Effecten van bekalking op diatomeeën in verzuurde vennen op de Tongerense Heide (gemeente Epe)

A.J.G. Luttikholt



Intern rapport
Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Arnhem, Leersum en Texel

EFFECTEN VAN BEKALKING OP DIATOMEEËN IN VERZUURDE VENNEN OP DE TONGERENSE HEIDE (gemeente Epe)

A.J.G. Luttikholt

stageverslag
Internationale Agrarisch Hogeschool Larenstein
Wageningen
afdeling Laboratoriumonderwijs, Wageningen
studierichting: Botanie
begeleider: M.E. van Mazijk

Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Leersum
afdeling Hydrobiologie
projectleider: H. van Dam

Intern rapport 89/29

Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Leersum

1989

Overneming van gegevens alleen na toestemming van de projectleider.

RIN repro

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
	2.1 Het onderzoeksgebied	2
	2.2 Opzet van de proef	4
	2.3 Waterstand	6
	2.4 Fysische factoren	6
	2.5 Diatomeeën	6
	2.5.1 Monstername	6
	2.5.2 Prepareren van de monsters	9
	2.5.3 Determineren en tellen	11
3	Resultaten	13
	3.1 Waterstand en chemische factoren	13
	3.1.1 Waterdiepte en chlorideconcentratie	13
	3.1.2 pH, alkaliniteit en calciumgehalte	13
	3.1.3 Ortho-fosfaat, ammonium en nitraat	13
	3.2 Diatomeeën	14
4	Discussie	22
	4.1 Algemeen	22
	4.2 Waterstand en chemische factoren	22
	4.3 Diatomeeën	23
5	Conclusies	26
6	Samenvatting	27
7	Literatuur	28

Bijlagen

VOORWOORD

Dit rapport is een verslag van de stage, die ik in het kader van mijn opleiding tot botanisch analiste bij R.A.H.S. Larenstein heb gedaan op de Afdeling Hydrobiologie van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) te Leersum. Het RIN is een onderdeel van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

De Afdeling Hydrobiologie van het RIN voert experimenteel- en veldonderzoek uit naar de structuur en de functie van de ecosystemen van zoet en zwak brak oppervlaktewater. Er worden studies gedaan naar de invloed van de mens op de structuur van gemeenschappen van algen en macrofauna in verschillende wateren. De relatie tusen fysisch-chemische factoren van het water en de macrofauna, micro- en macrofyten wordt onderzocht in een aantal oppervlaktewateren in samenwerking met andere instituten. Met behulp van alle bevindingen worden adviezen gegeven voor het beheer van oppervlaktewater in natuurreservaten en andere gebieden.

Uit het brede scala van problemen op dit gebied (o.a. eutrofiëring, koelwaterlozing, gebruik van pesticiden) heeft de Afdeling Hydrobiologie een keuze gemaakt. Het onderzoek concentreert zich op:
-classificatie van oppervlaktewateren
-ecologie van evertebraten
-nutriëntenhuishouding in ondiepe wateren
-ecotoxicologisch onderzoek en het gebruik van microecosystemen
-waterverzuring

Op het RIN wordt in samenwerking met de afdeling Aquatische Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen onderzoek gedaan naar de herstelmogelijkheden van verzuurde aquatische oecosystemen.

In dit kader is er in 1988 een onderzoek gestart naar de effecten van bemergeling op chemie, flora en fauna van enkele vennetjes op de Tongerense Heide bij Epe. Dit verslag gaat over een deelaspect ervan: het diatomeeënonderzoek.

De dagelijkse leiding van het onderzoek was in handen van A. Mertens. De supervisie had dr. H. van Dam. Daarnaast had ik hulp van J. Sinkeldam. Van de Katholieke Universiteit Nijmegen (KUN) kreeg ik hulp bij het veldwerk van G. Verheggen en drs. M.J.S. Bellemakers. Deze stelden ook de chemische gegevens beschikbaar. Ik wil allen heel hartelijk bedanken voor de verleende hulp.

1 INLEIDING

Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat de levensgemeenschappen in de Nederlandse vennen sterk verarmd zijn door verzuring. Deze is zowel het gevolg van depositie van verzurende stoffen zoals zwavel- en stikstofoxyden, ammonium en ammoniak, als het staken van menselijke activiteiten waarmee bufferstoffen werden toegevoerd. Toevoer van bufferstoffen ontstond b.v. door het roten van vlas, wassen van schapen en zwemmen (Van Dam & Mertens 1989, Van Dam et al 1988a,b,c).

Er werd in 1986-1987 geconstateerd dat in het natuurreservaat Tongerense Heide voortplanting van de heikikker (Rana arvalis Nilsson) afnam door beschimmeling van de eieren. De heikikker leeft in heidevennen en op natte, niet geëutrofieerde tot betrekkelijk voedselarme graslanden. Daar de heikikker in ons land al sterk achteruit is gegaan werd door de eigenaresse van het terrein, de Stichting "Het Geldersch Landschap" advies gevraagd inzake maatregelen om de verdere achteruitgang van de heikikker in dit gebied te voorkomen. Er werd aangenomen dat de beschimmeling van de eieren samenhing met waterverzuring. Uit onderzoek in andere gebieden is gebleken dat de eieren van diverse soorten amfibieën beschimmelen bij te lage pH-waarde (Leuven 1986).

Derhalve werden er experimenten opgezet, waarbij aan een aantal vennen kalk, in de vorm van gemalen mergel, werd toegevoegd. De veranderingen in de waterchemie en watervegetatie werden bestudeerd door drs. M.J.S. Bellemakers (Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen) en de veranderingen in de heikikkerpopulaties door Ir. J.J.A. van Dijk (Staatsbosbeheer) en drs A.J.M. Roozen en P.W. Schermerhorn (Het Geldersch Landschap).

Om een indruk te krijgen van de gevolgen van de bemergeling voor de rest van het oecosysteem van de vennen werden de veranderingen van de diatomeeën-gemeenschappen in de tijd gevolgd.

Er wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van diatomeeën (kiezelwieren) omdat eerder onderzoek al heeft aangetoond dat zij zeer geschikte organismen zijn om veranderingen die samenhangen met bemesting en verzuring te traceren. Diatomeeën komen namelijk in elk watertype in elke microhabitat voor. Bovendien zijn ze taxonomisch en ecologisch vrij goed bekend. Ze passen zich vrij snel aan wisselende omstandigheden aan, waardoor er op relatief korte termijn onderzoek gedaan kan worden. Door de toename van de pH kan een toename van de decompositie (afbraak van organische stof) worden verwacht. (Schils 1987, Broberg 1988). Dit zal het voorkomen van soorten diatomeeën uit voedselrijk en verontreinigd oppervlaktewater bevorderen.

Het doel van het onderzoek is om na te gaan welke effecten de bemergeling van de vennen heeft op pH en de samenstelling van de diatomeeëngemeenschappen.

2 MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Het onderzoeksgebied (Fig. 1)

De Tongerense Heide ligt op de noord-oost Veluwe, ten noorden van het dorp Gortel, ca 4.5 km ten westen van Emst en ca 5 km ten oosten van Vierhouten (topografische kaart: 1:25000, blad 27 C en D). Op oude kaarten wordt de naam Smitsveen of Smitsven gebruikt. Het gebied wordt ingesloten door de landgoederen "Tongeren", "Welna" en het Kroondomein. Aan de oostzijde is een overwegend agrarisch gebied: het Wisselsch veld. Het is een natuurgebied dat wordt beheerd door de Stichting "Het Geldersch Landschap" (Heidemij Nederland 1977).

De oppervlakte is 193,32 ha en bestaat globaal genomen voor de helft uit naaldbos, de andere helft bestaat uit heide en vennen. Het aandeel loofbos is klein. Op de droge heide komen o.a. komen de volgende planten voor: struikheide (Calluna vulgaris), dopheide (Erica tetralix), rode en blauwe bosbes (Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus), kraaiheide (Empetrum nigrum), kruipbrem (Genista pilosa). Er is wel veel opslag van naaldhout (Heidemij Nederland 1977, Van der Meijden et al 1983).

Op de vochtige tot natte heide komen voornamelijk de volgende soorten voor: pijpestrootje (Molinia caerulea), veenpluis (Eriophorum angustifolium), veenbies (Scirpus caespitosus), trekrus (Juncus squarrosus), blauwe zegge (Carex panicea), gewone zegge (C. nigra), snavelbies (Rhynchospora spec.). Deze soorten groeien ook om en soms bijna in de vennen. In de meeste vennen groeit het veenmos (Sphagnum spec.), dat karakteristiek is voor zure wateren.

In het gebied is het grondwater niet voor de vegetatie bereikbaar. Veel plaatsen zijn vochtig of nat door de aanwezigheid van ondoorlatende lagen in de ondergrond (schijngrondwaterspiegels) (Heidemij Nederland 1977).

Uit vergelijking met oude inventarisaties blijkt dat de soortensamenstelling wel wat veranderd is (N.J.N. Apeldoorn 1946, Ruige & Schimmel 1962). Het gaat hier om soorten die in Nederland de laatste tientallen jaren achteruit gegaan zijn zoals: veenbies, klokjesgentiaan (Gentiana pneumonanthe), beenbreek (Narthecium ossifragum), kleine en ronde zonnedauw (Drosera intermedia en D. rotundifolia), veenbes (Oxycoccus palustris), witte en bruine snavelbies (Rhynchospora alba, R. fusca) Deze minder abundante soorten zijn ook hier achteruitgegaan maar de aard van de veel voorkomende soorten is niet echt veranderd. Er is in 1989 jaar wel een vegetatie-inventarisatie gedaan door de KUN, maar de gegevens zijn nog niet beschikbaar.

In het archief van de Hydrobiologische Vereniging bevinden zich de planktonanalyses, die T.G.N. Dresscher verrichtte van monsters die in 1978 - 1979 in drie vennetjes in het gebied werden genomen. De vennetjes zijn thans niet meer exact te localiseren. De planktongemeenschap was typerend voor zure heidevennen (Bijlage 10).

Als bijzonderheid valt nog een adder te vermelden, die ik op 11-10-1989 waarnam bij ven 13 tijdens het verrichten van de landmeting.

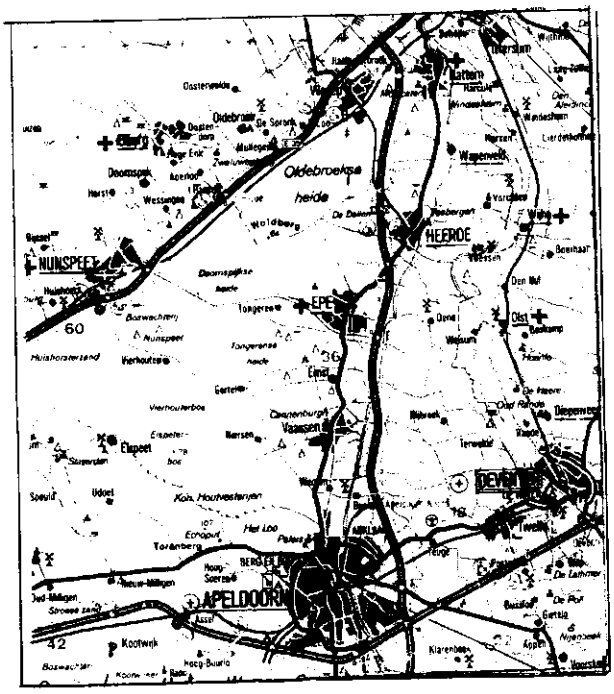


Fig. 1: De locatie van de Tongerense Heide (schaal: 1:300.000).

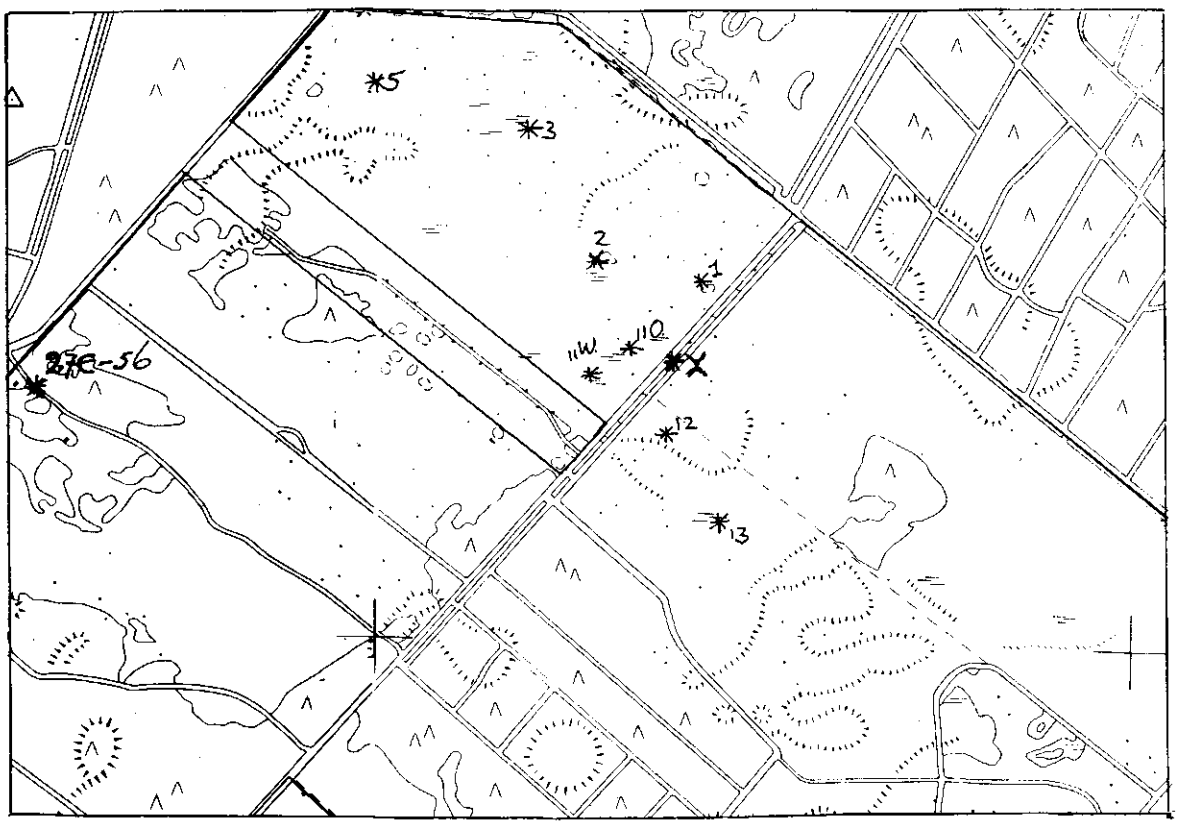


Fig. 2: De ligging van de geselecteerde vennen op de Tongerense Heide (schaal 1:25.000). 27C-56 is een hoogtemeetpunt van Rijkswaterstaat en X is een hoogtemeetpunt in het gebied (zie Bijlage 11).

2.2 Opzet van de proef

Er zijn acht vennen geselecteerd op grond van de aanwezigheid van de heidekikker en de diepte van de vennen (Fig. 2). Er is uitgegaan van vier situaties en voor elke situatie is zo goed mogelijk een duplo uitgezocht. De situaties zijn als volgt: blanco, bemergelen, Sphagnum verwijderen, Sphagnum verwijderen en bemergelen.

De bemergeling is gedaan op 4 maart 1988 en 7 maart 1989. Hierbij is in 1988 gebruik gemaakt van 90% grove brokken en 10% fijn poeder mergel en in 1989 van grovere korrels mergel met een maximale doorsnede van drie mm. (Fig. 3 en 4) Er werd verwacht dat de gebruikte hoeveelheden mergel (Tabel 1) zouden leiden tot de volgende alkaliniteitswaarden: ven 2 en 3: max. 0.15 meq/l, ven 12 en 13: 0.1 - 0.2 meq/l. (M.J.S. Bellemakers, pers. mededelingen). Het Sphagnum is verwijderd op 2 maart 1988.

Het veenmos is verwijderd omdat door de verhoging van de pH - door de toevoeging van de mergel - de bacteriële afbraak van organische stof weer op gang komt en deze zou dan kunnen resulteren in het ontstaan van een flinke algenbloei, veroorzaakt door eutrofiëring van het water (Schils 1987).

De eerste diatomeeënmonsters in elk ven werden vlak voor de bemergeling op 26 februari 1988 en vervolgens elke twee maanden tot en met november 1989 genomen. De chemische bemonstering en opname van de waterstand vond gelijk met de diatomeeënbemonstering plaats. Vlak na de bemergeling vond de chemische bemonstering frequenter plaats, eens per week en later eens per twee weken (Fig. 5, 6 en 7).

Van de diatomeeënmonsters werden op het RIN preparaten gemaakt door een beetje van het monster te koken met waterstofperoxyde om de organische stof te laten oxyderen. Per preparaat werden 200 schaalhelften geteld. Deze hoeveelheid is tot stand gekomen op het principe van de minimum-areaal-bepaling.

Tabel 1. Afmetingen, plaats, behandeling en peil van de geselecteerde vennen.

Ven	Afmetingen (mxm)	coördinaten top. krt.	Behandeling	Dosering mergel (kg) 4-3-1988	7-3-1989	Peil** (cm)
1	15 x 125	190.42;483.48	blanco	0	0	67
2	15 x 40	190.29;483.49	mergel	24,0	0	60
3	30 x 50	190.19;483.67	mergel + Sphagnum	48,0	0	61
5	10 x 20	190.99;483.73	Sphagnum	0	0	50
11O	20 x 125*	190.27;483.36	Sphagnum	0	0	63
11W	*	190.33;483.39	blanco	0	0	69
12	20 x 25	190.37;483.27	mergel + Sphagnum	15,0	15,0	61
13	15 x 50	190.45;483.16	mergel	22,5	22,5	72

*) bij hoog water vormen 11 oost en 11 west één geheel
**) hoogte top peilstok ten opzichte van venbodem



Fig. 3: Het verwijderen van het Sphagnum (foto: J. van Osch).



Fig. 4: Het toevoegen van de mergel (foto: J. van Osch).

2.3 Waterstand

Ten behoeve van het opnemen van de waterstand werden op 26 februari 1988 op ongeveer het diepste punt van elk ven houten stokken geplaatst. Bij elke bemonstering werd de afstand van de waterspiegel tot de top van de stok met een rolmaat bepaald, waaruit de waterdiepte werd berekend.

In oktober 1989 werden de houten stokken vervangen door betonijzeren staven, waarvan de toppen even hoog waren als die van de houten stokken. Met behulp van een waterpas-instrument werden de toppen van de peilstokken ingemeten ten opzichte van het dichtsbijzijnde N.A.P.-meetpunt (27C-56) (Fig. 8).

2.4 Fysische factoren

Bij elke bemonstering werd de temperatuur tot op 0,5 graden Celsius nauwkeurig ter plekke gemeten met een kwikthermometer. De pH en het elektrisch geleidingsvermogen werden in het veld of binnen enkele uren in het laboratorium te Nijmegen gemeten met respectievelijk een Radiometer Copenhagen pH-meter PHM82/PHMV meter met GK2501 B gecombineerde pH-elektrode en een Yellow Spring Instruments model 33SCT geleidbaarheidsmeter (Figuur 9).

Ten behoeve van de analyse van alkaliniteit, aciditeit, sestongehalte (fractie zwevende deeltjes), turbiditeit (troebelheid), kleur, gehalte aluminium, magnesium, calcium, mangaan, ijzer, zwavel, fosfor en nitraat werd bij elke bemonstering door een medewerker van de KUN een ondoorzichtige plastic fles van drie liter gevuld. De bepalingen werden in Nijmegen verricht volgens de methode van Technicon autoanalyser methodology. Sulfaat werd gravimetrisch bepaald. Chloride, fosfaat, nitraat, nitriet en ammoniak colorimetrisch. Calcium, magnesium en aluminium werden bepaald met behulp van een inductive coppeld plasma instrument (ICP 2000).

Van de ruwe chemische gegevens werden slechts die gebruikt welke niet zeer onwaarschijnlijk waren.

2.5 Diatomeeën

2.5.1 Monstername

Er werd een knijpmonster genomen op de plaats van de peilstok. Er werd wat begroeiïng genomen onder de waterspiegel en deze werd flink uitgeknepen boven het potje. Daarna werd er nog wat van het plantenmateriaal in het potje gedaan. Er werden met name stukjes plantenmateriaal verzameld, waarop zich een laag van diatomeeën bevond. Als er geen planten in het water voorkwamen werd detritus van de bodem genomen. Als het ven was drooggevallen, werd wat bodemprut genomen. Per ven werd elke keer ongeveer hetzelfde materiaal genomen. Het potje werd met een watervaste viltstift gemerkt.

Op het laboratorium werden de monsters eerst gesneden. De gebruikte scalpel, pincet en bord werden voor elk monster goed schoongemaakt met water en goed drooggemaakt met celstof-papier, om contaminatie te voorkomen. Er werd enkele milliliters formaline (36%) toegevoegd om rotting tegen te gaan.

De monsters werden ingeschreven in het monsterboek en kregen een collectienummer. Verder werd er vermeld: het veldnummer, datum, plaats en gemeente, topografische kaart, coördinaten, aard van het monster, de bemonsteraar, pH, electrisch geleidingsvermogen bij 25 graden Celcius, temperatuur van het water en de middeleuropese tijd. Verder is er plaats in het monsterboek voor de preparaatnummers.

In de potjes met monster werd een etiket gedaan waarop vermeld werd: het

instituut, collectienummer, datum, plaats, puntnummer, gemeente en topografische kaart, coördinaten, aard van het monster en de verzamelaar. Het collectienummer werd ook op het potje en op de dop gezet. (Materiaal in Bijlage 1).



Fig. 5: De bemonstering (foto: J. van Osch).



Fig. 6: Het bepalen van het elektrisch geleidingsvermogen (foto: J. van Osch).

2.5.2 Materiaal en methode van het prepareren van de monsters

Het monsterflesje werd goed geschud. Met een pincet werd een aantal plukjes materiaal en wat vocht in een bekerglas gedaan. De pincet moet voor het gebruik bij een volgend monster eerst goed schoongemaakt door afspoelen met aqua dest en afgedroogd met een schoon stuk celstof papier, om contaminatie te voorkomen. Wanneer het monster al formaline bevatte dan werd het bekerglas eerst aangevuld met aqua dest, om de formaline te verwijderen. De volgende dag werd het water afgeheveld en het water opgevangen in een speciaal formaline afvalvat. Er werd 50 ml waterstofperoxyde toegevoegd. Bij voorkeur werd hiermee gewerkt omdat het minder gevaarlijk is als zwavelzuur of salpeterzuur en de kans dat dunne schaaltjes geheel geoxideerd worden bij sterke zuren is groterdan bij waterstofperoxyde. Het bekerglas werd op een kookplaatje langzaam verwarmd. Bij heftige reakties werd het bekerglas van de kookplaat genomen en materiaal dat op het glas was achtergebleven met waterstofperoxyde teruggespoeld. Dit alles moest 1 a 2 uur pruttelen. Na een half uur werden alle grove materiaalstukjes verwijderd met behulp van een pincet. Ook hiervoor gold dat elke keer het pincet goed werd schoongemaakt. Droogkoken werd voorkomen door zonodig waterstofperoxyde toe te voegen. Het bekerglas werd van de kookplaat gehaald.

Vervolgens werden de bekerglazen afgekoeld aan de lucht en aangevuld met aqua dest. Ongeveer 24 uur laten bezinken en afgeheveld. Dit werd opgevangen in een waterstofperoxyde-afvalvat. Het aanvullen en afhevelen werd nog twee maal herhaald. De gebruikte pasteurpipet werd schoongemaakt wanneer er materiaal van een ander monster aanzat. Het materiaal was dan geschikt voor het maken van preparaten.

Mocht blijken dat het materiaal niet goed genoeg geoxydeerd was, dan kon er ook nog met kaliumpermanganaat gewerkt worden. Dit werd dan in druppels toegevoegd tijdens het koken met waterstofperoxyde. Wanneer er ijzer in het monster zat, welke een complex vormt met de waterstofperoxyde waardoor er geen oxydatie optreedt, werd een scheutje zoutzuur toegevoegd.

Als er weinig monstermateriaal was, dan was het belangrijk dat het restant van het geoxydeerde materiaal bewaard bleef. Dit werd in een glazen buisje gegoten. Er werd wat formaline bijgedaan. Dit buisje werd in de monsterpot gedaan waarbij vermeld werd dat het geoxydeerd was.

Het monster werd afgeheveld. Het materiaal werd goed geschud en eventueel nog verdund met aqua dest. De vloeistof moest er namelijk licht troebel uitzien. Er werden eerst proefpreparaten gemaakt, dat wil zeggen per monster één preparaat. Met behulp van een pasteurpipet werd vloeistof gedruppeld op een dekglaasje die op een strekplaat (grote verwarmingsplaat) lag om te drogen. Er werd steeds om de strekplaat heen bewogen met de pipet.
De prepaten werden onder het microscoop bekeken op dichtheid en vervuiling met organisch materiaal. Was de dichtheid te hoog dan werd het monster verdund. Was de dichtheid te laag dan moest het bewerkte materiaal opnieuw bezinken (24 uur), afgeheveld of afgezogen worden met een pasteurpipet. Was er teveel organische stof in het preparaat dan werd er opnieuw gekookt met waterstofperoxyde of met kaliumpermanganaat. Wanneer de dichtheid goed was en er was niet teveel vervuiling dan werden er drie dekglaasjes per monster gedroogd.

In de objectglaasjes werd het collectienummer gegraveerd. Het graveren werd gedaan tijdens het koken van de monsters. De glaasjes werden daarna schoongemaakt.

Op het gedroogde dekglaasje werd een druppel kunsthars aangebracht en hierop werd het objectglas gelegd. Het dekglaasje bleef kleven tijdens het omkeren.



Fig. 7: Werkoverleg (foto: J. van Osch).



Fig. 8: Het plaatsen van de betonijzeren pinnen (foto J. Sinkeldam 11-10-1989).

De glaasjes werden verhit op een voorverwarmde kookplaat. De hars begon te koken en hardde uit. Zodra er geen belletjes meer te zien waren, konden de objectglaasjes voorzichtig afgekoeld worden. Als de glaasjes afgekoeld waren, werd het overschot aan hars gemakkelijk verwijderd met een scheermesje.

De drie preparaten per monsterpunt werden bekeken. De minst mooie (qua spreiding, organische vervuiling) werd niet geëtiketteerd. Deze werden apart gehouden voor het Hugo de Vries laboratorium in Amsterdam. Dit is een voorzorgsmaatregel voor als de collectie op het RIN eens vernietigd mocht worden. De andere twee kwamen in eigen collectie. De glaasjes werden voorzien van een etiket. Hierop werd vermeld: Naam instituut, collectienummer, preparaatnummer, monsterplaats en -nummer, gemeente, datum en aard van het monster.

2.5.3 Determineren en tellen

Van de twee preparaten werd de beste uitgekozen om te bekijken en te tellen, onder een Zeiss Standaard RA-microscoop. Er werd eerst een soortenlijst opgesteld met behulp van objectief 100x (NA = 1.30) net zolang tot er weinig soorten meer bij gevonden werden. Er werden in de preparaten 200 schaaltjes geteld. Er werden willekeurige gezichtsvelden genomen en de diatomeeën die erin voorkwamen werden geteld. Ook de diatomeeën die maar gedeeltelijk in het gezichtsveld lagen werden meegeteld. Er werden schaalhelften geteld, dat wil dus zeggen dat hele diatomeeën voor twee tellen. Fragmenten van schaaltjes werden alleen geteld als ze groter waren dan driekwart deel. Het telapparaatje werd tegelijk ingedrukt met het opschrijven van de aanwezige schaaltjes (Van Dam 1982).

A. Mertens heeft voornamelijk geholpen met het determineren van de soorten. Als controle heeft ze in het begin verschillende gezichtsvelden geteld en met de gemaakte telling vergeleken. Dit bleek steeds redelijk goed overeen te komen.

Het preparaat werd weer helemaal doorgelopen met een objectief van 10x om soorten op te sporen die niet in de telling voorkwamen.

Om de kiezelwieren vast te leggen op papier konden ze gefotografeerd worden of getekend met behulp van een tekentubus aan het microscoop. De meest voorkomende diatomeeën werden getekend.



Fig.9: Het bemonsteren (foto A. Luttikholt 1-11-1989).

3 RESULTATEN

3.1 Waterstand en chemische factoren

De belangrijkste chemische gegevens over de vennen staan in de figuren 11, 12 en 13 (getallen in bijlage 6).

De pH wordt gemeten omdat dit de belangrijkste factor is. De alkaliniteit is een maat voor het zuur-neutraliserend vermogen van het water en is direct afhankelijk van de zuurgraad. Het calciumgehalte is uitgezet omdat er een op calcium-gebaseerd product is toegevoegd, namelijk mergel.

De chlorideconcentratie mag alleen afhankelijk worden verondersteld van de diepte en een goede maat is voor wateraf- en toevoer. Mocht deze veel toe gaan nemen dan is sprake van vervuiling. Als laatste zijn er nog de nutriënten uitgezet: ortho-fosfaat, ammonium, nitraat. Van deze wordt verwacht dat ze toe gaan nemen in de bemergelde vennen. Door de verlaging van de zuurgraad, zal er meer organische stof worden afgebroken en er zullen meer fosfaten en stikstofverbindingen in het water komen.

Er is ook het totaalgehalte aan fosfaten gemeten. Hier is niet mee gewerkt omdat er teveel waarden ontbreken. Ook bij ammonium ontbreken relatief veel waarden, voor deze factor kan niet gemakkelijk een andere in de plaats worden genomen, wat bij fosfaat wel kan.

De overige metingen van chemische factoren zullen te zijner tijd door M.J.S. Bellemakers worden gepubliceerd.

Alkaliniteit, calciumgehalte, ammoniak, nitraat en ortho-fosfaat zijn logaritmisch uitgezet omdat deze factoren niet normaal zijn verdeeld (Bijlage 7).

3.1.1 Waterdiepte en chlorideconcentratie

Zoals kan worden verwacht vertonen de chlorideconcentraties en de waterdiepten een negatieve correlatie (Fig. 11). Een toename van de chlorideconcentratie wordt in dit onderzoek veroorzaakt door verdamping. De waterstanden ten opzichte van NAP zijn af te leiden uit Tabel 1 en de Bijlagen 6 en 11.

3.1.2 pH. alkaliniteit en calciumgehalte

De gegevens zijn uitgezet in Fig. 12. In de beide blanco's is de pH constant rondom pH = 4. De alkaliniteit is derhalve 0. De calciumconcentraties variëren. Met name in het zomerseizoen worden, hoogstwaarschijnlijk als gevolg van indamping, hogere gehalten gemeten.

Vennen waar het veenmos is verwijderd vertonen hetzelfde patroon als de blanco's . In ven 11 oost vertoont het calciumgehalte nog een duidelijker seizoensfluctuatie.

In de beide vennen waar het veenmos is verwijderd en mergel is toegevoegd stijgt de alkaliniteit parallel met de pH. In het relatief ondiepe ven 12 stijgt de pH minder dan in het relatief diepe ven 3, waar de stijging langer aanhoudt. Na de droogteperioden in de zomers vallen alkaliniteit, pH en calciumconcentraties in ven 12 sterk terug. In ven 3 is dit minder het geval.

Er is grote overeenkomst tussen de behandelingen in de vennen 13 en 2, waar alleen is bemergeld en de vennen 12 en 3.

3.1.3. Ortho-fosfaat, ammonium en nitraat

Figuur 13 van ammoniak, nitraat en ortho-fosfaat geeft geen interpreteerbare verschillen tussen de verschillende behandelingen te zien. Er is met behulp

van GENSTAT voor elk van de vennen een variantieanalyse uitgevoerd waarbij het gemiddelde van alle waarden na de bekalking werd vergeleken met de waarde van voor de bekalking (26 februari 1988). Dat gaf voor de blanco een probleem met het verwerken omdat één van de uitgangswaarden weggelaten werd, omdat deze onwaarschijnlijk hoog was. Er is daardoor nog maar één waarde over. De variantieanalyse gaf geen interpreteerbare verschillen te zien tussen de verschillende behandelingen (Bijlage 8).

3.2. Diatomeeën

Tijdens het onderzoek van de 88 preparaten (Tabel 2) zijn 39 taxa aangetroffen. De volledige soortenlijsten per monster zijn weergegeven in de bijlagen 4 en 5. De gebruikte diatomeeënmonsters zijn vermeld in bijlage 3. In tabel 2 zijn de minima, maxima, gemiddelde en enkele andere karakteristieken van de soorten vermeld.

E. bilunaris is moeilijk te onderscheiden van E. naegelii wanneer de schaaltjes lang en smal zijn. De dichtheid van de striae neemt toe. Het criterium om de schaaltjes tot E. naegelii te rekenen is, schaaltjes niet breder dan 2,5 um. en de lengte-breedte-verhouding moet groter zijn dan 30x.

De kleinere vormen van E. bilunaris lijken veel op de symmetrische vormen van E. rhomboidea die eenzelfde striae-dichtheid heeft (Bijlage 9).

E. paludosa is van E. exigua te onderscheiden door de slankere vorm. De laatstgenoemde is meer gekopt en heeft gebogen schaaltjes die in het midden parallel lopen. Wanneer de soorten erg abundant zijn worden ze meestal kleiner in omvang.

De pH-classificatie in tabel 2 is volgens het systeem van Hustedt (1939):

acidobionten	soorten die uitsluitend bij pH<7 voorkomen, optimum bij pH<5,
acidofielen	soorten die overwegend bij pH<7 voorkomen,
circumneutralen	soorten met pH-optimum ca 7,
alkalifielen	soorten die overwegend bij pH>7 voorkomen,
alkalibionten	soorten die uitsluitend bij pH>7 voorkomen, optimum bij pH>8.5.

De classificatie in ecologische groepen is ontleend aan Van Dam & Mertens (1987) en Van Dam et al. (1981). De letters hebben de volgende betekenis.

- Eunotia exigua (EX). Deze groep bestaat uit slechts één soort, die zeer resistent is voor verzuring en de daarmee gepaard gaande hoge concentraties van aluminium en zware metalen en daarom de afgelopen vijftig jaar zeer sterk is toegenomen in de Nederlandse vennen. In sommige vennen is dit nog de enige soort diatomee die voorkomt. De soort is ook tolerant voor vervuiling met organisch afbreekbaar materiaal, maar vereist wel constant zure omstandigheden.
- Triviale soorten uit zure wateren (T). Deze groep bestaat uit enkele soorten die algemeen worden aangetroffen in zure wateren die niet al te zeer verzuurd of anderszins vervuild zijn, b.v. E. paludosa, E. bilunaris en Frustulia rhomboides var. saxonica en Frustulia rhomboides var. crassinervia. Deze laatste zijn bij de verwerking van de gegevens samengenomen. Deze taxa worden acidobiont genoemd (Hustedt 1957, De Graaf 1957) maar andere onderzoekers noemen deze acidofiel (Jørgensen 1948, Van der Werff & Huls 1957-1974, Meriläinen 1967). Van Dam et al (1981) denken dat de eerste keus beter is omdat deze taxa meestal dominant worden aangetroffen in humuszure wateren en daarvoor zelfs een indicator werd genoemd (Van Dam 1988b). Jørgensen (1948) noemt var. saxonica dystroof (voorkeur voor zuurstofrijke, oligotrofe wateren met veel humuszuren). Patrick & Reimer (1966) noemen var. crassinervia ook dystroof (Bijlage 9).

  Eunotia bilunaris is bekender onder de naam E. lunaris. De soort is circumneutraal, maar heeft een voorkeur voor zwak zure wateren, met name

humuszure wateren (Jørgensen 1948, Hustedt 1957, Patrick & Reimer 1966). Het pH-optimum ligt tussen 5,5 en 6,0 (Cholnoky 1968). Deze soort is ook een Sphagnum-begroeiïer (Hustedt 1943, Müller & Kies 1982) en wordt oligo- tot mesotrafent (voorkeur voor redelijk voedselarm water) genoemd (Van der Werff & Huls 1957-1974) (Bijlage 9).

E. paludosa is een wijdverspreide typische Sphagnum-begroeiïer die meestal voorkomt in heel zure wateren (pH 3,5 - 4,5) en meer droogte-tolerant is dan E. exigua (Petersen 1950, De Vries 1984). De soort kan wel acidobiont genoemd worden in plaats van acidofiel (Klotter 1955, Nygaard 1956) omdat de soort vaak massaal voorkomt op Sphagnumbulten (Mertens & Van Dam 1989a)(Bijlage 9).

- Doelsoorten (D). Dit zijn soorten uit laag-alkaliene wateren die in de afgelopen vijftig jaar door verzuring en eutrofiëring ernstig zijn achteruit gegaan. Het zijn de soorten die een grote natuurwaarde hebben en die door actief beheer van vennen terug zouden moeten komen, b.v. Tabellaria flocculosa. Deze soort is acidofiel (Jørgensen 1948, Hustedt 1957, Van der Werff 1957-1974). Patrick & Reimer (1966) vonden dat de korte vormen vaker voorkomen in zuur water. Liebmann (1962) noemt de soort oligosaproob (Bijlage 9).
- Achnanthes minutissima (AM). Ook deze groep bestaat slechts uit een enkele soort, die overal ter wereld voorkomt in oligo- tot eutrofe, zwak zure tot alkalische wateren en matig resistent is voor zware metalen. Kan geringe organische vervuiling verdragen (Rushforth et al 1981, Say & Whitton 1982) maar heeft betrekkelijk hoge zuurstofverzadigingswaarden nodig. De soort komt voor bij pH-waarden tussen pH= 4,4 en 8,2 (Besch et al 1972, Schoeman 1973). Foged (1964) en Meriläinen (1967) classificeerden de soort als circumneutraal. Het is één van de algemeenste soorten die voorkomen (Mölder 1943, Hustedt 1943) en kan ook op Sphagnum voorkomen (Bijlage 9).
- Algemene soorten uit eutroof milieu (E). Deze soorten, b.v. Fragilaria capucina komen veelvuldig voor in meso- tot eutrofe wateren, die niet te sterk zijn vervuild. Deze soort is alkalifiel (Hustedt 1957, Jørgensen 1948, Van der Werff & Huls 1957-1974) en beta-mesosaproob tot polysaproob (sterk organische vervuiling) (Salden 1978, Järnefelt 1952) (Bijlage 9).
- Storingssoorten (S). De soorten uit deze groep worden gewoonlijk aangetroffen in sterk organisch vervuilde (alfa-meso- tot polysaprobe), neutrale tot alkalische wateren of in brakke wateren of in wateren met een sterk wisselende zuurgraad, b.v. Nitzschia archibaldii, N. palea, N. palea var. debilis, Gomphonema gracile en G. parvulum. De Gomphonema-soorten zijn evenals de Nitzschia-soorten samengenomen. In deze laatste groep is Nitzschia acidoclinata weggelaten omdat deze in ecologie niet overeen komt met de andere drie Nitzschia-soorten.

  Gomphonema gracile heeft het pH-optimum tussen 7,2 en 7,4, maar kan onder omstandigheden van een sterk schommelende zuurgraad ook in zure wateren betrekkelijk algemeen voorkomen (Cholnoky 1968, Hustedt 1957). De soort wordt vaak als circumneutraal omschreven (Foged 1964, Nygaard 1956) en heeft een voorkeur voor oligotroof (Van der Werff & Huls 1957-1974) oligosaproob water (Van der Werff & Huls 1957-1974, Hustedt 1957). Van Dam (1988b) noemt de soort eutrafent.

  G. parvulum heeft het pH-optimum tussen 7,8 en 8,2 liggen, maar kan grote pH-schommelingen verdragen (Cholnoky 1968). De soort is tolerant voor organisch vervuild water en vestigt zich met voorkeur in eutroof water. In een onderzoek van Stoermer (1980) kwam G. parvulum erg abundant voor in gebieden die niet significant verstoord waren.

  Nitzschia archibaldii komt voor in zure wateren (Lange-Bertalot 1980) en tolereert een lichte organische vervuiling, maar een grotere van zware metalen (Coste & Ricard 1981, Van Dam & Mertens 1989).

  N. palea is één van de meest algemene soorten van sterk eutroof water.

Deze is een goede indicator voor verontreinigingen daar ze zich zonder organische stof niet kan vermeerderen (Cholnoky 1968). De soort is circumneutraal (Meriläinen 1967, Foged 1948, 1964)

N. palea var. debilis heeft volgens Krammer en Lange-Bertalot (1988) het ecologisch zwaartepunt liggen in meer electrolytarm oligotroof water en leeft daar vaak in de geleischeden van andere algen (Bijlage 9).

Bij de blanco's is er weinig verschil in de uitgangssituatie, zij het dat er in ven 1 iets meer Frustulia rhomboides voorkomt. Er zit in het verloop niet zoveel verschil. De verhouding tussen Eunotia bilunaris en Frustulia-soorten is wel heel verschillend. Er komt namelijk veel meer E. bilunaris voor in ven 11 west.

De uitgangssituatie in de vennen waar het veenmos is verwijderd verschilt van de de blanco's door de hoge relatieve abundantie van E. paludosa. In beide vennen neemt, vooral in 1989, de relatieve abundantie van deze soort af. Door het grote verschil tussen de uitgangssituaties van de blanco's en de vennen waar het veenmos is verwijderd, is moeilijk uit te maken of deze afname een gevolg is van de verwijdering van het veenmos of een natuurlijke oorzaak heeft.

In beide vennen waar het veenmos is verwijderd en is bemergeld is de uitgangssituatie bijna gelijk en komt goed overeen met de blanco's. In ven 12, dat beide zomers droog is gevallen, blijven soorten uit zuur water dominant. Pas in het tweede jaar worden er soorten uit eutroof en organisch vervuild water in kleine hoeveelheden gevonden. In ven 3, dat constant water bevat, is de invloed van de bemergeling veel groter dan in ven 12. Hier treden "venvreemde" soorten al in juli 1988 veel op. Daarna neemt de hoeveelheid hiervan af, maar blijft veel groter dan in ven 3.

In de vennen waar alleen bemergeld is zijn de uitgangssituaties al geheel verschillend. Ven 13 wordt overheerst door Eunotia paludosa, wat op zich niet vreemd is, want dit ven is ondiep en valt snel droog. Dit is een soort die daarvoor tolerant is, doordat het een slijmlaagje vormt (Petersen 1950, De Vries 1984). In beide vennen neemt E. bilunaris toe. In ven 2 verschijnen in juli 1988 "venvreemde" soorten waaronder Tabellaria flocculosa (een doelsoort). In ven 13 treedt alleen Achnanthes minutissima af en toe op. De "venvreemde" soorten nemen na verloop van tijd weer af.

Tabel 2

Aangetroffen diatomeeën met afkortingen, pH-groepen (pH), ecologische groepen (EG), minimum en maximum en gemiddeld aantal schalen geteld (min, max, gem), aantal monsters in telling (aant) en het aantal monsters waarin is waargenomen (Tot).

pH	EG	afk.	gem.	min.	max.	aant.	Tot.	Naam Taxon
acb	T	Eun pal	74.4	2	196	82	82	Eunotia paludosa Grunow
cir	T	Eun bil	66.5	0	187	80	82	Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mills
acb	T	Fru rvs	31.0	1	140	86	86	Frustulia rhomboides var. saxonica Rabenhorst
cir	S	Nit pvd	30.0	30	30	1	1	Nitzschia palea var. debilis (Kützing) Grunow
cir	AM	Ach min	22.8	0	112	18	20	Achnanthes minutissima Kützing
alf	E	Fra cap	22.4	2	134	20	20	Fragilaria capucina (Desmazières) Lange-Bertalot
cir	S	Gom par	14.4	0	38	23	25	Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing
cir	S	Gom gra	12.8	0	66	16	17	Gomphonema gracile Ehrenberg
acb	T	Fru rvc	11.8	0	93	75	79	Frustulia rhomboides var. crassinervia (Brébisson) Ross
acf	D	Tab flo	10.5	0	46	10	13	Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing
acb	T	Pin div	7.8	0	33	17	18	Pinnularia divergentissima (Grunow) Cleve
acf	D	Eun nae	5.7	1	16	15	15	Eunotia naegelii Migula
acb	T	Pin svh	3.7	0	17	45	56	Pinnularia subcapitata var. hilseana(Janisch) Müller
cir	S	Nit pal	3.5	0	16	12	15	Nitzschia palea (Kützing) Smith
cir	S	Nit arc	3.2	0	10	12	15	Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot
acb	EX	Eun exi	3.1	0	8	9	11	Eunotia exigua (Brébisson) Rabenhorst
acf	T	Eun pvm	3.1	0	12	9	13	Eunotia pectinalis var. minor (Kützing) Rabenhorst
acf	T	Pin sub	2.7	2	4	3	3	Pinnularia subcapitata Gregory
cir	T	Pin mic	2.5	0	13	12	16	Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve
alf	E	Fra uln	2.3	0	7	9	11	Fragilaria ulna (Nitzsch) Ehrenberg
alf	D	Ach avh	2.0	2	2	1	1	Achnanthes austriaca var. helvetica Hustedt
acb	T	Pin spe	2.0	2	2	2	2	Pinnularia spec. 363.1
acf	T	Eun rho	1.9	0	6	23	29	Eunotia rhomboidea (asymetrische vorm) Hustedt
alf	E	Coc pve	1.5	1	2	2	2	Cocconeis placentula var. euglypta (Ehrenberg) Cleve
cir	T	Eun bve	1.3	0	4	2	4	Eunotia bilunaris var. excisa (Ehrenberg) Nörpel
acf	D	Ano bra	1.0	1	1	1	1	Anomoeoneis brachysira (Brébisson) Grunow
acf	D	Eun fal	1.0	1	1	1	1	Eunotia fallax Cleve
alf	E	Nav cry	1.0	1	1	1	1	Navicula cryptocephala Kützing
cir	D	Nit aci	0.9	0	2	5	7	Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot
alf	D	Ano vit	0.5	0	1	1	1	Anomoeoneis vitrea (Grunow) Ross
alf	E	Ach lan				0	1	Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow
acf	D	Eun gla				0	1	Eunotia glacialis Meister
acf	D	Eun inc				0	1	Eunotia incisa Gregory
alf	E	Gom acu				0	1	Gomphonema acuminatum (Ehrenberg)
cir	-	Han amp				0	4	Hantzschia amphyoxis (Ehrenberg) Grunow
cir	E	Pin vir				0	2	Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg
cir	E	Sta pho				0	1	Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg
acb	T	Tab qua				0	2	Tabellaria quadriseptata Knudson

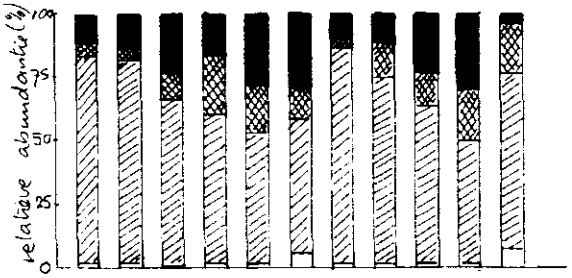


Fig 10a: Ven 11 west (blanco)

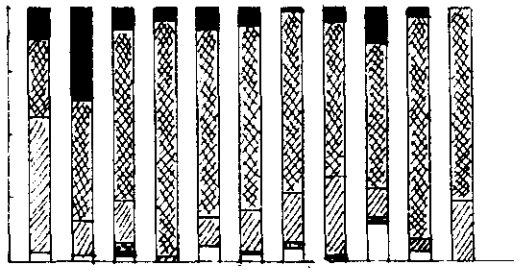


Fig 10b: Ven 1 (blanco)

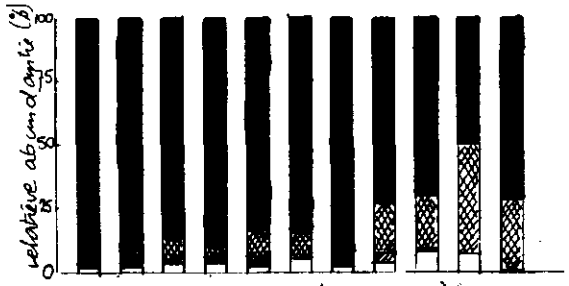


Fig 10c: Ven 5 (veenmos)

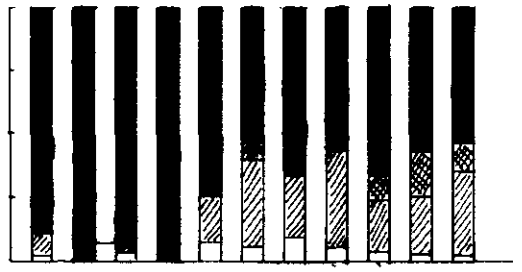


Fig 10d: Ven 11 oost (veenmos)

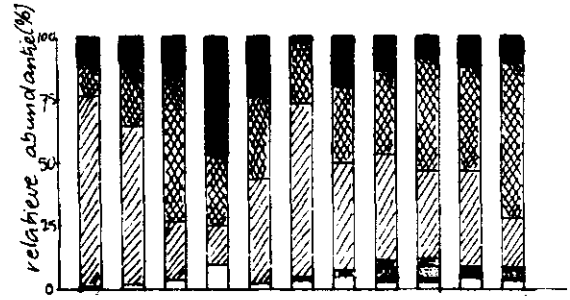


Fig 10e: Ven 12 (veenmos + mergel)

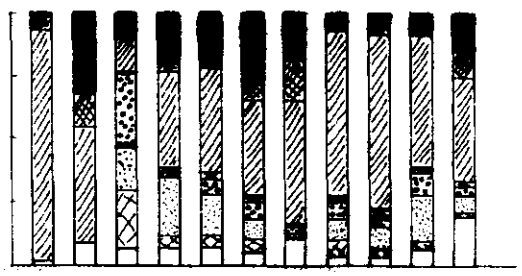


Fig 10f: Ven 3 (veenmos + mergel)

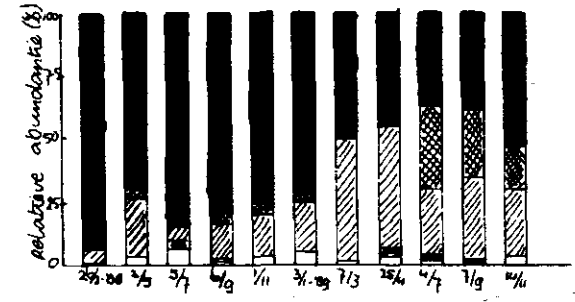


Fig 10g: Ven 13 (mergel)

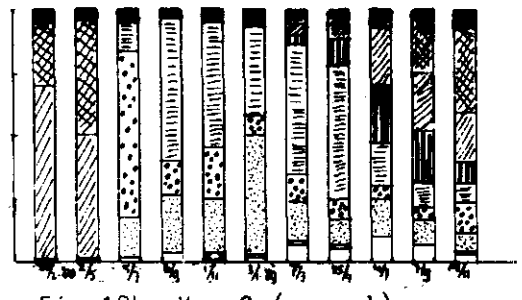


Fig 10h: Ven 2 (mergel)

Fig 10: De relatieve samenstelling van de diatomeeëncombinaties op de verschillende bemonsteringsdata.

Eun pal
Fru rvc/Fru rvs
Eun bil
Tab flo
Ach min
Fra cap
Gom gra/Gom par
Nit arc/Nit pal/Nit pvd
rest

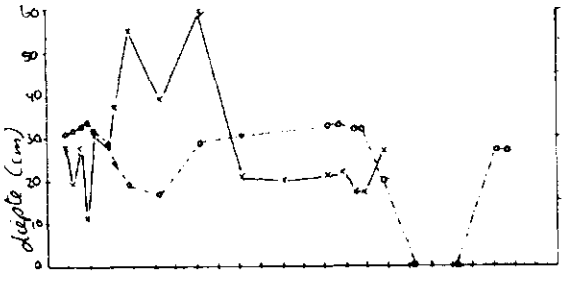


Fig 11a: Ven 11 west (blanco)

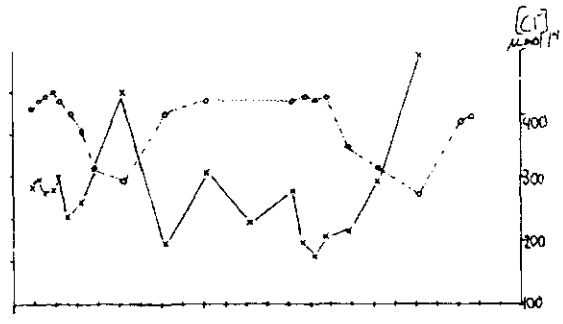


Fig 11b: Ven 1 (blanco)

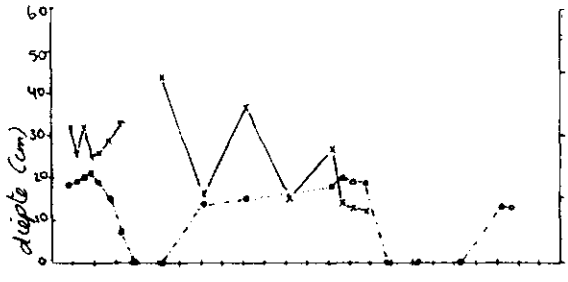


Fig 11c: Ven 5 (veenmos)

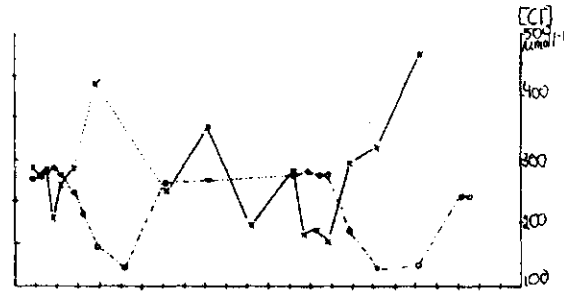


Fig 11d: Ven 11 oost (veenmos)

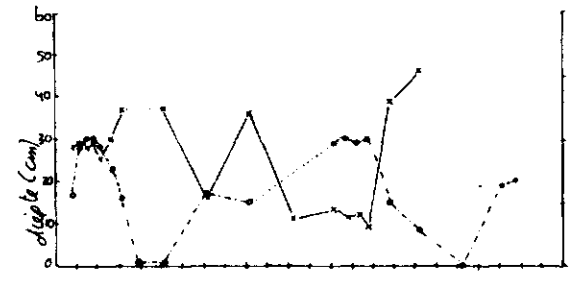


Fig 11e: Ven 12 (veenmos + mergel)

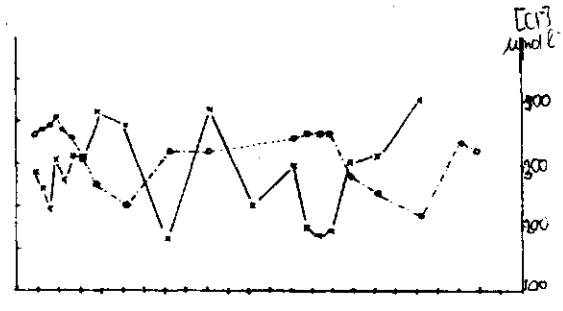


Fig 11f: Ven 3 (veenmos + mergel)

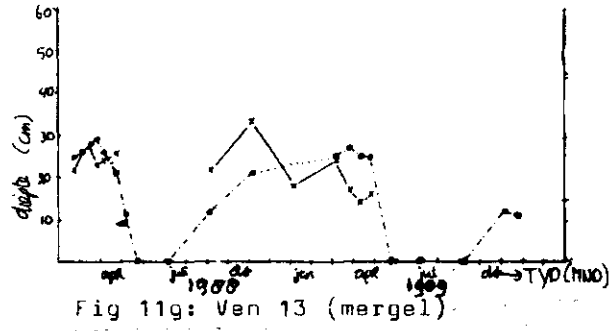


Fig 11g: Ven 13 (mergel)

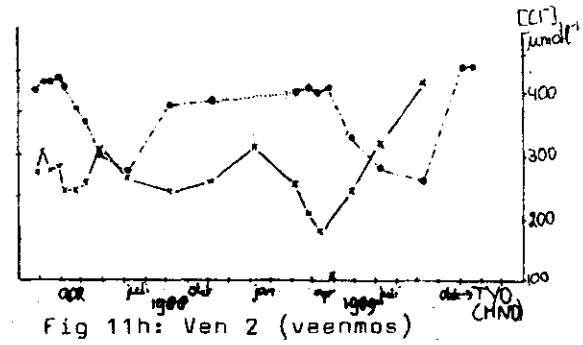


Fig 11h: Ven 2 (veenmos)

Fig 11: De diepte van de vennen en het chloridegehalte op de verschillende bemonsteringsdata.

x———x chloridegehalte
o– – –o diepte
..... ontbrekende meting

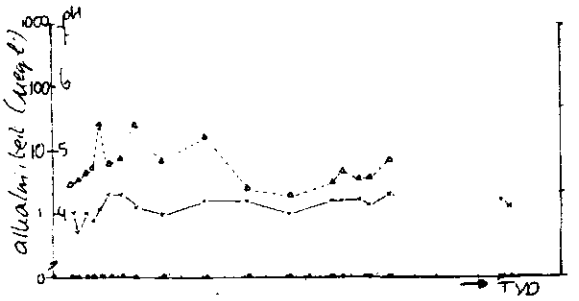


Fig 12a: Ven 11 west (blanco)

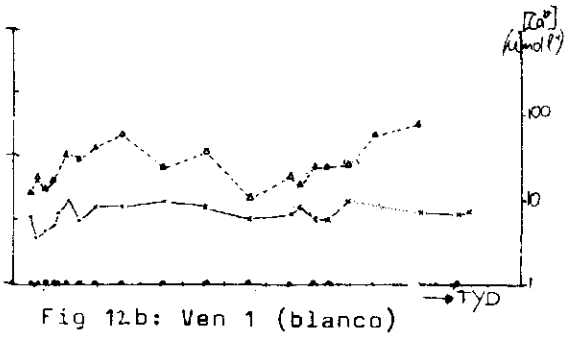


Fig 12b: Ven 1 (blanco)

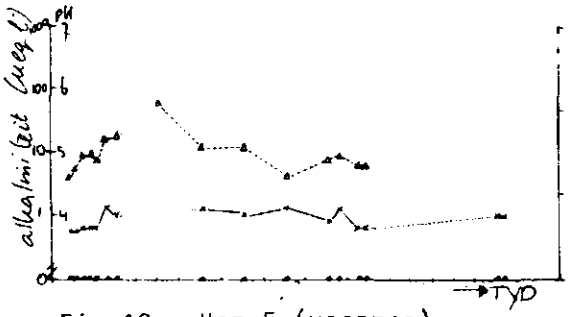


Fig 12c: Ven 5 (veenmos)

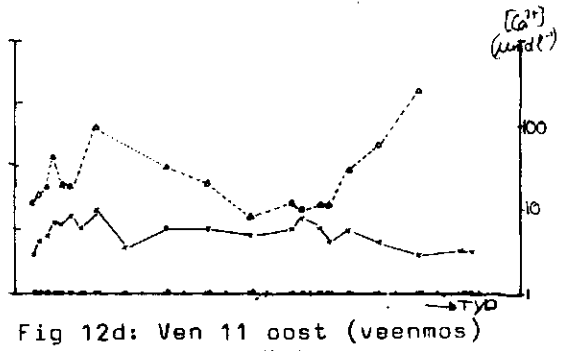


Fig 12d: Ven 11 oost (veenmos)

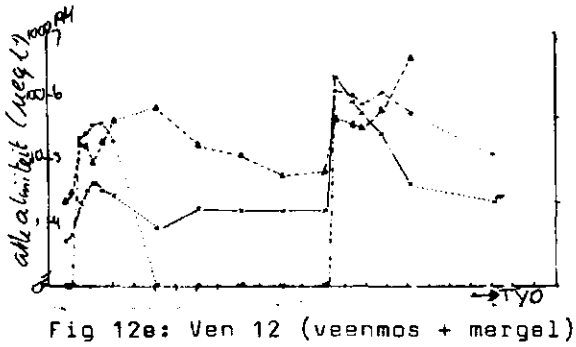


Fig 12e: Ven 12 (veenmos + mergel)

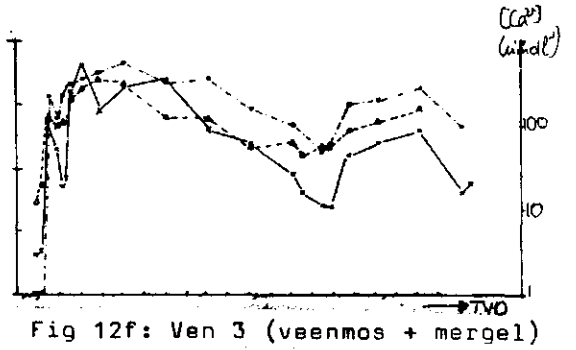


Fig 12f: Ven 3 (veenmos + mergel)

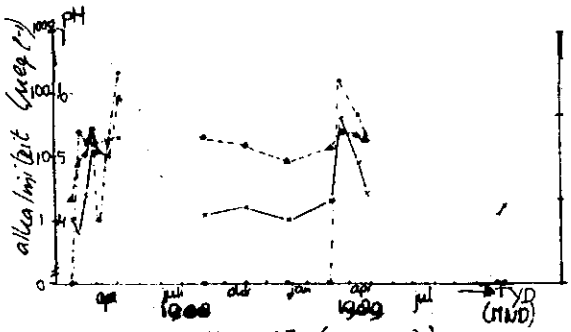


Fig 12g: Ven 13 (mergel)

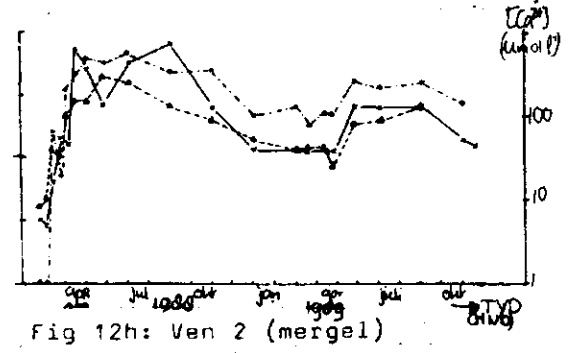


Fig 12h: Ven 2 (mergel)

Fig 12: De pH (lineair), alkaliniteit (logaritmisch) en calciumgehalte (logaritmisch) van de vennen op de verschillende bemonsteringsdata.
x————x pH, o- - - o alkaliniteit, Δ- - - Δ calciumgeh, ····· ontbrekende meting

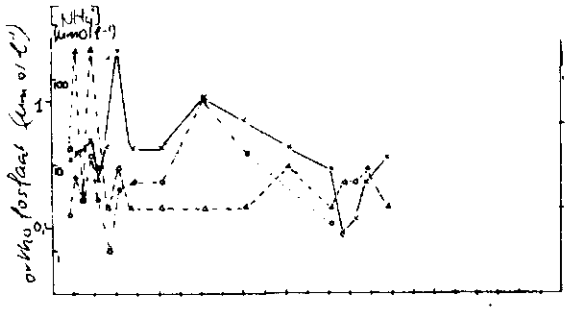


Fig 13a: Ven 11 west (blanco)

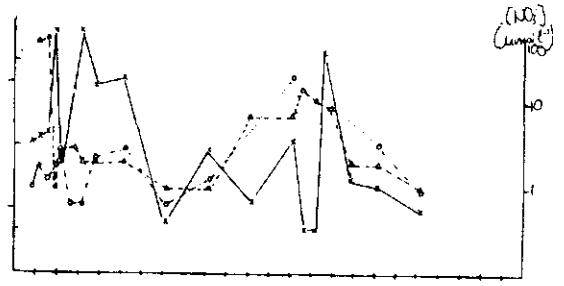


Fig 13b: Ven 1 (blanco)

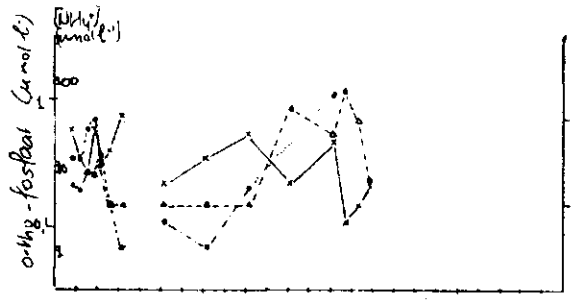


Fig 13c: Ven 5 (veenmos)

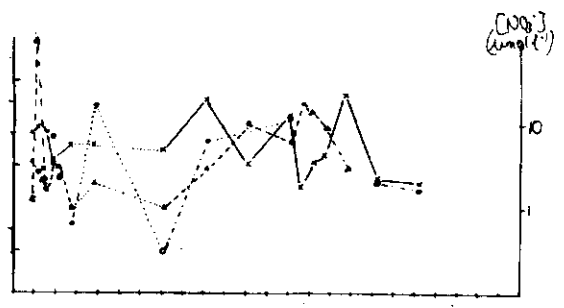


Fig 13d: Ven 11 oost (veenmos)

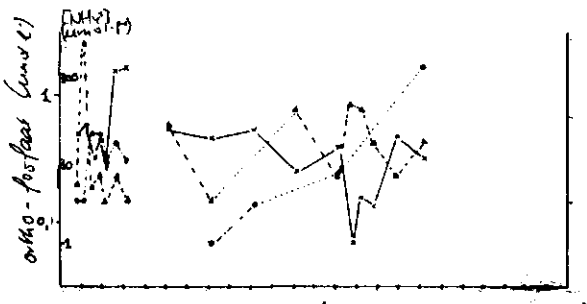


Fig 13e: Ven 12 (veenmos + mergel)

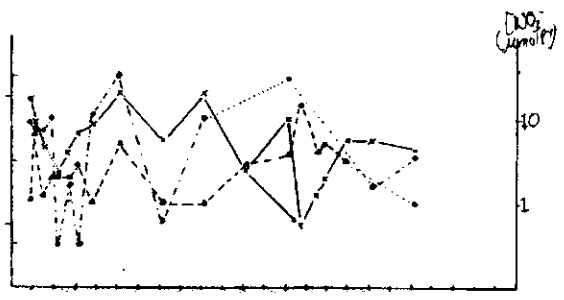


Fig 13f: Ven 3 (veenmos + mergel)

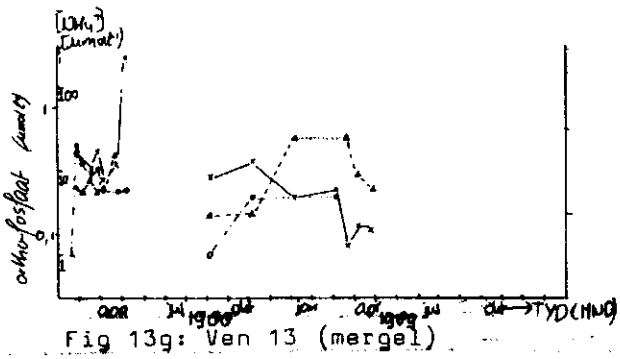


Fig 13g: Ven 13 (mergel)

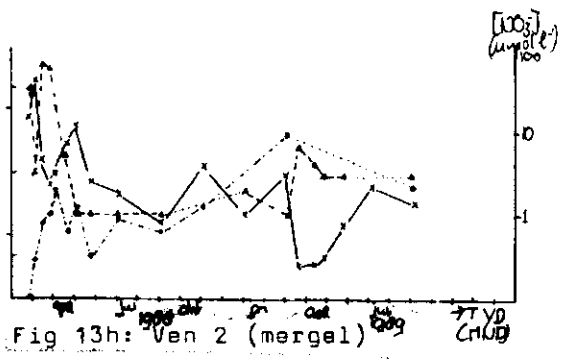


Fig 13h: Ven 2 (mergel)

Fig 13: De gehalten ortho-fosfaat, ammonium en nitraat van de vennen op de verschillende bemonsteringsdata.

x———x ortho-fosfaat, o- - -o ammonium, Δ- - -Δ nitraat, ····· ontbrekende meting

4 DISCUSSIE

4.1 Algemeen

Er worden natuurlijke substraten bemonsterd, wat voordelen biedt t.o.v. kunstmatige. Bij laatstgenoemde moet regelmatig gecontroleerd worden, omdat deze gemakkelijk wegraken door b.v. vandalisme. Ook hoeft de aangroei van kunstmatige substraten niet gelijk te zijn aan natuurlijke. Een voordeel zou kunnen zijn dat de kolonisatietijd bekend is en dat de uitgangssituatie overal gelijk is (Van Dam 1982).

Er wordt selectief gemonsterd omdat de begroeiing per macrofyt heel erg kan verschillen. Door zoveel mogelijk hetzelfde materiaal te nemen, is de kans op dezelfde soorten het grootst. Er is wel verschil in seizoen. Wanneer de macrofyten zijn afgestorven wordt er een monster genomen van de bodem. De kans dat er dan soorten in het monster zitten die in de bodem leven is dan groter. Er is wel eens Pinnularia borealis gezien in een monster: een typische bodembewoner, het was dan ook een detritus monster.

De verhouding van de planten verschillend zijn. Wanneer er meer Sphagnum in het monster zit, zullen juist die soorten meer voorkomen die daarop groeien. De meeste soorten zijn Sphagnum-begroeiers. Kleine fluctuaties in de verhoudingen ku.nnen daar aan te wijten zijn.

Veel diatomeeën vertonen een ontwikkelingspiek in april-mei en in het najaar. Deze ontwikkelingspiek zou veroorzaakt worden doordat in mei de planten zich gaan ontwikkelen en daardoor het periphyton gaan overschaduwen. In eutrofe meren is dan ook wel vaak sprake van een seizoensperiodiciteit maar in vennen is dit veel minder het geval. Er mag aangenomen worden dat de gevonden verschillen tussen de vennen meer afhangen van de verschillen in behandeling, dan van het seizoen (Van Dam 1982).

4.2 Waterstand en chemische factoren

De waterstand en de chlorideconcentratie vertonen een negatieve correlatie. Op enkele punten gaat het niet geheel op maar daar er al waarden van andere factoren op voorhand zijn weggelaten is het heel waarschijnlijk dat deze waarden ook niet goed zijn bepaald.

Er is moeilijk iets te zeggen of er verschillen zijn tussen bemergelde en niet bemergelde vennen omdat in elke duplo onwaarschijnlijke waarden voorkomen.

In Fig. 12 zijn voor pH, alkaliniteit en calciumgehalte alleen effecten te zien in de bemergelde vennen. De ondiepe vennnen vertonen na het droogvallen een terugval van alle drie factoren. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat de bodem, van het drooggevallen ven, is blootgesteld aan droge depositie uit de lucht. Ook de zwavel kan een veroorzaker zijn. Dit is in gereduceerde vorm in de bodem aanwezig en wordt geoxideerd tot sulfaat door de aanwezigheid van zuurstof. Zodra in het ven weer water komt te staan, ontstaat er een zeer zure oplossing (Van Dam 1988b).

Uit kleine experimenten (Van Dam & Mertens 1987) was reeds gebleken indien er met kalkstoffen gewerkt werd, het gewenst is om langzaam-verwerende stoffen te gebruiken om schokeffecten en extreme wisselingen in zuurgraad te voorkomen. Bij schokeffecten door behandeling met calciumcarbonaat was namelijk gebleken dat de dikke plantenlaag die zich in de loop van de tijd heeft afgezet op de bodem van verzuurde of sterk geëutrofieërde wateren, in korte tijd wordt afgebroken. Deze dikke plantenlaag is ontstaan doordat bij lage pH de bacteriële afbraak van organische stof wordt overgenomen door schimmels. Daar schimmels het organisch materiaal langzamer afbreken dan bacteriën resulteert dit in een opslag

ervan op de bodem (Schils 1987). Bij verhoging van de pH verandert het water door alle vrijgemaakte nutriënten in een groene "algensoep" (Bloemendaal 1987). Het is dan ook beter om mergel te gebruiken omdat de kalk hieruit langzamer oplost.

Davison & House (1988) hadden al ondervonden dat grofkorrelige op calcium-gebaseerde producten veel slechter op losten dan fijnkorrelige en vaak losten ze dan ook dan nog niet helemaal op. In dit onderzoek is, na in het eerste jaar met mergelbrokken te hebben gewerkt, overgestapt op korrels.

Calciumbehandelingen geven de mogelijkheid van een langzaam-oplossende buffer, maar in praktijk worden de oppervlakten van de korrels al snel inert, zodat de neutraliserende capaciteit beperkt wordt tot de alkaliniteit in de oplossing (Davison & House 1988). Wanneer zich na bekalking een kalklaag op de bodem heeft gevormd lost de kalk langzaam op, waardoor de pH stijgt. Door de pH-verhoging wordt het neerslaan van metaalcomplexen bevorderd. Deze zullen het kalk-oppervlak bedekken, waardoor de oplossingssnelheid van kalk afneemt en na verloop van tijd nul wordt (Schils 1987).

Ven 3 geeft in het tweede jaar een lagere piek in de pH dan ven 12. Dit wordt veroorzaakt doordat deze in het tweede jaar niet is bemergeld en nog teert op de buffer van het jaar ervoor. In het onderzoek in Gardsjön in Zweden werd ook gevonden dat na veel neerslag in november en december (1982) de calciumgehaltes daalden en pas weer stegen in de herfst (1983) door oplossing van de neergeslagen calcium (Hultberg & Nyström 1988). De calcium in vennen 2 en 3 slaat waarschijnlijk neer als gevolg van indamping in de zomer (1988). Deels was het nog niet opgelost. Dit lost gedeeltelijk weer op wanneer er water wordt aangevoerd. De piek in de vennen 12 en 13 is hoger doordat de nieuw toegevoegde mergel nog niet neerslaat als gevolg van indamping. De bereikte pH is in de vennen 12 en 13 dan ook hoger meteen na de nieuwe bekalking.

Er wordt verwacht dat de ortho-fosfaat, ammonium en nitraatconcentraties bij de bemergelde vennen hoger wordt dan elders. Door de pH-stijging zal er meer organische stof afgebroken worden en dat gaat gepaard met een stijging van de ammonium- en nitraatconcentraties (Broberg 1988, Schils 1987). De variantieanalyse gaf geen interpreteerbare verschillen.

In een onderzoek in Zweden in Gardsjön zijn de eerste twee jaar na de bekalking, geen significante verhogingen van de fosfaatgehaltes gevonden, vergeleken met de concentraties van voor de bekalking, maar er werd ook niet de verdergaande afname van de fosforconcentratie in het referentiemeer waar genomen (Dickson 1989, Broberg 1988). Men dacht dat het veroorzaakt werd door consumptie van het fytoplankton. Maar na de bekalking trad er juist een afname van de algen op (Larsson 1988). De verklaring die men daarna gaf was dat het vrijgekomen fosfaat met het kalk neerslaat en pas vrij komt wanneer de zuurgraad gestabiliseerd was.

In het meer Gardsjön nam de nitraatconcentratie toe en vertoonde het ammoniumgehalte pieken na de bekalking. Dit zou een gevolg kunnen zijn van de toegenomen decompositie van het geaccumuleerde organische materiaal (Broberg 1988). Hoewel er in de vennen op de Tongerense Heide voldoende organisch materiaal anwezig is leidt bekalking hier niet tot significante verhoging van anorganische stikstofverbindingen.

4.3 Diatomeeën

De uitgangssituaties van de vennen verschillen duidelijk terwijl de chemie nauwelijks verschilt. De oorzaak zou gezocht kunnen worden in de morfologie van de vennen, b.v. waterdiepte en helling van de bodem.

In de vennen waar is bemergeld al of niet na verwijdering van veenmos, treden er veel "venvreemde" soorten op in de relatief diepe vennen. In beide ondiepe vennen is er alleen een kleine toename van deze soorten in het

tweede jaar. Deze toename van soorten zou een seizoenseffect kunnen zijn, maar dat is gezien de begroeiïng van de vennen heel onwaarschijnlijk. De verschillen die gevonden werden zullen meer afhangen van de behandeling dan van het seizoen. De vennen 2 en 3 zijn het tweede jaar niet bemergeld en de pH loopt in het tweede jaar ook minder op. Dit spiegelt zich af in de diatomeeën. Er gaan meer acidobionte soorten voorkomen als ook E. bilunaris.

In juli 1988 in ven 3 is er een explosie van Fragilaria capucina. Deze soort is eutrafent, maar ook alkalifiel en komt bij voorkeur voor bij een pH die groter dan zeven is, maar ook bij een pH kleiner dan zeven kan deze voorkomen. Het voorkomen van deze diatomee wordt veroorzaakt door het aanwezig zijn van eutroof water.

Alleen in ven 2 en 3 komt een soorn uit de doelgroep voor (Tabellaria flocculosa). Gomphonema gracile en G. parvulum zijn tolerant voor een lage zuurgraad en komen voor in eutrofe wateren. Het voorkomen van Nitzschia-soorten is ook een teken dat er eutroof water zal zijn.

Bij een onderzoek in Gardsjön in Zweden naar fytoplankton werd meteen na de bekalking een teruggang gevonden van de totale hoeveelheid biomassa (Larsson 1988, Buckaveckas 1988a-b, Weatherly 1988). Larsson (1988) vond alleen Synedra nana dominant als vertegenwoordiger van het periphyton. Dit is een soort die heel tolerant voor lage pH is (Watanabe & Yasuda, 1982) maar het optimum is pH = 7.2 (Charles, 1983).

Door Roberts & Boylen (1989) werd na bekalking van Woods Lake (Adirondack Mountains, U.S.A.) geen verandering in de totale hoeveelheid gevonden van de diatomeeën en geen significante verandering in Eunotia spp. en Pinnularia spp. Na bekalking kwamen er wel nieuwe soorten, b.v Anomoeoneis vitrea: deze is alkalibiont, oligotroof (Stoermer 1980) en zeer euryoecologisch maar heeft wel een voorkeur voor alkalische wateren (Hickman 1975). Ook kwam er Achnanthes microcephala (= A. minutissima) voor. Ook kwam de circumneutrale Cymbella microcephala voor.

Bukaveckas (1988a) vond dat er, ondanks grove veranderingen in de zuurgraad van Woods lake door de bekalking, er relatief weinig verandering in de diatomeeën samenstelling was gedurende de tijd dat het onderzoek liep (één jaar voor en twee jaar na bekalking). De diversiteit van de diatomeeën nam wel toe maar Navicula tenuicephala bleef ook na de bekalking dominant. Hij suggereert dat periphytische gemeenschappen een bepaalde traagheid vertonen in de respons op veranderingen van de waterkwaliteit. Hij monsterde gedurende de late zomer en heeft misschien, door de relatief korte periode, geen fluctuaties gezien. In het onderzoek op de Tongerense Heide is er reaktie van de diatomeeën binnen enkele maanden. Dit kan mogelijk verklaard worden door verschillen in de omvang van de wateren en de verblijftijd van het water.

Er werd verwacht dat er soorten uit eutroof water en storingssoorten zouden verschijnen omdat er een verhoging van de nutriënten verwacht werd door een verhoogde afbraak van organische stof. Er gaan echter ook doelsoorten voorkomen, die de voorkeur hebben voor niet al te vervuild en geëutrofiëerd water. Dit zou erop kunnen wijzen dat na verloop van tijd de nutriënten niet meer in het water voorkomen en het water oligotroof wordt. Dit was echter chemisch al niet aan te tonen. De eutrafente soorten die meteen aanwezig waren na de eerste pH-verhoging blijven voorkomen maar nemen wel geleidelijk af. De doelsoort bereikt haar grootste abundantie in ven 2, wanneer de storingssoorten en de eutrafente soorten relatief sterk achteruit gegaan zijn. Het lijkt erop dat de hoeveelheid nutriënten minder wordt. Het kan dus opgenomen worden in andere organismen.

Weatherly (1988) beweert, dat in alle gevallen van het bekalken van wateren, onafhankelijk van hydrologie van het water, er herhaalde behandelingen nodig zijn. Ik denk dat dit totaal afhangt van wat men bereiken wil. In het onderzoek op de Tongerense Heide ligt het meer voor de

hand om te zeggen, dat er geen herhaling plaats vindt omdat men liever geen eutroof water wil.

Het is opvallend dat in deze vennen Eunotia paludosa veelvuldig voorkomt. Deze soort wordt namelijk niet genoemd in de lijst met de meest voorkomende diatomeeën in zure wateren (Charles et al, in press). De meest voor de hand liggende verklaring is dat de vennen ondiep zijn en de soort droogtetolerant is. Er zijn relatief meer diepe dan ondiepe wateren bemonsterd dooe Charles et al (in press).

Bij de opzet van de proef zijn er vennen genomen met een verschillende uitgangssituatie, terwijl deze in het ideale geval gelijk had moeten zijn. Het zou beter geweest zijn eerst een groot aantal vennen incidenteel te bemonsteren en op grond van de resultaten daarvan de vennen voor het experiment te selecteren. In dit onderzoek is in elke duploset een diep en een ondiep ven genomen maar daar alle ondiepe droog vielen in de zomer, is er eigenlijk sprake van acht onafhankelijke vennen in plaats van vier duplo's. Met het uitzoeken zou ook nog rekening gehouden kunnen worden met de begroeiing: overal hetzelfde om overal hetzelfde materiaal te kunnen nemen.

5. CONCLUSIES

1. De voornaamste soort is Eunotia paludosa. Deze is goed aangepast aan het leven in deze relatief ondiepe vennen die in de zomer regelmatig droogvallen.
2. Er werden tussen behandelde en onbehandelde vennen geen verschillen in de nutriëntenhuishouding gevonden terwijl er in de behandelde vennen duidelijk een toename is van diatomeeën met een voorkeur voor eutroof water en voor storingssituaties. Er verschenen ook doelsoorten na verloop van tijd.
3. De bemergeling heeft relatief weinig effect op de diatomeeën in de vennen die in de zomer droogvallen.

6 SAMENVATTING

In 1986-1987 werd geconstateerd dat op de Tongerense Heide de voortplanting van de heikikker (Rana arvalis Nilsson) afnam door beschimmeling van de eieren, als gevolg van de lage pH van het water. Derhalve werden experimenten opgezet waarbij enkele vennen werden bemergeld. Om een indruk te krijgen van de gevolgen van de bemergeling voor het ecosysteem werden de veranderingen van de diatomeeëngemeenschappen in de tijd gevolgd.

Door toevoeging van kalk in de vorm van mergel stijgt de pH. De microbiële afbraak van organische stof komt weer op gang waardoor een toename van de nutriënten wordt verwacht. Om deze toename te beperken is in enkele vennen het Sphagnum verwijderd. Er wordt verwacht dat er diatomeeën met een voorkeur voor eutroof water verschijnen. Het doel van het onderzoek is na te gaan welke effecten de bemergeling van de vennen op de pH en de samenstelling van de diatomeeën heeft.

Er werden acht vennen geselecteerd op grond van de aanwezigheid van de heidekikker en de diepte van de vennen. Er werd uitgegaan van vier situaties: blanco, bemergelen, Sphagnum verwijderen en bemergelen en verwijderen van het Sphagnum. Er werden elke twee maanden diatomeeënmonsters genomen. Tijdens deze monstering werden pH, electrisch geleidingsvermogen, temperatuur en peil bepaald. Tevens werden er watermonsters genomen voor chemische analyse door de afdeling Aquatische Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen. De monsters werden geprepareerd en er werden 200 schaalhelften geteld.

In bemergelde vennen stegen pH en alkaliniteit parallel. In de relatief ondiepe vennen, welke droogvielen in de zomer, was na het droogvallen geen effect meer te zien van de bemergeling. De vennen toonden geen verschillen in nutriënten. Een variantieanalyse bevestigde dit.

In de onbehandelde vennen was Eunotia paludosa de belangrijkste soort. In de bemergelde vennen was een toename van soorten met een voorkeur voor eutroof water. Later verschenen er ook doelsoorten (voorkeur voor zwak alkalisch, niet te sterk vervuild en voedselarm water) in de bemergelde, relatief diepe vennen. In vennen die relatief ondiep waren en welke bemergeld werden, was het effect van de bemergeling op de diatomeeën veel minder groot.

Een verklaring voor het wel voorkomen van diatomeeën met een voorkeur voor eutroof water en het niet onstaan van hogere concentraties nutriënten kan zijn, dat de vrijgekomen nutriënten meteen worden opgenomen door andere organismen.

De uitgangssituaties met betrekking tot de diatomeeënsamenstelling was niet voor alle vennen identiek. Er is in elke duploset een diep en een relatief ondiep ven genomen. Daar alle relatief ondiepe vennen droogvielen in de zomer, is er eigenlijk sprake van acht onafhankelijke behandelingen.

7 LITERATUUR

BESCH, W.K, M. RICARD, R CANTIN. 1972. Benthic diatoms as indicator of mining pollution in the Northwest Miramichi River System. New Brunswick. Canada. Internationale Revue der Gesamte Hydrobiologie. 57:39-74.

BLOEMENDAAL, F. 1987. Mergel knapt verzuurde vennen op. Agrarisch Dagblad 23-12-1987.

BROBERG, O. 1988. Liming of lake Gardsjön - an acidified lake in SW Sweden Effects on: Organic carbon, nitrogen and phosphorus. In: Dickson. W (Ed) Liming of lake Gardsjön - an acidified lake in SW Sweden. Report 3426. National Swedish Environmental Protection Board, Solna. p 135-205

BUKAVECKAS, P.A. 1988a. Effects of calcite addition on the epiphytic diatom communities of acidified lakes. In: Simola, H. (Ed) 1988. Abstracts 10th International Symposium on Living and Fossil Diatoms, Huhmaru, Finland, Aug. 28th-sep 2nd, 1988, p 16

BUKAVECKAS, P. A. 1988b. Effects of lake liming on phytoplankton growth in acidic Adirondack lakes. Water, Air & Soil Pollution: 223 -240.

CHARLES, D.F. 1983. Studies of Adirondack Mountain (N.Y.) Lakes: limnological characteristics and sediment diatom- water chemistry relationships, Diss. Indiana University, Bloomington, 439 p.

CHARLES, D.F, R.W. BATTARBEE, I. RENBERG, H. van DAM, J.P. SMOL in press. Paleoecoligal Analyis of Lake Acidification Trends in North America and Europe Using Diatoms and Chrysophytes. D.C. Adriano (Ed.). Soils ,aquatic processes and lake acidification. Acid Precipitation 4. Advances in Environmental Sciences. Springer New York

CHOLNOKY, B.J. 1968. Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. Cramer, Lehre, 699p.

COSTE, M. & M. RICARD. 1981. On some interesting finely striated Nitzschiae observed under light and electron miroscopes. Systematic and ecological aspects, In: R. Ross (Ed.) Proc. 6th Symposium on recent and fossil diatoms. p 191-201.

DAM, H. van 1982. Bemonstering diatomeeën. Notitie t.b.v. IAWM-hydrobiologie. 5 p.

DAM, H. van 1988b. 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. SUURMOND, C.J.F. ter BRAAK. 1981. Impact of acidification on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools. Hydrobiologia 83: 425 - 459.

DAM, H. van, B. van GEEL, A. van der WIJK, J.F.M. GEELEN, R. van der HEIJDEN & M.D. DICKMAN. 1988a. Paleolimnological and documented evidence for alkalization and acicification of two moorland pools (The Netherlands) Review of Palaeobotany and Palynology, 55: 273-316

DAM, H. van, B. van GEEL, A. van der WIJK, M.D. DICKMAN. 1988b. pH changes over two centuries in three dutch moorland pools. In: P. Mathy (Ed.) Air pollution and ecosystems. Proceedings of an International Symposium in Grenoble, France: 18-22 May 1987, p 954-959.

DAM, H. van, B. van GEEL, A. van der WIJK & M.D. DICKMAN. 1988c. Beheer van vennen in historisch perspectief. De levende natuur. 89(3):66-73.

DAM, H. van & A. MERTENS. 1987. Tussenrapport van het experimenteel diatomeeënonderzoek in relatie tot beheer van vennen in het Ven bij Schaijk. Intern rapport.

DAM, H. van & A. MERTENS. 1989. A comparison of recent epilithic diatom assemblages from the industrially acidified and copper polluted lake Orta (Northern Italy) with old literature data. Diatom Research 199X nog niet gepubliseerd.

DAVISON, W. & W.A. HOUSE. 1987. Neutralizing strategies for acid waters:

sodium and calcium products generate different acid neutralizing capacities. Water Research, 22:(5) 577-583.
DICKSON, W. 1989. Liming of Lake Gardsjön. Acidification research in Sweden, 8:4-8
FOGED, N. 1948. Diatoms in water-courses in Funen. VI. Conclusions and general remarks. Dansk Bot. Ark.12(12):1-112.
FOGED, N. 1964. Freshwater diatoms from Spitsbergen. Tromsö, Oslo.205p.
GRAAF, F. de 1957. The microflora of a quaking bog in the nature reserve "Het Hol" near Kortenhoef in the Netherlands. Hydrobiologia 9:210-317.
HEIDEMIJ NEDERLAND, 1977. Beheersplan voor het reservaat "Tongerense Heide", p 1-59.
HICKMAN, M. 1975. Studies on the epipelic diatom flora of some lakes in the southern Yukon territory, Canada. Archiv für Hydrobiologie 76:420-448.
HULTBERG, H. & U. NYSTROM. 1988. The role of hydrology in treatment duration and reacidification in the limed lake Gardsjön. In: Dickson, W. (Ed.) Liming of lake Gardsjön. Report 3426. National Swedish Environmental Protection Board. report 3426. Liming of lake Gardsjön.
HUSTEDT, F. 1939. Die Diatomeenflora des Küstengebietes der Nordsee von Dollart bis zur Elbemündung. I. Abh. Naturw. Ver. Bremen. 31: 572-678.
HUSTEDT, F. 1943. Die Diatomeenflora einiger Hochgebirgsseen der Landschaft Davos in den Schweizer Alpen. Int. Revue ges. Hydrobiology 43:124-197, 225-280.
HUSTEDT, F. 1957. Die Diatomeenflora des Flusssystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. Abh. naturw. Ver. Bremen 34: 181-440.
HUSTEDT, F. 1976. Bacillariophyta (Diatomae). Die Süsswasserflora Mitteleuropas; 2e druk. Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein, W. Germany. 468 p.
HUSTEDT, F. 1977. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Teil 2; 2e druk. Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein, W. Germany. 845p.
JARNEFELT, H. 1952. Plankton als Indikator der Trophiegruppen der Seen. Ann. Acad. Scient. Fennicae Ser A.IV.18:1-29.
JØRGENSEN, E.G. 1948. Diatom communities in some Danish lakes and ponds. Kongl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr.: 5(2):1-140.
KLOTTER, H.E. 1955. Die Algen in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. Eine ökologisch-floristische Studie. II. Archiv für Hydrobiologie/ Suppl. 22: 106- 252.
KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. Süsswasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 1. Naviculacae Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. 876p
KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1988. Süsswasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. 596p.
LANGE-BERTALOT, H. 1980. New species, combinations and synonyms in the genus Nitzschia. Bacillaria 3: 41-77.
LARSSON, L.S. 1988. Liming effects on phytoplankton in Lake Gardsjön 1982 - 1985. In: Dickson. W. (Ed.) Liming of lake Gardsjön report 3426. National Swedish Environmental Protection Board. p 245-280.
LEUVEN, R.S.E.W, C. den HARTOG, M.M.C. CHRISTIAANS & W.H.C. HEIJLIGERS. 1986. Effects of wateracidification on the distribution pattern and the reproductive success of amphibians. Experientia 42, Birkhaüser Verlag, Basel, Switzerland. p 147-155.
LIEBMANN, H. 1962. Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie I. R. Oldenbourg, München. 588p.
MEIJDEN, R. van der, E.J. WEEDA, F.A.C.B. ADEMA & G.J. de JONCHEERE. 1983. Heukels en Van der Meijden, Flora van Nederland; 20e druk. Wolters-Noordhoff, Groningen. 583p.
MERILAINEN, J. 1967. The diatom flora and the hydrogen-ion concentration of

the water. Ann. Bot. Fennici 4: 51-58.
MERTENS, A . Het maken van preparaten. Intern verslag. 2p.
MERTENS, A. & H. van DAM. 1989a. Taxonomy and ecology of small species of Eunotia Ehrenberg (Bacillariophyceae). Intern rapport. 26p.
MOLDER, K. 1943. Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht. Annales Botanici Societatis Zoologicae- Botanicae Fennicae Vanamo 18(2):1 - 204
MULLER, U. & L. KIES. 1982. Algenvegetation eines alten Torfstiches im Gartover Forst (Kreis Lüchow - Dannenberg, Niedersachsen). Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg NF 25: 101 -137.
N.J.N. NEDERLAND 1946. Plantensociologische opnamen van de Wisselse Venen opgenomen door de N.J.N. Apeldoorn in 1946. Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie. 4p
NYGAARD, G. 1956. Ancient and recent flora of diatoms and Chrysophyceae in Lake Gribs. Folia Limnol. Scand. 8: 32 -94
PATRICK, R. & C.W. REIMER. 1966. The diatoms of the United States. I.;2e druk. Sutter House Lititz, Pennsylvania.
PETERSEN, J.B. 1950. Observations of some small species of Eunotia. Dansk Bot. Ark. 14:1 - 19.
RIN-FOLDER. Research institute for Nature Management. informatieboekje en folder van het RIN.
ROBERTS, D.A. & C.W. BOYLEN. 1989. Effects of liming on the epipelic algal community of Woods Lake, New York. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Ecosystems, 46, p 287-294.
ROOZEN, A.J.M. 1988. Verslag over Tongerense Heide bijeenkomst van 17-12-1987. (bijlage van brief van het Geldersch Landschap aan het RIN).
RUIGE, P.N. & SCHIMMEL, H. 1962. Excursie-rapport "Tongerense Heide", p 3.
RUSHFORTH, S. R, J.D. BROTHERSON, N. FUNGLADDA & W.E. EVENSON. 1981. The effects of dissolved heavy metals on attached diatoms in the Uintah Basin of Utah, U.S.A. Hydrobiologia 83: 313-323.
SALDEN, N. 1978. Beiträge zur Ökologie der Diatomeen (Bacillariophyceae) des Süsswassers. Decheniana/Beih. 22:1 238.
SAY, P.J. & B.A. WHITTON. 1982. Chemistry and plant ecology of zinc-rich streams in France. 2. The Pyrénees. Annales de Limnologie 18:19 -31.
SCHILS, E.P.G. 1987. Restauratie van verzuurde meren. Scriptie nr 70 Laboratorium voor Aquatische Oecologie. KUN Nijmegen. 47 p.
SCHOEMAN, F.R. 1973. A systemical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality. V&R Printers, Pretoria. 355p.
STOERMER, E.F. 1980. Characteristics of benthic algal communities in the Upper Great Lakes. Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Duluth (Minnesota). 73 p.
VRIES, B.J. de 1984. De aanduiding van milieufactoren in enkele Nederlandse watertypen door middel van diatomeeëncombinaties. RIN Leersum.
WATANABE, T. & I. YASUDA. 1982. Diatom assemblages in lacustrine sediments of Lake Shibu-ike, L. Misumi-ike, L. Naga-ike, L. Kido-ike in Shiga highland and a new biotic index based on the diatom assemblages for the acidity of lake water. Jap. J. Limnol. 43: 237 - 245.
WEATHERLY, N.S. 1988. Liming to mitigate acidification in freshwater ecosystems: a review of the biological consequences. Water, Air, and Soil pollution 39: 421 - 437.
WERFF, A. van der & H. HULS. 1957-1974. Diatomeeënflora van Nederland, 10 afleveringen. Sprey, Abcoude.

Bijlage 1

Materiaal gebruikt bij de methode:

monsteren: plastic potje (50 ml)
watervaste viltstift
EGV-meter
pH-meter
thermometer
rolmaat
waadpak, (lies)laarzen
boekje + potlood
horloge
scalpel, pincet, bord, celstof-papier
formaline (36%)
aqua dest

prepareren:
bekerglazen, smal en hoog, 100 ml.
watervaste stift
plastic handschoenen
celstof papier
aqua dest
waterstofperoxyde (30 %)
kaliumpermanganaat (0,1 N)
HCl-oplossing (30 %)
kookplaat
strekplaat
pasteurpipetten
object- en dekglaasjes
kunsthars (Naphrax)
grafeerpen
pincet
hevelaar
scheermesje
afvalvaten voor waterstofperoxyde, zoutzuur, kaliumpermanganaat en formaline
dekglaasjes + objectglaasjes

Determineren en tellen:
Zeiss stereomicroscoop met fasecontrastinstelling
olie-immersieobjectief 100 x (NA minstens 1.30)
overzichtslens 10 x
telapparaatje
telformulieren
eventueel fototoestel of tekentubus
determineerwerken: Hustedt 1930
Hustedt 1959
Krammer & Lange-Bertalot 1986
Krammer & Lange-Bertalot 1988

Bijlage 2

OVERIGE WERKZAAMHEDEN

1. Het meten van de pH en EGV van monsters van Achterste Goorven, Voorste Goorven, Van Esschenven, Kolkven en Witven bij Oisterwijk die tweemaal per maand werden toegezonden.

2. Het nemen van monsters in andere vennen.
In het Ven bij Schaijk en de Oisterwijkse vennen werden één keer per twee maanden diatomeeën monsters met behulp van planktonnet en knijpmonsters genomen.
In de Gerritsfles gebeurde dit elke maand.Tijdens het monsteren worden de volgende factoren gemeten: pH, EGV, O2, temperatuur, peil, tijd. Van de vennen in Oisterwijk wordt ook de alkaliniteit bepaald.Er worden ook overal watermonsters genomen door KUN Nijmegen.

3. Het tellen van diatomeeën in 20 preparaten van het Ven bij Schaijk.

4. Het uitzoeken van muggelarvekopjes (Chironomiden) uit monsters van verschillende sedimentlagen van de Gerritsfles, ten behoeve van determinatie door R. Buskens (Oisterwijk).

5. Het verwerken van artikelen in de ecotheek. Dit is een kaartsysteem dat H. van Dam bijhoudt over alle in Nederland voorkomende diatomeën. Alle eigenschappen en ecologische kenmerken worden erin vermeld.

Bijlage 3

Overzicht van de monsters en de gebruikte preparaten per collectienummer, alles aanwezig op RIN Leersum. (S = Sphagnum, Jb = Juncus bulbosus, Je = Juncus effusus, C = Carex rostrata, R = Rynchospora alba, E = Eriophorum, M = Molinia caerulea, f = flab, dom = dood organisch materiaal, d = detritus van de bodem).

Datum	Ven	Collectie nummer	Preparaat nummer	Aard van het monster (uitknijpsel)
880226	01	D2870	2761	S, Jb.
880502	01	D2947	3000	S, C, E
880705	01	D3032	3023	S, C.
880906	01	D3118	3111	S, E
881101	01	D3130	3214	S, C
890103	01	D3219	3279	S, C (dood)
890307	01	D3288	3350	S, C (dood)
890425	01	D3326	3297	S, C (dood)
890710	01	D3404	3313	S, C
890907	01	D3454	3330	S
891114	01	D3537	3460	S, E
880226	02	D2871	2742	S, E
880502	02	D2948	3002	S, C
880705	02	D3033	3025	S, C.
880906	02	D3119	3113	S, C
881101	02	D3131	3216	S, C
890103	02	D3220	3281	S, C (dood)
890307	02	D3289	3351	S, C (dood)
890425	02	D3327	3300	S, C (dood)
890704	02	D3387	3315	S, C (dood)
890907	02	D3455	3331	S
891114	02	D3538	3462	dom
880226	03	D2872	2740	S, C.
880502	03	D2949	3004	S, f
880705	03	D3034	3027	S, d
880906	03	D3120	3116	S, f, d
881101	03	D3132	3218	d
890103	03	D3221	3283	d
890307	03	D3290	3353	d (grof)
890425	03	D3328	3301	f, d
890704	03	D3388	3318	S, f, d
890907	03	D3456	3334	d
891114	03	D3539	3463	S, Jb, Je, dom
880226	05	D2873	2766	S, R
880502	05	D2950	3005	S, R
880705	05	D3035	3019	S, R
880906	05	D3121	3117	S R
881101	05	D3133	3219	S, R, d
890103	05	D3222	3285	S, R, d
890307	05	D3291	3356	S, R, d
890425	05	D3329	3303	S, R, d
890704	05	D3389	3319	dom, d
890907	05	D3457	3336	dom
891114	05	D3540	3465	dom

vervolg bijlage 3.

datum	ven	col.nr	prep.nr	aard van het monster.
880226	110	D2874	2738	S, E
880502	110	D2951	3007	S, E
880705	110	D3036	3029	S, E
880906	110	D3122	3119	S, E
881101	110	D3134	3221	S, E
890103	110	D3224	3290	S, E
890307	110	D3293	3360	S, E
890425	110	D3330	3306	S, E
890704	110	D3391	3323	S, E
890907	110	D3459	3339	S, dom
891114	110	D3541	3468	S, E
880226	11W	D2875	2756	S, E
880502	11W	D2952	3009	S, E
880705	11W	D3037	3031	S
880906	11W	D3123	3121	S, E
881101	11W	D3135	3224	S
890103	11W	D3223	3287	S
890307	11W	D3292	3357	S
890425	11W	D3331	3308	S
890704	11W	D3390	3322	S, E, f, d
890907	11W	D3458	3338	S
891114	11W	D3542	3469	S, E
880226	12	D2876	2768	S, E
880502	12	D2953	3012	S, E
880705	12	D3038	3022	S, E, d
880906	12	D3124	3123	S, E
881101	12	D3136	3225	S, E, d
890103	12	D3225	3291	S, E, d
890307	12	D3294	3361	S, E, d
890425	12	D3332	3309	S, E, d
890704	12	D3392	3326	S, E (dood), d
890907	12	D3460	3342	S, d
891114	12	D3543	3472	S, E, d
880226	13	D2877	2749	S, M
880502	13	D2954	3014	S, M
880705	13	D3039	3034	S
880906	13	D3125	3125	S, M
881101	13	D3137	3227	S, M
890103	13	D3226	3293	S, M
890307	13	D3295	3363	S, M
890425	13	D3333	3311	S, M
890704	13	D3393	3327	S, d
890907	13	D3461	3344	S, d
891114	13	D3544	3473	S, E, f, d

Bijlage 4

Getelde aantal schaalhelften van diatomeeën in de preparaten van de monsters van de Tongerense Heide in periode 1988 - 1989. De afkortingen worden genoemd in tabel 2. Totaal geteld zijn er 200; + = gezien buiten de telling; - = niet in waargenomen (Soorten die alleen maar zijn waargenomen en niet geteld, staan vermeld in Bijlage 6).

PT	Datum	Ach avh	Ach min	Ano bra	Ano vit	Coc pve	Eun bil	Eun bve	Eun exi	Eun fal	Eun nae	Eun pal	Eun pvm	Eun rho	Fra cap	Fra uln	Fru rvc	Fru rvs	Gom gra	Gom par	Nav cry	Nit aci	Nit arc	Nit pal	Nit pvd	Pin div	Pin mic	Pin spe	Pin sub	Pin svh	Tab flo
1	880226	-	-	-	-	-	105	-	8	-	-	23	-	-	-	-	15	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	880502	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-	74	1	-	-	-	4	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	880705	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	15	-	-	6	-	3	137	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
1	880906	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	10	-	-	-	-	46	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	881101	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	18	-	+	-	+	62	88	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-
1	890103	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	14	-	2	-	-	48	100	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1
1	890307	-	-	-	-	-	39	-	-	-	3	4	-	-	-	-	93	51	-	4	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
1	890425	-	-	-	-	-	64	-	-	-	1	11	-	-	-	-	60	63	-	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
1	890710	-	+	-	-	-	24	-	-	-	-	27	-	-	-	-	19	98	1	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-
1	890907	-	1	-	-	-	11	-	-	-	-	6	-	-	-	-	47	129	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
1	891101	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
2	880226	-	-	-	-	-	146	-	-	-	-	9	-	-	-	-	12	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	880502	-	-	-	-	-	98	-	-	-	-	8	-	-	-	-	1	91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
2	880705	-	24	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	134	-	-	5	4	28	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-
2	880906	-	112	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	28	-	+	2	29	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
2	881101	-	104	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	41	-	1	3	20	22	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	+
2	890103	-	71	-	-	-	4	-	-	-	2	-	+	+	15	-	1	3	66	29	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	5
2	890307	-	102	-	-	-	10	-	7	-	4	-	2	2	22	-	2	8	18	12	-	+	4	-	-	-	-	-	-	-	7
2	890425	-	107	-	-	-	16	-	-	-	2	-	10	+	15	-	1	5	8	11	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	20
2	890704	-	32	-	1	-	49	-	-	-	6	3	12	-	11	-	+	11	24	5	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	46
2	890907	-	19	-	-	-	46	-	-	-	8	6	7	-	9	-	12	32	13	8	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	40
2	891101	-	16	-	-	-	41	-	-	-	-	14	2	-	22	-	5	63	9	9	-	-	+	-	-	4	-	-	-	-	15
3	880226	-	-	-	-	-	187	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
3	880502	-	-	-	-	-	94	-	-	-	-	63	-	2	-	-	1	26	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	4	3	-
3	880705	-	+	-	-	-	27	-	2	-	-	12	-	-	62	7	+	6	-	32	-	-	+	16	30	6	-	-	-	+	-
3	880906	-	4	-	-	-	76	-	+	-	-	34	-	4	3	3	2	12	6	38	-	-	2	9	-	3	+	2	-	2	-
3	881101	-	6	-	-	-	82	-	-	-	-	32	+	4	9	2	1	10	2	32	-	-	10	1	-	4	3	-	-	2	-
3	890103	-	2	-	-	-	77	-	-	-	-	55	+	2	13	1	1	11	2	16	-	-	4	5	-	5	4	-	-	2	+
3	890307	-	+	-	-	-	100	-	-	-	-	38	-	2	2	+	+	32	-	4	-	-	-	+	-	9	13	-	-	-	-
3	890425	-	4	-	-	-	130	+	-	-	-	8	3	+	14	3	1	6	-	16	-	-	10	2	-	1	-	-	-	1	1
3	890704	-	2	-	-	-	140	+	-	-	-	4	1	-	11	1	1	11	2	14	1	-	2	6	-	3	-	-	-	-	1
3	890907	-	2	-	-	-	105	4	-	-	-	12	+	2	15	4	+	4	4	32	-	-	4	4	-	7	-	-	-	-	1
3	891101	-	2	-	-	-	84	1	-	-	-	31	2	2	5	3	3	18	-	14	-	-	2	-	-	33	-	-	-	-	-
5	880226	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	195	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
5	880502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184	-	-	-	-	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
5	880705	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	174	-	-	-	-	6	14	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	2	-
5	880906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181	-	2	-	-	4	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
5	881101	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	170	-	-	-	-	11	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
5	890103	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	171	-	4	-	-	5	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
5	890307	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	185	-	2	-	-	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
5	890425	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	146	-	-	-	-	16	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
5	890704	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	140	-	2	-	-	8	35	-	+	-	-	-	-	-	-	3	-	2	9	-
5 *	890907	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	2	-	-	8	79	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	6	-
5	891101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143	-	-	-	-	13	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

*) In het monster is nog 1 schaalhelft van Pinnularia borealis aangetroffen.

Bijlage 4 (vervolg)

PT	Datum	Ach avh	Ach min	Ano bra	Ano vit	Coc pve	Eun bil	Eun bve	Eun exi	Eun fal	Eun nae	Eun pal	Eun pvm	Eun rho	Fra cap	Fra uln	Fru rvc	Fru rvs	Gom gra	Gom par	Nav cry	Nit aci	Nit arc	Nit pal	Nit pvd	Pin div	Pin mic	Pin spe	Pin sub	Pin svh	Tab flo
110	880226	-	-	-	-	-	19	-	1	-	-	178	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
110	880502	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	196	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	880705	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	188	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
110	880906	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	189	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
110	881101	-	-	-	-	-	35	-	-	-	14	144	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
110	890103	-	-	-	-	-	69	-	-	-	10	106	-	1	-	-	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
110	890307	-	-	-	-	-	50	-	-	-	16	129	-	-	-	-	+	3	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2	-
110	890425	-	-	-	-	-	75	-	-	-	6	107	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
110	890704	-	-	-	-	-	39	-	-	-	6	133	-	-	-	-	9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
110	890907	-	-	-	-	-	48	-	-	-	4	112	-	-	-	-	20	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	891101	-	-	-	-	-	66	-	-	-	2	106	-	-	-	-	6	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
11W	880226	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	22	-	-	-	-	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
11W	880502	-	-	-	-	-	161	-	-	-	-	27	-	-	-	-	+	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
11W	880705	-	-	-	-	-	133	-	-	-	-	47	-	-	-	-	8	11	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
11W	880906	-	-	-	-	-	118	-	-	-	-	33	-	-	-	-	19	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
11W	881101	-	-	-	-	-	107	-	-	-	-	55	-	-	-	-	19	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
11W	890103	-	-	-	+	-	108	-	6	-	-	61	-	-	-	-	9	15	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	+	-
11W	890307	-	-	-	-	-	172	-	2	-	-	20	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11W	890425	-	-	-	-	-	153	-	-	-	-	22	-	+	-	-	11	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
11W	890704	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	48	-	-	-	-	6	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
11W	890907	-	-	-	-	-	98	-	-	-	-	60	-	-	-	-	12	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
11W	891101	-	-	-	-	-	143	-	-	-	-	6	-	2	-	-	9	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
12	880226	-	-	-	-	-	153	-	-	-	-	16	-	1	-	-	2	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
12	880502	-	-	-	-	-	128	-	-	-	-	22	-	-	-	-	2	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
12	880705	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	30	-	-	-	-	19	98	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	6	-
12	880906	-	-	-	-	-	31	-	-	-	2	94	-	+	-	-	6	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-
12	881101	-	-	-	-	-	83	-	-	-	-	47	-	-	-	-	26	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
12	890103	-	-	-	-	-	139	-	2	-	-	4	-	4	-	-	15	34	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2	-
12	890307	-	3	-	-	-	87	-	4	-	-	40	-	-	-	-	30	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
12	890425	-	5	-	-	-	87	-	+	-	-	27	-	-	10	-	28	37	+	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5	-
12	890704	-	7	-	-	-	69	-	-	-	-	15	-	2	-	1	35	54	10	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-
12	890907	-	1	-	-	-	78	-	-	-	-	24	-	1	-	-	30	53	-	3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	10	-
12	891101	-	+	-	-	-	40	-	-	-	-	19	-	-	-	-	20	107	-	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5	-
13	880226	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	185	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	880502	2	-	-	-	2	50	-	-	-	-	139	-	-	-	-	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
13	880705	-	5	-	-	-	11	-	-	-	-	167	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
13	880906	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	160	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-
13	881101	-	-	-	-	-	34	-	-	-	-	150	-	-	-	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
13	890103	-	-	-	-	-	39	-	-	-	-	144	-	6	-	-	+	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
13	890307	-	-	-	-	-	99	-	-	-	-	96	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
13	890425	-	3	-	-	-	96	-	-	-	-	83	-	2	-	-	1	5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	8	-
13	890704	-	-	-	-	1	56	-	-	-	-	74	-	-	-	-	35	32	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2	-
13	890907	-	4	-	-	-	67	-	-	-	-	75	-	-	-	-	20	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
13	891101	-	-	-	-	-	53	-	-	-	-	106	-	2	-	-	10	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-

*) in het monster is nog 1 schaalhelft van Pinnularia borealis aangetroffen.

Bijlage 5

De diatomeeën die in geen enkele telling voorkomen, maar wel gezien zijn. De afkortingen staan vermeld in Tabel 2.

ven	datum	Ach lan	Eun gla	Eun inc	Gom acu	Han amp	Pin vir	Sta pho	Tab qua
1	880502	-	-	-	-	+	-	-	-
2	881101	-	-	-	+	-	-	-	-
3	890307	-	-	-	-	-	+	-	+
3	890907	-	-	-	-	+	-	+	-
5	890704	-	-	-	-	+	-	-	-
5	890907	-	+	-	-	+	+	-	-
11O	890907	+	-	-	-	-	-	-	-
11W	890103	-	-	+	-	-	-	-	+

Bijlage 6

Chemische gegevens van vennen op de Tongerense Heide, bepaald door KUN m.b.v. Technicon autoanalyser methodology.

datum	ven	diep* cm	Cl umol/l	pHv*	alk uEq/l	Ca umol/l	o_P umol/l	NH4 umol/l	NO3 umol/l
880226	1	21	285	4.0	0	11	0.35	3.2	-
880304	1	19	290	3.7	0	12	0.37	5.9	53.0
880311	1	18	275	3.8	0	16	0.40	4.0	58.0
880328	1	17	280	3.9	0	36	2.54	5.5	1.0
880406	1	19	302	4.1	0	23	0.23	8.0	3.0
880419	1	22	242	4.3	0	33	0.87	2.0	3.0
880502	1	26	261	4.0	0	27	2.56	2.0	2.0
880525	1	35	312	4.2	0	39	0.91	7.0	2.0
880704	1	38	437	4.2	0	57	1.06	9.0	2.0
880905	1	22	190	4.3	0	23	0.08	2.0	1.0
881101	1	19	307	4.2	0	34	0.29	4.0	1.0
890103	1	-	226	4.0	0	10	0.12	-	7.0
890307	1	19	276	4.1	0	18	0.35	66.0	7.0
890321	1	18	193	4.2	0	14	0.07	-	14.0
890412	1	19	174	4.0	0	24	0.07	-	11.0
890425	1	18	206	4.0	0	24	1.75	-	9.0
890524	1	30	213	4.3	0	25	0.16	-	2.0
890704	1	35	295	-	-	58	0.15	10.0	2.0
890907	1	41	487	4.1	0	78	0.10	3.0	1.0
891101	1	24	-	4.1	0	-	-	-	-
891114	1	23	-	4.1	0	-	-	-	-
880226	2	15	270	4.0	0	8	0.84	0.2	32.0
880304	2	13	305	3.9	0	10	1.77	0.9	3.0
880311	2	13	275	4.6	24	40	0.41	2.5	58.0
880328	2	12	280	5.3	5	32	0.26	3.2	50.0
880406	2	14	242	5.2	118	92	0.32	6.0	3.0
880419	2	18	242	6.7	212	141	0.53	2.0	5.0
880502	2	22	254	6.4	355	145	0.73	4.0	1.0
880525	2	30	306	5.8	311	275	0.28	1.0	1.0
880704	2	34	254	6.5	443	217	0.21	3.0	1.0
880905	2	18	240	6.8	214	124	0.13	2.0	1.0
881101	2	17	256	5.8	233	87	0.36	4.0	0.0
890103	2	-	313	5.1	43	50	0.15	-	2.0
890307	2	15	251	5.1	58	40	0.30	30.0	1.0
890321	2	14	206	5.1	34	40	0.06	-	6.0
890412	2	15	180	5.1	49	39	0.06	-	4.0
890425	2	14	107	5.1	51	24	0.07	-	3.0
890524	2	26	247	5.8	146	80	0.13	-	3.0
890704	2	33	317	5.8	138	87	0.25	-	0.0
890907	2	36	417	5.8	160	120	0.19	7.0	3.0
891101	2	19	-	5.3	80	-	-	-	-
891114	2	19	-	5.2	-	-	-	-	-

vervolg bijlage 6

datum	ven	diep	Cl	pHv	alk	Ca	o_P	NH4	NO3
880226	3	24	285	3.6	0	13	0.96	28.0	1.1
880304	3	23	260	3.7	0	21	0.64	23.7	7.0
880311	3	22	229	5.7	134	125	0.40	21.5	1.2
880328	3	20	305	5.3	64	103	-	32.9	2.0
880406	3	23	273	4.7	131	116	0.25	1.0	2.0
880419	3	25	312	6.2	214	184	0.36	5.0	2.0
880502	3	30	312	6.6	259	266	0.50	1.0	3.0
880525	3	36	383	5.9	328	351	0.64	37.0	1.0
880704	3	41	361	6.3	454	310	1.06	106.0	5.0
880905	3	28	179	6.4	259	126	0.45	2.0	1.0
881101	3	28	384	5.6	233	121	1.11	30.0	1.0
890103	3	-	233	5.4	87	57	0.27	-	3.0
890307	3	25	296	4.9	46	65	0.67	97.0	4.0
890321	3	24	200	4.6	0	47	0.10	-	14.0
890412	3	24	187	4.4	18	56	0.17	-	4.0
890425	3	24	193	4.4	24	55	0.23	-	5.0
890524	3	34	301	5.2	106	86	0.45	-	3.0
890704	3	38	317	5.4	118	118	0.47	5.0	0.0
890907	3	43	401	5.6	172	155	0.40	12.0	1.0
891101	3	26	-	4.6	43	-	-	-	-
891114	3	28	-	4.8	-	-	-	-	-
880226	5	32	314	3.7	0	15	0.58	10.8	1.7
880304	5	31	270	3.7	0	19	0.35	10.8	1.5
880311	5	30	314	3.8	0	28	0.27	24.5	2.6
880328	5	29	270	3.8	0	30	0.63	33.6	2.3
880406	5	31	273	3.8	0	26	0.32	9.0	4.0
880419	5	35	293	4.1	0	47	0.39	3.0	1.0
880502	5	43	319	4.0	0	50	0.72	1.0	1.0
880525	5	50	-	-	-	-	-	-	-
880704	5	50	391	-	-	118	0.21	2.0	1.0
880905	5	36	206	4.1	0	36	0.35	1.0	1.0
881101	5	35	345	4.0	0	36	0.55	5.0	1.0
890103	5	-	200	4.1	0	15	0.22	-	14.0
890307	5	32	281	3.9	0	26	0.45	61.0	7.0
890321	5	30	193	4.1	0	28	0.11	-	23.0
890412	5	31	187	3.8	0	23	0.15	-	10.0
890425	5	31	180	3.8	0	21	0.22	-	2.0
890524	5	50	-	-	-	-	-	-	-
890704	5	50	-	-	-	-	-	-	-
890907	5	50	-	-	-	-	-	-	-
891101	5	33	-	4.0	0	-	-	-	-
891114	5	33	-	4.0	0	-	-	-	-

vervolg bijlage 6

datum	ven	diep	Cl	pHv	alk	Ca	o_P	NH4	NO3
880226	110	38	285	3.6	0	11	0.59	11.6	1.3
880304	110	37	270	3.8	0	14	0.63	8.5	90.0
880311	110	36	285	3.9	0	18	0.59	9.3	1.7
880328	110	35	205	4.1	0	42	0.34	23.7	3.7
880406	110	37	261	4.0	0	18	0.26	7.0	3.0
880419	110	41	286	4.2	0	18	0.49	2.0	1.0
880502	110	46	-	4.0	0	-	-	-	-
880525	110	54	414	4.3	0	91	0.48	50.0	2.0
880704	110	59	-	3.7	0	-	-	-	-
880905	110	39	246	4.0	0	30	0.43	1.0	1.0
881101	110	38	350	4.0	0	21	1.11	20.0	3.0
890103	110	-	193	3.9	0	8	0.33	-	10.0
890307	110	37	281	4.0	0	12	0.80	38.0	6.0
890321	110	36	180	4.2	0	10	0.21	-	17.0
890412	110	37	187	4.0	0	11	0.34	-	14.0
890425	110	37	167	3.8	0	11	0.40	-	9.0
890524	110	50	295	4.0	0	27	1.20	-	3.0
890704	110	59	317	3.8	0	56	0.26	6.0	0.0
890907	110	58	463	3.6	0	244	0.24	5.0	0.0
891101	110	42	-	4.0	0	-	-	-	-
891114	110	42	-	4.0	0	-	-	-	-
880226	11W	38	285	4.0	0	12	0.35	2.5	5.0
880304	11W	37	225	3.7	0	14	0.40	7.0	69.0
880311	11W	36	285	4.0	0	17	0.43	4.0	1.2
880328	11W	35	171	3.9	0	21	0.49	14.0	69.0
880406	11W	37	306	4.1	0	65	0.24	4.0	3.0
880419	11W	40	286	4.3	0	21	0.43	1.0	1.0
880502	11W	45	354	4.3	0	25	2.52	5.0	3.0
880525	11W	50	470	4.1	0	66	0.43	6.0	1.0
880704	11W	52	361	4.0	0	23	0.43	6.0	1.0
880905	11W	40	502	4.2	0	43	1.11	60.0	1.0
881101	11W	38	242	4.2	0	11	0.71	13.0	1.0
890103	11W	-	233	4.0	0	9	0.43	-	3.0
890307	11W	36	242	4.2	0	12	0.30	2.0	1.0
890321	11W	36	247	4.2	0	18	0.09	-	2.0
890412	11W	37	213	4.2	0	14	0.12	-	2.0
890425	11W	37	213	4.1	0	14	0.24	-	3.0
890524	11W	49	278	4.3	0	25	0.37	-	1.0
890704	11W	69	-	-	-	-	-	-	-
890907	11W	69	-	-	-	-	-	-	-
891101	11W	42	-	4.2	0	-	-	-	-
891114	11W	42	-	4.1	0	-	-	-	-

vervolg bijlage 6

datum	ven	diep	Cl	pHv	alk	Ca	o_P	NH4	NO3
890226	12	44	285	3.7	0	10	0.51	3.2	1.6
880304	12	33	295	3.8	0	13	0.60	3.2	76.0
880311	12	31	285	4.3	22	44	0.33	19.9	1.5
880328	12	31	293	4.5	24	43	0.44	20.7	2.1
880406	12	33	267	4.6	34	29	0.28	9.0	1.0
880419	12	38	299	4.5	37	51	1.59	15.0	2.0
880502	12	45	347	4.4	17	93	1.64	10.0	1.0
880525	12	60	-	-	-	-	-	-	-
880704	12	60	348	3.9	0	129	0.55	-	8.0
880905	12	44	206	4.2	0	45	0.47	1.0	1.0
881101	12	46	339	4.1	0	35	0.55	3.0	0.0
890103	12	-	167	4.1	0	20	0.25	-	12.0
890307	12	32	186	4.1	0	23	0.39	7.0	2.0
890321	12	31	174	6.3	124	92	0.07	-	14.0
890412	12	32	180	5.9	95	81	0.16	-	12.0
890425	12	31	160	5.7	76	71	0.14	-	5.0
890524	12	46	363	5.4	117	136	0.48	-	2.0
890704	12	54	409	4.6	52	525	0.32	126.0	5.0
890907	12	61	-	-	-	-	-	-	-
891101	12	42	-	4.3	12	-	-	-	-
891114	12	41	-	4.4	-	-	-	-	-
880226	13	47	244	4.0	0	10	0.44	19.2	2.1
880304	13	46	275	3.8	26	26	0.40	13.1	1.8
880311	13	44	280	4.4	16	35	0.35	9.3	2.7
880328	13	43	254	5.2	27	58	0.47	10.8	1.8
880406	13	46	261	-	1	36	0.28	6.0	2.0
880419	13	51	273	-	16	33	0.37	6.0	5.0
880502	13	61	-	5.3	195	171	2.57	6.0	-
880525	13	72	-	-	-	-	-	-	-
880704	13	72	-	-	-	-	-	-	-
880905	13	60	246	4.1	0	55	0.30	1.0	1.0
881101	13	51	318	4.2	0	45	0.40	5.0	1.0
890103	13	-	220	4.0	0	28	0.21	-	8.0
890307	13	47	261	4.3	0	39	0.23	5.0	0.0
890321	13	45	213	5.6	160	62	0.08	-	8.0
890412	13	47	193	4.9	46	58	0.12	-	3.0
890425	13	47	206	4.4	22	49	0.11	-	2.0
890524	13	72	-	-	-	-	-	-	-
890704	13	72	-	-	-	-	-	-	-
890907	13	72	-	-	-	-	-	-	-
891101	13	60	-	4.1	0	-	-	-	-
891114	13	61	-	4.2	0	-	-	-	-

*) diepte = de lengte van de peilstok van top tot waterlijn.
de pHv is de veld-pH.

Bijlage 7

Verdelingen van de in figuur gezette waarden: diepte, chloridegehalte, pHv, calciumgehalte, alkaliniteit, ortho-fosfaat-, ammoniak- en nitraatgehalte .

Histogram of diepte

```
      -  15    9 *********
 15 -  20   15 ***************
 20 -  25   15 ***************
 25 -  30   12 ************
 30 -  35   25 *************************
 35 -  40   27 ***************************
 40 -  45   18 ******************
 45 -  50   17 *****************
 50 -  55    5 *****
 55 -  60    7 *******
 60 -  65    3 ***
 65 -  70    2 **
 70 -        5 *****
```

Missing values: 8

Scale: 1 asterisk represents 1 unit.

Histogram of cl (chloridegehalte)

```
      -   40   0
  40 -    80   0
  80 -  120    1 *
 120 -  160    1 *
 160 -  200   22 **********************
 200 -  240   17 *****************
 240 -  280   36 ************************************
 280 -  320   38 **************************************
 320 -  360    6 ******
 360 -  400    6 ******
 400 -  440    5 *****
 440 -  480    2 **
 480 -         2 **
```

Missing values: 32

Scale: 1 asterisk represents 1 unit.

Histogram of phv (veld pH)

```
      - 3.3   0
  3.3 - 3.6   3 ***
  3.6 - 3.9  25 *************************
  3.9 - 4.2  58 ************************************************************
  4.2 - 4.5  19 *******************
  4.5 - 4.8   7 *******
  4.8 - 5.1   7 *******
  5.1 - 5.4  11 ***********
  5.4 - 5.7   5 *****
  5.7 - 6.0   7 *******
  6.0 - 6.3   3 ***
  6.3 - 6.6   4 ****
  6.6 -       2 **
```

Missing values: 17

Scale: 1 asterisk represents 1 unit.

Histogram of lgca (log. calciumgehalte)

```
      - 1.05  13 *************
 1.05 - 1.20  13 *************
 1.20 - 1.35  14 **************
 1.35 - 1.50  22 ***********************
 1.50 - 1.65  20 ********************
 1.65 - 1.80  18 ******************
 1.80 - 1.95  10 **********
 1.95 - 2.10  12 ************
 2.10 - 2.25   7 *******
 2.25 - 2.40   3 ***
 2.40 - 2.55   4 ****
 2.55 - 2.70   0
 2.70 -        1 *
```

Missing values: 31

Scale: 1 asterisk represents 1 unit.

Histogram of lgalk (de waarde alk = 0 eerst vermeerderd met 0.01)
(log. alkaliniteit)

```
      - -1.6  93 ************************************************************
 -1.6 - -1.2   0
 -1.2 - -0.8   0
 -0.8 - -0.4   0
 -0.4 -  0.0   1 *
  0.0 -  0.4   0
  0.4 -  0.8   1 *
  0.8 -  1.2   1 *
  1.2 -  1.6  15 ***************
  1.6 -  2.0  14 **************
  2.0 -  2.4  18 ******************
  2.4 -  2.8   7 *******
  2.8 -        0
```

Missing values: 18

Scale: 1 asterisk represents 1 unit.

```
Histogram of lgo_p (log. ortho-fosfaat)

      - -1.20   2 **
-1.20 - -1.05   6 ******
-1.05 - -0.90   8 ********
-0.90 - -0.75   9 *********
-0.75 - -0.60  16 ****************
-0.60 - -0.45  25 *************************
-0.45 - -0.30  34 **********************************
-0.30 - -0.15  14 **************
-0.15 -  0.00   8 ********
 0.00 -  0.15   6 ******
 0.15 -  0.30   4 ****
 0.30 -         4 ****

Missing values:  16

Scale:  1 asterisk represents 1 unit.


Histogram of lgnh4 (log. ammoniak)


      - -0.50   1 *
-0.50 - -0.25   0
-0.25 -  0.00  10 **********
 0.00 -  0.25   0
 0.25 -  0.50  15 ***************
 0.50 -  0.75  18 ******************
 0.75 -  1.00  22 **********************
 1.00 -  1.25   9 *********
 1.25 -  1.50  11 ***********
 1.50 -  1.75   5 *****
 1.75 -  2.00   4 ****
 2.00 -         2 **

Missing values:  55

Scale:  1 asterisk represents 1 unit.


Histogram of lgno3 (log. nitraat)


      - -0.75   7 *******
-0.75 - -0.50   0
-0.50 - -0.25   0
-0.25 -  0.00  32 ********************************
 0.00 -  0.25   9 *********
 0.25 -  0.50  43 *******************************************
 0.50 -  0.75  12 ************
 0.75 -  1.00  13 *************
 1.00 -  1.25   9 *********
 1.25 -  1.50   1 *
 1.50 -  1.75   3 ***
 1.75 -         6 ******

Missing values:  17

Scale:  1 asterisk represents 1 unit.
```

Bijlage 8

Variantie-analyse volgens model interactie veenmos*mergel m.b.v. Genstat.

Inleeswaarden

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
o_p	0.0600	0.4928	2.5700	152	16
nh4	0.20	14.09	126.00	152	55
no3	0.100	7.464	90.000	152	17

o_p	gemeten orthofosfaatconcentraties (umol/l)
nh4	gemeten ammoniumconcentraties (umol/l)
no3	gemeten nitraatconcentraties (umol/l)
lgo_p0	10logarithme van o_p in het eerste monster van het betreffende ven (toestand voor behandeling)
lgo_p1	gemiddelden van de 10logarithmen van o_p in de overige 18 monsters van het betreffende ven (toestand na behandeling)
dlgo_p	lgo_p1 - lgo_p0
lgnh40	10logarithme van nh4 in het eerste monster van het betreffende ven (toestand voor behandeling)
lgnh41	gemiddelden van de 10logarithmen van nh4 in de overige 18 monsters van het betreffende ven (toestand na behandeling)
dlgnh4	lgnh41 - lgnh40
lgno30	10logarithme van no3 in het eerste monster van het betreffende ven (toestand voor behandeling)
lgno31	gemiddelden van de 10logarithmen van no3 in de overige 18 monsters van het betreffende ven (toestand na behandeling)
dlgno3	lgno31 - lgno30
d.f.	vrijheidsgraden
m.s.	mean squares
v.r.	variance ratio (F ratio)
F pr.	overschrijdingskans

De gemiddelden van de waarden na de bemergeling en de uitgangswaarden van ortho-fosfaat, ammoniak en nitraat gebruikt voor de variantieanalyse.

vennr	mergel	veenmos	lgo_p0	lgo_p1	dglgo_p	lgnh40	lgnh41	dglgnh4	lgno30	lgno31	dglgno3
1	0	0	-0.46	-0.47	-0.01	0.51	0.74	0.23	-	0.60	
2	1	0	-0.08	-0.63	-0.55	-0.70	0.52	1.22	1.51	0.35	-1.16
3	1	1	-0.02	-0.39	-0.37	1.45	1.08	-0.37	0.04	0.33	0.29
5	0	1	-0.24	-0.51	-0.27	1.03	0.82	-0.22	0.23	0.44	0.21
10	0	1	-0.23	-0.36	-0.13	1.06	0.95	-0.11	0.11	0.47	0.36
11	0	0	-0.46	-0.40	0.06	0.40	0.79	0.39	0.70	0.39	-0.31
12	1	1	-0.29	-0.42	-0.12	0.51	0.97	0.46	0.20	0.49	0.29
13	1	0	-0.36	-0.54	-0.18	1.28	0.76	-0.52	0.32	0.29	-0.03

vervolg bijlage 8 .

-----Analysis of variance -----

Variate: dglgo_p

Source of variation	d.f.(m.v.)	m.s.	v.r.	F pr.
veenmos	1	0.0092	0.25	0.65
mergel	1	0.1117	3.00	0.18
veenmos.mergel	1	0.0695	1.87	0.27
Residual	3(1)	0.0372		
Total	6(1)			

Variate: dglgnh4

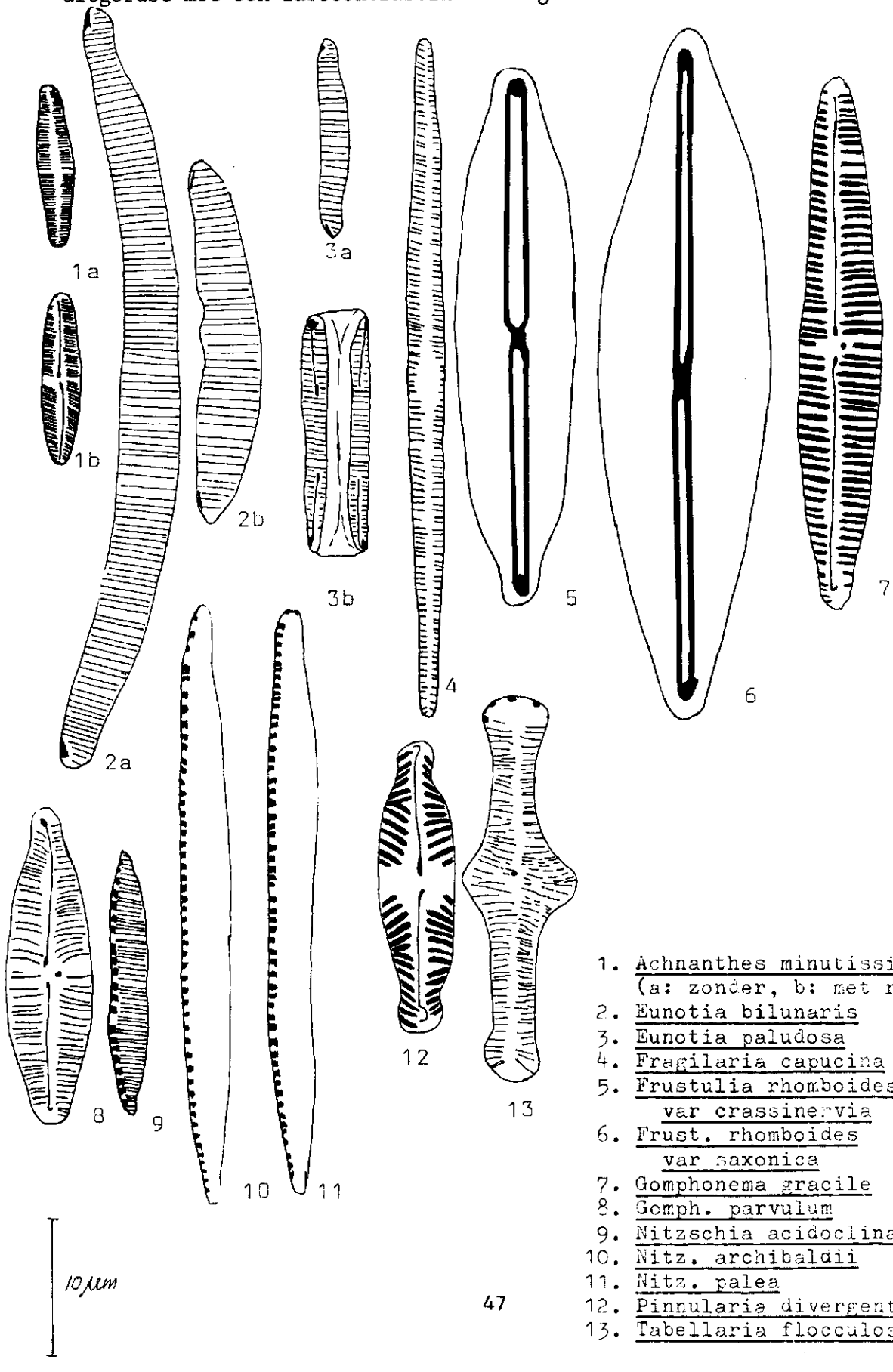
Source of variation	d.f.(m.v.)	m.s.	v.r.	F pr.
veenmos	1	0.364	0.59	0.50
mergel	1	0.015	0.02	0.89
veenmos.mergel	1	0.032	0.05	0.84
Residual	3(1)	0.621		
Total	6(1)			

Variate: dglgno3

Source of variation	d.f.(m.v.)	m.s.	v.r.	F pr.
veenmos	1	1.093	5.04	0.11
mergel	1	0.040	0.18	0.70
veenmos.mergel	1	0.042	0.19	0.69
Residual	3(1)	0.217		
Total	6(1)			

Bijlage 9

Diatomeeën getekend m.b.v. een tekentubus aan de Zeiss-stereomicroscoop uitgerust met een fasecontrastinrichting.



1. Achnanthes minutissima (a: zonder, b: met raphe)
2. Eunotia bilunaris
3. Eunotia paludosa
4. Fragilaria capucina
5. Frustulia rhomboides var crassinervia
6. Frust. rhomboides var saxonica
7. Gomphonema gracile
8. Gomph. parvulum
9. Nitzschia acidoclinata
10. Nitz. archibaldii
11. Nitz. palea
12. Pinnularia divergentissima
13. Tabellaria flocculosa

Bijlage 10

Lijst van door Th.G.N. Dresscher aangetroffen soorten in vennetjes op de Tongerense Heide (uittreksel uit Map 20B van het Archief van de Hydrobiologische Vereniging, aanwezig op het RIN te Leersum).

De resultaten zijn verkregen door middel van incidentele bemonsteringen in de jaren 1977-'78. De preciese locaties van de bemonsterde vennen zijn niet bekend.

1 = I^{e} Plas bij de Tepelberg, ± 3 km N. van Gortel, Tongerse Heide
2 = II^{e} Plas bij de Tepelberg, ± 3 km N. van Gortel, Tongerse Heide
3 = Smidsveen, Tongerse Heide, ± 2,5 km N. van Gortel

1	2	3		1	2	3	
			Goudwieren				Wortelpotigen
+	+	+	*Dinobryon*		+		*Arcella catinus*
	+		*Mallomonas*	+			*Arcella vulgaris*
					+		*Arcella discoides*
			Kiezelwieren		+		*Centropyxis constricta*
				+			*Euglypha ciliata*
+	+		*Eunotia pectinalis*		+		*Sphenoderia fissirostris*
	+	+	*Frustulia rhomboides* var. *saxonica*	+	+		*Actinosphaerium eichhorni*
		+	*Navicula*				
							Raderdieren
			Flagellaten				
				+			*Cephalodella gibba*
		+	*Cryptomonas*	+			*Colurella colurus*
				+	+		*Keratella serrulata*
+	+		*Gonyostomum semen*			+	*Lecane*
				+			*Lecane acus*
	+		*Euglena compressa*	+			*Lecane flexilis?*
	+		*Trachelomonas volvocina*	+			*Lecane galeata*
				+	+		*Lecane intrasinuata*
			Groenwieren	+			*Lecane ploenensis*
				+			*Monommata longiseta*
+	+		*Microspora*		+		*Rotaria*
+			*Ulothrix*				
							Watervlooien en
+	+	+	*Clamydomonas*				Roeipootkreeften
+	+		*Closterium pronum*	+			*Alona rectangularis*
+			*Closterium striolatum*	+			*Acantholeberis curvirostris*
	+		*Cylindrocystis brebissonii*	+	+		*Alonella excisa*
+	+	+	*Euastrum binale*	+			*Alonella exigua*
+	+	+	*Mougeotia*	+			*Ceriodaphnia megops*
		+	*Penium*	+	+		*Chydorus sphaericus*
		+	*Staurastrum margaritaceum*				
	+		*Spirogyra*	+	+		*Cyclops*
				+			*Diaptomus*
				+			*Nauplii*

Commentaar (door H. van Dam, J.A. Sinkeldam, R.M.M. Roijackers en P.J. Schroevers):

De kiezelwieren *Eunotia* en *Frustulia* zijn kenmerkend voor zure wateren. *Gonyostomum semen* wordt in de tachtiger jaren steeds meer gemeld uit verzuurde humeuze wateren in Scandinavië. *Closterium striolatum* is een typische soort uit vennen en veenpoeltjes. Dit geldt ook voor *Keratella serrulata* en *Acantholeberis curvirostris*. *Euastrum binale* komt in iets mesotrofe vennen voor, terwijl *Cylindrocystis brebissoni*, *Arcella catinatus* en *Sphenoderia fissirostris* vooral in zure veenmosvennen voorkomen. Het grote aantal *Lecane*-soorten in ven 1 wijst op humeus water. Veel van de overige taxa komen in verschillende watertypen voor of de ecologie ervan is nog weinig bekend.

Bijlage 11

Niveau-meting van de peilstokken

Uitgegaan is van punt 27C-56 van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat, dat zich 281279 mm boven NAP bevindt. Op punt X, dat centraal gelegen is ten opzichte van de vennen (Fig. 2), is een metalen buis in de bodem verankerd. De hoogte van de bovenkant van deze buis is opgemeten ten opzichte van punt 27C-56 en vanaf dit punt X zijn de peilstokken ingemeten. De metingen zijn verricht op 11,12 en 17 oktober 1989 en 18 januari 1990 met een Ni2-Zeiss apparaat en een houten baak van 3 m met een onderverdeling in centimeters. De slagen bedroegen steeds ongeveer 60 m.

De resultaten zijn weergegeven in de volgende tabel:

Punt	NAP-hoogte (mm)	S(mm)	meetafstand (m)	aantal metingen
X	282589	8.1	1380	4
1	282558	8.2	1560	3
2	282533	8.2	1560	2
3	283016	8.1	1800	2
5	282563	8.6	1980	2
11o	282585	8.1	1620	2
11w	282589	8.1	1560	2
12	282833	8.1	1500	2
13	282535	8.2	1760	2

De NAP-hoogte geeft aan wat de gemiddelde waarde is van de hoogtemetingen van de bovenrand van iedere (ijzeren) peilstok en S is de erbij behorende standaardafwijking. Hierbij zijn geen waarden opgenomen die dermate afweken van het gemiddelde dat kon worden aangenomen dat het ging om afleesfouten. De standaardafwijkingen en de meetafstanden van de peilstokken van de vennen zijn berekend alsof gemeten is vanaf punt 27C-56. Het kwadraat van S is herbij gelijk aan het de som van de kwadraten van de standaardafwijkingen van de afstanden tussen punt 27C-56 en punt X en tussen punt X en de afzonderlijke vennen. X. Het 'aantal metingen' is voor punt X het aantal metingen tussen 27C-56 en X en voor de punten 1 t/m 13 het aantal metingen tussen 27C-56 en elk van de vennen.

De standaardafwijkingen zijn vrij groot (8-9 mm). De oorzaak is waarschijnlijk een systematische onnauwkeurigheid van de metingen zelf. De standaardafwijkingen worden immers groter naarmate de meetafstand groter wordt. Bovendien bleek bij het traject punt 27C-56 naar punt X, waar halverwege de hoogte van een betonnen paaltje werd opgemeten, dat de metingen in het eerste gedeelte een even grote onnauwkeurigheid op te leveren als in het tweede gedeelte.

Aanbevelingen om eventueel in de toekomst nauwkeuriger te kunnen meten (afkomstig van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat) zijn:

1. een fijnafstelling op het Ni2-Zeiss apparaat aanbrengen, waardoor in millimeters afgelezen, in plaats van geschat, kan worden,
2. het Ni2-Zeiss apparaat beter waterpas zetten: de luchtbel niet alleen in het cirkeltje (zoals hier gebeurde), maar precies in het midden van het cirkeltje stellen,
3. bij metingen in onverhard terrein paaltjes in plaats van het metalen plaatje gebruiken om de baak op te zetten.