricht door respectievelijk het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (Den Haag) en de Waterleidingmaatschappij Gelderland (Velp). De methoden van deze laboratoria geven waarschijnlijk vergelijkbare resultaten als die van het WMN-laboratorium, in verband met de in de Waterleidingwet gestelde eisen aan dergelijke laboratoria.

Het is mogelijk dat de oude alkaliniteitsbepalingen iets hoger uitvallen dan de recente. De oude bepalingen zijn verricht door titratie met HCl tot het omslagpunt van methyloranje in het pH-traject van 4.4 tot 3.1 (pers. meded. C.R. Meinardi, RID-RIVM en Hr Peppelman, WMG). De laboratorium-pH-waarden van de monsters uit 1974 werden niet direct gemeten maar berekend volgens de formule: $\text{pH} = 6.36 + \log [\text{HCO}_3^-] - \log [\text{CO}_2]$, met de concentraties in mol m^{-3} (C.R. Meinardi, pers. meded.). Uit vergelijking van de berekende en gemeten pH in het laboratorium van 23 monsters uit 1990 blijkt dat de berekende en gemeten pH-waarden tussen 5.0 en 7.0 vrijwel gelijk zijn, tussen 4.5 en 5.5 is de berekende pH 0.1-0.2 eenheid hoger dan de gemeten pH.

Om de veranderingen in de loop van de tijd na te gaan werden de analyses ingedeeld in drie perioden. Alleen de fysisch-chemische variabelen waarvan voldoende waarnemingen beschikbaar waren, werden met statistische methoden verwerkt. Omdat deze niet homogeen over alle monsterpunten en perioden zijn verdeeld, werd met behulp van een regressiemodel de verwachte waarde in elke periode berekend. Scheef verdeelde variabelen werden daartoe eerst logaritmisches getransformeerd. Het regressiemodel bevatte als predictoren de factoren 'monsterpunten' en 'perioden'. Hierbij werd gebruik gemaakt van het commando 'predict' uit het statistisch programma Genstat (Genstat 5 Committee 1988). De paarsgewijze verschillen werden getoetst met t-toetsen

volgens de procedure 'rpair' (Thissen & Goedhart 1990). Na deze procedure werden de verwachte waarden van de logaritmisch getransformeerde variabelen terug getransformeerd, zodat deze als meetkundige gemiddelden worden gerapporteerd. Dit model geeft de verwachte waarden voor die monsterpunten waarvoor waarnemingen beschikbaar zijn uit de recente periode en ten minste een van de twee vroegere perioden. Om een schatting te kunnen maken van de veranderingen in de gemiddelden van alle monsterpunten werd gebruik gemaakt van de procedure 'reml' (restricted maximum likelihood) (Genstat 5 Committee 1990).

Kortheidshalve worden pH-laboratorium, pH-veld, EGV-laboratorium, EGV-veld, alkaliniteit-laboratorium, alkaliniteit-veld, KMnO_4 -verbruik, kleur bij 320 nm, kleur bij 455 nm, opgeloste organische koolstof (dissolved organic carbon), totaal anorganische koolstof (total inorganic carbon), orthofosfaat, totaal-fosfaat en organisch ammonium vaak aangeduid met respectievelijk pHl, pHv, EC25l, EC25v, alkl, alkv, KMnO_4 , K1, K2, DOC, TIC, oPO_4 , tPO_4 en NH_4O . Voor het overige worden de gebruikelijke symbolen gehanteerd.

3.2 Diatomeeën

3.2.1 Veld- en laboratoriumprocedures

Oude algenmonsters, voornamelijk genomen door J. Heimans, P. Janssen (1976), H. van Dam en A.C. Ellis-Adam, werden verkregen uit de collectie van het Hugo de Vries-laboratorium (Universiteit van Amsterdam). Helaas is de gebruikte methode, speciaal van de oudste monsters (uit 1916), niet altijd vermeld. Een oud monster van gedroogd plantemateriaal werd verkregen uit het Rijksherbarium te Leiden. Nieuwe monsters werden zoveel mogelijk genomen op dezelfde manier als in het verleden, door het opscheppen van bodem-materiaal, zoals detritus en bladeren, het uitknippen van waterplanten en het afschrappen van takjes.

Van veel oude monsters werden van H. Kooyman-van Blokland (Universiteit van Amsterdam) preparaten verkregen, die zij destijds al had vervaardigd, volgens de methode van Van der Werff & Huls (1957-1974) met Clearax als inbedmiddel. Uit de oude monsters waarvan nog geen preparaten beschikbaar waren en uit alle recente monsters werd eventueel aanwezig ijzer verwijderd door toevoegen van enkele druppels geconcentreerd HCl en spoelen met H_2O . De monsters werden geoxydeerd door verwarming tot 80°C in H_2O_2 30%. Na enkele malen spoelen met H_2O werden van elk monster drie preparaten gemaakt door inbedden van de gereinigde schaaltes in Naphrax. Twee preparaten werden opgenomen in de collectie van het IBN te Leersum, het derde preparaat werd toegevoegd aan de collectie van het Hugo de Vries-laboratorium.

Van elk monster werd een preparaat bekeken onder fase-contrast belichting bij een vergroting van 1250x (N.A. 1.30) met een Zeiss Standard RA microscoop. Voor de determinatie van de soorten uit de *Navicula subtilissima*-groep werd gebruik gemaakt van Kobayasi & Nagumo (1988), voor de overige soorten van Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991). Van de soorten uit het genus *Aulacoseira* heeft dr K. Krammer (Meerbusch, BRD) elektronenmicroscopische foto's gemaakt. De determinaties hiervan werden in overleg met hem verricht.

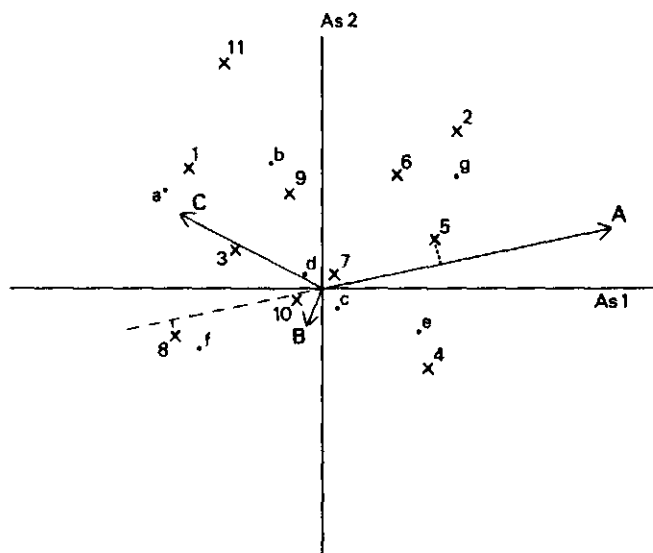
In elk preparaat werden 200, zoveel mogelijk aselekt gekozen, schaaltes geteld. Hiertoe werden op willekeurige plaatsen in het preparaat regels geteld, totdat de som van 200 was bereikt. Gebroken schalen werden meegeteld als het fragment meer dan de helft van de oorspronkelijke schaal omvatte. Bij langgerekte soorten van variabele lengte werden twee herkenbare uiteinden van een soort samen als één schaal gerekend. Een complete diatomee, bestaande uit twee schalen, telde voor twee. Schalen langs de rand van het gezichtsveld werden meegeteld als ze ten minste voor de helft zichtbaar waren. De procentuele hoeveelheid van elk taxon is het aantal schaaltes gedeeld door twee.

Van enkele monsters werd ongereinigd materiaal bekeken in een waterpreparaat bij een vergroting van 500x om na te gaan of diatomeeën een belangrijke component van de algengemeenschap in haar totaliteit zijn. Overal kwamen de diatomeeën het meest voor, maar in monsters uit de Seelbeek (12A) en vooral de Heelsumse beek (14C) bevonden zich ook veel draadwieren.

3.2.2 Verwerking van de gegevens

Canonische correspondentieanalyse (CCA)

Om de variatie in de tellingen van alle monsters in haar totaliteit en in relatie tot de gemeten milieuvariabelen te overzien, is gebruik gemaakt van canonische correspondentieanalyse (CCA), een multivariate analysetechniek (Ter Braak 1986, 1987b, Jongman et al. 1987). Met deze ordinaatiemethode is het mogelijk om de gegevens van veel soorten en milieuvariabelen op een groot aantal monsterpunten terug te brengen tot enkele dimensies, waarvan er twee tegelijk kunnen worden afgebeeld in een plat vlak, in een stelsel van loodrecht op elkaar staande assen (fig. 5).



Figuur 5. Voorbeeld van een ordinatiediagram. Op de assen zijn de scores van de monsters (x), aangeduid met nummers, en de soorten (.), aangeduid met kleine letters, uitgezet. De milieuvariabelen (aangeduid met hoofdletters) zijn als pijlen weergegeven.

De methode probeert de oorspronkelijk aanwezige variatie tussen de monsters zoveel mogelijk te behouden.

In de monsters 7 en 10 (fig. 5) komen alleen gewone soorten voor. Deze liggen daarom dicht bij de oorsprong van het assenstelsel. De gewone soorten (c en d) hebben hun optimum in het centrum van het diagram of zijn wijd verspreid en daardoor onafhankelijk van de assen. Soortenarme monsters of monsters met een afwijkende soortensamenstelling liggen ver van de oorsprong (b.v. monster 11). Milieuvariabelen (A, B en C) kunnen als een punt in het assenstelsel worden afgebeeld en door een lijn met de oorsprong worden verbonden. Stelt men zich deze lijn voor als een pijl met de basis in de oorsprong van het assenstelsel, dan wijst de pijl in de richting van de sterkste toename van de invloed van de betrokken milieuvariabele. De waarde van een belangrijke milieuvariabele voor een monster wordt gevisualiseerd door de loodrechte projectie van het monster (b.v. 5) op de pijl of de denkbeeldige voortzetting daarvan naar beide zijden (b.v. 8). De statistische significantie van de betrokken milieuvariabelen kan worden getoetst. Uit de grafiek kan worden afgeleid dat milieuvariabele A voor monster 5 erg belangrijk is en dat de soorten e en g er veel in zullen voorkomen. Soort a is in dit monster minder belangrijk. Ook komt de gewone soort c er waarschijnlijk nog veel in voor.

De analyse werd uitgevoerd met het programmapakket Canoco, versie 3.11 (Ter Braak 1988, 1990). Hierin wordt gebruik gemaakt van actieve en passieve monsters. Van actieve monsters zijn gegevens over de diatomeeën en de milieuvariabelen beschikbaar. Dit zijn monsters uit 1990 (van elk monsterpunt één monster). De overige recente monsters en de oude monsters, zonder milieugegevens, fungeren als passieve monsters. De scores hiervan op de assen worden wel berekend, maar ze spelen geen rol bij de bepaling van deze assen. De ordinatiediagrammen, die uit de analyse resulteren, zijn in biplot scaling, waarbij soorten gewogen gemiddelden zijn van de monsterscores (dit is de standaardoptie in Canoco 3.11). Het belang van de tweede en derde as in het monsterdiagram wordt hierbij iets overdreven. De scores van de milieuvariabelen zijn dan tevens correlaties van die variabelen met de assen.

Alleen de 42 soorten met een gemiddelde relatieve abundantie van ten minste 0.4% in de actieve monsters zijn gebruikt, want ervaring leert dat zeldzame soorten soms betrekkelijk willekeurige posities in de ordinatie krijgen en daardoor het algemene beeld vertroebelen. Via voorwaartse selectie zijn milieuvariabelen achtereenvolgens één voor één aan het model toegevoegd. Vóór elke toevoeging is met een permutatietoets nagegaan of de milieuvariabele een significante ($p \leq 0.05$) verbetering van het model gaf. Bij de selectie van de significante variabelen werd er tevens voor gewaakt dat de inflatiefactor (een maat voor de onderlinge correlaties tussen de milieuvariabelen) niet groter werd dan 3.

Omdat het aantal milieuvariabelen (34) zeer groot is ten opzichte van het aantal actieve monsters (35) en er in zo'n geval altijd statistisch significante milieuvariabelen gevonden worden, die dat echter ecologisch niet hoeven te zijn, is er eerst een ordinatie verricht met 13 milieuvariabelen, die in tabel 9 met een * zijn aangegeven. Dit zijn variabelen die niet zeer sterk met elkaar gecorreleerd zijn ($-0.8 < r < 0.8$) en waarvan bekend is dat ze belangrijke milieuvariabelen voor diatomeeën zijn (pH, DOC, oP, NH_4 , Al, NO_3 , O_2), dat ze hydrologisch van groot belang zijn (Fe, Cl, IR) of waarvan we juist willen weten of ze belangrijk zijn voor de diatomeeën (NO_3 , SO_4). Op deze manier werd een aantal signifi-

cante ($p \leq 0.05$) milieuvariabelen geselecteerd. Hierna werd de analyse herhaald, maar nu met alle milieuvariabelen uit tabel 9. De bij de eerste analyse gevonden significante milieuvariabelen werden nu onmiddellijk geselecteerd. Daarna werd nagegaan of er nog meer significante milieuvariabelen konden worden gevonden. De overige keuzen tijdens de uitvoering van het programma zijn opgenomen in bijlage 9.

Schatten van de pH

Voor elk monster werd de procentuele hoeveelheid berekend van soorten, behorend tot de zuurgraadklassen volgens Hustedt (1939):

acb	acidobionten:	soorten die uitsluitend bij pH < 7 voorkomen, optimum bij pH < 5.5,
-		
acf	acidofielen:	soorten die overwegend bij pH < 7 voorkomen,
cir	circumneutralen:	soorten met pH-optimum ca 7,
alf	alkalifielen:	soorten die overwegend bij pH > 7 voorkomen,
alb	alkalibionten:	soorten die uitsluitend bij pH > 7 voorkomen, optimum bij pH > 8.5,
-		
onb	onbekenden:	soorten met onbekend pH-optimum.

De zuurgraadklassen van de verschillende soorten werden ontleend aan een groot aantal publikaties, o.a. Van Dam *et al.* (1981) en Denys (1991), en eigen ervaring.

Ter Braak & Van Dam (1989) geven de volgende formule voor het bepalen van de pH uit de samenstelling van de diatomeeën-combinatie:

$$\text{pH}_{\text{mr}} = \frac{\text{acb} \times a + \text{acf} \times b + \text{cir} \times c + (\text{alf} + \text{alb}) \times d}{\text{acb} + \text{acf} + \text{cir} + (\text{alf} + \text{alb})}$$

De coëfficiënten a, b, c, en d hebben Ter Braak & Van Dam (1989) door middel van multiële regressie bepaald op 161 monsters van vennen en bedragen respectievelijk 3.9, 4.9, 6.2 en 7.8 (deze getallen zijn ongeveer de optimale pH-waarden voor de verschillende zuurgraadklassen). In dit bekenonderzoek werd pH_{mr} berekend met de vennencoëfficiënten, maar ook nadat de coëfficiënten a, b, c en d waren bepaald door multiële regressie van de zuurgraadklassen van 35 monsters (de z.g. calibratiemonsters) op de gemeten pH-waarden, met het programma Genstat. De RMSE (root mean squared error) van de schatting werd analoog aan de standaardafwijking bepaald volgens:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (pH_{gi} - pH_{mr_i})^2}{n}},$$

waarin pH_{gi} de gemeten pH, n het aantal monsterpunten en pH_{mr_i} de berekende pH-waarden voor de monsters 1... n zijn (Ter Braak 1987a, Van Dam & Ter Braak 1989, Birks *et al.* 1990). Ook is de RMSE berekend van een verzameling toetsingsmonsters: recente monsters die niet tot de calibratiemonsters behoren, maar waarvan wel de pH gemeten is.

Een tweede methode om de pH te schatten uit de samenstelling van de diatomeeëncombinaties is die van de gewogen gemiddelden. Een soort j met een bepaald pH-optimum zal het meest voorkomen in wateren met een pH dicht bij dit optimum. Een redelijke schatting van dit optimum (pH_{optj}) is het gewogen gemiddelde van de pH van de verschillende monsterpunten waarin deze soort voorkomt:

$$pH_{optj} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i * pH_{gi}}{\sum_{i=1}^n x_i},$$

waarin pH_{gi} de gemeten pH, n het aantal monsterpunten en $x_{1...n}$ de procentuele hoeveelheden van soort j in de monsters 1... n zijn.

De berekende pH-optima van de soorten kunnen gebruikt worden voor het schatten van de pH van het water door het gewogen gemiddelde van de pH-optima van de aanwezige soorten te berekenen:

$$pH_{ges} = \frac{\sum_{j=1}^m x_j * pH_{optj}}{\sum_{j=1}^m x_j},$$

waarin pH_{ges} de geschatte pH van het water en x_{1...m} de procentuele hoeveelheden van de soorten 1...m in het monster zijn.

Doordat er twee keer een gewogen gemiddelde is genomen wordt de pH van monsters met lage pH te hoog en die van monsters met hoge pH te laag geschat. Om dit te compenseren vindt er ontkrimping (deshrinking) plaats. Dat gebeurt door regressie van pH_g op pH_{ges} (klassieke of omgekeerde regressie). Met behulp van de gevonden regressievergelijking wordt uit de pH_{ges} de pH_{wa1} (pH door weighted averaging met omgekeerde regressie) of de pH_{wa2} (pH door weighted averaging met klassieke regressie) berekend, die de met diatomeeën geschatte pH van het monster voorstellen (Ter Braak & Van Dam 1989, Birks *et al.* 1990). De RMSE werd berekend volgens:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (pH_{gi} - pH_{wai})^2}{n}}$$

De RMSE van de calibratiemonsters zal lager zijn dan in een willekeurige verzameling monsters (calibratiemonsters zijn monsters waarvan metingen van de pH en de kiezelwierensamenstelling bekend zijn en waarmee bovengenoemde rekenprocedure is uitgevoerd). Daarom is de RMSE ook berekend na 'bootstrapping'. Dit houdt in dat de hele bovengenoemde procedure wordt toegepast op alle minus één calibratiemonsters. Van het ene monster wordt dan de pH berekend en vergeleken met de gemeten waarde. Dit wordt een aantal malen herhaald, steeds met een ander monster. Op die manier kan een meer realistische waarde van de RMSE worden berekend voor willekeurige monsters die niet tot de calibratiemonsters behoren. Tevens is de RMSE van een verzameling toetsingsmonsters berekend.

Voor deze berekeningen werd gebruik gemaakt van het programma WACALIB versie 3.0 (Line & Birks 1990). Met dit programma wordt voor elke soort, naast de optimale pH-waarde, ook de tolerantie voor pH berekend. Er werden dezelfde soorten als voor de CCA gebruikt. Daarbij vond geen transformatie van de procentuele hoeveelheden van de soorten plaats. Het aantal bootstrapcyclussen bedroeg 1000.

Diversiteit en statistische toetsen

Als maten voor de diversiteit (verscheidenheid) werd gebruik gemaakt van het aantal soorten in de telling, de index $H' = -\sum p_i \log p_i$ (waarin p_i de fractie van soort i voorstelt, Shannon & Weaver 1949) en de dominantie (de procentuele hoeveelheid van de meest voorkomende soort, Van Dam 1982).

De significantie van de veranderingen van de diversiteit in de loop van de tijd, de pH-wa, de aantallen zeldzame soorten en de voor- en achteruitgang van een aantal soorten werd getoetst met een Wilcoxon rangtekentoets volgens Siegel (1956). In voorkomende gevallen werd daarbij gebruik gemaakt van de procedure 'mannwhitney' binnen het Genstat-pakket (Thissen & Goedhart, 1990).

4 RESULTATEN EN DISCUSSIE

4.1 Chemie

4.1.1 Huidige toestand

De resultaten van de veldchemische bepalingen zijn vermeld in tabel 3. Alle door het laboratorium van de WMN verrichte waarnemingen zijn opgenomen in bijlage 4. De zoveel mogelijk naar mmol m^{-3} omgerekende waarden van de meeste variabelen en de IR zijn vermeld in tabel 4, behalve carbonaat en totale hardheid. Carbonaat was steeds niet aantoonbaar en de totale hardheid is de som van calcium en magnesium.

Tabel 4. Chemische analyses uit het laboratorium van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland, indien mogelijk omgerekend naar mmol m^{-3} . K1 = kleur bij 320 nm, K2 = kleur bij 455 nm, DOC = opgeloste organische koolstof, TIC = totaal anorganische koolstof, Alkl = alkaliniteit in het lab., IR = Ionic Ratio.

Nr	pH	EC25l	KmNO4	K1	K2	DOC	TIC	CO2	SiO2	oPO4	tPO4	NH4o	NH4	K	Na	Ca	Mg	Mn	Al	Fe	Cl	Alkl	NO3	SO4	IR	
-	-	ms/m	mgO2/l	mgPt/l	-	-	-	-	-	-	-	-	mmol/m3	-	-	-	-	-	-	-	meq/m3	mmol/m3	-	-	-	
1B	5.7	10.7	0.8	<2	<2	108	375	318	328	<0.3	<0.3	2	1.4	28	457	130	74	0.5	0.93	0.4	386	66	153	167	.40	
1C	5.6	11.0	0.4	<2	<2	83	350	318	235	<0.3	<0.3	<1	1.4	31	435	120	95	0.9	3.71	1.6	409	66	86	187	.37	
2A	5.8	12.1	0.7	<2	<2	108	891	727	224	<0.3	6.8	1	1.4	28	370	217	78	0.4	3.34	0.5	364	147	153	167	.54	
2B	6.7	14.9	0.3	<2	<2	92	999	341	231	<0.3	0.6	<1	1.4	26	326	399	90	0.5	0.59	5.6	310	623	57	187	.72	
3A	6.8	13.2	0.5	<2	<2	117	1191	341	288	<0.3	1.0	1	1.4	18	326	362	82	2.4	0.44	0.4	271	803	<4	115	.73	
3B	7.1	14.9	1.2	<2	<2	83	600	114	144	1.0	1.0	3	0.7	18	413	374	74	<0.2	1.48	<0.4	322	459	54	250	.70	
3C	7.1	14.3	0.3	<2	<2	67	1174	204	288	<0.3	<0.3	<1	0.7	18	348	412	82	3.5	<0.19	0.5	282	918	7	104	.74	
4A	6.7	16.5	0.6	<2	<2	167	816	273	246	<0.3	<0.3	<1	0.7	23	413	449	95	3.6	0.19	<0.4	386	508	93	271	.70	
4B	6.9	15.4	0.8	<2	<2	100	991	250	253	<0.3	<0.3	2	0.7	38	391	399	86	2.4	1.85	1.6	347	672	107	135	.70	
5A	6.5	12.1	0.5	<2	<2	158	924	432	263	<0.3	7.4	<1	3.6	26	348	299	82	1.3	0.30	3.8	355	426	25	177	.63	
5B	6.5	16.5	1.1	<2	<2	4	108	1016	477	303	<0.3	0.3	1	2.1	43	413	362	123	22.8	0.44	10.7	417	459	4	312	.63
5C	6.8	14.3	0.5	<2	<2	92	600	182	267	<0.3	0.3	<1	1.4	36	370	324	103	4.0	1.67	1.3	381	393	64	219	.63	
6A	6.2	10.1	0.5	<2	<2	75	500	318	185	<0.3	1.3	1	0.7	28	326	177	78	0.5	0.19	<0.4	282	164	114	167	.56	
6C	5.6	10.1	0.5	<2	<2	150	466	409	158	<0.3	<0.3	3	<0.7	26	348	150	82	0.4	4.08	0.5	271	66	114	187	.53	
6D	6.5	9.5	0.6	<2	<2	50	500	227	206	<0.3	0.6	1	0.7	20	326	167	74	0.4	0.93	0.5	271	246	75	125	.55	
7A	6.7	12.1	0.2	<2	<2	58	941	318	235	<0.3	0.6	<1	0.7	18	283	312	90	4.6	0.26	3.9	279	606	64	104	.69	
7B	7.3	12.1	0.4	<2	<2	92	691	91	239	<0.3	0.3	<1	1.4	18	304	312	82	6.0	0.74	1.1	282	574	39	125	.69	
8A	5.1	9.4	29.0	5	12	400	674	659	242	<0.3	0.6	33	35.7	36	283	142	74	15.1	4.08	3.6	299	33	21	208	.49	
8B	5.1	12.7	0.8	<2	<2	125	483	477	199	<0.3	0.6	11	5.7	31	304	202	136	5.3	16.68	1.1	293	49	182	260	.58	
8C	6.3	11.6	1.2	<2	<2	67	541	318	206	<0.3	0.3	4	1.4	20	283	250	103	1.3	0.44	3.6	251	197	143	208	.67	
8D	6.7	10.4	0.9	<2	<2	50	466	159	235	<0.3	0.6	3	2.1	18	304	235	86	2.7	0.89	1.1	262	295	54	167	.64	
9D	4.7	21.5	9.5	3	5	167	358	341	167	<0.3	<0.3	4	1.4	54	478	274	296	6.6	44.48	0.4	409	16	400	458	.57	
10A	7.2	23.1	3.7	8	29	233	1724	250	199	1.0	1.0	8	1.4	38	370	773	197	0.4	0.93	0.7	375	1508	25	208	.80	
10B	7.3	22.6	2.5	3	8	117	1424	159	199	0.6	0.6	5	20.0	23	457	686	185	0.9	1.11	0.5	516	1295	29	177	.73	
10C	7.4	20.4	1.6	<2	<2	6	125	1107	114	169	0.3	0.6	5	3.6	31	413	586	197	1.3	2.59	0.9	401	1016	96	239	.75
11A	6.6	11.0	0.2	<2	<2	42	783	318	203	<0.3	0.3	<1	0.7	18	283	299	74	0.4	0.26	0.4	212	459	75	125	.74	
11B	6.8	10.9	0.3	<2	<2	58	808	227	214	<0.3	0.3	<1	0.7	15	283	287	70	0.7	0.52	<0.4	231	442	61	125	.71	
12A	6.5	25.3	1.1	<2	<2	3	167	974	454	242	<0.3	<0.3	3	<0.7	26	696	611	148	0.7	0.93	0.5	609	426	457	375	.67
13B	6.9	24.7	0.3	<2	<2	58	491	114	246	0.3	0.3	1	<0.7	38	718	536	152	<0.2	0.67	0.5	748	328	407	333	.59	
14A	5.3	27.5	1.5	<2	<2	133	758	727	256	<0.3	<0.3	3	<0.7	72	631	611	165	1.5	18.53	0.5	654	82	785	385	.65	
14C	5.8	31.9	0.8	<2	<2	241	808	659	224	<0.3	6.5	4	17.1	90	1174	524	185	5.1	7.41	<0.2	1063	180	857	281	.50	
15B	4.5	23.1	7.0	2	2	183	491	500	182	2.6	2.6	17	7.9	41	587	187	206	1.5	177.91	0.7	669	<16	607	312	.36	
16B	5.9	24.7	0.6	<2	<2	58	600	477	274	0.6	1.6	1	1.4	107	718	412	222	0.4	1.11	<0.4	694	164	821	187	.54	
16C	6.4	23.1	2.4	2	6	208	366	182	285	0.3	0.3	4	1.4	107	652	387	230	0.5	1.48	0.5	705	180	642	208	.52	
16F	6.6	31.4	4.2	9	15	516	391	159	228	0.3	0.3	9	5.0	199	631	624	309	2.0	4.82	1.4	745	246	892	406	.63	
17A	6.4	45.1	8.0	5	8	316	941	477	214	0.6	6.5	26	10.0	225	631	1098	452	0.7	1.11	0.4	722	393	2070	385	.75	

De pHv en pHl komen sterk met elkaar overeen. De gemiddelde waarden zijn met 6.3 gelijk maar de spreiding in de pHv (4.3-7.6) is iets groter dan die van pHl (4.5-7.6). De regressievergelijking is $\text{pHv} = -0.13 + 1.015 \cdot \text{pHl}$ en de produkt-moment-correlatiecoëfficiënt (r) bedraagt 0.994. Er is ook een zeer sterk verband tussen de in het laboratorium en in het veld gemeten alkaliniteit: $\text{alkl} = -0.01 + 0.95 \cdot \text{alkv}$ ($r = 0.996$). Dat wil zeggen dat de alkl altijd iets lager is dan de alkv.

In tabel 5 zijn de waarnemingen uit de tabellen 3 en 4 samengevat. Omdat veel variabelen scheef zijn verdeeld, zijn meetkundige in plaats van rekenkundige gemiddelden opgenomen. Deze komen ongeveer overeen met de medianen. Voor de niet-scheef verdeelde variabelen is er overigens weinig verschil tussen de meetkundige en rekenkundige gemiddelden. Hierbij is monster 17 van de sterk door landbouw beïnvloede Nijmolense beek buiten beschouwing gebleven.

Tabel 5. Samenvatting van de fysische en chemische metingen op 35 monsterpunten (zonder 17A). Min. = minimum, gem. = meetkundig gemiddelde, max. = maximum.

Variabele	eenheid	min.	gem.	max.
stroomsnelheid	m s^{-1}	0.00	0.05	0.33
breedte	m	0.10	1.3	7.0
diepte	m_2	0.02	0.13	0.40
dwarsdoorsnede	m	0.002	0.17	1.75
afstand tot oorsprong	m	1	57	1750
temperatuur	$^{\circ}\text{C}$	5.4	8.8	10.8
pHv	-	4.3	6.2	7.6
pHl	-	4.5	6.3	7.4
alkv	meq m^{-3}	30	291	1600
alkl	meq m^{-3}	8	241	1508
ec25v	mS m^{-1}	9.4	16.0	31.8
ec25l	mS m^{-1}	9.4	15.6	31.9
O ₂	mmol m^{-3}	56	188	350
KMnO ₄	$\text{mg O}_2 \text{ l}^{-1}$	0.2	0.9	29
kl320	mg Pt	1	1.3	9
kl455	mg Pt	1	1.7	29
DOC	mmol m^{-3}	42	111	516
TIC	mmol m^{-3}	350	688	1724
CO ₂	mmol m^{-3}	91	289	727
SiO ₂	mmol m^{-3}	144	226	328
oPO ₄	mmol m^{-3}	0.2	0.3	2.6
tPO ₄	mmol m^{-3}	0.2	0.5	7.4
NH ₄ ⁺	mmol m^{-3}	1	2	33
NH ₄ ⁺	mmol m^{-3}	0.4	1.6	36
K	mmol m^{-3}	15	32	199
Na	mmol m^{-3}	283	414	1174
Ca	mmol m^{-3}	120	320	773
Mg	mmol m^{-3}	70	116	309
Mn	mmol m^{-3}	0.1	1.3	23
Al	mmol m^{-3}	0.11	1.4	178
Fe	mmol m^{-3}	0.1	0.8	11
Cl	mmol m^{-3}	212	387	1063
NO ₃ ⁻	mmol m^{-3}	2	95	892
SO ₄ ²⁻	mmol m^{-3}	104	202	458
IR	-	0.36	0.61	0.80

De monsters zijn als volgt over het pH-traject van 4.5 tot 7.4 verdeeld: 4.5-5.0 (2), 5.1-5.5 (3), 5.6-6.0 (6), 6.1-6.5 (7), 6.6-7.0 (11) en 7.1-7.4 (6). De alkl ligt tussen 8 en 1508 meq m⁻³. De monsters omvatten het hele traject van sterk zure, ongebufferde tot neutrale, matig gebufferde wateren. In enkele wateren, in het bijzonder de Bron op de Archemerberg (15B), de Bron op de Zijpenberg (9D), de Heelsumse beek (14A) en de Soerense beek (8B), komen hoge aluminiumconcentraties voor, hetgeen een duidelijke indicatie voor verzuring is.

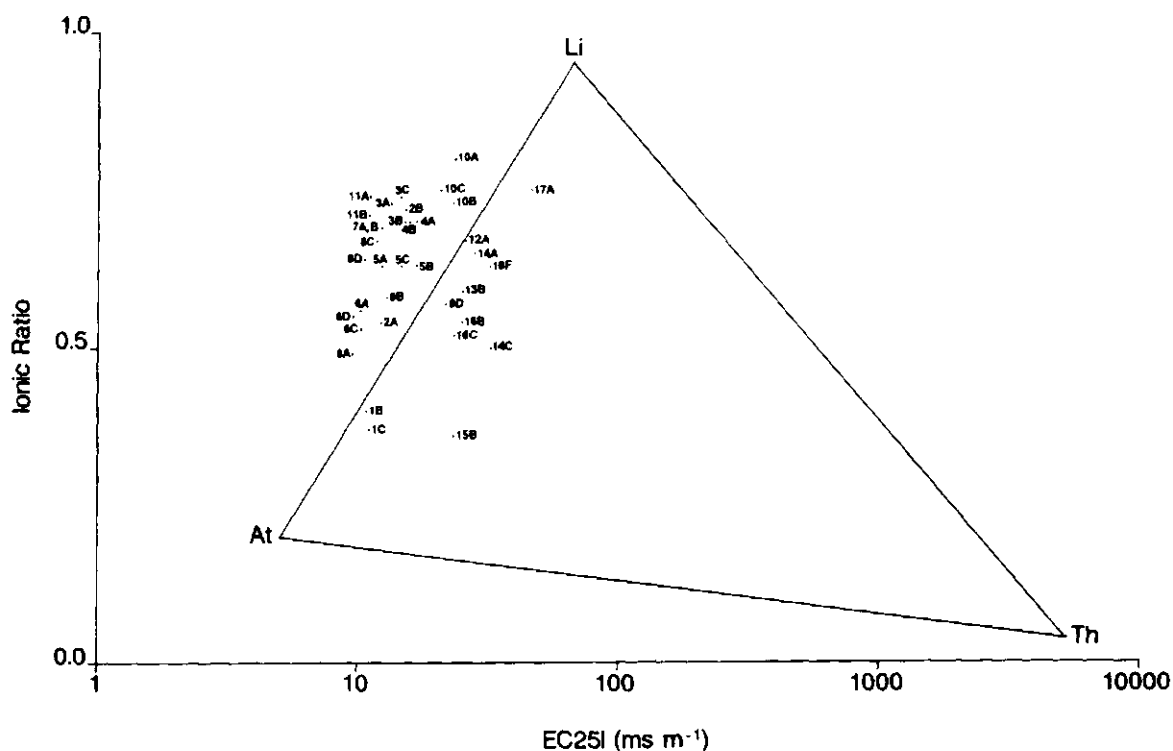
De meeste wateren zijn, zeker in verhouding tot andere Nederlandse oppervlaktewateren, arm aan macro-ionen. De ammoniumconcentraties zijn over het algemeen laag (<5 mmol m⁻³, tabel 4), hetgeen erop wijst dat het grootste deel van de met de atmosferische depositie aangevoerde ammonium wordt genitrificeerd in het zuurstofhoudende grondwater van de stroomgebieden. De nitraatconcentraties zijn niet bijzonder laag. De hoogste nitraatconcentratie (2070 mmol m⁻³) komt voor in de kop van de Nijmolense beek (17), die direct door de landbouw wordt beïnvloed. De beide takken van de Springendalse beek (16), die gedeeltelijk door landbouwwater worden gevoed, hebben ook hoge nitraatconcentraties (tabel 4). Ook in de Heelsumse beek (14), de Bron op de Duno (13) en de Seelbeek (12), die onder invloed van landbouw en/of bebouwing staan, worden hoge nitraatconcentraties (>400 mmol m⁻³) gevonden. In deze wateren wijzen ook de hoge chloridegehalten (600 mmol m⁻³, tabel 4) op de invloed van landbouw en/of bebouwing. Opvallend zijn de hoge nitraatconcentraties in de Bronnen op de Zijpenberg (9) en de Archemerberg (15), waar op beide plaatsen geen sprake is van landbouwactiviteiten in het stroomgebied. Hier is de minerale stikstof vrijwel geheel afkomstig van atmosferische depositie. Nitraatconcentraties van 400 mmol m⁻³ en hoger gaan gepaard met relatief hoge waarden van het elektrische geleidingsvermogen (>20 mS m⁻¹).

De concentraties van ortho- en totaalfosfaat zijn meestal laag. De relatief hoge concentraties totaal-fosfaat in de kop van de Nijmolense beek (17A) en het middenstroomse punt in de Heelsumse beek (14C) zijn mogelijk het gevolg van landbouwactiviteiten. De relatief hoge concentraties totaal-fosfaat in de koppen van de Tongerense beek (2A) en de Orderbeek (5A) worden waarschijnlijk veroorzaakt door de aanwezigheid van verterend organisch materiaal in combinatie met een zeer geringe stroomsnelheid (tabel 3).

De hoogste waarden voor organisch en anorganisch ammonium, kaliumpermanganaatverbruik en opgeloste organische koolstof komen voor in een verwaarloosde kop van de Soerense beek (8A), die door wilde zwijnen als zoelplaats wordt gebruikt. Op de meeste overige punten is de hoeveelheid opgelost organisch materiaal uiterst gering, zoals kan worden afgeleid uit de waarden voor kleur, organisch ammonium, kaliumpermanganaatverbruik en opgeloste organische koolstof (tabel 4).

Het ijzergehalte is soms hoog. De maximale waarde (11 mmol m⁻³) werd (samen met mangaan) gemeten in een kop van de Orderbeek (5B). Verder kwamen hoge waarden (>3 mmol m⁻³) voor in de Tongerense beek (2B), de Vrijenbergerspreng (7A) en de Soerense beek (8A, 8C). Behalve op punt 8A zijn dit indicaties voor de afvoer van grondwater met een lange verblijftijd.

De ionenverhouding IR is in figuur 6 uitgezet tegen het elektrische geleidingsvermogen.



Figuur 6. EC-IR-diagram volgens gegevens uit tabel 4. Het referentiepunt voor atmoclien (At) water betreft regenwater te Witteveen, dat voor thalassoclien (Th) water de Noordzee en lithoclien (Li) water gerijpt grondwater) de natuurlijke samenstelling van de Rijn te Lobith (Van Wirdum 1980, 1991).

De meeste monsters liggen op of nabij de rechte die de referentiepunten voor atmoclien en lithoclien water verbindt. Daarmee verschillen de beken van de meeste Nederlandse oppervlaktewateren, die meer in het centrum van het diagram liggen (Van Wirdum 1991). De monsters uit de Beekhuizerbeek (10A, B en C) zijn het meest lithoclien. Vermoedelijk is dat een gevolg van de samenstelling van de ondergrond, die hier veel löss bevat (Vink 1949). Ook de Hartense spreng (3A, B en C) en de Eerbeekse beek (11A en B) hebben een sterk lithocliene inslag. Dit kan een gevolg zijn van de lange verblijftijden van het grondwater in deze systemen (tabel 1), maar ook van de geologische gesteldheid. In de nabijheid van beide beken zijn kleischotten (Kant 1982), waardoor hier mogelijk relatief kalkrijk water kan opkwellen. Het water in de Vrijenbergerspreng (7) is sterk lithoclien. Dit wordt veroorzaakt door de lange verblijftijd (tabel 1). De punten in de kop (7A) en meer benedenstrooms (7B) vallen hier samen. Ook voor de rest is er tussen deze twee punten veel overeenkomst in de chemie (tabel 4), hetgeen bevestigt dat de afvoer van deze beek geheel uit de kop afkomstig is (Kant 1982).

Het water in de bovenloop van de Tongerense beek (2B) is sterk verwant aan het lithocliene type. Daarentegen staat de kop (2A) sterk onder invloed van regenwater. Daar deze punten slechts 100 m van elkaar liggen (bijl. 1) is hier een sterke gradiënt in de beek. Tussen de koppen van de Soerense beek

bestaan grote verschillen. In de verwaarloosde kop 8A is het water, conform de verwachting, het meest atmoclien. Door de kop met de grootste afvoer (8C), waar $d_{30} = 15\%$ en $d_{90} = 58\%$ (Meinardi 1993), wordt, eveneens conform de verwachting, het meest lithocliene water afgevoerd (d_{30} is het percentage van het afgevoerde water dat korter dan 30 jaar geleden in de Veluwe is geïnfilteerd, d_{90} is het percentage van het afgevoerde water dat langer dan 90 jaar geleden in de Veluwe is geïnfilteerd). Kop 8B ($d_{30} = 36\%$, $d_{90} = 26\%$) ligt tussen 8A en 8B. De samenstelling van punt 8D, waar de totale afvoer passeert ligt het dichtst bij het punt 8C, waar de grootste afvoer vandaan komt. Een alternatieve verklaring voor de grote verschillen tussen de verschillende koppen is de aanwezigheid van kleischotten (Kant 1982).

De beide monsterpunten in de Molenbeek (1B en C) hebben het sterkst atmocliene water (doch minder sterk dan door regenwater gevoede vennen; vergelijk Van Dam & Arts 1993). De verblijftijd van het water in het stroomgebied van deze beek is kort in vergelijking met de overige sprengen (tabel 2). In een van de koppen van dit systeem is $d_{30} = 60\%$, bij punt 1C (in de bovenloop) is $d_{30} = 42\%$ (Meinardi 1993). De monsterpunten in de Koppelsprengen (6A, C en D) liggen dicht bij elkaar en hebben een atmocliene inslag. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het water in dit systeem betrekkelijk jong kan zijn. Hoewel de gemiddelde verblijftijd van het opkwellende grondwater bijna 200 jaar is (tabel 1), bedraagt d_{30} op punt 6A 46% (Meinardi 1993).

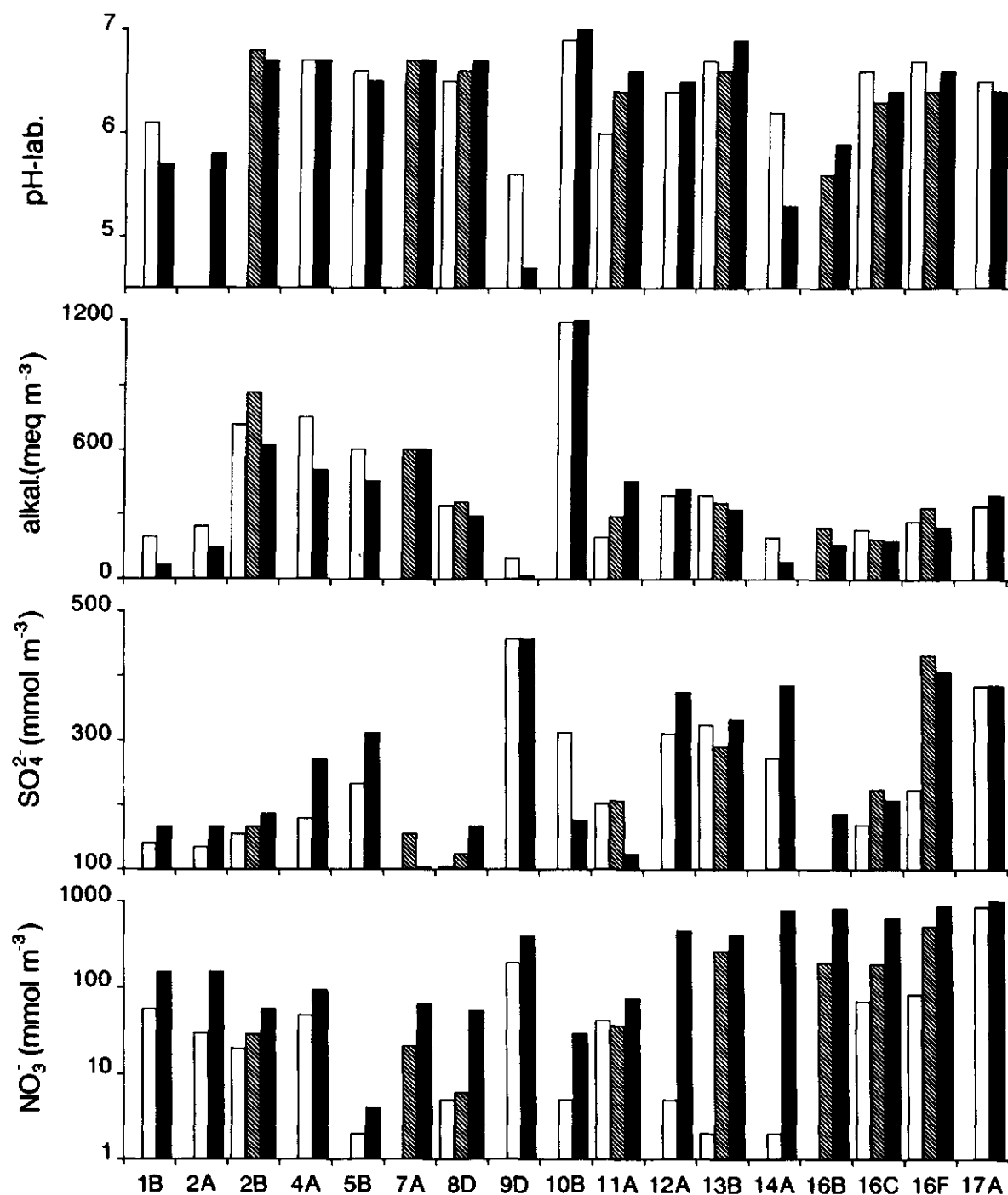
Verrijking van de beken met nitraat betekent een toename van het elektrische geleidingsvermogen. Dergelijke punten liggen in figuur 6 daarom rechts van de overige punten. Het meest atmocliene punt is hier de Bron op de Archemerberg (15B). De (slechte) buffering tegen verzuring wordt hier vooral door aluminium geleverd (tabel 4), waardoor de IR hier niet zo sterk is toegenomen als in de Bron op de Zijpenberg (9D), waarvan de ondergrond kennelijk iets kalkrijker is dan op de Archemerberg.

De kop van de Nijmolense beek (17A), waar de sterkste nitraatvervuiling is (tabel 1), heeft het hoogste geleidingsvermogen en, door de kalkhoudende meststoffen, ook een hoog IR (fig. 6). De noordelijke tak van de Springendalse beek (16B en C) is meer atmoclien dan de zuidelijke tak (16F), die sterker door de landbouw wordt beïnvloed dan de noordelijke tak (Van den Bosch 1983, Schipper & Boerrigter 1988). De Heelsumse beek (14) wordt volgens het EC-IR diagram door toevoer van verontreinigd water beïnvloed. Het lijkt daarbij alsof de verontreiniging nabij de kop (14A) sterker is dan benedenstrooms (14C), maar de betrekkelijk lage IR wordt hier veroorzaakt door een chloridegehalte dat onnatuurlijk hoog lijkt (tabel 4). Tenslotte wordt uit figuur 6 duidelijk dat ook de Bron op de Duno (13) en de Seelbeek (12) vervuild water afvoeren.

4.1.2 Veranderingen in de tijd

In bijlage 5 zijn de gemiddelde waarden van twaalf chemische variabelen op 36 monsterpunten uit verschillende jaren vermeld. De waarnemingen kunnen worden ingedeeld in drie perioden: 1969-1977, 1980-1981 en 1990; kortheids-halve aan te duiden met respectievelijk 1974, 1980 en 1990. Van elf monsterpunten zijn waarnemingen uit twee perioden en van zes punten zijn waarnemingen uit drie perioden bekend.

Van de 17 monsterpunten met meer dan een waarneming zijn de gemiddelden per periode van pH, alkl, sulfaat- en nitraatconcentratie vermeld in figuur 7.



Figuur 7. Veranderingen van pH, alkaliniteit (gemeten in laboratorium), sulfaat- en nitraatconcentratie tussen 1974 (blanco), 1981 (strepen) en 1990 (zwart).

Van deze punten zijn er 16 betrokken bij de regressieberekeningen. De Nijmolense beek (17) is hierbij buiten beschouwing gebleven, daar deze in landbouwgrond ligt. Uit figuur 7 en bijlage 5 blijkt dat het elektrische geleidingsvermogen en de concentraties calcium en nitraat hier tussen 1974 en 1990 sterk zijn toegenomen.

In tabel 6 zijn de met multiële regressie (model 'predict') berekende gemiddelden vermeld. De uitkomsten van het model 'reml' worden niet vermeld, daar deze vrijwel overeenkomen met het model 'predict'. De 16 monsterpunten zijn dus een goede doorsnede van de onderzochte 35 monsterpunten.

Tabel 6. De geschatte gemiddelden en de standaardafwijkingen van de schattingen voor chemische variabelen in drie perioden (zonder monsterpunt 17A). Behalve voor pHl en pHv zijn steeds de logaritmen van de concentraties (mmol m^{-3}) vermeld. Onderstreepte getallen zijn significant verschillend ($' = p \leq 0.05$, $" = p \leq 0.01$, $* = p \leq 0.001$) van die in de eerste periode (significante verschillen tussen 1981 en 1990 komen niet voor). n = aantal waarnemingen per periode.

Periode (n)	1974 (14)		1981 (8)		1990 (16)	
	gem.	st.afw.	gem.	st.afw.	gem.	st.afw.
pHl	6.45 ^c	0.08	6.29	0.10	6.36	0.07
pHv	5.79 ^b	0.15	-	-	6.32 [']	0.12
IR	0.54	0.01	0.62 [*]	0.02	0.62 [*]	0.01
EC25l	1.15	0.03	1.27 [']	0.04	1.25 ["]	0.02
oPO ₄	-0.42 ^c	0.10	-0.39	0.13	-0.60	0.08
NH ₄	0.51	0.10	0.20	0.13	0.12 ["]	0.09
Na + K	2.69	0.02	2.66	0.03	2.70	0.02
Ca	2.45 ^d	0.03	2.56 [']	0.04	2.57 ["]	0.02
Mg	2.08	0.07	1.94	0.10	2.12	0.06
Cl	2.69	0.02	2.65	0.03	2.65	0.02
Alkl	2.55	0.04	2.51	0.06	2.40 [']	0.03
NO ₃	1.24	0.14	1.77 ["]	0.19	2.20 [*]	0.12
SO ₄	2.30	0.03	2.39 ^a	0.04	2.36	0.02

^an=7, ^bn=11, ^cn=12, ^dn=13

De pHl is tussen 1974 en 1991 niet significant veranderd en is ongeveer 6.4 (tabel 6). De pHv is in die tijd significant toegenomen van 5.8 tot 6.3, maar dit is waarschijnlijk slechts een schijnbare verandering. Het verschil tussen de pHv en pHl in 1974 is met 0.7 wel erg groot en heeft waarschijnlijk sterk te maken met een onzorgvuldige veldmeting. In Van Dam & Sollman (1974) zijn de destijds gebruikte pH-meters en -elektroden niet vermeld. De eerste auteur en E. Romijn (pers. meded.), die in 1974 meewerkte met de veldchemische metingen, kunnen zich de gebruikte apparatuur en ijkmethoden niet meer herinneren. Vast staat wel dat dit geen elektroden voor wateren met lage geleidbaarheid zijn geweest. Een dergelijke nonchalance met betrekking tot pH-metingen in het veld was toen, in een tijd dat waterverzuring hier nog een onbekend fenomeen was, niet ongebruikelijk (Arts & Van Dam 1993). Meinardi (1988) rapporteert een pH-daling van ongeveer 1 eenheid tussen 1974 en 1986 in Oost-Veluws beken. Het is niet uitgesloten dat dit het gevolg is van kleine verschillen in de monsterlocaties in 1974 en 1986 en methodische problemen.

Het meetkundige gemiddelde van de alkaliniteit (af te leiden uit tabel 6 door het getal 10 te verheffen met het gemiddelde van de schattingen als exponent) neemt tussen 1974 en 1990 significant af van 355 tot 251 meq m⁻³. Deze afname is ca vier maal zo groot als men zou verwachten wanneer er tussen beide perioden alleen een verschil in bepalingsmethode en niet in alkaliniteit zou zijn, zodat de geconstateerde achteruitgang als een signaal van verzuring kan worden opgevat.

De sulfaatconcentratie neemt tussen 1974 en 1990 toe van 200 tot 229 mmol m⁻³. Het grootste deel van deze toename is tussen 1974 en 1981. Hoewel de atmosferische depositie tussen 1981 en 1990 is afgenomen (Erisman 1992), houdt de stijging in de beken nog enige tijd aan als gevolg van een hystereseffect. De stijging van de nitraatconcentratie is veel dramatischer dan die van sulfaat: het meetkundig gemiddelde stijgt van 17 mmol m⁻³ in 1974 via 59 mmol m⁻³ tot 158 mmol m⁻³ in 1990. De in 1974 toch al lage ammoniumconcentratie neemt tot 1990 significant af van 3 naar 1 mmol m⁻³ (tabel 6). De stijging van nitraat kan niet anders dan een gevolg zijn van de stijging van de atmosferische depositie van stikstofverbindingen via grondwater en oppervlakkige afstroming door landbouwactiviteiten in sommige stroomgebieden. Ammonium wordt hierbij goeddeels genitrificeerd (Meinardi 1988). Er is een redelijke overeenstemming met de toename van de nitraatconcentratie met ca 50 mmol m⁻³ tussen 1974 en 1986 in Oost-Veluwse beken, zoals geconstateerd door deze auteur.

Op de meeste bemonsteringspunten is de nitraatconcentratie verveelvoudigd (tabel 6, fig. 7). Het meest extreem is punt 14A in de Heelsumse beek, gevoed door betrekkelijk ondiep grondwater (Kant 1982), met een stijging van 2 tot 785 mmol m⁻³ tussen 1974 en 1990. Het andere uiterste is een sprengkop in de Orderbeek (5B), waar de nitraatconcentratie in dezelfde periode toenam van 2 tot 4 mmol m⁻³. Gezien de hoge ijzer- en mangaanconcentraties (tabel 4) wordt deze kop waarschijnlijk door diep grondwater gevoed. Zeer lage nitraatconcentraties (< 10 mmol m⁻³) werden in 1990 verder alleen nog in het systeem van de Hartense molenbeek (3) aangetroffen, dat een lange gemiddelde verblijftijd heeft (tabel 1). De ouderdom van dit water blijkt ook uit de lage sulfaatconcentratie (bijlage 5). Waarschijnlijk zal dit nitraatarme watertype binnen enkele decennia geheel van de Veluwe, en daarmee uit Nederland, zijn verdwenen.

De significante toename van de concentratie van het kation calcium van 281 tot 372 mmol m⁻³ tussen 1974 en 1991 (bijlage 5) is een gevolg van de stijging van de anionen nitraat en sulfaat (Reuss & Johnson 1986). Dientengevolge zijn ook het elektrische geleidingsvermogen en de IR tussen 1974 en 1991 significant gestegen.

4.2 Diatomeeën

De 82 onderzochte monsters zijn vermeld in bijlage 2. De monsters zijn hierbij aangeduid met een combinatie van letters en cijfers, die in het vervolg zal worden gebruikt. De eerste letter geeft in beginsel de aard van het monster aan (A: aangroei, D: diversen, F: draadwieren, H: herbariummateriaal, M: mengmonster, S: waterplanten T: takjes, U: uitknijpsel, V: mossen). De volgende twee cijfers en letter geven het monsterpunt aan en de laatste twee cijfers staan voor het jaar in deze eeuw. Verder zijn de monsters ingedeeld in drie groepen (1: monsters uit november 1990, waarbij volledige fysische en chemische

analyses zijn verricht en die actieve monsters in de CCA zijn, 2: monsters uit november 1990 waarvan geen volledige fysische en chemische gegevens zijn en/of die niet tot de actieve monsters in de CCA behoren, 3: oude monsters die passief meedoen met de CCA).

Van 11 van de 35 monsters uit groep 1 werd ruw materiaal globaal bekeken. In 9 van deze monsters kwamen diatomeeën veel voor en werden niet of nauwelijks andere algen aangetroffen (foto 18).



Foto 18. In ongereinigd materiaal van de meeste monsters, zoals hier uit de Heelsumse beek (14C), komen tussen anorganisch en dood organisch materiaal de diatomeeën als dominante algen voor. 1 schaaldeel = $8.7 \mu\text{m}$.

4.2.1 Flora

In bijlage 6 zijn de 251 aangetroffen taxa vermeld, met per soort de gemiddelde abundantie in alle monsters, het aantal monsters waarin een soort voorkomt en de zuurgraadklassen. Tevens zijn de 62 soorten aangegeven die in Nederland en NW-Europa zeldzaam zijn, en voornamelijk voorkomen in zwak zure wateren. Het totaal aantal soorten en het aantal zeldzame soorten is in vergelijking met andere watertypen (b.v. vennen, eutrofe wateren) erg hoog. De relatieve soortenrijkdom is een gevolg van het milieu van de onderzochte wateren, dat varieert tussen sterk zuur en neutraal en voedselarm tot matig voedselrijk. Er zijn hier veel zeldzame soorten, omdat niet-verontreinigde, zuurstofrijke, stromende wateren tegenwoordig zeldzaam zijn in NW-Europa.

De meeste gevonden taxa waren met de gebruikte literatuur goed op naam te brengen. De soorten uit het geslacht *Aulacoseira* gaven echter problemen die in bijlage 7 worden besproken.

Bijlage 8 geeft een overzicht van het aantal schaalpjes van de aangetroffen taxa per monster. De meest algemene soorten uit de 35 monsters van groep 1 (de actieve monsters uit de CCA), waarvan de samenstelling niet sterk verschilt van alle 82 monsters, zijn weergegeven in tabel 7. De meest algemene soort is *Aulacoseira crenulata* met een gemiddelde relatieve abundantie van 9.4%. Ook andere *Aulacoseira*-soorten komen veel voor: *A. alpigena* (6.8%), *A. pfaffiana* (1.7%) en *A. distans* var. *nivalis* (1.0%). Deze soorten zijn zeldzaam in NW-Europa. *A. crenulata* is niet eerder voor Nederland vermeld en komt volgens de literatuur voor in voedselarme, niet zeer kalkarme, kleine wateren, in het bijzonder bronbeken. *A. alpigena* is plaatselijk algemeen in de noordelijke landen en de bergen (Lapland, Schotland, Alpen), vooral in voedselarme wateren met een lage ionensterkte. *A. distans* var. *nivalis* komt vooral voor in de voedselarme Scandinavische meren en kleine wateren met een lage ionensterkte. *A. pfaffiana* wordt vaak aangetroffen in kleine wateren in noordelijke landen en bergstreken (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991).

Achnanthes minutissima (8.6%), een van de algemeenste soorten in het gebied, is een kosmopolitische soort en misschien wel de gewoonste zoetwateriatomee ter wereld. Hij komt voor bij een pH van 4.3 tot >9, maar heeft een optimum rond 7. Sterke verontreiniging door organisch afbreekbaar materiaal en toxische stoffen wordt gemeden (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991). De soort heeft veel zuurstof nodig (Cholnoky 1968). Ook *Fragilaria construens* var. *venter* (6.9%) en *F. pinnata* (4.9%) zijn kosmopolitische taxa. Ze komen vooral voor in neutrale tot alkalische, (matig) voedselrijke, zuurstofrijke wateren met gemiddelde tot hoge ionensterkte, die niet tot weinig met organisch afbreekbaar materiaal worden belast. *F. pinnata* schijnt thans minder algemeen te zijn dan vroeger, als gevolg van waterverontreiniging (Van der Werff & Huls 1957-1974, Cholnoky 1968, Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991).

Voorts komt *Eunotia subarcuatoides* (4.8%) nog algemeen voor, vooral op de monsterpunten met pH tussen 5 en 6. Volgens Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991) is dit waarschijnlijk een kosmopolitische soort die veel in zure (pH 3.7-5.2), voedselarme, elektrolytarne beekjes in Middeneuropese middelgebergten voorkomt en zich waarschijnlijk door antropogene verzuring uitbreidt. *E. exigua* (3.0%) kan zich massaal ontwikkelen in verzuurde vennen (Van Dam 1988) en bereikt in het studiegebied dan ook zijn maximale ontwikkeling in een sterk zure bron bij pH = 4.7.

Onder de overige soorten in tabel 7 komt nog een aantal bijzondere soorten voor, waarvan *Achnanthes rechtensis* (0.5%) en *Surirella roba* (2.1%) nog niet eerder in Nederland werden gevonden.

Beide soorten zijn karakteristiek voor voedselarme, elektrolytarne, ongeveer neutrale, stromende wateren in middelgebergten; waarbij de laatste soort het meest zeldzaam is (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991). Andere bijzondere soorten uit licht zure tot neutrale, voedselarme tot matig voedselarme wateren zijn in tabel 7 met een * aangegeven. *Diatoma mesodon* is in NW-Europa niet zeldzaam in kalkrijke bronnen en beken, maar is dat in Nederland wel en komt vooral in de Veluwe sprengen voor (Van der Werff & Huls 1957-1974). *Meridion circulare*, een andere zeer algemene soort van kalkrijke bronnen en (bron)beken (Van der Werff & Huls 1957-1974), komt in de door ons onderzochte wateren betrekkelijk weinig voor (bijlage 6), waarschijnlijk doordat het kalkgehalte daarvoor te laag is.

Enkele soorten uit tabel 7 staan bekend als soorten die goed bestand zijn tegen tijdelijk droogvallen, zoals *E. paludosa* in zure wateren en *Navicula gallica* var. *perpusilla* in neutrale tot alkalische wateren (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991).

Tabel 8 geeft een overzicht van de taxa die niet eerder in Nederland werden aangetroffen (zeldzaamheidscategorie 3 uit bijlage 6) en die nog niet in tabel 7 zijn vermeld.

Ten behoeve van de overzichtelijkheid zijn per beekstelsysteem monsterpunten bij elkaar gevoegd. Dit betekent niet dat elk taxon op elk van de monsterpunten van de kolom aanwezig is. Zo komt *Achnanthes dauv* wel voor op de punten 10C en D, maar niet op 10A en B. Ook is er geen onderscheid gemaakt tussen verschillende jaren. Sommige taxa zijn zeer trouw. Zo komt *Navicula globulifera* var. *robusta* zowel in 1974 als 1990 op punt 5C (Orderbeek) voor, maar niet op andere punten of in andere jaren.

Tabel 8. Taxa die voor het eerst in Nederland zijn aangetroffen, per beeksysteem.

Taxon	beek monsterpunten	Voorkomen in studiegebied												Ecologie en verspreiding (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991)					Verspreiding	Overige opmerkingen
		3	4	5	6	7	8	10	11	13	16	16	Z ^a	I ^b	V ^c					
<i>Achnanthes deonensis</i>			*				*					*	N	L	L	zeldzaam in Europa	-			
<i>A. dau</i>		*	*					*					N	LM	L	N. halfmond	-			
<i>A. kranzii</i>											*		NZ	L	L	Europ. middelgebergten	strom. water op silikaat			
<i>Caloneis sublinearis</i>							*						-	-	-	kosmopoliet	-			
<i>Cymbella similis</i>							*						-	K	L	noordelijk-alpien	natte rotsen, muren			
<i>Diploneis perma</i>							*						-	-	-	noordelijk-alpien	-			
<i>Fragilaria acidoclinata</i>												*	NZ	L	-	o.a. Ierland	-			
<i>Navicula angusta</i>							*				*		NZ	L	-	kosmopol., zeldz. in Eur.	-			
<i>N. concentrica</i>								*					-	-	L	zeldz. in Europ. gebergten	-			
<i>N. globulifera</i> var. <i>robusta</i>				*									-	-	-	kosmopol., zeldz. in Eur.	oligosaprobe wateren			
<i>N. meniscus</i> var. <i>grunowii</i>								*					-	-	-	-	-			
<i>N. microcari</i>									*				-	-	-	-	-			
<i>Surirella roba</i>		*		*					*				Z ^d	LM	L	zeldz. in Europ. middelgeb.	in stromend water			

^a Zuurgraad (N: neutraal, Z: zwak zuur, NZ: neutraal - zwak zuur), ^b Ionensterkte (L: laag, H: hoog, K: kalkrijk), ^c Voedselrijkdom (L: laag), ^d Leclercq (1983)

De meeste taxa uit tabel 8 zijn in Europa niet algemeen en komen in de noordelijke landen, de Alpen of middelgebergten voor in zwak zure tot neutrale wateren met een lage voedselrijkdom, bij een lage tot middelmatige ionensterkte (kalkarm tot kalkrijk). Het rijkt aan nieuwe soorten zijn de Vrijenbergerspreng bij de kleine waterval (7B, een voor Nederland zeer uitzonderlijk milieu, foto 9), diverse punten in de Beekhuizerbeek (10, de kalkrijkste van de onderzochte wateren) en de noordelijke tak van de Springendalse beek (16A, B en C). In de Tongerense beek (2) werden geen en in de Koppelsprengen (6) werden slechts weinig nieuwe taxa aangetroffen. Hier werden door Janssen (1976) en Marks (1976) al veel soorten gevonden, die destijds nieuw voor Nederland waren.

Samenvattend: de onderzochte beken zijn over het algemeen soortenrijk en er komen veel bijzondere soorten in voor, die ook in Noordwesteupees verband zeldzaam zijn. Dit is het gevolg van de aanwezigheid van zuur tot neutraal, kalkarm tot matig kalkrijk, voedselarm tot matig voedselrijk, zuurstofrijk, stromend water, dat niet wordt belast met lozingen van organisch afbreekbaar materiaal en toxische stoffen. Dergelijke milieus zijn in Nederland, maar ook in de rest van NW-Europa, thans uitermate zeldzaam.

4.2.2 Soortensamenstelling in relatie tot milieuvariabelen

Alle 84 monsters uit bijlage 2 werden gebruikt voor de canonische correspondentieanalyse (CCA). De 35 monsters uit groep 1 zijn actieve monsters. Van deze monsters zijn de in tabel 9 vermelde milieugegevens gebruikt. De zichtbare aanwezigheid van ijzer in het veld (fev) en de substraattypen ter plaatse van het monsterpunt (fom = fijn organisch materiaal) zijn kwalitatieve variabelen (0: afwezig, 1: aanwezig).

Tabel 9. Milieuvariabelen voor de CCA. *: variabelen die voor de eerste selectie zijn gebruikt. Logarithmen op basis van grondtal e.

Afkorting	Variabele	Tabel
*pH	pHl	4
Alk	log(alkl)	4
EC	log(EC25l)	4
*DOC	log(DOC)	4
TIC	log(TIC)	4
CO2	log(CO2)	4
Si	log(SiO2)	4
*oP	log(oPO4)	4
tP	log(tPO4)	4
*NH4	log(NH4)	4
K	log(K)	4
Na	log(Na)	4
*Ca	log(Ca)	4
Mg	log(Mg)	4
Mn	log(Mn)	4
*Al	log(Al)	4
*Fe	log(Fe)	4
*Cl	log(Cl)	4
*NO3	log(NO3)	4
*SO4	log(SO4)	4
str	log(stroomsnelheid)	3
bre	log(breedte)	3
*doo	log(breedte*waterdiepte)	3
afs	log(afstand tot oorsprong)	3
*IR	IR	4
*O2	O2	3
fev	ijzerneerslag in veld	3
die	waterdiepte	3
sch	beschadusing	3
mea	meandering	3
fom	detritus, slib	3
bla	bladeren	3
fza	fijn zand	3
gza	grof zand	3

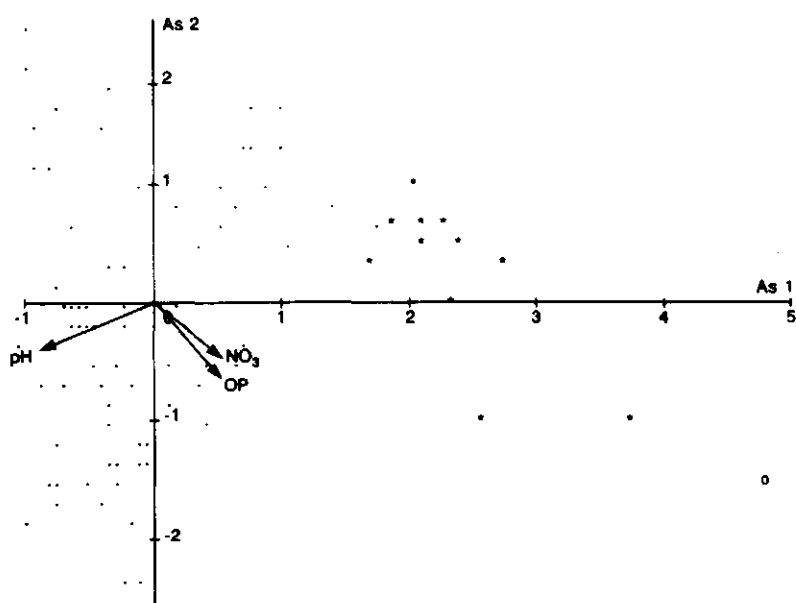
De substraattypen zijn eveneens kwalitatieve variabelen; de substraattypen takken, kiezel en beton zijn niet bij de CCA betrokken, daar deze slechts een enkele maal aanwezig waren. De overige variabelen zijn kwantitatieve variabelen. In de CCA deed de soort *Surirella roba* niet mee, daar deze slechts in twee actieve monsters voorkomt, waarvan in één zeer veel (tabel 7).

Enkele belangrijke gegevens van deze ordinatie zijn vermeld in tabel 10. Er zijn slechts drie significante milieuvariabelen, waardoor de vierde as niet gebonden is en een hogere eigenwaarde heeft dan de eerste drie assen.

De scores van de monsters op de eerste twee assen zijn weergegeven in figuur 8. De monsters van de sterk zure bronnen op de Zijpenberg (9) en de Archemerberg (15), die door zeer ondiep schijngrondwater worden gevoed, hebben een soortensamenstelling die sterk verschilt van die van de overige punten (zie ook tabel 7) en bepalen in sterke mate de eerste as, die in hoge mate gecorreleerd is met de pH (tabel 10).

Tabel 10. Overzicht ordinaties.

	As 1	As 2	As 3	As 4	Signif.
35 actieve monsters					
Eigenwaarden	0.45	0.35	0.21	0.65	
Soort-milieu correlaties	0.92	0.84	0.72	0.00	
Cumulatieve percentage variantie					
van de soorten	9	16	20	33	
van de soort-milieu relatie	45	80	100	0	
Som van alle ongebonden eigenwaarden				5.0	
Som van alle canonische eigenwaarden				1.0	
Correlaties van significante milieuvariabelen					
pH	<u>-0.88</u>	-0.41	0.23	0.00	≤0.01
OP	0.53	<u>-0.64</u>	0.55	0.00	≤0.03
NO ₃	0.53	-0.46	<u>-0.71</u>	0.00	≤0.05
32 actieve monsters					
Eigenwaarden	0.40	0.32	0.27	0.14	
Soort-milieu correlaties	0.89	0.84	0.86	0.69	
Cumulatieve percentage variantie					
van de soorten	10	19	26	29	
van de soort-milieu relatie	36	64	87	100	
Som van alle ongebonden eigenwaarden				3.8	
Som van alle canonische eigenwaarden				1.1	
Correlaties van significante milieuvariabelen					
pH	<u>-0.82</u>	-0.49	-0.13	-0.26	≤0.01
NO ₃	-0.10	<u>-0.93</u>	0.16	0.31	≤0.01
doS	-0.05	0.63	<u>0.63</u>	0.44	≤0.01
IR	-0.52	0.42	0.47	<u>-0.58</u>	≤0.02



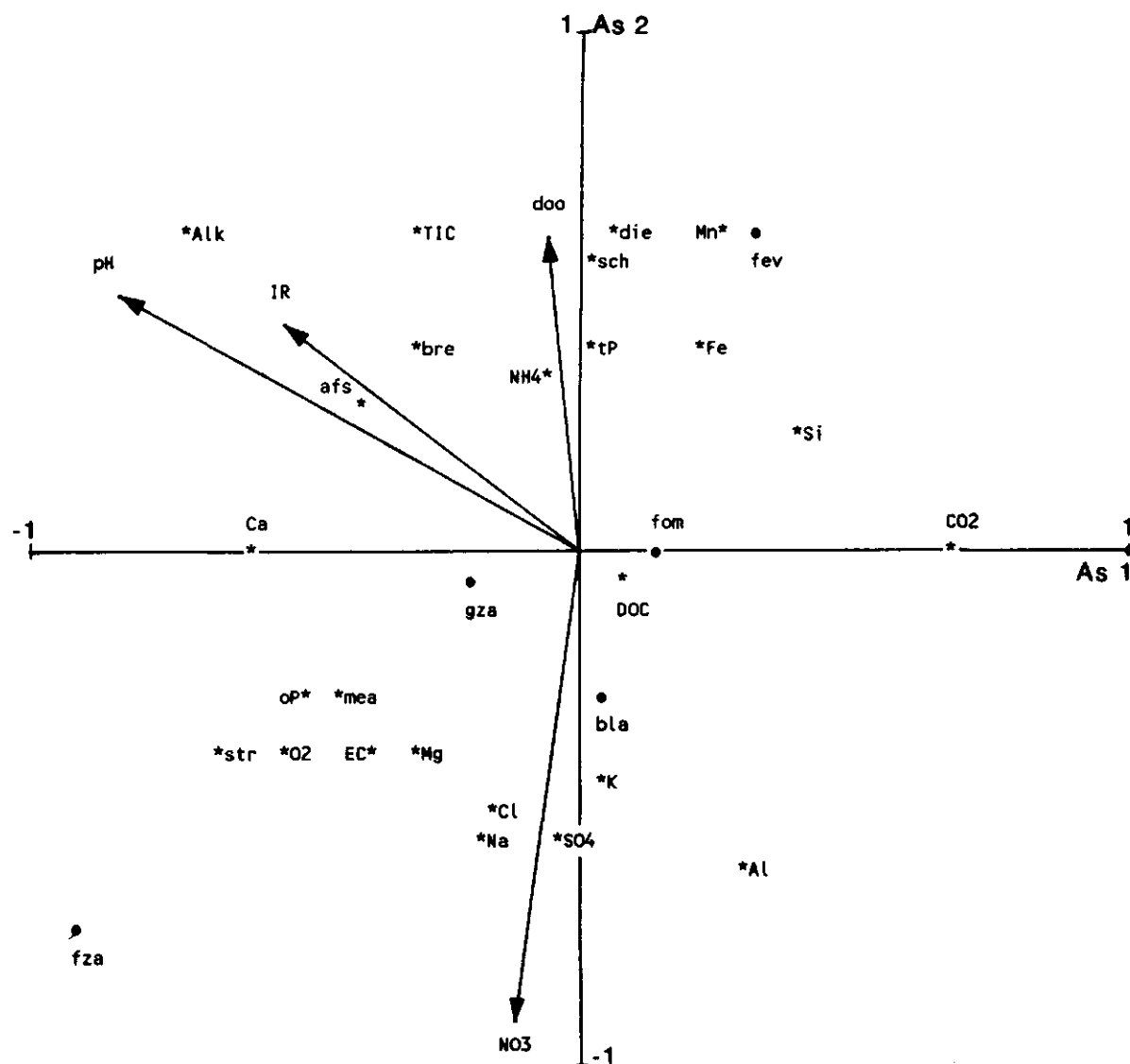
Figuur 8. Biplot van de monsterscores (o = Bron op Archemerberg, * = Bron op de Zijpenberg, . = overige monsters) en milieuvariabelen op de eerste twee assen van de ordinatie van de 35 actieve monsters.

Daarom is de ordinatie herhaald, maar met de monsters van de beide bronnen als passieve monsters. Het monster van de verwaarloosde sprengkop van de Soerense beek (8A) is bij deze tweede ordinatie alleen passief betrokken, vanwege de enigszins afwijkende soortensamenstelling en meer nog vanwege de afwijkende milieuvariabelen (o.a. DOC en NH_4 in tabel 4).

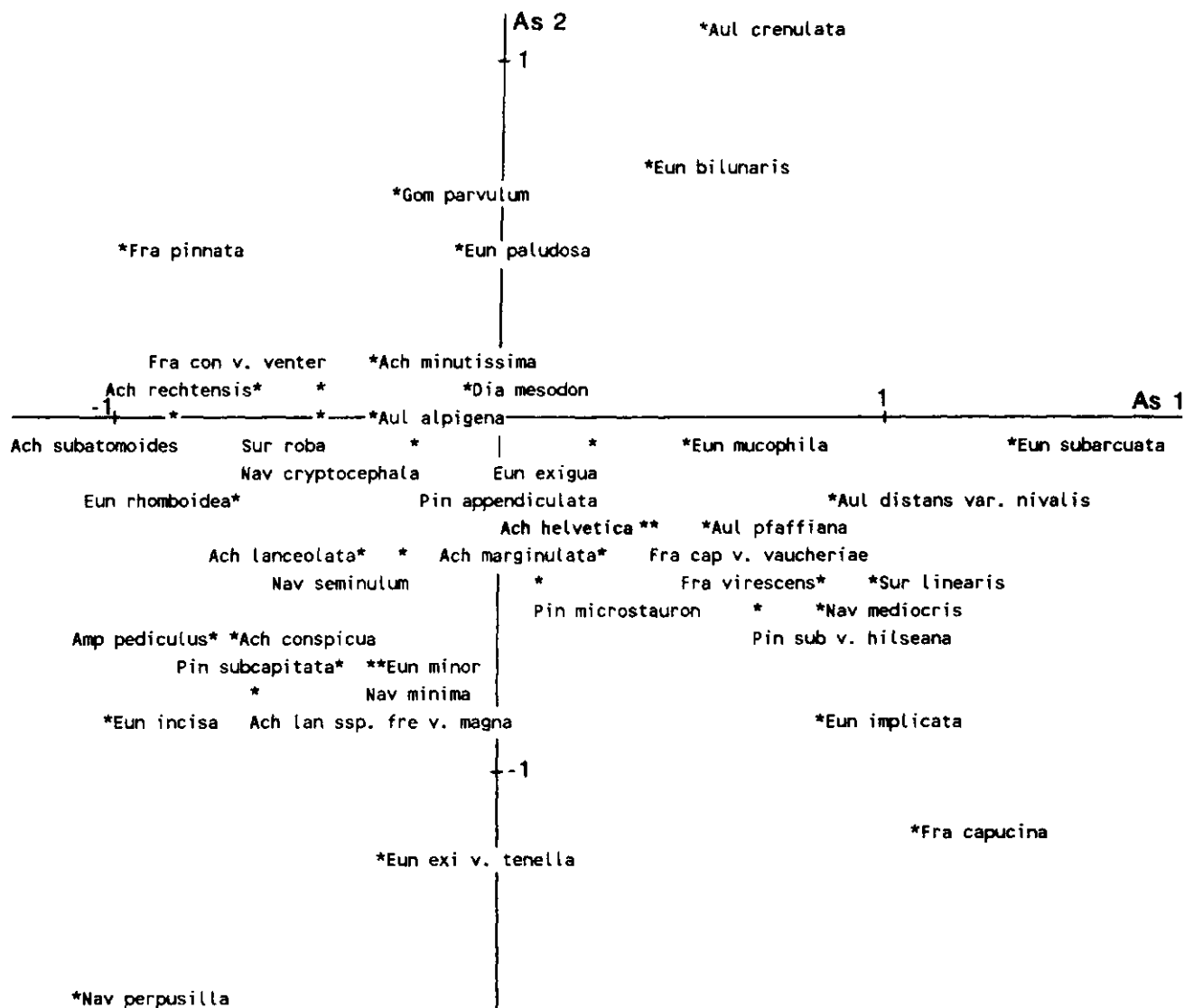
De uitvoergegevens van deze ordinatie zijn vermeld in bijlage 9 en samengevat in tabel 10. Significante milieuvariabelen zijn pH ($p \leq 0.01$, verklaart 9% van de variatie in soortensamenstelling), NO_3 ($p \leq 0.01$, verklaart samen met de vorige variabele 18% van de variatie), $\text{doo}(\text{rsnede})$ ($p \leq 0.01$, verklaart samen met de vorige variabelen 24% van de variatie) en IR ($p \leq 0.02$, 29%). De cumulatieve verklaarde variatie in de soortensamenstelling op de eerste drie assen is 10, 19 en 26%. Deze niet erg hoge getallen geven aan dat de soortensamenstelling van de onderzochte monsters min of meer een *continuum* is, die door een groot aantal (ook niet-gemeten) milieuvariabelen wordt bepaald.

De verklaarde variatie in gewogen gemiddelden van soorten en de geselecteerde significante milieuvariabelen op de eerste drie assen is 36, 64 en 87%. De correlatie tussen soorten en milieuvariabelen op deze assen is hoog (0.84 - 0.89) (tabel 10). Voor de vierde as is deze correlatie met 0.69 beduidend minder.

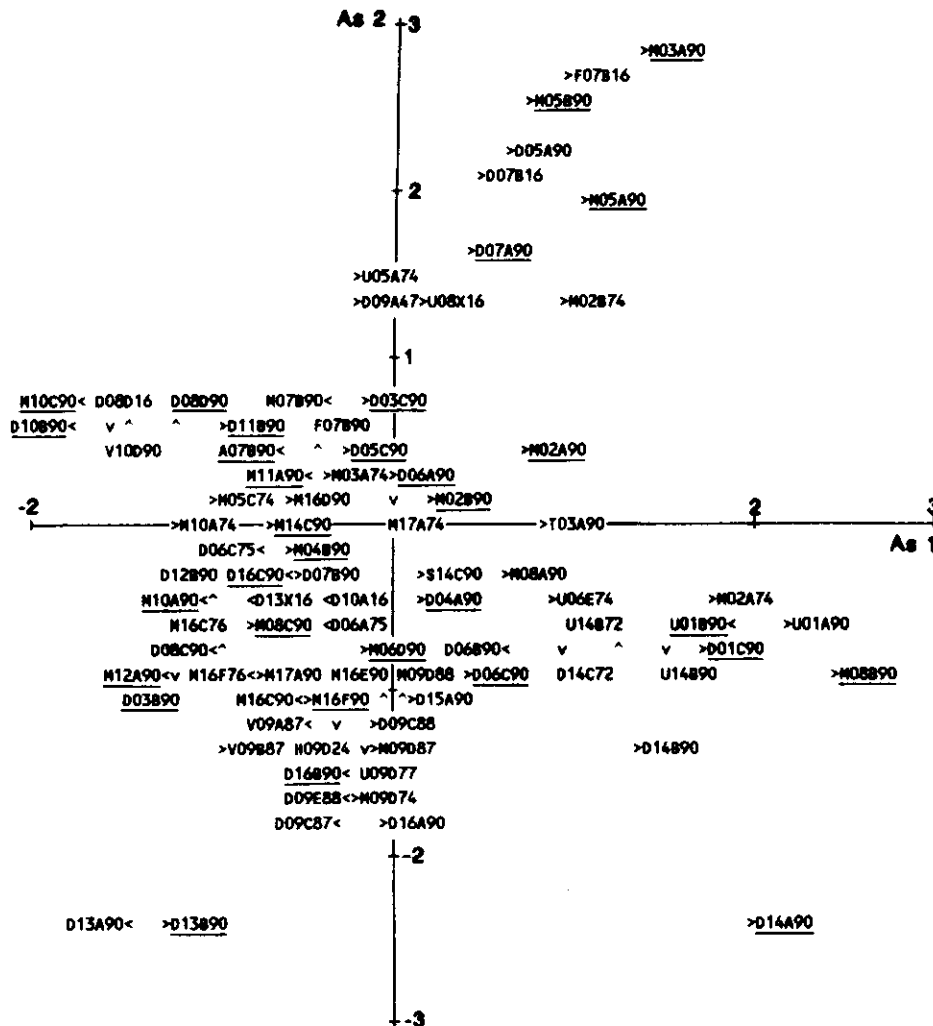
Omwille van de duidelijkheid zijn de ordinatiediagrammen voor de eerste twee assen van de milieuvariabelen, de soorten en de monsters hier als afzonderlijke figuren (9-11) weergegeven. Bij de interpretatie kunnen deze figuren in gedachten over elkaar geprojecteerd worden. In figuur 12 zijn nog de scores van de monsters (afgeleid van de milieuvariabelen) op de eerste en tweede as tegen elkaar uitgezet.



Figuur 9. Biplot scores van de kwantitatieve milieuvariabelen (aangegeven met * of pijl) en centroiden van de kwalitatieve variabelen (aangegeven met o) op de eerste twee assen van de CCA met 32 actieve monsters. De schaal komt overeen met die van fig. 10, in verband met de positie van de centroiden van de kwalitatieve variabelen. De schaal van de kwantitatieve variabelen is willekeurig. Significante variabelen zijn aangeduid met pijlen. Verklaring van de afkortingen in tabel 9.



Figuur 10. Scores van de taxa op de eerste twee assen van de CCA met 32 actieve monsters. Ach = Achnanthes, Amp = Amphora, Aul = Aulacoseira, Dia = Diatoma, Eun = Eunotia, Fra = Fragilaria, Gom = Gomphonema, Nav = Navicula, Pin = Pinnularia, Sur = Surirella, aus = austriaca, cap = capucina, con = construens, dis = distans, exi = exigua, lan = lanceolata, fre = frequentissima, sub = subcapitata.



Figuur 11. Scores (afgeleid van de taxa) van de monsters op de eerste twee assen van de CCA met 32 actieve (onderstreepte) monsters. Let op het schaalverschil met fig. 9 en 10.

Uit figuur 9 blijkt dat de pH de belangrijkste milieuvariabele voor de diatomeeën is; deze scoort vooral negatief op as 1 en in beperkte mate positief op as 2. Nitraat is de tweede verklarende milieuvariabele, valt vrijwel samen met de tweede as (op de derde en vierde as zijn de scores van nitraat volgens tabel 10 laag) en is nauwelijks minder belangrijk dan de pH. Vervolgens is de doorsnede een belangrijke variabele, die vooral positief op de tweede as scoort. Zoals te verwachten valt, wijst de IR ongeveer in dezelfde richting als de pH (relatief calciumrijke monsters hebben vaak een hoge pH).

De alkaliniteit ligt, conform de verwachting, in de buurt van de pH. De afs(tand tot de oorsprong) ligt in de buurt en de richting van de IR. Zoals in 2.1.2 is uiteengezet kwelt het rijpste grondwater, met de hoogste IR en pH, het verst

van de oorsprong op. In tegenovergestelde richting wijst aluminium, waarvan bekend is dat de concentraties in zure wateren vaak hoog zijn (b.v. Van Dam 1988). Kooldioxyde is rechts in het diagram hoog omdat het water van bronnen dicht bij de oorsprong vaak oververzadigd is met koolzuur en daardoor van nature zuur is. De eerste as wordt dus in hoge mate bepaald door de pH en aanverwante milieuvariabelen.

De doorsnede is sterk gecorreleerd met de (water)diepte. In diepe wateren zijn de ijzer- en mangaanconcentraties vaak hoog - in het veld is ook vaak ijzerneerslag (fev) - en de orthofosfaatconcentraties zijn laag. Dergelijke monsterpunten worden vaak gevoed door diep grondwater. Daartegenover staan de monsterpunten met hoge nitraatconcentraties. Op zulke punten is ook de sulfaatconcentratie vaak hoog. De niet-atmosferische bijdrage op de tweede as is van kalium, chloride, natrium en magnesium. Deze ionen geven aan dat punten met een lage score op deze as onder invloed staan van directe agrarische of urbane grondwatervervuiling. Zoals in 4.1.1 al werd vermeld zijn de absolute concentraties van ammonium laag en heeft de positieve score op de tweede as daarom niet veel betekenis voor de trofie van het water. Op de tweede as duiden lage scores op invloed van grondwatervervuiling en hoge ionenconcentraties en hoge scores op oud grondwater met relatief geringe ionenconcentraties.

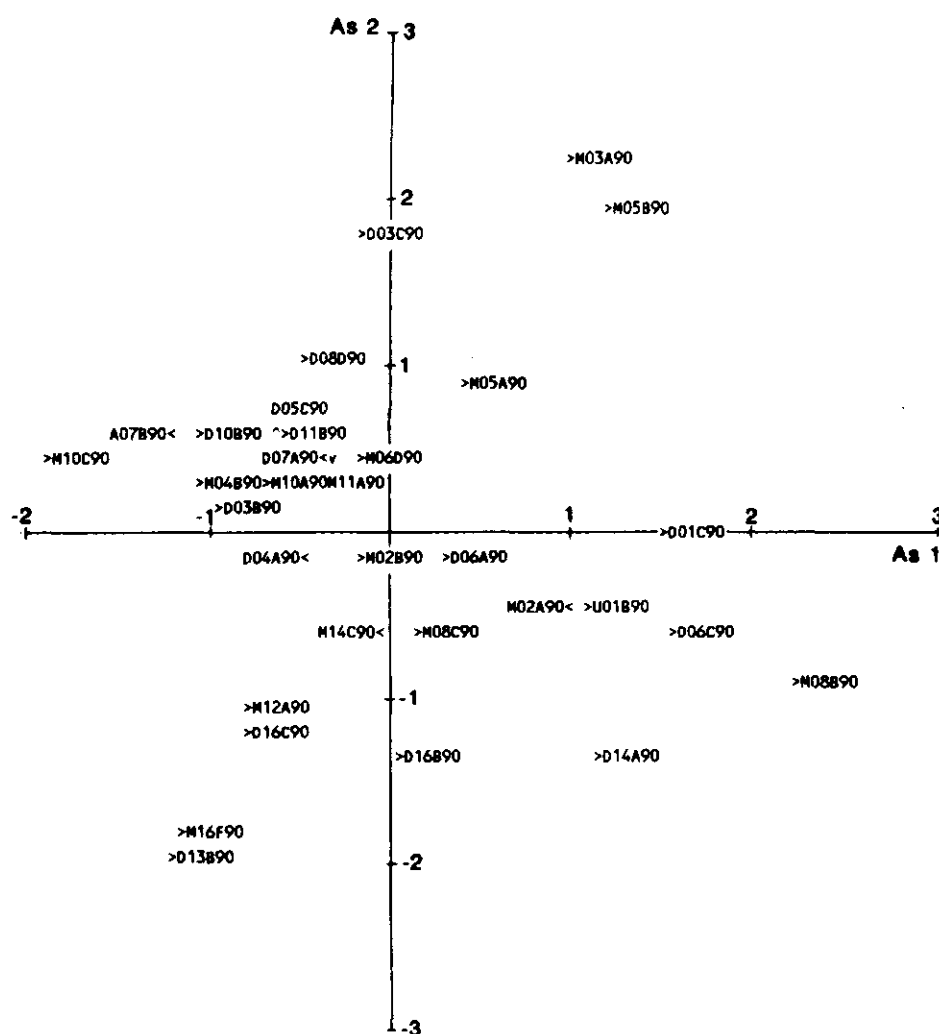
In figuur 10 liggen de taxa die volgens de literatuur een laag pH-optimum hebben, zoals *Eunotia subarcuata*, *E. implicata*, *Pinnularia subcapitata* var. *hilseana* en *Navicula mediocris* aan de rechterkant en taxa met een relatief hoog pH-optimum, zoals *Fragilaria pinnata*, *F. construens* var. *venter* en *Amphora pediculus* aan de linkerkant. Ook *Eunotia rhomboidea* en *E. incisa*, die volgens de literatuur overwegend in zure wateren voorkomen, liggen links in het diagram, maar ze komen in de 32 actieve monsters maar weinig voor (tabel 7). Zoals al eerder is opgemerkt wordt de ligging van dergelijke zeldzame soorten in het ordinatiediagram vaak door toevalligheden bepaald. Andere soorten die betrekkelijk weinig voorkomen en daardoor een andere plaats in figuur 10 hebben dan men zou verwachten, zijn *E. paludosa*, *E. exigua* en *Diatoma mesodon*.

Aulacoseira crenulata heeft een matige score op as 1 en een hoge score op as 2, waaruit de voorkeur voor licht zure en nitraatarme wateren blijkt. De tweede belangrijke *Aulacoseira*-soort, *A. alpigena*, komt bij wat hogere nitraatgehalten voor. *A. distans* var. *nivalis* en *A. pfaffiana* geven de voorkeur aan wat zuurdere wateren. Bijzondere soorten hebben vaak een voorkeur voor licht zuur, voedselarm tot matig voedselarm water. In figuur 10 liggen deze soorten vooral links van het midden (*Achnanthes subatomoides*, *A. rechtensis*, *Suriella roba*, *A. marginulata*, *A. helvetica*). Linksonder liggen soorten die in het algemeen in meer neutraal tot alkalische, matig voedselrijke tot zeer voedselrijke wateren voorkomen (*Navicula minima*, *N. seminulum*, *Achnanthes lanceolata*, *A. conspicua*, *Amphora pediculus*). Conform de verwachting ligt de zeer algemene *Achnanthes minutissima*, met een brede ecologische tolerantie, dicht bij de oorsprong van het assenstelsel.

In figuur 11 staan aan de rechterkant een aantal relatief sterk zure monsterpunten uit de Molenbeek (1B,C), de Soerense beek (8B) en de Heelsumse beek (14A). Aan de linkerkant staan juist punten uit ongeveer neutrale wateren, zoals de Beekhuizerbeek (10A,B,C), de Soerense beek (8D) en de Hartense molenbeek (3B). Bovenin figuur 12 staan punten met kwel van nitraatarm, diep

grondwater, zoals de Hartense molenbeek (3A), de Orderbeek (5A, 5B) en de Vrijenbergerspreng (7A). Onderin staan punten met toevoer van nitraatrijk grondwater, zoals de Seelbeek (13B), de Heelsumse beek (14A) en de Springendalse beek (16B, F).

In figuur 12 zijn de actieve monsters geordend volgens de scores die zijn afgeleid van de milieuvariabelen. Over het algemeen correspondeert de ligging van de monsters redelijk met die in figuur 11, maar b.v. monster D07A90 heeft in figuur 11 veel hogere scores op de assen dan in figuur 12. Dit kan erop duiden dat hier de soortensamenstelling niet goed klopt met de gemeten milieuvariabelen.

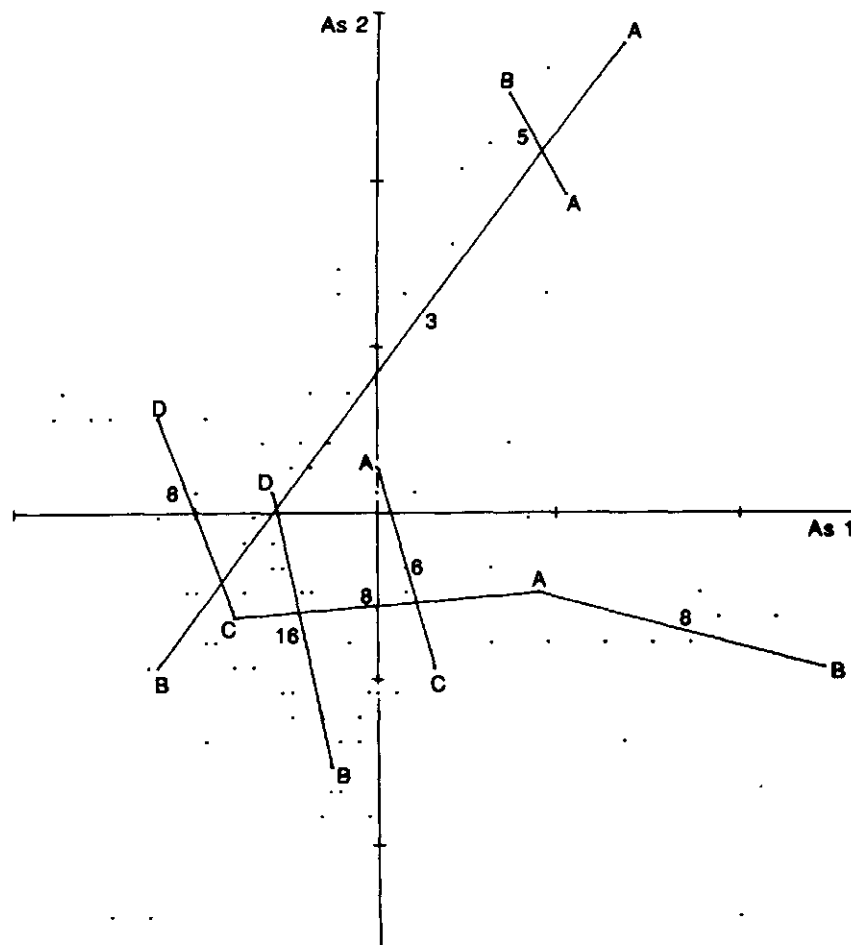


Figuur 12. Scores (afgeleid van de milieuvariabelen) van de monsters op de eerste twee assen van de CCA met 32 actieve monsters.

Samenvattend: De canonische correspondentieanalyse geeft aan dat de pH en de nitraatconcentraties de belangrijkste milieuvariabelen in de onderzochte wateren zijn. Er zijn, mede daardoor, grote verschillen in de soortensamenstelling van de verschillende monsterpunten. De pH hangt vooral samen met de eerste as, nitraat met de tweede as.

4.2.3 Verschillen in de soortensamenstelling in ruimte en tijd

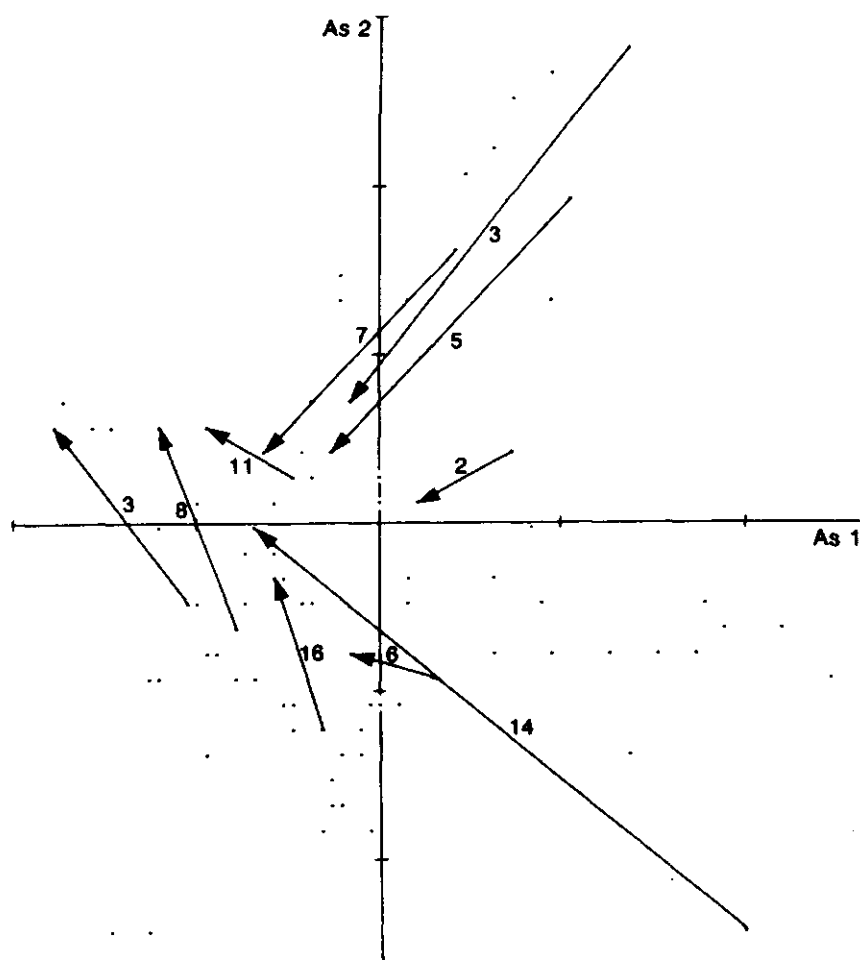
In figuur 13 zijn alle actieve en passieve monsters van figuur 11 als punten weergegeven. Om inzicht te krijgen in de ruimtelijke verschillen van de diatomeeëncombinaties in een sprengensysteem zijn monsters uit verschillende koppen van hetzelfde systeem, voorzover aanwezig, met lijnen met elkaar verbonden.



Figuur 13. Verschillen in de positie van monsters uit verschillende koppen van een zelfde systeem in enkele beeksystemen op de eerste en tweede as van de CCA. De getallen duiden de systemen en de letters de monsterpunten aan.

Hoe langer deze lijnen zijn, hoe minder de verwantschap tussen de monsters zal zijn. De verschillen kunnen zeer groot zijn, zoals in de Soerense beek (8) en de Hartense molenbeek (3). In de Soerense beek hangt dit ongetwijfeld samen met de grote verschillen in chemie tussen de verschillende koppen. In de Hartense molenbeek zijn deze verschillen minder groot (4.1.1). In de Koppelsprengen (6) en de Springendalse beek (16) zijn de verschillen kleiner. Zoals uit het volgende zal blijken komen deze verschillen in de buurt van de verschillen die kunnen voorkomen tussen monsters van een zelfde plaats, maar van een ander substraat.

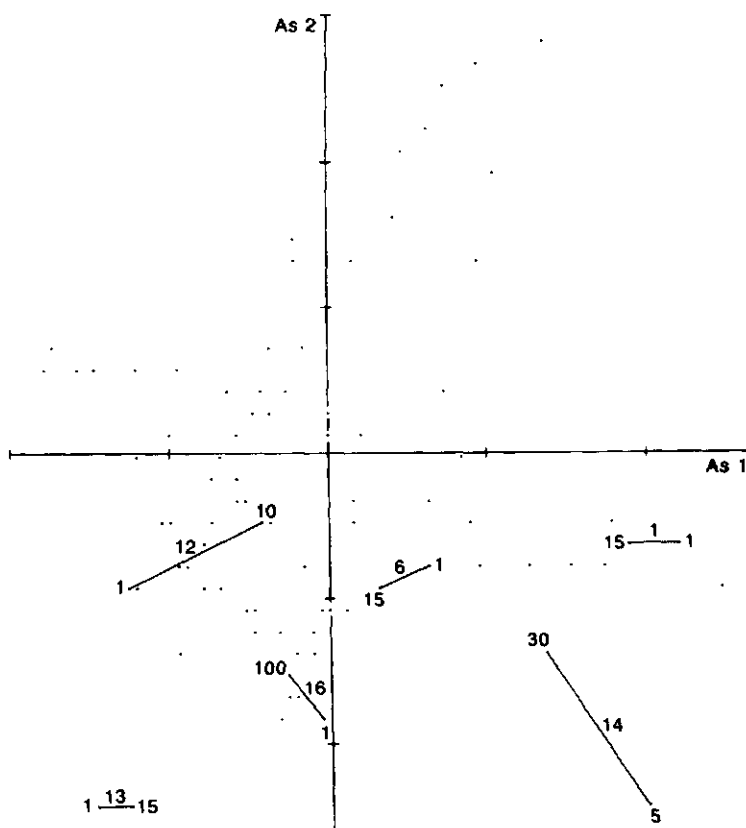
Figuur 14 geeft de verschillen tussen punten nabij de koppen en in de bovenloop van de beekjes weer. In alle gevallen is de score op de eerste as van de meest stroomopwaarts gelegen monsterpunten hoger dan die van de meer stroomafwaarts gelegen monsterpunten. Dat valt ook te verwachten, daar punten met een lage score op de eerste as een relatief hoge pH, alkaliniteit, IR en calciumconcentratie hebben (fig. 9).



Figuur 14. Verschillen in de positie van monsters uit koppen en bovenlopen van verschillende beeksystemen op de eerste en tweede as van de CCA. De getallen duiden de systemen aan. De basis van de pijl staat bij de kop en de punt van de pijl bij de bovenloop.

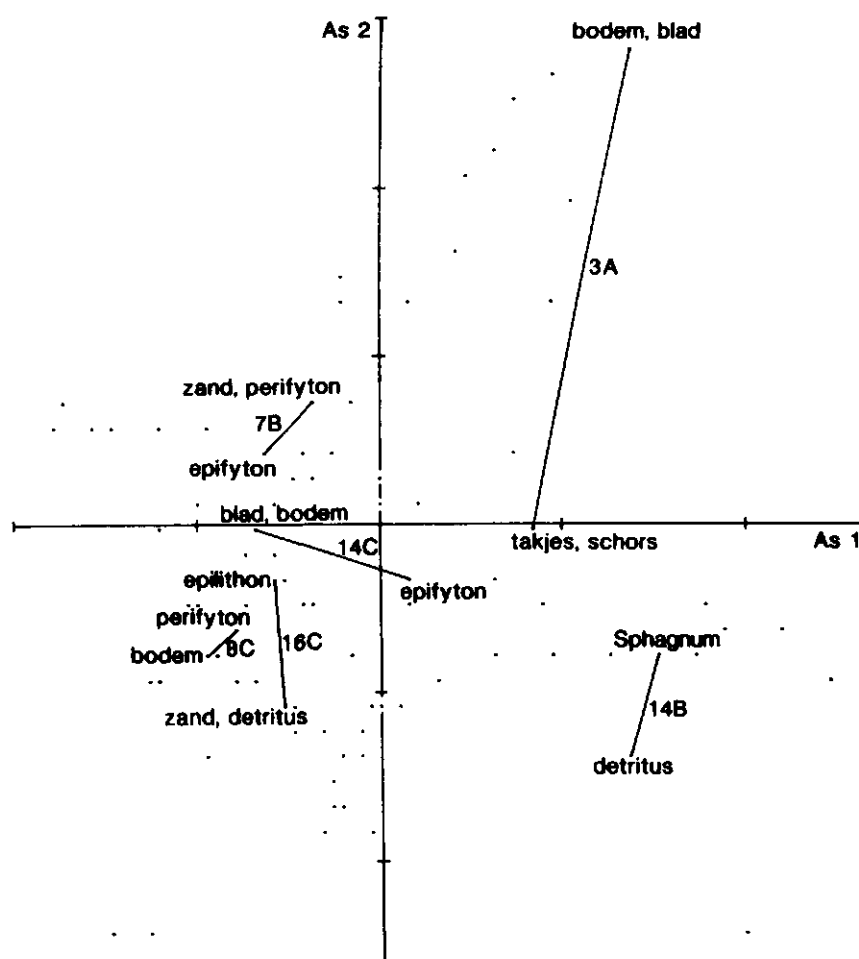
Dit komt overeen met het gegeven dat lager in de beek relatief meer kalkrijk en gebufferd grondwater opkwelt dan boven in de beek (2.1.2). Van de meer benedenstroomse punten zijn ook de scores op de tweede as minder extreem dan van de meer bovenstroomse punten. Daar de tweede as vooral door nitraat wordt bepaald (fig. 9) betekent dit dat de diatomeeëncombinaties van de stroomafwaartse punten niet kenmerkend zijn voor extreem hoge of lage nitraatconcentraties. Ook in dit opzicht treedt meer stroomafwaarts buffering op.

In figuur 15 zijn de verschillen tussen de monsterpunten op verschillende afstand van de oorsprong in een zelfde kop uitgezet. In de meeste gevallen ligt het punt dat in het veld het dichtst bij de oorsprong ligt in het diagram het meest naar rechts. Dat duidt dicht bij de oorsprong op een lagere pH, hetgeen te verwachten valt. Daar is de koolzuurspanning het hoogst en de relatieve bijdrage van jong, verzuurd grondwater aan de afvoer het hoogst (2.1.2). Uitzonderingen zijn de Seelbeek (12), waar in het monster van 1 m beneden de oorsprong slechts sporadisch diatomeeën voorkwamen, en de Bron op de Duno (13), waar de punten in het diagram en in het veld erg dicht bij elkaar liggen.



Figuur 15. Verschillen in de positie van monsters op verschillende afstand van de oorsprong binnen dezelfde kop op de eerste en tweede as van de CCA. De getallen langs de verbindingslijnen geven de nummers van de systemen aan. De getallen bij de punten stellen de afstand tot de oorsprong (m) voor.

Ook op microschaal zijn er grote verschillen. In figuur 16 zijn de verschillen tussen monsters van hetzelfde 'punt' (locaties op ten hoogste 2 m afstand van elkaar), maar van verschillend substraat uitgezet. In sommige gevallen, vooral in de Hartense molenbeek (3A) kunnen de verschillen groot zijn. In andere gevallen, zoals in de Soerense beek (8C) en de Vrijenbergerspreng (7B), zijn deze veel geringer (vergelijk ook Bicknese & Roijackers 1974).



Figuur 16. Verschillen in de positie van monsters van verschillende substraten (aangegeven bij de punten) van verschillende monsterpunten (aangegeven langs de verbindingslijnen) op de eerste en tweede as van de CCA.

Om verantwoorde conclusies te kunnen trekken over veranderingen in de loop van de tijd is het dus nodig dat de oude en nieuwe monsters van precies dezelfde plaats in het beekstelsysteem afkomstig zijn en dat ook de aard van de monsters goed overeenkomt.

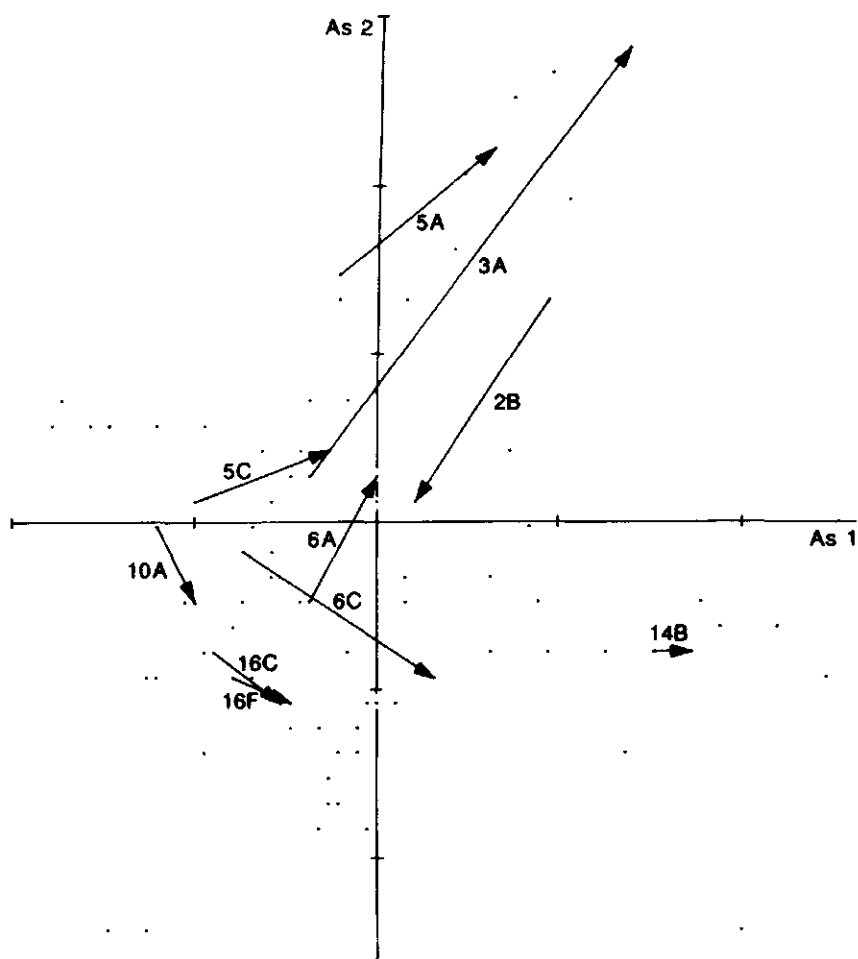
Daarom kunnen alle monsters die J. Heimans in 1916 en 1925 heeft genomen in de Vrijenbergerspreng (7B), de Soerense beek (8) en de Beekhuizerbeek (10) helaas niet voor een formele vergelijking worden gebruikt. Uit figuur 11 krijgt men overigens wel de indruk dat de soortensamenstelling van de monsters van punt 7B uit 1916 sterk overeenkomt met de recente monsters uit de koppen van de Vrijenbergerspreng (7A), de Hartense molenbeek (3A) en de Orderbeek (5A,B). De monsters van punt 7B uit 1990 liggen meer in het midden van het diagram. De positie van het punt bij de watermolen in de Soerense beek (8D) is tussen 1916 en 1990 weinig veranderd. Daarentegen wijst de soortensamenstelling van het oude monster (U08X16) uit een van de koppen op nitraatarmer water dan in de recente monsters werd aangetroffen. De soortensamenstelling van een monster van 1924 van de Bron op de Zijpenberg (9) komt sterk overeen met de recente monsters van dit punt. Merkwaardigerwijze lijkt de soortensamenstelling van een monster van onbekende aard van dit punt uit 1947 sterk op die van het monster uit de kop van Soerense beek van 1916 (fig. 11).

Tabel 11 geeft een overzicht van de redelijk tot goed vergelijkbare oude (1972-1976, in het vervolg aan te duiden als 1974) en recente (1990) monsters van exact vergelijkbare locaties. Sommige van deze monsters zijn uit verschillende maanden van het jaar, maar volgens Janssen (1976) is er in de bovenlopen van sprengen geen seizoensvariatie van betekenis, in tegenstelling tot eutrofe, alkalische beken (Koeman 1974). Bij de verdere vergelijkingen zijn alleen deze 20 monsters betrokken.

Tabel 11. Vergelijking van pH_{wa} in oude en nieuwe monsters.

Beek	Punt	Oud monst.	pH _{wa} oud	Nieuw monst.	pH _{wa} nieuw	pH _{wa} n-o	Vergelijkbaarheid substraten
Tongerense beek	2B	M02B74	6.33	M02B90	6.33	0.00	niet helemaal vergelijkbaar
Hartense molenbeek	3A	M03A74	6.78	M03A90	6.58	-0.20	redelijk vergelijkbaar
Orderbeek	5A	U05A74	6.87	D05A90	6.79	-0.08	redelijk vergelijkbaar
Orderbeek	5C	M05C74	6.88	D05C90	6.70	-0.18	redelijk vergelijkbaar
Koppelsprengen	6A	D06A75	6.59	D06A90	6.49	-0.10	redelijk vergelijkbaar
Koppelsprengen	6C	D06C75	6.80	D06C90	6.04	-0.76	vergelijkbaar
Beekhuizerbeek	10A	M10A74	7.03	M10A90	6.85	-0.18	goed vergelijkbaar
Heelsumse beek	14B	U14B72	5.28	U14B90	5.16	-0.12	uitstekend vergelijkbaar
Springendalse beek	16C	M16C76	6.84	M16C90	6.52	-0.32	goed vergelijkbaar
Springendalse beek	16F	M16F76	6.68	M16F90	6.51	-0.17	goed vergelijkbaar

In figuur 17 zijn de posities van de vergelijkbare monsters uit 1974 en 1990 weergegeven. Van bijna alle monsterpunten waarvan monsters uit beide jaren beschikbaar zijn neemt de score op de eerste as tussen 1974 en 1990 toe. Dit betekent een afname van de pH (fig. 9). Het punt uit de Tongerense beek (2B) verschuift naar links, maar hier zijn de verschillen in substraten tussen 1974 en 1990 relatief groot (tabel 11).



Figuur 17. Verschuivingen in de tijd van de positie van enkele monsterpunten (aangegeven langs de pijlen) op de eerste en tweede as van de CCA. De basis van een pijl staat bij 1974 of een jaar daar dicht in de buurt. De punt van een pijl staat bij 1990.

Tabel 12 geeft een overzicht van de relatieve hoeveelheden van de algemene soorten in de 20 vergelijkingsmonsters. Uit toetsing blijkt dat de mediane hoeveelheid van *Fragilaria pinnata* significant ($p < 0.01$, tweezijdig) is afgenomen van 2 tot 1%. In de 20 vergelijkingsmonsters komt deze soort met een gemiddelde van 1.7% echter minder voor dan in de 32 actieve monsters van de CCA (4.9%).

Tabel 12. De procentuele abundantie van de 42 meest algemene taxa in de 20 vergelijkingsmonsters. Med = mediaan, Min = minimum, Max = maximum. - = niet in telling voorkomend. * = significante verandering ($p \leq 0.01$) tussen 1974 en 1990. Gem1 = gemiddelde procentuele abundantie in alle 84 monsters, Gem2 = gemiddelde procentuele abundantie in de 35 monsters met volledige chemische gegevens uit 1990, Gem3 = gemiddeld aantal schaalpjes in de 20 monsters van de vergelijkingsset. De taxa zijn gerangschikt volgens Gem2.

Taxon	Periode																1990																Gemiddelden		
	Monsterpunt																																		
	28	3A	5A	5C	6B	6C	10A	14B	16C	16F	Med	Min	Max	28	3A	5A	5C	6B	6C	10A	14B	16C	16F	Med	Min	Max	Gem1	Gem2	Gem3						
<i>Aulacoseira crenulata</i>	37	11	34	-	4	15	7	5	5	2	3	1	0	37	13	83	44	12	15	-	-	-	1	-	6	0	83	8.1	9.4	12.4					
<i>Achnanthes minutissima</i>	11	28	-	48	16	3	5	20	9	2	3	4	0	48	7	6	22	9	12	20	9	1	2	4	6	1	25	7.2	8.6	8.4					
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>venter</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	25	6.4	6.9	7.9			
<i>Aulacoseira alpigena</i>	4	7	-	51	11	15	-	-	4	6	5	0	51	20	-	-	1	34	1	-	2	9	3	2	0	34	5.3	6.8	8.3						
<i>*Fragilaria pinnata</i>	-	4	2	7	2	-	5	1	6	2	2	0	7	-	-	-	1	3	1	-	2	1	1	1	1	0	3	3.4	4.9	1.7					
<i>Eunotia subarcuoides</i>	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	8	-	9	11	4	-	-	-	1	-	-	-	-	0	0	11	3.4	4.8	1.6				
<i>Achnanthes lanceolata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Achnanthes austriaca</i> var. <i>helvetica</i>	5	-	1	7	2	-	-	-	-	2	3	1	0	7	4	1	-	1	6	2	-	1	3	4	2	0	6	2.2	3.1	2.0	4.8	3.0	0.8		
<i>Eunotia exigua</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Gomphonema parvulum</i>	2	-	1	1	9	2	-	2	2	1	0	9	1	-	1	5	5	1	1	4	-	2	1	3	1	0	4	4.8	3.0	0.8					
<i>Pinnularia appendiculata</i>	2	8	1	-	5	5	1	-	4	3	2	0	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	8	3.5	2.3	2.3				
<i>Eunotia minor</i>	1	1	-	2	3	1	-	-	3	2	1	0	3	7	-	-	-	8	1	2	-	-	-	-	-	0	8	2.3	2.2	1.7					
<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>hilseana</i>	1	2	-	-	-	-	-	-	-	1	3	0	0	3	1	-	1	-	1	2	-	-	3	-	-	0	0	3	1.8	2.2	0.7				
<i>Surirella roba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0.9	2.1	0.0				
<i>Eunotia implicata</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	15	-	-	1	1	0	0	15	1.6	2.0	1.1					
<i>Fragilaria virescens</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	0	0	3	6	-	-	-	-	-	-	4	1	0	0	6	1.4	1.9	0.8						
<i>Aulacoseira pifaffiana</i>	1	-	1	-	2	3	3	1	6	7	2	0	7	-	-	-	-	-	-	7	-	49	-	-	0	0	49	4.0	1.7	5.6					
<i>Navicula minima</i>	-	6	-	4	-	2	-	2	1	1	1	0	6	-	-	-	-	-	-	4	3	-	13	4	1	0	13	2.2	1.7	2.4					
<i>Achnanthes</i> (anc. ssp. freq. var. <i>magna</i>)	3	1	-	-	-	-	-	-	-	3	0	0	3	-	-	-	-	-	3	-	1	-	1	-	0	0	3	1.0	1.4	0.5					
<i>Fragilaria capucina</i>	-	-	-	5	3	1	-	3	1	7	13	1	0	13	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	0	0	5	0.9	1.0	1.7					
<i>Achnanthes conspicua</i>	1	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	0	0	31	-	-	-	-	-	-	2	22	-	1	0	0	22	1.8	1.0	2.8					
<i>Aulacoseira distans</i> var. <i>nivalis</i>	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	0	0	2	0.8	0.9	0.3						
<i>Pinnularia microstauron</i>	-	-	-	1	15	4	-	-	-	-	-	0	0	15	-	-	-	-	3	12	-	4	-	1	0	16	1.0	0.8	1.7						
<i>Eunotia bitunaris</i> var. <i>mucophila</i>	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	9	1	16	4	-	2	-	-	-	-	1	0	16	0.9	0.8	1.7						
<i>Eunotia bitunaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	2	-	-	-	-	-	-	4	0	0	4	0.6	0.7	0.3							
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	1.8	0.7	0.7					
<i>Eunotia peludosa</i>	13	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	0.8	0.7	0.8				
<i>Surirella linearis</i>	2	-	1	1	4	3	2	-	1	-	0	0	2	-	2	-	-	3	1	-	8	-	-	-	1	0	0	1	0.5	0.7	0.8				
<i>Navicula cryptocephala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	8	0.5	0.7	0.8				
<i>Pinnularia subcapitata</i>	-	2	-	2	1	1	-	-	1	-	1	-	0	2	1	1	1	-	4	1	1	3	6	1	1	0	6	0.7	0.7	1.5					
<i>Achnanthes marginulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	0	0	5	0.8	0.6	0.6					
<i>Achnanthes marginulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	4	0.9	0.6	0.2					
<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0	0	3	0.4	0.6	0.1					
<i>Amphora pediculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	3	0.5	0.6	0.2					
<i>Achnanthes subatomoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	0	0	3	0.8	0.6	0.9					
<i>Eunotia tenella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	0	2	2.1	0.5	0.2						
<i>Eunotia glacialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0.3	0.5	0.1					
<i>Eunotia rhomboidea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	0	2	1.6	0.5	0.1					
<i>Navicula medietris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0.3	0.5	0.2					
<i>Diatoma mesodon</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	3	0.4	0.5	0.2					
<i>Achnanthes rechenensis</i>	-	-	-	1	1	4	-	-	-	4	2	0	0	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0.4	0.5	0.3					
<i>Navicula seminulum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	0	0	4	0.6	0.4	0.3					
<i>Eunotia incisa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0	0	1	0.8	0.4	0.1					

Veranderingen in de relatieve hoeveelheden van andere taxa konden niet worden vastgesteld, in veel gevallen doordat ze in (te) weinig monsters werden aangetroffen. Uit figuur 10 en tabel 7 blijkt dat *F. pinnata* vooral in monsters met relatief hoge pH en matige nitraatconcentraties voorkomt. De achteruitgang is mogelijk een gevolg van verzuring en stijging van de nitraatconcentraties. Volgens Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991) is de soort in Europa in de loop van deze eeuw door waterverontreiniging afgenomen.

4.2.4 Berekende pH-waarden

De verdeling van de relatieve hoeveelheden van de pH-klassen in alle monsters is vermeld in bijlage 10. Met behulp van de coëfficiënten van Ter Braak & Van Dam (1989) werd voor de 35 monsters uit groep 1 (de calibratiemonsters) de pH_{mr1} berekend. Op grond van multiële regressie van de gemeten pH op de pH-klassen in deze 35 monsters werden nieuwe coëfficiënten voor de regressievergelijking berekend, waarmee de pH_{mr1} berekend werd volgens:

$$\text{pH}_{\text{mr1}} = 3.5 \cdot \text{acb} + 5.8 \cdot \text{acf} + 7.1 \cdot \text{cir} + 7.1 \cdot (\text{alf} + \text{alb})$$

Tevens werd de pH_{wa} berekend. De RMSE van pH_{mr1}, pH_{mr2} en pH_{wa1} is berekend voor de 35 calibratiemonsters en de 18 toetsingsmonsters en vermeld in tabel 13. Voor de pH_{wa1} kon ook de RMSE volgens de bootstrapmethode worden berekend. Volgens de verwachting is de RMSE van pH_{mr2} voor de calibratie- en toetsingsmonsters kleiner dan die voor pH_{mr1} en voor de toetsingsmonsters is de RMSE van pH_{mr1} en pH_{mr2} groter dan voor de calibratiemonsters. De RMSE van de pH_{wa1} voor de calibratiemonsters is kleiner dan die voor de toetsingsmonsters en bootstrapmonsters, die beide ongeveer gelijk zijn.

Evenals bij de CCA is de procedure herhaald zonder de drie min of meer afwijkende monsters uit sterk zure wateren, links in tabel 7. Met multiële regressie werd nu de volgende vergelijking gevonden:

$$\text{pH}_{\text{mr2}} = 4.1 \cdot \text{acb} + 6.2 \cdot \text{acf} + 7.0 \cdot \text{cir} + 7.0 \cdot (\text{alf} + \text{alb})$$

Tevens werden pH_{wa1} en pH_{wa2} berekend en zijn de bijbehorende RMSE's weergegeven in tabel 13, met dien verstande dat er nu maar 15 toetsingsmonsters beschikbaar waren doordat er 3 uit sterk zure wateren afvielen. In de calibratiemonsters zijn de RMSE's van de pH_{mr2} en pH_{wa1} lager dan in het vorige geval. Ook de bootstrapmonsters geven betere resultaten.

Tabel 13. Wortel uit de gemiddelde gekwadrateerde fout (RMSE) van de verschillende methoden voor berekening van de pH uit de diatomeeënsamenstelling.

Monsters	Methode	Aantal calibratie-monsters	
		35	32
Calibratie-monsters	pHmr1	0.60	0.61
	pHmr2	0.49	0.43
	pHwa1	0.35	0.32
	pHwa2	-	0.37
Toetsings-monsters	pHmr1	0.67	0.67
	pHmr2	0.54	0.53
	pHwa1	0.50	0.56
	pHwa2	-	0.51
Bootstrap-monsters	pHwa1	0.54	0.47
	pHwa2	-	0.48

Het is merkwaardig dat de RMSE van pHwa1 voor de toetsingsmonsters hoger is dan in het vorige geval en ook zoveel hoger dan voor de bootstrapmonsters. De slechte resultaten voor de toetsingsmonsters zijn mogelijk te wijten aan het relatief kleine aantal van deze monsters. Ook kan het een rol spelen dat er voor de toetsingsmonsters soms alleen veldmetingen van de pH beschikbaar zijn, die iets onnauwkeuriger zijn dan de metingen in het laboratorium. Verder is de verzameling toetsingsmonsters niet erg evenwichtig, zo komen er b.v. 3 monsters van punt 7B in voor. De RMSE van de pHwa2 voor de calibratiemonsters is hoger dan die van de pHwa1, maar er is nauwelijks verschil tussen de RMSE van pHwa1 en pHwa2 voor de bootstrapmonsters. De RMSE van pHwa2 voor de toetsingmonsters is maar weinig hoger dan de RMSE van pHwa2 voor de bootstrapmonsters.

Omdat pHwa1 en pHwa2 voor de calibratie- en bootstrapmonsters in het geval van 32 calibratiemonsters de beste resultaten gaven is ervoor gekozen om deze voor verdere vergelijkingen te gebruiken. Er zijn nog berekeningen uitgevoerd na logaritmische transformatie van de relatieve abundanties en na weging voor de pH-tolerantie van de taxa, maar deze gaven geen verbetering en worden daarom hier niet gepresenteerd.

Zowel voor de pHwa1 als voor de pHwa2 is een regressieberekening op het verschil tussen de berekende pH-waarden en de gemeten pH-waarden enerzijds en de gemeten pH-waarden anderzijds uitgevoerd, om na te gaan of er een trend in het residu aanwezig was. Omdat er voor pHwa1 een significante ($p < 0.001$) afname was van het residu met toenemende pH en er bij pHwa2 geen trend in het residu werd gevonden (fig. 18b) is voor de verdere vergelijking voor pHwa2 gekozen. Indien de keuze op pHwa1 zou zijn gevallen, zouden pH-dalingen immers onderschat zijn.

De pH-optima en toleranties van de in tabel 7 genoemde taxa werden berekend. In deze tabel zijn de pH-optima van de taxa na ontkrimping weergegeven om ze goed te kunnen vergelijken met de in het algemeen gebruikelijke getallen. Doordat de taxa en monsters naar pH zijn gerangschikt, ontstaat een diagonale structuur in de tabel. Van *Eunotia glacialis* is geen pH-optimum berekend omdat deze soort niet in de 32 calibratiemonsters voorkomt en *Surirella roba* is buiten de berekeningen gebleven omdat deze een buitengewoon scheve verdeling heeft. Voor de meeste soorten komt de volgorde van de taxa in tabel 7 wel overeen met de in de literatuur gebruikelijke volgorde (Stevenson et al. 1991). Voor *Eunotia incisa*, *E. paludosa*, *E. rhomboidea* en *E. tenella*, die in de calibratiemonsters (te) weinig voorkomen, wordt de optimale pH te hoog geschat.

De pHwa2 (hierna aan te duiden als pHwa) is voor de 32 calibratie-monsters uitgezet tegen de gemeten pH in figuur 18a. In figuur 18b is het verschil tussen

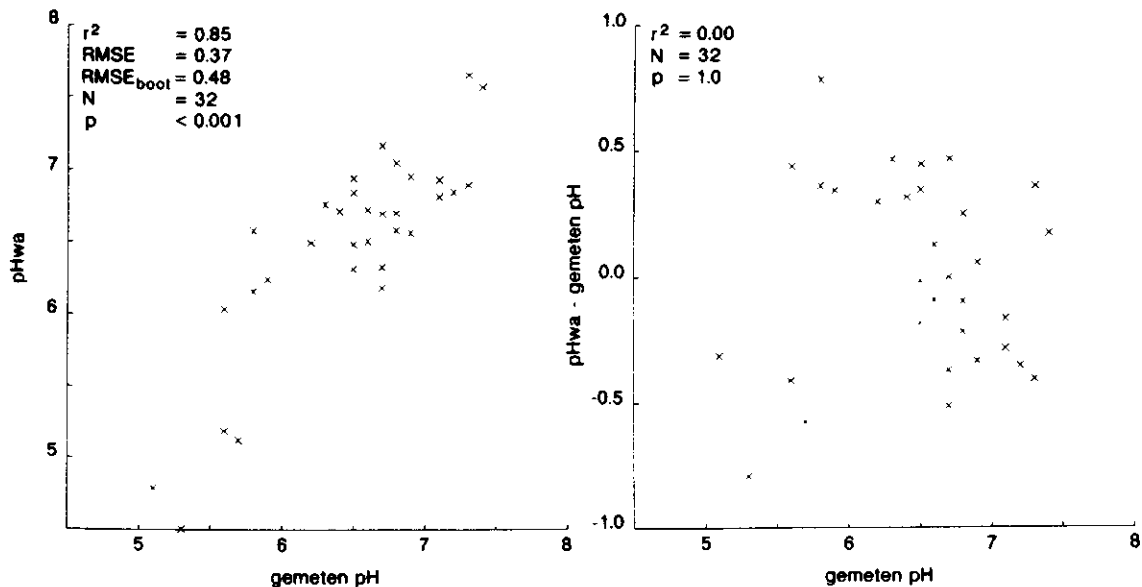


Fig. 18a. De met de diatomeeën berekende pH (pHwa2) uitgezet tegen de gemeten pH in 32 calibratiemonsters.

Fig. 18 b. Het verschil tussen de met diatomeeën berekende pH en de gemeten pH uitgezet tegen de gemeten pH in 32 calibratiemonsters.

de berekende en gemeten pH (het residu) uitgezet tegen de gemeten pH. Hoewel er geen trend in het residu is kan het residu bij pH-waarden beneden 6 wel groot zijn, zodat bij lage pH de nauwkeurigheid van de berekende pH minder groot is dan bij hogere pH-waarden.

In tabel 11 is de pHwa van 10 monsters uit 1974 en van 10 (vrijwel) vergelijkbare monsters uit 1974 aangegeven. Deze waarden zijn uitgezet in figuur 19. De mediaan is tussen de beide jaren significant ($p \leq 0.01$) met 0.23 eenheid gedaald van 6.78 naar 6.55. Dit komt overeen met een verzuringssnelheid van ongeveer 1.2 eenheid per 100 jaar. Dat is minder dan in veel vennen, waar de achteruitgang van de pH in een dergelijke periode wel enkele eenheden kan bedragen (Van Dam 1987; Arts 1987). Dit valt ook te verwachten, daar veel vennen direct door de neerslag worden gevoed en de verblijftijd van het water in vennen hoogstens slechts enkele jaren bedraagt (Van Dam & Buskens 1993), terwijl de beken via het grondwater worden gevoed, waarin de verblijftijd meer dan tweehonderd jaar kan zijn (tabel 2).

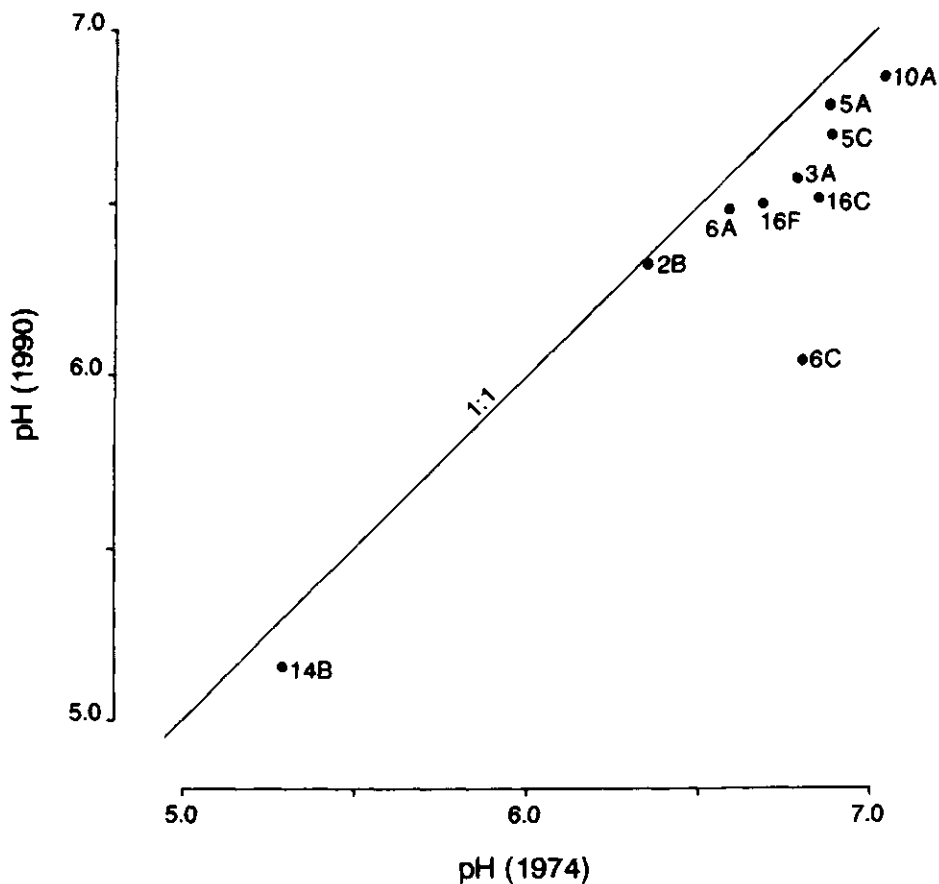


Fig. 19. De relatie tussen de met de diatomeeën berekende pH in 1974 en 1990 voor 10 vergelijkbare monsterpunten. De cijfers en letters geven de monsterpunten aan. De lijn geeft gelijke waarden in 1974 en 1990 aan.

Daar het aantal monsters niet erg groot is en de variabiliteit op een monsterplek erg groot kan zijn, is het niet goed mogelijk om iets te zeggen over eventuele verschillen in verzuringssnelheid tussen de monsterpunten en de oorzaken daarvan. Het is echter opvallend dat systemen die door diep grondwater met een lange verblijftijd worden gevoed, zoals de Hartense molenbeek (3) en de Koppelsprengen (6) evengoed verzuren als systemen die door schijngrondwater met een kortere verblijftijd worden gevoed, zoals de Beekhuizerbeek (10) en de Heelsumse beek (14). Verzuring treedt zowel op in systemen met een relatief hoge alkaliniteit, zoals de Hartense molenbeek (3) en de Beekhuizerbeek (10) als in systemen met een relatief lage alkaliniteit, zoals de Koppelsprengen (6), de Heelsumse beek (14) en de Springendalse beek (16). Verzuring kan op punten dicht bij de oorsprong optreden, zoals in de Orderbeek (5A) en de Hartense molenbeek (3A), maar ook op grotere afstand daarvan, zoals in de Orderbeek (5C) en de Springendalse beek (16C,F).

Bij vergelijking van de direct gemeten pH-waarden in 1974 en 1990 werd geen significante daling gevonden (§4.1.2). Dit kan worden veroorzaakt door metho-

dologische problemen. Een juiste directe meting van de pH in zwak-gebufferde wateren is erg moeilijk en pas in de laatste jaren is er aandacht voor deze problemen en is het gebruik van speciale elektrodes voor zwak-gebufferde wateren in zwang gekomen (b.v. Davison 1990). Aan de significante daling van de pH_{wa} en de verandering van de soortensamenstelling in de loop der tijd (§4.2.3) moet daarom meer gewicht worden toegekend dan de (schijnbare) constantie van de directe pH-metingen.

4.2.5 Aantallen soorten en diversiteit

Tabel 14 geeft een overzicht van de diversiteit en de aantallen (zeldzame) soorten op de tien monsterpunten waarvan gegevens uit 1974 en 1990 beschikbaar waren. Bij toetsing werden geen significante ($p \leq 0.05$) verschillen tussen de perioden gevonden.

Tabel 14. Vergelijking van diversiteitsmaten en aantallen zeldzame soorten in verschillende perioden.

	1974	1990
	Med. (min.-max.)	Med. (min.-max.)
Dominantie (%)	24 (15-55)	23 (8-83)
Shannon-index (H')	3.6 (1.6-4.7)	4.1 (0.9-5.4)
Aantal soorten	34 (7-43)	31 (4-55)
Aantal zeldzame soorten	6 (0-11)	6 (1-12)
Abundantie zeldzame soorten (%)	25 (0-86)	21 (5-84)

Het is niet eenvoudig om harde uitspraken te doen over de diversiteit en het aantal soorten in vergelijking met andere gebieden omdat de methoden bij verschillende onderzoeken (o.a. het aantal getelde schalen per monster) vaak iets verschillen. Het aantal zeldzame soorten per monster en de abundantie van de zeldzame soorten is hoog (vergelijk b.v. met Van Dam & Mertens 1993). Omdat voedselarme, zwak-gebufferde, stromende wateren in Nederland zeldzaam zijn, ligt het voor de hand dat hierin veel zeldzame soorten voorkomen.

4.3 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Uit dit onderzoek is gebleken dat er in de onderzochte beken in de laatste twintig jaar grote veranderingen hebben plaatsgevonden in de waterchemie, die gedeeltelijk hun weerslag vinden in de samenstelling van de levensgemeenschappen, waarvan de diatomeeën deel uitmaken. Omdat het hier, ook in Europees verband, om belangrijke natuurgebieden gaat, is het van groot belang deze ontwikkelingen in de toekomst te blijven volgen.

Om de toekomstige veranderingen in de verzuringstoestand van de beken en de effecten van beleidsmaatregelen te volgen is het daarom op zijn minst noodzakelijk dat een onderzoek als dit eens per 5-10 jaar wordt herhaald. Tot onze verbazing zijn de bovenlopen van de Veluwe beken en de Springendalse beek niet opgenomen in de routinemeetnetten van de regionale water-

kwaliteitsbeheerders. Van de weinige gegevens die bij hen beschikbaar waren, bleken bovendien de juiste locaties onvoldoende te zijn gedocumenteerd.

Bij de interpretatie van de resultaten van ons onderzoek werden wij ernstig gehinderd door een gebrek aan fundamentele kennis van de waterchemie en de ruimtelijke en temporele variatie van de algengemeenschappen in niet tot weinig verontreinigde Nederlandse stromende wateren, waarvan de diatomeeën waarschijnlijk de belangrijkste component zijn (zie ook Bicknese & Roijackers 1974). Ook in onze monsters zijn de diatomeeën verreweg de belangrijkste algen. Tot nu toe zijn in zulke wateren slechts incidenteel gegevens verzameld (Beijerinck 1939, Janssen 1976, Van Dam 1979).

Daarom is het belangrijk dat er in enkele geselecteerde bovenlopen van beken en sprengen gedurende een periode van enkele jaren ongeveer maandelijks monsters worden genomen op een aantal punten, waarin ook de variatie op een schaal van enkele vierkante meters wordt betrokken, zoals dat door Tolkamp (1980) voor de macrofauna van beken is verricht. Van fundamentele en praktische betekenis is onderzoek met behulp van kunstmatige substraten die nutriënten afstaan (Fairchild & Lowe 1984, Keithan *et al.* 1988), waarmee een causale relatie tussen de soortensamenstelling van diatomeeën en verhoogde nitraatconcentraties kan worden vastgesteld.

In beginsel dient dergelijk onderzoek in natuurreservaten te worden verricht. Thans wordt door het IBN-DLO dergelijk onderzoek naar de macrofauna van de Springendalse beek uitgevoerd, maar vanuit het oogpunt van de invloed van atmosferische depositie is deze beek minder geschikt. Er is via grondwater en oppervlakkige aanvoer van water directe invloed van de landbouw, waar voorlopig geen einde aan zal komen (Hoek 1992). Ook in het stroomgebied van de Heelsumse beek zijn landbouwactiviteiten (Meinardi 1988). De kwaliteit van het natuurreservaat de Heerdersprengen is ernstig aangetast door daling van de grondwaterstand (IJzerman 1982, Stouten 1982). De Beekhuizerbeek is minder geschikt, doordat het calciumgehalte en de alkaliniteit relatief hoog zijn.

Nader onderzoek zal daarom in hoofdzaak buiten natuurreservaten plaats moeten vinden. Vooral de Koppelsprengen (6) komen hiervoor in aanmerking, vanwege de bochtige trajecten en de daarmee gepaard gaande habitatvariatie. Bovendien is de onderhoudstoestand goed (Koopmans 1993). Dit is een tamelijk 'gemiddelde beek' (fig. 11). Als relatief sterk verzuurd systeem komt de Molenbeek in aanmerking en als nitraatarm systeem de Orderbeek (5). De Soerense beek (8) is een goed voorbeeld voor een systeem met sterke verschillen tussen de koppen, waarvan sommige weinig zijn verzuurd. Enkele punten uit deze beken zouden moeten worden opgenomen in de routinematige bemonsteringsprogramma's van de regionale waterkwaliteitsbeheerder.

Tevens verdient het aanbeveling de effecten van verzuring op de waardevolle macrofauna van de sprengen te onderzoeken. Uit onderzoek in het buitenland is bekend dat het aantal soorten macrofauna van stromende wateren sterk kan afnemen door verzuring (o.a. Elwood & Mulholland 1989, Herrmann *et al.* 1993).

6 DANKWOORD

Het Staatsbosbeheer, de Vereniging Natuurmonumenten, de Stichting Het Geldersch Landschap, de Stichting Het Overijssels Landschap en diverse particulieren verleenden toestemming om hun terreinen te bezoeken en verstrekten waardevolle inlichtingen over de toestand en het beheer daarvan. Ir C.R. Meinardi (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne) stelde ongepubliceerde hydrologische en chemische gegevens en gedetailleerd kaartmateriaal ter beschikking. Het Zuiveringsschap Veluwe gaf inzage in ongepubliceerde chemische gegevens. Het Staatsbosbeheer en de Vereniging Natuurmonumenten, de Stichting Het Gelders Landschap en Wasserij Helderwaard te Apeldoorn stelden gedetailleerd kaartmateriaal beschikbaar.

Het Tweede Additioneel Programma Verzuringsonderzoek (ir G.J. Heij) bekostigde grotendeels de chemische analyses.

Dr F. Bouman en H. Kooyman-van Blokland (Faculteit Biologie, Universiteit van Amsterdam) stelden oude algenmonsters beschikbaar. De laatste assisteerde ook bij de determinatie van diatomeeën. Dr K. Krammer (Meerbusch) hielp bij de determinatie van *Aulacoseira*-soorten. Dr R. van der Meijden (Rijksherbarium, Leiden) stelde herbariummateriaal beschikbaar. Dr C.J.F. ter Braak gaf statistische adviezen en J.A. Sinkeldam beheerde het gegevensbestand. J. van Osch nam de foto's. Dr ir P.F.M. Verdonschot en dr L.W.G. Higler stimuleerden het onderzoek door aanwijzingen en belangstelling. Ir H.F. Mertens, ir C.R. Meinardi en drs T.A.W. van Rossum namen de tekst kritisch door.

6 LITERATUUR

- Arts, G.H.P. 1987. Geschiedenis van de verzuring van zwak-gebufferde wateren in Nederland onder invloed van atmosferische depositie. Dutch Priority Programme on Acidification 28-01. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit. Nijmegen. 51 p.
- Beijerinck, W. 1939. De diatomeeënflora van de Drenthse beken. *Proceedings van de Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen* 42(3): 262-273.
- Bicknese, M.J. & R.M.M. Roijackers, 1974. Vergelijkend hydrobiologisch onderzoek in de Kroonebeek en de Teelebeek, een schone en een verontreinigde laaglandbeek. Doctoraalverslag 2. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen.
- Birks, H.J.B., J.M. Line, S. Juggins, A.C. Stevenson & C.J.F. ter Braak 1990. Diatoms and pH reconstruction. *Philosophical Transactions of the Royal Society (London) Ser. B* 327: 263-278.
- Boer, D. de 1978. Beheersrichtlijnen voor het landgoed Duno c.a. (gem. Renkum). Verslag 417. Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen. 85 p.
- Bosch, G. J. van den 1983. Waterkwaliteitsbeheersing in "Het Springendal". Staatsbosbeheer, Zwolle. 8 p.
- Braak, C.J.F. ter 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167- 1179.
- Braak, C.J.F. ter 1987a. Calibration. In: R.H.G. Jongman, C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen: 78-90.
- Braak, C.J.F. ter 1987b. Ordination. In: R.H.G. Jongman, C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen: 91-173.
- Braak, C.F.J. ter 1988. Canoco- a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). DLO-Groep Landbouwwiskunde, Wageningen. 96 p.
- Braak, C.J.F. ter 1990. Update notes: Canoco version 3.10. DLO-Groep Landbouwwiskunde, Wageningen. 35 p.
- Braak, C.J.F. ter & H. van Dam 1989. Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. *Hydrobiologia* 178: 209-223.
- Cholnoky, B.J. 1968. Die Ökologie der Diatomeeën in Binnengewässern. Cramer, Lehre. 699 p.
- Dam, H. van 1979. Diatoms and water quality in lowland streams in the province of Northern Brabant (The Netherlands). *Hydrobiological Bulletin* 13: 13-21.
- Dam, H. van 1982. On the use of measures of structure and diversity in applied diatom ecology. *Nova Hedwigia, Beih.* 73: 97-115.
- Dam, H. van 1987. Verzuring van vennen: een tijdsverschijnsel. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen, Wageningen. 175 p.
-

- Dam, H. van 1988. Acidification of three moorland pools in The Netherlands by acid precipitation and extreme drought periods over seven decades. *Freshwater Biology* 20: 157-176.
- Dam, H. van & G.H.P. Arts 1993. Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum / Grontmij Advies en Techniek, De Bilt / Provincie Drenthe, Assen. 144 p.
- Dam, H. van & A. Mertens 1993. Kiezelwieren op herbariummateriaal als referentie voor waterkwaliteit. *De Levende Natuur* 94: 22-27.
- Dam, H. van & R.F.M. Buskens 1993. Ecology and management of moorland pools: balancing acidification and eutrophication. *Hydrobiologia* 265: 225-263.
- Dam, H. van & F. Sollman 1975. Inventarisatie van vaatplanten en mossen in sprengen en brongebieden van de Oostelijke en Zuidelijke Veluwezoom. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, 's-Gravenhage / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 50 p.
- Dam, H. van, G. Suurmond & C.J.F. ter Braak 1981. Impact of acidification on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools. *Hydrobiologia* 83: 425-459.
- Davison, W. 1990. A practical guide to pH measurement in freshwaters. *Trends in Analytical Chemistry* 9: 80-83.
- Denys, L. 1991. A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list. Professional Paper 1991/2 - no 246. Belgische Geologische Dienst, Brussel. 41 p.
- Dixit, S.S., J.P. Smol, J.C. Kingston & D.F. Charles 1992. Diatoms: powerful indicators of environmental change. *Environmental Science and Technology* 26: 23-33.
- Eilander, D.A., J.L. Kloosterhuis, F.H. de Jong & J. Koning 1982. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij de kaartbladen 26 Oost Harderwijk en 27 West Heerde. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 184 p.
- Elwood, J.W. & P.J. Mulholland 1989. Effects of acidic precipitation on stream ecosystems. In: D.C. Adriano & A.H. Johnson (eds.), *Acidic precipitation*, Vol. 2, Biological and ecological effects. Springer, New York: 85-135.
- Erisman, J.W. 1992. Atmospheric deposition of acidifying compounds in The Netherlands. Proefschrift, Rijksuniversiteit, Utrecht. 155 p.
- Fairchild, G.W. & Lowe, R.L. 1988. Artificial substrates which release nutrients: Effects on periphyton and invertebrate succession. *Hydrobiologia* 114: 29-37.
- Genstat 5 Committee 1988. Genstat 5 reference manual. Clarendon, Oxford. 749 p.
- Genstat 5 Committee 1990. Genstat 5 release 2 reference manual supplement. Numerical Algorithms Group, Oxford. 131 p.
- Gorter, H.P. 1986. Ruimte voor natuur. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Graveland. 422 p.
- Hardonk, R. 1968. Koornmullenaers, pampiermaeckers en coperslaghers: korte historie van de watermolens van Apeldoorn, Beekbergen en Loenen. Historisch Museum Moerman, Apeldoorn. 256 p.
- Herrmann, J., E. Degermann, A. Gerhardt, C. Johansson, P.-E. Lingdell & I.P. Muniz 1993. Acid stress effects on stream biology. *Ambio* (in druk).
-

- Heusden, W.R.M. van., 1982. De Lemelerberg: vegetatieveranderingen gedurende de laatste honderd jaar. Rapport. Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen / International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, Enschede. 86 p.
- Higler, L.W.G., F.F. Repko & J.A. Sinkeldam 1981. Hydrobiologische waarnemingen in Springendal (Ootmarsum). RIN-rapport 81/16. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 56 p.
- Hoek, D. 1992. Nutriëntenbelasting in de bovenloop van de Springendalse beek: een onderzoek naar de waterkwaliteit van een Twentse bronbeek in bestuurskundig alsmede civieltechnisch perspectief. Rapport. Universiteit Twente, Enschede. 121 p.
- Hoeve, J. ter 1969. Enige opmerkingen over het water in het CRM-object "Springendal" bij Ootmarsum. Staatsbosbeheer, Utrecht. 3 p.
- Hustedt, F. 1939. Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. Arch. Hydrobiol., Suppl. 16: 274-394.
- Janssen, P. 1976. Diatomeeën van de Tongerense beek. Intern rapport 23. Hugo de Vrieslaboratorium, Amsterdam. 145 p.
- Jongman, R.H.G. 1990. Conservation of brooks in small watersheds: A case for planning. Landscape Urban Plann. 19: 55-68.
- Jongman, R.H.G. & C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc. Wageningen. 299 p.
- Kant, G.R. 1982. Beken op de Veluwe. 1. Hydrologische aspecten in relatie tot de watervoering van de beken op de Oost- en Zuid-Veluwe. Basisrapport ten behoeve van de Werkgroep Beken en Sprengen, Provincie Gelderland, Arnhem. 84 p.
- Keithan, E.D., R.L. Lowe & H.R. DeYoe 1988. Benthic diatom distribution in a Pennsylvania stream: Role of pH and nutrients. Journal of Phycology 24: 581-585.
- Kobayasi, H. & T. Nagumo 1988. Examination of the type materials of *Navicula subtilissima* Cleve (Bacillariophyceae). Botanical Magazine (Tokyo) 101: 239-254.
- Koeman, R. 1974. Algologische onderzoeken in het stroomgebied van de Drentse Aa. Doctoraalverslag. Laboratorium voor Plantenecologie, Biologisch Centrum. Haren.
- Kolk, J. van der 1977. De waterkwaliteit in enkele beken aan de Oost-Veluwerand bepaald aan de hand van diatomeeën op *Callitriche*. Doctoraalverslag 77-4. Sectie Hydrobiologie, Vakgroep Waterzuivering, Landbouwhogeschool, Wageningen. 59 p.
- Koopmans, M. 1993. Een water in Nederland: de Koppelsprengen te Ugchelen. Nieuwsbrief Werkgroep Ecologisch Waterbeheer 17: 17.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot 1986-1991. Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(1-4). Fischer, Stuttgart. 4 delen.
- Leclercq, L. 1983. Description et écologie de nouveaux taxons de diatomées des genres *Surirella* et *Achnanthes*. Bulletin van de Nationale Plantentuin in België 53: 491-505.
- Leereveld, F. & I. Boot 1990. Springendal: beheersdal voor de periode 1989-1999. Staatsbosbeheer, Hellendoorn / Driebergen. 166 p.
-

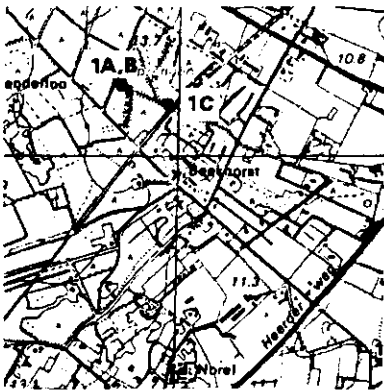
- Line, J.M. & H.J.B. Birks 1990. WACALIB version 2.1 - a computer program to reconstruct environmental variables from fossil assemblages by weighted averaging. *Journal of Paleolimnology* 3: 170-173.
- Maas, F.M. 1959. Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom. Proefschrift. Landbouwhogeschool, Wageningen. 166 p.
- Marks, J.W. 1976. Oecologisch onderzoek aan epiphytische diatomeeën gemeenschappen op kunstmatige substraten in de Ugchelerbeek. Intern rapport 34. Hugo de Vrieslaboratorium, Amsterdam. 123 p.
- Meinardi, C.R. (ongepubliceerd manuscript). Stroming en samenstelling van grondwater en sprengen van de Veluwe.
- Meinardi, C.R. 1974. De chemische samenstelling van het grondwater van de Veluwe. R.I.D. mededeling 74-4: 1-48.
- Meinardi, C.R. 1988. Veranderingen in de samenstelling van het water in de Veluwe sprengen. *H₂O* 21:52-57.
- Meinardi, C.R. 1993. Quality and quantity of groundwater recharge at the Veluwe hills. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven. 32 p.
- Moerman, J.D. 1934a. Beken, sprengen en watermolens op de Veluwe. *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap* 51: 167-207.
- Moerman, J.D. 1934b. Veluwsche beken en daling van het grondwaterpeil. *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap* 51: 495-520, 676-697.
- Oosterloo, W. 1979. Een hydrobiologisch onderzoek in de Geelmolenbeek en Hartenschemolenbeek op de Oost-Veluwe. Rapport LH/Nb 446, Landbouwhogeschool, Vakgroep Natuurbeheer, Wageningen / Laboratorium voor Zoölogische Oecologie en Taxonomie, Rijksuniversiteit, Utrecht. 68 p.
- Oosten, M.F. van (red.) 1979. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij de kaartbladen 33 West Apeldoorn en 33 Oost Apeldoorn. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 173 p.
- Oude Egbrink, B. & J. Notenboom 1982. Makrofauna-gemeenschappen in bronnen. Basisrapport Project E.K.O.O. 3 & 4. Verslag 665. Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen. 27 + 57 p.
- Popma, J. 1982. Beken op de Veluwe. 2. Numerieke classificatie van macrofauna gemeenschappen van sprengen en beken op de Veluwe. Basisrapport ten behoeve van de Werkgroep Beken en Sprengen, Provincie Gelderland, Arnhem. 98 p.
- Reuss, J.O. & D.W. Johnson 1986. *Acid deposition and the acidification of soils and waters*. Springer, New York. 119 p.
- Roelofs, J.G.M. 1991. Vegetation under chemical stress: effects of acidification, eutrophication and alkalinization. Proefschrift. Katholieke Universiteit Nijmegen. Nijmegen. 167 p.
- Schimmel, H.J.W. 1976. Beken en sprengen. In: S. Dijkhuizen, H.J.W. Schimmel & R. Westra, *Ontdek de Veluwe*. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam / VARA, Hilversum: 187-205.
- Schipper, P.C. & E. Boerrigter 1988. Vegetatiebeschrijving Springendal 1987. Concept-rapport. Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Scranson, M.A. (ed.) 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington. 1268 p.
-

- Shannon, C.E. & W. Weaver 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Siegel, S. 1956. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw-Hill, New York. 312 p.
- Stevenson, A.C., S. Juggins, H.J.B. Birks, N.J. Anderson, R.W. Battarbee, F. Berge, R.B. Davis, R.J. Flower, E.Y. Haworth, V.J. Jones, J.C. Kingston, A.M. Kreiser, J.M. Line, M.A.R. Munro, & I. Renberg 1991. *The Surface Waters Acidification Project Palaeolimnology Programme: modern diatom/lake-water chemistry data set*. Ensis. London. 86 p.
- Stouten, P.B. 1982. Beken op de Veluwe. 4. Algemene richtlijnen voor herstel en onderhoud van beken op de Oost- en Zuid-Veluwe. 5. Gedetailleerde beschrijving van een aantal beken op de Oost- en Zuid-Veluwe. Basisrapporten ten behoeve van de Werkgroep Sprengen en Beken. Provincie Gelderland, Arnhem. 135 p.
- Stuyfzand, P.J. 1989. Hydrochemische onderzoeksmethoden ter analyse van grondwaterstroming, deel 1. H₂O 22: 141-146.
- Thissen, P. & P. Goedhart 1990. Genstat 5, Genstat procedure manual, GLW procedure manual, release 2(1). DLO-Groep Landbouwwiskunde, Wageningen. 264 p.
- Tolkamp, H.H. 1980. Organism-substrate relationships in lowland streams. Proefschrift Landbouwhogeschool. Pudoc, Wageningen. 211 p.
- Vereenigingen tot Bevordering van het Vreemdelingen Verkeer te Velp-Rosendaal, De Steeg-Rheden, Dieren en Omstreken 1923. Gids ter bevordering der vestiging in de gemeente Rheden. Velsche Courant, Rheden. 104 p.
- Verkooijen, R.G.V.A., J.H. Hoogendoorn & P. Grootjans 1985. Hydrochemie van de provincie Gelderland. Dienst Waterbeheer, Provincie Gelderland, Arnhem / Dienst Grondwaterverkenning-TNO, Oosterwolde / Delft. 55 p.
- Verweij, J.J. 1975. Oorzaken van verminderde afvoer en het droogvallen van de Renkumse beken. Mededeling 16. Afdeling Cultuurtechniek, Landbouwhogeschool, Wageningen. 52 p.
- Vink, A.P.A. 1949. Bijdrage tot de kennis van löss en dekzanden in het bijzonder van de zuidoostelijke Veluwe. Veenman, Wageningen. 147 p.
- Voorn, H. 1992. Wonen in papiermakersland: papiermolens in Velp, Laag-Soeren en Rozendaal. Bührmann-Ubbens Papier, Zutphen. 48 p.
- Werff, A. van der & H. Huls 1957-1974. Diatomeeënflora van Nederland. Sprey, Abcoude, 10 losbladige afleveringen.
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo & I.S. Zonneveld 1973. Wilde planten: flora en vegetatie in onze natuurgebieden. III. De hogere gronden. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland. Amsterdam. 359 p.
- Wirdum, G. van 1980. Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels. Rapporten en nota's CHO-TNO 5: 118-143.
- Wirdum, G. van 1991. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift, Universiteit van Amsterdam. Datawyse, Maastricht. 310 p
-

- IJzerman, A.J. 1979. Sprengen en sprengbeken op de Veluwe: een onderzoek naar beheer, onderhoud en watervoorziening in historisch perspectief. Verslag 414, Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen / Rapport ten behoeve van de Commissie Waterhuishouding Gelderland, Arnhem. 110 p.
- IJzerman, A.J. 1982. De sprengen en sprengbeken van de Veluwe: ontstaan, beheer en watervoorziening. Wetenschappelijke Mededeling K.N.N.V. 151: 1-75.
-

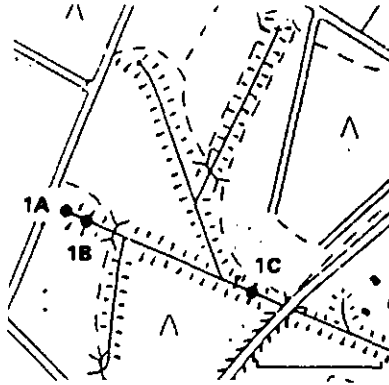
BIJLAGEN

Bijlage 1. Ligging van de monsterpunten. De kaartfragmenten waarbij rechtsonder een kaartbladnummer is vermeld zijn afkomstig van de topografische kaart, schaal 1 : 25 000. De schaalstrepen bij de detailkaarten komen overeen met 100 m in het veld.

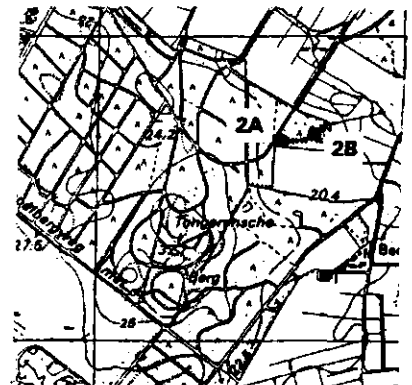


1 Molenbeek

270

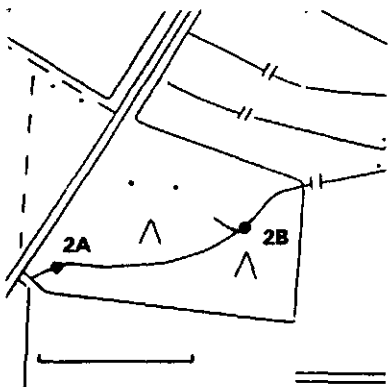


1 Molenbeek



2 Tongerense Beek

270

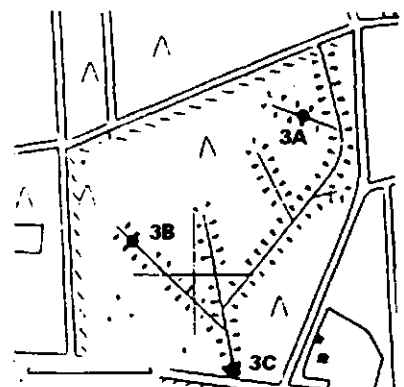


2 Tongerense Beek

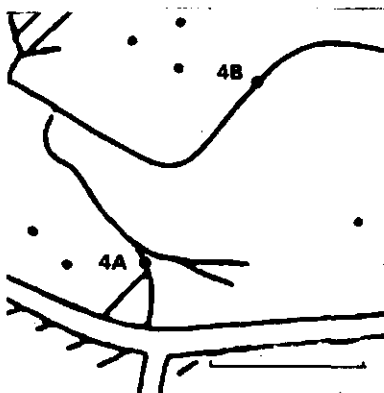


3 Hartense spreng
4 Geelmolense beek

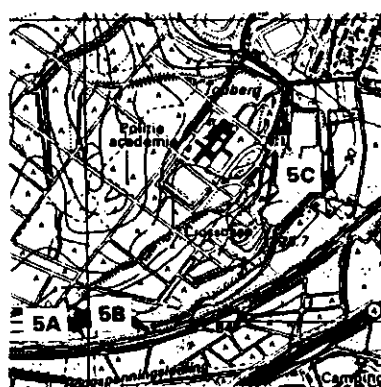
270



3 Hartense spreng

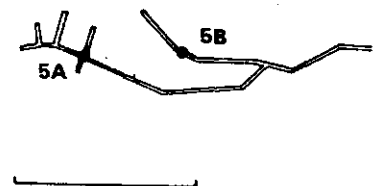


4 Geelmolense beek

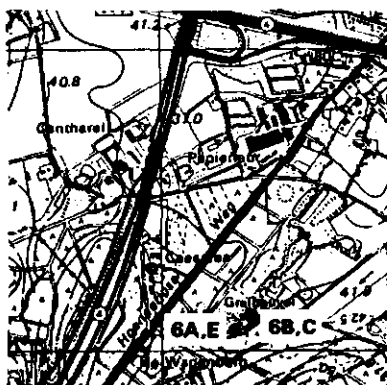


5 Orderbeek

33B

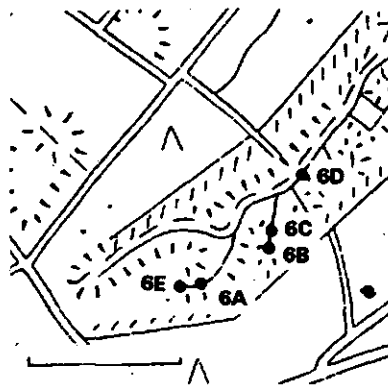


5 Orderbeek

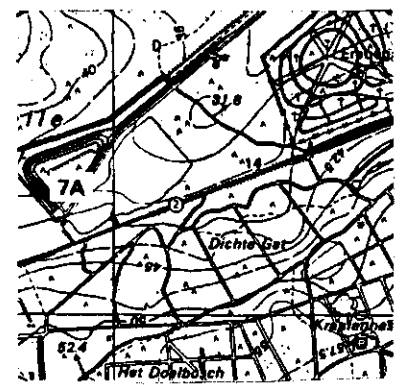


6 Koppelsprengen

33B



6 Koppelsprengen



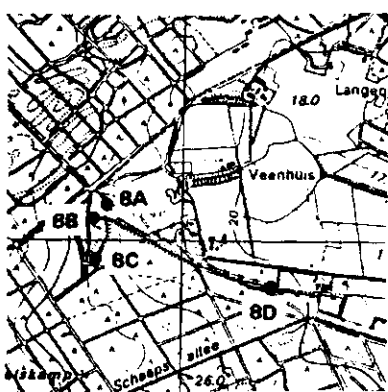
7 Vrijenbergerspreng

330

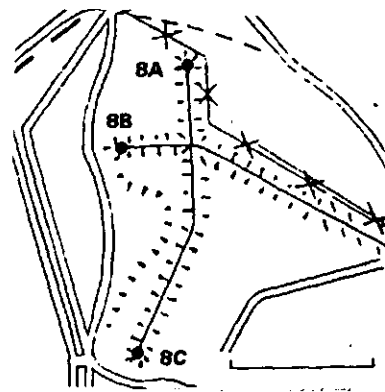
Bijlage 1 (vervolg).



7 Vrijenbergerspreng 330



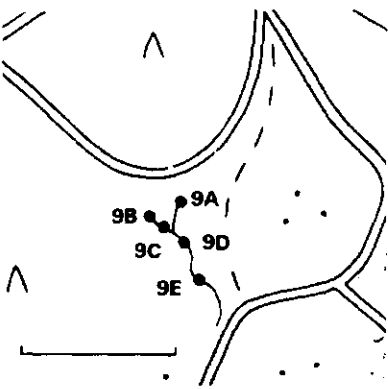
8 Soerense beek 336



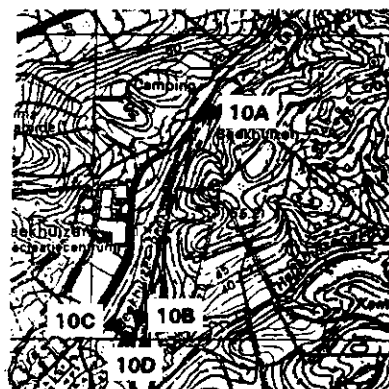
8 Soerense beek



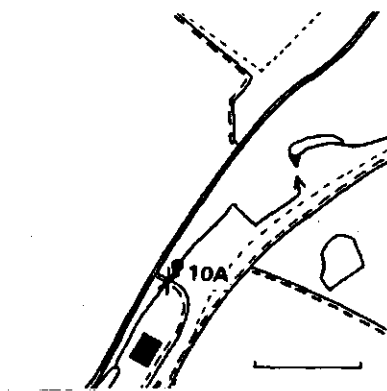
9 Zijpenberg 408



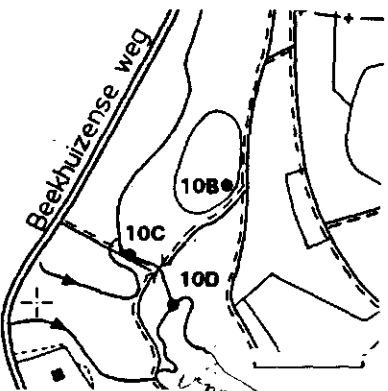
9 Zijpenberg



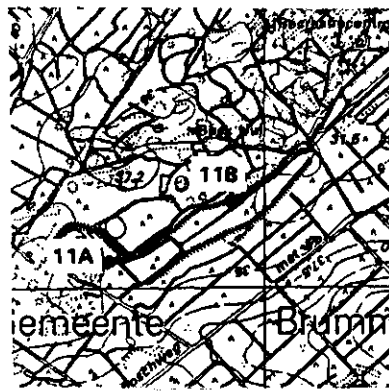
10 Beekhuizerbeek 408



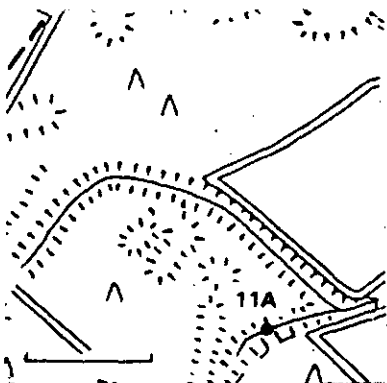
10 Beekhuizerbeek



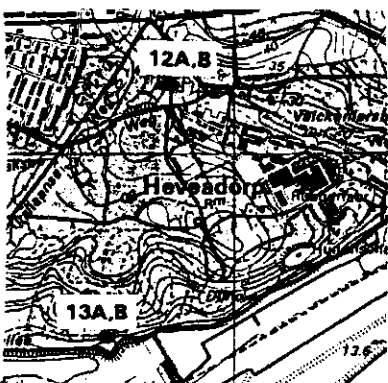
10 Beekhuizerbeek



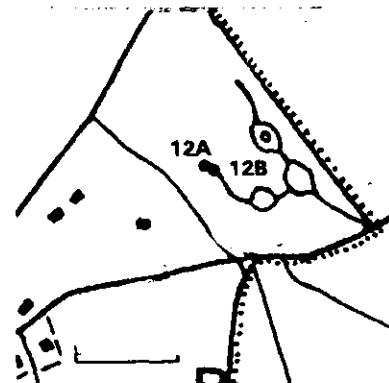
11 Eerbeekse beek 330



11 Eerbeekse beek

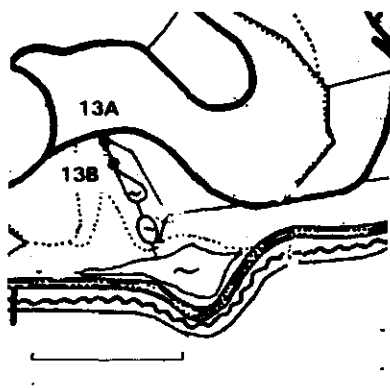


12 Seelbeek 40A
Duno

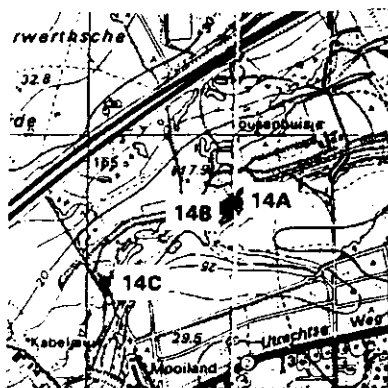


12 Seelbeek

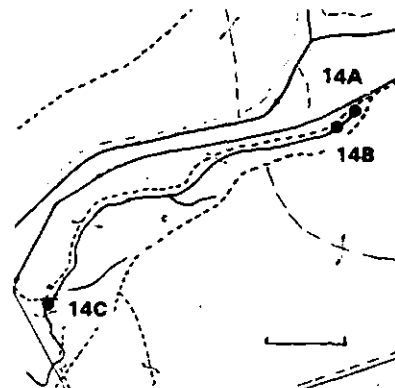
Bijlage 1 (slot).



13 Duno

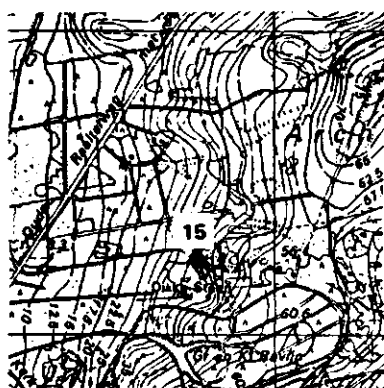


14 Heelsumse beek



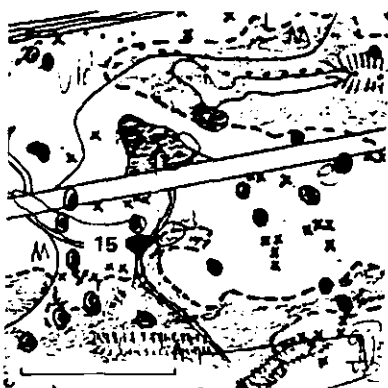
40A

14 Heelsumse beek

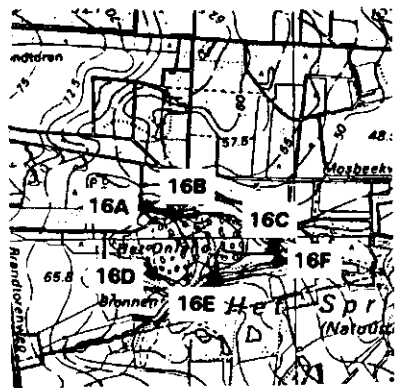


15 Archemerberg

28A

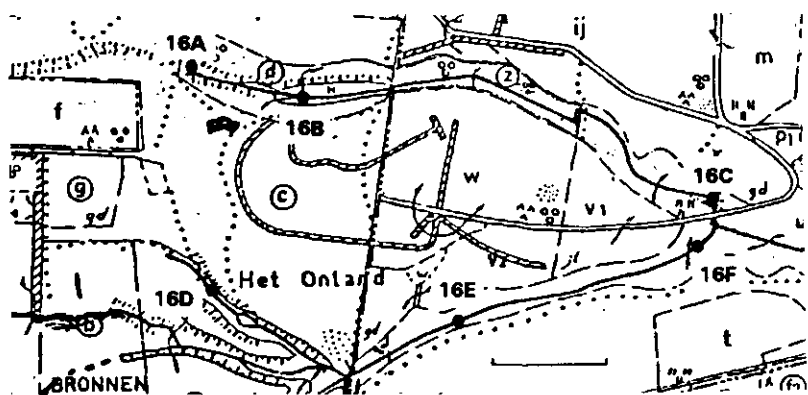


15 Archemerberg

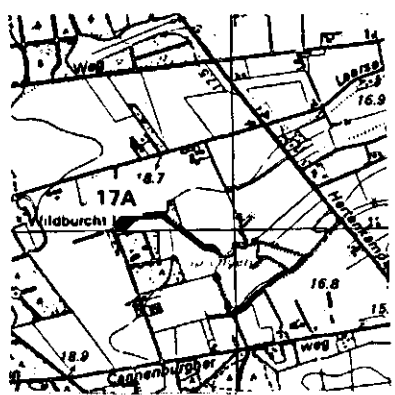


16 Springendal

28F



16 Springendal



17 Nijmolense beek

27D

Bijlage 2. Kenmerken van de onderzochte monsters 1. Mon = monstercode (de eerste letter hiervan is een afkorting voor de aard van het monster, de hierop volgende twee cijfers en letter vormen het nummer van het monsterpunt, de laatste twee cijfers geven het jaar van monstername aan). Gr = groep (1: monsters uit november 1990, waarbij volledige fysische en chemische analyses zijn verricht en die de actieve monsters in Canoco zijn, 2: monsters uit november 1990 waarvan geen volledige fysische en chemische gegevens zijn en/of die niet tot de actieve monsters in Canoco behoren, 3: oude monsters, passief in Canoco).

Mon	Gr	Datum	Bemonsteringsplaats	Aard van het monster
U01A90	2	901112	Molenbeek bij Renderloo	Sphagnum (knijp)
U01B90	1	901112	Molenbeek bij Renderloo	Sphagnum (knijp)
D01C90	1	901112	Molenbeek bij Renderloo	Callitriche, jong/oud eikeblad, beetje zand
M02A74	3	740104	Tongerense beek 15 m vanaf kop	knijp Sphagnum (en Vaucheria?)
M02A90	1	901112	Tongerense beek 15 m vanaf kop	aangroeiisel eike/beuke-blad, beetje bodemmateriaal
M02B74	3	740513	Tongerense beek benedenstrooms	afschraapsel takken
M02B90	1	901112	Tongerense beek benedenstrooms	bodemmateriaal
M03A74	3	740104	Hartense molenbeek	bladeren
M03A90	1	901114	Hartense molenbeek	bodemmateriaal, dood bladafval
T03A90	2	901114	Hartense molenbeek	takjes, schors
D03B90	1	901114	Hartense molenbeek	takjes, blaadjes, fijn detritus op zand
D03C90	1	901114	Hartense molenbeek	bodemmateriaal, takjes, blaadjes
D04A90	1	901114	Geelmolense beek	bodemmateriaal, detritus, zand, berkeblad, schimmel
M04B90	1	901114	Geelmolense beek	bodemmateriaal, bladeren, beetje zand
U05A74	3	740807	Orderbeek	knijp flap
D05A90	2	901108	Orderbeek	ijzervlokken, aangroeiisel paaltjes
M05A90	1	901108	Orderbeek	detritus van eikebladeren, 10-15 cm diepte, diverse plaatsen langs de oever
M05B90	1	901108	Orderbeek	grof/ fijn detritus, eikeblad 20-40 cm diepte
M05C74	3	740807	Orderbeek	opgeschept bodemmateriaal
D05C90	1	901108	Orderbeek	eikeblad, dennetakje, opgeschept bodemmateriaal
D06A75	3	751027	Koppelsprengen	dor blad, bruine vlokken
D06A90	1	901114	Koppelsprengen	blad, takjes, bovenste laag detritus
U06E74	3	740807	Koppelsprengen	knijp flap
D06B90	2	901114	Koppelsprengen	Sphagnum, eikeblad, blad van braam, stukje schors van takje
D06C75	3	750209	Koppelsprengen	slib, schraapsel blaadjes
D06C90	1	901114	Koppelsprengen	flap, berke/eikeblad, bovenste laag detritus
M06D90	1	901114	Koppelsprengen	eike/beukeblad, bovenste laag detritus
D07A90	1	901108	Vrijenbergerspreng kop	rottings-slib, ijzerrijk bodemmateriaal, aangroeiisel beschoeiing
D07B16	3	160725	Vrijenbergerspreng bij kleine waterval	draadwieren, knijprommel
F07B16	3	160725	Vrijenbergerspreng bij kleine waterval	draadwieren
A07B90	1	901108	Vrijenbergerspreng bij kleine waterval	aangroeiisel stenen plateau boven waterval, ijzerrijk en blauwgroen gekleurde wieren
D07B90	2	901108	Vrijenbergerspreng bij kleine waterval	in spatzone, 0.5 m boven water aan voet van hoogste waterval, bronmos e.a. mossen, afschraapsel stenen
F07B90	2	901108	Vrijenbergerspreng bij kleine waterval	met ijzer bedekt wierachtig aangroeiisel van palen 5 m boven waterval
M07B90	2	901108	Vrijenbergerspreng bij kleine waterval	bodemzand met detritus, afschraapsel beschoeiing paaltjes 5 m boven waterval
M08A90	1	901105	Soerense beek noordelijke kop	grof/ fijn organisch materiaal, eike/beukeblad, takjes
M08B90	1	901105	Soerense beek middelste kop	grof/fijn detritus, dode eike/berkebladeren
D08C90	2	901105	Soerense beek zuidelijke kop	prut en aangroeiisel van beschoeiing
M08C90	1	901105	Soerense beek zuidelijke kop	grof/fijn detritus en zand
D08D16	3	160725	Molenbeek Lg. Soerensche watermolen	onbekend
D08D90	1	901105	Soerense beek benedenstrooms	detritus, blaadjes en takjes, Callitriche
U08X16	3	160725	Soerense spreng	knijp
D09A47	3	470901	Zijpenberg noordelijke tak kwelveld	vermoedelijk Sphagnum
V09A87	2	871001	Zijpenberg noordelijke tak kwelveld	Sphagnum flexuosa
V09B87	2	871001	Zijpenberg zuidelijke hoofdtak (helling)	Pellia epiphylla, Sphagnum palustre
D09C87	2	871001	Zijpenberg zuidelijke hoofdtak, semi-permanent	berkeblad, Pellia epiphylla, Polytrichum commune
D09C88	2	880121	Zijpenberg zuidelijke hoofdtak, semi-permanent	berkeblad, Pellia epiphylla, Polytrichum commune, zand

Bijlage 2 (vervolg).

Mon	Gr	Datum	Bemonsteringsplaats	Aard van het monster
H09D24	3	240715	Zijpenberg verenigde stromen	herbariummateriaal <i>Ranunculus flammula</i>
M09D74	3	740815	Zijpenberg verenigde stromen	opgeschept bodemmateriaal
U09D77	3	770131	Zijpenberg verenigde stromen	knijp <i>Sphagnum</i>
M09D87	2	871001	Zijpenberg verenigde stromen	zand, grof/fijn detritus
M09D88	1	880121	Zijpenberg verenigde stromen	zand, grof/fijn detritus
D09E88	2	880317	Zijpenberg halverwege afvoerbeekje	<i>Sphagnum</i> , <i>Polytrichum commune</i> , zand, eike/berkeblad, fijn detritus
D10A16	3	160901	Beek van Beekhuizen	onbekend
10H M10A74	3	740815	Beekhuizerbeek 20 m voor waterval bij theehuis	opgeschept bodemmateriaal
10B M10A90	1	901105	Beekhuizerbeek 20 m voor waterval bij theehuis	opgeschept bodemslib en beukebladeren
D10B90	1	901105	Beekhuizerbeek spreng in dal (brankop)	bodemslib, stukje hout, beukebladeren
M10C90	1	901105	Beekhuizerbeek 100 m voor waterval bij meertje	fijn detritus, slib
V10D90	3	901105	Waterval Beekhuizen bij meertje	mossen
M11A90	1	901108	Eerbeekse beek kop	detritus van eikebladeren
D11B90	1	901108	Eerbeekse beek benedenstrooms	aangroei sel beschoeiing, detritus, zand, takjes, eikeblad
M12A90	1	901115	Seelbeek bron in bronbos	fijn detritus op zand, elzeblad
D12B90	2	901108	Seelbeek, 10 m beneden kop	fijn detritus op zand, eike/elzeblad, schors, takjes
D13A90	3	901115	Duno bron	eike/beukeblad, mossen, fijn detritus op zand
D13B90	1	901115	Duno 15 m vanaf bron	mos, zand met detritus, bodemmateriaal, fijn detritus, takjes, blad
D13X16	3	160704	Voet van de Duno	Cyano
U14B72	2	720713	Heelsumse beek	knijp <i>Sphagnum</i>
D14A90	1	901115	Heelsumse beek kop	knijp <i>Sphagnum</i> , bovenste laag detritus, niet houtachtige stengel, eikeblad
D14B90	2	901115	Heelsumse beek 20 m vanaf de kop	detritus, rottingslib, <i>Callitriche</i>
U14B90	2	901115	Heelsumse beek 20 m vanaf de kop	knijp <i>Sphagnum</i>
D14C72	2	720713	Heelsumse beek benedenstrooms	geschept bodemmateriaal en knijp <i>Ceratophyllum</i>
M14C90	1	901115	Heelsumse beek benedenstrooms	blad en bodemmateriaal
S14C90	2	901115	Heelsumse beek benedenstrooms	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
D15A90	1	901122	Bron op Archemerberg	zand, fijn detritus, beetje blad, takje
D16A90	2	901122	Springendal kop	fijn detritus, zand, beukeblad, takje
D16B90	1	901122	Springendal 100 m vanaf de kop	oud <i>Mannagras</i> , takje, fijn detritus, zand, beukeblad
M16C76	3	760601	Springendal noordelijke tak Mosbeek	bodemslib
D16C90	1	901122	Springendal noordelijke tak Mosbeek	aangroei sel Watereppe, <i>Pitrus</i> , <i>Mannagras</i> e.a. grassen
M16C90	2	901122	Springendal noordelijke tak Mosbeek	detritus en bodemzand
M16D90	2	901122	Springendal Mosbeek	fijn/grof detritus, eikeblad
M16E90	2	901122	Springendal zuidelijke tak Mosbeek	bodemzand, grof/fijn detritus
M16F76	3	760601	Springendal zuidelijke tak Mosbeek	bodemslib
M16F90	1	901122	Springendal zuidelijke tak Mosbeek	zand, detritus van bodem
M17A74	3	740113	Nijmolense beek	bodemslib
M17A90	2	901112	Nijmolense beek	bruin slib op zand

Bijlage 2 (vervolg). Kenmerken van de onderzochte monsters 2. De monsters met collectienummers (Coll.) beginnend met een D bevinden zich in de collectie van het IBN-DLO te Leersum. Alle overige monsters zijn in het Hugo de Vries-laboratorium van de Universiteit van Amsterdam. De preparaten zijn bij het IBN-DLO te Leersum.

Mon	Coll.	Prep.	Verzamelaar	Krt	Co-ordinaten	Gemeente
U01A90	D3809	3586	L. Janmaat	27D	196.82-487.23	Epe
U01B90	D3810	3587	L. Janmaat	27D	196.83-487.22	Epe
D01C90	D3812	3592	L. Janmaat	27D	195.95-479.16	Epe
M02A74	74.9	3706	P. Janssen	27D	191.65-483.65	Epe
M02A90	D3813	3594	L. Janmaat	27D	191.60-483.67	Epe
M02B74	74.20	3707	P. Janssen	27D	191.70-483.70	Epe
M02B90	D3816	3600	L. Janmaat	27D	191.72-483.69	Epe
M03A74	74.181	3705	A.C. Ellis-Adam	27D	191.10-478.14	Epe
M03A90	D3819	3606	L. Janmaat	27D	191.08-478.12	Epe
T03A90	D3818	3603	L. Janmaat	27D	191.08-478.12	Epe
D03B90	D3820	3607	L. Janmaat	27D	190.96-478.01	Epe
D03C90	D3821	3610	L. Janmaat	27D	191.02-477.92	Epe
D04A90	D3822	3612	L. Janmaat	27D	190.82-477.56	Epe
M04B90	D3823	3614	L. Janmaat	27D	190.87-477.62	Epe
U05A74	74.162	3704	H. van Dam	33B	190.97-467.01	Apeldoorn
D05A90	D3828	3623	L. Janmaat	33B	190.96-467.01	Apeldoorn
M05A90	D3829	3625	L. Janmaat	33B	190.96-467.01	Apeldoorn
M05B90	D3830	3627	L. Janmaat	33B	190.99-467.03	Apeldoorn
M05C74	74.159	3779	H. van Dam	33B	191.80-467.50	Apeldoorn
D05C90	D3846	3659	L. Janmaat	33B	191.78-467.47	Apeldoorn
D06A75	75.273	3778	A.C. Ellis-Adam	33B	191.25-465.09	Apeldoorn
D06A90	D3824	3615	L. Janmaat	33B	191.25-465.09	Apeldoorn
U06E74	74.158	3703	H. van Dam	33B	191.25-465.08	Apeldoorn
D06B90	D3825	3618	L. Janmaat	33B	191.28-465.09	Apeldoorn
D06C75	75.3	3777	A.C. Ellis-Adam	33B	191.3 -465.1	Apeldoorn
D06C90	D3826	3620	L. Janmaat	33B	191.28-465.12	Apeldoorn
M06D90	D3838	3644	L. Janmaat	33B	191.32-465.16	Apeldoorn
D07A90	D3831	3629	L. Janmaat	33D	195.75-458.40	Apeldoorn
D07B16	H167	3690	J. Heimans	33D	-	Apeldoorn
F07B16	H166	3688	J. Heimans	33D	-	Apeldoorn
A07B90	D3834	3636	L. Janmaat	33D	196.80-459.73	Apeldoorn
D07B90	D3833	3634	L. Janmaat	33D	196.80-459.73	Apeldoorn
F07B90	D3835	3638	L. Janmaat	33D	196.80-459.73	Apeldoorn
M07B90	D3832	3632	L. Janmaat	33D	196.80-459.73	Apeldoorn
M08A90	D3764	3566	H. van Dam	33G	200.74-455.12	Rheden
M08B90	D3765	3567	H. van Dam	33G	200.70-455.07	Rheden
D08C90	D3767	3571	H. van Dam	33G	200.72-454.94	Rheden
M08C90	D3766	3569	H. van Dam	33G	200.72-454.94	Rheden
D08D16	H155	3684	J. Heimans	33G	-	Rheden
D08D90	D3768	3573	H. van Dam	33G	201.28-454.85	Rheden
U08X16	H153	3682	J. Heimans	33G	-	Rheden
D09A47	H914	2644	H.R. Hoogenraad	40B	197.25-448.58	Rheden
V09A87	D2713	2486	H. van Dam	40B	197.25-448.58	Rheden
V09B87	D2711	2482	H. van Dam	40B	197.25-448.58	Rheden
D09C87	D2710	2480	H. van Dam	40B	197.25-448.58	Rheden
D09C88	D2828	2592	H. van Dam	40B	197.25-448.58	Rheden
H09D24	Rijksherb.	2974	J.L. van Soest	40B	197.25-448.58	Rheden
M09D74	74.165	106	H. van Dam	40B	197.25-448.57	Rheden
U09D77	D226	2266	H. van Dam	40B	197.25-448.58	Rheden
M09D87	D2712	2484	H. van Dam	40B	197.25-448.58	Rheden

Bijlage 2 (slot).

Mon	Coll.	Prep.	Verzamelaar	Krt	Co-ordinaten	Gemeente
M09D88	D2829	2594	H. van Dam	40B	197.25-448.58	Rheden
D09E88	D2895	2789	H. van Dam	40B	197.29-448.56	Rheden
D10A16	H217	3694	J. Heimans	40B	-	Rheden
M10A74	74.164	3702	H. van Dam	40B	196.38-447.82	Rheden
M10A90	D3769	3576	H. van Dam	40B	196.36-447.75	Rheden
D10B90	D3770	3577	H. van Dam	40B	196.15-447.08	Rheden
M10C90	D3771	3579	H. van Dam	40B	196.08-447.04	Rheden
V10D90	D3772	3581	H. van Dam	40B	196.12-447.00	Rheden
M11A90	D3836	3640	L. Jarmaat	33D	198.48-455.08	Brummen
D11B90	D3837	3642	L. Jarmaat	33D	198.89-455.28	Brummen
M12A90	D3864	3680	L. Jarmaat	40A	183.78-443.23	Renkum
D12B90	D3827	3621	L. Jarmaat	40A	183.80-443.22	Renkum
D13A90	D3839	3645	L. Jarmaat	40A	183.53-442.43	Renkum
D13B90	D3840	3647	L. Jarmaat	40A	183.54-442.42	Renkum
D13X16	H71	3696	J. Heimans	40A	-	Renkum
U14B72	72.347	3701	A.C. Ellis-Adam	40A	182.45-444.75	Renkum
D14A90	D3841	3650	L. Jarmaat	40A	182.48-444.77	Renkum
D14B90	D3842	3652	L. Jarmaat	40A	182.45-444.75	Renkum
U14B90	D3843	3653	L. Jarmaat	40A	182.45-444.75	Renkum
D14C72	72.346	3698	A.C. Ellis-Adam	40A	182.07-444.42	Renkum
M14C90	D3845	3657	L. Jarmaat	40A	182.06-444.52	Renkum
S14C90	D3844	3655	L. Jarmaat	40A	182.06-444.52	Renkum
D15A90	D3847	3661	L. Jarmaat	28A	223.75-498.25	Ommen
D16A90	D3848	3663	L. Jarmaat	28F	256.51-495.11	Denekamp
D16B90	D3849	3665	L. Jarmaat	28F	256.62-495.07	Denekamp
M16C76	D183	3720	H. van Dam	27F	256.98-494.97	Denekamp
D16C90	D3851	3669	L. Jarmaat	27F	256.98-494.97	Denekamp
M16C90	D3850	3668	L. Jarmaat	27F	256.98-494.97	Denekamp
M16D90	D3852	3671	L. Jarmaat	28F	256.53-494.89	Denekamp
M16E90	D3853	3674	L. Jarmaat	28F	256.78-494.88	Denekamp
M16F76	D178	3724	H. van Dam	28F	256.96-494.92	Denekamp
M16F90	D3854	3676	L. Jarmaat	28F	256.96-494.92	Denekamp
M17A74	74.172	3780	A.C. Ellis-Adam	27D	192.65-479.02	Epe
M17A90	D3808	3583	L. Jarmaat	27D	192.62-479.02	Epe

Bijlage 3. Overzicht van de analysemethoden gebruikt bij het laboratorium van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland. Voorbehandeling: M = filtratie over membraanfilter 0.45 μm , A = aanzuren met HNO_3 .

variabele	voorbeh. methode		eenheid
aluminium	A, M	grafietoven, Zeeman	$\mu\text{g l}^{-1}$ Al
ammonium (anorganisch)	A, M	NEN 6472, salicylaat	mg l^{-1} N
ammonium (organisch)	M	NEN 6473	mg l^{-1} N
calcium	A, M	NEN 6642-WMN	mg l^{-1} Ca
carbonaat	M	NEN 1056	mg l^{-1} CO_3
chloride	geen	NEN 6476, Hg-thiocyanaat	mg l^{-1} Cl
elektrisch geleidingsvermogen	geen	NEN 6412	mS m^{-1} (20°C)
kalium	A, M	NEN 6442	mg l^{-1} K
kaliumpermanganaatverbruik	geen	NEN 6491	mg l^{-1} O_2
kleur (bij 320 nm)	M	NEN 6413 ^a	mg l^{-1} Pt
kleur (bij 455 nm)	M	NEN 6413	mg l^{-1} Pt
kooldioxide (vrij)	geen	NPR 6522	mg l^{-1} CO_2
mangaan	A, M	NEN 6461, vlam	mg l^{-1} Mn
natrium	A, M	NEN 6442	mg l^{-1} Na
nitraat	M	Scranson (1985) ^b	mg l^{-1} N
nitriet	M	Scranson (1985) ^b	mg l^{-1} N
opgeloste organische koolstof	M	NPR 6522	mg l^{-1} C
ortho-fosfaat	A, M	NEN 6479	mg l^{-1} P
silicaat	M	NEN 6471	mg l^{-1} Si
sulfaat	M	Scranson (1985) ^b	mg l^{-1} SO_4
totaal-fosfaat	M	NEN 6479	mg l^{-1} P
tot. anorg. koolstof	geen	WMN ^c	mg l^{-1} C
waterstofexponent (pH)	geen	NEN 6411	-
waterstofcarbonaat	M	NEN 1056 ^d	mg l^{-1} HCO_3
ijzer (opgelost)	A, M	NEN 6460, vlam	mg l^{-1} Fe

^ameting bij 320 nm wijkt af van NEN-voorschrift, ^bmet Skalar-autoanalyser, ^caanzuren, koolstofanalyzer, het ontstane CO_2 bepalen in IR-detector, de concentraties CO_2 en HCO_3^- (check op titrimetrische bepaling) en eventueel CO_3^{2-} in water berekend uit pH (zie o.a. NPR 6522 en NPR 6523) ^dtitratie met HCl tot pH 4.5.

Bijlage 4. Chemische analyses door Waterleidingbedrijf Midden-Nederland.

Punt		18	1C	2A	2B	3A	3B	3C	4A	4B	5A	5B	5C
Dag (november 1990)		12	12	12	12	14	14	14	14	14	8	8	8
Agressiviteit t.o.v. CaCO_3		z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	st.	st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.
Waterstofexponent (pH)		5.7	5.6	5.8	6.7	6.8	7.1	7.1	6.7	6.9	6.5	6.5	6.8
Chloride	mg/l	13.7	14.5	12.9	11.0	9.6	11.4	10.0	13.7	12.3	12.6	14.8	13.5
Nitriet	mg/l N	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitraat	mg/l N	2.15	1.20	2.15	0.80	<0.05	0.75	0.10	1.30	1.50	0.35	0.05	0.90
Sulfaat	mg/l	16	18	16	18	11	24	10	26	13	17	30	21
Ammonium	mg/l N	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.03	0.02
Tot. anorganisch koolstof	mg/l	4.5	4.2	10.7	12.0	14.3	7.2	14.1	9.8	11.9	11.1	12.2	7.2
Vrij koolzuur	mg/l	14	14	32	15	15	5	9	12	11	19	21	8
Calcium	mg/l	5.2	4.8	8.7	16.0	14.5	15.0	16.5	18.0	16.0	12.0	14.5	13.0
Carbonaat	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
IJzer	mg/l	0.02	0.09	0.03	0.31	0.02	<0.02	0.03	<0.02	0.09	0.21	0.60	0.07
Totale hardheid	mmol/l	0.20	0.21	0.30	0.49	0.44	0.45	0.49	0.54	0.49	0.38	0.49	0.43
Waterstofcarbonaat	mg/l	4	4	9	38	49	28	56	31	41	26	28	24
Anionen	meq/l	0.94	0.94	1.00	1.37	1.30	1.34	1.42	1.53	1.40	1.16	1.50	1.28
Kationen	meq/l	0.90	0.91	1.00	1.35	1.24	1.33	1.36	1.53	1.42	1.15	1.50	1.28
Geleidingsvermogen	mS/m	9.7	10.0	11.0	13.5	12.0	13.5	13.0	15.0	14.0	11.0	15.0	13.0
Kalium	mg/l	1.1	1.2	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7	0.9	1.5	1.0	1.7	1.4
Magnesium	mg/l	1.8	2.3	1.9	2.2	2.0	1.8	2.0	2.3	2.1	2.0	3.0	2.5
Mangaan	mg/l	0.03	0.05	0.02	0.03	0.13	<0.01	0.19	0.20	0.13	0.07	1.25	0.22
Natrium	mg/l	10.5	10.0	8.5	7.5	7.5	9.5	8.0	9.5	9.0	8.0	9.5	8.5
Organisch ammonium	mg/l N	0.03	<0.02	0.02	<0.02	0.02	0.04	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	0.02	<0.02
Fosfaat	mg/l P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Totaal fosfaat	mg/l P	<0.01	<0.01	0.21	0.02	0.03	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.23	0.01	0.01
Silicaat	mg/l Si	9.2	6.6	6.3	6.5	8.1	4.05	8.1	6.9	7.1	7.4	8.5	7.5
Aluminium	ug/l	25	100	90	16	12	40	<5	5	50	8	12	45
Kleur (320 nm)	mg Pt/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Kleur (455 nm)	mg Pt/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	4	<2
Kaliumpermanganaatverbruik	mg O_2 /l	0.8	0.4	0.7	0.3	0.5	1.2	0.3	0.6	0.8	0.5	1.1	0.5
N.P.O.C.	mg C/l	1.3	1.0	1.3	1.1	1.4	1.0	0.8	2.0	1.2	1.9	1.3	1.1

Punt		6A	6C	6D	7A	7B	8A	8B	8C	8D	9 *	10A	10B
Dag (november 1990)		14	14	14	8	8	5	5	5	5	26	5	5
Agressiviteit t.o.v. CaCO_3		z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	sterk	zwak
Waterstofexponent (pH)		6.2	5.6	6.5	6.7	7.3	5.1	5.1	6.3	6.7	4.7	7.2	7.3
Chloride	mg/l	10.0	9.6	9.6	9.9	10.0	10.6	10.4	8.9	9.3	14.5	13.3	18.3
Nitriet	mg/l N	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitraat	mg/l N	1.60	1.60	1.05	0.90	0.55	0.30	2.55	2.00	0.75	5.6	0.35	0.40
Sulfaat	mg/l	16	18	12	10	12	20	25	20	16	44	20	17
Ammonium	mg/l N	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.50	0.08	0.02	0.03	0.02	0.02	0.28
Tot. anorganisch koolstof	mg/l	6.0	5.6	6.0	11.3	8.3	8.1	5.8	6.5	5.6	-	20.7	17.1
Vrij koolzuur	mg/l	14	18	10	14	4	29	21	14	7	15	11	7
Calcium	mg/l	7.1	6.0	6.7	12.5	12.5	5.7	8.1	10.0	9.4	11.0	31.0	27.5
Carbonaat	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
IJzer	mg/l	<0.02	0.03	0.03	0.22	0.06	0.20	0.06	0.20	0.06	0.02	0.04	0.03
Totale hardheid	mmol/l	0.26	0.23	0.24	0.40	0.39	0.22	0.34	0.35	0.32	0.57	0.97	0.87
Waterstofcarbonaat	mg/l	10	4	15	37	35	2	3	12	18	1	92	79
Anionen	meq/l	0.89	0.83	0.84	1.16	1.15	0.77	1.05	1.01	0.94	1.75	2.33	2.20
Kationen	meq/l	0.87	0.85	0.83	1.12	1.13	0.84	1.08	1.02	0.98	1.81	2.36	2.25
Geleidingsvermogen	mS/m	9.2	9.2	8.6	11.0	11.0	8.5	11.5	10.5	9.5	19.5	21.0	20.5
Kalium	mg/l	1.1	1.0	0.8	0.7	0.7	1.4	1.2	0.8	0.7	2.1	1.5	0.9
Magnesium	mg/l	1.9	2.0	1.8	2.2	2.0	1.8	3.3	2.5	2.1	7.2	4.8	4.5
Mangaan	mg/l	0.03	0.02	0.02	0.25	0.33	0.83	0.29	0.07	0.15	0.36	0.02	0.05
Natrium	mg/l	7.5	8.0	7.5	6.5	7.0	6.5	7.0	6.5	7.0	11.0	8.5	10.5
Organisch ammonium	mg/l N	0.02	0.04	0.02	<0.02	<0.02	0.46	0.16	0.06	0.04	0.05	0.11	0.07
Fosfaat	mg/l P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.02
Totaal fosfaat	mg/l P	0.04	<0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.03	0.02
Silicaat	mg/l Si	5.2	4.45	5.8	6.6	6.7	6.8	5.6	5.8	6.6	4.7	5.6	5.6
Aluminium	ug/l	5	110	25	7	20	110	450	12	24	1200	25	30
Kleur (320 nm)	mg Pt/l	<2	<2	<2	<2	<2	5	<2	<2	<2	3	8	3
Kleur (455 nm)	mg Pt/l	<2	<2	<2	<2	<2	12	<2	<2	<2	5	29	8
Kaliumpermanganaatverbruik	mg O_2 /l	0.5	0.5	0.6	0.2	0.4	29	0.8	1.2	0.9	9.5	3.7	2.5
N.P.O.C.	mg C/l	0.9	1.8	0.6	0.7	1.1	4.8	1.5	0.8	0.6	2.0	2.8	1.4

* 26 januari 1988

Bijlage 4 (slot).

Punt		10C	11A	11B	12A	13B	14A	14C	15	16B	16C	16F	17
Dag (november 1990)		5	8	8	15	15	15	15	22	22	22	22	12
Agressiviteit t.o.v. CaCO_3		zwak	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.	z.st.
Waterstofexponent (pH)		7.4	6.6	6.8	6.5	6.9	5.3	5.8	4.5	5.9	6.4	6.6	6.4
Chloride	mg/l	14.2	7.5	8.2	21.6	26.5	23.2	37.7	23.7	24.6	25	26.4	25.6
Nitriet	mg/l N	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Nitraat	mg/l N	1.35	1.05	0.85	6.4	5.7	11.0	12.0	8.5	11.5	9.0	12.5	29
Sulfaat	mg/l	23	12	12	36	32	37	27	30	18	20	39	37
Ammonium	mg/l N	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.24	0.11	0.02	0.02	0.07	0.14
Tot. anorganisch koolstof	mg/l	13.3	9.4	9.7	11.7	5.9	9.1	9.7	5.9	7.2	4.4	4.7	11.3
Vrij koolzuur	mg/l	5	14	10	20	5	32	29	22	21	8	7	21
Calcium	mg/l	23.5	12.0	11.5	24.5	21.5	24.5	21.0	7.5	16.5	15.5	25.0	44.0
Carbonaat	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
IJzer	mg/l	0.05	0.02	<0.02	0.03	0.03	0.03	<0.01	0.04	<0.02	0.03	0.08	0.02
Totale hardheid	mmol/l	0.78	0.37	0.36	0.76	0.69	0.78	0.71	0.39	0.63	0.62	0.93	1.55
Waterstofcarbonaat	mg/l	62	28	27	26	20	5	11	<1	10	11	15	24
Anionen	meq/l	1.99	1.00	0.98	2.24	2.15	2.29	2.66	1.91	2.06	1.95	2.70	3.96
Kationen	meq/l	2.03	1.05	1.02	2.25	2.14	2.31	2.73	1.96	2.10	2.00	2.72	3.97
Geleidingsvermogen	mS/m	18.5	10.0	9.9	23.0	22.5	25.0	29.0	21.0	22.5	21.0	28.5	41
Kalium	mg/l	1.2	0.7	0.6	1.0	1.5	2.8	3.5	1.6	4.2	4.2	7.8	8.8
Magnesium	mg/l	4.8	1.8	1.7	3.6	3.7	4.0	4.5	5.0	5.4	5.6	7.5	11.0
Mangaan	mg/l	0.07	0.02	0.04	0.04	<0.01	0.08	0.28	0.08	0.02	0.03	0.11	0.04
Natrium	mg/l	9.5	6.5	6.5	16.0	16.5	14.5	27	13.5	16.5	15.0	14.5	14.5
Organisch ammonium	mg/l N	0.07	<0.02	<0.02	0.04	0.02	0.04	0.05	0.24	0.02	0.06	0.13	0.37
Fosfaat	mg/l P	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.08	0.02	0.01	0.01	0.02
Totaal fosfaat	mg/l P	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.20	0.08	0.05	0.01	0.01	0.20
Silicaat	mg/l Si	4.75	5.7	6.0	6.8	6.9	7.2	6.3	5.1	7.7	8.0	6.4	6.0
Aluminium	ug/l	70	7	14	25	18	500	200	4800	30	40	130	30
Kleur (320 nm)	mg Pt/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	2	9	5
Kleur (455 nm)	mg Pt/l	6	<2	<2	3	<2	<2	<2	2	<2	6	15	8
Kaliumpermanganaatverbruik	mg O_2 /l	1.6	0.2	0.3	1.1	0.3	1.5	0.8	7.0	0.6	2.4	4.2	8.0
N.P.O.C.	mg C/l	1.5	0.5	0.7	2.0	0.7	1.6	2.9	2.2	0.7	2.5	6.2	3.8

Bijslage 5. Gemiddelde waarden van chemische variabelen in verschillende jaren (n = aantal waarnemingen per jaar). Waarden beneden de detectielimiet zijn op de helft hiervan gesteld.

Punt	Jaar	n	pHl	pHv	EC25l	oPO4	NH4	Na+K	Ca	Mg	Cl	Alkl	NO3	SO4	Bron*
					ms/m			mmol/m3				meq/m3	mmol/m3		
1B	1974	2	6.1	5.3	10.2	0.3	7.0	557	162	82	508	197	57	141	1
1B	1990	1	5.7	5.7	10.7	0.2	1.4	485	130	74	386	66	153	167	6
1C	1990	1	5.6	5.6	11.0	0.2	1.4	466	120	95	409	66	86	187	6
2A	1974	6	-	5.6	11.5	-	3.6	337	141	60	324	245	30	135	2
2A	1990	1	5.8	5.8	12.1	0.2	1.4	398	217	78	364	147	153	167	6
2B	1974	4	-	6.2	16.0	-	2.1	340	290	90	310	721	20	156	2
2B	1981	1	6.8	-	17.7	0.1	1.4	360	489	128	339	869	29	167	3
2B	1990	1	6.7	6.5	14.9	0.2	1.4	352	399	90	310	623	57	187	6
3A	1990	1	6.8	6.7	13.2	0.2	1.4	344	362	82	271	803	2	115	6
3B	1990	1	7.1	7.2	14.9	1.0	0.7	431	374	74	322	459	54	250	6
3C	1990	1	7.1	7.0	14.3	0.2	0.7	366	412	82	282	918	7	104	6
4A	1974	1	6.7	6.5	14.4	1.4	5.5	622	439	49	451	754	48	180	1
4A	1990	1	6.7	6.5	16.5	0.2	0.7	436	449	95	386	508	93	271	6
4B	1990	1	6.9	6.8	15.4	0.2	0.7	430	399	86	347	672	107	135	6
5A	1990	1	6.5	6.5	12.1	0.2	3.6	374	299	82	355	426	25	177	6
5B	1974	1	6.6	6.2	14.1	0.3	1.1	531	374	140	480	606	2	234	1
5B	1990	1	6.5	6.6	16.5	0.2	2.1	457	362	123	417	459	4	312	6
5C	1990	1	6.8	6.8	14.3	0.2	1.4	406	324	103	381	393	64	219	6
6A	1990	1	6.2	6.0	10.1	0.2	0.7	354	177	78	282	164	114	167	6
6C	1990	1	5.6	5.4	10.1	0.2	0.4	374	150	82	271	66	114	187	6
6D	1990	1	6.5	6.3	9.5	0.2	0.7	347	167	74	271	246	75	125	6
7A	1981	1	6.7	-	11.8	0.6	0.7	314	299	123	282	606	21	156	3
7A	1990	1	6.7	6.7	12.1	0.2	0.7	301	312	90	279	606	64	104	6
7B	1990	1	7.3	7.2	12.1	0.2	1.4	322	312	82	282	574	39	125	6
8A	1990	1	5.1	5.1	9.4	0.2	35.7	319	142	74	299	33	21	208	6
8B	1990	1	5.1	5.2	12.7	0.2	5.7	335	202	136	293	49	182	260	6
8C	1990	1	6.3	6.5	11.6	0.2	1.4	303	250	103	251	197	143	208	6
8D	1974	1	6.5	6.4	8.9	0.1	6.1	370	200	70	367	344	5	105	1
8D	1981	1	6.6	-	10.1	0.1	0.7	268	309	8	254	361	6	125	3
8D	1990	1	6.7	6.4	10.4	0.2	2.1	322	235	86	262	295	54	167	6
9D	1977	1	5.6	-	19.3	0.7	12.2	531	250	239	550	98	194	458	7
9D	1990	1	4.7	4.7	21.5	0.2	1.4	532	274	296	409	16	400	458	6
10A	1990	1	7.2	7.2	23.1	1.0	1.4	408	773	197	375	1508	25	208	6
10B	1974	1	6.9	6.3	25.8	0.1	7.8	622	649	313	733	1196	5	313	1
10B	1990	1	7.3	7.4	22.6	0.6	20.0	480	686	185	516	1295	29	177	6
10C	1990	1	7.4	7.6	20.4	0.3	3.6	444	586	197	401	1016	96	239	6
11A	1974	1	6.0	4.5	9.8	0.9	0.6	422	215	74	395	197	42	204	1
11A	1981	1	6.4	-	23.6	0.6	3.6	302	339	28	282	295	36	208	3
11A	1990	1	6.6	6.7	11.0	0.2	0.7	301	299	74	212	459	75	125	6
11B	1990	1	6.8	6.8	10.9	0.2	0.7	298	287	70	231	442	61	125	6
12A	1974	1	6.4	6.0	20.5	0.5	1.1	-	499	699	733	393	5	311	1
12A	1990	1	6.5	6.3	25.3	0.2	0.4	722	611	148	609	426	457	375	6
13B	1974	1	6.7	5.9	20.3	0.1	3.3	679	449	123	790	393	2	324	1
13B	1981	1	6.6	-	20.8	0.6	1.4	656	444	156	705	361	268	291	3
13B	1990	1	6.9	6.9	24.7	0.3	0.4	756	536	152	748	328	407	333	6
14A	1974	1	6.2	5.4	15.4	0.1	2.2	470	349	82	564	197	2	273	1
14A	1990	1	5.3	5.3	27.5	0.2	0.4	702	611	165	654	82	785	385	6
14C	1990	1	5.8	5.7	31.9	0.2	17.1	1264	524	185	1063	180	857	281	6
15	1990	1	4.5	4.3	23.1	2.6	7.9	628	187	206	669	8	607	312	6
16B	1980	1	5.6	-	15.7	1.1	0.7	574	225	79	564	246	196	-	5
16B	1990	1	5.9	5.9	24.7	0.6	1.4	825	412	222	694	164	821	187	6
16C	1969-71	12	6.6	-	12.0	1.1	6.1	483	190	117	474	234	69	170	4
16C	1981	2	6.3	-	18.2	0.4	0.7	528	250	189	606	188	186	224	4
16C	1990	1	6.4	6.4	23.1	0.3	1.4	760	387	230	705	180	642	208	6
16F	1969-71	12	6.7	-	14.1	1.5	7.8	487	272	135	494	272	84	224	4
16F	1981	1	6.4	-	30.3	1.4	11.4	753	569	281	677	336	516	432	4
16F	1990	1	6.6	6.6	31.4	0.3	5.0	830	624	309	745	246	892	406	6
17	1974	1	6.5	6.0	31.9	0.8	9.4	1061	439	534	959	344	865	384	1
17	1990	1	6.4	6.2	45.1	0.6	10.0	856	1098	452	722	393	2070	385	6

Beekhuizen

* 1 = Van Dam & Sollman (1975), 2 = Jansen (1976), 3 = Kant (1982), 4 = Nigler et al. (1981) en archief IBN-DLO, 5 = Waterleiding Maatschappij "Overijssel" (ongepubl.), 6 = dit onderzoek, 7 = H. van Dam (ongepubl.).

Bijlage 6. Totaalsoortenlijst diatomeen. Gemiddelde procentuele abundantie in alle 84 monsters (Gem.), aantal monsters met het betreffende taxon (N), Zeldzaamheid (Z: - = niet zeldzaam, 1 = onder deze naam nog niet, maar onder een andere naam waarschijnlijk wel eerder in Nederland aangetroffen, 2 = zeldzaam in NW-Europese, zwak-zure wateren, 3 = zeldzaam in NW-Europese, zwak-zure wateren, nog niet eerder in Nederland aangetroffen), pH-klassen (R: 1 = acidobiont, 2 = acidifiel, 3 = circumneutraal, 4 = alkalifiel, 5 = alkalibiont), afkortingen en namen van alle aangetroffen taxa, gesorteerd op alfabetische volgorde van de namen. De met een ' voorziene waarden voor pH-klassen berusten op relatief weinig gegevens uit de literatuur.

Gem.	N	Z	R	Afkort.	Taxon- en auteursnamen
0.0	1	2	2	ACHNALTA	Achnanthes altaica (Poretzky) Cleve-Euler
0.3	20	-	3	NAVIROTA	Achnanthes bioretii Germain
0.1	6	-	4	ACHNCLEV	Achnanthes clevei Grunow
0.9	21	-	3	ACHNCONS	Achnanthes conspicua Mayer
0.1	7	3	3'	ACHNDAON	Achnanthes daonensis Lange-Bertalot
0.1	8	3	3'	ACHNDAUI	Achnanthes dauui Foged
0.0	1	2	4'	ACHNEXIL	Achnanthes exilis Kuetzing
2.2	60	2	4	ACHNAVHE	Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot
0.1	6	-	4	ACHNHUNG	Achnanthes hungarica Grunow
0.0	3	3	2'	ACHNKRAM	Achnanthes kranzii Lange-Bertalot
0.0	1	2	3	ACHNLAEP	Achnanthes laevis Oestrup
3.4	51	-	4	ACHNLANC	Achnanthes lanceolata (De Brebisson) Grunow
0.1	2	1	3'	ACHNLabi	Achnanthes lanceolata ssp. biporoma (Hohn & Helleman) Lange-Bertalot
0.1	8	1	4	ACHNLaff	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima var. frequentissima Lange-Bertalot
1.2	25	1	4	ACHNLafm	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima var. magna (Straub) Lange-Bertalot
0.1	9	-	4	ACHNLaro	Achnanthes lanceolata ssp. rostrata (Oestrup) Lange-Bertalot
0.1	3	1	4	ACHNLAel	Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata var. elliptica Cleve sensu Straub
0.0	1	-	4'	ACHNLAha	Achnanthes lanceolata var. haynaldii (Schaarschmidt) Cleve
0.1	3	2	3	ACHNLATE	Achnanthes laterostrata Hustedt
0.9	22	2	2	ACHNMARG	Achnanthes marginulata Grunow
7.2	66	-	3	ACHNMINU	Achnanthes minutissima Kuetzing
0.2	3	1	3'	ACHNMisc	Achnanthes minutissima var. scotica (Carter) Lange-Bertalot
0.3	10	2	3	ACHNPERA	Achnanthes peragallii Brun et Heribaud
0.0	1	2	3	ACHNPUSI	Achnanthes pusilla (Grunow) De Toni
0.4	21	3	3'	ACHNRECH	Achnanthes rechtensis Leclercq
0.0	4	2	3	ACHNROSS	Achnanthes rossii Hustedt
0.1	3	-	-	ACHN3690	Achnanthes spec. 3690.1
0.0	1	-	-	ACHN3705	Achnanthes spec. 3705.1
0.8	26	2	2	ACHNSUAT	Achnanthes subatomoides (Hustedt) Lange-Bertalot et Archibald
0.0	2	-	4	AMPIPELL	Amphipleura pellucida Kuetzing
0.1	8	-	2	AMPHINAR	Amphora inariensis Krammer
0.2	12	-	4	AMPHLYBI	Amphora libyca Ehrenberg
0.0	1	2	2'	AMPHNORM	Amphora normannii Rabenhorst
0.5	12	-	4	AMPHPEDI	Amphora pediculus (Kuetzing) Grunow
0.2	12	2	2	BRACSVBR	Anomoeoneis brachysira (De Brebisson) Grunow
0.0	2	2	1	BRACSERI	Anomoeoneis serians (De Brebisson) Cleve
0.0	2	2	4	BRACEXIL	Anomoeoneis vitrea (Grunow) Ross
5.3	52	2	2'	AULAALPI	Aulacoseira alpigena (Grunow) Krammer
8.1	39	3	4'	AULACREN	Aulacoseira crenulata (Ehrenberg) Thwaites
0.1	2	2	2'	AULADIST	Aulacoseira distans (Ehrenberg) Simonsen
1.8	23	2	2'	AULADINI	Aulacoseira distans var. nivalis (W. Smith) Haworth
4.0	16	2	2'	AULAPFAF	Aulacoseira paffiana (Reinsch) Krammer
0.0	5	-	4	CALOBACI	Caloneis bacillum (Grunow) Cleve-Euler
0.0	1	-	4	CALOSILI	Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve-Euler
0.0	1	2	-	CALOSULI	Caloneis sublinearis (Grunow) Krammer
0.0	2	2	-	COCCNEDI	Cocconeis neodiminuta Krammer
0.1	4	-	4	COCCPLAC	Cocconeis placentula Ehrenberg
0.3	4	-	4'	COCCPLli	Cocconeis placentula var. lineata (Ehrenberg) Van Heurck
0.0	1	-	5	CYCSDUBI	Cyclotephanos dubius (Fricke) Round
0.0	3	-	4	CYCLMENE	Cyclotella meneghiniana Kuetzing
0.0	1	-	3	CYMBCUSP	Cymbella cuspidata Kuetzing
0.0	2	2	2	CYMBGRAC	Cymbella gracilis (Rabenhorst) Cleve
0.0	1	2	2	CYMBHEBR	Cymbella hebridica (Grunow) Cleve
0.0	1	-	3	CYMBMINU	Cymbella minuta Hilse ex Rabenhorst
0.1	10	-	3	CYMBNAVI	Cymbella naviculiformis Auerswald
0.0	4	2	2	CYMBPERP	Cymbella perpusilla Cleve-Euler
0.1	17	-	3	CYMBSILE	Cymbella silesiaca Bleisch ex Rabenhorst
0.0	1	3	4'	CYMBSIMI	Cymbella similis Krasske
0.1	5	-	4'	CYMBSINU	Cymbella sinuata Gregory
0.4	21	-	4'	DIATMESO	Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kuetzing
0.0	3	2	4	DIPLOBLO	Diploneis oblongella (Naegeli) Cleve-Euler
0.0	1	2	3	DIPLOCUL	Diploneis oculata (De Brebisson) Cleve
0.2	11	-	4	DIPLOVAL	Diploneis ovalis (Hilse) Cleve
0.0	1	2	-	DIPLPARM	Diploneis parma Cleve
0.0	2	-	3	DIPLPETE	Diploneis petersenii Hustedt
0.1	3	-	5	EPITSORE	Epithemia sorex Kuetzing
0.1	3	-	5	EPITTVGR	Epithemia turgida var. granulata (Ehrenberg) Grunow

Bijlage 6 (vervolg).

Gem.	N	Z	R	Afkort.	Taxon- en auteursnamen
0.9	32	-	3	EUNOBILU	Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Noerpel
0.0	1	-	2	EUNOBILI	Eunotia bilunaris var. linearis (Okuno) Lange-Bertalot & Noerpel
1.0	12	-	2	EUNOBVSU	Eunotia bilunaris var. mucophila Lange-Bertalot & Noerpel
4.8	48	-	1	EUNOEXIG	Eunotia exigua (De Brebisson) Rabenhorst
0.3	9	-	2	EUNOGLAC	Eunotia glacialis Meister
1.6	31	-	2	EUNOPMFI	Eunotia implicata Noerpel et al.
0.8	18	-	2	EUNOINCI	Eunotia incisa Gregory
0.2	6	2	2	EUNORHSY	Eunotia intermedia (Krasske) Noerpel & Lange-Bertalot
2.3	47	-	2	EUNOMINO	Eunotia minor (Kuetzing) Grunow
1.8	27	-	1	EUNOPALU	Eunotia paludosa Grunow
0.1	9	-	2	EUNOPVVE	Eunotia pectinalis (Dillwyn?, O.F. Mueller?, Kuetzing) Rabenhorst
0.0	1	-	2	EUNOPVUN	Eunotia pectinalis var. undulata (Ralfs) Rabenhorst
1.6	24	-	2	EUNORHAS	Eunotia rhomboidea Hustedt
0.0	1	-	3'	EUNOPECT	Eunotia soleirolii (Kuetzing) Rabenhorst
0.6	17	-	1'	EUNOSTEI	Eunotia steineckeii Petersen
3.4	21	-	1'	EUNOSUAR	Eunotia subarcuatoides Alles et al.
2.1	23	2	2	EUNOEYTE	Eunotia tenella (Grunow) Hustedt
0.0	1	2	2'	FRAGACID	Fragilaria acidoclinata Lange-Bertalot & Hofmann
0.3	11	-	3	FRAGBICA	Fragilaria bicapitata A. Mayer
0.0	1	-	-	FRAGBIDE	Fragilaria bidens Heiberg
0.1	4	-	4	FRAGBREV	Fragilaria brevistriata Grunow
1.0	20	-	4	FRAGCAPU	Fragilaria capucina Desmazieres
0.2	4	1	4'	FRAGCACA	Fragilaria capucina var. capitellata (Grunow) Lange-Bertalot sensu lato
0.5	12	-	3'	FRAGCAGR	Fragilaria capucina var. gracilis (Oestrup) Hustedt
0.8	3	-	4	FRAGCVME	Fragilaria capucina var. mesolepta Rabenhorst
0.1	3	-	4'	FRAGCARU	Fragilaria capucina var. rumpens (Kuetzing) Lange-Bertalot
0.6	20	-	4	FRAGCVVA	Fragilaria capucina var. vaucheriae (Kuetzing) Lange-Bertalot
0.1	7	-	4	FRAGCONU	Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow
0.0	1	-	4	FRAGCVBI	Fragilaria construens f. binodis (Ehrenberg) Hustedt
0.1	3	-	4	FRAGCVSU	Fragilaria construens f. subsalina Hustedt
6.4	49	-	4	FRAGCVVE	Fragilaria construens f. venter (Ehrenberg) Hustedt
0.0	2	-	3	FRAGDELI	Fragilaria delicatissima (W. Smith) Lange-Bertalot
0.1	10	-	3'	FRAGELLI	Fragilaria elliptica Schumann
0.2	16	2	3'	FRAGEXIG	Fragilaria exigua Grunow
0.0	2	-	4	FRAGFASC	Fragilaria fasciculata (C. Agardh) Lange-Bertalot sensu lato
0.0	2	-	-	FRAGLEPT	Fragilaria leptostauron (Ehrenberg) Hustedt
0.0	1	2	-	FRAGOLDE	Fragilaria oldenburgiana Hustedt
0.0	3	-	4	FRAGPARA	Fragilaria parasitica (W. Smith) Grunow
0.1	6	-	3'	FRAGPASU	Fragilaria parasitica var. subconstricta Grunow
3.4	40	-	4	FRAGPINN	Fragilaria pinnata Ehrenberg
0.0	2	-	4	FRAGPULC	Fragilaria pulchella (Ralfs ex Kuetzing) Lange-Bertalot
0.0	1	-	4	FRAGTABU	Fragilaria tabulata (C.A. Agardh) Lange-Bertalot (=FRAGFASC)
0.0	1	-	2	FRAGTENE	Fragilaria tenera (W. Smith) Lange-Bertalot
0.2	10	-	4	FRAGULNA	Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot
0.1	3	-	4	FRAGUVAC	Fragilaria ulna var. acus (Kuetzing) Lange-Bertalot
1.4	26	2	3	FRAGVIRE	Fragilaria virescens Ralfs
0.0	1	-	2	FRUSRHOM	Frustulia rhomboides (Ehrenberg) De Toni
0.0	1	-	1	FRUSRVC	Frustulia rhomboides var. crassinervia (De Brebisson) Ross
0.1	7	-	1	FRUSRVSA	Frustulia rhomboides var. saxonica (Rabenhorst) De Toni
0.1	9	-	4	FRUSVULG	Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni
0.1	7	-	4	GOMPACUM	Gomphonema acuminatum Ehrenberg
0.2	13	-	4	GOMPANGU	Gomphonema angustatum (Kuetzing) Rabenhorst
0.1	2	-	4	GOMPINTR	Gomphonema angustum Agardh
0.1	11	-	3	GOMPSUBC	Gomphonema clavatum Ehrenberg
0.1	8	-	3	GOMPGRAC	Gomphonema gracile Ehrenberg
1.9	45	-	3	GOMPPARV	Gomphonema parvulum Kuetzing
0.1	7	-	4	GOMPCONS	Gomphonema truncatum Ehrenberg
0.1	11	-	3	HANTAMPH	Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow
0.0	1	-	-	LICMHYAL	Licmophora hyalina (Kuetzing) Grunow
0.0	1	-	-	LICMNUBE	Licmophora nubecula (Kuetzing) Grunow
0.1	1	-	4	MELOVARI	Melosira varians Agardh
0.2	14	-	4	MERICIRC	Meridion circulare (Greville) Agardh
0.2	4	3	2	NAVIANGU	Navicula angusta Grunow
0.0	1	-	4	NAVIPERM	Navicula atomus var. permitis (Hustedt) Lange-Bertalot
0.0	1	-	4	NAVIBACI	Navicula bacillum Ehrenberg
0.2	8	2	3	NAVIBRYO	Navicula bryophila Petersen
0.0	5	-	4	NAVIHVCA	Navicula capitata Ehrenberg
0.2	12	-	4	NAVICLEM	Navicula clementis Grunow
0.0	2	-	3	NAVICOCC	Navicula cocconeiformis Gregory ex Greville
0.0	1	3	-	NAVICONC	Navicula concentrica Carter
0.2	12	-	4	NAVICONT	Navicula contenta Grunow
0.0	1	2	2'	NAVICOST	Navicula costulata Cleve et Grunow
0.7	31	-	4	NAVICRYP	Navicula cryptocephala Kuetzing
0.2	13	-	3	NAVICRTE	Navicula cryptotenella Lange-Bertalot
0.0	4	-	4	NAVIDICE	Navicula elginensis (Gregory) Ralfs
0.0	1	-	4	NAVIDFCU	Navicula elginensis var. cuneata (M. Moeller ex Foged) Lange-Bertalot

Biilage 6 (vervolg).

Gem.	N	Z	R	Afkort.	Taxon- en auteursnamen
0.2	16	-	4	NAVIVENA	Navicula evanida Hustedt
0.1	1	-	4	NAVIXIL	Navicula exilis Kuetzing
0.1	4	2	1	NAVIFEST	Navicula festiva Krasske
0.1	10	-	3	NAVIFOSS	Navicula fossalis Krasske
0.0	3	-	3	NAVIOBSI	Navicula fossalis var. obsidialis (Hustedt) Lange-Bertalot
0.0	1	-	3'	NAVIGALL	Navicula gallica (W. Smith) Lagerstedt
0.4	3	-	3	NAVIPERP	Navicula gallica var. perpusilla (Grunow) Lange-Bertalot
0.0	1	-	3'	NAVIGAST	Navicula gastrum (Ehrenberg) Kuetzing
0.0	3	2	2	NAV1832A	Navicula gerloffii Schimanski
0.1	2	3	-	NAVIGLro	Navicula globulifera var. robusta Hustedt
0.1	7	-	4	NAVIGREG	Navicula gregaria Donkin
0.0	4	2	3'	NAVIGac	Navicula ignota var. acceptata (Hustedt) Lange-Bertalot
0.0	1	2	3	NAVIlvPA	Navicula ignota var. palustris (Hustedt) Lund
0.0	1	-	2'	NAVIINDI	Navicula indifferens Hustedt
0.0	2	2	2'	NAVIKRAS	Navicula krasskei Hustedt
0.0	3	-	3	NAVILAEV	Navicula laevisissima Kuetzing
0.0	1	1	2'	NAVILUND	Navicula lundii Reichardt
0.3	9	-	2	NAVIMEDI	Navicula mediocris Krasske
0.0	1	-	4	NAVIMENI	Navicula menisculus Schumann
0.2	1	1	-	NAVIMEgr	Navicula menisculus var. grunowii Lange-Bertalot
0.0	1	-	4	NAVIMEup	Navicula menisculus var. upsaliensis Grunow
0.0	1	3	-	NAVIMICA	Navicula microcari Lange-Bertalot
2.2	47	-	4	NAVIMINI	Navicula minima Grunow
0.0	1	2	4	NAVIMINU	Navicula minuscula Grunow
0.0	1	-	4'	NAVIMvMU	Navicula minuscula var. muralis (Grunow) Lange-Bertalot
0.1	6	-	3	NAVIMUTI	Navicula mutica Kuetzing
0.0	1	2	-	NAVIOBSO	Navicula obsoleta Hustedt
0.2	3	-	1	NAVISUBT	Navicula parasubtilissima Kobayasi et Nagumo
0.0	1	-	4	NAVIPELL	Navicula pelliculosa Hilse
0.0	2	-	3	NAVIPROT	Navicula protracta (Grunow) Cleve
0.1	1	-	4	NAVIPSLA	Navicula pseudolanceolata Lange-Bertalot
0.0	1	-	3	NAVIPSVE	Navicula pseudoventralis Hustedt
0.1	10	-	3	NAVIPUPU	Navicula pupula Kuetzing
0.1	7	-	3	NAVIRADI	Navicula radiosa Kuetzing
0.1	10	-	4	NAVIRHYN	Navicula rhynchocephala Kuetzing
0.0	2	-	4	NAVIRHCH	Navicula rhynchotella Lange-Bertalot
0.6	22	-	3	NAVISEMI	Navicula seminulum Grunow
0.0	1	-	4	NAVISLES	Navicula slesvicensis Grunow
0.3	16	2	2	NAVISOEH	Navicula soehrensensis Krasske
0.0	3	2	5'	NAVISTRI	Navicula striolata (Grunow) Lange-Bertalot
0.0	2	2	-	NAV1619A	Navicula subadnata Hustedt
0.0	1	-	4	NAVISUMI	Navicula subminuscula Manguin
0.0	2	-	4	NAVITENE	Navicula tenelloides Hustedt
0.0	1	-	4	NAVITRIV	Navicula trivialis Lange-Bertalot
0.0	5	2	3	NAVIVARI	Navicula variostrata Krasske
0.0	3	-	3	NEIDAFFI	Neidium affine (Ehrenberg) Pfitzer
0.0	1	2	2	NEIDAvLO	Neidium affine var. longiceps (Gregory) Cleve
0.0	3	-	3	NEIDlfVE	Neidium ampliatus (Ehrenberg) Krammer
0.0	2	2	2	NEIDBISU	Neidium bisulcatum (Lagerstedt) Cleve
0.0	1	2	-	NEIDCART	Neidium carteri Krammer
0.0	2	-	3	NEIDDUBI	Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve
0.0	2	-	2	NEIDAfHE	Neidium hercynicum A. Mayer
0.1	6	-	3	NITZACID	Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot
0.0	2	-	-	NITZANFO	Nitzschia angustiforaminata Lange-Bertalot
0.1	4	-	3	NITZARCH	Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot
0.0	1	-	4	NITZBVBR	Nitzschia bremensis Hustedt
0.0	1	-	4'	NITZDEBI	Nitzschia debilis (Arnott) Grunow non Pantocsek
0.0	1	-	4	NITZDISS	Nitzschia dissipata (Kuetzing) Grunow
0.0	2	-	4	NITZROMA	Nitzschia fonticola Grunow
0.1	5	-	4	NITZFRUS	Nitzschia frustulum (Kuetzing) Grunow
0.0	1	-	-	NITZGRAS	Nitzschia graciliiformis Hustedt
0.0	3	-	3	NITZGRAC	Nitzschia gracilis Hantzsch
0.1	8	-	3	NITZHANT	Nitzschia hantzschiana Rabenhorst
0.0	2	-	4	NITZINCO	Nitzschia inconspicua Grunow
0.2	6	-	4	NITZLINE	Nitzschia linearis W. Smith
0.0	1	-	2	NITZSUBT	Nitzschia subtilis Grunow
0.2	16	-	3	NITZPALE	Nitzschia palea (Kuetzing) W. Smith
0.0	1	-	1	NITZSCEL	Nitzschia paleaeformis Hustedt
0.0	1	-	-	NITZPURA	Nitzschia pura Hustedt
0.0	1	-	3	NITZPUSI	Nitzschia pusilla Grunow emend. Lange-Bertalot
0.1	12	-	4	NITZRECT	Nitzschia recta Hantzsch ex Rabenhorst
0.2	2	-	4	NITZSIMO	Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Smith
0.0	1	-	4	NITZROST	Nitzschia subacicularis Hustedt
0.0	2	2	3	PINNACRO	Pinnularia acrosphaeria (De Brebisson?) W. Smith
3.5	54	-	2	PINNAPPE	Pinnularia appendiculata (Agardh) Cleve
0.1	9	-	3	PINNBORE	Pinnularia borealis Ehrenberg
0.0	6	-	2	PINNDIVA	Pinnularia divergentissima (Grunow) Cleve

Bilage 6 (slot).

Gem.	N	Z	R	Afkort.	Taxon- en auteursnamen
0.1	3	-	3	PINNGIBB	Pinnularia gibba Ehrenberg
0.0	1	2	3	PINNHEMI	Pinnularia hemiptera (Kuetzing) Rabenhorst
0.0	1	-	3'	PINNINTA	Pinnularia intermedia (Lagerstedt) Cleve
0.0	1	-	3	PINNINTE	Pinnularia interrupta W. Smith
0.0	4	-	3	PINNMAIO	Pinnularia maior (Kuetzing) Cleve
0.8	38	-	3	PINNMICR	Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve
0.0	3	-	3	PINNOBSC	Pinnularia obscura Krasske
0.0	1	-	-	PINN3779	Pinnularia spec. 3779.1
0.0	1	2	2	PINNSTRE	Pinnularia streptoraphe Cleve
0.8	35	-	2	PINNSUCA	Pinnularia subcapitata Gregory
1.8	51	-	1	PINNSvHI	Pinnularia subcapitata var. hilseana (Janisch) O.Mueller
0.1	7	-	1	PINN363A	Pinnularia subinterrupta ?Krammer
0.1	13	-	3	PINNVIRI	Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg
0.0	3	-	4	RHOIABBR	Rhoicosphenia abbreviata (Agardh) Lange-Bertalot
0.0	1	-	4	RHOPGIBB	Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Mueller
0.1	8	-	3	STAUANCE	Stauroneis anceps Ehrenberg
0.0	3	-	2	STAUafGR	Stauroneis anceps fo. gracilis Rabenhorst
0.2	14	-	3	STAUKRIE	Stauroneis kriegeri Patrick
0.0	1	-	3	STAULEGU	Stauroneis legumen (Ehrenberg) Kuetzing
0.0	3	-	3	STAUPHOE	Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg
0.0	1	-	3'	STAUSMIT	Stauroneis smithii Grunow
0.1	6	-	3	STAUTHER	Stauroneis thermicola (Petersen) Lund
0.0	1	-	5	STEPROTU	Stephanodiscus rotula (Ehrenberg) Grunow
0.0	4	-	4	SURIOVAN	Surirella angusta Kuetzing
0.1	9	-	2	SURIBISE	Surirella biseriata De Brebisson
0.5	15	-	2	SURILINE	Surirella linearis W. Smith
0.9	4	3	2'	SURIROBA	Surirella roba Leclercq
0.1	7	-	3'	SURITENE	Surirella tenera Gregory
0.0	2	-	3	TABEFENE	Tabellaria fenestrata (Lyngbye) Kuetzing
0.1	11	-	2	TABEFLOC	Tabellaria flocculosa (Roth) Kuetzing
0.0	2	-	1	TABEQUAD	Tabellaria quadrisepitata Knudson

Aulacoseira distans var. *nivalis* (W. Smith) Haworth (fig. 1, 2)

De discus (fig. 1, 2) is onregelmatig en vrij grof gepunteerd en heeft een brede ringlijst (pseudoseptum). Verschilt van de var. *distans* door regelmatig geplaatste areolen aan de rand van de vlakkere discus en een sterker verkiezelde schaalrand. De mantel is kort, meestal breder dan hoog. De rijen areolen verlopen (vrijwel) evenwijdig met de peralvare as over het mantelvlak. De tandjes zijn als vingertjes met aan de uiteinden een kleine knotsvormige uitstulping. De var. *nivalis* komt in recent materiaal voor, de var. *distans* is tot nu toe alleen fossiel gevonden (Krammer & Lange-Bertalot, 1986-1991).

Aulacoseira perglabra (Østrup) Haworth (fig. 3, 4)

De discus (fig. 3) is onregelmatig gepunteerd; er kunnen zelfs areolen ontbreken. De mantel (fig. 3) is zeer kort. De areolen (dikwijls in één onregelmatige rij) zitten meestal tussen de tandjes of ontbreken. De ringlijst (fig. 4) is zeer breed. Deze soort werd tijdens de normale tellingen niet onderscheiden, maar werd tijdens een controle van het materiaal wel aangetroffen.

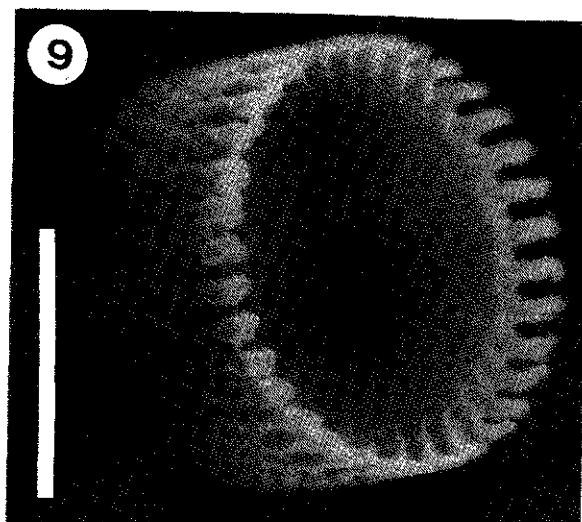
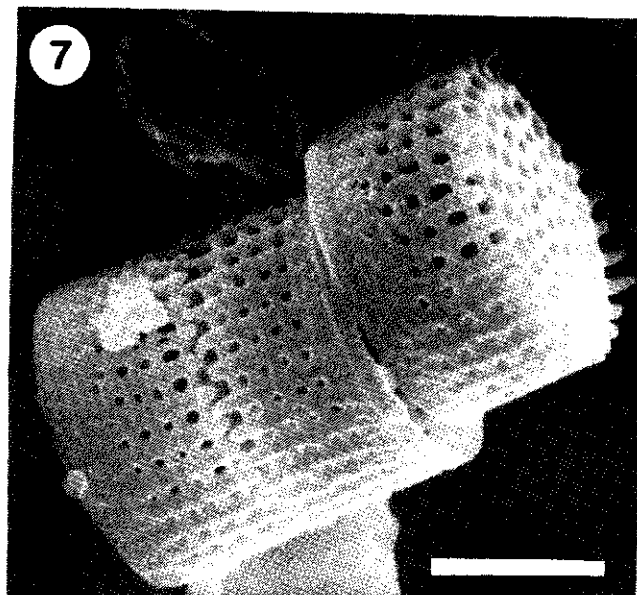
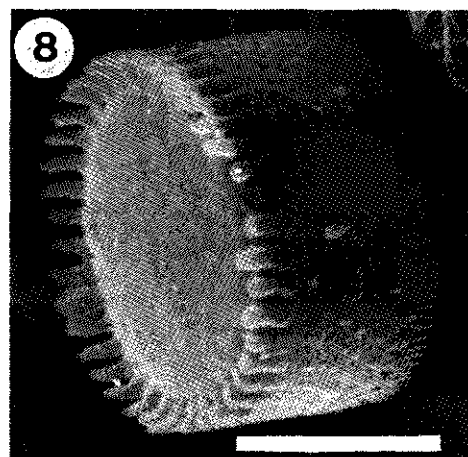
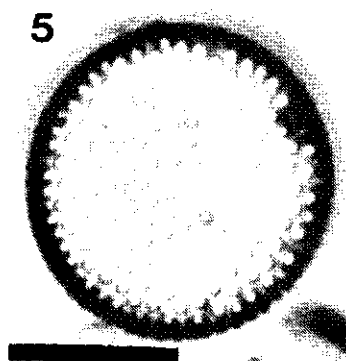
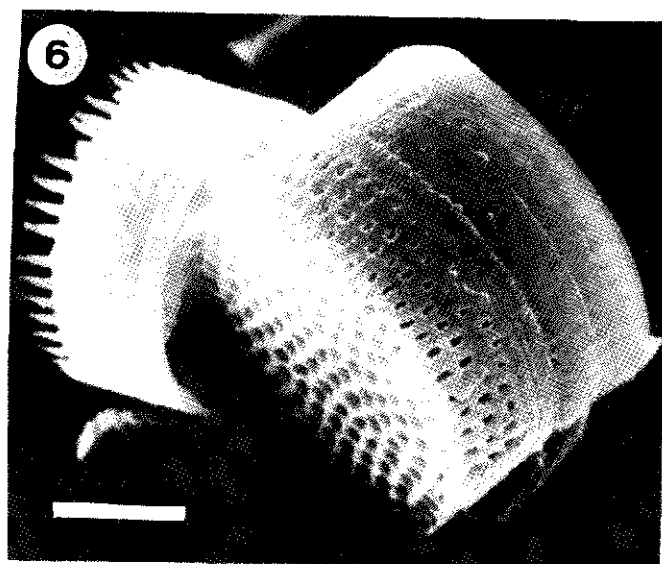
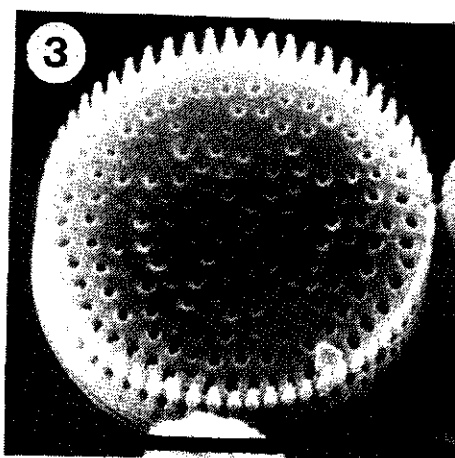
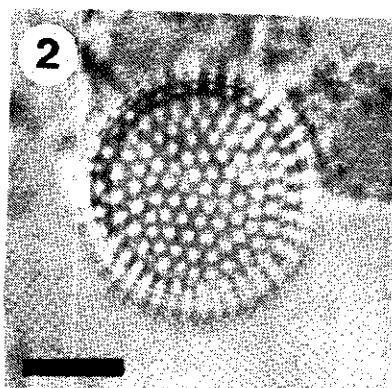
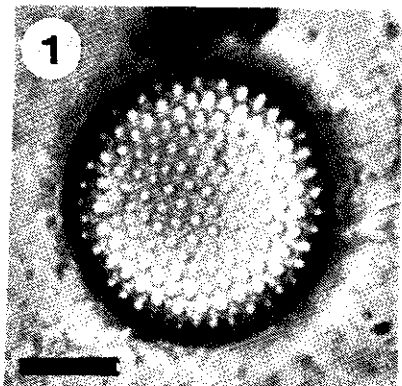
Aulacoseira pfaffiana (Reinsch) Krammer (fig. 5-7)

De discus (fig. 5) is volledig met grove punten bedekt en regelmatig gestructureerd. De ringlijst is zeer smal. De mantel (fig. 6, 7) is veel breder dan lang. De evenwijdige rijen met areolen zijn kort en bestaan meestal uit drie grote punten. De collum (hals) is vrij lang, waardoor er een breed structuurloos gebied aanwezig is.

Aulacoseira alpigena (Grunow) Krammer (fig. 8-10)

De discus is in het midden vlak en structuurloos en heeft alleen aan de rand een rij areolen (fig. 8, 9). De mantel is korter dan tot even lang als breed (fig. 8-10). De rijen areolen verlopen schuin over de mantel. De areolen zijn in vergelijking met de voorgaande soorten fijn van structuur. De ringlijst is relatief smal. De tandjes zijn kegelvormig en de uiteinden ervan steken naar één kant uit (fig. 9).

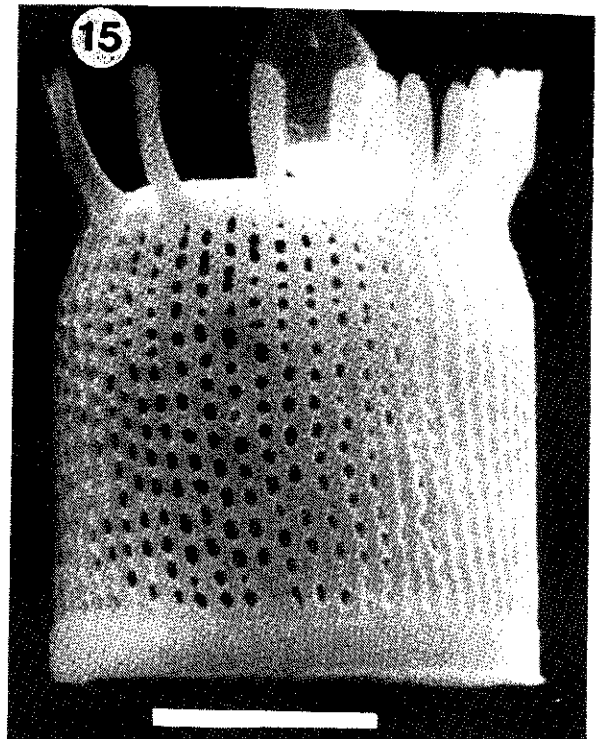
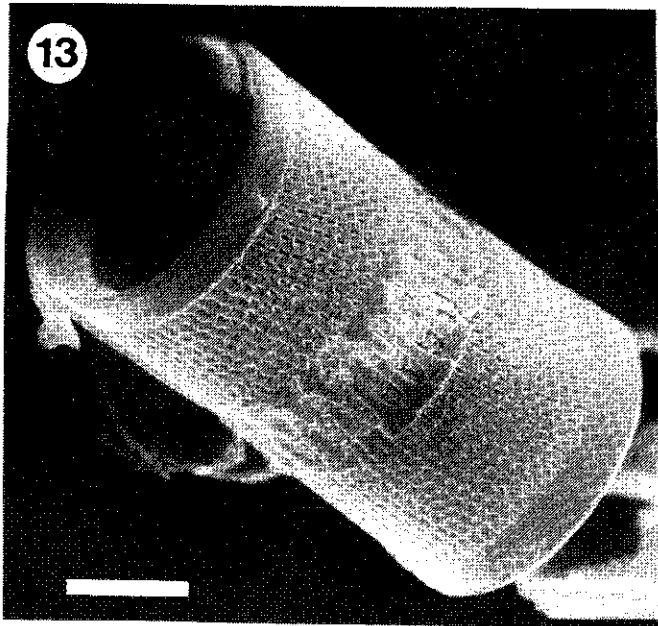
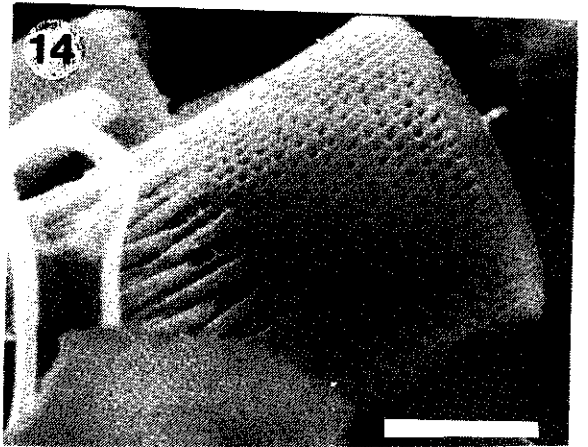
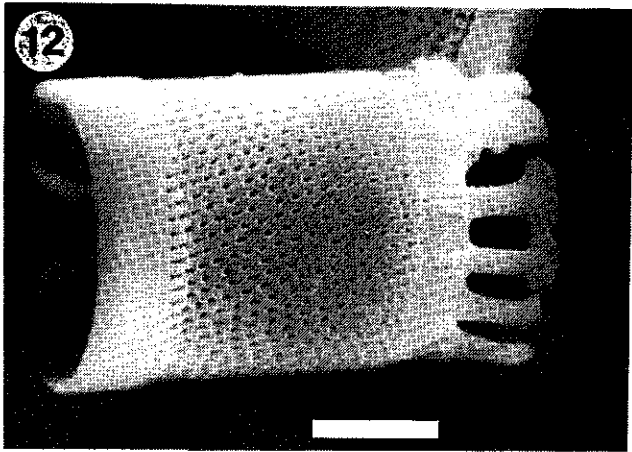
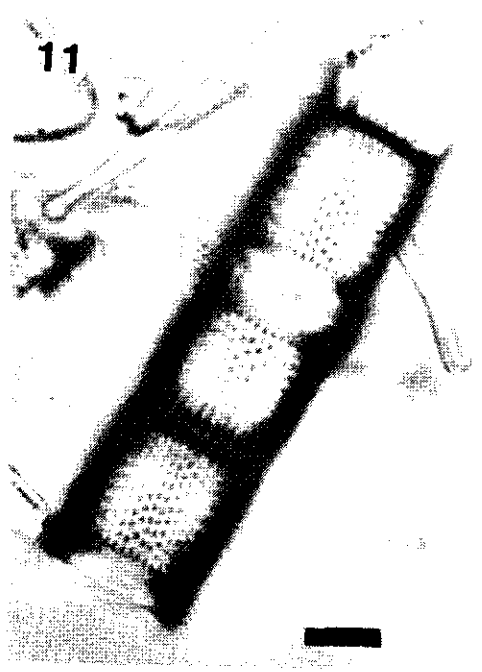
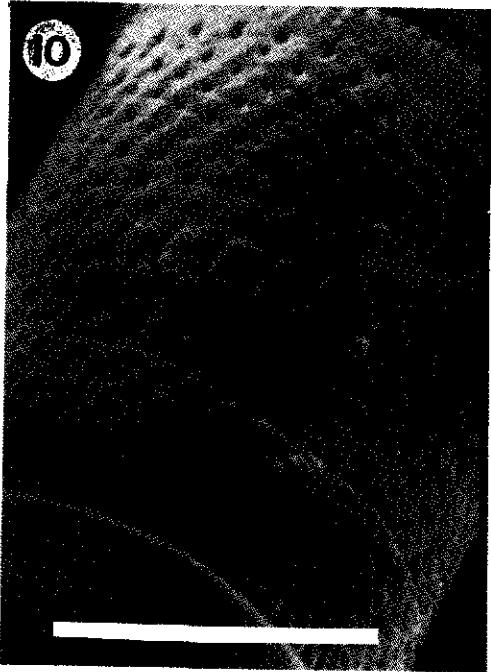
Fig. 1, 2. *Aulacoseira distans* var. *nivalis* (LM). Disci uit de Koppelsprengen. Fig. 3, 4. *A. perglabra*. (SEM) Fig. 3. Discus met mantel uit de Geelmolense beek. Fig. 4. Ringlijst uit de Geelmolense beek. Fig. 5-7. *A. pfaffiana*. Fig. 5 (LM). Discus uit de Geelmolense beek. Fig. 6 en 7 (SEM). Schalen uit de Geelmolense beek. Fig. 8-9. *A. alpigena* (SEM). Schalen uit de Geelmolense beek. Schaalbalk is 5 µm.



Aulacoseira crenulata (Ehrenberg) Thwaites (fig. 11-15)

De discus is fijn gestructureerd en heeft hier en daar onregelmatig geplaatste areolen. De mantel (fig. 11-15) is meestal langer dan breed. De rijen areolen maken een onregelmatige indruk: de afstand tussen de areolen is ongelijk en de vorm van de areolen varieert van rond tot langwerpig. De rijen areolen zijn evenwijdig aan de pervalvare as of maken daarmee een kleine hoek. De tandjes zijn lang en gelijk van lengte. Ze zijn ook in het lichtmikroscoop goed zichtbaar. Verschilt van *A. italica* (Ehrenberg) Simonsen doordat de laatste regelmatige rijen areolen heeft die schuin over het mantelvlak verlopen. De tandjes zijn korter dan bij *A. crenulata*.

Fig. 10. *A. alpigena* (SEM). Schaal uit de Geelmolense beek. Fig. 11-15. *A. crenulata*. Fig. 11 (LM). Stukje van een keten met eindschaal uit de Orderbeek. Fig. 12 (SEM). Ketenschaal uit de Vrijenbergerspreng. Fig. 13 (SEM). Paar ketenschalen uit de Geelmolense beek. Fig. 14 (SEM). Eindschaal uit Vrijenbergerspreng. Fig. 15 (SEM). Eindschaal uit Orderbeek. Schaalbalk is 5 μ m.



Bijlage 8. Aantal schaaftjes van alle aangetroffen taxa per monster. - = niet aangetroffen. Verklaring van de afkortingen in bijlage 6.

Monster- nummer	U01 A90	U01 B90	D01 C90	M02 A74	M02 A90	M02 B74	M02 B90	M03 A74	M03 A90	T03 A90	D03 B90	D03 C90	D04 A90	M04 B90	U05 A74	D05 A90	M05 A90	M05 B90	M05 C74	D05 C90	D06 B75	D06 B90	U06 E74	D06 A90	D06 C75	D06 C90	D06 D90	D07 A90
ACHN3690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHN3705	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNALTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNAVHE	11	9	20	4	12	9	7	-	2	-	4	2	2	13	-	-	3	-	2	1	14	12	6	-	3	4	13	2
ACHNCLV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNCONS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	1	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	5	-	1	-
ACHNDAON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNDAUI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNEXIL	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNHUNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ACHNKRAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLANC	-	1	5	-	2	-	6	6	-	-	43	11	1	2	-	-	1	2	1	4	5	3	-	-	18	5	5	2
ACHNLAPP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLATE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLabi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-
ACHNLael	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLaff	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	2	-
ACHNLafm	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	16	5	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	10	12	-
ACHNLaha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLaro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNMARG	3	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7	-	-	-	-
ACHNMINU	-	4	1	4	4	22	13	55	11	56	4	19	5	-	-	43	-	4	7	18	30	24	4	-	13	40	8	8
ACHNMIsc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNPERA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNPUSI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNRECH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	7	-	2	-
ACHNROSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNSUAT	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	4	-	3	-
AMPHINAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHLYBI	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	1	4	-	2	-	-	-	-	1	-	-	5	-	-	2	-	-	-
AMPHNORM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHPEDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPIPELL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AULAALPI	10	10	9	8	29	8	40	13	-	-	-	25	129	-	-	-	-	-	101	2	22	68	-	1	30	1	9	33
AULACREN	-	-	1	10	56	73	25	21	165	37	-	5	-	1	67	87	107	102	-	24	-	29	-	-	1	-	-	86
AULADIST	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AULADini	29	17	30	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	-	-	1	-
AULAPFAF	13	34	17	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	25	17	-	14	11	-
BRACEXIL	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRACSERI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRACsvBR	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	-	1	-	-
CALOBACI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CALOSILI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CALOSULT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCNEDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCPLAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCPLli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLMENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
CYCSDUBI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBCusp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBGRAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBHEBR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
CYMBMINU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBNAVI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	1	1
CYMBPERP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBPILE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-
CYMBSIMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBSINU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIATMESO	1	3	1	1	4	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
DIPLOBLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLOCUL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLOVAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	7	1	-
DIPLPARM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
DIPLPETE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPITSORE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPITTVGR	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOBILU	6	-	-	-	-	17	1	-	-	-	-	4	-	-	-	32	7	10	-	7	-	-	7	1	-	4	-	2
EUNOBILI	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOBvsU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	30	6	55	18	7	24	6	15
EUNOEXIG	-	-	4	15	2	5	2	-	-	17	1	2	-	-	-	-	25	2	-	1	1	1	50	94	-	8	10	4

Bijlage 8 (vervolg).

Monster- nummer	U01 A90	U01 B90	D01 C90	M02 A74	M02 A90	M02 B74	M02 B90	M03 A74	M03 A90	T03 A90	D03 B90	D03 C90	D04 A90	M04 B90	U05 A74	D05 A90	M05 A90	M05 B90	M05 C74	D05 C90	D06 B75	D06 B90	U06 E74	D06 A90	D06 C75	D06 C90	M06 D90	D07 A90
EUNOEvTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1	-	
EUNOGLAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EUNOINCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EUNOMINO	-	-	-	-	9	2	13	2	-	13	3	4	-	-	-	-	2	3	16	6	1	4	9	1	4	9	2	
EUNOPALU	-	-	-	2	-	-	-	25	-	-	-	3	-	-	-	-	8	-	-	3	-	12	2	-	-	-	-	
EUNOPECT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	
EUNOPMFI	-	2	-	6	2	-	-	2	-	40	-	-	2	-	-	-	-	-	10	-	-	9	2	-	29	-	-	
EUNOPVUN	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EUNOPVVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	1	-	-	
EUNORHas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
EUNORHsy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EUNOSTEI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EUNOSUAR	86	74	53	85	16	16	18	2	22	26	-	25	-	-	-	7	17	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGACID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGBICA	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
FRAGBIDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGBREV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGCAPU	-	-	-	-	-	6	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	
FRAGCaca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGCAgr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7	
FRAGCARu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	
FRAGCONU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGCvBI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGCvME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGCvSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGCvVA	4	5	14	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
FRAGCvVE	-	10	-	-	10	-	20	-	-	-	28	-	11	96	1	3	7	32	31	5	-	-	-	10	-	10	15	
FRAGDELI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGELLI	-	-	-	3	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	7	-	
FRAGEXIG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	1	-	-	-	
FRAGFASC	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	
FRAGLEPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGOLDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGPARA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGPasu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	1	
FRAGPINN	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	16	17	1	7	3	2	-	13	5	4	2	-	-	-	-	6	-	
FRAGPULC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGTABU	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGTENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGULNA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
FRAGUvAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRAGVIRE	14	21	23	9	21	4	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	
FRUSRHOM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRUSRvCR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRUSRvSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	
FRUSVULG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
GOMPACUM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	2	-	
GOMPANGU	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	
GOMPCONS	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GOMPGRAC	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	
GOMPINTR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	
GOMPPARV	-	-	1	4	-	4	2	-	-	-	69	2	-	-	10	7	13	1	9	1	-	2	-	17	2	2	3	
GOMPSUBC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HANTAMPH	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LICMHYAL	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LICMNUBE	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MELOVARI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MERICIRC	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	7	-	-	2	
NAV1619A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NAV1832A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NAV1ANGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NAVIBACI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NAVIBRYO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	1	6	3	-	
NAVICLEM	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	4	-	-	-	
NAVICOCC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
NAVICONC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NAVICONT	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1	-	-	-	
NAVICOST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NAVICRTE	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	
NAVICRYP	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	2	8	7	2	-	5	2	4	-	

Bijlage 8 (vervolg).

[illegible]

[illegible]

Bijlage 8 (vervolg).

Monster- nummer	D07 B16	F07 B16	A07 B90	D07 B90	F07 B90	M07 B90	M08 A90	M08 B90	D08 C90	M08 C90	D08 D16	D08 D90	U08 X16	D09 A47	V09 A87	V09 B87	D09 C87	D09 C88	H09 D24	M09 D74	U09 D77	M09 D87	M09 D88	D09 E88	D10 A16	M10 A74	M10 A90	D10 B90
ACHN3690	5	2	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHN3705	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNALTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNCLV	-	-	2	-	2	4	16	19	-	5	-	1	-	-	4	1	1	6	-	5	9	16	10	2	1	-	-	-
ACHNCONS	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNDAON	2	-	3	-	-	-	-	-	2	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-
ACHNDAUI	-	-	4	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
ACHNEXIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNHUNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	1	-	-
ACHNKRAH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLANC	4	-	4	2	2	6	8	-	41	25	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10	10	10
ACHNLAPP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLATE	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLABi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLAel	-	-	-	-	-	-	1	-	-	7	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLAff	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-
ACHNLAfm	1	-	-	-	-	-	-	-	5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	5
ACHNLAha	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLAro	-	-	-	-	2	9	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ACHNMARG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	70	5	4	1	2	-	-	2	2
ACHNMINU	4	-	47	82	31	21	-	-	39	22	6	2	-	-	1	-	3	6	-	-	-	-	5	-	16	10	17	26
ACHNMISC	-	-	-	21	8	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNPERA	4	4	2	2	11	11	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNPUSI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNRECH	1	-	4	-	6	6	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
ACHNROSS	-	-	-	-	1	2	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNSUAT	-	-	9	-	15	11	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
AMPHINAR	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
AMPHLYBI	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHNORM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHPEDI	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
AMPIPELL	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AULAALPI	-	-	40	4	15	23	23	2	-	1	3	3	7	-	-	-	2	-	11	2	-	1	-	-	3	-	-	-
AULACREN	66	120	15	4	23	26	17	-	-	-	-	14	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AULADIST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AULADini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	1	-	1	4	-	-	-	3	-
AULAPFAF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRACEXIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRACSERI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRACSVBR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	2	-	-	-	-	-
CALOBACI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
CALOSILI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CALOSULI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCNEDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCPLAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	1	-
COCCPLli	33	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
CYCLMENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCSUBI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBCUSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBGRAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBHEBR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBMINU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
CYMBNAVI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBPERP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
CYMBBILE	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	1	1	-	-	-
CYMBSIMI	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBSINU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
DIATMESO	-	-	9	1	5	6	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLOBLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLOCUL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
DIPLOVAL	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
DIPLPARM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLPETE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPITSORE	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
EPITTvGR	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOBILU	1	-	-	-	3	3	8	-	-	-	1	-	9	-	-	-	-	-	1	-	2	1	2	1	5	-	-	-
EUNOBILI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOBVSU	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOEXIG	-	-	3	-	-	3	29	-	-	-	-	-	-	-	58	30	41	50	22	17	20	48	59	67	6	-	-	-

Bijlage 8 (vervolg).

Monster- nummer	D07 B16	F07 B16	A07 B90	D07 B90	F07 B90	M07 B90	M08 A90	M08 B90	D08 C90	M08 C90	D08 D16	D08 D90	U08 X16	D09 A47	V09 A87	V09 B87	D09 C87	D09 C88	H09 D24	M09 D74	U09 D77	M09 D87	M09 D88	D09 E88	D10 A16	M10 A74	M10 A90	D10 B90
EUNOEVT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	37	66	30	19	10	10	28	24	60	-	-	-	-
EUNOGLAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	2	-	4	4	3	-	-	5	-	-	-
EUNOINCI	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4	3	1	5	36	23	7	5	3	-	-	-	-
EUNOMINO	1	-	2	43	5	-	-	2	9	-	1	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	2	30	-	-	-	-
EUNOPALU	-	-	-	-	-	2	-	5	-	1	-	-	-	150	3	1	10	10	2	2	14	5	3	2	-	-	-	-
EUNOPECT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOPMFI	-	-	-	5	3	4	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	4	5	-	6	14	4	3	-	6	-	-	3
EUNOPVUN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOPVVE	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNORHas	-	-	3	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	37	87	12	23	18	1	6	15	14	7	2	-	-	-
EUNORHsy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
EUNOSTEI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	25	2	9	14	1	10	19	-	-	1	-	-	-	-
EUNOSUAR	-	-	-	-	-	-	3	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
FRAGACID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGBICA	3	10	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGBIDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
FRAGBREV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	10	-
FRAGCAPU	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
FRAGCaca	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCagr	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCaru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
FRAGCONU	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	2	4	-
FRAGCvBI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCvME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-	-	-
FRAGCvSU	-	-	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCvVA	9	11	2	13	3	-	16	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCvVE	4	12	2	-	11	11	6	-	6	11	101	70	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	40	50	-
FRAGDELI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGELLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGEXIG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-
FRAGFASC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGLEPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGOLDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGPARA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGPasu	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
FRAGPINN	10	3	-	-	-	1	-	-	2	11	42	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	3	97
FRAGPULC	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGTABU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGTENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGULNA	2	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3	-
FRAGUvAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGVIRE	-	-	-	-	-	-	18	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-
FRUSRHOM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
FRUSRvCR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
FRUSRvSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRUSVULG	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOMPACUM	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5	-	-
GOMPANGU	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
GOMPCONS	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOMPGRAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOMPINTR	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOMPPARV	-	1	13	2	4	1	-	-	8	6	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	3	1	4
GOMPSUBC	-	-	-	-	-	-	3	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
HANTAMPH	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LICMHYAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LICMNUBE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MELOVARI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MERICIRC	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAV1619A	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAV1832A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-
NAV1ANGU	-	-	5	-	13	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIBACI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIBRYO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVICLEM	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
NAVICOCC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVICONC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
NAVICONT	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
NAVICOST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVICRTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	5	-
NAVICRYP	-	1	-	-	-	-	-	-	9	-	6	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	1	4	6	3

Bijlage 8 (vervolg).

[illegible]

[illegible][illegible]

Bijlage 8 (vervolg).

Monster- nummer	M10 C90	V10 D90	M11 A90	D11 B90	M12 A90	D12 B90	D13 A90	D13 B90	D13 X16	U14 B72	D14 A90	D14 B90	U14 B90	D14 C72	M14 C90	S14 C90	D15 A90	D16 A90	D16 B90	M16 C76	D16 C90	M16 C90	M16 D90	M16 E90	M16 F76	M16 F90	M17 A74	M17 A90
ACHN3690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHN3705	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNALTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNAVHE	-	3	8	9	4	7	-	1	-	-	9	3	1	-	-	2	1	2	7	4	8	6	-	11	5	8	4	6
ACHNCLEV	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNCONS	-	-	-	-	39	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	13	2	10	-	-	26	-	-	1
ACHNDAON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	1	-	-	-	-	-
ACHNDAUI	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ACHNEXIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNHUNG	-	-	-	-	-	2	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ACHNKRAM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
ACHNLANC	-	-	3	1	5	20	17	16	-	-	-	-	-	-	2	-	-	21	42	33	13	22	6	20	33	5	28	32
ACHNLAPP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLATE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLabi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLael	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLaff	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLafm	3	-	-	-	-	-	27	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	3	6	-	-	4	2	9	6	13
ACHNLaha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNLaro	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNMARG	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	6	-	-	2	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
ACHNMINU	20	30	122	104	28	20	7	5	9	9	-	-	2	7	24	16	1	4	1	4	10	3	13	3	6	8	6	8
ACHNMisc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNPERA	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNPUSI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
ACHNRECH	-	-	-	1	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7	-	-	-	-	4	-	1	1
ACHNROSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACHNSUAT	5	8	-	-	11	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	11	2	5	-	-	14	-	3	10
AMPHINAR	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHLYBI	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHNORM	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHPEDI	1	-	-	-	26	17	23	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPIPELL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AULAALPI	-	-	-	3	-	3	1	-	-	-	-	-	4	30	20	19	-	7	6	7	18	18	35	5	12	6	2	2
AULACREN	-	-	2	4	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	1	19	-	3	-	50	7
AULADIST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AULADini	-	-	-	-	-	-	-	1	-	61	-	6	44	38	6	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
AULAPFAF	-	-	-	-	-	-	-	7	-	110	-	114	98	112	22	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRACEXIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRACSERI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
BRACsvBR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
CALOBACI	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CALOSILI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
CALOSULI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCNEDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCPLAC	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCCPLLi	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLMENE	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCSUBI	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBCUSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBGRAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
CYMBHEBR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBMINU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBNAVI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	-	-
CYMBPERP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-
CYMBSEIL	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	-	1	-
CYMBSIMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CYMBSINU	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIATMESO	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
DIPLOBLO	-	-	-	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLOCUL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLOVAL	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
DIPLPARM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPLPETE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
EPITSORE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPITTVGR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOBILU	-	-	5	-	-	4	-	-	-	1	2	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-
EUNOBili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOBvSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOEXIG	-	-	7	3	-	-	-	4	-	-	12	6	4	-	-	-	18	4	2	1	4	2	12	20	1	5	-	-

Bilage 8 (vervolg).

Monster- nummer	M10 C90	V10 D90	M11 A90	D11 B90	M12 A90	D12 B90	D13 A90	D13 B90	D13 X16	U14 B72	D14 A90	D14 B90	U14 B90	D14 C72	M14 C90	S14 C90	D15 A90	D16 A90	D16 B90	M16 C76	D16 C90	M16 C90	M16 D90	M16 E90	M16 F76	M16 F90	M17 A74	M17 A90
EUNOEYTE	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	14	2	1	2	-	8	5	-	4	-	-
EUNOGLAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOINCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	18	-	-	-	2	2	-	2	-	2	-	-
EUNOMINO	3	3	-	-	18	18	8	19	4	-	-	-	-	-	-	-	-	27	36	6	3	6	3	2	4	5	6	7
EUNOPALU	11	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-
EUNOPECT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOPMFI	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	65	12	-	-	-	-	3	3	-	-	2	2	-	-	-	2	-	-
EUNOPVUM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNOPVVE	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUNORHas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	10	1	-	1	1	-	2	-	-	3	-	-
EUNORHsy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	3	-	4	-	-	-
EUNOSTEI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	3	1	5	-	-
EUNOSUAR	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
FRAGACID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
FRAGBICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGBIDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGBREV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCAPU	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	56	15	-	-	-	-	-	13	9	-	2	2	-	10	6	-	2	8
FRAGCaca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCagr	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	2	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-
FRAGCaru	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCONU	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCvBI	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCvME	3	-	-	-	-	-	-	-	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCvSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGCvVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	2	-	8	-	4
FRAGCvVE	36	37	3	23	18	16	-	3	2	17	-	-	-	99	64	-	-	-	-	3	11	3	25	5	5	5	23	20
FRAGDELI	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
FRAGELLI	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGEXIG	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	-	-	-	-	5	1	2	-	-	4	3	-	-
FRAGFASC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGLEPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGOLDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
FRAGPARA	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGPasu	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGPINN	90	72	13	24	11	22	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2	11	5	1	5	2	3	1	-	9
FRAGPULC	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGTABU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGTENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGULNA	-	-	-	-	-	1	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
FRAGUvAC	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRAGVIRE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	19	16	5	2	7	-	9	2	1	18	2
FRUSRHOM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
FRUSRvCR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FRUSRvSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	3	-	3	-	-
FRUSVULG	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	4	-	-
GOMPACUM	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOMPANGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	1	-	2	-	6	3	-	-
GOMPCONS	-	-	-	-	-	-	-	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOMPGRAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-
GOMPINTR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GOMPPARV	-	-	2	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	1	3	34	10	18	8	3	7	1	5
GOMPSUBC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-
HANTAMPH	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	-	3	-	1	-
LICHMYAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LICHNUBE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MELOVARI	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MERICIRC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	4	-	-	1	-	2	-
NAV1619A	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAV1832A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAV1ANGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
NAV1BACI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAV1BRYO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6
NAV1CLEM	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	9	-	2	-
NAV1COCC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
NAV1CONC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAV1CONT	-	-	-	-	-	-	8	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
NAV1COST	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAV1CRTE	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-
NAV1CRYP	1	2	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4	7	11	-	4	4	2	-	-

Biilage 8 (vervolg).

Monster- nummer	M10 C90	V10 D90	M11 A90	D11 B90	M12 A90	D12 B90	D13 A90	D13 B90	D13 X16	U14 B72	D14 A90	D14 B90	U14 B90	D14 C72	M14 C90	S14 C90	D15 A90	D16 A90	D16 B90	M16 C76	D16 C90	M16 C90	M16 D90	M16 E90	M16 F76	M16 F90	M17 A74	M17 A90
NAVIDICE	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
NAVIDfCU	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVITEXTL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIFEST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIFOSS	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	1	1	2	1	3
NAVIGALL	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIGAST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIGLro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIGREG	-	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
NAVIHvCA	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
NAVIIGac	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVINDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
NAVIIvPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIKRAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
NAVILAEV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVILUND	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIMEDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
NAVIMENI	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIMEgr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIMEup	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIMICA	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIMINI	-	4	-	-	4	4	26	18	2	1	-	2	-	4	4	2	-	13	10	11	7	25	9	8	14	8	21	30
NAVIMINU	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIMUTI	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
NAVIMvMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
NAVIOBSI	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIOBSO	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAIPELL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIPERM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
NAVIPERP	-	-	-	-	-	-	30	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIPROT	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIPSLA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIPSVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
NAVIPUPU	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-
NAVIRADI	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIRHCH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIRHYN	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	3	-	-	-
NAVIROTA	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	10	1	2	-	13	-	2	-	-	-
NAVISEMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5	3	3	7	1	12	-	1	4	8	-
NAVISLES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-
NAVISOEH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
NAVISTRI	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVISUBT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVISUMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
NAVITENE	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
NAVITRIV	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAVIVARI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	2	-	1	-	-	1
NAVIVENA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-
NEIDAFFJ	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NEIDAfHE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NEIDAVLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NEIDBISU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NEIDCART	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
NEIDDUBI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NEIDI fVE	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZACID	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	4	-	-
NITZANFO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
NITZARCH	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
NITZbvBR	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZDEBI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZDISS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZFRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-
NITZGRAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZGRAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZHANT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	7	-	-	1	-	-	1	-
NITZINCO	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
NITZLINE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZPALE	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	8	-	5	-	-
NITZPURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZPUSI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

Biilage 8 (slot).

Monster- nummer	M10 C90	V10 D90	M11 A90	D11 B90	M12 A90	D12 B90	D13 A90	D13 B90	D13 X16	U14 A72	D14 A90	D14 B90	U14 B90	D14 C72	M14 C90	S14 C90	D15 A90	D16 A90	D16 B90	M16 C76	D16 C90	M16 C90	M16 D90	M16 E90	M16 F76	M16 F90	M17 A74	M17 A90
NITZRECT	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
NITZROMA	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZROST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
NITZSCEL	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZSIMO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITZSUBT	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINN363A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINN3779	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINNACRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINNAPPE	3	1	1	-	11	11	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	3	8	8	4	9	4	5	16	1	-
PINNBORE	-	-	-	-	-	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1
PINNBOVA	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINNGBB	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
PINNHEMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
PINNINTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
PINNINTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINNMAIO	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINNMICR	3	2	2	-	2	1	5	-	-	-	3	10	2	-	-	-	19	-	2	-	3	2	1	3	-	3	-	-
PINNBOBSC	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
PINNSTRE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINNSUCA	-	-	4	-	-	10	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	16	2	2	10	1	10	3	-	9	1	-
PINNSVHI	2	-	15	-	2	-	-	-	-	-	26	6	-	-	-	2	6	6	6	1	7	6	1	1	5	-	-	1
PINNVIPI	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	1	-	-	1	3	-	-
RHOIABBR	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHOPGIBB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
STAUANCE	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	2	-	-	-
STAUAFGR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-
STAUAKRIE	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	1	-
STAULEGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
STAUPHOE	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
STAUSMIT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
STAUTHER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
STEPROTU	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SURIBISE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SURLINE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	15	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
SURIOVAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-
SURIROBA	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SURITENE	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TABEFENE	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TABEFLOC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-
TABEQUAD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-

Bijlage 9. Voornaamste uitvoergegevens CANOCO

Program CANOCO Version 3.11 November 1990 - written by Cajo J.F. Ter Braak
Copyright (c) 1988-1990 Agricultural Mathematics Group DLO
Box 100, 6700 AC Wageningen, the Netherlands.

For explanation of the input/output see Ter Braak (1987b, 1988, 1990)

Type of analysis CCA

Data files

Species data : beken42.spe (42 soorten met gemiddelde relatieve hoeveelheid > 0.40%)
Environmental data : beekmil.dat

Forward selection of envi. variables : yes

Scaling of ordination scores : species scores are weighted mean sample scores

No samples omitted
Number of samples 84
Number of species 42
Number of occurrences 1256
Number of environmental variables 37

No interaction terms defined

No transformation of species data

Weight .00 is given to species 35 (Surirella roba)
Weight .00 is given to sample 18 (monsterpunt 8A)
Weight .00 is given to sample 22 (monsterpunt 9)
Weight .00 is given to sample 32 (monsterpunt 15)

No downweighting of rare species

Number of active samples 32
Number of passive samples 52
Number of active species 40

**** Forward selection of variables ****

Environmental variable 1 (pH) added to model
Variance explained by the variables selected: .36
Environmental variable 19 (NO3) added to model
Variance explained by the variables selected: .69
Environmental variable 23 (doo) added to model
Variance explained by the variables selected: .92
Environmental variable 25 (IR) added to model
Variance explained by the variables selected: 1.12
" " " all variables : 3.83

Environmental variables 35, 34, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 24, 22, 21, 20, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3 and 2 omitted

**** Weighted correlation matrix (weight = sample total) ****

SPEC AX1	1.0000							
SPEC AX2	.0214	1.0000						
SPEC AX3	-.0136	-.0472	1.0000					
SPEC AX4	.0101	-.0679	-.0158	1.0000				
ENVI AX1	.8853	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX2	.0000	.8365	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX3	.0000	.0000	.8601	.0000	.0000	.0000	1.0000	
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.6922	.0000	.0000	.0000	1.0000
pH	-.7280	.4094	-.1137	-.1788	-.8224	.4893	-.1322	-.2584
NO3	-.0888	-.7789	.1418	.2143	-.1003	-.9311	.1648	.3096
doo	-.0452	.5323	.5451	.3024	-.0510	.6363	.6338	.4369
IR	-.4640	.3493	.4007	-.4000	-.5241	.4175	.4659	-.5779

	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4
pH	1.0000							
NO3	-.4749	1.0000						
doo	.1567	-.3476	1.0000					
IR	.7230	-.4383	.3352	1.0000				

pH	NO3	doo	IR
----	-----	-----	----

Biilage 9 (vervolg).

N	name	(weighted) mean	stand. dev.	inflation factor
1	SPEC AX1	.0000	1.1296	
2	SPEC AX2	.0000	1.1954	
3	SPEC AX3	.0000	1.1626	
4	SPEC AX4	.0000	1.4447	
5	ENVI AX1	.0000	1.0000	
6	ENVI AX2	.0000	1.0000	
7	ENVI AX3	.0000	1.0000	
8	ENVI AX4	.0000	1.0000	
1	pH	6.4452	.6093	2.3381
19	NO3	4.4914	1.4731	1.4380
23	doo	-1.5466	1.1564	1.2457
25	IR	.6275	.1026	2.3518

**** Summary ****

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: .398	.316	.267	.142	3.832
Species-environment correlations	: .885	.837	.860	.692	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 10.4	18.6	25.6	29.3	
of species-environment relation:	35.4	63.6	87.4	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					3.832
Sum of all canonical eigenvalues					1.123

**** Means and standard deviations of passive environmental variables ****

N	name	(weighted) mean	stand. dev.
2	Alk	5.6980	.9172
3	EC	2.7258	.3631
4	DOC	4.6167	.5110
5	TIC	6.5652	.4104
6	CO2	5.6454	.5472
7	Si	5.4403	.1843
8	oP	-1.4125	.4312
9	tP	-.6192	1.0553
10	NH4	.3205	.9745
11	K	3.4307	.5922
12	Na	6.0208	.3485
13	Ca	5.7896	.4887
14	Mg	4.7008	.4061
15	Mn	.1230	1.1858
16	Al	.1140	1.2455
17	Fe	-.3035	1.0587
18	Cl	5.9417	.4021
20	SO4	5.2485	.3760
21	str	1.0137	2.0804
22	bre	.3651	.7276
24	afs	4.2171	1.9896
26	O2	203.9691	79.3509
27	fev	.5334	.4989
28	die	.1797	.0920
29	sch	2.4410	1.0207
30	mea	1.5819	.7020
31	fom	.7373	.4401
32	bla	.5226	.4995
34	fza	.1671	.3731
35	gza	.3053	.4605

**** Inter set correlations (*1000) of environmental variables with axes ****

N	NAME	AX1	AX2	AX3	AX4	RANKED 1 FR EXTRACTED= .110	RANKED 2 FR EXTRACTED= .148	RANKED 3 FR EXTRACTED= .048	RANKED 4 FR EXTRACTED= .039
1	pH	-728	409	-114	-179	6 CO2	23 doo	23 doo	24 afs
2	Alk	-620	526	21	-215	7 Si	27 fev	22 bre	22 bre
3	EC	-319	-338	144	-130	27 fev	2 Alk	25 IR	23 doo
4	DOC	80	-51	71	122	16 Al	28 die	5 TIC	10 NH4
5	TIC	-261	509	296	-213	15 Mn	5 TIC	13 Ca	26 O2
6	CO2	603	-12	273	49	31 fom	15 Mn	28 die	16 Al
7	Si	359	197	-222	-36	17 Fe	29 sch	6 CO2	19 NO3
8	oP	-430	-230	-103	-104	4 DOC	1 pH	16 Al	35 gza
9	tP	26	308	-84	33	28 die	25 IR	15 Mn	32 bla
10	NH4	-43	281	-72	294	11 K	17 Fe	3 EC	4 DOC
11	K	49	-407	21	99	32 bla	22 bre	19 NO3	15 Mn
12	Na	-154	-461	-64	96	29 sch	9 tP	20 SO4	11 K
13	Ca	-522	-29	291	-317	9 tP	10 NH4	14 Mg	12 Na
14	Mg	-249	-337	84	-90	20 SO4	24 afs	4 DOC	21 str

Biilage 9 (vervolg).

15	Mn	239	504	226	106	10	NH4	-43	7	Si	197	31	fom	53	27	fev	57
16	Al	282	-514	264	249	23	doo	-45	6	CO2	-12	2	Alk	21	6	CO2	49
17	Fe	208	342	-145	-135	19	NO3	-89	31	fom	-21	11	K	21	9	tP	33
18	Cl	-130	-421	-75	33	35	gza	-110	13	Ca	-29	12	Na	-64	18	Cl	33
19	NO3	-89	-779	142	214	18	Cl	-130	35	gza	-44	35	gza	-71	28	die	30
20	SO4	-22	-501	118	-161	12	Na	-154	4	DOC	-51	10	NH4	-72	30	mea	-19
21	str	-574	-320	-129	69	14	Mg	-249	8	oP	-230	18	Cl	-75	7	Si	-36
22	bre	-259	330	495	324	22	bre	-259	30	mea	-262	9	tP	-84	14	Mg	-90
23	doo	-45	532	545	302	5	TIC	-261	32	bla	-271	24	afs	-91	8	oP	-104
24	afs	-348	235	-91	431	3	EC	-319	34	fza	-274	8	oP	-103	3	EC	-130
25	IR	-464	349	401	-400	24	afs	-348	21	str	-320	1	pH	-114	17	Fe	-135
26	O2	-462	-336	-209	250	34	fza	-359	26	O2	-336	30	mea	-118	31	fom	-145
27	fev	315	532	-192	57	30	mea	-387	14	Mg	-337	21	str	-129	20	SO4	-161
28	die	67	525	284	30	8	oP	-430	3	EC	-338	17	Fe	-145	1	pH	-179
29	sch	35	450	-259	-252	26	O2	-462	11	K	-407	27	fev	-192	34	fza	-197
30	mea	-387	-262	-118	-19	25	IR	-464	18	Cl	-421	26	O2	-209	5	TIC	-213
31	fom	231	-21	53	-145	13	Ca	-522	12	Na	-461	32	bla	-212	2	Alk	-215
32	bla	41	-271	-212	129	21	str	-574	20	SO4	-501	34	fza	-216	29	sch	-252
34	fza	-359	-274	-216	-197	2	Alk	-620	16	Al	-514	7	Si	-222	13	Ca	-317
35	gza	-110	-44	-71	154	1	pH	-728	19	NO3	-779	29	sch	-259	25	IR	-400

**** Species scores ****

N	NAME	AX1	AX2	AX3	AX4	WEIGHT	N2
	EIG	.3979	.3163	.2672	.1417		
1	Achnanthes helvetica	.3706	-.2973	-.0124	.1508	93.50	17.27
2	A. marginulata	.2539	-.3920	-.4188	.2212	11.50	6.08
3	A. lanceolata	-.3615	-.3692	-.2628	-.2481	117.00	10.44
4	Aulacoseira paffiana	.5313	-.3403	-.7405	1.0277	59.00	5.79
5	Diatoma mesodon	-.0978	.1026	-.3112	.0708	15.50	6.54
6	Aulacoseira distans var. nivalis	.8570	-.2183	-1.2167	1.0914	32.50	3.37
7	Eunotia subarcuata	1.3258	-.0827	-.3206	-.0225	167.00	5.39
8	Fragilaria construens var. venter	-.4638	.0891	.3379	.5660	238.00	10.08
9	F. virescens	.8263	-.4631	-.7103	.5019	54.00	6.25
10	F. vaucheriae	.4020	-.3473	-1.0999	.5360	18.00	4.26
11	Eunotia implicata	.8335	-.8300	1.2037	-.3191	66.00	3.30
12	Pinnularia subcapitata var. hilseana	.6677	-.5082	.6598	.0271	58.50	8.43
13	Aulacoseira alpigena	-.3420	-.0129	.1022	.3028	227.00	7.33
14	Achnanthes minutissima	-.3301	.1820	.3673	-.0921	299.50	10.35
15	Eunotia exigua	.2251	-.0761	.0222	-.0307	51.00	9.36
16	Gomphonema parvulum	-.2796	.6162	-.2336	-.0392	91.50	5.12
17	Navicula cryptocephala	-.2383	-.1206	-.4544	.0537	22.00	9.22
18	N. minima	-.3256	-.7103	-.4525	-.2831	53.50	12.57
19	Surirella linearis	.9864	-.4717	.4036	-.5478	25.00	4.13
20	Pinnularia subcapitata	-.4281	-.7217	-.2380	-.0752	22.50	7.88
21	Aulacoseira crenulata	.5019	1.0632	-.1603	-.3470	321.50	6.65
22	Eunotia minor	-.2997	-.6691	-.2587	-.0987	76.00	8.65
23	Pinnularia microstauron	.1044	-.4752	.3739	-.2570	19.50	12.37
24	Eunotia bilunaris	.3699	.7070	.0414	-.1635	21.50	6.98
25	Achnanthes subatomoides	-.8688	.0176	.0190	.1267	21.00	6.58
26	Pinnularia appendiculata	-.2126	-.3424	-.2241	-.0762	59.00	11.12
27	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima var. magna	-.6271	-.7491	-.9790	-.5748	55.50	6.37
28	Amphora pediculus	-.7541	-.6527	.3589	-.4316	21.50	2.48
29	Fragilaria pinnata	-1.0016	.4531	.1970	-.0030	173.00	5.86
30	Achnanthes conspicua	-.6982	-.6307	.2616	-.2897	36.50	2.95
31	Navicula seminulum	-.2665	-.4140	-.1059	-.0391	15.00	6.92
32	Achnanthes rechtensis	-.6286	.0912	.0622	.0267	16.00	7.76
33	Eunotia paludosa	-.1073	.4497	.0752	-.2999	15.50	4.27
34	Navicula mediocris	.8341	-.5829	1.9685	-.3503	4.00	1.60
35	Surirella roba	-.4636	-.0418	.4297	-.5031	.00	1.21
36	Fragilaria capucina	1.0751	-1.1294	1.7433	-.3021	47.50	2.52
37	Eunotia rhomboidea	-.6808	-.2432	-.6407	.0344	5.00	4.17
38	E. bilunaris var. mucophila	.4884	-.0691	-.1966	-.0605	28.50	3.64
39	E. tenella	-.3089	-1.2217	-.3424	-.0213	6.00	4.80
40	E. incisa	-1.0304	-.8650	-.7199	-.0322	3.00	3.00
41	Navicula perpusilla	-1.1149	-1.6702	-2.0866	-1.6576	21.50	1.26

Bijlage 9 (vervolg).

**** Sample scores ****

N	NAME	AX1	AX2	AX3	AX4	WEIGHT	N2
	EIG	.3979	.3163	.2672	.1417		
1	U01890	1.8884	-.6286	-1.5512	2.6739	99.00	5.07
2	D01C90	1.7590	-.7573	-1.8587	2.5690	97.50	7.15
3	M02A90	.7599	.4267	-.4373	-.0178	95.50	7.10
4	M02B90	.2170	.0822	-.2750	.6138	90.50	9.14
5	M03A90	1.3711	2.7665	-.5519	-2.0620	100.00	1.44
6	D03B90	-1.1700	-.8584	-.2819	-.4187	77.50	6.88
7	D03C90	-.1610	.7810	-.3764	-.5784	90.50	5.20
8	D04A90	.1467	-.5077	.5907	.1342	28.00	3.72
9	M04B90	-.5646	-.1963	.2438	2.2022	93.00	2.02
10	M05A90	1.0650	1.9103	-.4901	-1.4767	93.50	2.78
11	M05B90	.7378	2.5063	-.4224	-1.6811	78.50	2.27
12	D05C90	-.2563	.4920	.4331	.0477	69.00	7.74
13	D06A90	.0017	.3125	.3747	.2585	84.50	4.50
14	D06C90	.3233	-.8720	.3723	-.4684	87.00	8.27
15	M06D90	-.1550	-.8150	-.5632	.6156	82.50	16.69
16	D07A90	.4188	1.6261	-.1810	-.5325	89.00	3.50
17	A07B90	-.6287	.3713	.1476	.1358	85.50	6.53
19	M08B90	2.4959	-.9132	.3025	-.5009	99.00	3.29
20	M08C90	-.7646	-.5604	.2338	-.6052	66.00	9.82
21	D08D90	-1.1698	.6029	.4852	1.4226	79.00	3.85
23	M10A90	-1.0131	-.4627	.0861	.8351	57.50	4.33
24	D10B90	-1.7949	.6468	.4188	-.4106	84.50	2.76
25	M10C90	-1.7189	.7843	.7595	.4855	89.00	3.17
26	M11A90	-.4509	.2220	1.2534	-.4959	97.00	2.43
27	D11B90	-.9077	.5645	1.1038	.1377	88.00	2.57
28	M12A90	-1.2426	-.8531	.5785	-.7223	94.50	8.73
29	D13B90	-1.2638	-2.4678	-3.2327	-3.8651	78.50	6.60
30	D14A90	1.9928	-2.3793	4.1030	-1.4770	93.00	4.15
31	M14C90	-.6486	-.0249	.3691	3.3746	91.00	2.92
33	D16B90	-.2518	-1.5497	-.4739	-.5718	83.50	7.47
34	D16C90	-.5826	-.3372	-.2357	-.0599	87.00	12.71
35	M16F90	-.4691	-1.0201	-.9508	-.0730	61.00	16.28
18	M08A90	.6497	-.3723	-.4109	.6620	.00	10.09
22	M09D88	.0126	-1.1217	-.4655	.0292	.00	6.03
32	D15A90	.1379	-1.1235	.8344	-.7702	.00	8.26
36	M17A90	-.6544	-.8481	-.4126	-.5513	.00	10.14
37	U01A90	2.2194	-.5580	-1.5858	2.0888	.00	4.05
38	T03A90	.8679	-.0242	.9903	-1.1634	.00	5.49
39	D05A90	.6133	2.1801	-.0100	-1.5059	.00	3.23
40	D06B90	.6608	-.7490	-.2691	.6564	.00	3.73
41	D07B90	-.5043	-.3590	.2202	-.3213	.00	2.76
42	M07B90	-.3706	.6517	.2658	.0338	.00	8.90
43	F07B90	-.4277	.4921	.1266	-.0357	.00	9.27
44	D08C90	-.9204	-.6946	-.2539	-.8991	.00	6.54
45	V09A87	-.4585	-1.2093	-.8472	-.2387	.00	5.16
46	V09B87	-.9236	-1.3933	-1.4311	-.0566	.00	3.65
47	D09C87	-.2997	-1.8127	-.5602	-.3222	.00	4.63
48	D09C88	-.0857	-1.1675	-.3603	-.1856	.00	6.22
49	M09D87	-.1131	-1.2827	-.4525	-.1721	.00	5.96
50	D09E88	-.2264	-1.6342	-.6588	-.2434	.00	3.70
51	D12B90	-1.0364	-.5264	.2181	-.4154	.00	10.79
52	D14B90	1.3776	-1.3601	-.8591	3.8501	.00	2.85
53	U14B90	1.5139	-.8274	-2.4907	5.5768	.00	2.64
54	S14C90	.1650	-.3575	-.9226	4.7246	.00	4.31
55	D16A90	-.0635	-1.7765	-.4039	-.3118	.00	12.14
56	M16C90	-.5218	-.9929	-.4078	-.2998	.00	11.92
57	M16D90	-.5847	.0753	-.0659	.3877	.00	9.64
58	M16E90	-.0516	-1.0329	-.2080	-.2395	.00	13.95
59	D14C72	.9745	-.7708	-2.4247	5.9249	.00	2.54
60	U14B72	1.2430	-.7453	-2.7478	6.6303	.00	2.47
61	D13X16	-.7323	-.4040	-.5584	.0326	.00	3.10
62	U08X16	.1834	1.2463	-.3998	-.7449	.00	3.24
63	D08D16	-1.4293	.5919	.8955	2.4572	.00	2.28
64	F07B16	.9437	2.7062	-.6924	-1.3796	.00	1.49
65	D07B16	.4655	2.0941	-.6283	-1.2639	.00	2.35
66	U05A74	-.2236	1.4591	.4481	1.2548	.00	2.13
67	M05C74	-.9956	.0732	.5662	1.9373	.00	2.46
68	D10A16	-.4028	-.4871	.0889	-.6677	.00	6.31
69	M10A74	-1.2076	-.0933	.2930	1.1119	.00	4.26
70	V10D90	-1.5427	.6157	.8431	.6830	.00	3.73
71	M03A74	-.3381	.3241	.4276	-1.1102	.00	6.48
72	U06E74	.8969	-.3978	-.4152	.7486	.00	5.55
73	D06C75	-.7156	-.1961	-.0643	.2188	.00	9.83
74	D06A75	-.4271	-.4411	-.1255	-.1657	.00	9.48
75	D13A90	-1.4783	-2.3991	-2.3546	-4.1078	.00	7.13
76	M16C76	-.9486	-.8136	-.4663	-.5293	.00	10.98

Bijlage 9 (vervolg).

77	M16F76	-.7982	-.9782	.1225	-.6730	.00	9.76
78	M17A74	.0300	.1545	-.7070	-.4399	.00	7.09
79	M02B74	.9772	1.3360	-.0051	-1.1899	.00	4.88
80	M02A74	1.8003	-.4142	-.2335	-.3535	.00	4.28
81	D09A47	-.2160	1.3245	.3450	-2.0546	.00	1.07
82	M09D24	-.3228	-1.2041	-.7712	.1702	.00	4.34
83	M09D74	-.1882	-1.5984	-1.1681	.5153	.00	4.16
84	U09D77	-.2068	-1.2852	-.2454	-.4892	.00	6.81

**** Biplot scores of environmental variables ****

N	NAME	AX1	AX2	AX3	AX4
	R(SPEC,ENV)	.8853	.8365	.8601	.6922
1	pH	-.8224	.4894	-.1322	-.2584
19	NO3	-.1003	-.9311	.1648	.3096
23	doo	-.0510	.6363	.6338	.4369
25	IR	-.5241	.4175	.4659	-.5779

**** Sample scores which are linear combinations of environmental variables ****

N	NAME	AX1	AX2	AX3	AX4	WEIGHT	N2
	EIG	.3979	.3163	.2672	.1417		
1	U01B90	1.1343	-.4130	-1.6460	1.1838	99.00	5.07
2	D01C90	1.5432	-.0004	-1.8875	1.4225	97.50	7.15
3	M02A90	.9971	-.5246	-.1982	.0328	95.50	7.10
4	M02B90	-.1406	-.1263	.0869	-1.4548	90.50	9.14
5	M03A90	1.0169	2.2503	-.1535	-1.1500	100.00	1.44
6	D03B90	-.9343	.1881	-.4470	-.6006	77.50	6.88
7	D03C90	-.1606	1.7855	.1487	-.3429	90.50	5.20
8	D04A90	-.4513	-.1063	.3851	-.5807	28.00	3.72
9	M04B90	-1.0343	.3204	.8072	.5968	93.00	2.02
10	M05A90	.4373	.8114	-.2657	-.0671	93.50	2.78
11	M05B90	1.2382	1.8894	-.6907	-.3574	78.50	2.27
12	D05C90	-.5979	.5101	-.1920	.7135	69.00	7.74
13	D06A90	.3200	-.0970	-.3208	.5195	84.50	4.50
14	D06C90	1.5829	-.6547	-.4895	-.6587	87.00	8.27
15	M06D90	-.1419	.4656	-.5970	1.2910	82.50	16.69
16	D07A90	-.3630	.3540	.5138	-.0556	89.00	3.50
17	A07B90	-1.2045	.5330	-.7659	-.1948	85.50	6.53
19	M08B90	2.2875	-.9130	1.1142	-1.0350	99.00	3.29
20	M08C90	.1505	-.5652	.4819	-.8738	66.00	9.82
21	D08D90	-.4794	1.0587	.7011	1.5538	79.00	3.85
23	M10A90	-.6417	.2184	-.1274	-2.2738	57.50	4.33
24	D10B90	-1.0253	.5560	-.5428	-.8358	84.50	2.76
25	M10C90	-1.8958	.3907	.5874	.4080	89.00	3.17
26	M11A90	-.2747	.3517	1.4812	-.2010	97.00	2.43
27	D11B90	-.5796	.5665	.8507	.2285	88.00	2.57
28	M12A90	-.7793	-1.0618	.6822	-.2278	94.50	8.73
29	D13B90	-1.1772	-1.9187	-2.3444	-1.5766	78.50	6.60
30	D14A90	1.1657	-1.3724	2.5751	-.3527	93.00	4.15
31	M14C90	-.0602	-.5640	1.0806	2.6692	91.00	2.92
33	D16B90	.0420	-1.3878	.2019	.5980	83.50	7.47
34	D16C90	-.7556	-1.2660	-.9784	.7952	87.00	12.71
35	M16F90	-1.1311	-1.8619	-.4155	-.6970	61.00	16.28

**** Biplot scores of passive (semi-quantitative) environmental variables ****

N	NAME	AX1	AX2	AX3	AX4
	R(SPEC,ENV)	.0000	.0000	.0000	.0000
2	Alk	-.7002	.6286	.0243	-.3106
3	EC	-.3607	-.4041	.1669	-.1875
4	DQC	.0905	-.0611	.0820	.1760
5	TIC	-.2947	.6087	.3447	-.3082
6	CO2	.6808	-.0140	.3169	.0714
7	Si	.4050	.2355	-.2579	-.0521
8	oP	-.4862	-.2754	-.1199	-.1509
9	tP	.0292	.3679	-.0982	.0483
10	NH4	-.0480	.3363	-.0834	.4249
11	K	.0556	-.4864	.0247	.1430
12	Na	-.1740	-.5515	-.0739	.1387
13	Ca	-.5897	-.0348	.3379	-.4577
14	Mg	-.2808	-.4032	.0980	-.1296
15	Mn	.2696	.6024	.2622	.1527
16	Al	.3190	-.6150	.3074	.3602
17	Fe	.2353	.4094	-.1683	-.1951
18	Cl	-.1473	-.5034	-.0877	.0475

Bijlage 9 (slot).

20	SO4	-.0244	-.5992	.1376	-.2321
21	str	-.6482	-.3825	-.1495	.1004
22	bre	-.2927	.3944	.5750	.4677
24	afs	-.3936	.2805	-.1055	.6232
26	O2	-.5222	-.4015	-.2432	.3608
28	die	.0757	.6273	.3300	.0428
29	sch	.0399	.5375	-.3006	-.3638
30	mea	-.4376	-.3133	-.1373	-.0274

**** Centroids of (passive) nominal variables (mean.gt.0) in ordination diagram ****

N	NAME	AX1	AX2	AX3	AX4
	R(SPEC,ENV)	.0000	.0000	.0000	.0000
27	fev	.3325	.5951	-.2089	.0774
31	fom	.1560	-.0150	.0371	-.1250
32	bla	.0443	-.3100	-.2353	.1783
34	fza	-.9061	-.7313	-.5607	-.6349
35	gza	-.1868	-.0801	-.1242	.3354

Bijlage 10. De verdeling van de procentuele abundantie in de pH-klassen per monster (acb: acidobiont, acf: acidofiel, cir: circumneutraal, alf: alkalifiel, alb: alkalibiont, onb: onbekend), de in het laboratorium gemeten pH (pHg), de geschatte pH (pHwa), de standaardafwijking van de schatting (se) voor pHwa, de procentuele abundantie van de meest abundante soort in elk monster (D), de diversiteitsindex van Shannon (H'), het aantal soorten in de telling (S), het aantal zeldzame soorten in de telling (AZ) en de procentuele abundantie van de zeldzame soorten (PZ). Gr is de groep (1: recente monsters, gebruikt voor calibratie, 2: recente monsters, niet gebruikt voor calibratie, 3: oude monsters). Monsters van groep 2 en 3, waarbij de pHg is vermeld zijn gebruikt in de test-set voor pHwa.

Monster	Gr	acb	acf	cir	alf	alb	onb	pHg	pHwa	se	D	H'	S	AZ	PZ
U01A90	2	48.5	33.0	10.0	8.5	-	-	4.9	4.99	0.56	43	2.83	14	7	45
U01B90	1	39.0	34.0	13.0	14.0	-	-	5.7	5.12	0.60	37	2.99	16	6	48
D01C90	1	32.0	30.5	13.5	24.0	-	-	5.6	5.19	0.56	27	3.43	23	7	51
M02A74	3	55.0	12.0	24.5	8.5	-	-	-	5.34	0.54	43	3.11	20	4	16
M02A90	1	10.0	25.5	16.0	48.5	-	-	5.8	6.16	0.44	28	3.63	24	6	61
M02B74	3	11.0	9.5	32.5	47.0	-	-	-	6.33	0.45	37	3.46	25	5	48
M02B90	1	11.5	33.5	17.5	37.5	-	-	6.7	6.33	0.45	20	4.10	36	7	43
M03A74	3	15.5	22.0	30.0	28.5	0.5	3.5	-	6.78	0.46	28	3.76	30	4	18
M03A90	1	11.0	-	5.5	83.5	-	-	6.8	6.58	0.49	83	0.88	4	2	84
T03A90	2	24.5	29.0	28.0	18.5	-	-	6.8	5.96	0.47	28	2.69	10	2	19
D03B90	1	1.5	8.0	20.0	70.5	-	-	7.1	6.93	0.46	22	4.08	35	8	11
D03C90	1	16.5	6.5	52.0	24.0	0.5	0.5	7.1	6.81	0.45	35	3.59	30	8	8
D04A90	1	-	88.0	7.0	4.5	-	0.5	6.7	6.18	0.48	66	1.99	18	6	82
M04B90	1	-	73.5	4.0	22.5	-	-	6.9	6.56	0.48	65	2.24	19	7	81
U05A74	3	-	1.0	12.0	87.0	-	-	-	6.86	0.49	48	1.94	12	1	34
M05A90	1	21.5	5.5	13.5	59.5	-	-	6.5	6.79	0.46	54	2.44	21	3	56
D05A90	2	4.0	1.0	49.0	46.0	-	-	6.5	6.48	0.47	44	2.63	14	1	44
M05B90	1	8.5	4.0	31.0	56.5	-	-	6.5	6.84	0.47	51	2.89	23	1	51
M05C74	3	-	54.5	9.5	33.0	-	3.0	-	6.88	0.48	51	2.92	33	8	57
D05C90	1	0.5	15.5	24.0	56.0	-	4.0	6.8	6.70	0.45	16	4.18	31	5	18
D06A75	3	2.0	36.5	30.5	30.0	-	1.0	-	6.59	0.47	15	2.77	34	7	25
D06A90	1	1.5	49.0	19.5	30.0	-	-	6.2	6.49	0.46	34	4.29	27	7	62
D06B90	2	57.5	39.0	2.0	1.5	-	-	4.8	5.84	0.48	47	3.49	17	6	17
D06C75	3	1.5	28.5	36.5	33.5	-	-	-	6.80	0.45	15	4.47	38	8	24
D06C90	1	5.5	45.0	31.0	18.5	-	-	5.6	6.03	0.47	20	4.03	31	7	15
M06D90	1	11.5	32.5	25.0	31.0	-	-	6.5	6.31	0.45	10	4.85	41	9	25
U06E74	3	34.0	53.5	9.0	3.5	-	-	-	5.81	0.54	28	3.24	21	5	21
D07A90	1	2.0	27.5	15.5	55.0	-	-	6.7	6.70	0.47	43	3.02	23	4	61
D07B16	3	-	1.0	11.5	79.0	6.0	2.5	-	6.87	0.46	33	3.66	30	3	36
F07B16	3	-	0.5	12.0	82.5	4.0	1.0	-	6.77	0.48	60	2.53	23	2	62
A07B90	1	2.0	36.0	39.0	23.0	-	-	7.3	6.89	0.44	24	3.92	32	10	43
F07B90	2	-	35.5	35.5	29.0	-	-	7.3	6.65	0.46	16	2.79	35	10	47
D07B90	2	-	26.0	54.5	19.5	-	-	7.3	6.82	0.45	41	4.43	17	3	5
M07B90	2	3.0	30.0	27.5	35.5	-	4.0	7.3	6.82	0.45	13	4.50	37	13	52
M08A90	2	28.5	14.0	18.5	39.0	-	-	5.1	-	-	15	3.84	23	5	38
M08B90	1	63.0	11.5	5.5	20.0	-	-	5.1	4.79	0.57	51	2.43	12	3	14
M08C90	1	2.5	19.0	30.0	47.5	-	1.0	6.3	6.86	0.47	13	3.70	36	7	16
D08C90	2	-	10.5	40.0	49.5	-	-	6.3	6.76	0.45	21	4.56	22	1	1
D08D16	3	-	3.0	14.0	82.0	-	1.0	-	7.22	0.50	51	2.69	27	4	7
D08D90	1	-	6.5	17.0	75.5	-	1.0	6.7	7.16	0.47	35	3.63	35	7	18
U08X16	3	-	4.5	5.5	90.0	-	-	-	6.76	0.46	44	2.36	12	2	48
D09A47	3	99.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	75	1.20	6	1	10
V09A87	2	46.0	46.0	1.5	6.5	-	-	-	-	-	29	3.12	18	3	13
V09B87	2	18.5	81.0	-	0.5	-	-	-	-	-	44	2.29	10	2	19
D09C87	2	34.5	59.0	4.5	2.0	-	-	-	-	-	33	3.21	25	8	37
D09C88	2	44.0	42.5	9.0	4.5	-	-	-	-	-	25	3.60	26	8	22
M09D24	3	19.0	74.5	4.5	2.0	-	-	-	-	-	38	3.35	24	8	24
M09D74	3	17.5	75.0	3.5	3.0	-	1.0	-	-	-	35	3.29	23	8	47
U09D77	3	32.0	61.5	1.0	5.5	-	-	-	-	-	23	3.56	17	6	20
M09D87	2	30.5	58.5	2.0	9.0	-	-	-	-	-	24	3.37	23	9	29
M09D88	2	34.0	47.0	11.0	8.0	-	-	4.7	-	-	30	3.58	28	8	25
D09E88	2	38.0	60.0	1.0	1.0	-	-	-	6.19	0.50	34	2.33	14	4	33
D10A16	3	3.0	25.5	26.0	44.5	1.0	-	-	6.59	0.46	29	3.76	30	2	2
M10A74	3	-	1.5	16.5	77.5	-	4.5	-	7.03	0.47	20	4.37	36	0	0
M10A90	1	0.5	4.0	18.5	75.0	-	2.0	7.2	6.85	0.48	25	4.39	40	4	5
D10B90	1	-	6.0	20.5	60.5	-	13.0	7.3	7.65	0.50	49	2.69	18	5	8
M10C90	1	6.5	6.0	15.0	72.5	-	-	7.4	7.57	0.48	45	2.89	24	3	5
V10D90	3	2.0	6.0	25.0	67.0	-	-	-	7.41	0.47	36	3.30	31	5	8
M11A90	1	11.0	6.0	68.5	14.5	-	-	6.6	6.72	0.46	61	2.37	18	2	5
D11B90	1	1.5	10.5	55.5	32.5	-	-	6.8	7.05	0.46	52	2.55	20	9	18
M12A90	1	1.5	21.5	39.0	37.0	1.0	-	6.5	6.94	0.47	20	3.75	26	6	13
D12B90	2	-	25.0	22.5	51.5	1.0	-	6.7	6.91	0.44	11	4.37	35	5	8
D13A90	3	-	8.0	30.5	57.5	0.5	3.5	-	7.06	0.48	15	4.13	34	8	8
D13B90	1	3.0	16.0	26.0	54.5	0.5	-	6.9	6.95	0.54	19	3.89	30	6	7
D13X16	3	0.5	3.0	14.5	82.0	-	-	-	6.79	0.47	36	3.48	23	0	0
D14A90	1	21.5	41.5	4.5	32.5	-	-	5.3	4.50	0.66	33	2.81	16	3	6
U14B72	3	-	85.5	5.0	9.5	-	-	-	5.28	0.65	55	1.62	7	2	86
U14B90	2	2.0	82.0	15.0	1.0	-	-	-	5.10	0.54	49	2.48	15	4	74
D14B90	2	6.0	77.5	5.5	11.0	-	-	-	5.16	0.62	57	2.39	15	4	65
D14C72	3	-	90.5	6.0	3.5	-	-	-	5.45	0.61	56	1.93	11	4	91
M14C90	1	-	26.0	17.0	57.0	-	-	5.8	6.58	0.46	50	2.60	18	6	29
S14C90	2	1.0	53.5	10.5	35.0	-	-	5.8	6.01	0.54	32	2.59	14	6	55
D15A90	2	22.0	64.0	13.0	1.0	-	-	4.5	-	-	18	3.71	22	6	20
D16A90	2	5.0	41.5	23.0	30.5	-	-	5.5	6.05	0.47	14	4.36	35	7	25
D16B90	1	4.0	26.5	27.5	42.0	-	-	5.9	6.24	0.45	21	4.21	37	9	22
M16C76	3	1.0	23.0	31.5	44.5	-	-	-	6.84	0.46	17	4.72	43	11	23
D16C90	1	11.0	24.0	33.0	32.0	-	-	6.4	6.71	0.44	17	4.64	41	9	20
M16C90	2	6.5	23.0	30.0	40.5	-	-	6.4	6.52	0.45	13	4.78	45	10	23
M16D90	2	7.0	36.0	22.5	34.0	-	0.5	6.1	6.78	0.44	18	4.09	31	7	36
M16E90	2	14.5	14.5	30.0	41.0	-	-	6.6	6.23	0.45	10	5.09	54	9	20
M16F76	3	3.5	18.5	32.5	45.5	-	-	-	6.68	0.46	17	4.34	34	9	23
M16F90	1	7.0	30.5	28.0	33.5	-	1.0	6.6	6.51	0.45	8	5.41	55	12	18
M17A74	3	-	7.5	20.0	72.5	-	-	-	6.55	0.45	25	3.73	31	8	41
M17A90	2	1.5	10.0	21.0	67.5	-	-	6.4	6.66	0.45	16	4.23	34	10	19

Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen. Vermeld op de overschrijving: IBN-rapport ... en naam en afleveradres (als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).

Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

- 001 M.S.S. Lavaleije & N. Dankers 1993. Voorstudie naar de effecten van de garnalenvisserij op de bodemfauna, met advies over te sluiten gebieden en uit te voeren onderzoek. 36 p. f 10,-
- 002 A.F.M. van Hees 1993. 'Tussen de Goren' bosreservaat Chaam; bossamenstelling en structuur in de steekproefcirkels. 93 p. f 25,-
- 003 G.J.D.M. Müskens & S. Broekhuizen 1993. Migratie bij Nederlandse dassen *Meles meles* (L., 1758). 33 p. f 10,-
- 004 P.F.M. Verdonchot, J.A. Schot & M.R. Scheffers 1993. Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem; onderdeel van het NBP-project Ecologisch onderzoek Dinkelsysteem. 128 p. f 35,-
- 005 M.A. Elbers & P.E.T. Douben 1993. Effecten van stoffen op de Nederlandse natuur; een inventarisatie. 92 p. f 25,-
- 006 J.J.W.M. Brouns, C. van der Kraan, E. Schurink, K.W. Smilde & H.J.P.A. Verkaar 1993. Saneringstechnieken in het landelijke gebied. 76 p. f 20,-
- 007 W. Schuring, A. Boekestein, K. Hulsteijn & F. Thiel 1993. De verdamping van stadsbomen; huidmondjesfrequenties en -afmetingen van enige voor het stedelijk groen interessante boomsoorten. 39 p. f 10,-
- 008 A.L.J. Wijnhoven 1993. Biologisch-ecologische studie 'De Warande' Oosterhout; de effecten van de bouw van 14 grote woonhuizen op de actuele en potentiële natuurwaarden van het zuidelijk deel van het recreatieoord 'De Warande'. 23 p. f 10,-
- 009 P.J.W. Hinssen 1993. Planning, gebruik en beheer van de stedelijke groene ruimte; een verkenning van de ontwikkelingen in de openbare groene ruimte, kwalitatief en kwantitatief, en een aanzet tot een systematiek voor de planning en evaluatie. 65 p. f 20,-
- 010 C.D. Léon 1993. Kwaliteit van en herstelparameters voor chemisch belaste ecosystemen. 185 p. f 45,-
- 011 F.J.J. Niewold 1993. Raamplan voor behoud en herstel van de leefgebieden van korhoenders (*Tetrao tetrix*) in Midden-Brabant. 158 p. f 35,-
- 012 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 1. de terrestrische fauna. 234 p. f 60,-
- 013 H.C. Greven (red.) 1993. Bermbeheer Zuid-Holland; de ontwikkeling van een beslismodel voor ontwikkeling van natuurlijke vegetaties in wegbermen. 75 p. f 20,-

- 014 F.J.J. Niewold 1993. Effectiviteit bij de muskusrattenbestrijding; muskusrat-
tenvangsten tijdens een onderzoek naar onbedoeld gevangen dieren. 46 p.
f 15,-
- 015 H.N. Siebel 1993. *Bosontwikkeling in de Lauwersmeer; de te verwachten
gevolgen van de veranderingen in de watervruijschouping voor de bosontwik-
keling in het Ballastplaatbos, het Diepsterbos en het Zomerhuisbos.* 27 p.
f 10,-
- 016 L.M.J. van den Bergh, A.L. Spaans & J.E. Winkelman 1993. De mogelijke
hinder van een 25 MW windpark voor vogels op twee potentiële locaties in
Noord-Groningen 95 p. f 25,-
- 017 S.W.L. Stevens 1993. 'La carte s'il vous plaît?'; kaarten van de compartimen-
ten van het Nationaal Bosbegrazingsonderzoek. 76 p. f 20,-
- 018 L. Jans 1993. Inventarisatie van de natuurlijke verjonging van de dominante
boomsoorten in het bosgebied van het nationale park 'De Hoge Veluwe'. 61 p.
f 20,-
- 019 N.H. Edelenbosch & P.W. Goedhart 1993. Een methode voor het bepalen
van het aanwezige volume per rondhoutsortiment in een partij hout die op stam
verkocht wordt; een studie voor de grove den. 46 p. f 15,-
- 020 N.C.M. Maes 1993. Genetische kwaliteit inheemse bomen en struiken;
deelproject: randvoorwaarden en knelpunten bij behoud en toepassing van
inheems genenmateriaal. 86 p. f 25,-
- 022 T.A. de Boer 1993. Het gebruik van binnen- en buitenstedelijk groen in
Utrecht. 101 p. f 35,-
- 023 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de
fauna; 2. de aquatische fauna. 112 p. f 35,-
- 024 H.J. Hekhuis 1993. Het toezicht op de naleving van het natuur- en milieube-
schermingsrecht in de knel? ; knelpunten in en coördinatie van het toezicht op
de Veluwe. 112 p. f 35,-
- 025 A.P. Oost & K.S. Dijkema 1993. Effecten van bodemdaling door gaswinning
in de Waddenzee. 149 p. f 35,-
- 026 A.J. Beintema 1993. Broedprestaties van de zwarte stern in 1992. 43 p. f 15,-
- 027 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een
8 MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels. 95 p. f 25,-
- 028 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een
10 MW windpark langs de Zuidermeerdijk (NOP) voor vogels. 82 p. f 25,-
- 030 P.F.M. Verdonschot & B. van de Wetering 1993. Naar een ecologische
indeling van sloten, wettingen en 'genormaliseerde' laaglandbeken in Gelder-
land. 119 p. f 35,-
- 031 A.L.J. Wijnhoven 1993. Biologisch-ecologische effectenstudie "Vrachelen"
Oosterhout. 81 p. f 25,-
- 032 J.A. Schot & P.F.M. Verdonschot 1993. Steekmuggen (Culicidae) in de
Engbertsdijkswenen 4. 40 p. f 10,-
- 033 A.H.P. Stumpel & H. Siepel 1993. Naar meetnetten voor reptielen en amfi-
bieën. 115 p. f 35,-
- 034 J.H. Spijker 1993. Evaluatie terreinbeheer Esso-Benelux. 33 p. f 10,-
- 037 F.J.J. Niewold 1993. Inrichting en beheer van de Sallandse Heuvelrug en het
Wierdense Veld ten behoeve van een duurzame korhoenpopulatie. 148 p. f 35,-

- 038 J.G. de Molenaar & D.A. Jonkers 1993. De invloed van stikstof in de ontlasting van honden op de vegetatie in voedselarme bos- en natuurterreinen. 30 p. f 10,-
- 042 W.K.R.E. van Wingerden, A.H.P. Stumpel & J.W.G. van Osch 1993. Vegetatie en fauna van de Vallei van het Veen (Vlieland) voorafgaande aan begrazing. 82 p. f 25,-
- 050 C.C. Vos 1993. Versnippering en landinrichting in Zeeuws-Vlaanderen Deel 1 Boomkikers. 74 p. f 20,-
- 051 B.A. Nolet 1993. Terugkeer van de bever: Herintoductie van de bever in de Biesbos. 99 p. f 25,-
- 052 H. van Dam, A. Mertens, & L.M. Janmaat 1993. De invloed van atmosferische depositie op diatomeeën en chemische samenstelling van het water in sprengen, beken en bronnen. 124 p. f 35,-
- 053 R.P.B. Foppen 1994. Versnippering en landinrichting in Zeeuws-Vlaanderen Deel II Moerasvogels. 65 p. f 20,-
- 054 R.H.M. Peltzer 1994. Het recreatief gebruik van het stroomdallandschap Drentsche A. 157 p. f 35,-