Monitoring van vennen 1978-2006

Effecten van klimaatsverandering en vermindering van verzuring

Definitief

Waterschap Reest & Wieden, Waterschap Veluwe,
Waterschap Vallei en Eem, Waterschap De Dommel,
Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium

Grontmij | AquaSense Amsterdam
Amsterdam, 14 januari 2008

Verantwoording

Titel	:	Monitoring van vennen 1978-2006
Subtitel	:	Effecten van klimaatsverandering en vermindering van verzuring
Projectnummer	:	202542 (Grontmij), 606 (AWN)
Referentienummer	:	I&M-99392467 /AWN 606
Revisie	:	1
Datum	:	14 januari 2008

Auteur(s)	:	Dr. H. van Dam, ing. A. Mertens
E-mail adres	:	herman.vandam@waternatuur.nl
Gecontroleerd door	:	Drs. R.R. Jonker
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	Dr. J.T. Meulemans
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	Kruislaan 411 A 1098 SJ Amsterdam Postbus 95125 1090 HC Amsterdam T +31 20 592 22 44 F +31 20 592 22 49 info@aquasense.nl www.aquasense.nl

Adviseur Water en Natuur
Postbus 37777
1030 BJ Amsterdam
T +31 20 77 23 295
E info@waternatuur.nl
Handelsregister
34248191

Referaat

H. van Dam & A. Mertens (2008). Monitoring van vennen 1978-2006: Effecten van klimaatsverandering en vermindering van verzuring. In opdracht van: Waterschap Reest & Wieden, Waterschap Veluwe, Waterschap Vallei en Eem, Waterschap De Dommel en Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium. Grontmij | AquaSense, Amsterdam, rapport nr 202542 / Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam, rapport nr 606. 100p.

Van 1978 tot en met 2006 zijn in drie vennen jaarlijks en in acht vennen elke vier jaar waarnemingen van chemie van het oppervlaktewater en diatomeeën (kiezelwieren) verricht. De gegevens zijn verwerkt, samen met verspreide waarnemingen uit dezelfde vennen vanaf 1916. Het oorspronkelijke doel was om het herstel van verzuring door atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen te volgen. Gaandeweg bleek dat ook klimaatsverandering belangrijke veranderingen veroorzaakt van de biogeochemische processen in de vennen.

De temperatuur van de vennen is tussen 1978 en 2006 met 1,8 graad gestegen. De mediane sulfaatconcentratie nam met 4,8 mmol m^{-3} j^{-1} af, wat veel is in vergelijking met andere Europese landen. Na tijdelijk droogvallen in droge jaren worden pieken van de sulfaatconcentraties waargenomen. De concentratie van ammonium is afgenomen van 34 tot 6 mmol m^{-3}. De afname is vooral na 1990 en veel groter dan op grond van de afname van de depositie kan worden verwacht. Hierbij speelt waarschijnlijk de toename van de temperatuur een rol. In Brabant voldoet 85% van de metingen van nutriënten niet aan de normen van de Kaderrichtlijn Water, in Drenthe is dat 19%. Sulfaatreductie en denitrificatie veroorzaken interne eutrofiëring.

Het aandeel van de doelsoorten diatomeeën voor zwakgebufferde wateren was in het begin van de 20e eeuw groot en bereikte een dieptepunt in de zeventiger en tachtiger jaren. Daarna trad, door de afname van de verzuring, herstel op en kwamen er weer meer doelsoorten, maar gedeeltelijk andere dan in de oorspronkelijke situatie. Mogelijk komt dit door hogere nutriëntenconcentraties dan vroeger. Het herstel gaat samen met een sterke toename van de berekende ecologische kwaliteit (EKR).

Voor het gecoördineerd voortzetten van de waarnemingen is structurele financiering noodzakelijk.

Trefwoorden: vennen, atmosferische depositie, luchtverontreiniging, waterstand, hydrologie, droogte, chemie, stikstof, zwavel, temperatuur, kiezelwieren, diatomeeën, klimaatsverandering, verzuring, eutrofiëring, herstel, EKR, ecologische kwaliteit, monitoring

Inhoudsopgave

Samenvatting 1

1 Inleiding 5

2 Locaties 7
2.1 Intensief bemonsterde vennen 7
2.1.1 Achterste Goorven 8
2.1.2 Gerritsfles 10
2.1.3 Kliplo 10
2.2 Extensief bemonsterde vennen 12
2.2.1 Drenthe 12
2.2.2 Veluwe 13
2.2.3 Noord-Brabant 15
2.3 Weer, klimaat en depositie 16
2.3.1 Weer en klimaat 16
2.3.2 Depositie 18

3 Methoden 21
3.1 Bemonstering en analyse 21
3.1.1 Chemie en waterstand 21
3.1.2 Kiezelwieren 22
3.2 Verwerking 23
3.2.1 Chemie en waterstand 23
3.2.2 Kiezelwieren 25

4 Resultaten 31
4.1 Chemie en waterstand 31
4.1.1 Waarnemingen 2003-2006 31
4.1.2 Langetermijnveranderingen van de intensief bemonsterde vennen 32
4.1.3 Langetermijnveranderingen van alle bemonsterde vennen 39
4.1.4 Veranderingen in chemische kwaliteit 41
4.2 Kiezelwieren 42
4.2.1 Overzicht alle vennen 42
4.2.2 Details intensief bemonsterde vennen 45
4.2.3 Details extensief bemonsterde vennen 49
4.2.4 Hoofdcomponentenanalyse 52

5 Conclusies en aanbevelingen 57

6 Dankwoord 59

7 Literatuur 61

8 Bijlagen 65

- Bijlage 1 -

Bijlage 1.	Details bemonsteringslocaties	67
Bijlage 2.	Diepteverdeling intensief bemonsterde vennen	69
Bijlage 3.	Watertemperaturen	71
Bijlage 4.	Waterstanden	73
Bijlage 5.	Indeling ecologische groepen diatomeeën	77
Bijlage 6.	Fysische en chemische metingen	79
Bijlage 7.	Geselecteerde chemische gegevens van alle vennen	81
Bijlage 8.	Analyses kiezelwieren 2006	83
Bijlage 9.	Ecologische indicatiewaarden en ecologische groepen Gerritsfles	85
Bijlage 10.	Overzicht alle bestudeerde monsters 1916 – 2006	87
Bijlage 11.	Overzicht alle aangetroffen taxa 1919 – 2006	89
Bijlage 12.	Tijdreeksen van de meest algemene kiezelwieren en karakteristieken van de intensief bemonsterde vennen	91
Bijlage 13.	Tijdreeksen van de meest algemene kiezelwieren en karakteristieken van de extensief bemonsterde vennen	95
Bijlage 14.	Belangrijkste resultaten hoofdcomponentenanalyse	99

Samenvatting

Algemeen

Vennen en hun betekenis

De Nederlandse vennen zijn door hun oorspronkelijke voedselarmoede gevoeliger dan andere ecosystemen voor de effecten van grootschalige luchtverontreiniging. Dit uit zich in de lage kritische depositieniveaus, met name voor stikstofverbindingen. De invloed van atmosferische depositie heeft geleid tot een zeer sterke achteruitgang van de levensgemeenschappen in vennen. Omdat behoud van de venlevensgemeenschappen vanwege hun grote bijdrage tot de biodiversiteit (inter)nationaal van belang is, zijn in veel vennen maatregelen getroffen voor het doen overleven van karakteristieke soorten planten en dieren totdat de depositie beneden het kritische niveau is gedaald.

Meetreeksen

Om de effecten van de tot nu toe getroffen maatregelen na te gaan en de toekomstige ontwikkelingen goed in te kunnen schatten, zijn van enkele representatieve vennen homogene meetreeksen nodig, waarmee modellen kunnen worden ontwikkeld en extrapolaties naar de toekomst kunnen worden gedaan.

Van drie vennen zijn meetreeksen van jaarlijkse metingen van 1978 tot en met 2005 bekend. Daarnaast zijn er nog acht vennen die van 1978 tot en met 2002 elke vier jaar zijn bemonsterd. Uit de periode 1916-1977 zijn er bovendien veel verspreide waterkwaliteitsgegevens van deze vennen, die liggen in Drenthe, Noord-Brabant en op de Veluwe. Ze vormen een goede doorsnede van de geïsoleerde en verzuurde vennen in Nederlandse natuurgebieden, die nauwelijks worden beïnvloed door directe aanvoer van meststoffen door landbouw, vogelkolonies en dergelijke. Het beheer van deze vennen is de laatste jaren relatief weinig veranderd.

Indicatoren

De aanwezige gegevens betreffen de veranderingen van het waterpeil, de chemische samenstelling van het water en de soortensamenstelling van kiezelwieren. Dat zijn microscopische algen, die sterk reageren op veranderingen in de waterchemie.

Rapportage

Dit rapport bevat de resultaten van de metingen in 2006. Daarnaast worden de veranderingen in het waterpeil en de kwaliteit tussen 1916 en 2002 zichtbaar gemaakt en in relatie gebracht met veranderingen in de depositie van verzurende en vermestende depositie.

Veranderingen in klimaat en depositie

Klimaat

In de periode 1978-2006 is de gemiddelde jaartemperatuur met ongeveer 0,045 graad per jaar (in totaal ca 1,2 graad) toegenomen. Met name vanaf 1987 zijn veel jaren zeer warm, met als record het jaar 2006, het warmste jaar sinds het begin van de metingen aan het begin van de 18e eeuw.

Niet alleen de temperatuur, maar ook de jaarlijkse neerslagsom is toegenomen, met een snelheid van ongeveer 5,1 mm per jaar. De variatie in de neerslag over het land is daarbij groter dan die van de temperatuur.

De netto-neerslag op de vennen en de uitspoeling van stoffen in de winter is daardoor over de periode 1978-2002 toegenomen en heeft zich daarna enigszins gestabiliseerd. De concentraties van stoffen zijn daardoor ongeveer 0,6 maal verdund. Dat laat zich goed vaststellen aan het biogeochemisch inactieve chloride, waarvan de mediane concentratie (in de late zomer en het najaar) in de onderzochte vennen is gedaald van 388 tot 248 mmol m^{-3}.

Biogeochemische processen

Door de hogere temperaturen zijn vooral bacteriële processen als sulfaatreductie en nitrificatie van ammoniumstikstof en denitrificatie (verdwijnen van gebonden stikstof naar de lucht) sinds 1978 sneller gaan verlopen, waardoor het verzurend effect van atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen is afgenomen. Sulfaatreductie en nitrificatie zijn eveneens bevorderd door de gemiddeld hoge waterstanden in deze periode. In (zeer) droge zomers, zoals die - in volgorde van afnemend neerslagtekort in de zomerperiode - van 1976, 1996, 2003, 1982, 1989, 1978 en 1990, dus eens in de vijf tot zes jaar voorkomen valt een deel van de venbodem droog, waardoor oxidatie van daarin opgehoopte gereduceerde zwavelverbindingen plaatsvindt.

Atmosferische depositie

De atmosferische depositie op de onderzochte vennen loopt uiteen van ca 1100 tot 1800 mol ha^{-1} j^{-1} stikstof en 350 tot 650 mol ha^{-1} j^{-1} zwavel, afhankelijk van de regio, de oppervlakte van de vennen, de openheid van de omgeving en de structuur van de oeverbegroeiing. De depositie van sulfaat is tussen 1978 en 2005 met ongeveer 75% afgenomen, terwijl de depositie van stikstof in die periode met ongeveer 35% is afgenomen. De depositie van stikstof bedraagt nog steeds ongeveer het dubbele van de kritische depositie.

Veranderingen in de vennen

Waterpeil

Het waterpeil van de drie intensief bemonsterde vennen is sterk afhankelijk van het jaarlijkse neerslagpatroon. Vooral in de bovengenoemde droge zomers treden lage waterstanden op. Over de hele periode van 1978 tot 2006 is er geen trend in de waterstand, behalve in het Achterste Goorven bij Oisterwijk, waar het aangrenzende Voorste Goorven in 1995 tijdelijk is droog gezet en de hydrologie van het hele vennengebied is veranderd, waardoor de gemiddelde waterstand en de amplitude ruim een decimeter zijn gedaald.

Watertemperatuur

Uit kwartaalmetingen van de temperatuur in de periode 1980-2006 blijkt dat de temperatuur van de drie intensief bemonsterde vennen gemiddeld 0,0704 graad per jaar ($r = 0,40$, $p < 0, 05$) is toegenomen. Over de hele periode 1980 – 2006 is dat 1,8 graad. Dat ligt in dezelfde orde van grootte als de stijging van de luchttemperatuur van 1,5 graad in De Bilt over hetzelfde tijdvak.

Waterchemie

Sulfaat en ammonium zijn belangrijke stoffen voor de biogeochemische cyclus in het water. Ammonium is tevens een voedingsstof voor planten. De verschillen in concentraties van sulfaat en ammonium tussen vennen blijken onder meer af te hangen van de depositie en variëren in de periode 1978-2006 in de onderzochte vennen sterk.

De concentratie van sulfaat in de vennen neemt af van mediaan 229 mmol m^{-3} tot 26 mmol m^{-3}. Na correctie voor de verdunning door de toename van de netto-neerslag bedraagt de afname 4,8 mmol m^{-3} j^{-1}, terwijl elders in Europa meestal waarden rond 2 mmol m^{-3} j^{-1} met uitschieters tot 4,8 mmol m^{-3} j^{-1} worden gevonden. De afname verloopt niet lineair; vooral in vennen die in

droge jaren, zoals 1996 en 2003, gedeeltelijk droogvallen kunnen door oxidatie van sulfide uit de waterbodem tijdelijk verhoogde sulfaatconcentraties voorkomen.

Voor ammonium is er een afname van mediaan 34 mmol m^{-3} tot 6 mmol m^{-3}. Na correctie voor de verdunning door de toename van de netto-neerslag bedraagt de afname van ammoniumstikstof 3,4 mmol m^{-3} j^{-1}. Er zijn hiervoor geen goede vergelijkende cijfers uit de rest van Europa. De afname van ammonium heeft zich vooral voorgedaan na 1998 en is veel sterker dan op grond van de veranderingen in de depositie mag worden verwacht. Deze snelle afname hangt mogelijk samen met de gestegen temperatuur in deze periode.

De afname van de verzurende invloed van stikstof- en zwavelverbindingen heeft geleid tot een toename van de alkaliniteit van de vennen van mediaan –20 meq m^{-3} in 1978 tot 41 meq m^{-3} in 2006. De jaarlijkse toename (gecorrigeerd voor verdunning) bedraagt 3,3 meq m^{-3}, hetgeen twee tot drie maal hoger is dan elders in Europa.

Chemische kwaliteit

Er zijn afzonderlijke kwaliteitsniveaus berekend voor totaal-fosfaat en totaal-stikstof, conform een recente indeling voor de Kaderrichtlijn Water (KRW).

In totaal voldoen acht van de in totaal 44 venmeetjaren tussen 1997 en 2006 (18%) niet aan de eisen voor totaal-fosfaat. Voor stikstof zijn er 19 (44%) venmeetjaren die niet aan de eisen voldoen. Tussen de verschillende regio's zijn er grote verschillen: van noord naar zuid verslechtert de kwaliteit, vooral voor totaal-stikstof. In Drenthe voldoet 19% van de venmeetjaren niet aan de eisen voor stikstof en in Brabant is dit 85%. Een groot deel van de gebonden stikstof is vastgelegd in organische stof (humus).

Kiezelwieren

De 190 aangetroffen soorten kiezelwieren zijn ingedeeld in verzuringsindicatoren, gewone soorten uit zure wateren, doelsoorten voor vennen en soorten uit voedselrijke en organisch verontreinigde wateren. Op grond van de onderlinge kwantitatieve verhoudingen van deze ecologische groepen is een ecologisch kwaliteitsgetal (EKR) berekend, waarmee het kwaliteitsniveau volgens de KRW (zeer goed, goed, matig, ontoereikend, slecht) is vastgesteld.

Sommige doelsoorten, zoals *Tabellaria binalis* en *Eunotia denticulata* hebben hun optimum duidelijk in de eerste helft van de 20^{e} eeuw, terwijl veel triviale soorten uit zure wateren, zoals *E. rhomboidea* en *Tabellaria quadriseptata* hun optimum in de tweede helft van deze eeuw hebben. *Eunotia exigua,* de verzuringsindicator bij uitstek, is optimaal ontwikkeld in de zeventiger jaren. Enkele doelsoorten, zoals *E. naegelii* en *E. meisteri*, komen pas vanaf 1990 in grotere aantallen voor ('nieuwe doelsoorten'). Zij ontbreken goeddeels in de oudste monsters.

Het aantal soorten per monster bereikt in de periode van de hevigste verzuring van de vennen, in de zeventiger en tachtiger jaren een minimum van minder dan 20 soorten, vooral op de Veluwe en in Noord-Brabant. In de negentiger jaren is het aantal soorten (ca 25) weer ongeveer op het vooroorlogse niveau , maar in de allerlaatste periode is dit aantal weer wat lager (ca 22), vooral in de Drentse vennen (ca 17).

De uit de kiezelwieren berekende pH is ook weer het laagst in de jaren zeventig en tachtig (4,3 – 4,5). In de jaren twintig werden waarden tussen 4,8 en 5,0 gemeten. In de huidige situatie is de berekende pH met waarden tussen 4,5 en 4,6 nog steeds lager dan bijna een eeuw geleden. De EKR vertoont een overeenkomstig beeld: de hoogste waarden (0,68 – 0,78) komen in de twintiger jaren voor en de laagste waarden (0,39 – 0,55) in de monsters uit de jaren zeventig en tachtig. In de Drentse vennen is de EKR thans gemiddeld boven het niveau van de twintiger jaren (vooral door het ontbreken van soorten uit voedselrijke wateren in de recente monsters), maar in de Veluwse en Brabantse vennen is de EKR nog niet terug op het oude niveau.

De veranderingen in de soortensamenstelling lijken vooral te worden bepaald door veranderingen in de zuurgraad, de sulfaatconcentraties en alkaliniteit; in mindere mate door veranderingen van de ammoniumconcentraties. Het is echter aannemelijk dat zeer recente veranderingen in de soortensamenstelling op sommige locaties mede worden veroorzaakt door dalende ammoniumconcentraties.

Hogere planten

Tussen 1978 en 2006 zijn in de onderzochte vennen niet systematisch gegevens over de plantengroei verzameld. De indruk bestaat dat zich daarin weinig veranderingen hebben voltrokken die wijzen op een verbetering van de kwaliteit. Doelsoorten uit zwak gebufferde wateren die in sommige vennen in het begin van de 20e eeuw aanwezig waren zijn nog niet teruggekeerd.

Conclusies en aanbevelingen

Algemeen

De chemische toestand van geïsoleerde vennen is door vermindering van de atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen aanzienlijk is verbeterd. De kritische depositieniveaus worden nog steeds overschreden, vooral die van stikstof. Ook de toegenomen temperatuur en de hoeveelheid neerslag in de laatste decennia hebben tot de verbeteringen bijgedragen. Door reductie van zwavelverbindingen en denitrificatie is de afbraak van in de bodem geaccumuleerde organische stof sterk toegenomen, waaruit o.a. fosfaat is vrijgekomen. Dit veroorzaakt interne eutrofiëring.

Op microscopische algen als kiezelwieren hebben deze veranderingen meer invloed dan op de hogere planten. De huidige soortensamenstelling van de kiezelwieren verschilt wezenlijk van die aan het begin van de 20e eeuw, als gevolg van de interne eutrofiëring.

Vooruitzichten

Verbeteringen in de kwaliteit van de venvegetaties zijn waarschijnlijk pas te verwachten bij verdere afname van de stikstofdepositie en uitvoeren van aanvullende beheersmaatregelen, bijvoorbeeld baggeren en opschonen van de oevers. Ook voor het duurzaam verbeteren van de toestand voor microscopische organismen zijn op den duur zulke maatregelen nodig, om interne eutrofiëring tegen te gaan. Daarmee moet in geïsoleerde vennen echter worden gewacht tot de depositie benden de kritische niveaus is gedaald.

Door voortgaande stijging van de temperatuur worden processen als sulfaatreductie en dentrificatie versneld. Een toename van de frequentie van droge zomers zal zorgen voor een snelle mineralisatie van in de bodem opgeslagen (zwavel)verbindingen. Klimaatmodellen voorspellen een toename van de neerslag in het winterhalfjaar, waardoor de uitspoeling uit de vennen toeneemt en de concentratie van door atmosferische depositie aangevoerde stoffen in de vennen zal verminderen.

Aanbevelingen

Door voortzetting van de metingen in het tot nu toe gevolgde schema zullen toekomstige veranderingen in de vennen door veranderingen van atmosferische depositie en klimaat kunnen worden gevolgd. De huidige opzet van het meetnet voldoet, maar de waarnemingen moeten strikter volgens het schema moeten worden uitgevoerd en alle belangrijke parameters (o.a. aluminium, opgeloste organische koolstof, alkaliniteit en vrij koolzuur) moeten steeds worden gemeten. De waterstand moet ten minste maandelijks worden geregistreerd en de detectiedrempels van nutrienten en sulfaat moeten worden verlaagd met een factor twee tot vijf.

De metingen moeten jaarlijks op een centraal punt worden verzameld en gevalideerd. Voor het correct uitvoeren en coördineren van de metingen is het ook nodig dat de financiering van dit meetnet niet meer jaarlijks ad hoc, maar structureel geschiedt.

1 Inleiding

Dit rapport is het vijfde in een reeks reguliere verslagen van een meetnet dat in 1978 is gestart om de invloed van de vermindering van verzurende atmosferische depositie te kunnen documenteren. Het betreft de veranderingen in de waterchemie en de kiezelwieren (diatomeeën) van een aantal geïsoleerde vennen (Van Dam 1987a, AquaSense 1995, 1999, 2003). Regelmatig is over de resultaten gerapporteerd in de internationale literatuur (Van Dam 1988, 1996) en in Nederlandse milieu- en natuurtijdschriften (Van Dam 1997, 2002; Van Dam & Mertens 1990, 2004).

Sinds 1978 is er nu dus een min- of meer homogene reeks van 28 jaar opgebouwd. In wezen gaan de waarnemingen veel verder terug: in de eerste verslagen zijn de directe waarnemingen van diverse onderzoekers vanaf 1916 opgenomen en in begeleidende publicaties zijn de resultaten van paleolimnologisch onderzoek opgenomen (Dickman e.a. 1987, Van Dam e.a. 1988a,b) waardoor we van enkele vennen informatie hebben over de veranderingen in de levensgemeenschappen en hun omgeving sinds ongeveer het begin van de 19^{e} eeuw; nu zo'n twee eeuwen geleden.

De resultaten zijn ingebracht in internationale meetnetten voor het waarnemen van het herstel van verzuring van oppervlaktewateren (Stoddard e.a. 1999) en zijn in Nederland gebruikt als referenties bij het opstellen en evalueren van venherstelplannen (bijv. Van Dam & Arts 1993, Arts & Van Dam 2002, Arts e.a. 2002, Bijkerk e.a. 2004, Grontmij | AquaSense & Alterra 2005).

Ook bij het verzamelen van de gegevens voor dit onderzoek is weer gebleken dat het uitvoeren van een consistent monitoringsprogramma over een lange reeks van jaren misschien schijnbaar eenvoudig, maar in de praktijk zeer gecompliceerd is. Het project is begonnen in een tijd dat verzuring voor het eerst aan de horizon verscheen en liep door in een tijd dat de verzuring uit het zicht leek te zijn verdwenen, waardoor de financiering erg moeilijk was. Bij het begin van het project was klimaatverandering nog een volstrekt onbekend probleem en kwam bij het uitbrengen van het vorig vierjaarlijks verslag langzamerhand in beeld. Pas ruim een half jaar geleden kreeg de verandering van het klimaat de grote belangstelling van publiek en beleid.

De onderzoeker van langetermijnprocessen is voortdurend in een spagaat: aan de ene kant eist de monitoring dat er zo strak mogelijk wordt vastgehouden aan de oorspronkelijk opzet van het onderzoek (locaties, tijdsintervallen, parameters, methoden in het veld en laboratorium en dataopslag, rapportage), aan de andere kant eist de wetenschap dat er rekening wordt gehouden met de snelle veranderingen in methodiek en de maatschappij (publiek, beleid) dat de metingen relevantie hebben voor de problemen van vandaag en morgen (gisteren en overmorgen schijnen nauwelijks belangrijk te zijn).

In het begin van de tachtiger jaren van de vorige eeuw werd verzuring 'ontdekt' en was er veel publieke belangstelling voor deze toen nieuwe bedreiging van het milieu (Figuur 1). Hoewel deze interesse geleidelijk is weggeëbd, hebben verzuring en grootschalige luchtverontreiniging nog steeds een ingrijpende invloed op de kwaliteit van milieu en natuur in Nederland. De verzuring door zwaveloxiden is weliswaar zeer sterk gereduceerd in de afgelopen decennia, maar de stikstofdepositie legt nog steeds een grote druk op de natuur (MNP 2006a,b). De heide, maar in

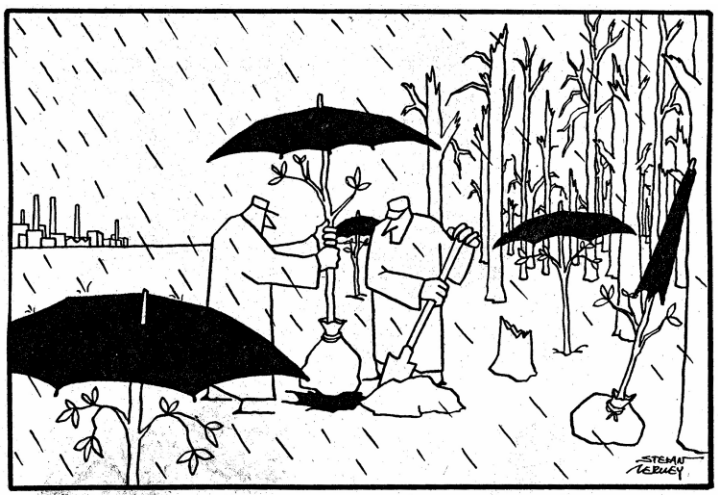
het bijzonder vennen behoren door hun voedselarmoede tot de gevoeligste ecosystemen voor grootschalige luchtverontreiniging. De kritische depositieniveaus, met name voor stikstof, zijn lager dan in enig ander ecosysteemtype (zie bijvoorbeeld Bobbink & Roelofs 1995 en Arts e.a. 2001).

De invloed van atmosferische depositie heeft geleid tot een zeer sterke achteruitgang van vrijwel alle componenten van de levensgemeenschappen in vennen. Het betreft niet alleen de typische flora van hogere planten en karakteristieke soorten amfibieën en libellen (Van Duuren e.a. 2003), maar ook de overigens zeldzame soorten van bijvoorbeeld kiezelwieren (diatomeeën) en sieralgen (desmidiaceeën) (zie bijvoorbeeld Van Dam & Buskens 1993).

Daar bij ongewijzigd beleid veel karakteristieke soorten organismen voorgoed uit Nederland zouden verdwijnen zijn er in veel vennen in het kader van het Overlevingsplan Bos- en Natuur maatregelen in vennen getroffen om deze soorten te doen overleven tot het moment dat de depositie beneden de kritische niveaus is gedaald (Van Ommering & Hendriks 2004). Doordat de Nederlandse vennen in het centrum van het verspreidingsgebied van een aantal karakteristieke soorten planten liggen is het behoud van deze soorten ook internationaal van betekenis (Verkaar e.a. 1992).

Er is daarom nog steeds behoefte aan actuele informatie omtrent de effecten van reeds genomen maatregelen tegen luchtverontreiniging, de huidige toestand van de Nederlandse vennen en de manier waarop deze zich gaat ontwikkelen bij verschillende depositiescenario's. Daartoe zijn van representatieve vennen homogene meetreeksen van verzuringsindicatoren nodig. Hiermee kunnen modellen worden ontwikkeld en extrapolaties naar de toekomst worden gedaan. Uit de vorige rapportage (AquaSense 2003) bleek dat de in de laatste jaren toegenomen temperaturen grote invloed hebben op het verloop van de biogeochemische processen in vennen. De verzamelde gegevens kunnen dus ook worden gebruikt voor onderzoek van effecten van klimaatveranderingen op aquatische ecosystemen. Daarover is in Nederland nog maar weinig bekend (Mooij e.a. 2005).

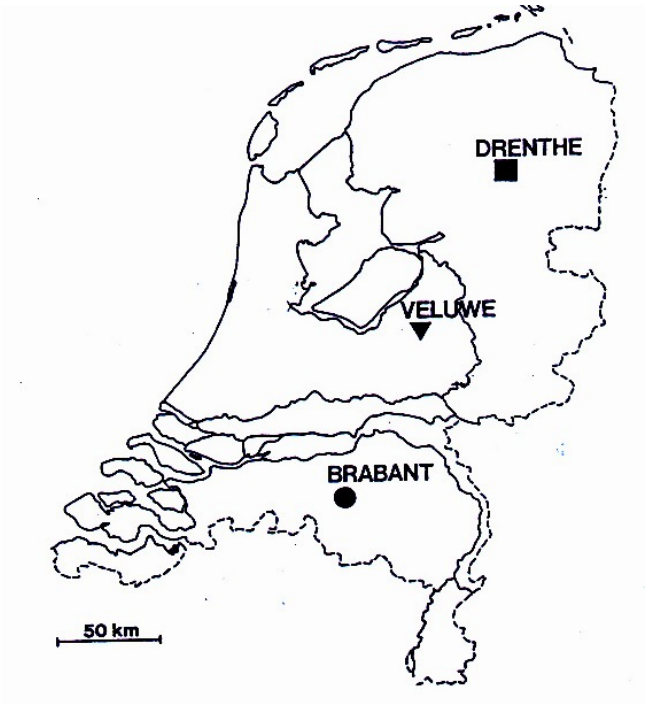
Dit rapport bevat de resultaten van metingen op een aantal vennen in de periode 2003-2006. De veranderingen in de kwaliteit van drie jaarlijks bemonsterde vennen en de acht vierjaarlijks bemonsterde vennen over een periode van 28 jaar wordt zichtbaar gemaakt en in relatie gebracht met veranderingen in de depositie van verzurende en vermestende depositie. Als referentie worden waarnemingen uit het begin van de 20^{e} eeuw gebruikt. Er wordt tevens aandacht besteed aan invloeden van beheer en klimaatsverandering.



Figuur 1. De oplossing voor het zure-regenprobleem van Stefan Verwey in de Volkskrant (1983).

2 Locaties

De bemonsterde vennen liggen in Drenthe, op de Veluwe en in Noord-Brabant (Figuur 2, Tabel 1). Satellietbeelden, met de exacte ligging van de bemonsterde locaties, zijn opgenomen in Bijlage 1.



Figuur 2. Ligging van de locaties in Nederland. *Drenthe*: Kliplo, Diepveen, Poort 2, Ven in Echtenerzand; *Veluwe:* Gerritsfles, Kempesfles, Deelensche Wasch; *Brabant*: Achterste Goorven, Groot Huisven, Middelste Wolfsputven, Schaapsven.

2.1 Intensief bemonsterde vennen

De omgeving, landschapsgeschiedenis, hydrologie en vegetatie van de drie intensief bemonsterde vennen zijn in eerdere rapportages uitvoerig aan de orde geweest en samengevat door Van Dam & Buskens (1993). Het zijn alledrie oorspronkelijk voedselarme vennen, die in de 19e eeuw door menselijke activiteiten, zoals het wassen van schapen of inlaat van water, enigszins zijn gebufferd en met voedingsstoffen verrijkt. Na het staken hiervan heeft zich een verzuringsproces ingezet, dat is versterkt door atmosferische depositie. Thans zijn de vennen hydrologisch geïsoleerd en worden ze alleen door regenwater gevoed. Na 1968 zijn deze vennen nauwelijks door direct menselijk ingrijpen beïnvloed. Daarvoor zijn ze soms gebruikt om te zwemmen of om schapen in te wassen.
In het navolgende wordt een kort overzicht gegeven van de (veranderingen) in plantengroei, het beheer en de omgeving van van de vennen. De gegevens zijn ontleend aan literatuur, eigen waarnemingen en informatie van de beheerders.

Tabel 1. Ligging, oppervlakte, maximale diepte en type (Kaderrichtlijn Water) van de onderzochte vennen. Typen volgens Elbersen e.a. (2002): M12 ondiepe zwak gebufferde plassen, M13 ondiepe zure plassen, M26 ondiepe zwak gebufferde hoogveenplassen.

Frequentie Afk.	Type	Ven	Plaats	Opp. (ha)	Diepte (m)	X-coörd.	Y-coörd.	Gemeente	Eigenaar	Waterschap
Intensief										
AGE	M12	Achterste Goorven	Punt E, oostzijde	2.4	1.9	142.98	397.23	Oisterwijk	Natuurmonumenten	De Dommel
KLI	M26	Kliplo	Midden westoever	0.5	1.1	225.84	539.10	Westerveld	Staatsbosbeheer	Reest en Wieden
GER	M12	Gerritsfles	Punt F, W landtong ZW-oev.	6.8	1.2	184.48	463.60	Apeldoorn	Staatsbosbeheer	Veluwe
Extensief										
DIE	M26	Diepveen	Midden O-oever	0.8	1.2	225.95	537.30	Westerveld	Staatsbosbeheer	Reest en Wieden
POO	M26	Poort 2	O-oever grootste poel	0.02	1.3	225.45	538.53	Westerveld	Staatsbosbeheer	Reest en Wieden
ECH	M26	Echtenerzand	Midden O-oever	0.2	>1	222.65	526.56	De Wolden	Staatsbosbeheer	Reest en Wieden
DEE	M12	Deelense Was	Midden Z-oever	0.5	1.3	187.25	456.15	Ede	Hoge Veluwe	Vallei en Eem
KEM	M13	Kempesfles	Midden O-oever	0.9	1.0	182.67	461.84	Ede	Defensie	Vallei en Eem
GHU	M12	Groot Huisven	ZO-oever	3.4	1.7	146.35	398.75	Boxtel	Natuurmonumenten	De Dommel
MWO	M13	Wolfsputven	Middenpoel, midden W-oev.	0.7	0.6	143.38	398.53	Oisterwijk	Natuurmonumenten	De Dommel
SCH	M12	Schaapsven	Midden O-oever	1.6	1.0	139.22	396.68	Oisterwijk	Brabans Landschap e.a.	De Dommel

2.1.1 Achterste Goorven

Het Achterste Goorven is een lang en smal ven tussen stuifheuvels die al meer dan een eeuw geleden met grove dennen zijn beplant. Het is een onderdeel van het natuurgebied 'Oisterwijkse Bossen en Vennen'. Het is verzuurd en voedselarm.

Bij de start van het monitoringsonderzoek in 1979 was het vaste bemonsteringspunt aan de zuidzijde van een pijpenstrootjesveld gesitueerd[1]. Daarna is dit steeds meer begroeid geraakt met opslag van grove den, tot een hoogte van zes meter. In het najaar van 2004 zijn deze dennen verwijderd en in de daaropvolgende winter zijn alle bomen rond het ven tot ongeveer dertig meter uit de oever rond het ven verwijderd (Figuur 3). Hierbij is, om de inloop door het publiek te beperken, een deel van de takken blijven liggen en is er nu een ruig terrein met voornamelijk pijpenstrootjes rond het ven.

In extreem droge jaren, zoals 1976, valt ruim 70% van de bodem droog (Bijlage 2). Het ven wordt grotendeels gevoed door regenwater, maar er is ook enige grondwaterinvloed.

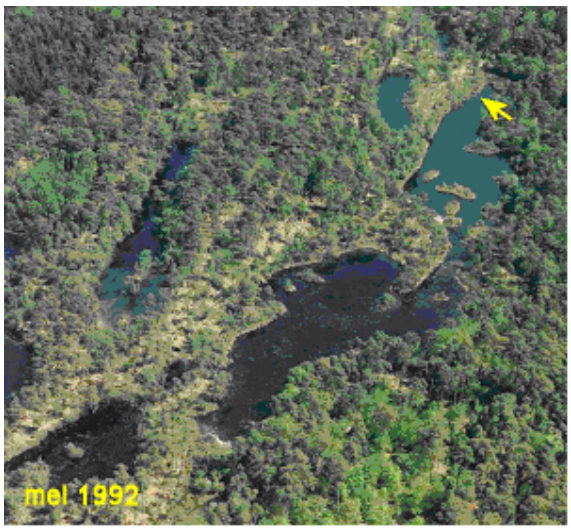
In het begin van de 20e eeuw had het Achterste Goorven een rijk ontwikkelde flora, met een gradiënt van soorten uit zwak gebufferde wateren aan het westelijke uiteinde, tot aan een zich nog ontwikkelend voedselarm trilveenmoeras aan de oostkant, ongeveer bij het huidige bemonsteringspunt (Van Dam 1987a). De laatste vier decennia is de plantengroei van dit ven typerend voor die van verzuurde vennen. Enkele jaren na de droogte van 1976 was bijna het hele wateroppervlak bedekt met een 'grasveld' van de knolrus, maar die is sindsdien weer sterk afgenomen. De laatste vijf tot tien jaar lijkt er enige verbetering op te treden doordat soms kleine stukjes trilveen, met o.a. witte snavelbies, tot ontwikkeling komen.

Waterlelie is de meest opvallende waterplant. Meestal is deze in november al vrijwel afgestorven, maar in 2001 (na de warmste oktober ooit gemeten sinds de aanvang van de metingen in 1706) was de soort begin november nog vitaal. Knolrus komt onder water nog maar weinig voor, maar langs de oever staat het nog vrij veel, samen met water-, geoord en gewimperd veenmos. Vooral in perioden met hoog water is er sprake van een beginnende trilveenvorming. Onder het trilveen vormt zich nog zwavelwaterstofgas (reuk). De witte snavelbies en de veel-

[1] In het begin van de 20e eeuw was dit nog een nat heideterreintje met veel beenbreek, die hier in 1959 voor het laatst is gezien (Van Dam 1987). Het voorkomen van beenbreek wijst op een weinig wisselende grondwaterstand (Vercoutere & De Becker 2004). Het is heel goed mogelijk dat in het verleden de waterstand in het Achterste Goorven minder dan thans fluctueerde, door een verbindingssloot met het Voorste Goorven, dat weer op peil werd gehouden door aanvoer van water uit het Moergestelse Broek (Van Dam 1983). Een weinig fluctuerend waterpeil is ook noodzakelijk voor een sterke veenontwikkeling, zoals die vroeger in het Achterste Goorven plaatshad (Van Dam 1987a).

stengelige waterbies zijn toegenomen. Lokaal bevindt zich veenpluis. Hoger op de oever is er veel gagel en pijpenstrootje. Bruinsma e.a. (2005) noemen verder nog kleine aantallen van o.a. snavelzegge, vensikkelmos, kleine en ronde zonnedauw,, moerashertshooi, pitrus en riet.

Onder water langs de oever komt het kikkerdrilwier (*Batrachospermum*) vaak voor. Af en toe (zoals in mei 2000) zijn er veel blauwwierachtige bollen onder water langs de oever. Soms loopt het water moeilijk door het planktonnet door verstopping met slijm, vermoedelijk van de 'slijm-alg' *Gonyostomum semen*. Deze ontwikkelt zich vooral in zuur, fosfaatrijk water. In het voorjaar zijn er kikkervisjes.





Figuur 3.
Achterste Goorven. ➜ = bemonsteringspunt. 1992: KLM Luchtfotografie, Schiphol, 2006: Paul Paris Les Images, Amstelveen (uit Van Beusekom 2007).





Figuur 4. Links: bemonstering van het Achterste Goorven in april 2004. Rechts: dezelfde locatie drie jaar later.

2.1.2 Gerritsfles

De Gerritsfles ligt op de grens van stuifzand en podzolgronden in een relatief open landschap met veel pijpenstrootje, gedeeltelijk begroeid met grove dennen, berken en vuilbomen. Het ven maakt deel uit van de Boswachterij Kootwijk, maar is ingerasterd bij het aangrenzende schietterrein 'De Harskamp'. De Gerritsfles is verzuurd en voedselarm. Het ven heeft een schijngrondwaterspiegel en is permanent met water gevuld. In droge jaren kan ongeveer de helft van de bodem droogvallen (Bijlage 2).

Rond 1900 was de Gerritsfles matig voedselarm en licht zuur, dankzij de jaarlijkse toevoer van nutriënten bij het wassen van schapen. Later, gedurende enkele decennia vanaf 1940 kwamen de schapen er drinken. Van ongeveer 1920 tot 1965 werd het ven ook als zwemplek gebruikt. In de loop der jaren is de omgeving steeds meer met bos, vooral vliegdennen en sporkehout, begroeid geraakt (Van Dam e.a. 1988). In de winter van 1999 is de noordwestelijke arm opgeschoond en in de winter van 2004-2005 is het sporkehoutstruweel langs deze arm opgeruimd en de winter daarop zijn de oevers hier geplagd.[2] Op het geplagde deel bevonden zich in mei 2006 veel ganzenkeutels. P. van Beers & J. Bruinsma (pers. med.) troffen hier in september 2007 o.a. minder algemene en indicatieve plantensoorten aan als moeraswolfsklauw, kleine en ronde zonnedauw, bruine snavelbies en pilzegge, naast algemenere soorten als waternavel en moerasstruisgras. Iets verder van het ven staan tussen de pijpenstrootjespollen nog gevlekte orchis en liggende vleugeltjesbloem, die op een zekere buffering wijzen (H. Hees, Staatsbosbeheer, pers. med.).

Er broeden ook enkele ganzen op het ven. Vooral aan de ZW-zijde van het ven, maar ook in het moeras aan de westkant en langs de opgeschoonde noordwestelijke arm zijn zoelplaatsen van wilde zwijnen (Figuur 5).

De vegetatie van de Gerritsfles is typerend voor verzuurde vennen, o.a. met grote tapijten veenmos op de bodem. Tevens zijn er tekenen van eutrofiëring (pitrus en mannagras). De potentie voor het voorkomen van doelsoorten uit zwak gebufferde wateren is hoog, zoals blijkt uit de aanwezigheid van de drijvende egelskop. Deze was in de eerste helft van de 20e eeuw vrij veel aanwezig (Van Dam 1987a). P. van Beers & J. Bruinsma (pers. med.) troffen in september 2007 vooral langs de west- en zuidzijde van het ven exemplaren met bloeiwijzen aan. Tussen 1997 en 2000 was de soort ook bij het monsterpunt vitaal en vruchtdragend aanwezig. Onder water is de bodem voor het grootste deel bedekt met veenmossen, o.a. geoord veenmos. Ook de knolrus komt regelmatig voor. Andere belangrijke soorten zijn gewone waterbies, veenpluis, snavelzegge en pijpenstrootje. Op veel plaatsen langs de oever staat wel pitrus, maar de indruk bestaat dat deze wat terugtreedt. Op de geplagde delen is de soort nagenoeg verdwenen. Langs het ven staat vooral berk, maar ook vuilboom, wilg, grove den en een enkele jeneverbes, met in de ondergroei o.a. pijpenstrootje, blauwe bosbes en dopheide.

2.1.3 Kliplo

Kliplo wordt voornamelijk door stuifzand omgeven, dat gedeeltelijk met jeneverbessenheide en gedeeltelijk met moerasbos en open grove-dennenbos is begroeid. Het ligt in de Boswachterij Dwingeloo. Het ven is niet verzuurd en duidelijk voedselrijker (matig voedselarm) dan de twee andere intensief bemonsterde vennen.

In extreem droge jaren valt slechts ongeveer 20% van de bodem droog (Bijlage 2). Het ven wordt uitsluitend door regenwater gevoed. Bij veel regenval wordt een maximale waterstand bereikt, doordat het water dan via het bos aan de noordoostzijde afstroomt naar de lager gelegen omgeving.

Het open water van Kliplo is in het begin van de 19e eeuw ontstaan door uitgraven van veen en is in de loop van die eeuw met nutriënten verrijkt, waarschijnlijk door het wassen van schapen

[2] Het plaggen is hier (te) grootschalig aangepakt. Zeker voor de fauna is het nodig om maar kleine gedeelten tegelijk te plaggen en om daaraan voorafgaand een inventarisatie van (bijzondere) flora en fauna uit te voeren.

en het strooien van lokvoer voor eenden Ongeveer van 1940 tot 1970 werd er veel gezwommen. (Van Dam 1987a, Van Dam e.a. 1988). Daarna is het ven circa twintig jaar ontoegankelijk geweest voor het publiek. Volgens A. Henckel (Staatsbosbeheer, pers. med.) hebben al die tijd af en toe toch wel honden in het ven gezwommen. De laatste jaren neemt het bezoek van honden weer toe, die via het zandstrandje aan de oostkant gemakkelijk in het water kunnen komen.



Figuur 5. Links: zoelplek bij de Gerritsfles in mei 2004. Rechts: bloei van veenpluis langs de opgeschoonde noordwestelijke tak in mei 2006.



Figuur 6. Links: De Gerritsfles in de eerste helft van de 20e eeuw (H. Karman). Rechts: gezicht op bemonsteringspunt (pijl) in mei 2006.



Figuur 7. Links: chemische bemonstering van Kliplo (mei 2006). Rechts: drijvend fonteinkruid verdringt de drijvende egelskop in Kliplo (augustus 2007).

In 1991 is een klein stukje moerasbos aan de zuidwestzijde van het ven verwijderd. In latere jaren zijn geen bijzondere beheersmaatregelen getroffen.

De plantengroei van Kliplo wijst vanouds op een wat minder zuur en een wat voedselrijker milieu dan in de andere twee intensief bemonsterde locaties, zoals o.a. blijkt uit de aanwezigheid van riet, wateraardbei en drijvend fonteinkruid. In de laatste decennia is er, meer dan in de voorgaande twee vennen, nogal wat dynamiek in de watervegetatie van Kliplo. In de eerste helft van de jaren tachtig was er zeer veel van - het in allerlei (matig) voedselrijke wateren algemene - drijvend fonteinkruid, dat daarna sterk is afgenomen. In 1994 waren er nog maar weinig planten. Na 2002 is het fonteinkruid weer aanzienlijk toegenomen, vooral in 2007, toen de blaadjes wel ruim een kwart van het wateroppervlak bedekten. De andere belangrijke waterplant is de – in matig zure en matig voedselarme wateren zeldzame – drijvende egelskop. In 1984 was daarvan nog een klein veldje (Van Dam 1987a). Jarenlang is de soort niet gezien, totdat in 2003 weer een flink ontwikkelde populatie voorkwam (Bijkerk e.a. 2004). Tot 2006 is de soort steeds verder toegenomen. In 2007 was de soort nog wel vrij veel aanwezig, maar leek enigszins te worden verdrongen door het drijvend fonteinkruid (Figuur 7). De oorzaak van deze dynamiek is niet bekend. In dit verband is het ook belangrijk te weten dat het ven in de periode 1989- ‘92 steeds groen(bruin) gekleurd was door de aanwezigheid van planktonalgen, zoals *Coenochloris helvetica* (Van Dam e.a. 1996). Daarna is de groenkleuring nooit meer gerapporteerd, terwijl het ven tot 2000 elk kwartaal en daarna zelfs maandelijks door diverse waarnemers is bezocht (G. van Triest, pers. med.).

Langs de rand en oever van Kliplo komen behalve de wateraardbei nog voor: snavelzegge, knolrus, veenmos, veenpluis, pijpenstrootje, pitrus, waternavel, gewone waterbies. Aan de westoever is een veentje met veel veenmos, dopheide en veenbes. Opmerkelijk is hier ook het eenarig wollegras, dat hier voor het eerst in 2004 en 2005 werd gezien. Op een trilveentje aan de noordwestzijde staat zonnedauw. Er heeft hier een kleine populatie van het veenbesblauwtje gezeten, dat de laatste jaren niet meer is waargenomen (pers. med. A. Henckel). Karakteristiek is de rietkraag langs de noordoostelijke oever. Van de macroscopische algen komt kikkerdrilwier (*Batrachospermum*) regelmatig voor. Er zijn veel kikkers in en rond het ven. Ook de kleine watersalamander komt hier voor, net als in veel naburige vennen (pers. med. A. Henckel).

Destijds is niet voor de oostoever van het ven als vaste bemonsteringsplaats gekozen, vanwege de verstoring door recreanten. De bemonsteringsplaats ligt daarom aan de westkant van het ven, tegen het veentje. Sinds het begin van de bemonstering is de breedte van de verlandingszone, met veel snavelzegge, toegenomen van (minder dan) een meter tot 4-5 meter, waardoor het planktonnet nu minder door het open water en meer tussen de planten door wordt getrokken dan voorheen het geval was.

2.2 Extensief bemonsterde vennen

De omgeving, landschapsgeschiedenis, hydrologie en vegetatie van de acht extensief bemonsterde vennen zijn in eerdere rapportages uitvoerig aan de orde geweest (o.a. AquaSense 1999, 2003). De belangrijkste feiten en veranderingen in het laatste decennium worden hieronder samengevat.

2.2.1 Drenthe

Het *Diepveen* ligt in de Boswachterij Dwingeloo, temidden van percelen met grove dennen, die worden begraasd. In 1997 is een strook van 30 m langs de zuid-, west- en noordoevers gekapt. Ter bestrijding van verdroging is sinds 1985 de waterstand in diverse fasen opgezet. Bovendien is er geplagd. Om te voorkomen dat het water over de zandweg aan de oostzijde stroomt om het water verder op te zetten is er in 1998 tussen het ven en de zandweg een dijkje gelegd. Thans stroomt het water bij hoge waterstand aan de zuidzijde het bos in. In 1978 kon de bemonsteringslocatie nog gemakkelijk met gewone kaplaarzen worden bereikt, in 2006 was daarvoor een bootje nodig. Voor de monitoring van de waterstand is een grondwaterbuis geplaatst. De plas is

omgeven door een fraaie hoogveenverlandingsvegetatie, met soorten als kleine veenbes en lavendelheide (zie Bijkerk e.a. 2004 voor een vegetatiekaartje en Cuppen e.a. 2006 voor een opname). Door de vernatting is de hoeveelheid draadzegge toegenomen (Verschoor e.a. 2003). Bij het monsterpunt (Figuur 8) komt veel klein blaasjeskruid voor (betrekkelijk zeldzaam in zure vennen), evenals veenmos en kikkerdrilwier. Snavelzegge loopt terug in abundantie. Het lijkt of het waterdrieblad aan de oostzijde sterk toeneemt, hetgeen op eutrofiëring of een sterkere toevoer van mineralenrijker grondwater kan wijzen. Faunistisch is het veen van belang voor het veenbesblauwtje, veenbesparelmoervlinder en het veenhooibeestje (Wallis de Vries 2003), die hier de laatste jaren overigens niet meer zijn gezien. Een aantal jaren zijn er enkele broedparen van de Canadese gans en ook de dodaars broedt hier (A. Henckel, pers. med.).

Poort 2 is een pingoruïne in de Boswachterij Dwingeloo. Het terrein is in de 20e eeuw putsgewijs verveend en daarna is in de putjes weer actieve veengroei opgetreden. Het huidige beheer bestaat uit het eens in de vijf jaar verwijderen (o.a. in 1997) van de dennenopslag in en aan de rand van het veentje, dat temidden van dennen- en sparrenbossen ligt. De rand van het sparrenbos is teruggezet (A. Henckel, pers. med.). Voor de monitoring van de waterstand is een grondwaterbuis geplaatst. Het ven wordt voornamelijk door regenwater gevoed, maar in geringe mate ook door zeer locaal grondwater van een heuveltje aan de zuidwestkant (Verschoor e.a. 2003). Bij veel neerslag en hoge waterstand stroomt het water in noordwestelijke richting oppervlakkig af (A. Henckel, pers. med.). Het veen heeft een zeer fraaie begroeiing, waarin o.a. beenbreek en lavendelheide opvallen. Net als het Diepveen is het veen van belang voor het veenbesblauwtje, de veenbesparelmoervlinder en het veenhooibeestje (Wallis de Vries 2003), waarvan de laatste twee hier volgens A. Henckel (pers. med.) de laatste jaren overigens niet meer zijn gezien. De monsters zijn steeds genomen in de grootste veenput van het complex, aan de zuidwestelijke zijde van het veentje (Figuur 8). Bij het begin van de regelmatige monitoring, in 1978, was er in deze poel nog open water. De onderzochte voedselarme veenput groeit steeds verder dicht, voornamelijk met klein blaasjeskruid en drijvend fonteinkruid, waardoor er nu geen open water meer resteert. De knolrus, die in 1998 nog vrij veel voorkwam, werd in 2006 niet meer gezien.

Het *Ven in het Echtenerzand* ligt in de Boswachterij Ruinen, in een open omgeving (Figuur 9). Het ven is ontstaan door het uitgraven van hoogveen, waartoe het door sloten werd ontwaterd. Sinds 1990 is de waterstand opgezet, door het afdammen van sloten. Soms worden delen van de oevers geplagd en pitrus gemaaid (Bijkerk e.a. 2004). De afgelopen vier jaar zijn geen maatregelen uitgevoerd (G. Hietbrink, pers. med.). Wij zagen ook honden zwemmen in het ven of de ringsloot. De omgeving van de plas heeft een fraai ontwikkelde hoogveenvegetatie, die zich vooral na 1991 goed heeft ontwikkeld, met soorten als lavendelheide en eenarig wollegras. Op de bodem van het open water bevond zich tot en met 2002 veel waterveenmos, dat daarna echter niet meer is gezien (Bijkerk e.a. 2004, G. van Triest, pers. med.).

2.2.2 Veluwe

De *Deelen(sch)e Was(ch)* ligt in het Nationale Park 'De Hoge Veluwe', in een voormalig stuifzandgebied, dat voor een groot deel met pijpenstrootje is begroeid. Om het ven staan ook bomen, zoals elzen, en struiken. Vroeger werd het ven gebruikt voor het wassen van schapen, wat een alkaliniserende werking heeft gehad (AquaSense 1995, Figuur 10). Tegenwoordig is het een verzuurd ven, dat af en toe wordt gebruikt als blusvijver, zoals in de zomer van 2003. In de regenrijke periode daarna heeft het ven zich weer vanzelf gevuld. Bij een heidebrand in juli 2006 is het ven door de brandweer bijna geheel leeggezogen en de volgende dag weer bijgevuld met leidingwater (J. Wensink, pers. med.). Rond 2000 is een steiger aangelegd (Figuur 10). Bij de steiger zijn grote stukken kale landbodem (zonaanbidders) en men gaat ook het water in. Door de betreding wordt de begroeiing open gehouden en kan zich plaatselijk de klokjesgentiaan tussen het pijpenstrootje handhaven. De bomen en struiken waren in 2006 gedeeltelijk afgezet. Het water is nog steeds glashelder en het 10 – 30 cm dikke veenmospakket op de bodem is daardoor goed te zien. Op een enkele plek is de kale zandbodem nog zichtbaar. Langs de rand staat veel waternavel, knolrus en kruipend struisgras. De toename van gewone waterbies en het recent verdwijnen van de snavelzegge zou een gevolg van eutrofiëring kunnen zijn, zowel door



Figuur 8. Links: bemonsteringsplaats in het Diepveen (september 2006). Rechts: de bemonsterde poel van Poort 2 (september 2006).



Figuur 9. Links: het ven in het Echtenerzand van de monsterplek naar het noordwesten (september 2006). Rechts: de Kempesfles van de monsterplek naar het noordoosten (september 2006).



Figuur 10. Links: schapen wassen in een Veluws ven (waarschijnlijk de Deelense Was) in het begin van de 20e eeuw (Dijkhuizen e.a. 1976). Rechts: de Deelense Was vanaf de westzijde (september 2006).

atmosferische depositie, als door de sterk toegenomen recreatiedruk. In de omgeving van het ven zijn veel adders.

De *Kempesfles(ch)* ligt in het centrum van het schietterrein 'Harskamp' (Figuur 9). In het begin van de 20e eeuw had het ven een algenbegroeiing van matig zure wateren, met een aantal bijzondere soorten, die later door verzuring zijn verdwenen. Het ven is in het begin van de 20e eeuw wel gebruikt voor het verwateren van hout (Van Dam 1987b). In de loop van de vorige eeuw zijn de hoeveelheid bos en het bezoek van wilde zwijnen bij het ven sterk toegenomen. Tussen 1995 en 1998 zijn bomen langs de oever gerooid, de oevers zijn opgeschoond en de wilde zwijnen zijn uitgerasterd. Bij het bezoek in 2006 was er aan de oostoever een schuilhut gemaakt om zoelende dieren ongestoord waar te kunnen nemen. De begroeiing in en om het ven toont nog steeds veel tekenen van verzuring en eutrofiëring. Bij de monsterlocatie werden in 2006 onder water geen planten gezien, wel was daar een decimeters dikke modderlaag, met in de top veel dood materiaal van veenmos en knolrus. Langs de oever komt hier veel veelstengelige waterbies en waternavel voor. De grote hoeveelheden pitrus langs de oever duiden op sterke eutrofiëring. Veenpluis staat nog hier en daar.

2.2.3 Noord-Brabant

Het *Groot Huisven* ligt in het natuurreservaat 'Kampinase Heide'. Tot ongeveer 1950 was het ven een van de belangrijkste Nederlandse vennen voor de soorten uit het oeverkruidverbond, zoals waterlobelia en grote biesvaren. Door verzuring zijn die verdwenen. Er werd toen ook op het ven gevist. Oorspronkelijk was het ven geheel omgeven door stuifzand en heiden, die zijn beplant met grove dennen. Sinds enkele tientallen jaren zijn die langs de randen van het ven verwijderd, dat nu in een halfopen landschap ligt. Het ven wordt gedeeltelijk door locaal grondwater gevoed (AquaSense 2004). Sinds 1988 werd het gebied rond het ven aanvankelijk sterk door koeien begraasd, die het ven door hun excrementen vervuilden, maar na ongeveer 2000 is de begrazingsdruk sterk afgenomen. Het ven wordt als rustgebied gebruikt door Canadese ganzen en Taigarietganzen (L. de Bruin, pers. med.). Behalve waterlelie en een laag van 5-10 cm veenmos op de bodem zijn er in 2006 geen waterplanten in het ven gezien. Bij het monsterpunt komt nog maar weinig knolrus voor. Langs de oever staat hier en daar pitrus. In het randven aan de noordzijde is nog steeds een fraai stukje trilveen.

Het *Middelste Wolfsputven* (Figuur 11) ligt aan de rand van het natuurreservaat 'Oisterwijkse Bossen en Vennen'. Het is van oorsprong een veenputtencomplex en een van de weinige sterk humeuze vennen in dit Natura 2000-gebied. In 1919 waren hier uitgebreide trilveenvegetaties met bijzondere soorten sieralgen en kiezelwieren (Van Dam 1983). Door verzuring is deze pracht verloren gegaan. Het ven wordt door regenwater gevoed, maar in 1997-1998 is het tijdelijk beïnvloed door opgepompt grondwater uit het Staalbergven. Tot ca 1850 lag het ven in een open heide, die daarna met grove dennen is bebost. De bemonsteringslocatie lag daardoor tot 2002 nogal in de schaduw, maar doordat in 2003 het bos sterk is uitgedund is de hoeveelheid licht hier sterk toegenomen. In het open water staat alleen waterlelie en langs de oever en op de dammetjes tussen de drie compartimenten van het ven staat veel gagel. Andere planten die ik 2006 langs de oever werden gezien, zoals waternavel, knolrus, veenmos en pitrus zijn kenmerkend voor door atmosferische depositie (en mogelijk bladval) verzuurde en geëutrofieerde wateren.

De noord- en zuidoever van *Schaapsven* maken deel uit van het natuurgebied 'Oude Hondsberg, Ter Braakloop, Galgeven, en Kerkeindsche Heide'. De overige oevers zijn in particulier bezit. Het is daardoor nog steeds een rommelig ven, waar soms vuil wordt gestort, dat door het Brabants Landschap dan weer wordt verwijderd. Bij het bezoek van 2002 werden aan de noordzijde veel vrijwel geheel verdorde planten van gagel en gele lis aangetroffen: de planten waren doodgespoten. In 2006 had de begroeiing hier zich nog niet geheel hersteld. Het ven heeft nog betrekkelijk lang in een open heide- en stuifzandgebied gelegen: pas rond 1930 werd de omgeving met grove dennen bebost. In 2006 zijn overal om het ven dennen gemerkt, die later in het jaar zijn gekapt (M. Fliervoet, pers. med.). Bij het strandje aan de oostkant werden zwemmende honden waargenomen, evenals in voorgaande jaren. Mogelijk zijn hier bij mooi weer ook veel zwemmers, zoals ook vroeger het geval was (AquaSense 1995). De plantengroei lijkt de laatste jaren niet veel te zijn veranderd: in het open water is nog steeds veel waterlelie met langs de

oever bij het monsterpunt veel waterdrieblad, die hier mogelijk wat toeneemt. Aan de noordoostelijke oever staat grote lisdodde. Andere soorten langs de oever zijn o.a stijve zegge, grote wederik, waternavel, melkeppe, snavelzegge en pitrus: een assortiment van matig voedselrijke wateren. De trilveenplaat aan de zuidoostzijde werd wegens het hoge water niet bekeken; bij eerdere bezoeken werden hier naast veel veenmos andere karakteristieke soorten van voedselarme moerassen, als ronde zonnedauw en witte snavelbies waargenomen, maar ook een eutrafente soort als mattenbies.

2.3 Weer, klimaat en depositie

2.3.1 Weer en klimaat

Het weer, in het bijzonder de variatie in neerslag en verdamping, heeft grote invloed op het peil en de chemische samenstelling van het venwater en daarmee op de levensgemeenschappen. Daarom zijn maandelijkse gegevens over temperatuur en neerslag voor de honderd jaren in de periode 1907-2006 van De Bilt ontleend aan www.knmi.nl. Per seizoen is de gemiddelde temperatuur en de neerslagsom berekend over de meteorologische seizoenen, die steeds beginnen op de eerste dag van de maand waarin de astronomische seizoenen vallen. De winter van 1907 begint dus al in december 1906 en het laatste seizoen, de herfst van 2006, loopt van september



Figuur 11. Links: bemonstering van het Groot Huisven (september 2006). Rechts: het Middelste Wolfsputven van de monsterplek naar het noordoosten (september 2006).



Figuur 12. Links: het Schaapsven vanuit de lucht in oktober 1990. Aan de westzijde van het ven (onderzijde van de foto, is een trilveenplaat die het ven ingroeit (KLM Luchtfotografie – Schiphol). Rechts: gezicht naar de monsterplek (midden beeld) in het Schaapsven vanuit het zuidwesten in september 2006.

tot en met november van dat jaar. Voorts zijn ook de gemiddelde temperaturen en de neerslagsommen per meteorologisch jaar (december-november) en de periode april-augustus berekend. De laatste periode wordt vaak gebruikt bij het karakteriseren van droge zomers (Schuurmans 1977, De Bruin 1979). Over deze eeuw zijn de waarden van elke parameter, bijvoorbeeld de zomertemperatuur, gerangschikt van laag naar hoog, zodat voor die parameter aan elk jaar een rangnummer is toegekend. Het rangnummer 20 komt dan overeen met het 20-percentiel, het rangnummer 50 met de mediaan, etc. Het traject van 1-100 is in vijf klassen ingedeeld volgens Tabel 2. De kleuren uit deze tabel zijn gebruikt voor de weergave van de neerslagsommen en temperatuurgemiddelden sinds 1971 in Tabel 3.

Uit Tabel 3 blijkt duidelijk dat de gemiddelde jaartemperatuur is toegenomen: na 1987 zijn 15 van de 19 jaren zeer warm, van de 17 jaren in de periode 1971-1987 zijn dat er slechts drie. De warme jaren vanaf 1989 zijn niet alleen de warmste jaren sinds 1906, maar sinds het begin van de metingen in 1706. Het jaar 2006 breekt alle records, met een gemiddelde van 11,2 ^{o}C (www.knmi.nl). De relatief hoge temperaturen treden in alle seizoenen op.

De jaarcijfers uit Tabel 3 zijn uitgezet in Figuur 13, samen met de berekende regressielijnen. Uit de regressievergelijkingen uit de figuur blijkt dat er een significant positief verband is tussen de tijd en de temperatuur en in wat mindere mate tussen de tijd en de neerslagsom. De jaarlijkse toenamen van de gemiddelde temperatuur en de neerslagsom zijn respectievelijk ongeveer 0,045 graad en 5,1 mm.

De neerslagsommen vertonen een wat grotere variatie dan de temperatuurgemiddelden, maar de toename van de neerslag over de periode van onderzoek is onmiskenbaar. Meer dan bij de temperatuur geldt hier dat de extremen elkaar snel kunnen afwisselen. Zo werd een van de droogste jaren uit de hele eeuw (1996) met 570 mm neerslag in 1998 gevolgd door het natste jaar (1241 mm), sinds het begin van de metingen in 1706 (Labrijn 1945). De toename van de neerslag in de 20^{e} eeuw betreft vooral het winterhalfjaar (Verbeek 2003), maar in 1998 waren naast de herfst ook het voorjaar en de zomer erg nat (Tabel 3).

De temperatuurgegevens uit Figuur 13 en Tabel 3, voor het station De Bilt, zijn goed toepasbaar in de rest van het land. Visser (2005) vond een correlatiecoëfficiënt van 0,99 tussen de tempera-

Tabel 2. Klassenindeling van de percentielen voor temperatuur en neerslag te De Bilt in de periode 1907-2006. Tevens zijn de gemiddelden voor de periode 1971-2000 vermeld.

percentiel	omschrijving	winter	voorjaar	zomer	najaar	apr-aug	jaar
Gemiddelde temperatuur (^{o}C)							
0-20	zeer koel	-3.1-1.6	6.5-7.9	14.3-15.6	7.7-9.4	12.3-13.3	7.9-8.7
21-40	vrij koel	1.6-2.7	7.9-8.5	15.6-16.0	9.4-9.8	13.3-13.7	8.7-9.3
41-60	normaal	2.7-3.3	8.5-8.9	16.0-16.5	9.8-10.3	13.7-14.1	9.3-9.6
61-80	vrij warm	3.3-3.9	8.9-9.5	16.5-17.1	10.3-10.8	14.1-14.6	9.6-10.0
81-100	zeer warm	3.9-6.0	9.5-10.6	17.1-18.7	10.8-13.6	14.6-16.0	10.0-11.0
gemiddeld	1971-2000	3.2	8.9	16.6	10.2	14.2	9.7
Neerslagsom (mm)							
0-20	zeer droog	64-137	61-114	74-159	52-161	135-258	396-665
21-40	vrij droog	137-174	114-146	159-206	161-197	258-309	665-766
41-60	normaal	174-198	146-169	206-239	197-237	309-359	766-822
61-80	vrij nat	198-248	169-193	239-291	237-262	359-391	822-901
81-100	zeer nat	248-338	193-310	291-411	262-468	391-575	901-1241
gemiddeld	1971-2000	190	171	200	230	306	792

tuur in De Bilt enerzijds en de gemiddelden van Den Helder, Groningen, De Bilt en Vlissingen anderzijds over de periode 1906 – 2003. Voor de neerslag van De Bilt in deze periode was de correlatie met de gemiddelden van 13 stations uit bijna alle provincies met 0,94 iets minder, maar toch nog zeer groot. Juist tijdens extreme neerslaggebeurtenissen is de regionale variatie in de neerslag groot (Van der Valk 2004). Dat betekent dat de hier gepresenteerde gegevens in grote lijnen voor alle onderzochte vennen wel opgaan, maar dat de details vrij aanzienlijk kunnen verschillen. Zo bedroeg in het bovengenoemde extreem natte jaar 1998 de neerslag in Echten, niet ver van de onderzochte Drentse vennen, slechts 873 mm (Glas 1999).

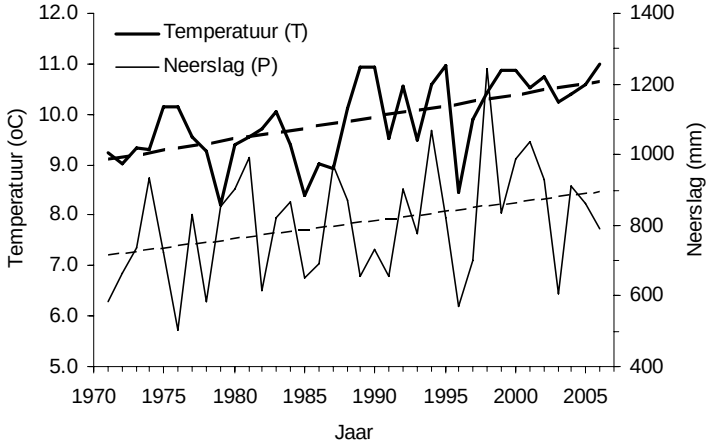
2.3.2 Depositie

2.3.2.1 Trends

Schattingen van de depositie van zwavel- en vooral stikstofverbindingen op vennen zijn nog steeds problematisch. Uit berekeningen met het model AquAcid op de vennen Gerritsfles en Kliplo blijkt dat de beste schatting van de stikstofdepositie de natte depositie is, voor zwavel is er waarschijnlijk ook sprake van droge depositie (Van Dam e.a 1996, Wortelboer 1998).

Tabel 3. Gemiddelde jaartemperatuur en totale neerslag in de periode 1971-2006 (meteorologische jaren: december-november). Bij elk seizoen, de periode april-augustus en het hele jaar is het rangnummer vermeld van het betreffende tijdvak in de periode 1907-2006. Zo betekent het getal 99 voor het jaar 2005 in de kolom Temperatuur-N dat de herfst van dat jaar de op één na warmste herfst in die eeuw is. Aan elk rangnummer is een kleur toegekend, die overeenkomt met de indeling van Tabel 2.

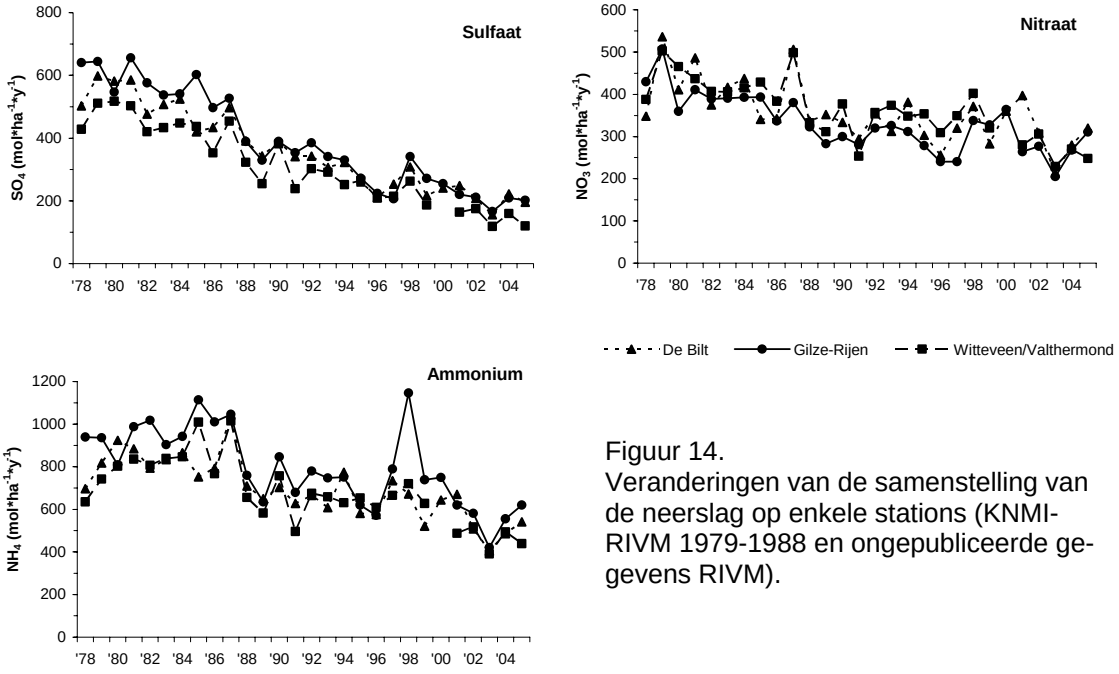
	Temperatuur							Neerslag						
	Totaal	Rang						Totaal	Rang					
Jaar	°C	W	V	Z	N	Ap-Au	Jaar	mm	W	V	Z	N	Ap-Au	Jaar
1971	9.2	46	32	41	39	54	33	584	26	50	19	8	25	6
1972	9.0	55	44	14	13	13	25	667	10	67	55	17	68	21
1973	9.3	50	17	73	29	43	41	737	15	85	18	73	55	35
1974	9.3	86	54	18	10	24	39	933	31	27	68	99	44	88
1975	10.1	98	14	90	32	66	85	725	71	59	16	28	18	30
1976	10.1	65	24	97	73	95	85	502	33	2	6	25	2	2
1977	9.6	59	44	35	72	19	57	832	73	54	38	61	47	63
1978	9.3	50	41	13	62	8	37	586	22	40	32	10	14	7
1979	8.2	6	27	17	53	14	6	854	70	100	28	13	77	70
1980	9.4	62	37	37	42	32	48	901	82	38	85	47	67	80
1981	9.6	39	89	30	45	45	60	994	77	96	36	91	38	94
1982	9.7	16	44	88	96	80	66	615	25	24	21	38	8	11
1983	10.1	64	35	96	57	84	82	822	65	99	3	58	34	60
1984	9.4	53	8	40	89	18	49	868	90	41	7	89	10	74
1985	8.4	12	49	23	16	41	14	652	3	43	72	23	69	17
1986	9.0	19	21	55	59	40	26	693	38	33	20	54	12	25
1987	8.9	19	12	20	80	29	24	970	36	94	93	68	97	92
1988	10.1	94	78	30	63	58	84	873	91	61	52	39	31	75
1989	10.9	99	89	76	91	75	97	656	24	80	10	32	7	18
1990	10.9	100	97	71	67	79	97	731	72	20	17	55	15	31
1991	9.5	30	66	61	54	35	56	656	17	3	46	64	26	19
1992	10.6	78	95	92	55	97	91	901	13	66	82	90	78	81
1993	9.5	74	95	25	6	76	55	778	43	13	76	53	64	44
1994	10.6	81	76	94	85	90	92	1069	95	95	41	92	60	98
1995	11.0	96	73	95	92	96	99	824	99	87	8	15	20	61
1996	8.5	7	16	56	36	50	16	570	9	1	13	80	5	5
1997	9.9	25	81	93	56	89	73	701	15	63	54	31	65	28
1998	10.4	97	100	49	26	78	89	1241	46	97	95	100	96	100
1999	10.9	88	98	83	94	94	96	833	79	83	47	27	51	65
2000	10.9	95	99	52	96	82	95	986	93	86	39	84	48	93
2001	10.5	82	66	87	94	90	90	1037	84	78	69	96	71	96
2002	10.8	92	91	88	74	93	94	929	98	22	83	43	73	87
2003	10.2	37	93	99	38	99	87	606	57	52	1	29	6	9
2004	10.4	84	81	76	84	84	88	909	96	17	91	35	75	83
2005	10.6	68	86	73	99	84	93	863	40	57	87	51	90	73
2006	11.0	45	69	98	100	98	100	789	18	93	44	49	57	48



Figuur 13. Veranderingen van de gemiddelde jaartemperatuur en de jaarlijkse neerslagsommen te De Bilt. De streepjeslijnen zijn trendlijnen, waarvan de vergelijkingen zijn: T = 0,0445 × Jaar – 78,522 (r^2 = 0,35, p < 0,001) en P = 5,1457 × Jaar – 9430 (r^2 = 0,11, p=0,05).

De beste benadering voor de veranderingen van de depositie op de onderzochte vennen zijn de waarnemingen van de regenwaterkwaliteit sinds 1970 op enkele stations, zoals uiteengezet in AquaSense (2002). De gegevens uit Figuur 14 geven niet de absolute depositie op de onderzochte vennen aan. In de eerste plaats liggen sommige stations op flinke afstand van de onderzochte vennen en kan de samenstelling van de neerslag dus verschillen van die op de vennen, met name door de aanwezigheid van lokale bronnen van stikstofemissie. Voorts is de depositie op de vennen niet alleen afhankelijk van de samenstelling van de neerslag, maar ook van andere factoren, zoals de mate van expositie aan de wind (aan- of afwezigheid van bos). Daarom zijn de gegevens uit Figuur 13 in eerste instantie alleen geschikt om trends aan te geven.

Voor sulfaat is de natte depositie na 2000 overal ongeveer 200 mol h^{-1} j^{-1} en is daarmee in Brabant teruggelopen tot een derde van de waarde in 1978. In Drenthe is de achteruitgang minder, maar daar is ook nog altijd een reductie van 50% bereikt. De depositie van stikstofverbindingen



Figuur 14.
Veranderingen van de samenstelling van de neerslag op enkele stations (KNMI-RIVM 1979-1988 en ongepubliceerde gegevens RIVM).

is minder sterk afgenomen en het verloop van de afname verloopt ook wat grilliger dan bij sulfaat. De ammoniumdepositie verloopt in Brabant van waarden rond de 1000 mol h^{-1} j^{-1} in 1980 naar waarden rond 700 mol h^{-1} j^{-1} in 2005. In De Bilt en in Drenthe is de afname in verhouding groter: van waarden rond 850 mol h^{-1} j^{-1} in 1980 naar ongeveer 500 mol h^{-1} j^{-1} in 2005. De veranderingen van nitraat ontlopen elkaar weinig op de verschillende stations: van waarden rond de 400 mol h^{-1} j^{-1} in 1980 naar waarden rond 300 mol h^{-1} j^{-1} in 2005.

De depositie van potentieel verzurende stoffen is dus in de laatste 25 jaar sterk verminderd, in het bijzonder van sulfaat.

2.3.2.2 Depositie per ven

In Tabel 4 zijn de resultaten van berekeningen van de depositie op de onderzochte vennen samengevat. Hier is wel rekening gehouden met de verschillen in openheid van het landschap rond de vennen, de aard van de oeverbegroeiing en de oppervlakte van de vennen. De orde van grootte van de getallen in de tabel komt goed overeen met de getallen die uit Figuur 14 zijn af te lezen. Gemiddeld zijn de deposities in het noorden hoger dan in het zuiden. De deposities zijn in alle gevallen hoger dan de kritische depositieniveaus. Voor stikstof ligt deze in een range van 5 tot 10 kg h^{-1} j^{-1}, ofwel 357 tot 714 mol h^{-1} j^{-1} (Arts e.a. 2002).

In vrijwel alle vennen ligt de totale depositie van stikstofverbindingen beneden het gemiddelde niveau voor Nederland. Dat valt ook te verwachten omdat de meeste onderzochte vennen in betrekkelijk uitgestrekte natuurgebieden liggen en stikstofdepositie een betrekkelijk lokaal fenomeen is. Voor zwavel, dat zich over veel grotere afstanden verspreid komt de depositie op de vennen goed overeen met het landelijk gemiddelde. De depositieniveaus binnen de regio's vertonen verschillen, die samenhangen met de aard van de omgeving van de locaties.

Tabel 4. Berekende depositie in 1997 en 2004 van stikstof- en zwavelverbindingen (mol h^{-1} j^{-1}) op basis van Milieuverkenningen 5 (Arts e.a. 2002) en volgens F.G. Wortelboer (Milieu- en Natuurplanbureau, pers. med.)

		1997		2004
Regio	Locatie	Stikstof	Zwavel	Stikstof
Drenthe	Kliplo	1161	349	1114
	Poort 2	1163	349	
	Diepveen	1150	349	
	Echtenerzand	1242	370	
Veluwe	Gerritsfles	1430	452	1469
	Kempesfles	1315	452	
	Deelense Was	1394	510	
Brabant	Achterste Goorven	1501*	502	~1570**
	Groot Huisven	1458	583	
	Wolfsputven	1581	643	
	Schaapsven	1751	578	
Nederland	Gemiddelde 11 venlocaties	1377	467	
	Gemiddelde van het hele land	2309	460	

*herberekend t.o.v. Arts e.a. (2002).

**benadering van de depositie in 2004 zoals die zou zijn geweest als de bomen rond het ven zouden zijn gekapt (zoals de situatie in 2005 en 2006 van Figuur 2).

3 Methoden

3.1 Bemonstering en analyse

De intensief bemonsterde vennen zijn in de verslagperiode (2003-2006), voor zover de budgetten dit toelieten, zoveel mogelijk elk kwartaal bemonsterd op de chemische samenstelling van het oppervlaktewater en tweemaal per jaar op de samenstelling van de kiezelwierengemeenschap. De extensief bemonsterde vennen zijn alleen in 2006 bemonsterd.

Tabel 5. Opdrachtgevers van het monitoringsonderzoek van verzuring in vennen.

	Jaar			
Ven	2003	2004	2005	2006
Achterste Goorven	AquaSense	AquaSense	AquaSense	Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium
Gerritsfles	WS Veluwe	WS Veluwe	WS Veluwe	WS Veluwe
Kliplo	WS Reest en Wieden	AquaSense	AquaSense	WS Reest en Wieden
Poort 2				WS Reest en Wieden
Diepveen				WS Reest en Wieden
Echtenerzand				WS Reest en Wieden
Deelensche Wasch				WS Vallei en Eem
Kempesfles				WS Vallei en Eem
Groot Huisven				Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium
Middelste Wolfsputven				Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium
Schaapsven				Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium

3.1.1 Chemie en waterstand

Het waterpeil is afgelezen van de in de vennen geplaatste peilschalen (Figuur 15). Zie Bijlage 3 voor de bijzonderheden.

3.1.1.1 Eigen veldonderzoek

De data waarop door AquaSense zelf monsters voor chemische analyse werden genomen zijn te herkennen aan afkortingen van de laboratoria in Bijlage 1 (AS of HYD).

Op de vaste monsterpunten is een witte emmer vanuit de kant op ca 10 cm onder de wateroppervlakte gevuld. De kleur van het water is visueel vastgesteld. De temperatuur werd tot op 0,5 ^{o}C gemeten met een vloeistofthermometer. Het elektrisch geleidingsvermogen (bij 25 ^{o}C) en de pH zijn de dag na monstername gemeten met WTW-meters.

In gasdichte glazen buizen van 250 ml zijn monsters genomen voor de analyse totaal anorganische koolstof en fracties daarvan (van waterstofcarbonaat, kooldioxide, carbonaat). Er zijn submonsters genomen voor analyse van totaal-fosfaat, orthofosfaat, kleur (glazen fles 250 ml) en geleidingsvermogen, pH, DOC, chloride, nitriet, nitraat, sulfaat, silicaat, ammonium, opgelost ijzer, aluminium, calcium, magnesium, natrium en kalium (polyethyleenfles 1 l).

De monsters (uit Kempesfles en Deelensche Wasch) zijn binnen 48 uur na monstername afgeleverd bij het laboratorium van Hydron Advies en Diensten (thans Vitens) te Utrecht. Daar werd onmiddellijk na ontvangst een begin gemaakt met de analyses volgens standaardvoorschriften (meestal NEN).




Figuur 15. Links: peilschaal in het Achterste Goorven (april 2007). Rechts: bezinking van wat bodem- en plantenmateriaal in een planktonmonster uit de Gerritsfles (mei 2006).

3.1.1.2 Veldonderzoek derden

Bij het Waterschap Reest en Wieden werden gegevens opgevraagd van chemische bemonsteringen van Kliplo, Diepveen, Poort 2 en het ven in het Echtenerzand en bij het Waterschap Veluwe van de Gerritsfles. Beide waterschappen besteden de analyses uit aan het Waterschap Groot Salland. Bij het Waterschap 'De Dommel' en het Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium werden analyses opgevraagd van het Achterste Goorven, Groot Huisven, Wolfsputven en Schaapsven.

Bij de medewerkers van de Vereniging Natuurmonumenten (L. de Bruijn, Tilburg) en Staatsbosbeheer (L. Gaal, Dwingeloo) werden gegevens opgevraagd van de door hen maandelijks opgenomen waterstanden in respectievelijk het Achterste Goorven en Kliplo. Hieruit werd door interpolatie de waterstand van de vennen verkregen op data dat bij de chemische bemonsteringen door de waterschappen geen waterstanden werden opgenomen.

3.1.2 Kiezelwieren

3.1.2.1 Bemonstering

Kiezelwierenmonsters (een per ven per bemonstering) zijn genomen door een planktonnet (maaswijdte 30 µm) te trekken door het open water, door water- en oeverplanten en voorzichtig over de bovenste bodemlaag (Figuren 3 en 15). Bij de Gerritsfles is ook steeds een monster genomen door het uitknijpen van knolrus, mossen of ander (dood) plantenmateriaal langs de oever op ca 2 dm onder de waterlijn. De monsters werden geconserveerd met formaldehyde (eindconcentratie ca 4%) en in flesjes van ca 50 ml naar het laboratorium getransporteerd, waar ze bij kamertemperatuur werden bewaard tot de verdere bewerking.

3.1.2.2 Voorbewerking

In het laboratorium werden enige druppels geconcentreerd zoutzuur toegevoegd aan het monster om eventueel aanwezig ijzer te verwijderen. Het zoutzuur werd verwijderd door herhaald spoelen met water. Het organisch materiaal werd verwijderd door verwarming tot 80º C in water-

stofperoxide 30%. Na herhaald spoelen in water werden preparaten vervaardigd door inbedden in Naphrax.

3.1.2.3 Analyse

De vervaardigde preparaten werden bekeken onder een Zeiss Axioskop 20 microscoop met fasecontrastbelichting bij een vergroting van 1000 x (n.a. 1,30). Er werden 400 schaaltjes in aselect gekozen beeldvelden geteld en gedetermineerd met Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991) en Lange-Bertalot (1993). Voor enkele *Brachysira-*, *Cymbella* (s.l.)-, *Eunotia-, Navicula-* en *Pinnularia*-soorten werd gebruik gemaakt van respectievelijk Lange-Bertalot & Moser (1994), Krammer (1997), Alles e.a. (1991), Kobayasi & Nagumo (1988) en Krammer (1992, 2000). Daarbij werd in beginsel de taxonomische indeling van Van Dam e.a. (1994) gevolgd. De resultaten van de tellingen werden ingevoerd in de EcoLims-database.

3.2 Verwerking

3.2.1 Chemie en waterstand

3.2.1.1 Harmonisatie en validatie

De gegevens werden door de diverse laboratoria in verschillende eenheden en formats gerapporteerd. Ze werden geconverteerd naar het standaardformaat zoals in de tabel van Bijlage 5, dat overeenkomt met het format dat al eerder is gebruikt (Van Dam e.a. 1996, AquaSense 2003). De concentraties van stoffen werden hiertoe omgerekend naar mmol m^{-3}. Waarnemingen beneden de detectiegrens werden op de helft hiervan gesteld.

Als er geen rechtstreekse metingen van HCO_3 zijn dit berekend uit het M-getal (Waterschap Veluwe). Overigens zijn de HCO_3-waarden weer omgerekend naar alkaliniteit. Na uitvoerige controles met ionenbalansen en visuele inspectie zijn enkele waarden die door laboratoria zijn aangeleverd gecorrigeerd of weggelaten, vooral van de geleidbaarheid. Ook werden enkele extern opgegeven waterstandsgegevens gecorrigeerd.

Bij de controle van de gegevens werd ontdekt dat er een fout is gemaakt bij de berekening van de ijzerconcentraties in de periode 1995-2002. De in AquaSense (1999 en 2003) vermelde concentraties moeten met een factor 0,340 worden vermenigvuldig om de juiste concentraties te krijgen. Dat heeft uiteraard ook een (geringe) invloed op de eerder berekende ionenbalansen.

Indien gemeten zijn de organische anionen en de kationen aluminium en ijzer in de ionenbalans betrokken. De concentratie van organische anionen (A, in mmol m^{-3}) werd uit de pH en de concentratie opgeloste organische koolstof (DOC) berekend met de formule:

$$A = \frac{5 \times DOC}{1+10^{(0.96+0.9 \times pH - 0.039 \times pH \times pH - pH)}},$$

die is ontleend aan Sullivan e.a. (1989). De coëfficiënt 5 staat voor de ladingsdichtheid van de organische koolstof en is ontleend aan Henriksen & Seip (1980) en Brakke e.a. (1987).

De concentratie van het opgeloste aluminium is afhankelijk van de pH. Beneden pH 4 is alle aluminium opgelost (n = 3) ; tussen 4 en 7 is n gelijk aan 7 – pH (Sullivan e.a. 1989)

De ionenbalansen zijn slechts berekend indien van de kationen hydronium (berekend uit de pH), ammonium, kalium, natrium, calcium en magnesium en van de anionen chloride, nitraat en sulfaat waren gemeten

Het procentuele kationenoverschot (ksur) is berekend met de formule
ksur = 100 × (skat – san) / (skat + san), waarin skat en san respectievelijk de kationen- en de anionensom voorstellen. Volgens Stuyfzand (1989) zijn ionenbalansen met een kationenover-

schot tussen -5 en +5% acceptabel. Onze ionenbalansen zijn slechts benaderingen, met name voor de organische anionen. Voor ijzer is met een waardigheid van 3 gerekend, maar ook deze is, net als voor aluminium, afhankelijk van de pH en bovendien van het zuurstofgehalte. Omdat er in onze monsters veel van deze onzekerheden zijn accepteren we ook vaak waarden buiten de door Stuyfzand genoemde grens.

Als maat voor het regenwaterkarakter is de Ionic Ratio (IR) volgens Van Wirdum (1991) berekend. IR = 2 × Ca / (2 × Ca + Cl).

In recente monsters van de Gerritsfles is de alkaliniteit niet bepaald. Deze is hier berekend als het verschil van de equivalente concentraties sterk basische kationen (ammonium, kalium, natrium, calcium en magnesium) en sterk zure anionen (chloride, sulfaat en nitraat) (Shaffer e.a. 1988).

3.2.1.2 Niet-marien sulfaat

Het regenwater dat de vennen voedt is grotendeels ontstaan door verdamping van zeewater en bevat van nature, naast chloride o.a. sulfaat (marien sulfaat). Daarnaast is er nog sulfaat aanwezig, dat door de mens is toegevoegd, bijvoorbeeld door verbranding van zwavelhoudende brandstoffen (niet-marien sulfaat of 'excess sulphate'). Daar chloride niet of nauwelijks door de mens aan de atmosfeer wordt toegevoerd kan de hoeveelheid marien sulfaat uit de chlorideconcentratie worden berekend. In zeewater bedraagt de verhouding sulfaat/chloride op molaire basis ongeveer 0,052 (Thode 1991, Verkerk, e.a. 2004). De hoeveelheid niet-marien sulfaat zou dus gelijk zijn aan de totale sulfaatconcentratie minus 0,052 × de chlorideconcentratie. Door fractionering van de ionen gedurende het transport van de zee naar de atmosfeer is de concentratie van niet-marien sulfaat echter geringer en is gelijk aan de gemeten sulfaatconcentratie, verminderd met 0,1402 × de chlorideconcentratie (Thode 1991). Voor de mediane jaarconcentraties van sulfaat zijn op deze manier de concentraties aan niet-marien sulfaat berekend. Vervolgens zijn de concentraties niet-marien sulfaat uitgedrukt als percentages van de waargenomen sulfaatconcentratie.

3.2.1.3 Toetsen van trends

Van enkele sleutelvariabelen uit de intensief bemonsterde vennen werden, ook van vroegere jaren, medianen berekend. Van alle bemonsterde vennen werden de beschikbare gegevens over pH, sulfaat, ammonium, DOC, chloride en alkaliniteit geclassificeerd in de jaren 1978, 1982, 1986, 1990, 1994, 1998, 2002 en 2006. Soms zijn gegevens van een jaar vroeger of later dan het aangegeven jaar gebruikt. Tevens zijn de novemberwaarnemingen van de genoemde jaren uit de intensief bemonsterde vennen gebruikt. Voor pH werd de veldwaarneming gebruikt. De extreem hoge chloridewaarneming van het Wolfsputven uit 1998 (toen hier grondwater werd ingelaten) bleef buiten beschouwing.

Vanwege de scheve verdeling van de waarnemingen werd een verdelingsvrije variantie-analyse uitgevoerd, door middel van de Kruskal-Wallistest. Hiervoor werd gebruik gemaakt van het programma in file 'Non parametric Tests.xls, die werd gevonden op de site http://www.mhhe.com/ business/opsci/aczel05/student/excel.mhtm en behoort bij het boek van Aczel & Sounderpandian (2002). Indien er een significante trend werd gevonden, werd met dit programma getoetst of de gemiddelde rangen van de waarnemingen in de verschillende jaren significant van elkaar verschilden.

3.2.1.4 Kwaliteit

De nutriëntenconcentraties zijn beoordeeld volgens de indelingen van Tabel 6, die is ontleend aan Heinis& Evers (2007). Zij geven voor de zeer goede ecologische toestand (ZGET) eenduidige grenswaarden aan voor totaal-fosfaat en totaal-stikstof. Voor de maximale concentraties in de goede ecologische toestand (GET) geven zij voor de typen M12 en M26 een traject op. In onderstaande tabel zijn deze trajecten opgedeeld. Zo is de minimale concentratie van de GET voor P-totaal van type M12 oorspronkelijk 1,0 mmol m^{-3} en de maximale concentratie 1,3 – 3,3

Tabel 6. Indelingen in kwaliteitsklassen voor totaal-fosfaat en totaal-stikstof volgens Heinis & Evers (2007). De concentraties zijn zomergemiddelde waarden in mmol m^{-3}.

Type	Totaal P				Totaal N			
	onvoldoende	(vrij) goed	goed	zeer goed	onvoldoende	(vrij) goed	goed	zeer goed
M12	> 3.2	1.3 - 3.2	1.0 - 1.3	< 1.0	> 143	58 - 143	49 -58	< 49
M13			1.0 - 1.3	< 1.0			36 - 42	< 36
M26	> 3.2	1.3 - 3.2	1.0 - 1.3	< 1.0	> 143	66 -143	57 - 66	< 57

mmol m^{-3}. Dat is hier vertaald in een klasse goed met concentraties tussen 1,0 en 1,3 mmol m-3 en een klasse (vrij) goed met een concentratie tussen 1,3 en 3,2 mmol m-3. Formeel behoren beide klassen tot de klasse 'goed' (GET). Alle waarnemingen met concentraties boven die van het GET zijn door ons ingedeeld in een klasse 'onvoldoende'. Voor het bereken van de zomergemiddelde (april-september) concentraties zijn uit de weinig bemonsterde vennen ook de waarnemingen van begin oktober gebruikt.

Het zal niet altijd mogelijk zijn om de beschikbare monsters goed te classificeren, daar de detectiegrens van veel waterlaboratoria voor totaal-fosfaat met 1,29 mmol m^{-3} (0,04 mg l^{-1} P) juist op de grens van de klassen (vrij) goed en goed ligt. De klassen goed en zeer goed zullen daarom vaak niet van elkaar te zijn onderscheiden.

3.2.2 Kiezelwieren

3.2.2.1 Harmonisatie

De taxonomie en nomenclatuur van kiezelwieren is in de laatste decennia aan verandering onderhevig geweest. Daarom zijn soms taxa samengevoeg, zoals in de laatste kolom van Bijlage 11 is aangegeven.

3.2.2.2 Ecologische groepen

Alle soorten uit de monsters zijn ingedeeld in ecologische groepen volgens Tabel 7. De gegevens van de individuele soorten werden ontleend aan Van Dam & Arts (1993) en aan latere rapportages met betrekking tot kiezelwieren in vennen (AquaSense 1999, 2003).

Per monster werd berekend welk percentage van de getelde individuen tot de vermelde ecologische groepen behoorde. Voor elk ven werd per jaar of periode het gemiddelde percentage per ecologische groep berekend.

3.2.2.3 Berekende pH

Uit de soortensamenstelling van de kiezelwieren is de geschatte pH van het water berekend volgens de formule:

$$pH_{wa} = -1{,}487 + 1{,}337 \cdot (\Sigma\, y_k \cdot u_k) / \Sigma y_k \,,$$

waarin y_k het aantal schalen van soort k en u_k het pH-optimum van soort k voorstellen (Ter Braak & Van Dam 1989). Van een aantal soorten is het pH-optimum niet bekend, maar deze soorten komen slechts met geringe hoeveelheden voor. Anders dan de indicatiegetallen voor de zuurgraad (R) in Van Dam e.a. (1994) gaat het hier om pH-waarden.

3.2.2.4 Ecologische indicatiegetallen

Voor de recentste monsters uit de Gerritsfles werden de gemiddelde ecologische indicatiegetallen voor zuurgraad, zoutgehalte, organisch gebonden stikstof, zuurstof, saprobie, trofie en vocht berekend volgens Van Dam e.a. (1994), zoals vermeld in Bijlage 5.

Tabel 7. Indeling in ecologische groepen naar Van Dam & Arts (1993)

Afkorting	Omschrijving	Toelichting
X	Verzuringsindicator	Het kiezelwier *Eunotia exigua*
T	Triviale soorten uit zuur water	Gewone soorten uit onverstoorde vennen
D	Doelsoorten uit laag-alkaliene wateren	Soorten die vooral in (zeer) zwak gebufferde wateren voorkomen en vaak zeldzaam zijn in Nederland en de rest van Europa. In deze soorten komt de specifieke natuurwaarde van vennen tot uiting
A	*Achnanthes minutissima*	Algemeenste soort zoetwaterdiatomee ter wereld, die in veel verschillende soorten oppervlaktewateren voorkomt
E	Trofieindicatoren	Algemene soorten uit voedselrijke wateren
S	Storingsindicatoren	Soorten organisch verontreinigde, vaak zuurstofarme wateren
O	Onbekend	Soorten met onbekende ecologie

3.2.2.5 Toetsen van trends

Om de veranderingen in de kiezelwierensamenstelling van de intensief bemonsterde vennen na te gaan werden de ecologische groepen en de berekende pH uit de verschillende jaren, inclusief de jaren voor 1995, in grafiek gezet. Hierbij werden steeds de twee monsters uit elk jaar gemiddeld.

Van alle vennen werden de beschikbare gegevens over de EKR, de berekende pH, de aantallen soorten in de telling, de dominantiepercentages en ecologische groepen geclassificeerd in de jaren 1920, 1978, 1982, 1986, 1990, 1994, 1998, 2002 en 2006. Soms zijn gegevens van een jaar vroeger of later dan het aangegeven jaar gebruikt. Het jaar 1920 staat hier voor de periode 1916-1933. Tevens zijn de novemberwaarnemingen van de genoemde jaren uit de intensief bemonsterde vennen gebruikt.

De gemiddelde hoeveelheden van de ecologische groepen en de medianen van de EKR, de aantallen soorten en de dominantie werden berekend[3]. Vanwege de scheve verdeling van de waarnemingen werd een verdelingsvrije variantie-analyse van de vier laatste parameters uitgevoerd, door middel van de Kruskal-Wallistest. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de het programma in file 'Non parametric Tests.xls, die werd gevonden op de site http://www.mhhe. com/ business/opsci/aczel05/student/excel.mhtm en behoort bij het boek van Aczel & Sounderpandian (2002). Indien er een significante trend werd gevonden, werd met dit programma getoetst of de gemiddelde rangen van de waarnemingen in de verschillende jaren significant van elkaar verschilden.

3.2.2.6 Kwaliteit

Aan de hand van de relatieve verdeling van de ecologische groepen (Tabel 7) is een KRW-conforme kwaliteitsindex berekend (Arts e.a, 2002, Van der Molen 2004). Eerst worden punten toegekend op grond van de aandelen van verzuringsindicatoren, trofie- + storingsindicatoren en doelsoorten (Tabel 8). Als kwaliteitsindex per monster is het gemiddelde puntenaantal voor de drie indicatoren ($S_{gemiddeld}$) berekend, waaruit een kwaliteitsindex ($EKR_{niet\text{-}genormaliseerd}$) wordt berekend als $EKR_{niet\text{-}genormaliseerd} = 0{,}2 * (1\text{-}S_{gemiddeld})$. Dit getal is omgezet naar een oordeel volgens indeling van Tabel 9 (Van der Molen 2004)

Het nadeel van de niet-genormaliseerde EKR is dat de grenzen niet steeds bij 0,2 en dan steeds 0,2 hoger liggen. Daarom zijn de waarden volgens de niet-genormaliseerde schaal door de me-

[3] Deze procedure verschilt van die in vorige rapportages, toen de verwachte waarde van elke parameter in elke periode werd met een lineair regressiemodel werd berekend, waarbij de factoren 'locatie' en 'jaar' als voorspellers werden gebruikt. Het blijkt dat de met dit lineaire regressiemodel berekende gemiddelden slechts marginaal verschillen van de direct uit de waarnemingen berekende gemiddelden.

thode van lineaire interpolatie (Van den Berg e.a. 2004) omgezet naar een genormaliseerde schaal, die is weergegeven in Tabel 9. In de rest van dit rapport wordt met EKR steeds de genormaliseerde EKR bedoeld.

Tabel 8. Toekennen van punten voor kwaliteitsbeoordeling aan percentages ecologische klassen van kiezelwieren.

	Percentages van het totaal aantal getelde exemplaren		
Punten	Verzuringsindicatoren	Trofie- + storings-indicatoren	Doelsoorten
1	<1	<1	60-100
2	1-5	1-3	30-60
3	5-10	3-20	5-30
4	10-40	20-50	1-5
5	40-100	50-100	<1

Tabel 9. Voorlopige kwaliteitsomschrijving voor de niet-genormaliseerde en genormaliseerde EKR met kiezelwieren aan de hand van het gemiddelde puntenaantal van de indicatoren uit Tabel 8.

Gemiddelde score (niet genormaliseerde EKR)	Klasse	Oordeel	Kleur	Genormaliseerde EKR
> 0.70	1	zeer goed	blauw	> 0.80
0.50 - 0.70	2	goed	groen	0.60 - 0.80
0.30 - 0.50	3	matig	geel	0.40 - 0.60
0.10 - 0.30	4	ontoereikend	oranje	0.20 - 0.40
< 0.10	5	slecht	rood	0.00 - 0.20

3.2.2.7 Hoofdcomponentenanalyse

De berekende pH., ecologische indicatiewaarden en kwaliteitsgetallen (EKR) zijn manieren om aspecten van de aangetroffen combinaties van kiezelwiersoorten om te zetten in een min of meer eenvoudig te begrijpen getal. Het is echter niet goed mogelijk om daarmee te onderzoeken of er in de aangetroffen soorten en hoeveelheden misschien niet geheel nieuwe soorten van trends zijn te ontdekken.

Daarom is hier gebruik gemaakt van een statistische methode die bekend staat als hoofdcomponentenanalyse of principale componentenanalyse (PCA). Het doel hiervan is om de informatie die is verborgen in de tabel van de hoeveelheden van alle aangetroffen soorten per monster overzichtelijk weer te geven. Deze datareductie gebeurt op zo'n manier dat in zo weinig mogelijk dimensies een zo groot mogelijk deel van de variatie wordt weergegeven. Een eenvoudig voorbeeld is een regressielijn die kan worden berekend in een grafiek die het verband tussen twee variabelen weergeeft. Op die lijn kunnen de punten uit de grafiek worden geprojecteerd, waardoor de oorspronkelijk in twee dimensies beschreven variatie wordt teruggebracht tot een variatie op één dimensie. Deze regressielijn wordt berekend met de methode van de kleinste kwadraten. Bij een sterk verband tussen twee variabelen (een hoge correlatie) kan op de regressielijn een heel groot deel van de variatie worden beschreven, bij een zwak verband is dit in mindere mate het geval.

Bij de hoofdcomponentenanalyse gebeurt iets soortgelijks: de oorspronkelijke variatie in een veeldimensionale ruimte wordt gereduceerd naar een ruimte met een kleiner aantal dimensies. De eerste dimensie van deze ruimte (ofwel de eerste hoofdcomponent) verklaart een deel van de variatie, de tweede hoofdcomponent een wat kleiner deel, enzovoorts.

In ons geval bestaat de veel- of multidimensionale ruimte uit assen voor de soorten, voor elke soort één, waarop de hoeveelheid van de soorten wordt weergegeven. Elk monster wordt dus als een punt in deze ruimte weergegeven. Het is gebruikelijk om de positie van de monsters weer te geven in tweedimensionale grafieken of ordinatiediagrammen. Vaak wordt in een grafiek van de eerste en de tweede hoofdcomponent of de eerste en derde hoofdcomponent al voldoende variatie weergegeven.

Voor het uitvoeren van de hoofdcomponentenanalyse is gebruik gemaakt van het computerprogramma Canoco, dat wordt beschreven door Ter Braak & Šmilauer (2002). Een meer toegankelijke handleiding hiervoor geven Van Katwijk & Ter Braak (2003).

Voor het bereiken van een goed resultaat van een dergelijke analyse is het noodzakelijk dat het gebruikte gegevensbestand evenwichtig is opgebouwd. Omdat van de meeste onderzochte vennen maar één monster van het netplankton van begin van de twintigste eeuw beschikbaar is en verder vanaf 1978 één netplanktonmonster per vier jaar, is de hoofdcomponentenanalyse hiertoe beperkt. Uit de drie intensief bemonsterde vennen zijn de najaarsmonsters uit dezelfde monsterjaren als de andere vennen gebruikt. De voorjaarsmonsters en najaarsmonsters uit andere jaren zijn dus niet gebruikt. Van het Achterste Goorven zijn nog wat meer oudere monsters (1916-1928) en van Gerritsfles en Kliplo nog enkele monsters uit de periode 1948-1973 toegevoegd. Daarnaast zijn ter vergelijking nog enkele monsters van bodemmateriaal, aangroeisel van planten (perifyton), uitknijpsel van enkele vennen toegevoegd. In totaal zijn 142 monsters geselecteerd. Van de 182 soorten in deze monsters zijn er maar 75 (samen 99,75% van de abundantie) gebruikt, omdat de zeldzamere soorten vaak een toevalsverdeling hebben, de hoofdcomponentenanalyse toch niet goed rekening houdt met deze soorten en omdat te veel soorten de diagrammen erg onoverzichtelijk zouden maken.

Om te controleren of de gebruikte techniek wel de meest aangewezen methode is, is eerst de lengte van de gradiënt in de gegevens berekend met de optie DCA uit het programma Canoco. Daarbij zijn de standaardinstellingen van het programma gebruikt, maar de procentuele abundantie (plus één) van de soorten werd logaritmisch getransformeerd. Omdat de lengte van de gradiënt slechts 3,00 bedraagt is verder gegaan met de hoofdcomponentenanalyse. Bij de schalingsmethode is vooral de nadruk gelegd op de afstand tussen de monsters. De abundantie van de soorten is weer logaritmisch getransformeerd. De scores van de soorten is gedeeld door hun standaarddeviatie. Zowel de soorten als de monsters zijn gecentreerd en gestandaardiseerd. Zie verder Ter Braak & Šmilauer (2002) voor de betekenis hiervan.

Naast een PCA is ook nog redundantie-analyse (RDA) uitgevoerd. Het principe hiervan is hetzelfde als van de PCA, maar bij het kiezen van de assen wordt ook rekening gehouden met de variatie in de milieuomstandigheden, zodanig dat gezocht wordt naar een combinatie van assen die niet alleen een zo groot mogelijk deel van de variatie in de soortensamenstelling, maar ook een zo groot mogelijk deel van de variatie in de gekozen milieuvariabelen wordt verklaard. Tegenover deze winst staat dat de verklaarde variatie in de soortensamenstelling minder is dan bij een vergelijkbare PCA.

De RDA werd uitgevoerd met een deelbestand van 82 van de genoemde 142 monsters, waarvan een aantal belangrijke variabelen (ongeveer) simultaan met het nemen van de diatomeeënmonsters is gemeten. Daarvoor zijn monsters gebruikt die ten hoogste een maand vroeger of later dan de diatomeeënmonsters zijn genomen. Van pH-veld, EC25-veld (EGV), DOC (opgeloste organische koolstof), oP (ortho-fosfaat), NH_4, K, Na, Ca, Mg, Cl, NO_3, NO_2, SO_4, A en alkaliniteit, zijn van bijna al deze monsters waarnemingen beschikbaar. Omdat RDA geen ontbrekende waarnemingen accepteert zijn enkele ontbrekende waarnemingen geschat door interpolatie. Van (vooral Drentse) vennen uit 2006 was DOC niet gemeten. Daarvoor is het gemiddelde van alle voorgaande jaren gebruikt. Verder zijn nog de kationensom (skat), de anionensom (san), het kationenoverschot (sur), de IR (Ionic Ratio) en de ANC of zuurneutraliserende capaciteit (acid neutralizing capacity) berekend. Deze laatste is het verschil van de sterk basische anionen

($NH4^+ + K^+ + Na^+ + 2Ca^{2+} + 2Mg^{2+}$) en sterk zure anionen ($Cl^- + NO^{3-} + 2SO_4^{2-}$), die vaak als maat voor de alkaliniteit wordt gebruikt als deze niet rechtstreeks is gemeten. Omdat dat in de monsters van de laatste jaren uit de Gerritsfles het geval is, is hier de ANC gebruikt als vervanger voor de alkaliniteit. In plaats van ontbrekende veldwaarnemingen van pH en EGV zijn de laboratoriummetingen uit dezelfde monsters gebruikt. Van Fe, Al, TIC (totaal anorganische koolstof), CO_2, Si, tP (totaal-fosfaat) en kN (Kjeldahl-stikstof) waren teveel ontbrekende waarnemingen om ze bij de RDA te betrekken.

De RDA eist dat de te onderzoeken milieuvariabelen bij benadering symmetrisch zijn verdeeld. Wanneer dit het geval is bedraagt quotiënt van het gemiddelde en de mediaan van alle beschikbare waarnemingen ongeveer 1. Van alle genoemde fysisch-chemische variabelen werd het berekend. Wanneer dit groter was dan 1,1 werden de waarnemingen logaritmisch getransformeerd en werd genoemd quotiënt opnieuw berekend. In verreweg de meeste gevallen was dit nu kleiner dan 1,1. In enkele gevallen was dit nog steeds groter of veel kleiner en werd de verdeling grafisch onderzocht. Als de oorspronkelijke verdeling het best symmetrisch was werd hiervoor alsnog gekozen.

De aldus bewerkte fysisch-chemische gegevens werden niet alleen gebruikt bij de RDA, maar ook bij de PCA. Van een aantal monsters buiten de set van 82 netplanktonmonsters voor de RDA waren ook fysisch-chemische waarnemingen beschikbaar: het gaat hier om ca 12 extra monsters van bodem- en plantenmateriaal. Deze zijn ook meegenomen voor het berekenen van de Pearson- of product-moment-correlatiecoëfficiënten tussen de eerste vier assen van de hoofdcomponentenanalyse. Deze coëfficiënten werden tweezijdig getoetst met een tabel uit een standaardboek voor statistiek.

4 Resultaten

4.1 Chemie en waterstand

4.1.1 Waarnemingen 2003-2006

De analyseresultaten van de verschillende laboratoria zijn vermeld in Bijlage 5.

4.1.1.1 Frequentie

In beginsel is in de intensief bemonsterde vennen steeds een frequentie van vier monsters per jaar (februari, mei, augustus en november) aangehouden, voor een uitgebreide bemonstering van de veldgegevens (waterstand, pH, geleidingsvermogen), ionenbalans en nutriënten. In sommige gevallen zijn de bemonsteringen enige tijd vroeger of later uitgevoerd. Tijdens de diatomeeën-bemonstering zijn aanvullend deze veldgegevens ook bepaald. In Kliplo zijn in beginsel in de overige maanden nog bepalingen van de veldgegevens en de nutriëntenconcentraties verricht. Niet steeds zijn alle parameters geanalyseerd, met name de alkaliniteitsfractie (M-getal) in de Gerritsfles.

4.1.1.2 Kwaliteit waarnemingen

Van de nutriënten liggen zeer veel van de waarnemingen beneden de detectielimieten: in het algemeen 0,01 mg/l P (0,32 mmol m^{-3}) voor ortho-fosfaat, 0,04 mg/l P (1,29 mmol m^{-3}) voor totaal-fosfaat, 0,05 mg/l (3,56 mmol m^{-3}) voor nitraat, 0,01 of 0,02 mg/l N (0,71 of 1,42 mmol m^{-3}) voor nitriet en 0,10 mg/l N (7,14) mmol m^{-3} voor ammonium. Daarnaast zijn ook vaak waarden beneden de detectielimieten van 5 mg/l (52,1 mmol m^{-3}) voor sulfaat, 5 mg/l (81,9 mmol m^{-3}) voor bicarbonaat en 40 mmol m^{-3} voor de totale alkaliniteit waargenomen. Hierdoor wordt het vaststellen van trends bemoeilijkt.

Het kationenoverschot bedraagt gemiddeld 4.5%. Bij veel monsters wijkt het kationenoverschot minder dan vijf procent van nul af. De monsters met zeer hoge kationenoverschotten (tot 34%) zijn vooral de in 2003 en incidenteel in andere jaren genomen monsters uit de Drentse vennen. Het is moeilijk om de precieze oorzaak hiervan aan te wijzen, maar de meeste van deze monsters hebben een lage pH (< 4). Vermoed kan worden dat hier geen geschikte elektroden zijn gebruikt. Voor metingen in wateren met lage geleidbaarheid is het gebruik van speciaal aangepaste elektroden wenselijk (Davison 1990). Enkele monsters, zoals die uit het Achterste Goorven van 2 november 2004 en die uit de Gerritsfles van november 2003 en maart 2004 hebben juist een groot kationentekort. In deze monsters lijkt de pH juist weer hoog in vergelijking met andere metingen uit deze jaren, hoewel in het Achterste Goorven op 11 november 2004 ook een vrij hoge pH (zonder ionenbalans) werd gemeten.

Over het algemeen zijn er weinig uitschieters onder de monsters. Voorbeelden zijn de zeer lage DOC-concentraties van het Achterste Goorven in mei 2005 en van Kliplo in oktober 2004. Zeer opmerkelijk is ook de zeer grote spreiding van silicium in Poort 2 in 2003.

Het monster van januari 2004 uit Kliplo heeft een van de overige monsters uit dit ven afwijkende samenstelling. Doordat dit monster onder het ijs is genomen heeft het hoge concentraties van macro-ionen en nutriënten. Het is bij het berekenen van trends daarom buiten beschouwing gelaten.

4.1.2 Langetermijnveranderingen van de intensief bemonsterde vennen

4.1.2.1 Temperatuur

De basisgegevens voor de temperatuurberekeningen zijn vermeld in Bijlage 3. Het zijn de temperatuurmetingen uit de periode 1980-2006, die steeds rond 10 februari, 10 mei, 10 augustus en 10 november zijn verricht. Van enkele ontbrekende waarnemingen zijn waarden geschat op grond van de gemiddelden over de hele periode van 1980 tot en met 2006. Met name in de Gerritsfles zijn veel van de gemeten temperaturen niet geschikt voor verdere verwerkingen omdat de bemonsteringen door de waterbeheerder vaak in een te onregelmatig patroon in andere maanden zijn uitgevoerd.

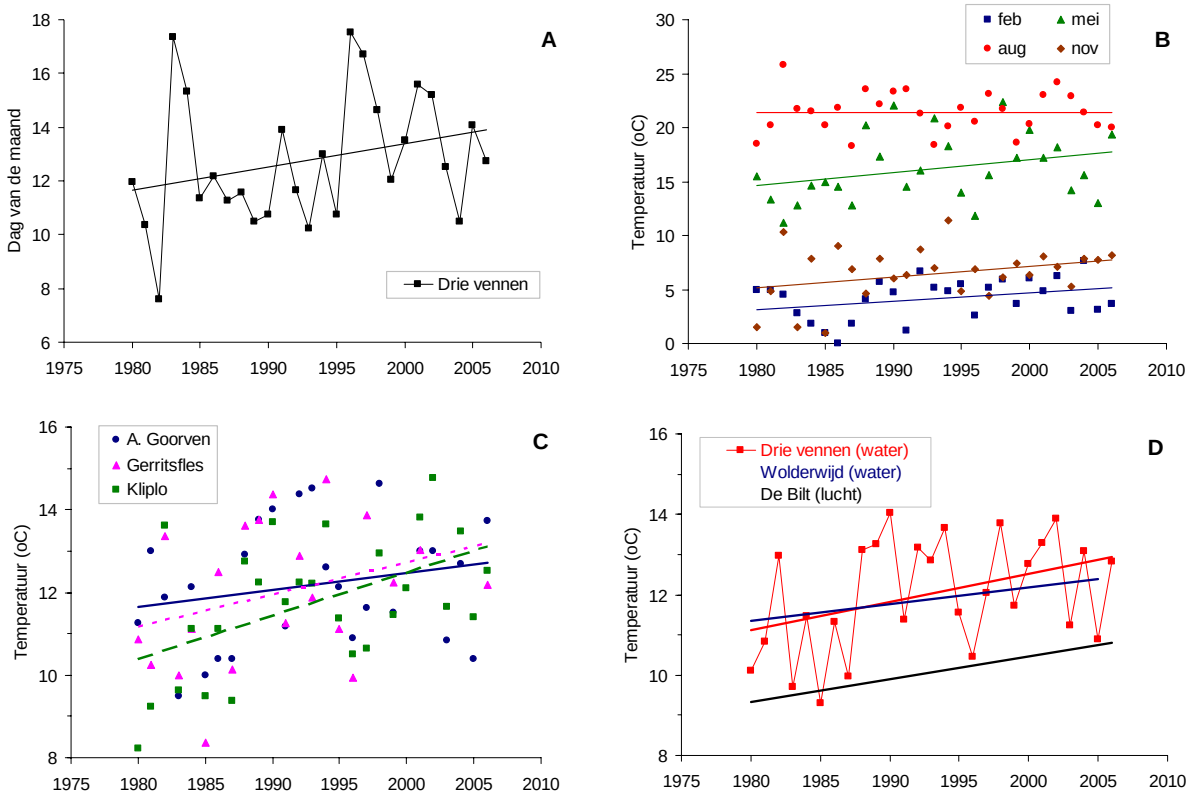
In Tabel 10 zijn de berekende maandgemiddelden en de hieruit berekende jaargemiddelden vermeld, samen met de gemiddelde normaalwaarden van de maand- en jaartemperaturen van de meest nabije meteorologische hoofdstations. Ondanks de betrekkelijk grove meetmethode springen de overeenkomsten en verschillen er toch duidelijk uit, wat enig vertrouwen schept in de bruikbaarheid van de metingen voor het vaststellen van langjarige trends.

Zo zijn de ventemperaturen, net als de luchttemperaturen, in het noorden wat hoger dan in het zuiden. Alleen de novembertemperatuur van de Gerritsfles is daarop een uitzondering. Mogelijk is dat te wijten aan de invloed van ontbrekende waarnemingen. Behalve in augustus is de watertemperatuur één tot enkele graden hoger dan de luchttemperatuur, vooral in mei, wanneer het water overdag al flink kan worden opgewarmd en de nachten al vrij kort zijn, waardoor de afkoeling niet zo groot is. In augustus zijn de venmetingen vaak op het heetst van de dag in de eerste helft van de maand verricht, terwijl de luchttemperaturen hier etmaalgemiddelden over de hele maand betreffen, met inbegrip van de soms al koele dagen aan het einde van de maand. De gemiddelde luchttemperaturen van de meest nabije hoofdstations zijn gemiddeld ongeveer een halve graad lager dan te De Bilt.

De veranderingen van de temperatuur over de jaren zijn uitgezet in Figuur 16. In subfiguur A is bij elk jaar aangegeven wat de gemiddelde bemonsteringsdag is in de maanden februari, mei, augustus en november. Er is een niet-significante positieve trend, met in totaal een verschuiving van 2,3 bemonsteringsdagen te zien over de hele periode. Dat is geen wezenlijke factor die bij zou kunnen dragen tot veranderingen van de waargenomen temperatuur in de loop van de tijd. Naast een verschuiving in bemonsteringsdag zou ook een verandering van het bemonsteringstijdstip in de loop van de bemonsteringsdag een verklaring kunnen zijn voor verschillen in de loop van de tijd. Deze gegevens zijn echter (nog) onvoldoende (digitaal) beschikbaar voor analyse, maar een wezenlijke invloed hiervan is niet te verwachten. De vennen zijn meestal tussen

Tabel 10. Maand- en jaargemiddelden van watertemperaturen in de vennen (eigen metingen) en luchttemperaturen op meest nabije KNMI-hoofdstations (www.knmi.nl).

Locatie	Feb	Mei	Aug	Nov	Jaar
Watertemperatuur (1980-2006)					
Kliplo	3.9	15.6	21.2	6.2	11.7
Gerritsfles	3.9	15.9	21.3	6.8	12.0
Achterste Goorven	4.1	16.4	21.8	6.4	12.2
Drie vennen gemiddeld	4.1	16.2	21.4	6.5	12.0
Luchttemperatuur (1971-2000)					
Eelde	2.1	11.9	16.5	5.5	9.0
Deelen	2.5	12.6	17.1	5.6	9.4
Eindhoven	3.1	13.1	17.5	6.1	9.9
Drie stations gemiddeld	2.6	12.5	17.0	5.7	9.4
De Bilt	3.0	12.7	17.2	6.2	9.8



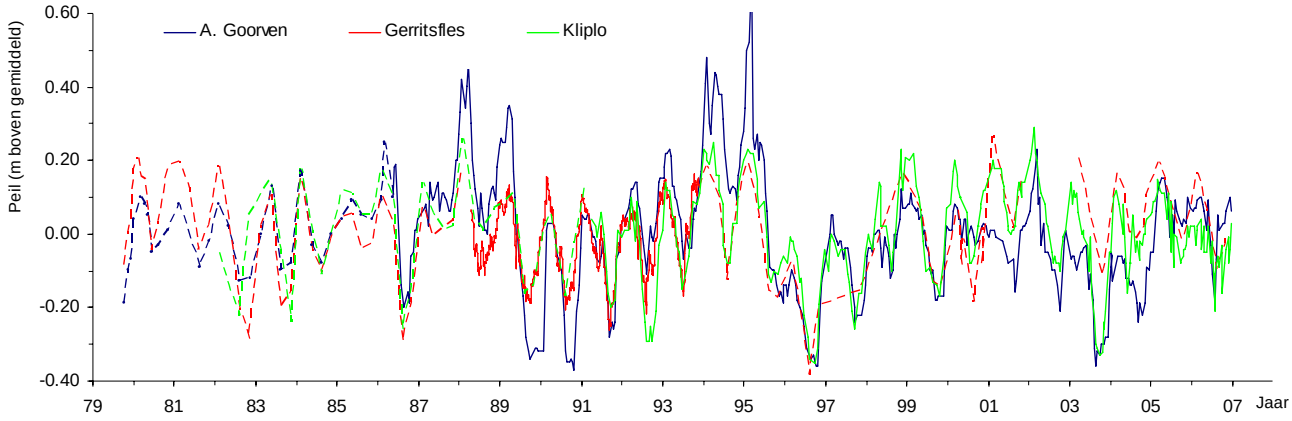
Figuur 16. Veranderingen van de watertemperatuur in de intensief bemonsterde vennen. A: De gemiddelde dagnummers van de bemonsteringen in februari, mei, augustus en november. B: trends en gemiddelden van de watertemperaturen van de drie vennen in de vier seizoenen. C: trends en jaargemiddelden (kwartaalmetingen) van de watertemperaturen in de drie vennen. D. Jaargemiddelden (kwartaalmetingen) en trend van de watertemperaturen in de drie vennen, vergeleken met die in het midden van het Wolderwijd (trend van jaargemiddelden op basis van (half-)maandelijkse metingen, www.waterstat.nl) en de trend van jaargemiddelden van de luchttemperaturen te De Bilt (www.knmi.nl).

10 en 16 uur bemonsterd en niet altijd in dezelfde volgorde. In subfiguur B zijn steeds de gemiddelden van de waarnemingen van de drie vennen per seizoen weergegeven. In de zomer blijft de temperatuur over de jaren ongeveer gelijk, maar in de overige seizoenen zijn er net niet-significante stijgingen rond 0,1 graad per jaar. In subfiguur C zijn de jaargemiddelden van de drie vennen apart uitgezet. De stijging varieert hier tussen 0,04graad per jaar voor het Achterste Goorven tot ongeveer 0,1 graad per jaar in Kliplo. In het laatste ven is de stijging significant ($r = 0,51$, $p < 0,01$). Tenslotte zijn in subfiguur D de gemiddelde jaartemperaturen (gebaseerd op de kwartaalwaarnemingen) van de drie vennen samen uitgezet tegen de tijd. De toename van de watertemperatuur bedraagt 0,0704 graad per jaar ($r = 0,40$, $p < 0, 05$). Over de hele periode 1980 – 2006 is dat 1,83 graad. Dat is meer dan de toename van 0,0413 graad per jaar, die door Rijkswaterstaat is vastgesteld in het midden van het Wolderwijd, een van de Veluwse randmeren. Het gemiddelde van het Wolderwijd ligt op hetzelfde niveau als voor de drie vennen, rond de 12 ^{o}C. Dat is ongeveer twee graden meer dan de luchttemperatuur in De Bilt, die in de periode 1980 – 2006 met 0,0568 graad per jaar ($r = 0,59$, $p < 0,001$) is gestegen.

Gezien al de meetonzekerheden die aan de metingen van de watertemperaturen kleven kan voorlopig worden vastgesteld dat de stijging van de gemiddelde jaartemperatuur in de vennen parallel loopt aan de stijging van de luchttemperatuur in die periode. De gemiddelde temperatuur in het oppervlaktewater is twee graden hoger dan die van de lucht.

4.1.2.2 Waterstand

De basisgegevens voor de berekening van de gemiddelde waterstanden zijn vermeld in Bijlage 4. De veranderingen zijn ook uitgezet in Figuur 17 en samengevat in Tabel 11.



Figuur 17. Veranderingen van de waterstand in de intensief bemonsterde vennen. Met streepjeslijnen zijn de perioden met extensieve waarnemingen (kwartaalgemiddelden) weergegeven. De getrokken lijn stellen perioden met maandgemiddelden voor. De getallen op de horizontale as staan bij het streepje van 1 januari van het betreffende jaar.

De waterstand van het Achterste Goorven vertoont, zeker ten opzichte van die van de andere vennen zeer grote fluctuaties, vooral in de periode tot 1995. In dat voorjaar waren de waterstanden door de overvloedige neerslag zeer hoog. In het najaar van 1995 is het aangrenzende Voorste Goorven ten behoeve van de restauratie droog gepompt en stond het water daar enkele meters lager dan in het Achterste Goorven. Mede daardoor is de waterstand in 1996 sterk gedaald. De daling is nog versterkt door de geringe hoeveelheid neerslag in de zomer en het voorjaar van dit jaar. Na 1996 herstelt de waterstand zich wel weer, maar de gemiddelde waterstand ligt in de periode 1996-2006 toch 12 cm lager dan in de voorafgaande elf jaren. Ook is de amplitude afgenomen van gemiddeld 39 cm voor de restauratie van de centrale vennenreeks, tot 26 cm daarna. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de beheersing van het waterpeil in de centrale vennen, o.a. door aanvoer van (gebufferd) grondwater in de zomer en verbeterde afvoer in de winter. Het waterpeil daalt in recente droge zomers, zoals die van 2003, nog tot waarden die vergelijkbaar zijn met droge zomers voor de restauratie van de centrale vennen, zoals 1989 en 1990. Een verschil van de hoogste en laagste waterstand van bijna een meter tussen de winter van 1996 en het najaar van 1996 zal door deze demping van de peilfluctuaties waarschijnlijk niet snel meer wor-

Tabel 11. Samenvatting van de gegevens over de gemiddelde maandelijkse waterstanden uit de intensief bemonsterde vennen tussen 1985 en 2006.

Ven		1985-1996		1996-2006	
	Eigenschap	Waarde (m)	Seizoen	Waarde (m)	Seizoen
Achterste Goorven	Maximum	0.27	dec-mrt	0.07	dec-mrt
	Minimum	-0.13	jul-dec	-0.19	aug-nov
	Amplitude	0.39		0.26	
	Gemiddeld	0.06		-0.06	
Gerritsfles	Maximum	0.15	nov-mrt	0.12	nov-mrt
	Minimum	-0.13	jul-sep	-0.06	aug-sep
	Amplitude	0.28		0.18	
	Gemiddeld	0.01		0.03	
Kliplo	Maximum	0.16	feb-apr	0.14	feb-mrt
	Minimum	-0.12	aug-sep	-0.17	jul-okt
	Amplitude	0.28		0.31	
	Gemiddeld	0.02		-0.01	

den waargenomen. Vóór en na 1996 werden de hoogste waterstanden meestal waargenomen tussen december en maart en de laagste waterstanden tussen juli en december. De laatste periode is nu gereduceerd tot de maanden augustus-november. In de beide andere vennen, waar geen hydrologische ingrepen zijn verricht zijn de waterstandsveranderingen veel geringer.

De amplitude van de waterstand in de Gerritsfles kon door de intensieve metingen in de periode voor 1996 goed worden vastgesteld. Deze was toen, met 28 cm, kleiner dan in het Achterste Goorven. Het zou kunnen dat hier na 1995 veranderingen hebben plaatsgehad, maar door de betrekkelijk schaarse metingen in deze periode is dat niet goed vast te stellen.

In Kliplo zijn de waterstandsfluctuaties in dezelfde orde van grootte als in de Gerritsfles. Er lijkt geen duidelijk verschil te zijn tussen de perioden 1985 en 2006.

De gemiddelde jaarlijkse waterstanden zijn ook nog eens uitgezet in Figuur 18. Voor de waterstand zijn hier niet de betreffende kalenderjaren genomen, maar die van het laatste kwartaal van het jaar voor het aangegeven jaar en de eerste drie kwartalen van het lopende jaar. Voor deze weergave is gekozen omdat het droogvallen van een deel van de bodem in de nazomer en het najaar van grote betekenis is voor de chemie van het water in het daaropvolgende jaar, zoals hieronder zal blijken.

De droogste zomers in de periode 1970-2006 zijn, gerangschikt naar oplopende hoeveelheid neerslag in de periode april-augustus, die van 1976, 1996, 2003, 1982, 1989, 1986, 1978 en 1990 (Tabel 3). In 1976 zijn geen exacte gegevens over de waterstand bekend, maar het Achterste Goorven stond toen, net als veel andere vennen, grotendeels droog (Van Dam & Van Apeldoorn 1978, Van Dam 1983). Van 1978 zijn ook geen metingen bekend, maar in 1979 waren de waterstanden in Achterste Goorven en Gerritsfles nog laag (Figuur 15). In al de overige genoemde zomers waren de waterstanden in het najaar steeds ongeveer 20 tot 40 cm beneden de gemiddelde waterstand, vooral in het Achterste Goorven.

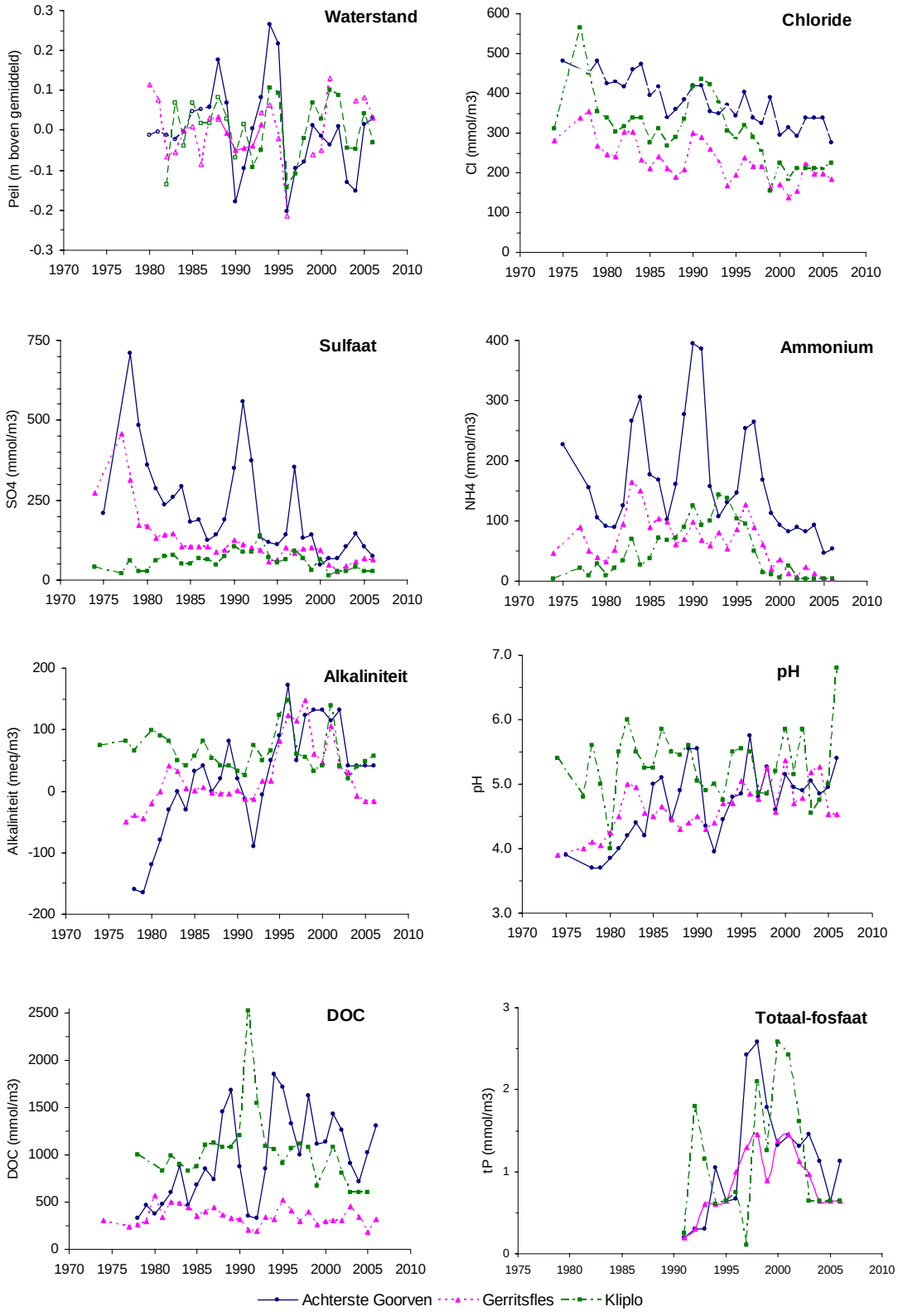
4.1.2.3 Chloride

In Figuur 18 zijn verder de mediane waarden van enkele belangrijke milieuvariabelen van de intensief bemonsterde vennen over de periode 1978-2006 uitgezet, waaronder de chlorideconcentratie. In Tabel 12 zijn de significante correlaties tussen het jaar van monstername en de verschillende milieuvariabelen (ook onderling) aangegeven. Veel relaties tussen de parameters en het bemonsteringsjaar zijn niet lineair. Het ontbreken van een significante correlatie zegt daar om niets over de afwezigheid van een trend. Een significante correlatie is wel een aanwijzing voor de aanwezigheid van een trend.

Voor alle drie de vennen heeft het chloridegehalte zeer significante ($p \leq 0{,}001$) negatieve correlaties met het jaar van bemonstering, zoals ook al in de rapportage van 1978 tot en met 2002 werd geconstateerd. Die worden veroorzaakt door de stijging van de gemiddelde neerslag over Nederland in de laatste decennia. Voor de periode 1975-2005 zijn de correlaties tussen de hoeveelheid neerslag te De Bilt (Figuur 13) voor het Achterste Goorven 0,27 (n.s), de Gerritsfles -0,50 ($p < 0{,}01$) en Kliplo -0,54 ($p < 0{,}01$). Waarschijnlijk zijn deze correlaties nog wel hoger als de hoeveelheid neerslag van de meest nabije neerslagstations worden gebruikt. Deze daling is een gevolg van de grotere doorspoeling van de vennen bij een ongeveer gelijk blijvend volume. Daardoor neemt het belang van hoger wordende concentraties door de indamping van het water af.

4.1.2.4 Sulfaat

Tussen de drie onderzochte vennen waren bij de aanvang van het onderzoek grote verschillen in de sulfaatconcentraties; daarop zijn ze geselecteerd na het verkennend onderzoek in 1978 (Van Dam e.a. 1981). De verschillen tussen de vennen hangen o.a. samen met de morfometrie en de daarmee samenhangende verblijftijd van het water (Van Dam 1988).



Figuur 18. Veranderingen van de gemiddelden van de waterstand en de medianen van geselecteerde chemische parameters in de intensief bemonsterde vennen. In de grafiek van de waterstand stellen de open symbolen jaren voor waar de waterstand eens per kwartaal is opgenomen en de gesloten symbolen jaren waar dit tenminste maandelijks is geschied. Bij de waterstand lopen de jaren van oktober van het voorafgaande jaar tot en met september van het vermelde jaar. De jaren voor de chemische parameters vallen samen met kalenderjaren.

Tabel 12. Product-moment-correlatiecoëfficiënten tussen het bemonsteringsjaar, de jaargemiddelden van de waterstand en de medianen van enkele chemische parameters. Significanties: **p ≤ 0,001 (vet)**, *p ≤ 0,01 (cursief)*, p ≤ 0,05 (normaal), ' = net niet significant. Behalve de tussen haakjes vermelde getallen zijn niet-significante correlaties weggelaten. Onderstreepte getallen geven overeenkomstige correlaties in de drie vennen samen aan.

Ven	Parameter	Jaar	pHv	Alkaliniteit	DOC	NH4	tP	SO4	Cl	Ionic Ratio
Achterste	pH (veld)	**0.65**								
Goorven	Alkaliniteit	**0.72**	**0.83**							
	DOC	*0.53*	**0.71**	**0.76**						
	Ammonium	(-0.31)								
	Totaal-fosfaat	(0.36)	(0.36)	0.49'	(0.40)					
	Sulfaat	**-0.60**	**-0.61**	**-0.76**	**-0.68**	0.44				
	Chloride	**-0.85**	*-0.56*	**-0.61**	*-0.55*	*0.49*		**0.65**		
	Ionic Ratio		*-0.53*	**-0.60**	**-0.61**			**0.85**		
	Peil				0.40					
Gerritsfles	pH (veld)	**0.59**								
	Alkaliniteit	0.46	**0.66**							
	DOC		0.36							
	Ammonium	*-0.53*			0.40					
	Totaal-fosfaat	(0.36)	0.57	**0.77**	(0.29)					
	Sulfaat	**-0.69**	*-0.55*	-0.43		(0.24)				
	Chloride	**-0.71**	-0.40	-0.41		*0.48*	-0.53	**0.75**		
	Ionic Ratio	*-0.46*	**-0.60**					**0.78**	0.43	
	Peil					**-0.67**			*-0.47*	0.37
Kliplo	pH (veld)									
	Alkaliniteit									
	DOC									
	Ammonium	(-0.14)			*0.50*					
	Totaal-fosfaat	(0.07)	(0.11)	(0.15)	(-0.09)					
	Sulfaat	(-0.16)			*0.50*	**0.74**				
	Chloride	**-0.70**			**0.63**	0.40		0.40		
	Ionic Ratio					-0.38				
	Peil							-0.41	-0.37	

In het Achterste Goorven en de Gerritsfles is een significante daling van de sulfaatconcentraties, zij het met grote pieken en dalen, vooral in het Achterste Goorven. In Kliplo is er van de jaren zeventig een stijging tot ongeveer 1990 en daarna weer een afname. In de loop der tijd zijn de concentraties van sulfaat steeds meer in elkaars buurt gekomen. Vooral in Kliplo, maar soms ook in de andere twee vennen liggen ze nu vaak onder de gehanteerde detectiegrens van 5 mg l^{-1} (52 mmol m-3).

In Tabel 13 zijn de percentages niet-marien sulfaat in verschillende perioden vermeld. Daarbij is in Kliplo het zeer extreme jaar 1977 met zeer hoge chloride- en zeer lage sulfaatconcentraties (nawerking van de droge zomer van 1976) buiten beschouwing gelaten. In Kliplo maakt het niet-mariene sulfaat ten hoogste enkele tientallen procenten van het totaal uit. Vooral de laatste vijf jaren is er geen (berekend) marien sulfaat meer in dit ven. Dat betekent dat of de toevoer van niet-marien sulfaat sterk is gedaald of dat er sprake is van een sterke sulfaatreductie. Waarschijnlijk spelen beide factoren hier een rol (Figuur 14, Marnette e.a. 1993). In de beide andere vennen maakte het niet-marien sulfaat ruim tachtig procent van het totaal uit, nu is dat nog maar de helft of minder. In deze twee vennen zal voortgaande reductie van sulfaattoevoer met atmosferische depositie daarom waarschijnlijk nog kunnen leiden tot een wezenlijke vermindering van de sulfaatconcentraties

In Kliplo is de concentratie sulfaat voortdurend laag. Door de in verhouding steile oevers (Bijlage 2) valt de bodem nooit droog en kan er geen heroxidatie van gereduceerd zwavel uit de onderwaterbodem plaatsvinden (Van Dam 1988).

Tabel 13. Het aandeel niet-marien sulfaat als percentage van de mediane jaarconcentraties van sulfaat in zes perioden. Negatieve waarden betekenen dat er in het water minder sulfaat aanwezig is dan op grond van de chlorideconcentratie kan worden verwacht.

Periode	A. Goorven	Gerritsfles	Kliplo
1977-1981	85	81	-36
1982-1986	73	70	30
1987-1991	74	68	33
1992-1996	65	62	37
1997-2001	53	69	15
2002-2005	53	43	-8
1977-2005	66	65	14

In het Achterste Goorven was de sulfaatconcentratie in 1978 erg hoog, zowel door de hoge atmosferische depositie (Figuur 14), als door het feit dat in het extreem droge jaar 1976 de bodem grotendeels droogviel en toen oxidatie van in de bodem opgeslagen gereduceerd zwavel plaatsvond. Na 1978 is een daling van de sulfaatconcentratie ingezet, deels doordat het gevormde sulfaat met het neerslagoverschot in de winter uit het ven werd afgevoerd en het overgebleven sulfaat werd gereduceerd door bacteriële activiteit, maar ook door een sterke daling van de atmosferische depositie. Na de lage waterstanden in 1989-1990 werd weer veel gereduceerd zwavel uit de droogvallende oevers geoxideerd, maar door de hoge neerslag en temperatuur in de daaropvolgende jaren trad een snel herstel op. De voorraad zwavel in de bodem was daarna kennelijk sterk afgenomen, want de zeer lage waterstand in 1996 leidde slechts tot een relatief geringe verhoging van de zwavelconcentratie. Bij de droogte van 2003 was de stijging van de sulfaatconcentratie nog weer minder. De voorraad gereduceerd zwavel in de bodem lijkt dus ongeveer een minimum te hebben bereikt, door de herhaalde mobilisatie- en uitspoelingsepisoden na de ongeveer eens in de zes tot zeven jaar optredende lage waterstanden. De sulfaatreductie in het Achterste Goorven (en de andere vennen) wordt begunstigd door de stijging van de temperatuur in de onderzoeksperiode (Figuur 13).

De Gerritsfles neemt een tussenpositie in tussen Achterste Goorven en Kliplo. De invloed van de droge perioden na 1976 is hier echter niet merkbaar. Vanaf 1980 is hier een geleidelijke daling van de sulfaatconcentratie, maar vanaf 2000 is de daling sterker: in 2002 werden voor het eerst soms waarden beneden de detectiegrens (52 mmol m^{-3}) gemeten. De daling op lange termijn hangt samen met de daling van de atmosferische belasting (Figuur 6).

4.1.2.5 Ammonium

In alle drie vennen bereiken de ammoniumconcentraties maximale waarden ongeveer halverwege de onderzoeksperiode; de Gerritsfles iets eerder en Kliplo iets later. Er is geen sprake van een lineaire trend. Mathematische krommen die het verband tussen de tijd en de concentraties beschrijven voor Gerritsfles en Kliplo zijn parabolen, waarvan de determinatiecoëfficiënten (fracties verklaarde variatie) respectievelijk 0,52 en 0,53 zijn. Voor het Achterste Goorven is dit met 0,30 veel minder.

De daling van de ammoniumconcentratie werd al in het verslag over de vorige periode (AquaSense 2003) geconstateerd, maar nu lijkt deze ook op een laag niveau te blijven. In Kliplo blijven de concentraties de laatste jaren steeds beneden de detectiegrens (0,1 mg l^{-1}, 25 mmol m^{-3}), in de Gerritsfles is dit vaak het geval. In het Achterste Goorven zijn de concentraties nog steeds hoger, maar blijven beneden 100 mmol m^{-3}. In verhouding is de ammoniumconcentratie van de vennen de laatste tien jaar veel sterker gedaald dan in de depositie (Figuur 14, Tabel 4). Kennelijk verdwijnt er, gefaciliteerd door de hogere jaartemperaturen, veel ammonium door nitrifica-

tie en vervolgens denitrificatie (de nitraatconcentraties liggen meestal ook beneden de detectiegrens).

De ammoniumconcentraties in het Achterste Goorven vertonen pieken en dalen, die ongeveer samenvallen met die van sulfaat, die het gevolg is van de peilfluctuaties. Kennelijk wordt ook ammonium gemobiliseerd na perioden van droogte, als gevolg van een versterkte mineralisatie van de in het sediment opgeslagen voorraad organisch gebonden stikstof. Ook in de Gerritsfles is zo'n patroon zichtbaar, zij het zwakker dan in het Achterste Goorven. In de Gerritsfles lijken de fluctuaties in ammonium in verhouding groter dan die van sulfaat. Het is niet goed duidelijk wat de oorzaak is van de lange, vrijwel monotoon, stijgende trend van ammonium in Kliplo, en de tamelijk abrupte daling daarna.

4.1.2.6 Overige parameters

Alkaliniteit en pH verlopen in Gerritsfles en Achterste Goorven grotendeels parallel. De afname van sulfaat veroorzaakt een toename van pH en alkaliniteit. De stijging gaat echter niet ongelimiteerd door, o.a. door de protonenproductie bij de nitrificatie van ammonium. De concentratie van opgeloste organische koolstof (DOC) is laag in periodes met hoge sulfaatconcentraties en lage pH, door precipitatie van humusverbindingen met aluminium, dat bij lage pH in oplossing komt. Bij de afbraak van organische stof door de toegenomen sulfaatreductie en denitrificatie komen o.a. fosfaten vrij. Daaruit is de toename van totaal-fosfaat in de Gerritsfles en het Achterste Goorven te verklaren. In Kliplo, waar de sulfaatreductie altijd al intensief is geweest, is geen toename van de fosfaatconcentraties gevonden. Die liggen hier thans vaak beneden de detectielimiet. De N/P-verhouding van het Achterste Goorven is bepaald in de periode 2002-2006 en ligt tussen 124 en 217. Dat is vele malen hoger dan de verhouding van tussen 16 en 23, waarboven fosfaat beperkend is voor de algengroei in zoete wateren (Borchardt 1996, Wetzel 2001, Reynolds 2006). Ook in de Gerritsfles (N/P 36 – 82) en Kliplo (49 – 79) is eerder fosfaat dan stikstof limiterend voor de algengroei.

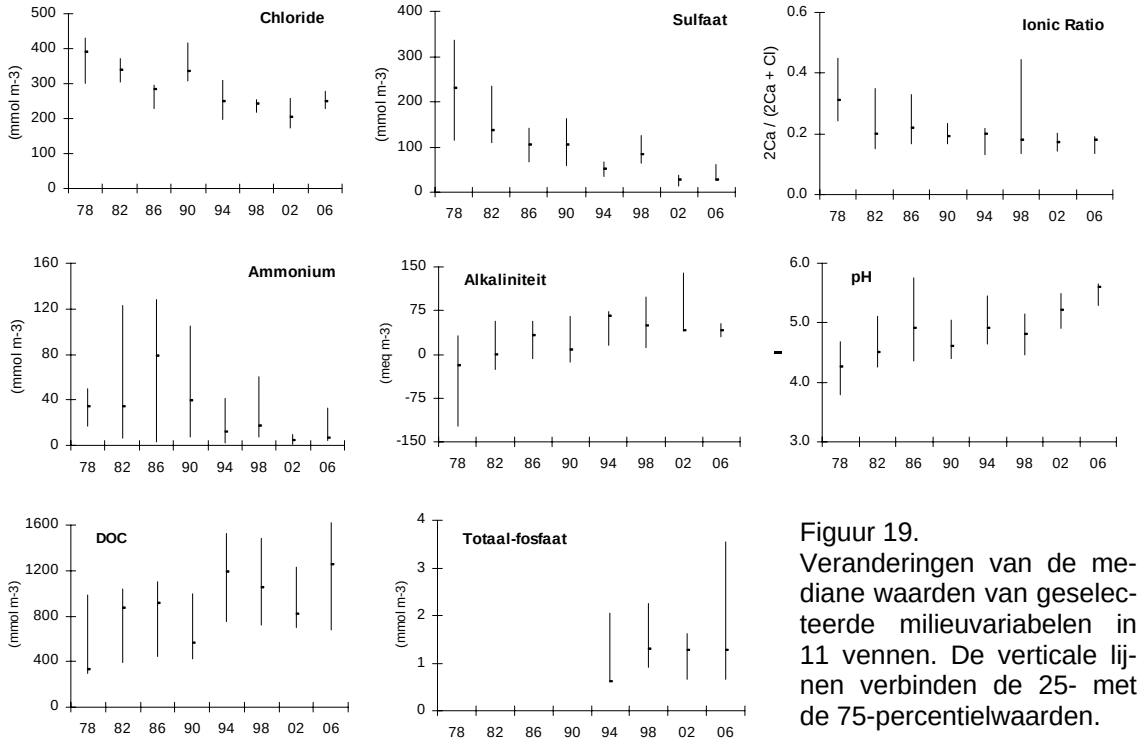
4.1.3 Langetermijnveranderingen van alle bemonsterde vennen

In Figuur 19 zijn de veranderingen van enkele geselecteerde parameters aangegeven. De getallen zelf zijn vermeld in Bijlage 7. De toetsresultaten zijn vermeld in Tabel 14.

In 1978 was de mediane *chlorideconcentratie* 388 mmol m^{-3}. Door de relatieve droogte rond 1990 was er in dat jaar een maximum in de concentratie, maar daarna is de concentratie weer significant ($p < 0{,}001$) gedaald. Daarna heeft de daling zich voortgezet tot 202 mmol m^{-3} in 2002, waarna weer een lichte stijging (tot 248 mmol m^{-3}) plaatsvond, in lijn met de resultaten van de intensief bemonsterde vennen.

Sulfaat is significant ($p < 0{,}001$) afgenomen over de hele periode van 229 mmol m^{-3} in 1978 tot 26 mmol m^{-3} in 2006. In 1990 is er in alle vennen samen geen wezenlijk hogere concentratie dan daarvoor in de meeste vennen (wel in sterk verzuurde vennen als het Achterste Goorven, het Groot Huisven en de Deelense Was). In 1998 is de concentratie weer hoger dan in 1994: een naijlen van de droogte van 1996-1997, maar daarna treedt weer een sterke daling op. De snelheid van de afname over de afgelopen 28 jaar bedraagt 7,25 mmol m^{-3} j^{-1}. Indien dit wordt gecorrigeerd met een verdunningsfactor 224/388 (de afname van het inerte chloride) is dit 4,8 mmol m^{-3} j^{-1} . Dat is hoog in vergelijking met de snelheden rond 3,4 mmol m^{-3} j^{-1} in zuidelijk Noorwegen en Zweden rond de 2 mmol m^{-3} j^{-1} in centraal Europa en 0,7-0,9 in de rest van Europa (Skjelkvåle e.a. 2005).

De *Ionic Ratio* (2Ca/(2Ca + Cl) vertoont géén significant verloop over de hele onderzoeksperiode, maar er zijn wel maxima in de jaren 1978 en 1998, net als in de intensief bemonsterde vennen. Er lijkt wel een geleidelijke afname van de mediane IR-waarden van 1978 tot 2006 te zijn, wat correspondeert met een afname van calcium en magnesium in Europese en Noord-Amerikaanse verzuringsgevoelige wateren (Skjelkvåle e.a. 2005). Veranderingen in de Ionic Ratio zijn



Figuur 19.
Veranderingen van de mediane waarden van geselecteerde milieuvariabelen in 11 vennen. De verticale lijnen verbinden de 25- met de 75-percentielwaarden.

mede gerelateerd aan de door de peilfluctuaties veroorzaakte hoge sulfaatconcentraties. Om het ionenevenwicht in zulke perioden te handhaven stijgt niet alleen de protonenconcentratie (daling pH), maar ook die van overige kationen. Voor de tweewaardige ionen als calcium en magnesium is de uitspoeling sterker dan voor de eenwaardige ionen als kalium en natrium (≈ chloride) (Vangenechten e.a. 1981, Baker e.a. 1985).

Tussen de concentraties van *ammoniumstikstof* in de verschillende jaren zijn significante verschillen ($p < 0,05$). In 1978 bedraagt de mediane concentratie 34 mmol m^{-3}. Vooral in de jaren 1982, 1986 en 1990 zijn de concentraties vaak hoog, ongeveer overeenkomend met het patroon in de drie intensief bemonsterde vennen. Daarna is er een sterke afname tot waarden beneden de 10 mmol m^{-3} , beneden de detectiegrens. Dat is van 1986 tot 2006 gemiddeld een afname van 3,4 mmol m^{-3} j^{-1} (na verdunningscorrectie 3,0 mmol m^{-3} j^{-1}). De verschillen tussen de vennen zijn echter zeer groot. Er zijn niet veel vergelijkbare getallen uit het buitenland, waar stikstof in verzuringsgevoelige wateren vooral als nitraat aanwezig is. De afname daarvan bedraagt in centraal Europa 0,9 – 1 mmol m^{-3} j^{-1}, terwijl in de Alpen, Scandinavië en de Britse eilanden geen veranderingen of een toename is gevonden (Skjelkvåle e.a. 2005).

De laagste waarden van de *alkaliniteit* (minimum 160 meq m^{-3}, mediaan -20 meq m^{-3}) zijn gemeten in 1978. Daarna is er een geleidelijke stijging tot een mediane waarde van 66 meq m^{-3} in

Tabel 14. Toetsing van trends van geselecteerde parameters in 11 vennen.

Parameter	Significantie	Significant ($p \leq 0.05$) verschillende paren van jaren/perioden
Chloride	0.000	1990-2002
Sulfaat	0.000	1978-2002, 1978-2006, 1982-2002
Ionic Ratio	0.293	
Ammonium	0.049	
Alkaliniteit	0.022	
pH-veld	0.046	
DOC (8 jaren)	0.388	
DOC (2 perioden)	0.019	1978/1990 - 1994/2004

1994, die zich daarna niet verder doorzet. De gemiddelde stijging in de periode 1978-1994 is 5,2 meq m^{-3} j^{-1} (na verdunningscorrectie 3,3 meq m^{-3} j^{-1}). In de periode 1990-2002 bedraagt deze 2,9 meq m^{-3} j^{-1}) (na verdunningscorrectie 1,8 meq m^{-3} j^{-1}). Deze waarden zijn twee tot drie maal hoger dan in dezelfde periode in andere Europese landen (Skjelkvåle e.a. 2005).

De *pH-verschillen* tussen de verschillende jaren zijn significant ($p < 0,05$). De mediaan stijgt van 4,3 in 1978 tot 5,9 in 1986 en blijft daarop hangen tot 1998, waarna deze stijgt tot 5,6 in 2006. De protonenconcentratie daalt in 28 jaar van 50 naar 2 meq m^{-3}, een daling van ca 1,7 meq m^{-3} j^{-1} (na verdunningscorrectie 1,1 meq m^{-3} j^{-1}), hetgeen 3 tot 15 maal meer is in vergelijking met de meeste verzuringsgevoelige Europese wateren. In sommige wateren in West-Europa is de protonenconcentratie recent zelfs toegenomen (Skjelkvåle e.a. 2005).

De variatie tussen de vennen in het gehalte aan *opgeloste organische koolstof* (DOC) is zeer groot. Tussen de verschillende onderzoeksjaren zijn de verschillen niet significant, maar tussen de perioden 1978-1990 en 1994-2006 is er een significante toename van de mediaan van 866 tot 999 mmol m^{-3} ($p < 0,05$). Dat komt ongeveer overeen met een toename van 8,3 mmol m^{-3} j^{-1} (na verdunningscorrectie 6,2 mmol m^{-3} j^{-1}) tussen 1984 en 2000 wat hoger is dan de toename van 3,8 mmol m^{-3} j^{-1}) tussen 1990 en 2001 in centraal Europa, maar lager dan die van 10,8 mmol m^{-3} j^{-1} op de Britse eilanden in dezelfde periode (Skjelkvåle e.a. 2005).

Voor *totaal-fosfaat* is de meetreeks nog maar betrekkelijk kort (16 jaar). In die periode zijn geen significante veranderingen te constateren. Dat heeft mede te maken met de sterke variabiliteit van deze parameter. De variatie binnen een jaar of seizoen is relatief veel groter dan die van andere parameters. Wel zijn de maximale waarden in 2006 veel hoger dan in eerdere jaren. Van totaal-stikstof zijn bepalingen in 2002 en 2006. De mediane verhouding N/P bedroeg toen respectievelijk 80 en 63, wat eerder op fosfaat- dan stikstoflimitatie wijst.

4.1.4 Veranderingen in chemische kwaliteit

De beschikbare zomergemiddelde concentraties van totaal-fosfaat en totaal-stikstof zijn vermeld in Tabel 15.

De concentraties kunnen sterke verschillen vertonen in opvolgende jaren, zoals die van fosfaat in het Diepveen en het ven in het Echtenerzand in 2002 en 2003, waardoor de beoordelingen ook in verschillende klassen terecht komen.

In totaal voldoen acht van de in totaal 44 venmeetjaren (18%) niet aan de eisen voor totaal-fosfaat. Voor stikstof zijn er 19 (44%) venmeetjaren die niet aan de eisen voldoen. Tussen de verschillende regio's zijn er grote verschillen: van Noord naar zuid verslechtert de kwaliteit, vooral voor totaal-stikstof.

In de *Drentse vennen* is het beeld voor fosfaat vrij gunstig. Van de 16 venmeetjaren is er slechts één (6%) onvoldoende. Hier scoort alleen Poort 2 onvoldoende, door de hoge concentratie (4,2 mmol m-3) in 2002. Dit ven heeft ook hoge concentraties stikstof, dat hier echter vrijwel geheel als organisch gebonden stikstof aanwezig is. In Kliplo scoort de stikstofconcentratie onvoldoende, uitsluitend door de extreem hoge concentraties die zijn gemeten in 2002. Zonder dit jaar is de gemiddelde concentratie 59 mmol m^{-3}, wat een zeer goede toestand aangeeft. Voor stikstof scoren in Drenthe vennen in totaal drie (19%) van de 16 venmeetjaren onvoldoende.

Op de *Veluwe* lijkt de concentratie van totaal-fosfaat in de elf meetjaren af te nemen, hoewel de fluctuaties groot zijn. De toestand is hier steeds (vrij) goed tot zeer goed. Voor stikstof verbetert de toestand in de loop der jaren, door de sterke afname van ammonium. In de Kempesfles lijkt de toestand onvoldoende, maar ook hier is zeer veel humeus materiaal aanwezig. De Deelense Was scoort voor fosfaat en stikstof steeds (vrij) goed tot goed. Op de Veluwe scoren drie van de 15 venmeetjaren (20%) onvoldoende voor fosfaat, voor stikstof scoren hier vijf (33%) venmeetjaren onvoldoende.

Tabel 15. Zomergemiddelde concentraties van totaal-fosfaat en totaal-stikstof in mmol m^{-3} per jaar en gemiddeld voor alle meetjaren. De kwaliteitsklassen zijn aangegeven met de kleuren uit Tabel 6. Aantal waarnemingen: 1 geen kader, 2 dun kader, 5-7 dik kader, **9-43** dik kader, **vet**.

Type	Ven	Jaar	Totaal P												Totaal N											
			96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	gem.	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	gem
Drenthe																										
M26	Kliplo							2.9	2.8	2.7	0.6	0.6	0.7	0.6	**1.5**						86	1410	75	47	49	52	47	**247**
M26	Poort 2									2.3	4.2			3.2	**3.4**								174	177		138	**154**
M26	Diepveen									0.6	1.8			1.6	**1.5**								73	83		70	**73**
M26	Echtenerzand									0.6	2.7			2.1	**2.1**								74	116		106	**105**
Veluwe																										
M12	Gerritsfles		1.4	1.9	0.3	0.7	1.4	2.6	1.1	0.9	1.1	0.6	0.6	**1.2**	208	132	151	65	84	58	167	50	43	29	14	**86**
M13	Kempesfles								1.6				3.4	2.5							132				175	154
M12	Deelense Was								0.8				0.8	0.8							8				62	35
N.-Brabant																										
M12	A. Goorven		2.4				2.6	1.4	2.6	1.3	0.6	2.3		**1.9**	314					198	264	147	134	159	166	**198**
M12	Groot Huisven								1.3				3.9	2.6							104				152	128
M13	M. Wolfsputven								3.5				3.6	3.0							175				131	153
M12	Schaapsven								0.7				3.6	2.1							161				159	160

In de *Brabantse vennen* voldoet de fosfaatconcentratie in het Achterste Goorven steeds aan de norm, maar voor stikstof is dit niet het geval. Ook in dit ven is vaak veel humeus materiaal met organisch gebonden stikstof aanwezig (DOC in Figuur 17), maar ook de ammoniumconcentratie is hier vaak hoog (Figuur 17). De chemische kwaliteit van de overige Brabantse vennen vertoont weliswaar onderlinge verschillen, maar de kwaliteit schiet vaak tekort door de aanwezigheid van veel fosfaat en stikstof in humeus materiaal. In totaal scoren hier vier van de 13 venmeetjaren (31%) onvoldoende voor fosfaat en elf (85%) venmeetjaren halen onvoldoende punten voor stikstof.

4.2 Kiezelwieren

4.2.1 Overzicht alle vennen

De volledige resultaten van de tellingen in 2006 zijn weergegeven in Bijlage 8 (zie voor eerdere jaren Van Dam e.a. 1996 en AquaSense 1999, 2002, 2003). In Bijlage 9 zijn de gemiddelde ecologische indicatiewaarden en de samenstelling van de ecologische groepen van de Gerritsfles in 2006 vermeld.

Bijlage 10 is een lijst van alle monsters tussen 1916 en 2006 die in de loop der tijd voor bovengenoemde en nog eerdere projecten zijn bestudeerd. Hierin zijn alle 321 monsters genoemd. Het betreft hoofdzakelijk netplanktonmonsters, aangevuld met een aantal monsters van uitknijpsel of aangroeisel van substraten. Tabel 16 geeft een samenvatting van de regionale en temporele verdeling van de 279 netplanktonmonsters die geschikt zijn voor onderlinge vergelijking. Het hele tijdvak van 1916 tot 2006 is hier ingedeeld in perioden die elk ongeveer een decennium bestrijken. Vanaf 1980 zijn veel monsters beschikbaar: van de perioden daarvoor minder, maar zeker voor de perioden 1916-1933 en 1972-1979 kan nog wel een goed beeld worden gekregen van de veranderingen. Voor de periode 1948-1965 gaat dat wat minder goed, met name in de Brabantse vennen, waarvan dan maar één monster uit één ven bestudeerd kon worden.

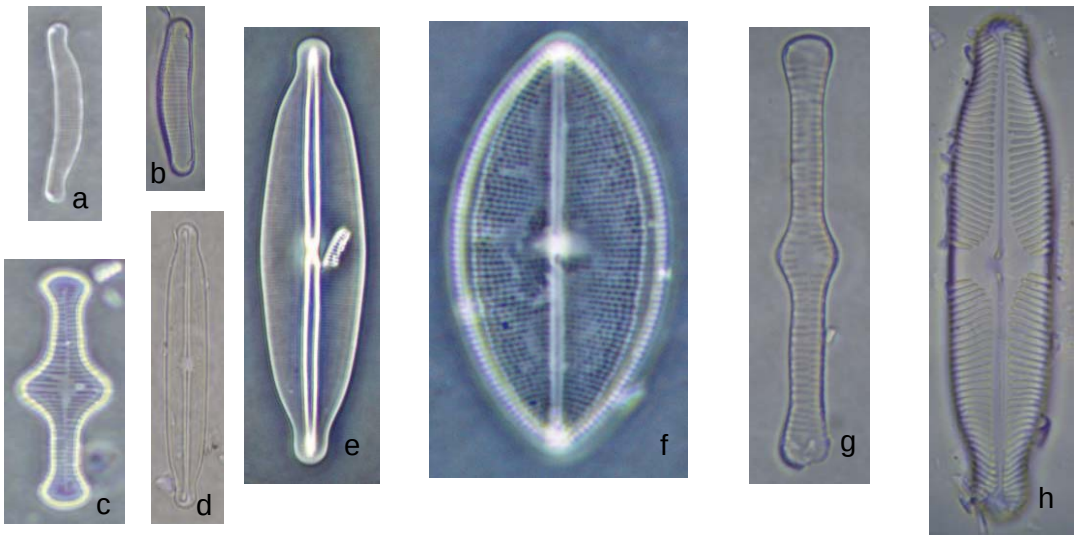
Alle 190 in de tellingen aangetroffen taxa zijn vermeld in Bijlage 11. Doordat sommige taxa pas recent van andere, gelijkende taxa, zijn onderscheiden zijn deze samengevoegd met de meer 'klassieke' taxa, zoals is aangegeven in de kolom met taxonomische opmerkingen. Verder zijn in deze bijlage per taxon nog de ecologische groep (conform Tabel 7) en het pH-optimum (Ter Braak & Van Dam 1989) aangegeven. Voor elke soort is per periode een gemiddelde procentuele hoeveelheid in de netplanktonmonsters uitgerekend. Om te voorkomen dat regio's of perioden met weinig monsters te weinig gewicht kregen ten opzichte van vennen met veel monsters is eerst per ven per periode een gemiddelde berekend en vervolgens per regio en per periode en pas daarna voor heel Nederland per periode. Die resultaten staan in Bijlage 11. Uit de verdeling

Tabel 16. Overzicht van de beschikbare monsters op verschillende locaties in de diverse perioden.

	Periode	20	60	70	80	90	00	alle
Regio	van	1916	1948	1972	1980	1990	2000	1919
Locatie	tot	1933	1965	1979	1989	1999	2006	2006
Drenthe								
Kliplo		2	4	3	19	20	14	62
Poort 2		1	-	1	1	3	2	8
Diepveen		2	-	1	2	3	2	10
Echtenerzand		1	1	1	2	3	2	10
	subtotaal	**6**	**4**	**6**	**24**	**29**	**20**	**90**
Veluwe								
Gerritsfles		3	8	5	20	20	14	70
Kempesfles		1	-	2	4	6	3	16
Deelense Was		1	-	-	2	2	2	7
	subtotaal	**5**	**8**	**7**	**26**	**28**	**19**	**93**
Noord-Brabant								
Achterste Goorven		10	-	3	20	20	14	67
Groot Huisven		2	-	2	1	3	2	10
M. Wolfsputven		2	-	1	2	2	2	9
Schaapsven		2	1	2	1	2	2	10
	subtotaal	**16**	**1**	**8**	**24**	**27**	**20**	**96**
Nederland		**27**	**13**	**21**	**74**	**84**	**59**	**279**

van de taxa over de verschillende perioden is door het berekenen van gewogen gemiddelden vastgesteld in welk jaar de soort optimaal was ontwikkeld, zoals staat aangegeven in de kolom voor het optimale jaar. Daarnaast is vermeld in welk percentage van de 279 netplanktonmonsters en alle 321 monsters de taxa zijn aangetroffen. De verschillen daartussen zijn over het algemeen gering.

Enkele belangrijke soorten zijn afgebeeld in Figuur 20. In Tabel 17 zijn die soorten uit Bijlage 11 opgenomen, die met elkaar 95% van de totale hoeveelheid van alle gevonden exemplaren uitmaken. Binnen elke ecologische groep zijn de soorten gerangschikt naar het optimale jaar van voorkomen. Sommige doelsoorten, zoals *Tabellaria binalis* en *Eunotia denticulata* hebben hun optimum duidelijk in de eerste helft van de 20^{e} eeuw, terwijl veel triviale soorten uit zure wate-



Figuur 20. Microscopische opnamen van enkele belangrijke diatomeesoorten. a) *Eunotia exigua,* b) *E. rhomboidea,* c) *Tabellaria flocculosa,* d) *Navicula subtilissima,* e) *Frustulia crassinervia,* f) *Neidium densestriatum,* g) *Tabellaria quadriseptata,* h) *Pinnularia anglica.*

Tabel 17. De gemiddelde procentuele abundantie van de meest voorkomende soorten uit alle vennen per regio en per periode in de 279 netplanktonmonsters. Daarnaast is de frequentie in alle monsters vermeld. De soorten zijn ingedeeld in ecologische groepen (Tabel 7). Per soort is de optimale pH volgens Ter Braak & Van Dam (1989) en het optimale jaar van voorkomen in de betreffende monsters vermeld. De karakteristieken zijn gemiddelden per regio per periode. - = niet aangetroffen, + = < 0,5%. Groen = goed, geel = matig, oranje = ontoereikend. De perioden met weinig monsters zijn grijs gedrukt.

		Regio	Drenthe						Veluwe						Noord-Brabant						Nederland							Frequentie (%)
		Periode	20	60	70	80	90	00	20	60	70	80	90	00	20	60	70	80	90	00	20	60	70	80	90	00	alle	
Ecologische groep		Aantal monsters	6	5	6	24	29	20	5	8	7	26	28	19	16	1	8	24	27	20	27	14	21	74	84	59	279	279
pH-opt	jr-opt.	Aantal vennen	4	2	4	4	4	4	3	1	2	3	3	3	4	1	4	4	4	4	11	5	10	11	11	11	11	11
Verzuringsindicatoren																												
4.1	1976	***Eunotia exigua* s.l.**	**1**	**31**	**28**	**22**	**16**	**4**	**2**	**43**	**82**	**66**	**42**	**9**	**1**	**1**	**74**	**43**	**27**	**13**	**1**	**25**	**61**	**44**	**29**	**9**	**28.1**	**84**
Triviale soorten uit zuur water																												
5.0	1957	*Pinnularia microstauron*-groep	1	+	+	+	+	+	1	3	+	+	+	+	+	-	+	+	1	+	1	1	+	+	+	+	0.4	18
4.3	1959	*Eunotia bilunaris* s.l.	17	11	8	2	4	6	7	2	1	+	1	3	8	2	1	10	5	5	11	5	3	4	3	5	5.1	82
5.0	1964	*E. incisa*	22	11	1	4	14	21	32	5	3	1	4	21	10	4	1	1	5	16	21	6	1	2	8	19	9.7	86
4.2	1967	*Frustulia saxonica* s.l.	31	6	26	19	19	17	6	12	4	15	15	22	21	5	4	5	6	4	19	8	12	13	13	14	13.1	97
4.6	1972	*Tabellaria quadriseptata*	4	1	16	2	4	6	3	10	2	3	10	11	10	1	8	15	6	4	6	4	9	7	6	7	6.4	88
4.9	1982	*E. rhomboidea*	2	4	3	9	10	9	1	17	5	10	17	11	2	6	6	16	20	22	2	9	5	12	16	14	9.4	87
		overigen	1	+	+	1	+	1	2	1	+	1	1	1	2	+	1	2	2	2	2	+	+	1	1	1	1.0	
		subtotaal	**77**	**33**	**54**	**37**	**52**	**60**	**53**	**49**	**16**	**30**	**47**	**68**	**54**	**17**	**21**	**49**	**44**	**53**	**61**	**33**	**30**	**39**	**48**	**61**	**45.2**	
Ubiquisten																												
6.8	1942	***Achnanthes minutissima***	**1**	**+**	**1**	**+**	**+**	**+**	**14**	**+**	**+**	**+**	**1**	**3**	**+**	**-**	**1**	**+**	**+**	**1**	**5**	**+**	**+**	**+**	**+**	**1**	**1.2**	
Doelsoorten van zwak gebufferde wateren																												
	1921	*Tabellaria binalis*	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	+	+	-	-	-	5	+	+	-	-	-	0.9	2
	1937	*Eunotia denticulata*	-	-	+	-	-	1	-	+	-	-	-	-	6	-	-	+	1	+	2	+	+	+	+	+	0.4	4
5.9	1951	*Navicula leptostriata* s.l.	3	6	3	1	2	1	+	+	-	+	+	+	5	-	+	+	+	+	3	2	1	+	1	+	1.1	34
	1956	*E. intermedia*	+	1	+	+	-	-	1	3	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	2	+	+	-	-	0.4	14
5.9	1960	*Anomoeoneis vitrea* f. *lanceolata*	+	13	1	1	1	+	2	1	+	+	+	+	1	27	+	+	+	+	1	14	+	+	1	+	2.6	49
5.0	1965	*T. flocculosa*	6	7	2	2	2	4	2	1	+	1	4	4	3	40	+	+	3	5	4	16	1	1	3	4	4.7	65
4.0	1968	*N. subtilissima*-groep	6	2	4	7	11	8	8	+	+	+	2	12	7	+	+	+	+	1	7	1	1	2	4	7	3.7	67
4.2	1989	*E. naegelii*	0	+	3	28	11	20	-	-	1	-	2	2	+	-	+	3	2	12	+	+	1	10	5	11	4.7	46
	1994	*E. meisteri*	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	8	6	-	+	-	+	3	2	0.8	8
		overigen	2	3	2	1	5	2	7	2	+	2	2	2	4	2	2	2	11	6	4	2	1	2	6	3	3.0	
		subtotaal	**17**	**32**	**14**	**40**	**31**	**35**	**19**	**8**	**2**	**4**	**10**	**19**	**42**	**69**	**3**	**6**	**25**	**30**	**26**	**36**	**6**	**16**	**22**	**28**	**22.5**	
Soorten van voedselrijke wateren																												
	1958	*Nitzschia gracilis*	-	3	+	1	+	+	3	-	+	+	+	+	1	7	-	-	+	2	1	3	+	+	+	1	1.0	19
		overigen	3	+	1	+	+	+	3	+	+	+	+	+	1	1	1	1	+	+	2	+	1	+	+	+	0.7	
		subtotaal	**3**	**4**	**2**	**1**	**+**	**+**	**6**	**+**	**1**	**+**	**+**	**1**	**2**	**8**	**1**	**1**	**1**	**2**	**4**	**4**	**1**	**1**	**+**	**1**	**1.7**	
Soorten van organisch verontreinigde wateren																												
5.1	1931	*Gomphonema parvulum*	1	+	+	+	-	-	6	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+	0.4	9
4.5	1974	*Nitzschia paleaeformis*	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5	-	-	3	1	+	2	-	+	1	+	0.5	10
		overigen	+	+	1	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	0.2	
		subtotaal	**1**	**+**	**1**	**+**	**-**	**+**	**6**	**+**	**-**	**+**	**+**	**+**	**+**	**5**	**1**	**1**	**3**	**1**	**2**	**2**	**1**	**+**	**1**	**+**	**1.1**	
Soorten met onbekende ecologie			**+**	**-**	**+**	**-**	**-**	**-**	**+**	**-**	**-**	**+**	**-**	**-**	**1**	**-**	**+**	**+**	**+**	**-**	**+**	**-**	**+**	**+**	**+**	**-**	**0.1**	
Karakteristieken																												
		Aantal soorten	20	19	21	20	20	17	24	35	16	23	25	24	32	17	18	28	33	27	26	24	18	24	26	22	23	
		Dominantiepercentage	47	50	47	63	53	44	45	62	82	67	52	48	44	40	74	58	44	36	45	51	68	62	50	43	53	
		Berekende pH (pHwa)	4.8	5.0	4.5	4.5	4.6	4.5	5.5	4.6	4.3	4.3	4.5	4.6	4.8	5.6	4.3	4.5	4.7	4.7	5.0	5.1	4.4	4.4	4.6	4.6	4.7	
		EKR	.68	.55	.52	.72	.71	.77	.67	.57	.39	.42	.50	.61	.78	.70	.39	.45	.57	.65	.71	.61	.43	.53	.59	.68	.59	100

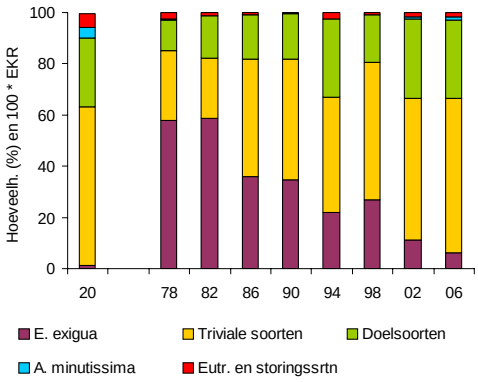
ren, zoals *E. rhomboidea* en *Tabellaria quadriseptata* hun optimum in de tweede helft van deze eeuw hebben. *Eunotia exigua,* de verzuringsindicator bij uitstek, is optimaal ontwikkeld in de zeventiger jaren. Enkele doelsoorten, zoals *E. naegelii* en *E. meisteri*, komen pas vanaf 1990 in grotere aantallen voor. Zij ontbreken goeddeels in de oudste monsters.

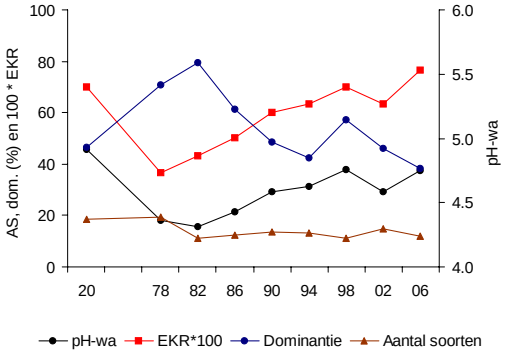
Het aantal soorten per monster bereikt in de periode van de hevigste verzuring van de vennen, in de zeventiger en tachtiger jaren een minimum van minder dan 20 soorten, vooral op de Veluwe en in Noord-Brabant. In de negentiger jaren is het aantal soorten weer ongeveer op het vooroorlogse niveau (rond de 25 soorten), maar in de allerlaatste periode is dit aantal weer wat lager (gemiddeld 22), vooral in de Drentse vennen (17). Het dominantiepercentage geeft de procentuele hoeveelheid van de meest abundante soort aan en varieert tegengesteld aan het soortenaantal. Het dominantiepercentage is met gemiddelden rond 45% in de niet-verzuurde vennen vrij hoog.

De berekende pH (pH-wa) is ook weer het laagst in de jaren zeventig en tachtig (4,3 – 4,5). In de jaren twintig werden waarden tussen 4,8 en 5,0 gemeten. In de huidige situatie is de pH-wa met waarden tussen 4,5 en 4,6 nog steeds lager dan bijna een eeuw geleden. De uit de soortensamenstelling berekende EKR vertoont een overeenkomstig beeld als de pH-wa: de hoogste

waarden (0,68 – 0,78) komen in de twintiger jaren voor en de laagste waarden (0,39 – 0,55) in de monsters uit de jaren zeventig en tachtig. In de Drentse vennen is de EKR thans gemiddeld boven het niveau van de twintiger jaren (vooral door het ontbreken van soorten uit voedselrijke wateren in de recente monsters), maar in de Veluwse en Brabantse vennen is de EKR nog niet terug op het oude niveau.

Vanaf 1978 tot en met 2006 zijn de vennen elke vier jaar bemonsterd. De gemiddelde waarden per ecologische groep en de medianen van de soortenaantallen, dominantie, de berekende pH en de EKR zijn uitgezet in de Figuren 21 en 22. De verschillen zijn, wegens de scheve verdeling van diverse parameters, getoetst met de Kruskal-Wallis test. De verschuivingen van de diverse ecologische groepen, met uitzondering van de eutrafente en storingssoorten, zijn significant ($p < 0,05$), vooral van *Eunotia exigua* ($p < 0,001$). Ook de veranderingen van de berekende pH en de dominantie zijn significant ($p < 0,05$), in tegenstelling tot die van het aantal soorten en de EKR. Uit de grafiek van Figuur 23 lijkt de EKR na 1920 te dalen en na 1978 weer te stijgen, maar de spreiding tussen de verschillende vennen is groot.





Figuur 21. Links: veranderingen van de gemiddelde hoeveelheid van ecologische groepen van diatomeeën in alle onderzochte vennen.

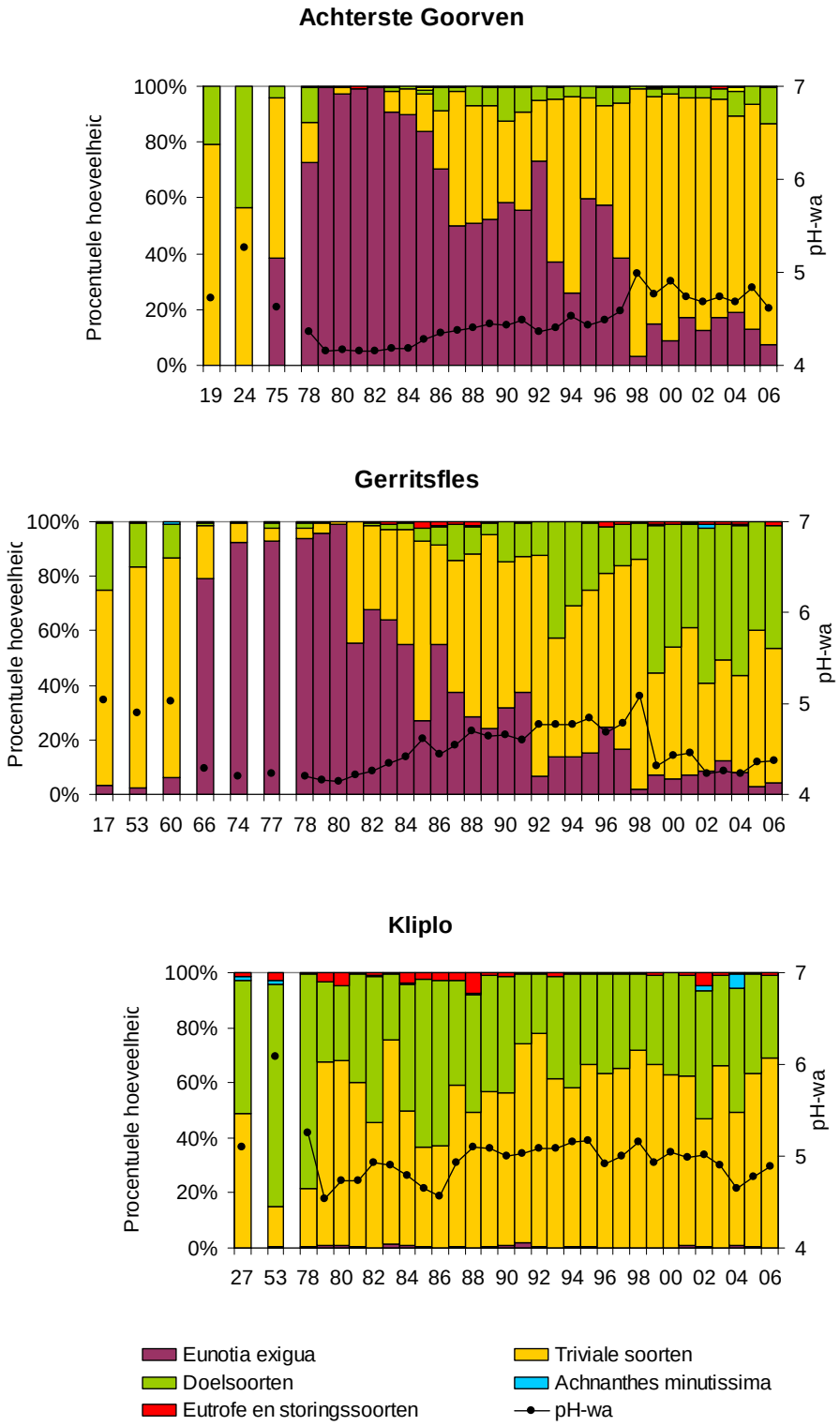
Figuur 22. Rechts: veranderingen van enkele diatomeeënkarakteristieken in alle onderzochte vennen.

4.2.2 Details intensief bemonsterde vennen

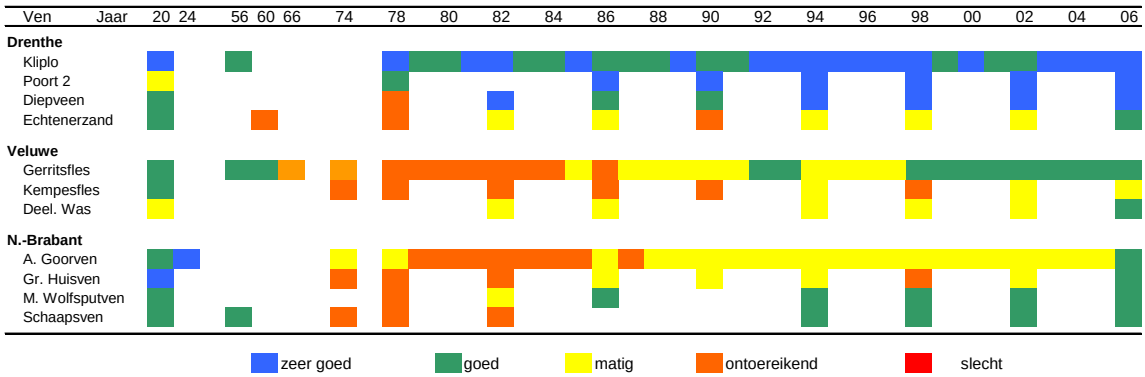
In Bijlage 12 zijn tijdreeksen van de belangrijkste soorten, ecologische groepen, aantallen soorten, dominantiepercentage, berekende pH en EKR vermeld, waarin vanaf 1977 steeds gemiddelden over perioden van twee jaar zijn vermeld en van eerdere perioden gemiddelden over tijdvakken van variabele lengte. Tevens is voor elk van de taxa het jaar van optimale ontplooiing vermeld, berekend als gewogen gemiddelde van de abundantie per jaar. In Figuur 23 zijn de jaarlijkse veranderingen van de hoeveelheid per ecologische groep en de uit de diatomeeën berekende pH vermeld. Figuur 24 geeft de veranderingen van de uit de EKR vastgestelde kwaliteit weer.

4.2.2.1 Achterste Goorven

In het Achterste Goorven is er na het extreem droge jaar 1921, toen het ven grotendeels droog stond (J. Heimans, ongepubliceerd) geen toename te zien van verzuringsindicatoren. Er hadden zich toen kennelijk nog weinig sulfiden opgehoopt in de bodem. In 1975 bestaat bijna de helft van de gemeenschap uit de verzuringsindicator *Eunotia exigua*, maar die breidt zich pas massaal uit na de droogte van 1976 totdat er in de telling nog nauwelijks andere soorten voorkomen. Parallel aan de daling van het sulfaatgehalte en de stijging van de pH (Figuur 18) daalt de hoeveelheid *E. exigua*. Na droge jaren als 1995 stijgt de soort nog weer kortstondig, als gevolg van



Figuur 23. Langetermijnveranderingen van ecologische groepen van kiezelwieren in Kliplo, Gerritsfles en Achterste Goorven. De historische monsters van Kliplo uit de periodes 1924-1929 en 1948-1958 zijn samengevoegd tot respectievelijk 1927 en 1953, die van Gerritsfles 1916-1918, 1950-1958 en 1960-1973 tot respectievelijk 1917, 1953, 1965 en die van Achterste Goorven E 1919-1920 en 1922-1928 tot respectievelijk 1919 en 1925.



Figuur 24. Overzicht van de veranderingen van de waterkwaliteit in de onderzochte vennen aan de hand van de kiezelwieren. Vanaf 1977 zijn exact de bemonsterde jaren aangegeven. De jaartallen voor 1977 zijn soms gemiddelden van perioden.

de daling van de pH. Het zijn meer de triviale soorten uit zuur water dan de doelsoorten die de plaats van *E. exigua* gaan innemen. Binnen de triviale soorten is er dan nog een verschuiving, van soorten met een zeer laag pH optimum (<4,6) (vooral *Frustulia saxonica* en *Tabellaria quadriseptata*) voor 1995 naar soorten met een wat hoger pH-optimum (rond 5), zoals *Eunotia incisa* en *E. rhomboidea.* De doelsoorten zijn nog niet helemaal terug op het vroeg-twintigste-eeuwse niveau van ca 13%. Waren het vroeger vooral doelsoorten als *Navicula leptostriata* s.l., tegenwoordig zijn het meer soorten als *Anomoeoneis serians* en *Eunotia naegelii*, vooralsnog in kleine aantallen.

De pH, zoals die uit de diatomeeën is berekend lag in de oudste monsters rond 5. In de tachtiger jaren lag deze tussen 4,2 en 4,5 en is daarna langzaam gestegen naar waarden tussen 4,5 en 5. Er lijkt sinds 1998 weer een lichte afname te zijn. Bij verdere reductie van de atmosferische depositie kunnen nog meer positieve veranderingen worden verwacht. De signalen hiervan zijn er al, want in 2006 was de kwaliteit voor het eerst sinds tientallen jaren weer goed. Deze bereikte een dieptepunt aan het begin van de tachtiger jaren.

4.2.2.2 Gerritsfles

In de Gerritsfles is de hoeveelheid van de verzuringsindicator *Eunotia exigua* tot ca 1960 laag: de meeste diatomeeën behoren dan tot de triviale soorten uit zure wateren. Pas na het extreem droge jaar 1959 verschijnt *E exigua* veel in de monsters. Door deze droogte zijn veel sulfiden uit het sediment geaccumuleerd, waarop *E. exigua* positief reageert. In juli 1960 is een watermonster genomen in de Gerritsfles, waarvan de pH 4,1 was en sulfaat niet in is gemeten. Wel zijn calcium en chloride bepaald, met als resultaat dat de Ionic Ratio 0,41 was, hetgeen voor de Gerritsfles zeer hoog is en een aanwijzing is voor verzuring (Figuur 18). Na droge perioden in 1973 en 1976 kreeg het ven ook weer een ‘zuurstoot’ te verwerken, die de hoeveelheid *E. exigua* op een hoog peil hield. Hierna is de sulfaatconcentratie, en daarmee die van *E. exigua,* sterk gedaald. In de huidige situatie bestaat ongeveer de helft van de kiezelwieren uit doelsoorten: veel meer dan in de monsters van het begin van de 20^{e} eeuw. Het zijn deels soorten die bijna een eeuw geleden nog niet in het ven werden aangetroffen, zoals *E. nymanniana, E. naegelii* en *Navicula mediocris.* Waarom juist deze soorten toenemen is op grond van de autecologische karakteristieken uit de literatuur (bijv. Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991, Van Dam e.a. 1994) niet goed aan te geven. De laatste soort schijnt een bijzondere voorkeur te hebben voor poelen en moerassen met veenmosvegetaties, wat in de Gerritsfles inderdaad het geval is.

De pH, zoals die uit de kiezelwieren is berekend was rond 1917 ongeveer 5 en is daarna afgenomen tot ruim 4. Door de afname van *E. exigua* is de berekende pH (pH-wa) weer langzaam gestegen tot de oude waarde. In 1999 is er een plotselinge daling, door de opkomst van soorten uit de *Navicula subtilissima*-groep. Dat zijn wel soorten uit oorspronkelijk (humus)zure wateren

en dus geen verzuringsindicatoren. Door de dominantie van *E. exigua* was de diversiteit rond 1980 laag. Op het dieptepunt waren er maar vier soorten in de telling en was de dominantie 98%. In tien jaar is de diversiteit weer gestegen en lag het aantal soorten steeds rond 15 en de dominantie rond 35. De kwaliteit, berekend als EKR, vertoont een overeenkomstig verloop: een dieptepunt in 1980 (EKR = 0,37, kwaliteit ontoereikend) en een geleidelijke stijging tot een (bijna zeer) goede kwaliteit in 2005-2006.

In de Gerritsfles zijn van 1999 tot en met 2006 naast (letterlijk) netplanktonmonsters steeds uitknijpselmonsters (veenmos, knolrus, grof dood organisch materiaal, etc.) genomen. In tegenstelling tot in het netplankton zijn hierin geen 400 maar 200 schaaldelen geteld. Om de monsters vergelijkbaar te maken (behalve met betrekking tot het gevonden aantal soorten) zijn in Bijlage 12 van beide soorten monsters de procentuele abundanties vermeld. Van de 16 paren van monsters is voor elk van de soorten(groepen) en karakteristieken nagegaan of de verschillen tussen beide monsters normaal zijn verdeeld. Omdat dit niet het geval is zijn de verschillend tussen beide groepen van monsters getoetst met de verdelingsvrije toets van Wilcoxon voor gepaarde waarnemingen (Siegel 1956). Veel soorten zijn zo onregelmatig verdeeld dat ze zich zelfs met deze test niet laten toetsen. De medianen van de significant ($p \leq 0,05$) hoogste waarnemingen zijn in de bijlage vet gemarkeerd. In de knijpmonsters zijn *Eunotia incisa, E. rhomboidea* en *Frustulia saxonica* algemener dan in de planktonmonsters; voor *Eunotia exigua, Tabellaria quadriseptata, Anomoeoneis vitrea* f. *lanceolata, Neidium ampliatum* en vooral de *Navicula subtilissima*-groep is dit net andersom. In de monsters van november 2001 en 2002 was erg veel *Eunotia paludosa* (respectievelijk 97 en 35%) aanwezig. Dit is een typische soort voor zure moerassen of tijdelijk droogvallende venoevers. De monsters in deze jaren zijn, net als in andere jaren, op enkele decimeters beneden de waterspiegel genomen. Kennelijk is in de periode voor de bemonstering de waterspiegel toen snel gestegen. De verhoogde abundantie van *E. paludosa* is incidenteel van aard en daardoor niet significant.

In het netplankton zijn meer doelsoorten dan in het uitknijpsel, maar niettemin is de kwaliteit van de knijpmonsters (uitgedrukt al EKR) mediaan 0,07 punt hoger dan van de planktonmonsters (door de geringere hoeveelheid *E. exigua* in de knijpmonsters. De berekende pH van de uitknijpselmonsters ligt mediaan 0,1 punt boven die van de netplanktonmonsters.

4.2.2.3 Kliplo

In Kliplo zijn de veranderingen veel geringer dan in Achterste Goorven en Gerritsfles. De fase van sterke verzuring, met dominantie van de verzuringsindicator *Eunotia exigua*, ontbreekt hier. In de huidige situatie is de hoeveelheid doelsoorten ongeveer even groot als aan het begin van de 20e eeuw. In het midden van die eeuw was het percentage doelsoorten erg hoog, vooral door het optreden van *Anomoeoneis vitrea* f. *lanceolata* (pH-optimum 5,9) , die in de andere perioden veel minder voorkomt. In de periode vanaf 1979 zijn er geleidelijke verschuivingen in de soortensamenstelling: tot 1985 neemt *Frustulia saxonica* (pH-opt. 4,2) af ten gunste van de *Navicula subtilissima*-groep (4,0), vervolgens is er tot ca 2000 een periode met veel *Eunotia rhomboidea* (4,9), *E. incisa* (5,0) en in mindere mate *Tabellaria flocculosa* (5,0) en uiteindelijk is er een nog grotere dominantie van *Eunotia incisa* (5,0) en worden ook *E. naegelii* (4,2) en *E. nymanniana* belangrijker. Deze veranderingen zijn moeilijk te correleren met de fysisch-chemische veranderingen uit Figuur 18. Het is niet uitgesloten dat er een relatie is met ammonium, dat in Kliplo toeneemt tussen 1975 en 1992 en daarna weer afneemt.

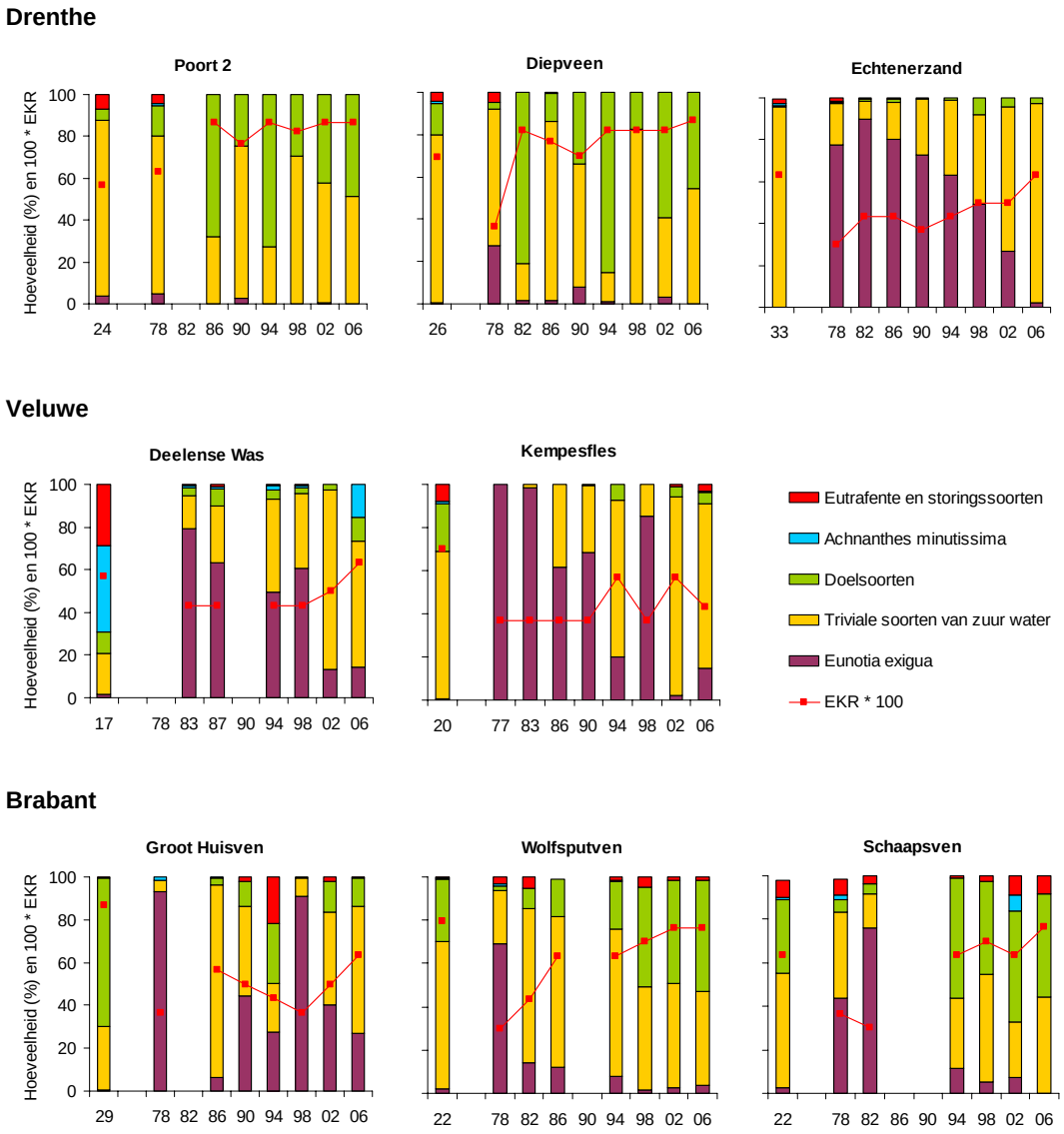
De berekende pH ligt steeds in de buurt van 5, met een uitschieter in de jaren vijftig. Het patroon in de veranderingen vanaf 1980 komt enigszins overeen met dat in de Gerritsfles, inclusief het minimum in 1986, maar de veranderingen in Kliplo zijn gedempter. De ecologische kwaliteit van Kliplo is altijd goed of zeer goed. De laagste waarden van de EKR (0,63) was in mei 1980.

4.2.3 Details extensief bemonsterde vennen

In Bijlage 13 zijn tijdreeksen van de belangrijkste soorten, ecologische groepen, aantallen soorten, dominantiepercentage, berekende pH en EKR vermeld. Binnen de ecologische groepen zijn de taxa gerangschikt naar jaar van optimale ontplooiing, berekend als gewogen gemiddelde van de abundantie per jaar. In Figuur 25 zijn de jaarlijkse veranderingen van de hoeveelheid per ecologische groep en de uit de diatomeeën berekende pH vermeld. Figuur 24 geeft de veranderingen van de uit de EKR vastgestelde kwaliteit weer.

4.2.3.1 Drenthe

In de oudste monsters van Poort 2 komt naast *Frustulia saxonica*, een soort van (humus)zure wateren, *Eunotia naegelii* voor: een doelsoort die in andere vennen niet of weinig in oude, maar wel in recente monsters is aangetroffen. In de monsters van 1924 en 1978 komen soorten van eutrofe wateren en storingssoorten in geringe hoeveelheden voor, mogelijk als gevolg van mineralisatie van het veen bij het turfsteken in het verleden en na de droogte van 1976. Naderhand verdwijnen deze soorten en gaan de twee eerstgenoemde soorten steeds meer domineren. De



Figuur 25. Verandering van de gemiddelde hoeveelheid van de ecologische groepen en de EKR per ven. De waarden van de oudste monsters zijn soms gemiddelden van twee jaren.

EKR is in de recente monsters hoger dan in de oude, door het ontbreken van storingsindicatoren. Wel is het aantal soorten in de recente monsters wat lager dan vroeger.

Ook in de monsters van 1924 en 1978 uit het Diepveen komen - net als in Poort 2 en met waarschijnlijk dezelfde oorzaak - soorten uit voedselrijke en verstoorde wateren voor. In 1978 bestaat nog ruim een kwart van de individuen uit de verzuringsindicator *Eunotia exigua*, maar in de volgende jaren komt deze nog maar weinig voor. Na de droge zomers van 1989-'90 is er nog een kleine toename. Er ontwikkelt zich hier een gemeenschap van zure, humeuze wateren (*Frustulia saxonica, Navicula subtilissima*-groep), maar ook met indicatoren voor een wat grotere mineralenrijkdom, als *Eunotia incisa* en *E. naegelii.* Dit geeft wel aan dat de maatregelen die in het Diepveen zijn genomen om de verdroging tegen te gaan succes hebben, anders zouden er wel meer soorten als *E. exigua* en *E. paludosa* aangetroffen zijn. In de jaren twintig was de kwaliteit matig tot zeer goed (EKR 0,57 – 0,82). In 1978 was deze, door de sterke verzuring, ontoereikend, maar in de jaren daarna is de kwaliteit steeds (zeer) goed.

In 1933 kwamen er in het ven in het Echtenerzand bijna uitsluitend triviale soorten uit zuur water voor, met een dominantie (60%) van *Frustulia saxonica.* In 1960, toen de door de atmosferische depositie aangevoerde en in de venbodem opgeslagen gereduceerde zwavelverbindingen na het extreem droge jaar 1959 waren geoxideerd en het ven sterk hadden verzuurd, was de verzuringsindicator, *Eunotia exigua,* met een abundantie van 89% hier dominant (Bijlage 13). In 1978 was de hoeveelheid van deze soort iets verminderd, ten gunste van *Frustulia saxonica,* een gewone soort uit zure wateren. Na 1990 is de hoeveelheid *Eunotia exigua* steeds verder afgenomen, wat zonder de vernattingsmaatregelen waarschijnlijk niet het geval zou zijn geweest. Het percentage doelsoorten is hier nog steeds erg laag en betreft vooral *E. naegelii*, die in de meeste vennen vooral in de laatste jaren als zodanig voorkomt. Er is in dit ven ook steeds meer ruimte voor andere *Eunotia*-soorten, zoals *E. rhomboidea* en *E. incisa,* die een hoger pH-optimum (altijd nog in het zure gebied) hebben dan *E. exigua* en niet goed bestand zijn tegen veel mineraal zuur, zoals zwavelzuur. De berekende pH is daardoor sinds 1978 ruim een halve punt gestegen, terwijl de kwaliteit is toegenomen van ontoereikend (EKR 0,37) naar goed (0,63).

4.2.3.2 Veluwe

Aan het monster van de Deelense Was uit 1917 is nog duidelijk te zien dat de waterkwaliteit werd beïnvloed door het wassen van schapen. Soorten van organisch verontreinigd en voedselrijk water, zoals *Gomphonema parvulum* en *Fragilaria capucina* kwamen vrij veel voor. De ubiquist *Achnanthes minutissima* geeft aan dat de pH hier rond 7 moet hebben gelegen. In de tachtiger en negentiger jaren was er dominantie van de verzuringsindicator *Eunotia exigua,*maar in de monsters van de 21^{e} eeuw is deze soort sterk teruggelopen, ten gunste van de triviale soort uit zuur water *E. incisa.* In 2006 is de hoeveelheid van *Achnanthes minutissima* relatief hoog (15%), wat heel goed het gevolg kan zijn van het vullen van het ven met leidingwater, ongeveer twee maanden voor de bemonstering. De berekende pH en de kwaliteit van het ven zijn sinds 1998 toegenomen. Voor het eerst wijzen de diatomeeën nu op een goede kwaliteit (EKR = 0,63).

In 1918 bedroeg het aantal soorten in de Kempesfles 20, wat vrij hoog is, net als in de Deelense Was in die tijd. Er waren hier, door de mindere directe menselijke beïnvloeding, geen storingsindicatoren, maar wel enkele soorten uit voedselrijk water. In het monster van 1973 was de hoeveelheid van de verzuringsindicator *Eunotia exigua* al 53%, terwijl er in 1977 geen andere soorten meer in de telling voorkwamen. Daarna is de soort geleidelijk teruggelopen, ten gunste van de gewone soorten uit zuur water, maar in 1998 was er een plotselinge toename tot 85%. Na die tijd is de soort verder achteruitgegaan. Die piek valt samen met een piek in de sulfaatconcentratie van 323 µmol l^{-1} sulfaat in 1997, ongeveer even hoog als de concentratie in 1977. In 1997 was de waterstand vrij laag en bovendien werd toen het omringende bos gerooid. Het kan heel goed zijn dat daardoor de oxidatie van in de venbodem opgeslagen sulfiden mogelijk werd gemaakt. Na 1998 is de sulfaatconcentratie hier snel afgenomen, tot waarden tussen 5 en 15

µmol l^{-1} in de 21e eeuw. Daardoor is er nu ruimte voor een groter aantal soorten (17), waaronder ook weer wat meer doelsoorten. De kwaliteit van dit ven is heel vaak ontoereikend (EKR 0,37). In de laatste jaren is deze matig tot goed (EKR ≥ 0,40).

In de Kempesfles zijn in zes verschillende jaren parallel monsters van netplankton en uitknijpsel genomen. In het uitknijpsel zijn er altijd significant ($p < 0,05$) minder verzuringsindicatoren (*Eunotia exigua*) en significant meer gewone soorten uit zuur water dan in het netplankton. Andere verschillen tussen beide bemonsteringsmethoden zijn niet significant (Wilcoxon toets voor gepaarde monsters).

4.2.3.3 Noord-Brabant

De oudste twee monsters (1929) van het Groot Huisven zijn genomen van waterlobelia, oeverkruid en knolrus. Hierop bevond zich zeer veel *Tabellaria binalis,* een soort die kenmerkend is voor vennen uit het oeverkruidverbond, met grotendeels kale zandbodem. In later jaren is de soort niet meer aangetroffen, wel enkele malen nog zijn var. elliptica. In 1978 bestond 91% van de diatomeeëncombinatie uit de verzuringsindicator *Eunotia exigua,* die in de jaren daarna met variabele hoeveelheden, vooral in 1998, weer veel voorkomt. Dat was ook weer een zeer zuur jaar, met sulfaatconcentraties tot bijna 500 µmol l^{-1} (Bijlage 7), na het tijdelijk droogvallen van een deel van de venbodem in het zeer droge jaar 1997 (Figuur 17), waardoor mineralisatie van de in de bodem opgeslagen gereduceerde zwavelverbindingen plaatsvond en de pH terugliep tot 3,9. Het herstel van dit droge jaar verliep betrekkelijk snel: in 2002 was de sulfaatconcentratie nog maar 20 en de pH was gestegen tot 5,4 (Bijlage 7). Ook de hoeveelheid *E. exigua* liep daardoor sterk terug en ontstond er ruimte voor doelsoorten, waaronder *Tabellaria flocculosa.* Dit is een soort van zure wateren die ook bij wat verhoogde nutriëntenconcentraties abundant kan zijn. Dat is in dit ven nog wel eens het geval (P-totaal soms > 5 µmol l^{-1}), door de grote aantallen ganzen. De vrij grote hoeveelheid (20%) van de storingsindicator *Nitzschia paleaeformis* in het monster van 1994 is hier waarschijnlijk een gevolg van. In later jaren komt deze soort soms met mindere aantallen voor. De verstoring zorgt wel voor een tijdelijke verhoging van de soortenrijkdom (26 soorten in 1990). In 1978-'79 was de kwaliteit (EKR) nog net matig, in de jaren daarna is deze ook nog vaak te laag (ontoereikend – matig). Pas in 2006 is de kwaliteit goed (EKR = 0,40), maar nog lang niet zo goed als in 1929 (EKR = 0,87).

In de monsters van 1921 en 1922 uit het Middelste Wolfsputven komt *Eunotia denticulata* veel voor. Het is een voor Nederland en West-Europa zeldzame soort van hoogvenen. De soort past goed bij het beeld dat we hebben van de vegetatie van het Wolfsputven in die tijd[4]. In 1978 was er dominantie van de verzuringsindicator *Eunotia exigua*, als in zoveel andere Nederlandse vennen (Van Dam e.a. 1981), die in de monsters na dat jaar nog maar betrekkelijk weinig voorkomt. In die jaren gaan zich gewone soorten als *E. bilunaris*, *E. rhomboidea* en 'nieuwe doelsoorten' als *E. naegelii* en *E. meisteri* sterker ontwikkelen. Van *E. bilunaris* is bekend dat deze ten opzichte van diverse milieufactoren (o.a. waterstandschommelingen, concentraties van nutriënten en macro-ionen) veel toleranter is dan andere *Eunotia*-soorten. Dat hangt wellicht samen met de huidige betrekkelijk hoge concentraties van totaal-fosfor (3,5 – 9 µmol l^{-1}) en totaal-stikstof (130 – 175) samen. Mogelijk is dat ook de verklaring voor de hoeveelheid van *E. meisteri* (met abundanties tot 38%), die hoger zijn dan in de andere bestudeerde vennen. Er is in dit ven geen duidelijke langetermijnontwikkeling van de berekende pH, maar wel is er een toename van de EKR van 0,30 (ontoereikend) tot 0,77 (goed) tussen 1978 en 2006. Daarmee is de EKR weer terug op het vooroorlogse niveau, hoewel de soortensamenstelling volkomen anders is.

[4] 'De begroeiing van de Wolfsput is werkelijk zeer wonderbaarlijk. Groote complexen veenmos groeien van de oever af het ven in en niemand zal zich op dit schijnbare land wagen. Groote dammen loopen door het ven heen vrnl. gevormd door *Eriophorum*pollen en pollen *Calluna vulgaris*, terwijl hier en daar een berk of den een hooger gelegen brok land vasthoudt en om zich heen concentreert' , etc… (Van Heurn 1919).

Tussen de monsters van het Schaapsven uit 1919 en 1925 is een grote gelijkenis. Naast gewone soorten uit zure wateren (vooral *Eunotia bilunaris)* waren er doelsoorten aanwezig (vooral de *Navicula subtilissima*-groep en *Tabellaria flocculosa*). In kleine getale waren er soorten uit voedselrijke, danwel verstoorde wateren, zoals *Nitzschia gracilis.* De berekende pH was 4,7 en de EKR 0,63 (goede kwaliteit). In 1957 was er nog nauwelijks verzuring: het ven had een berekende pH van 5,6, vooral door de aanwezigheid van doelsoorten als *Tabellaria flocculosa* en *Anomoeoneis vitrea* fo. *lanceolata.* In de monsters van 1978 – 1982 was er zeer veel van de verzuringsindicator *Eunotia exigua* (de waterkwaliteit was ontoereikend), hoewel toen wel vrij veel *Neidium densestriatum*, een bijzondere soort van o.a. *Lobelia*-vennen, voorkwam. Daarna verminderde de invloed van verzuring en namen gewone soorten uit zuur water en doelsoorten toe, waaronder de doelsoort *Achnanthes chlidanos,* die hier in 2002 voor het eerst in Nederland werd gevonden. In vergelijking met andere vennen zijn de meeste monsters uit het Schaapsven soortenrijk, met (afgezien van het monster uit 1978) enkele tientallen soorten. De monsters hebben ook een geheel eigen karakter. Waarschijnlijk is dat een gevolg van de trofiegradiënt in dit ven, met een voedselarme trilveenplaat aan de westzijde en de westoever waar allerlei rommelige en niet nader te definiëren activiteiten plaatshebben. Het monster uit 2006 is met 11 soorten echter soortenarm en lijkt weer veel op andere vennenmonsters uit dit jaar. Vanaf 1994 heeft het ven steeds een goede kwaliteit (EKR 0,63 – 0,77).

4.2.4 Hoofdcomponentenanalyse

De ladingen van de soorten op de eerste vier assen van de hoofdcomponentenanalyse, zoals die door het programma zijn berekend, zijn vermeld in Bijlage 14, samen met de scores van de monsters op deze assen. De eerste as verklaart al bijna een kwart (24,8%) van de totale variatie van de soortensamenstelling, wat in vergelijking met veel andere, soortgelijke exercities veel is. De tweede as voegt daar nog eens 12,7% aan toe, terwijl de derde en de vierde as respectievelijk 9,8 en 7,3% van de variatie verklaren.

In Tabel 14 zijn de correlatiecoëfficiënten van de omgevingsvariabelen uit de PCA met de eerste drie assen vermeld, met daarbij de significanties. Omdat de vierde as geen significante correlaties heeft met de milieuvariabelen is deze niet vermeld. Vooral de eerste en derde as hebben een aantal significante correlaties met belangrijke milieuvariabelen: voor de tweede en de derde as is dat in veel mindere mate het geval. De eerste en derde as samen verklaren samen ruim een derde (34,6%) van de totale variatie in de soortensamenstelling. Bij de RDA is het percentage van de verklaarde variatie beduidend minder: op de eerste twee assen samen 21,3% en de eerste en derde as samen 20,7%. Omdat bovendien slechts van een deel van de 142 monsters alle milieuvariabelen gemeten zijn en daarmee het voordeel van de RDA boven de PCA vervalt is de RDA hier niet verder uitgewerkt.

Het is gebruikelijk om in ordinatiediagrammen de scores van monsters en soorten uit te zetten. Omdat het aantal monsters met 142 vrij groot is zijn daarom steeds monsters uit hetzelfde ven per periode gemiddeld., die in Figuur 26 zijn aangegeven. In het diagram linksboven zijn de ladingen van de soorten op de eerste en derde as uitgezet, samen met de significante correlatiecoëfficiënten van de milieuvariabelen. De soorten die in verhouding veel en abundant voorkomen liggen aan de rand van het diagram, zoals de verzuringsindicator *Eunotia exigua*, linksonder in dit diagram. Waar deze soort aanwezig is zijn de ionenconcentraties hoog en is de pH laag, zoals uit de richting van de pijlen kan worden afgeleid. De ‘oude’ doelsoorten liggen vooral in het kwadrant rechtsonder en de nieuwe doelsoorten vooral bovenin. De richting van de pijlen indiceert dat deze soorten het vooral goed doen bij verhoogde fosfaatconcentraties en hoge humusgehalten (DOC). De relatief hoge concentraties van nitriet kunnen een aanwijzing zijn dat deze soorten ook lage zuurstofconcentraties (die niet systematisch zijn gemeten) goed kunnen verdragen. Door de hoge humusgehalten is er veel (soms moeilijk) afbreekbaar organisch materiaal. De triviale soorten liggen vooral in het midden, samen met de ubiquist *Achnanthes minutissima* en de soorten uit voedselrijk water en indicatoren van verontreiniging door organisch afbreekbaar materiaal. De soorten van laatste twee groepen komen in verhouding minder voor

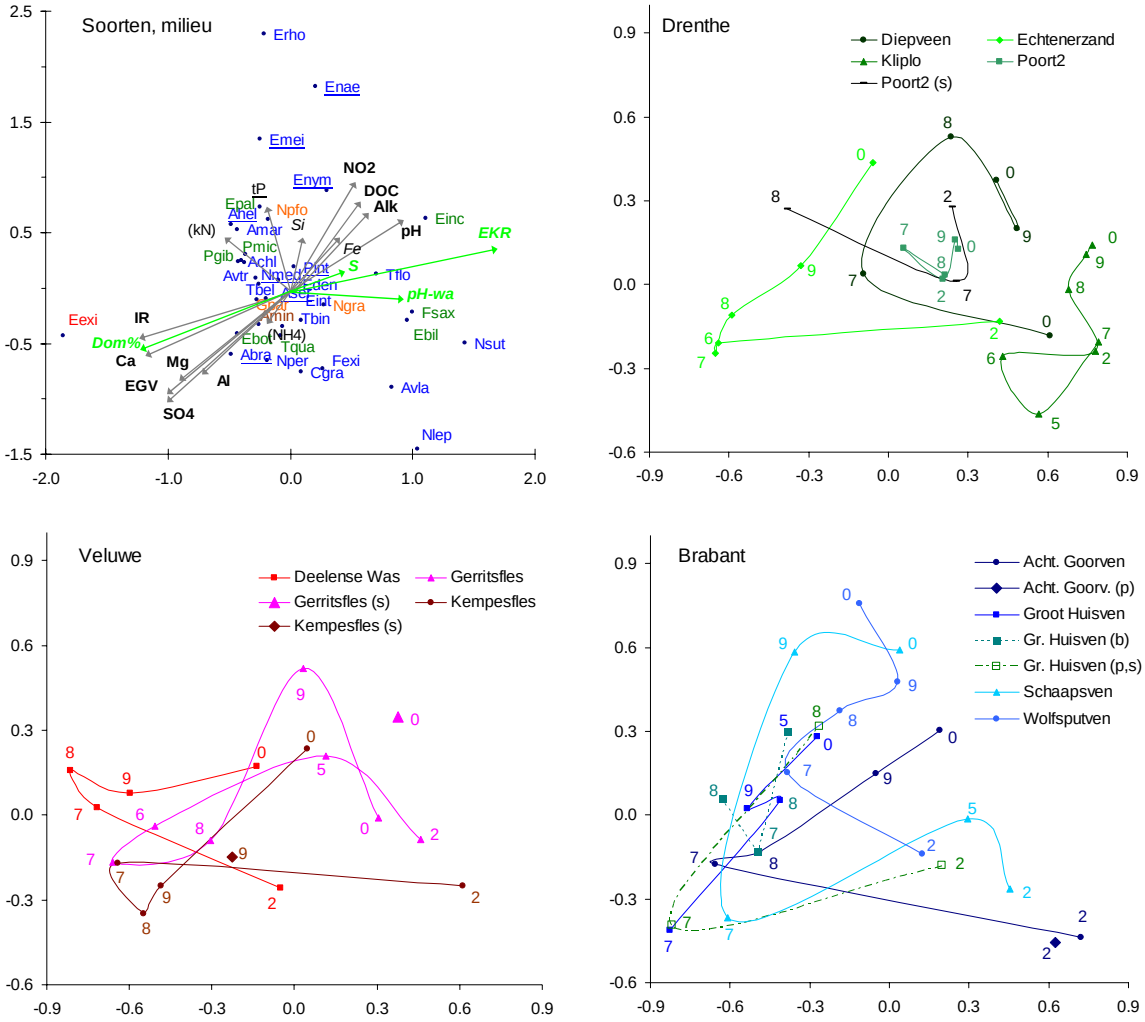
Tabel 14. Correlatiecoëfficiënten van de eerste drie assen van de hoofdcomponentenanalyse met milieuvariabelen en diatomeeënkarakteristieken. Cursief gedrukte variabelen zijn logaritmisch getransformeerd. Verklaring van de gebruikte chemische symbolen in § 4.2.4. n = aantal waarnemingen. S = aantal soorten, Dom% = dominantiepercentage, pH-wa = berekende pH, EKR = ecologisch kwaliteitsgetal. Significantie: *** $p \leq 0{,}001$, ** $p \leq 0{,}01$, * $p \leq 0{,}05$.

Groep	Param.	n	As 1	As 2	As 3	Groep	Param.	n	As 1	As 2	As 3
zuurgraad,	pH-v	95	.47 ***	-.20 *	.33 ***	macro-	san	94	-.37 ***	-.14	-.33 ***
alkaliniteit,	alk	94	.33 **	-.02	.36 ***	ionen	Cl	94	-.03	-.01	-.12
koolstof	*TIC*	*58*	*-.06*	*.10*	*-.09*		SO4	94	-.51 ***	-.22 *	-.49 ***
	CO2	*56*	*.00*	*.35* **	*.08*						
	ANC	94	-.09	-.08	.19	nutri-	oP	94	-.01	-.03	-.02
						enten	tP	50	-.09	-.10	.38 **
zuurstof-	DOC	94	.29 *	.23 *	.43 ***		*NH4*	*94*	*-.09*	*-.28* **	*-.15*
huishouding,	A	94	.31 **	.10	.42 ***		*NO3*	*94*	*.00*	*-.10*	*-.07*
org. stof	NO2	94	.28 *	-.08	.48 ***		kN	27	-.27	.23	.23
							Si	*65*	*.06*	*-.14*	*.25* *
macro-	*EC25-v*	*94*	*-.51* ***	*-.28* *	*-.46* ***						
ionen	skat	94	-.42 ***	-.14	-.35 ***	diato-	S	142	.21 *	-.34 ***	.07
	K	*94*	*-.06*	*.04*	*-.04*	meeën-	Dom%	142	-.59 ***	.17 *	-.28 ***
	Na	94	-.06	-.04	-.07	karakte-	pH-wa	142	.48 ***	-.39 ***	-.04
	Ca	*94*	*-.58* ***	*-.21* *	*-.32* **	ristieken	EKR	142	.85 ***	.21 **	.18 *
	Mg	*94*	*-.44* ***	*-.18*	*-.41* ***						
	Fe	*87*	*.20*	*.24* *	*.23* *						
	Al	*79*	*-.35* ***	*-.25* *	*-.37* ***						
	IR	94	-.62 ***	-.26 **	-.23 *						

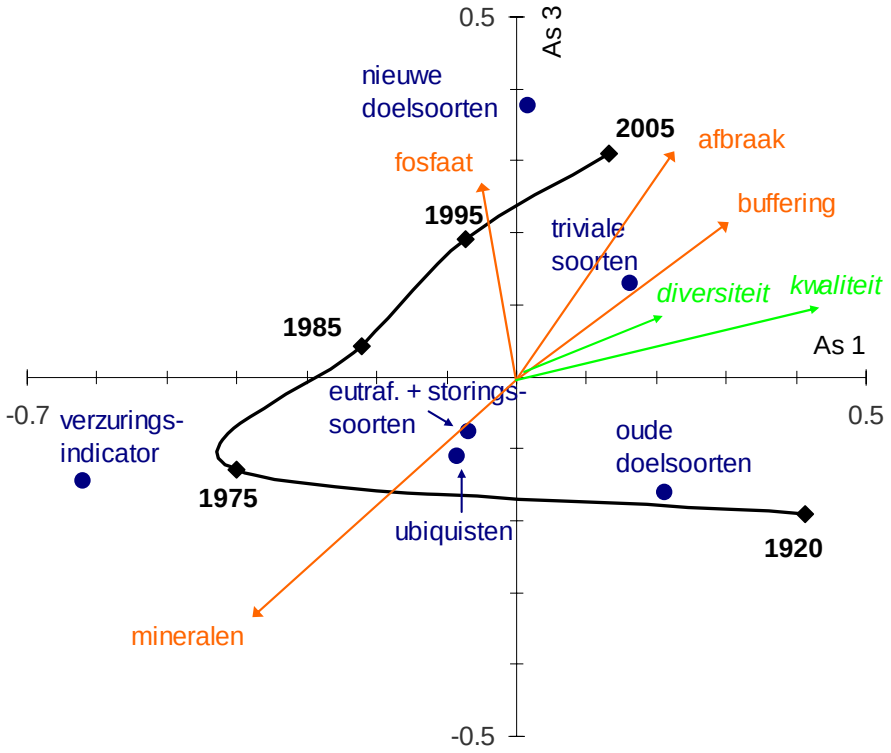
en liggen daarom in het centrum van de figuur: op assen van hogere orde liggen deze soorten verder van elkaar dan op de eerste drie assen.

De monsters uit de drie regio's zijn vanwege de overzichtelijkheid in aparte diagrammen weergegeven, maar in gedachten kunnen ze over elkaar en over het soortendiagram worden geprojecteerd. Monsters van hetzelfde ven uit verschillende perioden zijn met lijnen verbonden, waardoor het traject van verzuring en herstel kan worden gevolgd. De Drentse monsters liggen het meest naar rechts: ze zijn veel armer aan macro-ionen dan de Brabantse vennen. Oorspronkelijk (begin 20e eeuw) liggen de Drentse monsters in dezelfde hoek als de Veluwse vennen, maar later zijn ze meer gaan divergeren, doordat de verzuring op de Veluwe harder toeslaat dan in Drenthe. Tussen de regio's en binnen de regio's zijn wel verschillen, maar er is een duidelijk algemeen patroon herkenbaar: van ongeveer 1920 tot ongeveer 1980 is er een grote verschuiving in het diagram van rechtsonder naar linksonder (van doelsoorten naar verzuringsindicatoren) en daarna een verschuiving naar (rechts)boven, waar vooral 'nieuwe' doelsoorten voorkomen. Dat blijkt ook duidelijk uit Figuur 27, waarin de gemiddelden uit Figuur 26 per periode en per ecologische groep van diatomeeën zijn samengevat. Er treedt dus geen echt herstel van de vennen naar de vroegere toestand op: er ontstaat wel een minder verzuurde situatie dan rond 1980, maar er is sprake van een andere, voedselrijkere toestand dan bijna een eeuw geleden.

Toch heeft elk ven zijn eigen plaats in de diagrammen. Het meest stabiel over alle jaren zijn de netplanktonmonsters uit Poort 2: een hoogveenpoel, waar al in het begin van de 20e eeuw wat mineralisatie van organisch materiaal plaatsvond door turfwinning. Daardoor kwamen er toen al vrij veel nieuwe doelsoorten voor, die pas later op andere locaties veel zijn gevonden. Kliplo is in vergelijking met alle andere vennen nog steeds het minst verzuurd, maar er is duidelijk een verschuiving van de oude naar de nieuwe doelsoorten gaande. Diepveen leek in de negentiger jaren alweer heel aardig op weg naar de oude toestand, maar die tendens heeft zich daarna niet voortgezet. Het sterkst verzuurd was in Drenthe het ven in het Echtenerzand, waar nu veel nieuwe doelsoorten voorkomen. In de Gerritsfles heeft zich het herstel, na een hoog aandeel van de nieuwe doelsoorten in de negentiger jaren, in de 21e eeuw sterk voortgezet: de Deelense Was en de Kempesfles zijn nog steeds behoorlijk verzuurd. Ook in Brabant is er een grote diversiteit van verzuringshistories. In het Achterste Goorven is de situatie eenvoudig: na een zeer sterke verzuring in de jaren zeventig is er een geleidelijke ontwikkeling met terugkeer van oude doelsoorten en toename van triviale soorten en nieuwe doelsoorten: min of meer vergelijkbaar met



Figuur 26. Diagrammen van de hoofdcomponentenanalyse. In het soortendiagram zijn de soortafkortingen Achl: *Achanthes chlidanos,* Ahel: *A. helvetica,* Amar: *A. marginulata,* Amin: *A. minutissima,* Avtr: *A. ventralis,* Aser: *Anomoeoneis serians,* Avla: *A. vitrea* f. *lanceolata,* Cgra: *C. gracilis,* Ebil: *Eunotia bilunaris* s.l., Ebot: *E. botuliformis,* Eden: *E. denticulata,* Eexi: *E. exigua* s.l., Einc: *E. incisa,* Eint: *E. intermedia,* Emei: *E. meisteri,* Enae: *E. naegelii,* Enym: *E. nymanniana,* Epal: *E. paludosa,* Erho: *E. rhomboidea,* Fexi: *Fragilaria exigua,* Fsax: *Frustulia saxonica* s.l., Gpar: *Gomphonema parvulum,* Nlep: *Navicula leptostriata* s.l., Nmed: *N. mediocris,* Nsut: *N. subtilissima*-groep, Ngra: *Nitzschia gracilis,* Npfo: *Nitzschia paleaeformis,* Nper: *Nitzschia perminuta,* Pgib: *Pinnularia gibba,* Pint: *P. interrupta,* Pmic: *P. microstauron,* Tbin: *Tabellaria binalis,* Tbel: *T. binalis* var. *elliptica,* Tflo: *T. flocculosa,* Tqua: *T. quadriseptata.* Rood:verzuringsindicator, groen: triviale soorten van zuur water, blauw: doelsoorten, blauw onderstreept: nieuwe doelsoorten, bruin: ubiquisten, oranje: soorten van voedselrijke en organisch belaste wateren. De posities van de milieuvariabelen (grijze pijlen met zwarte letters) zijn de correlatiecoëfficiënten en diatomeeënkarakteristieken (groene pijlen en letters) op de eerste en derde as, ontleend aan Tabel 14 en vermenigvuldigd met twee. **Vet** gedrukte variabelen zijn zeer significant ($p \leq 0{,}001$), onderstreept: $p \leq 0{,}01$). Tussen (haakjes): niet significant. De scores van de monsters zijn gemiddelden van perioden, als volgt aangeduid: **2** (1916-'33), **5** ('48-'58), **6** ('60-'72), **7** ('73-'83), **8** ('86-'90), **9** ('94-'98) en **0** (2002-'06). Geen aanduiding achter de naam van het ven betekent dat er netplanktonmonsters zijn weergegeven: b = bodem, p = aangroeisel planten, s = uitknijpsel.



Figuur 27. Samenvatting van de hoofdcomponentenanalyse. De lengte van de oranje pijlen is een maat voor de sterkte van de relatie met de milieuvariabelen. De scores van de ecologische groepen zijn abundantie gewogen gemiddelden van de soorten uit deze groepen. Vanwege de schaal van de grafiek zijn deze scores door drie gedeeld. De scores van de monsters zijn gemiddelden per periode (**vet**) van alle 142 monsters van de ordinatie.

het Groot Huisven. Het Wolfsputven is door het van nature hoge humusgehalte nooit sterk verzuurd geweest: er is hier wel een sterke tendens tot eutrofiëring. Ook in het Schaapsven is het laatste het geval, maar dit ven is wel sterk verzuurd geweest in het laatste kwart van de vorige eeuw.

Opmerkelijk is het grote verschil tussen de netplankton- en uitknijpselmonsters in de tachtiger jaren in Poort (Figuur 26) In andere vennen, zoals de Kempesfles, het Groot Huisven en het Achterste Goorven zijn de verschillen tussen verschillende bemonsteringsmethoden minder groot. In de Gerritsfles, waar naast de netplanktonmonsters een hele serie uitknijpselmonsters is geanalyseerd, zijn de verschillen tussen beide bemonsteringsmethoden redelijk groot, maar ze leiden niet tot wezenlijk andere conclusies over de verzuringstoestand.

Opvallend is dat stikstofcomponenten als ammonium en Kjeldahl-stikstof (kN) geen significante relatie hebben met de soortensamenstelling. Overigens kan de relatie met kN op den duur nog blijken, omdat er vooralsnog weinig metingen hiervan beschikbaar zijn. Voorts zijn deze verbindingen nog steeds in een dergelijke overmaat aanwezig dat de verschillen in concetraties (nog) geen directe invloed hebben op de soortensamenstelling. Hieruit moet niet worden afgeleid dat ammonium niet van betekenis is voor de diatomeeën. Na 1990 is ammonium zeer sterk afgenomen in de onderzochte vennen (Figuur 19), waarschijnlijk als gevolg van nitrificatie en opvolgende denitrificatie. Hierbij wordt veel organisch materiaal afgebroken, waarbij o.a. fosfaat vrijkomt, dat dan weer ter beschikking komt van o.a. de diatomeeën. Deze afbraak is waarschijnlijk ook de oorzaak van de toename van het gehalte aan organische stof (DOC) in die tijd (Figuur 19), waarmee de diatomeeënsamenstelling is gecorreleerd (Figuur 26).

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Algemeen

Doordat er van een aantal vennen regelmatig op vergelijkbare wijze metingen zijn verricht kan worden geconcludeerd dat de chemische toestand van geïsoleerde vennen door vermindering van de atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen aanzienlijk is verbeterd. De kritische depositieniveaus worden nog steeds overschreden, vooral die van stikstof.

De verbeteringen zijn niet alleen het gevolg van de verminderde atmosferische depositie, maar ook van de toegenomen temperatuur en de hoeveelheid neerslag in de laatste decennia. Deze klimatologisch veranderingen zijn er waarschijnlijk ook oorzaak van dat de ammoniumconcentraties in de vennen vooral na 1998 zeer sterk zijn gedaald. Door de reductie van zwavelverbindingen en denitrificatie is de afbraak van in de bodem geaccumuleerde organische stof sterk toegenomen, waaruit o.a. fosfaat vrijkomt. Dat leidt tot interne eutrofiëring, hetgeen niet direct als een verbetering beschouwd kan worden.

Op microscopische algen als kiezelwieren hebben deze verbeteringen een duidelijke invloed gehad, meer dan op de hogere planten. De huidige soortensamenstelling van de kiezelwieren verschilt echter wezenlijk van die aan het begin van de 20^{e} eeuw, als gevolg van de interne eutrofiëring.

5.2 Vooruitzichten

Verbeteringen in de kwaliteit van de venvegetaties zijn waarschijnlijk pas te verwachten bij verdere afname van de stikstofdepositie en uitvoeren van aanvullende beheersmaatregelen, bijvoorbeeld baggeren en opschonen van de oevers.

Bij verdere afname van zwavel- en stikstofbelasting mag wel een verdere verbetering van de chemische en biologische toestand van de vennen worden verwacht, zeker indien deze wordt gemeten met microscopische organismen, die niet een sterke relatie hebben met de samenstelling van de venbodem, maar de interne eutrofiëring zal wel voortgaan.

Deze veranderingen worden bevorderd door een toename van de omzetsnelheden bij stijging van de temperatuur. Een toename van de frequentie van droge zomers zal zorgen voor een snelle mineralisatie van in de bodem opgeslagen (zwavel)verbindingen. Klimaatmodellen voorspellen een toename van de neerslag in het winterhalfjaar, waardoor de uitspoeling uit de vennen toeneemt en de concentratie van door atmosferische depositie aangevoerde stoffen in de vennen zal verminderen.

5.3 Aanbevelingen

Door voortzetting van de metingen in het tot nu toe gevolgde schema zullen toekomstige veranderingen in de vennen door veranderingen van atmosferische depositie en klimaat kunnen worden gevolgd.

De huidige frequentie van de metingen voldoet, maar met name in de Gerritsfles zullen de waarnemingen strikter volgens het schema moeten worden uitgevoerd. Daar moet ook de waterstand frequenter (ten minste maandelijks) worden geregistreerd. Mede door de vermindering

van de depositie zullen de detectiedrempels van nutriënten en sulfaat, met name in de Drentse vennen, moeten worden verlaagd met een factor twee tot vijf.

Er moet voor worden gewaakt dat alle belangrijke parameters steeds worden gemeten, met name van aluminium en opgeloste organische koolstof (DOC) zijn er soms hinderlijke hiaten. In de Gerritsfles moeten de bepalingen van de alkaliniteit weer worden hervat en in alle vennen moet ook het gehalte aan vrij koolzuur worden gemeten of berekend uit het gehalte aan totale anorganische koolstof en zuurgraad.

Voor een goede onderlinge afstemming is het nodig dat de metingen jaarlijks op een centraal punt worden verzameld en gevalideerd. Voor het correct uitvoeren en coördineren van de metingen is het ook nodig dat de financiering van dit meetnet niet meer jaarlijks ad hoc, maar structureel geschiedt.

6 Dankwoord

De Vereniging Natuurmonumenten, de Stichting ‘Het Brabants Landschap’, het Nationale Park ‘De Hoge Veluwe’, het Ministerie van Defensie (Dienst Vastgoed) en het Staatsbosbeheer verleenden toestemming voor het bezoek van hun terreinen.

Mevrouw R. Hagen (Waterschap Veluwe) en de heren H. van Triest (Waterschap Reest en Wieden) en J. van der Wal (Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium) voerden de meeste fysisch-chemische bemonsteringen uit.

De heren J. Dolman, J.L. Roosen en L. de Bruijn (Vereniging Natuurmonumenten) stelden hun waarnemingen van de waterstanden in het Achterste Goorven beschikbaar. De heren A. Henckel en L. Gaal (Staatsbosbeheer) verstrekten resultaten van maandelijkse waterstandsmetingen in Kliplo.

De heer M. Jansen (Grontmij | AquaSense) stelde metingen van pH en geleidbaarheid beschikbaar.

De heren A. Henckel, H. Hees, H. Vink (Staatsbosbeheer), J. Wensink (Nationale Park ‘De Hoge Veluwe’), A. Varkevisser (Ministerie van Defensie, Dienst Vastgoed). L. de Bruin (Vereniging Natuurmonumenten) en M. Fliervoet (Stichting ‘Het Brabants Landschap’) verstrekten gegevens over het beheer van de onderzoekgebieden

7 Literatuur

Aczel, A.D & J. Sounderpandian (2002): Complete business statistics, 5th edition. Irwin Professional Publishing. 819p.

Alles, E., M. Nörpel-Schempp & H. Lange-Bertalot (1991): Zur Systematik und Ökologie charakteristischer *Eunotia*-Arten (Bacillariophyceae) in elektrolytarmen Bachoberläufen. Nova Hedwigia 53: 171-213.

AquaSense (1995): Chemical and biological monitoring in acid sensitive surface waters in The Netherlands 1994. Report to the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, Department of Air Pollution and Acidification (Contract 94140115). Report 95.0538. Amsterdam. 28p. + ann.

AquaSense (1999): Monitoring van verzuring in vennen 1995-1998. In opdracht van: Zuiveringsschap Drenthe, Waterschap Veluwe, Waterschap Vallei en Eem, Waterschap De Dommel, Ministerie van Defensie. Rapport 99.1164. Amsterdam. 40p. + bijl.

AquaSense (2002): Monitoring vennen 2000-2001. In opdracht van: Ministerie van Volksgezondheid en Milieu. Rapport 02.1725. Amsterdam. 31p.

AquaSense (2003): Monitoring vennen 1978-2002: effecten van klimaatsverandering en vermindering van verzuring. In opdracht van: Ministerie van VROM, Waterschap Reest & Wieden, Waterschap Veluwe en Waterschap Vallei en Eem. Rapport 03.1780. Amsterdam. 42p. + bijl.

AquaSense (2004): OBN vooronderzoek Huisvennen: herstelmaatregelen ter bestrijding van verzuring en eutrofiering. In opdracht van: Vereniging Natuurmonumenten. Eindrapport 04.2152. Amsterdam. 57p. + bijl.

Arts, G.H.P., P.W.M. van Beers, J.D.M. Belgers & F.G. Wortelboer (2001): Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in vennen: onderbouwing en toetsing van kritische depositieniveaus en effecten van herstelmaatregelen op het voorkomen van isoetiden. Alterra-rapport 262. Alterra, Wageningen / Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. 88p.

Arts, G.H.P. & H. van Dam (2002): Nederlandse vennen in de problemen: gevoelig voor eutrofiëring, vermesting en verzuring. Boomblad 14(6): 12-13.

Arts, G.H.P., H. van Dam, F.G. Wortelboer, P.W.M. van Beers & J.D.M. Belgers (2002): De toestand van het Nederlandse ven. In opdracht van: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie Klimaatverandering en Industrie. Alterra-rapport 542, AquaSense-rapport 02.1715. Alterra, Wageningen / AquaSense, Amsterdam / RIVM, Bilthoven. 123p.

Baker, L.A., P.L. Brezonik, E.S. Edgerton & R.W. Ogburn (1985): Sediment acid neutralization in softwater lakes. Water, Air, and Soil Pollution 25: 215-230.

Berg, M. van(red), m.m.v., H. Coops, R. Pot, W. Altenburg, R. Nijboer, T. van den Broek, M. Fagel, G. Arts, R. Bijkerk, H. van Dam T. Ietswaart, J. van der Molen, K. Wolfstein, D. de Jong & H. Hartholt (2004): Achtergronddocument referenties en maatlatten waterflora. Expertteam macrofyten en fytoplankton. STOWA, Utrecht / RIZA, / Lelystad. 116p.

Beusekom, E. van (2007): Bewogen aarde: aardkundig erfgoed in Nederland. Matrijs, Utrecht. 176p.

Bobbink, R. & J.G.M. Roelofs, (1995): Ecological effects of atmospheric deposition on non-forest ecosystems in Western-Europe. In: G.J. Heij & J.W. Erisman (Eds) Acid rain research: Do we have enough answers? Elsevier Science, Amsterdam. p. 279-292.

Borchardt M.A. (1996): Nutrients. In: R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe (Eds) Algal ecology: freshwater benthic ecosystems. Academic Press, San Diego. p. 184-228.

Bijkerk, R., G.J. Berg & A.M.J. Joosten (2004): Drentse vennen door de jaren heen: onderzoek naar de ecologische veranderingen in Drentse vennen tot 2003. Rapport 2004-32. Koeman & Bijkerk, Haren. 161p + CD-ROM.

Braak, C.J.F. ter & H. van Dam (1989): Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. Hydrobiologia 178: 209-223.

Braak, C.J.F. ter & P. Šmilauer (2002): CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Biometris, Wageningen and České Budějovice. 500p.

Brakke, D.F., A. Henriksen & S. Norton (1987): The relative importance of acidity sources for humic lakes in Norway. Nature 329: 432-434.

Bruin, H.A.R. de (1979): Neerslag, openwaterverdamping en potentieel neerslagoverschot in Nederland. Frequentieverdeling in het groeiseizoen. Wetenschappelijk Rapport 79-4. KNMI, De Bilt.

Bruinsma, J. (2005): Excursieverslagen Oisterwijkse vennen 2005. Floristische Werkgroep KNNV Eindhoven. 16p.

Cuppen, J.G.M., G. van Dijk, B. Koese & O. Vorst (2006): De brede geelgerande waterroofkever *Dytiscus latissimus* in Zuidwest-Drenthe. Rapport 2006-6. EIS-Nederland, Leiden. 59p.

Dam, H. van (1983): Vennen in Midden-Brabant. RIN-rapport 83/23. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 125p. + bijl.

Dam, H. van (1987a): Monitoring of chemistry macrophytes, and diatoms in acidifying moorland pools. RIN report 87/19. Research Institute for Nature Management, Leersum. 91p. + ann.

Dam, H. van (1987b): Ven onder vuur: de Kempesfles. Natura 84: 27-30.

Dam, H. van (1988): Acidification of three moorland pools in The Netherlands by acid precipitation and extreme drought periods over seven decades. Freshwater Biology 20: 157-176.

Dam, H. van (1996): Partial recovery of moorland pools from acidification: indications by chemistry and diatoms. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 30: 203-218.

Dam, H. van (1997): Vennen herstellen zich gedeeltelijk van verzuring. H_2O 30:. 366-370, 361.

Dam, H. van (2002): Meten en weten: kiezelalgen registreren herstel van vennen. Van Nature (voor- en achtergronden van Vereniging Natuurmonumenten) 12(7/8): 5.

Dam, H. van & R.C. van Apeldoorn (1978): De droogte van 1976 en de natuur in Nederland. H_2O 11: 278-281.

Dam, H. van & G.H.P. Arts (1993): Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer. Provincie Drenthe, Assen / DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum / Grontmij Advies en Techniek, De Bilt. 144p.

Dam, H. van & A. Mertens (1990): Lange-termijnonderzoek naar verzuring van vennen. De Levende Natuur 91: 184-192.

Dam, H. van & A. Mertens (2004): Vennen in weer en wind: lange-termijneffecten van verzuring en klimaatsverandering op chemie en kiezelwieren. De Levende Natuur 105: 13-18.

Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28: 117-131.

Dam, H. van & R.F.M. Buskens (1993): Ecology and management of moorland pools: balancing acidification and eutrophication. Hydrobiologia 265: 225-263.

Dam, H. van, B. van Geel, A. van der Wijk & M.D. Dickman (1988): Beheer van vennen in historisch perspectief. De Levende Natuur 89: 66-73.

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, H. Houweling, F.G. Wortelboer & J.W. Erisman (1996):.Long-term changes of chemistry and biota in moorland pools in relation to changes of atmospheric deposition (Lange-termijnveranderingen van chemie en biologie van vennen in relatie tot veranderingen van atmosferische depositie). Report for the Ministry of Housing,Spatial Planning and the Environment, Directorate-General of the Environment, Directorate Air and rate Air and Energy, Department of Air Pollution and Acidification. AquaSense report 95.0709 / IBN Research Report 96/6 / RIVM-report 732404007. AquaSense, Wageningen / DLO-Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen / National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven.

Davison, W. (1990): A practical guide to pH measurement in freshwaters. Trends in Analytical Chemistry 9: 80-83.

Dickman, M.D., H. van Dam, B. van Geel, A.G. Klink & A. Van der Wijk (1987): Acidification of a Dutch moorland pool - a palaeolimnological study. Archiv für Hydrobiologie 109: 377-408.

Dijkhuizen, S., H. Schimmel & R. Westra (1976): Ontdek de Veluwe: Nederlandse landschappen. IVN, Amsterdam / VARA, Hilversum. 288p.

Duuren, L. van, G.J. Eggink, J. Kalkhoven, J. Notenboom, A.J. van Strien, & R. Wortelboer (red.) (2003): Natuurcompendium 2003: natuur in cijfers. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven, Wageningen / Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg. 494p.

Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonschot, B. Roels & J.G. Hartholt, (2002): Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse oppervlaktewateren. Alterra-rapport 669. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen. 72p.

Glas, P. (1999): Wateroverlast in Nederland. WaterBulletin 99-05: 1.

Grontmij | AquaSense & Alterra (2005): Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse vennen. In opdracht van: Provincie Noord-Brabant. Rapport 05.2184.2 Grontmij | AquaSense, Amsterdam / Rapport 1200, Alterra, Wageningen. 91p. + bijl.

Heinis, F. & C.H.M. Evers (2007): Toelichting op ecologische doelen voor nutriënten in oppervlaktewateren. STOWA-rapport 2007-029 / RIZA-rapport 2007-18. STOWA, Utrecht / Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad. 42p.

Henriksen, A. & H.M. Seip (1980): Strong and weak acids in surface water of southern Norway and southwestern Scotland. Water Research 14: 809-813.

Heurn, J.L. van (1919): Verslag van de excursie der Groningsche biologen naar de vennen van Oisterwijk 5-12 juni 1919. Ongepubliceerd manuscript in archief Vereniging Natuurmonumenten. :. 11p.

Katwijk, M.M. van & C.J.F ter Braak (2003): Handleiding voor het gebruik van multivariate analysetechnieken in de ecologie. Afdeling Milieukunde, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen / Afdeling Biometrics, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen. 30p (www.ecoscience.nl/ mvanov03.pdf).

Kobayasi, H. & T. Nagumo (1988): Examination of the type materials of *Navicula subtilissima* Cleve (Bacillariophyceae). Botanical Magazine (Tokyo) 101: 239-254.

Krammer, K. (1992): *Pinnularia*. Eine Monographie der Europäischen Taxa. . Bibliotheca Diatomologica 26. J. Cramer, in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, Stuttgart. 353p.

Krammer, K. (2000): The genus *Pinnularia*. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats.1. Gantner, Ruggell. 703p..Lange-Bertalot, H. (1993) 85 Neue Taxa. Bibliotheca Diatomologica, Band 27, Cramer, Berlin. 454p.

Krammer, K. (1997): Die Cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. *Encyonema* Part., *Encyonopsis* and *Cymbellopsis*. Bibliotheca Diatomologica Band 37, Cramer, Berlin. 469p.

Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1986-1991): Bacillariophyceae. In: H. Ettl J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). Süsswasserflora von Mitteleuropa 2/1-4. Fischer Stuttgart.

Labrijn, A. (1945): Het klimaat van Nederland gedurende de laatste twee en een halve eeuw. Mededelingen en Verhandelingen 49. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt. 114p.

Lange-Bertalot, H. (1993): 85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süsswasserflora von Mitteleuropa Vol. 2//1-4. Bibliotheca Diatomologica 27. Cramer, Berlin. 454p.

Lange-Bertalot, H. & G. Moser (1994): *Brachysira* Monographie der Gattung. Bibliotheca Diatomologica Band 29, Cramer, Berlin. 212p.

Lange-Bertalot, H. & D. Metzeltin (1996): Indicators of oligotrophy: 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types carbonate buffered - oligodystrophic - weakly buffered soft water. Iconographia Diatomologica 2: 390p.

Lange-Bertalot, H. (2001): *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. 2. Gantner, Ruggell. 526p

Marnette, E.C.L., H. Houweling, H. van Dam & J.-W. Erisman (1993): Effects of decreased atmospheric deposition on the sulfur budgets of two Dutch moorland pools. Biogeochemistry 23: 119-144.

MNP (2006a): Milieubalans 2006. MNP-publicatie 500081001. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven. 199p.

MNP (2006b): Natuurbalans 2006. MNP-publicatie 500402001. Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven. 141p.

Molen, D.T. van der (red.) (2004): Referenties en concept-maatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn Water. Rapport 2004/42. STOWA, Utrecht. 450p.

Mooij, W., S. Hülsmann, L.N. de Senerpont Domis, B.A. Nolet, P.L.E. Bodelier, P.C.M. Boers, L.M. Dionisio Pires, H.J. Gons, B.W. Ibelings R. Noordhuis, R. Portielje, K. Wolfstein & E.H.R.R. Lammens (2005): The impact of climatic changes on lakes in The Netherlands: a review. Aquatic Ecology 39: 381-400.

Ommering, G. van & R.J.J. Hendriks (red.) (2004): Handleiding subsidie effectgerichte maatregelen 2005. Overlevingsplan bos en natuur. Regeling effectgerichte maatregelen in bossen en natuurterreinen. Rapport EC-LNV 2004/326-O. Expertisecentrum LNV Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit, Ede. 75p.

Reynolds (2006): Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, New York. 535p.

Schuurmans, C.J.E. (1977): Meteorologische aspecten van de droge zomer van 1976. H2O 10: 178-180.

Shaffer, P.W., R.P. Hooper, K.N Eshleman & M.R. Church (1988): Watershed vs in-lake alkalinity generation: a comparison of rates using input-output studies. Water, Air, and, Soil Pollution 39: 263-273.

Siegel, S. (1956): Nonparametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill, New York. 312p.

Skjelkvåle, B.L., J. Stoddard, D.S. Jeffries, K. Torseth, T. Hogåsen Bowman, J., Mannio, J., Monteith, D. T., Mosello, R. & Rogora, M. Rzychon, D., Vesely, J., Wieting, J., Wilander, A. & A. Worsztynowicz (2005): Regional scale evidence for improvements in surface water chemistry 1990-2001. Environmental Pollution 137: 165-176.

Stoddard, J.L., D.S. Jeffries, A. Lükewille, T.A. Clair, P.J. Dillon C.T. Driscoll, M. Forsius, M. Johannessen J.S. Kahl J.H. Kellogg A. Kemp, J. Mannio, D. Monteith, P.S. Murdoch, S. Patrick, A. Rebsdorf, B.L. Skjelkvåle, M.P. Stainton, T. Traaen H. van Dam, K.E. Webster, J. Wieting & A. Wilander (1999): Regional trends in aquatic recovery from acidification in North America and Europe. Nature 401: 575-578.

Stuyfzand, P.J. (1989): Hydrochemische onderzoeksmethoden ter analyse van grondwaterstroming, deel 1. H_2O 22: 141-146.

Sullivan, T.J., C.T. Driscoll, S.A, Gherini, R.K. Munson, R.B. Cook D.F. Charles & A.P. Yatsko (1989): Infuence of aqueous aluminium and organic acids on measurement of acid neutralizing capacity in surface waters. Nature 338: 408-411.

Thode, H.G. (1991): Sulphur isotopes in nature and the environment: an overview. In: H.R. Krouse & V.A. Grinenko (Eds). Stable isotopes in the assessment of natural and anthropogenic sulphur in the environment. SCOPE 43. Wiley, Chichester. p. 1-26.

Valk, M. van der (2004): Extremen in neerslag duiden op menselijke invloed op klimaat. H_2O 37(21): 20

Vangenechten, J.H.D., S. Van Puymbroeck, O.L.J. Vanderborght, F. Bosmans & H. Deckers (1981): Physico-chemistry of surface waters in the Campine region of Belgium, with special reference to acid moorland pools. Archiv für Hydrobiologie 90: 369-396.

Verbeek, K. (red.) (2003): De toestand van het klimaat in Nederland 2003. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt. 32p.

Vercoutere, B. & P. De Becker (2004): Beenbreek: een analyse van de ecologische eisen van deze heideplant. Natuur.focus 3 (4): 112-119.

Verkaar, D., L. van Duuren, J. Schaminée (1992): De internationale betekenis van Nederland voor hogere planten op grond van biografische gegevens. De Levende Natuur 93: 34-39.

Verkerk, G., J.B. Broens, R.E.A. Bouwens, P.A.M. de Groot, W. Kranendonk, M.J. Vogelezang, J.J. Westra & I.M. Wevers-Prijs (2004): BINAS havo/vwo: Informatieboek havo/vwo voor het onderwijs in de natuurwetenschappen, vijfde druk. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Verschoor, A.J., G.J. Baaijens, F.H. Everts, A.P. Grootjans, W. Rooke, S. van der Schaaf & N.P.J. de Vries (2003): Hoogveenontwikkeling in veentjes en kleinschalige hoogveencomplexen op het Dwingelderveld; een landschapsbenadering. Deel 2: Landschapsontwikkeling en hydrologie. Rapport 2003/227 O. Expertisecentrum LNV, Ede. 50p + bijl.

Visser, H. (2005): The significance of climate change in The Netherlands: an analysis of historical and future trends (1901-20020 in weather conditions, weather extremes and temperature-related impacts. Report 550002007/ 2005. RIVM, Bilthoven. 155p.

Wallis de Vries, M.F. & W. Franssen (2001): Dagvlinders als indicator voor andere doelsoorten. Vakblad Natuurbeheer 40: 179-182.

Wallis de Vries, M.F. (2003): Bescherming van de veenbesparelmoervlinder: nog geen vaste grond onder de voeten. De Levende Natuur 104: 11-15.

Wetzel, R.G. (2001): Limnology: lake and river ecosystems, 3rd ed. Academic Press, San Diego. 1006p.

Wirdum, G. van (1991): Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift :Universiteit van Amsterdam Amsterdam. 310p.

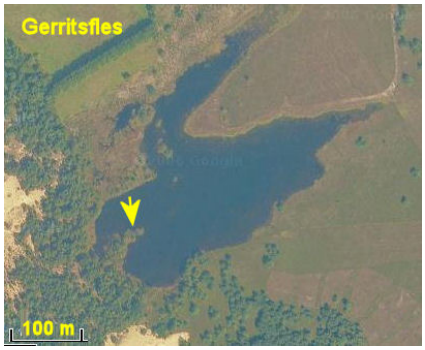
Wortelboer, F.G. (1998): Modelling the effect of atmospheric deposition on shallow heathland lakes in the Netherlands: dry deposition on water: now you see it, now you don't. Environmental Pollution 102, S1: 539-546.

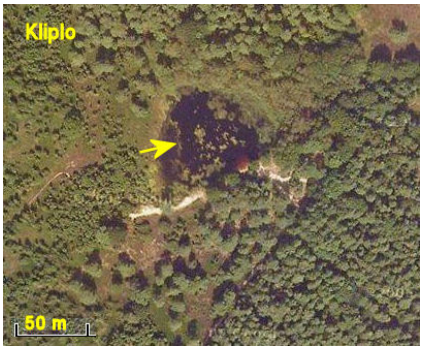
8 Bijlagen

Bijlage 1. Details bemonsteringslocaties 67
Bijlage 2. Diepteverdeling intensief bemonsterde vennen 69
Bijlage 3. Watertemperaturen 71
Bijlage 4. Waterstanden 73
Bijlage 5. Indeling ecologische groepen diatomeeën 77
Bijlage 6. Fysische en chemische metingen 79
Bijlage 7. Geselecteerde chemische gegevens van alle vennen 81
Bijlage 8. Analyses kiezelwieren 2006 83
Bijlage 9. Ecologische indicatiewaarden en ecologische groepen Gerritsfles 85
Bijlage 10. Overzicht alle bestudeerde monsters 1916 – 2006 87
Bijlage 11. Overzicht alle aangetroffen taxa 1919 – 2006 89
Bijlage 12. Tijdreeksen van de meest algemene kiezelwieren en karakteristieken van de intensief bemonsterde vennen 91
Bijlage 13. Tijdreeksen van de meest algemene kiezelwieren en karakteristieken van de extensief bemonsterde vennen 95
Bijlage 14. Belangrijkste resultaten hoofdcomponentenanalyse 99

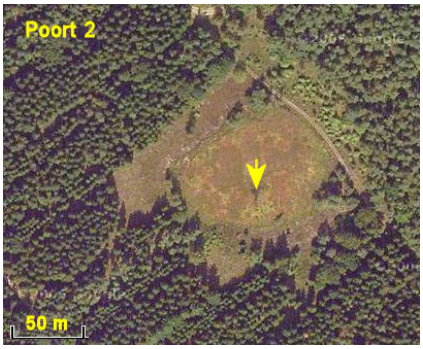
Bijlage 1 Details bemonsteringslocaties











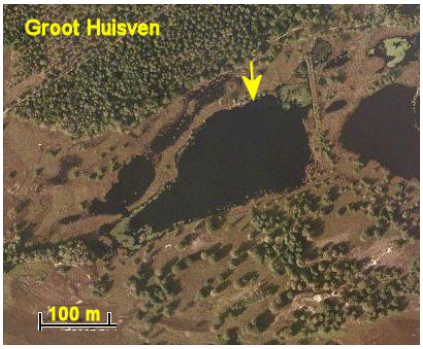










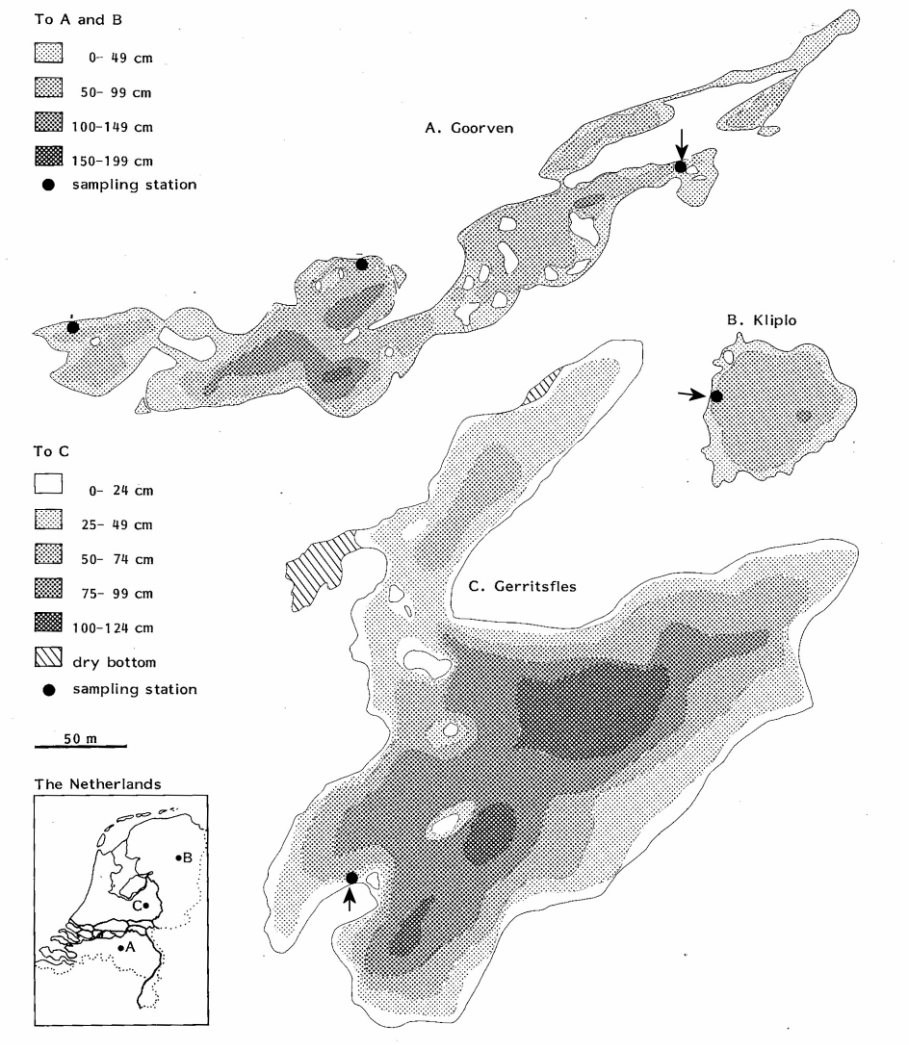


Alle foto's zijn satellietopnamen, zoals deze op 4 september 2007 te vinden waren op http://maps.google.nl/maps. De punten van de pijlen geven de ligging van de bemonsteringslocaties aan.

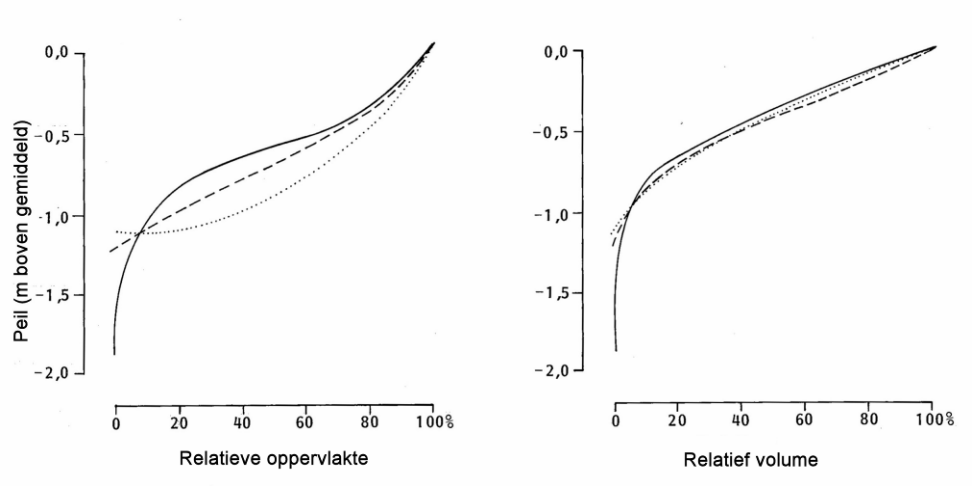
Bijlage 2 Diepteverdeling intensief bemonsterde vennen

In september 1984 is de diepteverdeling water en slib van de intensief bemonsterde vennen uitvoerig onderzocht (Van Dam 1987a). Figuur 2.1 geeft een overzicht van de waterdiepteverdeling en de situering van de bemonsteringslocaties.

In Figuur 2.2 zijn zogenaamde bathymetrische curven getekend. In de linkerfiguur is de oppervlakte van elk ven bij gemiddelde waterstand op 100% gesteld. Bij een lagere de waterstand lager is de oppervlakte kleiner, door de helling van de oever. Voor elke waterstand beneden het gemiddelde is uit deze figuur de relatieve oppervlakte af te lezen. Zo is te zien dat bij een waterstand van 0,6 m beneden het gemiddelde, zoals in extreem droge jaren al 1976 wel kan voorkomen, de bodem van het Achterste Goorven door de vlakke oevers voor meer dan de helft droogvalt, terwijl Kliplo dan nog voor driekwart is gevuld. De Gerritsfles ligt daartussen. De rechter helft van Figuur 2.2 geeft vergelijkbare curven, maar dan voor het relatieve volume. Hier zijn maar weinig verschillen tussen de drie vennen.



Figuur 2.1. Dieptekaarten van de intensief onderzochte vennen in september 1984 (Van Dam 1988). De in deze rapportage besproken bemonsteringslocaties zijn met een pijltje aangeduid (de bemonstering van de twee andere locaties in het Achterste Goorven is na 1994 niet voortgezet).



Figuur 2.2. Relatieve oppervlakten en volumina van het Achterste Goorven (getrokken lijn), de Gerritsfles (streeplijn) en Kliplo (stippellijn) bij verschillende waterdieptes ten opzichte van de gemiddelde waterstand.

Bijlage 3 Watertemperaturen

Een aantal ontbrekende waarnemingen is geschat op basis van het gemiddelde voor alle jaren (*cursief*). Waarnemingen op een van de eerste dagen van de volgende maand zijn onderstreept. Grijs gedrukte waarnemingen zijn verder niet bij de berekeningen betrokken.

Dagnummers van temperatuurwaarnemingen

	Drie vennen gemiddeld					A. Goorven					Gerritsfles					Kliplo				
Jaar	feb	mei	aug	nov	jaar	feb	mei	aug	nov	jaar	feb	mei	aug	nov	jaar	feb	mei	aug	nov	jaar
1980	11.8	10.7	17.0	8.3	11.9	12	13	13	11	12	12	13	13	11	12	*11*	6	25	3	11
1981	10.4	7.3	12.3	11.3	10.4	10	10	12	12	11	10	6	11	11	10	*11*	6	14	11	11
1982	10.3	6.3	4.3	9.3	7.6	11	7	5	10	8	10	6	4	9	7	10	6	4	9	7
1983	16.7	20.0	17.3	15.3	17.3	16	26	18	15	19	17	17	17	16	17	17	17	17	15	17
1984	15.7	18.0	14.3	13.3	15.3	15	18	15	14	16	16	18	14	13	15	16	18	14	13	15
1985	11.7	8.0	12.3	13.3	11.3	11	8	13	13	11	12	8	12	14	12	12	8	12	13	11
1986	11.3	13.3	12.7	11.3	12.2	12	14	12	12	13	11	13	13	11	12	11	13	13	11	12
1987	10.7	12.3	11.3	10.7	11.3	10	13	12	10	11	11	12	11	11	11	11	12	11	11	11
1988	8.7	17.3	11.7	8.7	11.6	8	18	9	8	11	9	17	13	9	12	9	17	13	9	12
1989	14.3	9.3	11.0	7.3	10.5	15	10	9	8	11	14	9	12	7	11	14	9	12	7	11
1990	13.3	8.7	14.3	6.7	10.8	14	8	15	6	11	13	9	14	7	11	13	9	14	7	11
1991	13.7	14.7	15.7	11.7	13.9	13	15	14	11	13	14	14	12	12	13	14	15	21	12	16
1992	11.3	12.3	12.7	10.3	11.7	12	13	12	11	12	11	12	11	10	11	11	12	15	10	12
1993	9.3	12.7	10.7	8.3	10.3	10	12	10	9	10	9	13	11	8	10	9	13	11	8	10
1994	8.3	17.7	11.3	14.7	13.0	9	17	16	14	14	8	18	9	15	13	8	18	9	15	13
1995	8.3	16.0	13.3	5.3	10.8	9	16	12	4	10	8	16	14	6	11	8	16	14	6	11
1996	31.3	13.7	12.7	12.5	17.5	*13*	14	12	11	12	40	14	13	11	20	42	13	13	16	21
1997	18.0	18.3	15.7	14.8	16.7	13	16	32	16	19	23	11	10	10	14	18	28	5	19	18
1998	14.5	13.3	15.5	15.3	14.6	19	11	13	17	15	22					10	16	18	14	14
1999	12.0	12.5	15.0	8.7	12.0	7	8	14	7	9	26	19	20	7	18	3	11	11	12	9
2000	10.0	8.3	19.8	16.0	11.1		15		7			14	24			10	3	16	16	11
2001	15.0	21.3	17.7	8.3	15.6	15	22	16	9	15	15	37	22	13	22	15	5	16	4	10
2002	15.5	25.5	11.0	15.2	15.2	13	14	7	5	10				28		18	37	15	13	21
2003	11.3	16.8	13.5	9.0	12.5	*13*	23	15	7	14				10		10	11	12	10	11
2004	6.5	7.8	17.0	8.5	10.5	9	11	10	7	9		5		7		4	8	24	12	12
2005	11.5	10.3	19.8	13.0	14.1	15	11	23	15	16		10		10		8	10	17	15	12
2006	18.1	14.3	6.7	11.8	12.7	23	11	8	2	11	20	16	10	13	15	*11*	16	2	21	12
Gem.	12.9	13.6	13.6	11.1	12.7	12.6	13.8	13.3	10.1	12.5	14.7	14.2	12.7	10.6	13.1	12.4	13.3	13.1	11.8	12.7

Gemeten temperaturen

	Drie vennen gemiddeld					A. Goorven					Gerritsfles					Kliplo				
Jaar	feb	mei	aug	nov	jaar	feb	mei	aug	nov	jaar	feb	mei	aug	nov	jaar	feb	mei	aug	nov	jaar
1980	5.0	15.5	18.5	1.5	10.1	6.0	18.5	19.0	1.5	11.3	5.0	16.0	21.0	1.5	10.9	3.9	12.0	15.5	1.5	8.2
1981	5.0	13.3	20.2	4.8	10.8	5.0	20.0	21.0	6.0	13.0	6.0	11.0	20.0	4.0	10.3	3.9	9.0	19.5	4.5	9.2
1982	4.5	11.2	25.8	10.3	13.0	4.0	11.0	22.5	10.0	11.9	4.5	10.5	27.5	11.0	13.4	5.0	12.0	27.5	10.0	13.6
1983	2.8	12.8	21.7	1.5	9.7	2.0	11.0	24.5	0.5	9.5	4.0	14.0	20.0	2.0	10.0	2.5	13.5	20.5	2.0	9.6
1984	1.8	14.7	21.5	7.8	11.5	3.0	16.5	22.0	7.0	12.1	0.5	13.5	22.0	8.5	11.1	2.0	14.0	20.5	8.0	11.1
1985	1.0	15.0	20.2	1.0	9.3	0.0	16.0	22.0	2.0	10.0	0.0	12.5	20.5	0.5	8.4	3.0	16.5	18.0	0.5	9.5
1986	0.0	14.5	21.8	9.0	11.3	0.0	13.0	20.0	8.5	10.4	0.0	15.5	24.5	10.0	12.5	0.0	15.0	21.0	8.5	11.1
1987	1.8	12.8	18.3	6.8	10.0	2.0	14.0	19.0	6.5	10.4	2.0	12.5	19.0	7.0	10.1	1.5	12.0	17.0	7.0	9.4
1988	4.1	20.2	23.5	4.7	13.1	3.7	17.0	28.0	3.0	12.9	4.5	22.0	22.0	6.0	13.6	4.0	21.5	20.5	5.0	12.8
1989	5.7	17.3	22.2	7.8	13.3	6.0	15.0	26.0	8.0	13.8	6.0	20.0	20.5	8.5	13.8	5.0	17.0	20.0	7.0	12.3
1990	4.8	22.0	23.3	6.0	14.0	5.0	23.0	23.0	5.0	14.0	5.0	21.5	24.0	7.0	14.4	4.3	21.5	23.0	6.0	13.7
1991	1.2	14.5	23.5	6.3	11.4	0.7	13.0	24.5	6.5	11.2	1.0	16.5	21.0	6.5	11.3	2.0	14.0	25.0	6.0	11.8
1992	6.7	16.0	21.3	8.7	13.2	8.5	20.0	21.0	8.0	14.4	6.0	13.5	23.0	9.0	12.9	5.5	14.5	20.0	9.0	12.3
1993	5.2	20.8	18.4	7.0	12.9	6.0	24.0	20.5	7.5	14.5	5.0	18.5	17.0	7.0	11.9	4.5	20.0	17.8	6.5	12.2
1994	4.8	18.3	20.1	11.4	13.7	5.0	18.0	15.5	11.9	12.6	5.0	19.0	23.5	11.5	14.8	4.5	18.0	21.4	10.7	13.7
1995	5.5	14.0	21.8	4.8	11.5	5.5	13.5	23.5	6.0	12.1	4.5	15.0	21.0	4.0	11.1	6.5	13.5	21.0	4.5	11.4
1996	2.5	11.8	20.6	6.8	10.4	*4.1*	11.5	20.5	7.5	10.9	1.0	12.0	20.3	6.5	9.9	2.5	12.0	21.0	6.5	10.5
1997	5.1	15.6	23.1	4.4	12.0	3.0	18.1	22.0	3.4	11.6	8.5	15.0	24.5	7.5	13.9	3.9	13.7	22.7	2.2	10.6
1998	5.9	22.4	21.7	6.2	13.8	5.5	24.0	22.0	7.0	14.6	8.0					4.3	20.7	21.4	5.4	12.9
1999	3.7	17.2	18.6	7.4	11.7	2.0	17.0	19.0	8.0	11.5	4.3	18.9	16.7	9.0	12.2	4.8	15.6	20.1	5.3	11.5
2000	6.0	18.8	21.4	6.3	12.1		24.0		5.0			21.8	19.3	6.65		6.0	13.5	21.4	7.5	12.1
2001	4.8	17.2	23.0	8.1	13.3	6.5	14.0	24.9	6.6	13.0	5.0	18.0	21.2	8.0	13.0	3.0	19.5	23.0	9.8	13.8
2002	6.3	18.2	24.2	7.1	13.9	7.5	15.5	21.0	8.0	13.0				7.5		5.0	20.8	27.3	5.9	14.8
2003	3.0	14.2	22.9	5.3	11.2	*4.1*	14.3	20.4	4.5	10.8				6.0		1.9	14.0	25.3	5.4	11.7
2004	7.6	15.6	21.4	7.9	13.1	5.2	14.3	24.3	7.0	12.7		15		7.9		10.0	16.8	18.4	8.7	13.5
2005	3.1	13.1	20.2	7.7	10.9	3.4	12.1	18.5	7.5	10.4		13.1		8.9		2.8	14.0	22.0	6.8	11.4
2006	3.7	19.4	20.0	8.2	12.8	3.0	22.7	21.2	8.1	13.7	4.2	18.5	17.7	8.4	12.2	*3.9*	17.1	21.0	8.1	12.5
Gem.	4.1	16.2	21.4	6.5	12.0	4.1	16.4	21.8	6.4	12.2	4.0	16.1	21.2	6.8	12.0	3.9	15.6	21.2	6.2	11.7

Bijlage 4 Waterstanden

Achterste Goorven
Bij het Achterste Goorven zijn in het najaar van 1979 voor het eerst peilschalen geplaatst: eerst waren dit diverse soorten ijzeren staven, waar bij elk bezoek de waterstand met een rolbandmaat werd afgelezen door medewerkers van achtereenvolgens het voormalige Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), het voormalige Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), (Grontmij |) AquaSense en de Adviseur Water en Natuur.

In het begin van 1986 is in het midden van de zuidoever (coördinaten 142,77 ; 397,20) , dicht bij het diepste punt op het kaartje in Bijlage 2 een van een schaalverdeling voorzien piket (met nummer L12) geplaatst, die door medewerkers van de Vereniging Natuurmonumenten zijn ingemeten ten opzichte van NAP. Het nulpunt van deze schaal bevindt zich op 7,78 +NAP. Bij het rooien van het bos rondom het ven in de winter van 2005 is deze peilschaal scheef gesteld geraakt. In de zomer van 2006 is hier door het Waterschap De Dommel een nieuwe peilschaal geplaatst, met hetzelfde nulpunt.

Vanaf juni 1986 wordt de waterstand elke maand op of rond de 14^{e} en de 28^{e} dag afgelezen door plaatselijke medewerkers van de Vereniging Natuurmonumenten en jaarlijks gerapporteerd aan schrijver dezes.

Gerritsfles
De eerste peilschaal, een aluminium buis, is in 1979 geplaatst op enkele meters uit de kant, vlakbij het monsterpunt, zoals aangegeven op de kaartjes in Bijlagen 1 en 2. In 1980 is deze door G.J. Koetsier (RIN) ten opzichte van NAP ingemeten, met als referentie bout 71 op het toenmalige gebouw Z van Radio Kootwijk. De top van de peilstok lag op 40,221 m boven NAP. In 1986 of 1987 is langs de oever, ongeveer bij het niveau van de gemiddelde waterstand, een betonijzeren staaf van ruim 1 m lengte de grond ingedreven. De top van deze staaf lag vrijwel op hetzelfde niveau als die van de aluminium buis. De waterpeilen zijn steeds vastgesteld door bij elk bezoek voor het nemen van biologische of chemische monsters met een rolbandmaat het waterniveau ten opzichte van de bovenkant van de peilstok in te meten.

In mei 1989 is enkele meters uit de waterkant, op het hoogste punt van de oever, een kuil gegraven, waarin een roestvrij stalen plaat van 2 × 2 dm oppervlakte en 2 mm dikte op de bodem is gelegd. In het midden van deze plaat is een roestvrijstalen buis van 1,5 cm doorsnede en 75 cm lengte geplaatst. Na aanstampen van de grond en dichtgooien van de kuil steekt deze buis enkele decimeters boven het maaiveld uit.

In mei 1989 zijn door J.A. Sinkeldam (IBN) de niveaus van de aluminium peilstok en de betonijzeren staaf opnieuw ingemeten met als resultaten respectievelijk 40,249 ± 0,002 m en 40,247 ± m. De ingegraven stok met bodemplaat reikte tot een hoogte van 40,608 ± 0,002 m boven NAP.

Uit vergelijking van simultane waarnemingen tussen 1989 en 1999 bleek de top van de aluminium stok 7,5 boven die van de betonijzeren staaf te zijn gekomen. Mogelijk is dit in de winter gebeurd, door opwerkende werking van het ijs, of door schaatsers. Tot en met 1994 had dit geen ernstige consequenties, want de waarnemingen tussen 1989 en 1994 stemmen goed overeen met de gemodelleerde waarden uit die periode (Van Dam e.a.1996). De waarnemingen daarna dienen met grote reserve te worden beschouwd. In februari 2001 bleek de aluminium stok te zijn verdwenen.

In november 2001 is door de heer J. Wentzel van het Waterschap Veluwe een peilschaal geplaatst, waarop de NAP-hoogte direct afleesbaar is. Deze peilschaal is ingemeten ten opzichte van die op de kant, met de ingegraven bodemplaat. De peilschaal wordt in beginsel tijdens elke

fysisch-chemische (vier maal per jaar) en biologische (twee maal per jaar) bemonsteringen afgelezen door de betreffende veldmedewerkers, respectievelijk R. Hagen en H. van Dam.

Daarnaast zijn in de periode van 22 april 1988 tot 21 november 1993 de waterstanden midden in de Gerritsfles door drs. M.J.H.A. van der Linden en dhr J.-P. van Mulken (IBN) elk uur gemeten met behulp van twee onder water opgestelde 'Rainfall Loggers' (Siemens Nederland N.V.) tot op 1 mm nauwkeurig. Op enkele dagen na was er altijd wel een van beide loggers operationeel. In de meeste gevallen verschilden de waarden van beide loggers weinig en werden deze gemiddeld. In een aantal gevallen waren de verschillen groter dan enkele millimeters, doordat een van beide loggers mankementen vertoonde. In die gevallen werden de waarden van de goed functionerende logger gebruikt. De loggers werden gecalibreerd met de maandelijkse waarnemingen bij de peilstok uit 1989 en 1990.

Kliplo
Iets ten westen van het midden van de zuidoever (coördinaten 225,39; 599,06) is op de oeverlijn in 1982 een holle ijzeren buis geplaatst. De top van deze buis bleek enkele jaren later bij waterpassing door J.A. Sinkeldam (RIN) 13,06 m boven NAP te liggen. Er zijn na 1982 nog enkele buizen en stokken bij geplaatst. Het belangrijkst zijn een betonijzeren staaf op bijna dezelfde plaats, die in februari 1982 tot bijna 4 m de grond werd ingedreven en een betonijzeren staaf die daar enkele meters uit de oever werd geplaatst. Beide staven hadden de top op 13,35 m +NAP.

De peilen werden elk kwartaal bij de chemische en biologische bemonstering door medewerkers van RIN en IBN afgelezen.

In mei 1991 is er aan de betonijzeren staaf in het water een peilschaal bevestigd, met het nulpunt op 12,31 m NAP. Van toen af aan werd de peilschaal rond de 28^{e} van elke maand afgelezen door de heren J. Henckel en L. Gaal van het Staatsbosbeheer, die deze waarnemingen jaarlijks naar schrijver dezes zonden. Na 1991 is de peilschaal enkele malen in het ongerede geraakt, maar telkens weer teruggeplaats, zoveel mogelijk op het oude niveau.

Van 1996 tot 1999 is het peil een aantal malen gemeten door het RIVM. In 1998 en 1999 werd het ven enkele malen per jaar en vanaf 2000 tot en met 2006 vrijwel maandelijks bezocht door de heren H. Lomulder en G. van Triest, die hun waarnemingen desgevraagd jaarlijks aan schrijver dezes rapporteerden.

Verwerking
Omdat de gegevens zijn verzameld met grote verschillen in frequentie zijn niet rechtstreeks gemiddelden van de niveaus berekend, maar is een wegingsprocedure gekozen. Daartoe zijn eerst de maanden onderverdeel in de decade 1 (dag 1-10), 2 (dag 11-20) en 3 (dag 21-31). Per decade is een gemiddelde van de beschikbare waarnemingen berekend. Uit de een tot drie beschikbare decadegemiddelden (afhankelijk van de meetfrequentie), zijn maandgemiddelden berekend. Uit de maandgemiddelden zijn kwartaalgemiddelden berekend, waaruit weer jaargemiddelden van de NAP-niveaus per ven zijn berekend. Dat totale gemiddelde wordt kortheidshalve het gemiddelde NAP-niveau genoemd. Om de getallen tussen de vennen vergelijkbaar te maken is per ven het gemiddelde NAP-niveau van de oorspronkelijke waarnemingen afgetrokken.

Resultaten
De gemiddelde waterstanden voor het Achterste Goorven, Kliplo en de Gerritsfles bedragen respectievelijk 8,30, 12,99 en 39,88 m +NAP. In onderstaande tabellen zijn vanaf het begin van de metingen de gemiddelde afwijkingen per decade en de gemiddelde afwijkingen van deze gemiddelden per kalenderjaar vermeld.

Achterste Goorven

Decade	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	'79-'06
01-1		0.04								0.27			-0.04																0.09
01-2										0.33	0.26	-0.32	0.05	0.04	0.17	0.41	0.34	-0.14		-0.06	0.08	0.01	-0.01	0.06	-0.07	-0.07	-0.05	0.06	0.06
01-3										0.42	0.25	-0.32	0.04	0.04	0.22	0.48	0.50	-0.17		-0.04	0.08	0.01	0.01	0.11	-0.06	-0.09	-0.05	0.07	0.07
02-1			0.08																										0.08
02-2				0.08	0.00	0.17	0.04	0.09			0.25		0.04		0.22		0.52	-0.14	0.00	-0.04	0.11	0.01	0.01	0.12	-0.06		0.06	0.07	0.08
02-3									0.07	0.34	0.29	-0.01	0.05	0.07			0.62		0.05	-0.05	0.08	0.06	0.01	0.18	-0.08		0.11	0.09	0.12
03-1								0.25				0.01		0.07	0.23	0.30		-0.10											0.13
03-2		0.10							0.08	0.40	0.34	0.03	0.05	0.09	0.21	0.27	0.62		0.05	0.00	0.07	0.08	-0.01	0.23	-0.10	-0.06	0.13	0.10	0.13
03-3									0.02	0.46	0.35	0.03		0.12	0.13	0.35	0.26	-0.12	0.00	0.00	0.06	0.07		0.08		-0.06	0.14	0.10	0.12
04-1													0.01																0.01
04-2		0.08							0.14	0.30	0.31		-0.01	0.12	0.13	0.44	0.23	-0.14	-0.02	0.01	0.07	0.04		0.10	-0.05	-0.06	0.15	0.08	0.10
04-3									0.11	0.20	0.17	0.03		0.14	0.10	0.43	0.27	-0.18	-0.03	0.01	0.04	0.04		-0.03	-0.05	-0.08	0.15	0.06	0.08
05-1				0.02			0.09						-0.01																0.03
05-2		0.05				-0.03		0.10	0.09	0.16	0.10	0.01	-0.02	0.14	0.09	0.40	0.20	-0.20	-0.02	-0.04	0.05	-0.02	-0.02	0.03	-0.04	-0.07	0.13	0.01	0.05
05-3					0.13			0.18	0.10	0.12	0.00	-0.06	-0.07	0.08	0.05	0.38	0.25		-0.02	-0.09	0.00	0.04		-0.05	-0.03	-0.12	0.10	0.09	0.05
06-1		-0.05																											-0.05
06-2								0.19	0.13	0.07	-0.01	-0.07	-0.08	0.07	0.04	0.38	0.24	-0.22	-0.07	-0.01	0.01	0.04	-0.06	-0.05	-0.09	-0.12	0.07	0.01	0.02
06-3									0.14	0.02	-0.06	-0.09	-0.06	0.00	-0.02	0.31	0.20	-0.25	-0.04	-0.03	-0.03	-0.03	-0.08	-0.05	-0.15	-0.14	-0.01	-0.03	-0.02
07-1															-0.07														-0.07
07-2									0.06	0.11		-0.10	-0.02	-0.03		0.23	0.11	-0.31	-0.04	-0.04	-0.05	0.00		-0.07	-0.11	-0.14	0.05	-0.11	-0.03
07-3								-0.14	0.11	0.07	-0.17	-0.22	-0.06				0.06		-0.04	-0.06	-0.10	0.02		-0.10	-0.18	-0.13	0.00	-0.19	-0.07
08-1				-0.13										-0.10	0.00														-0.08
08-2		-0.03	-0.09		-0.10	-0.08	0.05		0.11	0.01	-0.22	-0.32	-0.15	-0.11		0.12	-0.02		-0.09	-0.12	-0.11	0.01	-0.07		-0.31	-0.16	0.09	-0.07	-0.07
08-3								-0.20	0.10	0.01	-0.28	-0.35	-0.19	-0.07	-0.04	0.11	-0.09	-0.34	-0.14	-0.10	-0.10	-0.01	-0.16	-0.10	-0.36	-0.19	0.06	0.05	-0.11
09-1																													
09-2									0.09	0.00	-0.32	-0.35	-0.28	0.02	-0.04	0.12	-0.10	-0.33	-0.20	0.00	-0.18	-0.03	-0.13	-0.14	-0.32	-0.24	0.04	0.01	-0.12
09-3								-0.16	0.06	0.08	-0.34			-0.01	0.04	0.13	-0.10	-0.35	-0.22	-0.04	-0.18	-0.02			-0.33	-0.19	0.03		-0.11
10-1	-0.19											-0.34	-0.24																-0.26
10-2								-0.19	0.06	0.12		-0.35	-0.26	-0.02	0.07	0.12	-0.11	-0.36	-0.22	0.00	-0.17		0.01	-0.21	-0.30	-0.22	0.02	0.03	-0.10
10-3								-0.06	0.09	0.13		-0.37	-0.24	0.03	0.06	0.09	-0.14	-0.36	-0.22	0.04	-0.17		0.01		-0.30		0.04	0.03	-0.08
11-1				-0.12																									-0.12
11-2	-0.10	0.01	-0.02		-0.08	0.00	0.04	-0.05	0.11	0.11	-0.31	-0.21	-0.07	0.06	0.12	0.16	-0.17	-0.19	-0.22	0.12	-0.17	0.02	0.02	-0.02	-0.30	-0.19	0.03	0.06	-0.05
11-3								0.01	0.20	0.09	-0.31	-0.18		0.14		0.18	-0.16	-0.13	-0.22	0.07	-0.17	0.03	0.02	0.01	-0.28	-0.09	0.10		-0.04
12-1	-0.07												-0.05			0.24													0.04
12-2								0.01	0.20	0.18	-0.32	-0.14		0.15	0.17		-0.19		-0.18	0.07	-0.03	0.02	0.03		-0.28	-0.10		0.10	-0.02
12-3								0.04		0.24	-0.32		0.03		0.24	0.28	-0.14		-0.14	0.07	0.02	0.00	0.05		-0.15	-0.05	0.07	0.06	0.02
Gem.	-0.12	0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0.02	0.06	0.01	0.10	0.18	-0.02	-0.17	-0.06	0.05	0.10	0.27	0.13	-0.22	-0.10	-0.01	-0.03	0.02	-0.02	0.01	-0.17	-0.12	0.06	0.03	0.00

Gerritsfles

Decade	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	'79-'06
01-1		0.20									0.10	0.01	0.11	0.05	0.12														0.08
01-2											0.11	0.01	0.12	0.07	0.15														0.09
01-3											0.09	0.04	0.11	0.05	0.17														0.09
02-1			0.22	0.21						0.20	0.08	0.06	0.09	0.05	0.15	0.21	0.22												0.10
02-2		0.23			0.05	0.18	0.07	0.13	0.10		0.08	0.10	0.09	0.06	0.13								0.29					0.19	0.10
02-3											0.10	0.11	0.09	0.06	0.13														0.09
03-1											0.13	0.17	0.08	0.04	0.11														0.11
03-2		0.18									0.13	0.14	0.06	0.07	0.09			-0.05								0.19	0.22		0.10
03-3											0.14	0.12	0.05	0.07	0.06							0.09			0.23				0.09
04-1											0.12	0.09	0.02	0.08	0.05														0.07
04-2		0.17									0.12	0.09	-0.01	0.07	0.05														0.07
04-3										0.07	0.11	0.08	-0.02	0.07	0.05											0.15	0.18		0.06
05-1			0.15	0.06			0.08			0.06	0.07	0.03	-0.02	0.07	0.00						0.09						0.17		0.04
05-2		0.08			0.13	-0.02		0.05	0.02	0.01	0.04	0.02	-0.03	0.05	-0.01	0.12	0.07	-0.18				-0.03				0.12		0.09	0.02
05-3										-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.01	-0.04														-0.03
06-1		-0.02								-0.01	0.01	-0.06	-0.07	0.02	-0.05								0.11						-0.03
06-2										-0.04	0.02	-0.07	-0.04	0.01	-0.08										0.11				-0.03
06-3										-0.08	-0.04	-0.05	0.02	-0.04	-0.09											0.03			-0.05
07-1										-0.08	-0.05	-0.02	0.02	-0.09	-0.13														-0.06
07-2										-0.05	-0.08	-0.04	-0.02	-0.10	-0.12														-0.07
07-3										-0.01	-0.11	-0.10	-0.05	-0.12	-0.03														-0.07
08-1				-0.18						-0.04	-0.11	-0.14	-0.09	-0.17	0.04	-0.10												-0.07	-0.09
08-2		0.06	-0.02		-0.18	-0.08	-0.02	-0.27	0.04	-0.07	-0.11	-0.17	-0.12	-0.12	0.04		-0.13	-0.36			-0.11								-0.10
08-3										-0.05	-0.14	-0.16	-0.16	-0.09	0.02							-0.16	0.04						-0.10
09-1										-0.04	-0.14	-0.15	-0.21	-0.03	0.02											0.01			-0.09
09-2										-0.03	-0.15	-0.15	-0.23	-0.05	0.09														-0.09
09-3										-0.02	-0.16	-0.13	-0.21	-0.07	0.13												0.01		-0.07
10-1	-0.06									0.00	-0.15	-0.11	-0.17	-0.08	0.15														-0.06
10-2										0.01	-0.12	-0.12	-0.16	-0.07	0.17										-0.09				-0.04
10-3										-0.01	-0.11	-0.12	-0.14	-0.02	0.15														-0.04
11-1				-0.26						0.00	-0.08	-0.08	-0.12	0.01	0.13		-0.15		-0.13		-0.12	-0.01	0.17		-0.07	0.05	0.02		-0.03
11-2	0.03	0.21	0.05		-0.13	0.01	0.00	-0.16	0.06	0.02	-0.08	-0.04	-0.05	0.04	0.16	0.12		-0.17										0.00	0.01
11-3										0.02	-0.08	0.02	-0.01	0.09	0.16											0.13			0.02
12-1	0.06									0.05	-0.09	0.02	-0.01	0.11	0.15					0.19									0.02
12-2										0.07	-0.05	0.04	-0.01	0.13							-0.06								0.03
12-3										0.11	0.01	0.06	0.04	0.12															0.07
Gem.	0.01	0.14	0.10	-0.04	-0.03	0.02	0.03	-0.06	0.05	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	0.01	0.06	0.09	0.00	-0.22	-0.13	0.19	-0.05	-0.02	0.15		0.04	0.10	0.12	0.05	0.00

Kliplo

Decade	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	'82-'06 '79-'06
01-1														-0.01	0.01	0.23										-0.05			0.04
01-2																								0.20	0.14		0.06		0.13
01-3														0.01	0.14	0.22	0.22	-0.08	-0.10	0.00	0.20	0.08	0.18	0.22	0.08	0.03	0.09	0.02	0.08
02-1				-0.05						0.26					0.12	0.20	0.23			-0.02					0.12	0.10	0.09	-0.03	0.10
02-2					0.11	0.18	0.12	0.18	0.14		0.09	0.02	0.14	0.01					-0.02				0.20	0.29					0.12
02-3														0.01			0.22	-0.01	0.00	-0.04			0.18	0.22	0.10	0.12	0.11	0.01	0.08
03-1															0.12	0.19					0.22	0.19					0.15	0.02	0.15
03-2																		-0.02						0.20	0.11				0.07
03-3														0.10	0.05		0.22	-0.04	-0.02	0.04	0.13	0.16	0.18	0.16	0.06	0.08	0.12	0.04	0.09
04-1												0.06	0.04			0.25						0.13			0.04		0.11	-0.04	0.08
04-2																								0.11					0.11
04-3														-0.02	0.04		0.15	-0.06	-0.06	0.14	0.10	0.10	0.18		0.00	0.00	0.11	0.02	0.06
05-1				-0.14			0.11				0.11	-0.02				0.16	0.11				0.07	0.10			0.01	0.08	0.11	-0.05	0.05
05-2					0.15	0.01		0.10	0.06	0.04			0.02	0.09	-0.03	0.16	0.07	-0.13		0.07			0.14		-0.01	-0.01		-0.05	0.04
05-3													-0.01			0.12		-0.12	-0.04	0.02	-0.02		0.11	0.08		-0.08	0.04	0.01	0.01
06-1															-0.05									0.03		-0.16	0.11	0.02	-0.01
06-2																							0.06		-0.03				0.02
06-3													0.06	-0.15	-0.15	0.08	0.09	-0.22	-0.04	0.02	-0.10	0.06	0.02	0.02	-0.10	-0.08	-0.05	-0.08	-0.04
07-1																-0.03							0.01				0.09	-0.02	0.01
07-2																									-0.01				-0.01
07-3													0.00	-0.24	-0.10		-0.01	-0.28	-0.11	-0.03	-0.09	-0.08	0.00	-0.05	-0.16	0.05	-0.09	-0.21	-0.09
08-1				-0.22												-0.08			-0.13			-0.08	0.01				0.00	-0.11	-0.09
08-2					-0.04	-0.11	0.05	-0.26	0.01	0.01	-0.16	-0.17		-0.29	-0.08		-0.11	-0.34		-0.10				-0.08	-0.23					-0.13
08-3													-0.10	-0.29		-0.08	-0.13		-0.21	-0.05	-0.13	-0.06	0.01	-0.06	-0.30	-0.04	-0.01	-0.06	-0.09
09-1													-0.16	-0.25	-0.06								0.02		-0.31				-0.15
09-2																								-0.08		-0.07		-0.09	-0.08
09-3													-0.20	-0.29		0.03	-0.10	-0.35	-0.26	0.01	-0.14	0.02	0.12	-0.08	-0.33	-0.02	-0.08	-0.03	-0.11
10-1															0.09							0.02	0.14	-0.10				-0.16	0.00
10-2																										-0.03			-0.03
10-3													-0.18	-0.24		0.03		-0.31	-0.16		-0.17	0.07	0.10	-0.04	-0.32	0.00	-0.05	-0.08	-0.10
11-1				0.05						0.07	-0.14	-0.02		-0.21	0.08		-0.11			0.23	-0.13	0.08	0.13	-0.01	-0.25	0.00	-0.04		-0.02
11-2					-0.24	-0.01	0.05	-0.14	0.02				-0.09			0.12		-0.19	-0.16	0.18						0.02		-0.04	-0.04
11-3													0.01	-0.03	0.11	0.15	-0.08	-0.11	-0.16	0.12	-0.07	0.12	0.14	0.01	-0.21	0.04	0.00	-0.01	0.01
12-1																							0.14				-0.01	-0.08	0.02
12-2																												-0.04	-0.04
12-3																0.20	-0.06	-0.04	-0.05	0.21	0.07				-0.05	0.05	0.02	0.03	0.04
Gem.				-0.09	-0.01	0.02	0.08	-0.03	0.06	0.09	-0.03	-0.03	-0.04	-0.11	0.02	0.11	0.05	-0.15	-0.10	0.05	0.00	0.06	0.10	0.05	-0.08	0.00	0.03	-0.04	0.00

Alle drie vennen

Gem.	-0.05	0.09	0.05	-0.06	-0.02	0.02	0.06	-0.01	0.09	0.01	-0.01	-0.02	-0.03	0.01	0.06	0.19	0.09	-0.19	-0.10	0.02	-0.02	0.03	0.06	0.03	-0.11	-0.04	0.05	0.00	0.00

Bijlage 5 Indeling ecologische indicatiegetallen diatomeeën

R pH	1	Acidobiont	optimaal bij pH < 5,5
	2	acidofiel	voornamelijk bij pH < 7
	3	circumneutraal	voornamelijk bij pH ~ 7
	4	alkalifiel	voornamelijk bij pH > 7
	5	alkalibiont	uitsluitend bij pH > 7
	6	indifferent	geen duidelijk pH-optimum

H Zoutgehalte			Cl^- (mg/l)	Saliniteit (‰)
	1	zoet	< 100	< 0,2
	2	zoetbrak	< 500	< 0,9
	3	brakzoet	500 - 1000	0,9 - 1,8
	4	brak	1000 - 5000	1,8 - 9,0

N Stikstofopname	1	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor zeer geringe concentraties organisch gebonden stikstof
	2	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor hogere concentraties organisch gebonden stikstof
	3	facultatief stikstofheterotrofe soorten, hebben periodiek hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig
	4	obligaat stikstofheterotrofe soorten, hebben voortdurend hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig

O Zuurstofbehoefte	1	voortdurend hoog (ca 100% verzadiging)
	2	vrij hoog (boven 75% verzadiging)
	3	matig (boven 50% verzadiging)
	4	laag (boven 30% verzadiging)
	5	zeer laag (ca 10% verzadiging)

S Saprobie			waterkwaliteitsklasse	O_2-verzadiging (%)	BOD_5^{20} (mg/l)
	1	oligosaproob	I, I-II	> 85	< 2
	2	β-mesosaproob	II	70- 85	2 - 4
	3	α-mesosaproob	III	25 - 70	4 -13
	4	α-meso-/ polysaproob	III-IV	10 - 25	13- 22
	5	polysaproob	IV	< 10	> 22

T Trofie	1	oligotrafent
	2	oligo-mesotrafent
	3	mesotrafent
	4	meso-eutrafent
	5	eutrafent
	6	hypereutrafent
	7	indifferent

M Vocht	1	nooit of slechts zeer zelden buiten het water voorkomend
	2	voornamelijk in het water, maar soms ook op vochtige plaatsen voorkomend
	3	voornamelijk in het water, maar regelmatig ook op natte en vochtige plaatsen voorkomend
	4	voornamelijk op natte en vochtige of tijdelijk droogvallende plaatsen voorkomend
	5	bijna uitsluitend buiten het water voorkomend

Uit: Van Dam e.a. (1994)

Bijlage 6 Fysische en chemische metingen

Gecursiveerde getallen zijn waarnemingen beneden de detectiegrens. Ze zijn op de helft hiervan gesteld.

Afkortingen voor de locaties: zie Tabel 1.

Laboratoria:

AS	AquaSense, Amsterdam
GRS	Waterschap Groot Salland
GWL	Gemeenschappelijk Waterschapslaboratorium, Boxtel (voortzetting van Gemeenschappelijke Technologische Dienst, Boxtel
VIT	Vitens, Utrecht (voortzetting van Hydron Advies en Diensten)

Afwijkende afkortingen voor parameters:

pHv	pH, gemeten in het veld of vlak na de monstername
pHl	pH, gemeten in het laboratorium
ECv	elektrisch geleidingsvermogen bij 25º C (veld)
ECl	elektrisch geleidingsvermogen bij 25º C (laboratorium)
DOC	opgeloste organische koolstof
TIC	totaal anorganische koolstof
oP	ortho-fosfaat
tP	totaal-fosfaat
A	organische anionen, berekend uit DOC en pH
alk	alkaliniteit
skat	kationensom2 (= H + NH_4 + 2 × Ca + 2 × Mg+ 3 × Fe + (3-(pH-4) × Al))
san	anionensom (= Cl + NO_3 + NO_2 + 2 × SO_4 + A + alk)
ksur	kationenoverschot (%) (= 100 × (skat – san)/(skat + san)
IR	ionic ratio (2 × Ca / (2 × Ca + Cl)

Punt	Datum	Lab	Peil	ijs	Tem	pHv	pHl	ECv	ECl	DOC	TIC	CO2	Si	oP	tP	kN	H	NH4	K	Na	Ca	Mg	Al	Fe	Cl	NO3	NO2	SO4	A	alk	skat	san	ksur	IR	Kleur
-	-	-	m NAP	cm	ºC	-	-	mS/m	mS/m	mmol/m3																			meq/m3				%	-	-
Gemiddelden van alle vennen					12.9	5.2		5.0		764	343	10	39	0.2	1.4	79	26	18	20	209	25	29	10	16	229	5	0.8	51	30	45	431	404	4.0	0.17	-
AGE	17-04-03	GWL	8.24		15.0	5.0		7.8		699				*0.2*	1.3	171	10	86	25	252	42	41	15	12	310	1	*0.4*	83	32	*41*	607	551	5	0.21	
AGE	22-04-03	AS	8.23		18.0	5.3		8.4																											lichtbruin
AGE	23-05-03	GWL	8.26		14.3	5.0		6.9		1082				*0.2*	0.6	178	10	93	24	235	35	36	11	11	282	1	*0.4*	125	50	*41*	561	624	-5	0.20	lichtbruin
AGE	15-08-03	GWL	7.98		20.4	5.1		6.5		999				*0.2*	4.5	114	8	4	18	257	62	41	13	36	423		*0.4*	125	47	*41*	626	761	-10	0.23	
AGE	27-10-03	AS	7.98		7.0	5.2		6.4																											lichtbruin
AGE	07-11-03	GWL	8.00		4.5	5.4		7.1		833				*0.2*	1.6	136	4	79	21	248	37	45	12	14	367	2	*0.4*	*26*	42	82	579	545	3	0.17	lichtbruin
AGE	09-02-04	GWL	8.25		5.2	4.5		7.9		733				*0.2*	0.6	143	31	100		239	37	45	16	10	310	8	*0.4*		29	*41*	606			0.19	
AGE	20-04-04	AS	8.23			6.4		7.7																											lichtbruin
AGE	11-05-04	GWL	8.23		14.3	4.9		7.9		833				*0.2*	1.9	164	12	114	26	239	40	41	15	16	339	*2*	*0.4*	156	37	*41*	635	731	-7	0.19	lichtbruin
AGE	10-08-04	GWL	8.15		24.3	4.8		7.2		633				*0.2*	*0.6*	100	16	31	17	222	50	38	10	21	339	*2*	*0.4*	73	28	*41*	548	555	-1	0.23	
AGE	02-11-04	GWL	8.10		9.0	5.7		6.6		699				*0.2*	1.6	150	2	86	20	248	37	40	11	18	367	*2*	*0.4*	146	37	180	578	877	-21	0.17	lichtbruin
AGE	11-11-04	AS	8.11		5.0	5.6		6.7																											lichtbruin
AGE	15-02-05	GWL	8.36		3.4	4.7		7.2		808				*0.2*	*0.6*	171	20	107	25	183	24	39	36	11	310	7	*0.4*		34	*41*	578			0.14	
AGE	19-04-05	AS	8.53		11.0	5.3		7.0																											lichtbruin
AGE	11-05-05	GWL	8.44		12.1	5.2		7.0		1249				*0.2*	*0.6*	214	6		31	244	35	34	52	29	339	*2*	*0.4*	104	60	*41*	597	650	-4	0.17	lichtbruin
AGE	23-08-05	GWL	8.38		18.5	4.7		6.1		1332				*0.2*	*0.6*	100	20	9	16	235	50	37	74	30	339	*2*	*0.4*	104	56	*41*	715	646	5	0.23	
AGE	13-11-05	AS	8.33		8.0	5.9		6.1																											lichtbruin
AGE	16-11-05	GWL	8.35		7.0	5.5		6.0		92				*0.2*	*0.6*	93	3	46	19	252	42	37	63	23	367	*2*	*0.4*	73	5	*41*	644	560	7	0.19	lichtbruin
AGE	23-02-06	GWL	8.38		3.0	5.2		6.1		1082	42		100	*0.2*	*0.6*	136	6	79	26	231	27	36	13	16	310	4	*0.4*	73	52	*41*	538	553	-1	0.15	lichtbruin
AGE	11-05-06	GWL	8.33		23.3	5.5		6.4		1366			89	*0.2*	2.9	171	3		33	235	40		17	29	274	*2*	*0.4*	83	70	*41*		553		0.23	lichtbruin
AGE	11-05-06	AS	8.33		22.0	5.9		7.4																											lichtbruin
AGE	08-08-06	GWL	8.17		21.2	5.3		5.9		1848	375		128	*0.2*	1.6	157	5	29	28	239	55	37	13	27	268	*2*	*0.4*	73	91	*41*	589	548	4	0.29	lichtbruin
AGE	02-11-06	GWL	8.33		8.1	5.6		6.7		1249	42		53	*0.2*	*0.6*	121	2	54	25	278	32	36	10	15	279	*2*	*0.4*	73	65	*41*	556	533	2	0.19	lichtbruin
GER	25-03-03	GRS	40.11		12.1	5.4		3.7		100				0.3	*0.6*	29	4	9	18	139	15	21			141	14	*0.7*	*26*	5	20	241	232	2	0.18	kleurloos
GER	16-06-03	GRS	39.99		25.0	4.9		5.4		733				*0.2*	*0.6*	16	13	*4*	13	152	15	21			169	*2*	*0.7*	*26*	33	20	252	276	-4	0.15	kleurloos
GER	20-10-03	GRS	39.79		8.3	5.0		4.0		450				0.3	1.3	86	11	36	20	196	17	21			282	*2*	*0.7*	62	20	40	339	469	-16	0.11	kleurloos
GER	10-11-03	AS	39.81		6.0																														bruin
GER	08-12-03	GRS			4.0	6.0		5.1		466				1.3	2.6	228	1	71	18	200	15	21			310	9	1.4	62	26	60	361	530	-19	0.09	kleurloos
GER	15-03-04	GRS	40.07		10.4	6.7		4.8		333				*0.2*	*0.6*	83	0	39	10	191	15	22			197	18	*0.7*	52	19		315	339	-4	0.13	kleurloos
GER	30-04-04	AS	40.03			4.7		3.6																											
GER	11-05-04	AS	40.00		15.0	4.7		5.0																											geel
GER	24-06-04	GRS	39.91		16.0	5.1		5.6		358				*0.2*	*0.6*	41	8	*4*	14	196	17	25	7		141	*2*	*0.7*	73	17		319	306	2	0.20	kleurloos
GER	06-09-04	GRS	39.89		23.0	4.2		6.1		333				*0.2*	1.6	38	69	7	17	200	19	25			197	4	*0.7*	62	11		380	338	6	0.16	kleurloos
GER	07-11-04	AS	39.93		7.0	4.5		5.4																											kleurloos
GER	23-11-04	GRS	40.01		8.8	5.4		6.3		375				*0.2*	*0.6*	43	4	17	19	191	23	28			226	10	*0.7*	52	19		334	359	-4	0.17	kleurloos
GER	18-03-05	GRS	40.10		9.2	4.7		7.7		208				*0.2*	*0.6*	20	21	*4*	21	178	35	31			197	19	*0.7*	*26*	9		355	277	12	0.26	kleurloos
GER	30-04-05	AS	40.06		15.0	4.6		0.5																											lichtgeel
GER	10-05-05	GRS	40.05		13.1	4.4		5.7		266				*0.2*	*0.6*	31	41	*4*	16	183	20	28			169	11	*0.7*	62	10		339	316	4	0.19	kleurloos
GER	26-09-05	GRS	39.89		15.7	3.9		6.2		83				*0.2*	*0.6*	13	125	*4*	10	204	21	29			197		*0.7*	73	3		443	346	12	0.17	kleurloos
GER	10-11-05	GRS	39.90		8.9	4.7		6.2		150				*0.2*	*0.6*	15	21	*4*	9	183	25	33			226	4	*0.7*	73	6		332	381	-7	0.18	kleurloos
GER	20-02-06	GRS	40.07		4.2	4.3		5.3		158				*0.2*	*0.6*	12	46	*4*	18	187	22	29	6		169	14	*0.7*	73	6		374	335	5	0.21	kleurloos
GER	16-05-06	GRS	39.97		18.4	4.5		5.2		316				*0.2*	*0.6*	15	34	*4*	16	170	21	26	6		169	4	*0.7*	62	12		332	311	3	0.20	kleurloos
GER	16-05-06	AS	39.97		18.5	4.8		5.0																											kleurloos
GER	10-08-06	GRS	39.81		17.7	4.6		6.3		325				*0.2*	*0.6*	6	23	*4*	14	213	21	31	6		254	*2*	*0.7*	62	13		372	394	-3	0.14	kleurloos
GER	13-11-06	GRS	39.88		9.8	4.6		5.9		774				*0.2*	*0.6*	33	26	19	15	226	23	34	10		197	7	*0.7*	62	31		426	361	8	0.19	kleurloos
GER	13-11-06	AS	39.89		7.0	4.5		6.6																											kleurloos

Punt	Datum	Lab	Peil	ijs	Tem	pHv	pHl	ECv	ECl	DOC	TIC	CO2	Si	oP	tP	kN	H	NH4	K	Na	Ca	Mg	Al	Fe	Cl	NO3	NO2	SO4	A
-	-	-	m NAP	cm	°C	-	-	mS/m	mS/m	mmol/m3																			
KLI	28-01-02	GRS	13.21		8.5	6.1		5.5						0.2	2.6	86	1	24							169	19	0.7		
KLI	18-02-02	GRS	13.28		5.0	6.5		4.4		783			2	0.2	1.9	93	0	48	28	165	14	23	5		169	9	0.7	52	30
KLI	14-03-02	GRS	13.19		8.3	5.6		4.4						0.3	1.6	100	2	39							226	16	0.7		
KLI	17-04-02	GRS	13.10		13.3	5.6		3.7						0.2	1.9	86	2	28							169	9	0.7		
KLI	06-06-02	GRS	13.02		20.6	5.9		4.4		999			2	0.3	4.2	93	1	4	25	187	20	26	12		226	2	0.7	26	38
KLI	27-06-02	GRS			21.0	6.0		3.3						0.2	5.5	65	1	4							226	2	0.7		
KLI	15-08-02	GRS	12.91		27.3	6.6		2.3						0.2	1.3	44	0	4							226	2	0.7		
KLI	11-09-02	GRS	12.91		19.5	5.8		2.2		824			5	0.2	0.6	56	2	4	17	191	16	27	4		197	16	0.7		11
KLI	08-10-02	GRS	12.89		12.2	7.4								0.2	0.6	61	0	4							197	2	0.7		
KLI	08-11-02	GRS	12.98		5.5	5.6		7.7		674				0.2	1.6	59	2	4	21	217	20	35	4	5	254	4	0.7	26	40
KLI	04-11-02	AS	12.97		6.0	5.0		4.6																					
KLI	26-11-02	GRS			6.3	4.6		4.4		658			2	0.2	0.6	54	25	9	23	217	21	32	4		254	2	0.7	52	25
KLI	16-01-03	GRS	13.13		3.4	5.3		5.0						*0.2*	*0.6*	86	5	25							197	7	*0.7*		
KLI	10-02-03	GRS	13.11		1.9	4.8		5.0		558			8	*0.2*	*0.6*	61	16	20	23	200	19	30	4	4	197	6	*0.7*	*26*	24
KLI	11-03-03	GRS	13.10		9.1	5.5								*0.2*	*0.6*	37	3	16							197	9	*0.7*		
KLI	07-04-03	GRS	13.03		7.5	4.4		5.0						*0.2*	*0.6*	*18*	39	11							226	4	*0.7*		
KLI	06-05-03	GRS	13.00		15.0	4.1		5.0						*0.2*	*0.6*	*18*	79	*4*							197	*2*	*0.7*	*26*	
KLI	15-05-03	AS	12.98		13.0	4.8		4.5																					
KLI	11-06-03	GRS	12.96		21.7	5.5				833			18	*0.2*	*0.6*	61	3	*4*	7	200	20	30	4	11	169	*2*	*0.7*	*26*	43
KLI	15-07-03	GRS	12.98		26.7	6.5		4.0						*0.2*	*0.6*	79	0	*4*							197	*2*	*0.7*		
KLI	12-08-03	GRS	12.76		25.3	3.9		5.0		649				*0.2*	*0.6*	54	125	*4*	38	278	30	35	9	13	226	*2*	*0.7*	*26*	20
KLI	09-09-03	GRS	12.68		17.7	4.0		5.0						*0.2*	*0.6*	37	99	*4*	7	252	24	34			254	*2*	*0.7*	*26*	0
KLI	16-10-03	GRS			9.4	4.7								*0.2*	*0.6*	38	20	*4*							254	*2*	*0.7*		
KLI	10-11-03	GRS	12.75		6.8	4.3		8.0		458			3	*0.2*	*0.6*	49	50	*4*	15	248	32	41	4	2	254	*2*	*0.7*	62	17
KLI	10-11-03	AS	12.73		4.0																								
KLI	08-01-04	GRS	12.94	>1	4.2	4.8		6.0						3.2	3.9	136	16	41							959	126	2.1		
KLI	04-02-04	GRS	13.09		10.0	5.9		5.0		624			1	*0.2*	*0.6*	59	1	32	21	239	25	39	5		226	36	*0.7*	73	34
KLI	02-03-04	GRS			4.7	4.6		5.2						*0.2*	*0.6*	53	25	26							226	4	*0.7*		
KLI	01-04-04	GRS			13.1	4.5		5.0						*0.2*	*0.6*	49	31	21							226	8	*0.7*		
KLI	04-05-04	GRS	13.07		16.6	4.0		4.0		591			6	*0.2*	*0.6*	52	99	*4*	24	235	27	36	4		197	*2*	*0.7*	52	19
KLI	11-05-04	AS	12.98		17.0	5.6		5.7																					
KLI	02-06-04	GRS	12.83		21.7	4.8		5.0						*0.2*	*0.6*	79	16	*4*							254	*2*	*0.7*		
KLI	29-06-04	GRS	12.91		20.5	5.0		5.0						*0.2*	*0.6*	65	10	*4*							226	*2*	*0.7*		
KLI	29-07-04	GRS			25.1	5.5		4.0		749			18	*0.2*	*0.6*	41	3	*4*	13	231	23	31	3		254	*2*	*0.7*	*26*	38
KLI	24-08-04	GRS	12.94		18.4	4.4		4.0						*0.2*	*0.6*	*18*	39	*4*							197	*2*	*0.7*		
KLI	21-09-04	GRS	12.92		13.0	4.0		4.0						*0.2*	*0.6*	*18*	99	*4*							254	*2*	*0.7*		
KLI	18-10-04	GRS	12.96		10.7	3.8		4.0		32				*0.2*	*0.6*	*18*	157	*4*	*1*	226	20	33	2		197	*2*	*0.7*	*26*	1
KLI	07-11-04	AS	12.99		8.0	5.6		4.9																					
KLI	17-11-04	GRS	13.01		9.3	3.8		4.0						*0.2*	*0.6*	*18*	157	*4*							197	*2*	*0.7*		
KLI	11-01-05	GRS	13.05		8.2	3.7		5.0						*0.2*	*0.6*	*18*	198	*4*							226	*2*	*0.7*		
KLI	08-02-05	GRS	13.08		2.8	4.8		6.0		466			37	*0.2*	*0.6*	*18*	16	*4*	20	239	18	34	2	3	226	*2*	*0.7*	*26*	20
KLI	15-03-05	GRS	13.14		6.8	4.5		5.0						*0.2*	*0.6*	*18*	31	*4*							197	*2*	*0.7*		
KLI	07-04-05	GRS	13.10		11.9	4.6		5.0						*0.2*	*0.6*	42	25	8							226	*2*	*0.7*		
KLI	30-04-05	AS	13.10		15.0	5.8		5.5																					
KLI	10-05-05	GRS	13.10		14.0	5.9		4.0		633			2	*0.2*	*0.6*	39	1	*4*	33	217	14	28	2	7	197	*2*	*0.7*	*26*	34
KLI	07-06-05	GRS	13.10		16.4	7.0		4.0						*0.2*	1.3	46	0	*4*							226	*2*	*0.7*		
KLI	06-07-05	GRS	13.08		19.6	5.5		4.1						*0.2*	*0.6*	71	3	*4*							282	*2*	*0.7*		
KLI	02-08-05	GRS	12.99		17.3	4.9		4.0		724			4	*0.2*	*0.6*	55	12	*4*	22	226	16	26	2	6	226	*2*	*0.7*	*26*	32
KLI	31-08-05	GRS	12.91		26.6	5.4		5.0						*0.2*	*0.6*	44	4	*4*							197	*2*	*0.7*		
KLI	27-09-05	GRS	12.93		16.3	5.7		4.0						*0.2*	*0.6*	51	2	*4*							226	*2*	*0.7*		
KLI	24-10-05	GRS	12.96		11.2	5.1		3.0		583			26	*0.2*	*0.6*	39	8	*4*	4	191	13	27	2	3	197	*2*	*0.7*	*26*	28
KLI	07-11-05	AS	12.95		8.5	5.5		4.9																					
KLI	22-11-05	GRS	12.98		5.1	5.2		4.0						*0.2*	*0.6*	107	6	*4*							169	*2*	*0.7*		
KLI	30-01-06	GRS	13.01																										
KLI	07-02-06	GRS	12.96																										
KLI	01-03-06	GRS	13.01		3.8	7.3		4.0						*0.2*	*0.6*	*18*	0	*4*							226	*2*	*0.7*		
KLI	07-04-06	GRS	12.95		10.3	6.6		4.0						*0.2*	*0.6*	*18*	0	*4*							226	*2*	*0.7*		
KLI	16-05-06	GRS	12.94		17.2	6.3		5.0						*0.2*	*0.6*	48	0	*4*	46	222	17	29	2	8	226	*2*	*0.7*	*26*	0
KLI	16-05-06	AS	12.94		17.0	6.3		4.6																					
KLI	01-06-06	GRS	13.01		13.6	5.4		4.0						*0.2*	*0.6*	51	4	*4*							169	*2*	*0.7*		
KLI	05-07-06	GRS	12.97		28.0	5.0		5.0						*0.2*	*0.6*	49	10	*4*							254	*2*	*0.7*		
KLI	02-08-06	GRS	12.88		21.0	7.6		5.0						*0.2*	*0.6*	52	0	*4*	38	244	25	33		9	254	*2*	*0.7*	*26*	0
KLI	12-09-06	GRS	12.90		22.0	6.4		4.0						0.3	*0.6*	46	0	*4*							169	5	*0.7*		
KLI	02-10-06	GRS	12.83		15.0	5.5		4.1						*0.2*	*0.6*	56	3	*4*							197	*2*	*0.7*		
KLI	31-10-06	GRS	12.91		13.0	5.6		4.0						*0.2*	*0.6*	53	2	*4*	11	213	18	30		9	197	*2*	*0.7*	*26*	0
KLI	13-11-06	AS	12.95		7.0	5.3		5.2																					
KLI	28-11-06	GRS	12.95		9.1	5.6		5.0						*0.2*	*0.6*	41	2	*4*							226	5	*0.7*		
POO	10-02-03	GRS			2.1	4.6		3.0		649			33	*0.2*	*0.6*	*18*	25	*4*	10	139	8	13	1	6	141	*2*	*0.7*	*26*	26
POO	06-05-03	GRS			13.1	3.9		3.0		774			1	0.3	2.3	86	125	*4*	5	144	15	16	3	7	113	*2*	*0.7*	*26*	24
POO	12-08-03	GRS			23.4	3.8		4.0		1249			114	*0.2*	6.1	264	157	8	31	191	22	23	7	34	169	*2*	*0.7*	*26*	37
POO	10-11-03	GRS			5.8	3.9		7.0		1582			206	*0.2*	*0.6*	51	125	*4*	3	183	9	19	3	8	197	*2*	*0.7*	*26*	49

N.B. De waarden van Kliplo (2002) zijn hier vermeld, daar ze in een vorige rapportage abusievelijk waren weggevallen.

Bijlage 7 Geselecteerde chemische gegevens van alle vennen

Waarnemingen in 1977, 1983, 1987 en 1991 in sommige vennen zijn respectievelijk gevoegd bij die van 1978, 1982, 1986 en 1990. In de meeste vennen is per jaar één waarneming verricht. Voor de vennen waar per jaar meer waarnemingen beschikbaar waren is in beginsel de novemberwaarneming gebruikt. Ten opzichte van eerdere rapportages zijn enkele waarnemingen (licht) gecorrigeerd.

Afkortingen van de locaties: zie Tabel 1.

Ven	Jaar	Cl	SO4	NH4	DOC	Alk	pHv	IR
		mmol/m3				meq/m3	-	-
AGE	1978	451	708	156	325	-160	3.7	0.55
AGE	1982	381	208	255	849	49	4.9	0.21
AGE	1986	395	135	178	1082	66	5.9	0.22
AGE	1990	417	312	433	916	115	6.1	0.25
AGE	1994	350	91	161	1732	82	5.3	0.20
AGE	1998	310	125	121	1582	82	5.2	0.25
AGE	2002	370	56	94	1266	147	4.9	0.20
AGE	2006	279	73	54	1249	41	5.6	0.19
DEE	1982	282	333	34	275	-50	4.1	0.47
DEE	1986	169	167	44	333	-20	4.2	0.45
DEE	1990	260	208	20	42	-58	4.0	0.37
DEE	1994	197	137	4	117	-68	4.0	0.22
DEE	1998	215	153	15		49	4.4	0.64
DEE	2002	152	81	1	144	16	4.4	0.21
DEE	2006	277	106	3	586	98	5.6	0.47
DIE	1978	437	146	261	1207	49	5.1	0.10
DIE	1982	367	135	66	866	0	4.4	0.17
DIE	1986	282	104	128	916	98	6.6	0.14
DIE	1990	336	73	39	525	8	4.6	0.15
DIE	1994	223	49	12	891	33	4.9	0.07
DIE	1998	254	83	7	858	16	5.1	0.05
DIE	2002	155	26	4	812	41	4.9	0.17
DIE	2006	282	*26*	46		60	5.8	0.09
ECH	1978	395	271	34	183	-100	3.8	0.24
ECH	1982	381	115	156	1141	66	5.5	0.12
ECH	1986	296	448	310	58	-90	4.0	0.38
ECH	1990	415	42	7	425	-13	4.4	0.12
ECH	1994	248	33	21	1457	66	4.9	0.07
ECH	1998	254	73	21	933	8	4.5	0.12
ECH	2002	212	49	12	766	41	5.2	0.15
ECH	2006	282	52	69		80	5.5	0.10
GER	1978	353	312	50	266	-40	4.1	0.33
GER	1982	339	177	233	899	66	5.3	0.18
GER	1986	226	104	100	341	-5	4.4	0.17
GER	1990	319	115	89	283	*-32*	4.4	0.22
GER	1994	158	52	61	266	16	4.6	0.22
GER	2002	197	26	12	350	41	5.5	0.13
GER	2006	197	62	19	774	46	4.6	0.19
GER*	1998	220	65	99	674	115	5.1	0.18
GHU	1978	381	500	34	300	-130	3.8	0.48
GHU	1982	353	260	6	250	-50	4.1	0.36
GHU	1986	296	146	78	558	49	5.4	0.29
GHU	1990	480	239	86	416	33	4.6	0.29
GHU	1994	375	77	15	1332	82	5.6	0.19
GHU	1998	310	468	93	58	-16	4.3	0.55
GHU	2002	265	20	1	1182	131	5.4	0.21
GHU	2006	282	62	6	541	41	5.4	0.20
KEM	1978	197	344	16	341	-140	3.8	0.50
KEM	1982	409	135	7	516	-60	4.0	0.20
KEM	1986	282	83	3	866	-10	4.3	0.16
KEM	1990	440	83	1	566	-13	4.4	0.18
KEM	1994	353	34	1	624	115	5.8	0.21
KEM	1998	113	126	1	179	16	4.4	0.44
KEM	2002	203	5	1	728	115	5.5	0.09
KEM	2006	232	15	1	1490	0	6.2	0.19
KLI	1978	451	62	9	1007	66	5.6	0.25
KLI	1982	324	73	89	933	98	6.1	0.13
KLI	1986	310	73	128	1116	82	5.9	0.18
KLI	1990	415	115	121	1249	33	5.1	0.18
KLI	1994	260	51	114	991	66	5.6	0.18
KLI	1998	213	36	27	1440	60	4.8	0.15
KLI	2002	254	26	4	674	41	5.6	0.14
KLI	2006	197	26	4		20	5.6	0.16
MWO	1978	282	187	19	1141	33	4.7	0.35
MWO	1982	240	104	14	1832	33	4.7	0.34
MWO	1986	226	62	1	1665	33	4.9	0.33
MWO	1990	313	104	164	1998	115	5.7	0.19
MWO	1994	271	59	5	2132	16	4.7	0.22
MWO	1998	1439	104	17	2248	115	5.9	0.08
MWO	2002	341	*5*	1	1832	147	5.2	0.20
MWO	2006	231	26	7	1915	41	5.2	0.18
POO	1978	409	62	50	933	0	4.4	0.11
POO	1982	324	94	4	1349	0	4.5	0.13
POO	1986	268	42	4	1249	0	4.5	0.16
POO	1990	299	42	8	916	0	4.5	0.13
POO	1994	189	36	1	1191	0	4.5	0.08
POO	1998	254	62	7	1157	8	4.5	0.18
POO	2002	141	26	6	999	41	4.2	0.15
POO	2006	226	26	4		20	3.9	0.11
SCH	1978	240	104	16	300	33	4.6	0.29
SCH	1982	169	94	3	258	0	4.5	0.37
SCH	1986	212	42	3	1082	49	5.6	0.33
SCH	1990	276	42	4	1082	98	5.0	0.21
SCH	1994	195	16	1	1599	66	5.0	0.26
SCH	1998	231	36	4	1499	229	6.7	0.45
SCH	2002	192	5	7	1757	180	5.7	0.35
SCH	2006	248	26	6	1749	41	5.7	0.18

*geschat uit waanemingen van april 98 en februari 1999

Bijlage 8 Analyses kiezelwieren 2006

Aantallen getelde exemplaren per preparaat. 0 = buiten telling aangetroffen.

Ven	Diepveen	Poort 2	Echtenerzand	Groot Huisven	Wolfsputven	Schaapsven	Deelense Was	Kempesfles	Acht. Goorven	Acht. Goorven	Kliplo	Kliplo	Gerritsfles	Gerritsfles	Gerritsfles	Gerritsfles
Datum	28-09-2006	28-09-2006	28-09-2006	27-09-2006	27-09-2006	27-09-2006	24-09-2006	24-09-2006	06-05-2006	02-11-2006	16-05-2006	13-11-2006	16-05-2006	13-11-2006	16-05-2006	13-11-2006
EcoLIMSnr	342195	342196	342194	342191	342193	342192	342190	342197	337374	342343	337377	342346	337375	342344	337376	342345
Ecologische groep																
Niieuwe soortnaam A	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	UI	UI
Verzuringsindicatoren																
Eunotia exigua	1	1	8	108	14		58	59	59	2			9	25	2	9
Eunotia steineckii								1								
Triviale soorten uit zuur water																
Eunotia bilunaris					1			2		7	1					
Eunotia bilunaris var. *mucophila*	147	2	1					1	28	2	2	19	25	13	1	3
Eunotia botuliformis													1			
Eunotia implicata				3												
Eunotia incisa	34		193	61	4	11	196	51	82	43	63	91	19	12	39	11
Eunotia paludosa				7	3		3	3	1							
Eunotia rhomboidea	30		86	62	153	20	18	167	136	63	20	50	67	37	54	20
Eunotia veneris				65		138	12	13				3	11	4		
Frustulia crassinervia		11		1	2	6			10	37	3	29	46	18	29	63
Frustulia saxonica	4	177	37	8	5		6	50	19	103	7	20	47	41	13	13
Pinnularia borealis													1			
Pinnularia macilenta						3			9							
Pinnularia microstauron								2								
Pinnularia microstauron var. *nonfasciata*								4								
Pinnularia rhombarea var. *variarea*												1				
Pinnularia subgibba			1						1							
Pinnularia subgibba var. *undulata*									1							
Pinnularia submicrostauron				1												
Pinnularia viridiformis					1					0						
Tabellaria quadriseptata	2	14	64	28	6			12	25	63	188	54	43	9	32	3
Doelsoorten																
Anomoeoneis brachysira									4							
Anomoeoneis serians									2	29						
Anomoeoneis vitrea												2				
Brachysira procera				5							3	14		7		
Cymbella gracilis				1									1			
Encyonopsis krammeri				1												
Eunotia denticulata		15														
Eunotia faba				1												
Eunotia glacialis							2									
Eunotia meisteri					143	2								1		
Eunotia naegelii	150	177	10	15	50	94		1	1	49	34	8	37	7	6	50
Eunotia nymanniana	20				9			1			9	10				
Eunotia varioundulata												3				
Fragilaria exigua				4	1							1				
Gomphonema hebridense						8	8									
Gomphonema parvulum var. exilissimum						2	2									
Navicula leptostriata												34				
Navicula mediocris				2			1	1	2				8	18	2	4
Navicula micropunctata				1				8				4				
Navicula parasubtilissima	10	3							14	2	2	8	51	152	9	6
Navicula subtilissima								1	1			7	3	22		6
Pinnularia anglica							1	3	1		2	3	1	1		
Tabellaria binalis var. *elliptica*				1	1	4						6	2			
Tabellaria flocculosa	2	0	0	23	1	78	32	5	1		65	28	20	28	13	12
Achnanthes minutissima																
Achnanthes minutissima							61	2								
Soorten uit eutroof water																
Fragilaria construens f. *venter*					2											
Neidium ampliatum								2	2				7	4		
Nitzschia gracilis						34		11	1			5				
Stauroneis anceps													1	1		
Soorten uit verstoorde, zuurstofarme wateren																
Navicula minima					0											
Nitzschia paleaeformis				2	4						1	0				
totaal telling	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	200	200

Oude soortnaam
* *Eunotia exigua (*incl. *E. steineckii)*
* *Eunotia exigua (*incl. *E. steineckii)*
* *Eunotia bilunaris* (incl. *var. mucophila*)
* *Eunotia bilunaris* (incl. *var. mucophila*)
Eunotia botuliformis
Eunotia implicata
Eunotia incisa
Eunotia paludosa
Eunotia rhomboidea
* *Eunotia incisa*
* *Frustulia rhomboides* varn. *saxonica + crass.*
* *Frustulia rhomboides* varn. *saxonica + crass.*
Pinnularia borealis
* *Pinnularia gibba*
Pinnularia microstauron
* *Pinnularia microstauron*
* *Pinnularia microstauron*
* *Pinnularia gibba*
* *Pinnularia gibba*
* *Pinnularia microstauron*
* *Pinnularia viridis*
Tabellaria quadriseptata
Anomoeoneis brachysira
Anomoeoneis serians
Anomoeoneis vitrea
* *Anomoeoneis vitrea* f. *lanceolata*
Cymbella gracilis
* *Cymbella cesatii*
Eunotia denticulata
Eunotia faba
Eunotia glacialis
Eunotia meisteri
Eunotia naegelii
Eunotia nymanniana
Eunotia polydentula
Fragilaria exigua
Gomphonema hebridense
Gomphonema parvulum incl. var. *exilissimum*
* *Navicula leptostriata + N. heimansioides*
Navicula mediocris
* *Navicula subtilissima-*groep
* *Navicula subtilissima-*groep
* *Navicula subtilissima-*groep
* *Pinnularia interrupta*
Tabellaria binalis var. elliptica
Tabellaria flocculosa
Achnanthes minutissima
Fragilaria construens f. *venter*
Neidium ampliatum
Nitzschia gracilis
Stauroneis anceps
Navicula minima
Nitzschia paleaeformis

* oude soortnaam verschillend van nieuwe soortnaam

** NP = netplankton, UI = uitknijpsel

Bijlage 9 Ecologische indicatiewaarden en ecologische groepen Gerritsfles

Gewogen gemiddelden van ecologische indicatiewaarden en aandeel van het aantal soorten en de relatieve hoeveelheden individuen van ecologische groepen in de monsters van Gerritsfles (2000). - = afwezig. NP = netplankton, UI = uitknijpsel.

Aard			Aantal	Ecologische indicatiewaarden							Ecologische groepen											
			soor	gewogen gemiddelden							aantal soorten						percentage individuen					
monster	Datum	Nr	ten	R	H	N	O	S	T	M	X	T	D	A	E	S	X	T	D	A	E	S
NP	16-05-2006	337375		1.5	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	2.8	1	9	8	-	2	-	2	65	31	-	2	-
NP	13-11-2006	342344		1.4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	3.0	1	7	8	-	2	-	6	34	59	-	1	-
UI	16-05-2006	337376		1.6	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	2.6	1	6	4	-	-	-	1	84	15	-	-	-
UI	13-11-2006	342345		1.5	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	2.9	1	6	5	-	-	-	5	57	39	-	-	-

Bijlage 10 Overzicht van alle bestudeerde monsters 1916 - 2006

Toelichting op de tabel:

Collecties van ruw materiaal

A	Alterra, Wageningen
G	Grontmij | AquaSense, studio Overasselt
L	Universiteit van Amsterdam, Hugo de Vrieslaboratorium (thans bij Nationaal Herbarium, Leiden)
N	Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Nieuwersluis
O	Universiteit Gent, Vakgroep Biologie (coll. P. van Oye)

Aard

BO	bodemmateriaal
BP	bezinkingsplankton
KL	algenklodders
NP	netplankton
PE	perifyton
UI	uitknijpsel mossen en andere waterplanten

Vennen

KEB	Kempesfles, NW-oever
KEC	Kempesfles, 30 m ten N. van KEM

overige afkortingen volgens Tabel 1

de onderstreepte monsters zijn niet betrokken bij de berekeningen van de gemiddelde procentuele hoeveelheid (Bijlage 11 en Tabel 15)

Details over de herkomst van de oudere monsters zijn vermeld in Van Dam (1987)

De originele preparaten van vrijwel alle monsters zijn aanwezig bij Grontmij | AquaSense (studio Overasselt), duplo's van de meeste preparaten tot en met 1994 zijn aanwezig bij Alterra (Wageningen)

			Drenthe						Veluwe									Noord-Brabant								NL	Col-
		Ven	KLI		POO		DIE	ECH	GER			KEM		KEB		KEC	DEE	AGE		GHU				MWO	SCH	To-	lec-
Periode	Jr	Aard	BP	NP	NP	UI	NP	NP	BP	NP	UI	NP	UI	BO	UI	UI	NP	KL	NP	BO	NP	PE	UI	NP	NP	taal	tie
20	1916									1																1	L
20	1917																1									1	L
20	1918									2		1														3	L
20	1919																		2						1	3	L
20	1920																	2								2	L
20	1921																		1					1		2	L
20	1922																		1					1		2	L
20	1924			1	1	1	1												1							5	L
20	1925																		1						1	2	L
20	1926																		1							1	L
20	1928																		1							1	L
20	1929			1			1															2				4	L
20	1933							1																		1	L
60	1948			1																						1	L
60	1950									1																1	L
60	1951									1																1	L
60	1952																			1						1	O
60	1957																								1	1	A
60	1958			1						1																2	A
60	1960							1		1																2	A
60	1962		1																							1	A
60	1964			1						2																3	N
60	1965									2																2	N
70	1972			1																						1	L
70	1973									1		1														2	A
70	1974									1																1	A
70	1975																		1						1	2	L
70	1976																					1				1	A
70	1977									1		1														2	A
70	1978			1	1		1	1	1	1									1		1		1	1	1	11	A
70	1979			1						1									1		1		1			5	A
80	1980			1						2									2							5	A
80	1981			2						2									2							6	A
80	1982			2		1	1	1		2									2				1	1	1	12	A
80	1983			2						2		1					1		2							8	A
80	1984			2						2									2							6	A
80	1985			2						2									2							6	A
80	1986			2	1	1	1	1		2		1							2	1	1		1	1		15	A
80	1987			2						2		1					1		2							8	A
80	1988			2						2		1		1					2							8	A
80	1989			2						2									2							6	A
90	1990			2	1		1	1		2		1							2		1					11	A
90	1991			2						2									2							6	A
90	1992			2						2		1	1			1			2							9	A
90	1993			2						2									2							6	A
90	1994			2	1		1	1		2		1	1		1	1	1		2		1			1	1	17	A
90	1995			2						2					1				2							7	G
90	1996			2						2		1	1			1			2							9	G
90	1997			2						2		1	1			1			2							9	G
90	1998			2	1		1	1		2		1	1			1	1		2		1			1	1	16	G
90	1999			2						2	2								2							8	G
00	2000			1						2	2	1	1			1			2							10	G
00	2001			3						2	2								2							9	G
00	2002			2	1		1	1		2	2	1					1		2		1			1	1	16	G
00	2003			2						2	2								2							8	G
00	2004			2						2	2								2							8	G
00	2005			2						2	2								2							8	G
00	2006			2	1		1	1		2	2	1					1		2		1			1	1	16	G
1916-2006			1	61	8	3	10	10	1	70	16	16	6	1	2	6	7	2	65	2	8	3	4	9	10	321	

Bijlage 11 Overzicht van alle aangetroffen taxa 1916 - 2006

				Procentuele hoeveelheid							Aant. monsters (%)		
			Periode	20	60	70	80	90	00	1916-2006	1916-2006		
Ecol.	pH-	opt.	Aantal monsters	27	14	21	74	84	59	279	279	321	
gr.	opt.	jaar	Soort Aantal vennen	11	5	10	11	11	11	11	11	11	Taxonomische opmerkingen
D		1978	Achnanthes altaica	-	-	0.0	0.0	0.0	-	0.003	1.4	1.2	
D		2004	Achnanthes chlidanos	-	-	-	-	-	0.7	0.109	0.4	0.3	
D		1985	Achnanthes conspicua	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
S		1957	Achnanthes delicatula ssp. delicatula	-	0.2	-	0.0	-	-	0.030	0.7	0.6	
D		1997	Achnanthes helvetica	-	-	-	-	0.7	0.1	0.146	1.8	1.6	
S		1967	Achnanthes hungarica	0.0	-	0.1	-	-	-	0.012	0.7	0.6	
D		1985	Achnanthes laevis	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
E		1951	Achnanthes lanceolata	0.2	0.1	0.3	0.0	-	-	0.103	4.7	4.4	
E		1976	Achnanthes lanceolata ssp. rostrata	-	-	0.1	0.0	-	-	0.019	1.1	1.2	
E		1955	Achnanthes lanceolata var. magna	-	0.0	-	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
D		1996	Achnanthes marginulata	-	-	-	-	0.7	0.1	0.135	0.7	0.6	
A	6.8	1943	Achnanthes minutissima	5.0	0.2	0.5	0.2	0.2	1.3	1.236	24.0	22.4	incl. var. affinis
D		1920	Achnanthes pusilla	0.0	-	-	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
D		1985	Achnanthes subatomoides	-	-	-	0.0	-	-	0.002	0.4	0.3	
D		1995	Achnanthes ventralis	-	-	-	-	1.2	-	0.207	0.4	0.3	
S		1985	Actinocyclus normanii morf. subsalsus	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
E		1995	Amphora copulata	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
E		1968	Amphora pediculus	0.0	-	0.0	-	-	-	0.005	1.1	1.2	
S		1965	Amphora veneta	-	0.0	0.0	-	-	-	0.003	0.7	0.6	
D	4.8	1974	Anomoeoneis brachysira	0.1	-	0.2	0.0	0.1	0.1	0.077	17.6	15.6	
D		1990	Anomoeoneis serians	0.0	-	0.1	0.1	0.5	0.1	0.131	12.5	10.9	
D		1985	Anomoeoneis styriaca	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
D		1969	Anomoeoneis vitrea	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.064	19.0	16.5	
D	5.9	1957	Anomoeoneis vitrea f. lanceolata	0.8	13.5	0.3	0.3	0.6	0.3	2.642	49.1	44.5	= Brachysira procera
D		1995	Aulacoseira alpigena	-	-	-	-	0.0	-	0.001	0.4	0.3	
D		1995	Aulacoseira crenulata	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
D		1995	Aulacoseira distans var. nivalis	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
O		1942	Aulacoseira spec.	0.1	-	-	0.0	-	-	0.023	1.1	0.9	
E		1944	Cocconeis placentula	0.5	0.2	0.2	0.1	-	0.0	0.158	3.9	4.0	
S		1975	Cyclotella meneghiniana	-	-	0.0	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
E		2004	Cyclotella ocellata	-	-	-	-	-	0.0	0.002	0.4	0.3	
E		1995	Cyclotella radiosa	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
O		1920	Cyclotella stelligera	0.0	-	-	-	-	-	0.005	0.4	0.3	
D		1997	Cymbella cesatii	0.0	-	-	-	0.0	0.1	0.016	2.5	2.2	= Encyonopsis krammeri
D		1995	Cymbella descripta	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
D		1950	Cymbella gracilis	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.122	17.6	15.6	
D		1920	Cymbella hebridica	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
D		1951	Cymbella microcephala	0.1	-	0.0	0.0	-	-	0.021	1.8	1.9	
E		1920	Cymbella minuta	0.0	-	-	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
E		1985	Cymbella naviculiformis	-	-	-	0.0	-	-	0.002	0.4	0.3	
D		1920	Cymbella perpusilla	0.0	-	-	-	-	-	0.005	0.7	0.6	
D		1952	Eunotia arculus	0.1	-	-	0.0	0.0	0.0	0.032	4.7	4.0	
D		1975	Eunotia arcus	-	-	0.0	-	-	-	0.003	0.4	0.6	
T	4.3	1960	Eunotia bilunaris s.l.	10.7	4.9	3.2	4.0	3.2	4.6	5.108	82.1	81.0	incl. var. mucophila
T	5.0	1941	Eunotia botuliformis	0.8	-	0.2	0.2	-	0.0	0.198	4.7	5.0	
D		1938	Eunotia denticulata	1.9	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.419	4.3	4.4	
X	4.1	1979	Eunotia exigua s.l.	1.4	24.9	61.1	43.7	28.6	8.9	28.102	84.2	84.4	incl. E. steineckii
D		1973	Eunotia faba	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.014	1.8	2.2	
D		2000	Eunotia fallax	-	-	-	-	0.0	0.0	0.001	1.1	1.9	
D		1985	Eunotia fallax var. groenlandica	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
D		1920	Eunotia flexuosa	0.0	-	-	-	-	-	0.000	0.4	0.3	
D		1988	Eunotia glacialis	0.0	0.0	-	0.1	0.2	0.1	0.077	6.8	6.5	
T		1942	Eunotia implicata	0.3	-	-	0.0	0.0	0.1	0.062	3.2	2.8	
T	5.0	1965	Eunotia incisa s.l.	21.3	6.4	1.4	2.0	7.7	19.5	9.714	86.0	85.4	incl. E. veneris
D		1953	Eunotia intermedia	0.4	1.6	0.4	0.1	-	-	0.398	13.6	12.1	
D		1999	Eunotia meisteri	-	0.0	-	0.0	2.8	2.2	0.839	7.9	6.9	
D		1920	Eunotia microcephala	0.1	-	-	-	-	-	0.021	0.7	0.6	
T		1946	Eunotia minor	0.0	-	-	0.0	0.0	-	0.007	1.1	1.2	
T		1949	Eunotia monodon var. bidens	0.0	-	0.0	-	-	-	0.003	0.7	0.6	
D	4.2	1993	Eunotia naegelii	0.3	0.0	1.2	10.3	5.1	11.1	4.679	46.2	48.3	
D		1978	Eunotia nymanniana	0.3	-	-	0.0	0.4	0.5	0.205	22.2	21.2	
T	3.8	1983	Eunotia paludosa	0.2	0.1	0.0	0.3	0.4	0.4	0.225	25.8	26.2	
T		1993	Eunotia pectinalis	0.0	-	-	-	-	0.0	0.005	0.7	0.6	
D		1998	Eunotia praerupta	-	-	-	-	0.0	0.0	0.007	0.7	0.9	
T	4.9	1985	Eunotia rhomboidea	1.6	8.7	4.7	11.8	15.7	14.0	9.417	86.7	85.7	
D		1985	Eunotia rhynchocephala var. satelles	-	-	-	0.2	-	-	0.037	0.4	0.3	
T		1985	Eunotia subarcuatoides	-	-	-	0.0	-	-	0.002	0.4	0.3	
D		1920	Eunotia sudetica	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
D		1985	Eunotia tenella	-	-	-	0.0	-	-	0.002	0.4	0.6	
D		1961	Eunotia varioundulata	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.041	11.5	10.0	
D		1995	Fragilaria brevistriata	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
E		1922	Fragilaria capucina	0.5	0.0	-	0.0	-	0.0	0.084	2.5	2.5	inc. var. gracilis
E		1975	Fragilaria capucina var. vaucheriae	-	-	0.0	-	-	-	0.007	0.4	0.3	
D		1920	Fragilaria constricta	0.3	-	-	-	-	-	0.043	0.4	0.3	
E		1986	Fragilaria construens	-	-	-	0.0	0.0	-	0.003	1.4	1.2	
E		1985	Fragilaria construens f .binodis	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
E		1920	Fragilaria construens f. subsalina	0.1	-	-	-	-	-	0.010	0.4	0.3	
E	5.6	1935	Fragilaria construens f. venter	0.1	0.0	-	0.0	-	0.0	0.029	2.2	2.2	
D	5.6	1962	Fragilaria exigua	0.1	0.6	0.2	0.0	0.1	0.1	0.194	17.9	15.6	
D		2004	Fragilaria nanana	-	-	-	-	-	0.0	0.001	0.4	0.3	
E		1920	Fragilaria parasitica	0.0	-	-	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
E		1989	Fragilaria pinnata	-	-	-	0.0	0.0	-	0.005	2.2	1.9	
E		1985	Fragilaria pinnata f. subsolitaris	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
S		1985	Fragilaria pulchella	-	-	-	0.0	-	-	0.005	0.7	0.6	
S		-	Fragilaria subsalina	-	-	-	-	-	-	0.000	0.0	0.3	is waarschijnlijk F. exigua
E		1926	Fragilaria ulna	0.1	-	0.0	0.0	0.0	-	0.016	1.8	1.6	
D	5.6	1952	Fragilaria virescens	0.1	0.7	-	0.1	-	-	0.149	2.9	2.8	
T	4.7	1952	Frustulia rhomboides	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.094	10.0	9.7	is F. saxonica
T	4.2	1970	Frustulia saxonica s.l.	19.4	7.5	11.5	12.9	13.4	14.1	13.134	96.8	96.9	incl. F. crassinervia

				Procentuele hoeveelheid							Aant. monsters (%)		
			Periode	20	60	70	80	90	00	1916-2006	1916-2006		
Ecol.	pH-	opt.	Aantal monsters	27	14	21	74	84	59	279	279	321	
gr.	opt.	jaar	Soort Aantal vennen	11	5	10	11	11	11	11	11	11	Taxonomische opmerkingen
E		1955	Gomphonema acuminatum	-	0.0	-	-	-	-	0.006	0.4	0.6	
O		1928	Gomphonema angustum	0.0	-	0.0	-	-	-	0.008	0.7	0.6	
E		2004	Gomphonema clavatum	-	-	-	-	-	0.0	0.000	0.4	0.3	incl. G. subclavatum
D		1938	Gomphonema gracile	0.1	0.0	-	0.0	0.0	-	0.026	3.2	2.8	
D		2004	Gomphonema hebridense	-	-	-	-	0.0	0.2	0.033	1.1	0.9	
S		-	Gomphonema olivaceum	-	-	-	-	-	-	0.000	0.0	0.3	
S	5.1	1932	Gomphonema parvulum	2.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.435	8.6	8.4	incl. var. saprophilum
D		2001	Gomphonema parvulum var. exilissimum	-	-	-	-	0.1	0.3	0.062	2.5	2.2	
O		1957	Gomphonema pumilum	0.0	-	0.0	-	-	-	0.010	0.7	0.6	
E		1975	Gomphonema truncatum	-	-	0.0	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
S		1975	Hantzschia amphioxys	-	-	0.0	-	-	-	0.001	0.4	0.3	
E		1920	Melosira varians	0.1	-	-	-	-	-	0.012	0.7	0.6	
E		-	Meridion circulare	-	-	-	-	-	-	0.000	0.0	0.3	
O		1995	Navicula agrestis	-	-	-	-	0.0	-	0.002	0.4	0.3	
O		1985	Navicula asellus	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
S		1975	Navicula atomus	-	-	0.0	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
S		1920	Navicula atomus var. excelsa	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.6	
S		1995	Navicula atomus var. permitis	-	-	-	-	0.0	-	0.002	0.4	0.3	
S		1987	Navicula atomus var. recondita	-	-	-	0.0	0.0	-	0.002	0.7	0.6	
E		1920	Navicula capitata var. hungarica	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
O		1975	Navicula capitata var. lueneburgensis	-	-	0.0	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
E		1985	Navicula clementis	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
E		1937	Navicula cryptocephala	0.0	-	-	0.0	-	-	0.009	1.1	0.9	
E		1984	Navicula exilis	-	-	0.0	0.1	-	-	0.010	1.1	0.9	
D		1982	Navicula festiva	-	0.0	-	-	0.0	-	0.005	0.7	0.9	
E		1995	Navicula fossalis var. obsidialis	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
S		1985	Navicula goeppertiana	-	-	-	0.0	-	-	0.003	0.4	0.3	
S		1971	Navicula gregaria	0.0	-	0.0	0.1	-	-	0.022	1.8	1.6	
D		2004	Navicula laevissima	-	-	-	-	-	0.0	0.000	0.4	0.3	
D	5.9	1951	Navicula leptostriata s.l.	2.6	2.1	0.9	0.5	0.6	0.2	1.132	34.1	30.2	incl. N. heimansioides
D	4.2	1983	Navicula mediocris	0.1	0.0	0.0	0.4	0.2	0.2	0.149	17.6	17.8	
S		1963	Navicula minima	0.0	0.1	0.1	0.0	-	-	0.052	2.9	2.8	
E		1988	Navicula pupula	-	-	-	0.0	0.0	-	0.001	0.7	0.6	
E		1920	Navicula radiosa	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
E		1980	Navicula rhynchocephala	-	-	0.0	0.0	-	-	0.007	0.7	0.9	
S		1976	Navicula seminulum	0.0	-	0.0	0.2	0.0	-	0.050	3.6	3.4	
S		1920	Navicula subminuscula	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
D	4.0	1971	Navicula subtilissima-groep	6.8	0.9	1.5	2.3	4.2	6.7	3.722	66.7	63.9	incl. N. micropunctata en N. parasubtilissima
E		1978	Navicula tripunctata	-	-	0.0	0.0	-	-	0.010	0.7	0.6	
E		1920	Navicula veneta	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
E		1941	Neidium affine	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-	0.068	9.0	7.8	
D		1952	Neidium affine var. longiceps	0.1	0.1	-	0.0	0.0	0.0	0.043	6.1	5.3	
E		1991	Neidium ampliatum	0.0	-	0.1	0.1	0.2	0.1	0.062	15.8	17.4	
D		1976	Neidium bisulcatum	-	-	0.0	0.0	-	-	0.002	0.7	0.6	
D		1971	Neidium densestriatum	0.1	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.095	6.8	6.5	
D		1995	Neidium hercynicum	-	-	-	-	0.0	-	0.004	1.4	1.2	
E		1955	Nitzschia dissipata	-	0.0	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
E		1956	Nitzschia gracilis	1.3	3.3	0.2	0.2	0.2	0.7	0.987	19.0	17.1	
T		1964	Nitzschia hantzschiana	-	0.0	0.0	-	-	-	0.005	0.7	0.6	
O		1920	Nitzschia linearis var. tenuis	0.1	-	-	-	-	-	0.012	0.4	0.3	
S		1930	Nitzschia palea	0.1	-	0.0	-	-	-	0.019	1.1	0.9	
S		1975	Nitzschia paleacea	-	-	0.0	-	-	-	0.007	0.4	0.3	
S	4.5	1974	Nitzschia paleaeformis	0.0	1.5	-	0.0	0.8	0.4	0.461	10.4	9.0	
D		1926	Nitzschia perminuta	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.218	5.7	5.3	
S		1920	Nitzschia pusilla	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
S		1985	Nitzschia sigma	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
O		1920	Nitzschia spec.199.1	0.1	-	-	-	-	-	0.014	0.4	0.3	
E		1920	Nitzschia subacicularis	0.0	-	-	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
D		1950	Peronia fibula	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.017	5.7	5.0	
T	4.9	1983	Pinnularia appendiculata	-	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.031	3.6	3.4	
T		1952	Pinnularia borealis	0.0	0.0	-	0.0	-	0.0	0.010	2.2	1.9	
D		-	Pinnularia gentilis	-	-	-	-	-	-	0.000	0.0	0.3	
T	4.7	1990	Pinnularia gibba	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	0.179	21.5	20.9	incl. P. macilenta, P. subgibba (met varn. undulata en hustedtii)
O		1920	Pinnularia hemiptera	0.0	-	-	-	-	-	0.005	0.4	0.3	
D	4.6	1973	Pinnularia interrupta s.l.	0.4	0.1	0.2	0.3	0.6	0.3	0.312	54.1	50.5	= P. anglica
T	5.0	1955	Pinnularia microstauron-groep	0.6	1.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.391	17.9	17.1	incl. var. nonfasciata, P. submicrostauron, P. rhombaria var. variarea
T		1976	Pinnularia microstauron var. brebissonii	-	-	0.1	0.0	-	0.0	0.011	1.1	0.9	
D		1985	Pinnularia nobilis	-	-	-	0.0	-	-	0.000	0.4	0.3	
D		1995	Pinnularia obscura	-	-	-	-	0.0	-	0.000	0.4	0.3	
T		1947	Pinnularia subcapitata	0.2	-	-	0.1	-	0.0	0.055	2.5	2.2	
T	3.5	1990	Pinnularia subcapitata var. hilseana	-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.014	3.2	3.1	
T		1984	Pinnularia subinterrupta	-	-	0.2	0.1	0.1	0.0	0.063	2.2	2.2	
T		1973	Pinnularia viridis	0.1	0.0	-	-	0.1	0.0	0.045	4.7	5.0	incl. P. viridiformis en P. rupestris
E		1957	Rhoicosphenia abbreviata	0.0	-	0.0	-	-	-	0.010	0.7	0.9	
E		1920	Rhopalodia gibba	0.0	-	-	-	-	-	0.005	0.4	0.3	
E		1956	Stauroneis anceps	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.031	14.7	13.1	
D		1945	Stauroneis anceps var. gracilis	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-	0.043	5.0	4.4	
O		-	Stauroneis borrichii	-	-	-	-	-	-	0.000	0.0	0.3	
E		1920	Stauroneis kriegeri	0.2	-	-	-	-	-	0.028	0.4	0.3	
E		1929	Stauroneis phoenicenteron	0.1	0.0	-	0.0	-	-	0.011	2.5	2.2	
O		1920	Stauroneis spec.	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
D		1921	Stenopterobia curvula	0.1	-	-	0.0	-	-	0.015	1.1	1.2	
D		1975	Stenopterobia delicatissima	0.1	-	-	-	0.2	-	0.056	2.2	1.9	
S		1975	Stephanodiscus hantzschii	-	-	0.1	-	-	-	0.010	0.7	0.6	
E		1920	Surirella angusta	0.0	-	-	-	-	-	0.003	0.4	0.3	
O		1920	Surirella linearis	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
D		1921	Tabellaria binalis	5.5	0.1	0.0	-	-	-	0.929	2.2	2.2	
D		1992	Tabellaria binalis var. elliptica	-	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.093	11.5	11.2	
E		1920	Tabellaria fenestrata	0.0	-	-	-	-	-	0.002	0.4	0.3	
D	5.0	1963	Tabellaria flocculosa	3.6	15.9	0.8	1.2	2.7	4.0	4.712	64.5	64.8	
T	4.6	1976	Tabellaria quadriseptata	5.7	3.7	8.8	6.7	6.5	7.2	6.423	88.2	87.9	

Bijlage 12 Tijdreeksen van de meest algemene kiezelwieren en karakteristieken van intensief bemonsterde vennen

In de volgende tabellen is steeds de gemiddelde procentuele hoeveelheid van de meest voorkomende taxa vermeld, vanaf 1977 of 1979 per tweejaarlijkse periode, voor die tijd in per geval verschillende perioden. De soorten zijn gerangschikt per ecologische groep (Tabel 7) en daarbinnen volgens het optimale jaar van voorkomen in het betreffende ven. Dat is berekend als naar abundantie gewogen gemiddelde van het jaar van aantreffen. Berekende jaren die buiten de waarnemingsperioden vallen zijn tussen haakjes geplaatst. De pH-optima van de soorten zijn ontleend aan Ter Braak & Van Dam (1989). In elke tabel nemen de vermelde taxa ten minste 99% van de totale abundantie in het betreffende ven voor hun rekening. Indien niet anders vermeld betreffen de gegevens netplanktonmonsters, waarin steeds 400 exemplaren zijn geteld.

Doelsoorten die eerst in recente jaren algemener voorkomen zijn onderstreept. De *cursief* gedrukte getallen in de Gerritsfles zijn gebruikt voor de vergelijking van netplankton- en uitknijpselmonsters. Van het Achterste Goorven en Kliplo zijn alleen gegevens van netplanktonmonsters in de tabellen vermeld. In de laatste twee kolommen van de tabel van de Gerritsfles zijn de getallen medianen in monsters van netplankton (NP) en uitknijpsel (UI). De significant ($p \leq 0{,}05$) hoogste waarden zijn **vet gedrukt** (rangtekentoets van Wilcoxon voor gepaarde waarnemingen).

Achterste Goorven

Ecologische groep			Van	'19	'77	'79	'81	'83	'85	'87	'89	'91	'93	'95	'97	'99	'01	'03	'05
pH-opt.			Tot	'28	'78	'80	'82	'84	'86	'88	'90	'92	'94	'96	'99	'00	'02	'04	'06
	opt. jr	Taxon	Aantal monsters	11	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Verzuringsindicatoren (E)																			
4.1	1986	Eunotia exigua s.l.		4	73	98	99	90	77	50	55	64	32	58	21	12	15	18	10
Triviale soorten uit zuur water (T)																			
4.2	1981	Frustulia saxonica s.l.		24	3	0	-	1	3	11	8	4	25	6	7	6	4	5	12
4.6	1984	Tabellaria quadriseptata		18	3	1	0	1	5	19	11	6	29	9	10	6	8	5	6
4.3	1990	Eunotia bilunaris s.l.		8	1	0	0	5	2	6	3	4	4	2	15	5	14	8	5
3.8	1991	Eunotia paludosa		0	-	-	-	0	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	1991	Eunotia incisa		13	3	0	-	0	1	4	5	5	3	5	27	24	13	12	16
4.7	1996	Pinnularia gibba		0	0	-	-	-	1	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1
4.9	1999	Eunotia rhomboidea		2	4	0	-	1	6	2	7	10	2	14	17	43	41	41	40
Doelsoorten (D)																			
5.9	1929	Navicula leptostriata s.l.		16	1	-	-	-	0	0	0	0	-	0	0	-	-	-	0
5.6	1937	Fragilaria exigua		1	-	-	-	-	0	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-
	1962	Eunotia arculus		1	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-
5.0	(1965)	Tabellaria flocculosa		1	0	-	-	-	0	-	0	0	-	-	0	-	0	-	0
5.9	(1967)	Anomoeoneis vitrea f. lanceolata		2	1	-	0	-	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4.0	(1969)	Navicula subtilissima-groep		8	1	-	-	-	0	2	1	0	0	1	0	0	1	3	2
	(1970)	Peronia fibula		1	0	-	-	-	-	-	0	0	-	0	-	0	-	-	0
	1977	Eunotia intermedia		0	4	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.8	1988	Anomoeoneis brachysira		0	3	-	-	-	0	0	3	2	0	1	0	0	1	1	1
4.2	1989	Navicula mediocris		0	0	-	0	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	0	0
	1991	Anomoeoneis vitrea		0	-	-	-	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-
	1991	Anomoeoneis serians		0	1	0	-	0	1	1	2	0	-	0	0	0	-	1	2
4.6	1992	Pinnularia interrupta		-	2	-	-	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2	1997	Eunotia naegelii		0	-	-	-	-	0	-	0	0	2	1	0	0	1	0	3
Ubiquisten (A)																			
6.8	1990	Achnanthes minutissima		0	-	0	0	-	1	0	-	-	0	-	-	0	-	1	-
Ecologische spectra																			
	1986	som X		4	73	98	99	90	77	50	55	64	32	58	21	12	15	18	10
	1990	som T		65	14	2	0	9	17	45	35	29	64	36	76	85	81	74	80
	(1972)	som D		31	13	0	0	1	5	4	10	7	4	5	3	3	4	6	10
	1990	som A		0	-	0	0	-	1	0	-	-	0	-	-	0	-	1	-
Karakteristieken																			
		Aantal soorten in telling		11	19	5	4	8	15	13	17	15	13	13	11	14	13	14	14
		Dominantiepercentage		38	73	98	99	90	77	50	55	64	49	58	42	43	45	41	44
		Berekende pH (pHwa)		5.0	4.4	4.2	4.1	4.2	4.3	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7
		EKR		.80	.57	.39	.35	.37	.47	.45	.53	.50	.50	.47	.53	.52	.55	.52	.63

Gerritsfles

				Gemiddelden																				Medianen	
				netplankton (NP, n = 400)																	uitknijpsel (UI, n = 200)				NP	UI
Ecologische groep			Van	'16	'50	'60	'73	'77	'79	'81	'83	'85	'87	'89	'91	'93	'95	'97	'99	'01	'03	'05	'99	'01	'03	'05	'99	'99
pH-opt.			Tot	'18	'58	'65	'74	'78	'80	'82	'84	'86	'88	'90	'92	'94	'96	'99	'00	'02	'04	'06	'00	'02	'04	'06	'06	'06
	opt. jr	Taxon	Aantal monsters	3	3	5	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	16	16
Verzuringsindicatoren (E)																												
4.1	1981	Eunotia exigua s.l.		4	2	67	80	93	98	62	60	41	33	28	22	14	20	9	6	8	10	3	2	1	1	2	**7**	2
Triviale soorten uit zuur water (T)																												
5.0	1954	Eunotia incisa		47	8	2	1	1	-	0	1	1	1	2	1	2	2	8	4	4	5	7	13	5	19	17	4	**8**
5.0	1967	Pinnularia microstauron		-	0	5	-	0	-	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	0	0
4.3	1978	Eunotia bilunaris s.l.		12	1	2	1	0	0	-	0	1	0	-	1	1	1	0	6	8	9	7	10	14	12	3	7	4
4.6	1986	Tabellaria quadriseptata		2	18	4	5	1	-	4	17	10	7	20	38	10	5	3	11	10	3	7	2	2	1	5	**5**	2
4.2	1986	Frustulia saxonica s.l.		6	23	6	1	1	1	32	13	20	24	20	11	13	17	13	12	10	10	21	20	24	17	31	11	**21**
4.9	1987	Eunotia rhomboidea		4	30	9	11	1	0	0	7	19	21	20	14	23	34	51	11	11	8	10	12	11	24	18	9	**15**
3.8	1993	Eunotia paludosa		-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	17	1	1	0	0
Doelsoorten (D)																												
	1951	Neidium densestriatum		1	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0	0
	1954	Eunotia intermedia		2	6	2	1	0	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1962	Neidium affine var. longiceps		1	1	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-
5.9	1968	Anomoeoneis vitrea f. lanceolata		5	1	0	-	1	-	-	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	2	1	0	0	-	-	**1**	0
4.6	1978	Pinnularia interrupta		1	0	0	-	0	-	0	1	-	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	1980	Cymbella gracilis		0	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	-	0	-
	1982	Tabellaria binalis var. elliptica		-	1	-	-	0	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	-	-	0	-
5.0	1990	Tabellaria flocculosa		4	3	1	0	0	0	-	1	2	10	7	5	18	11	8	9	6	3	7	10	3	2	5	6	4
	1996	Eunotia nymanniana		-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	1	0	0
	1997	Anomoeoneis vitrea		-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	-	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-	0	-
4.0	1997	Navicula subtilissima-groep		9	1	0	-	0	-	0	0	1	0	1	1	0	2	2	32	35	44	27	22	14	20	7	**36**	11
4.2	1997	Eunotia naegelii		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	16	5	3	6	3	1	5	6	6	0	9	3	4
4.2	1999	Navicula mediocris		-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	0	1	2	-	1	-	3	0	0
Ubiquisten (A)																												
6.8	1979	Achnanthes minutissima		0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	0	1	0	-	2	-	2	-	0	0
Soorten van voedselrijke wateren (E)																												
	1996	Neidium ampliatum		0	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	1	1	1	1	1	1	0	0	0	-	**1**	0
Ecologische spectra																												
	1963	som S		0	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	-	1	-	0	0
	1979	som A		0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	0	1	0	-	2	-	2	-	0	0
	1981	som X		4	2	67	80	93	98	62	60	41	33	28	22	14	20	9	6	8	10	3	2	1	1	2	**7**	2
	1982	som T		71	81	30	18	4	2	38	38	51	54	62	65	50	58	76	43	43	36	53	58	74	73	74	42	**71**
	1990	som E		0	0	0	-	-	0	0	1	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	-	**1**	0
	1991	som D		24	16	3	2	2	0	1	2	6	12	10	12	37	21	15	49	48	52	42	39	25	23	24	**48**	24
Karakteristieken																												
		Aantal soorten in telling		18	18	10	8	9	4	5	12	14	14	12	16	13	15	13	13	17	17	14	11	11	10	11	**17**	11
		Dominantiepercentage		47	45	72	80	93	98	62	60	45	37	37	52	30	34	51	32	35	44	35	32	28	19	18	**37**	22
		Berekende pH (pHwa)		5.0	4.9	4.4	4.3	4.2	4.2	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.4	4.3	4.2	4.4	4.5	4.2	4.6	4.5	4.3	**4.4**
		EKR		.74	.77	.45	.40	.41	.37	.38	.43	.45	.57	.57	.63	.68	.60	.70	.74	.70	.70	.75	.79	.75	.76	.78	.70	**.77**

Kliplo

Ecologische groep			Van	'24	'48	'72	'78	'79	'81	'83	'85	'87	'89	'91	'93	'95	'97	'99	'01	'03	'05
pH-opt.			Tot	'29	'64	'72	'78	'80	'82	'84	'86	'88	'90	'92	'94	'96	'99	'00	'02	'04	'06
	opt. jr.	Taxon	Aantal monsters	2	4	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Verzuringsindicatoren (E)																					
4.1	1982	Eunotia exigua a.l.		-	1	2	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	-	1	1	0
Triviale soorten uit zuur water (T)																					
4.3	1978	Eunotia bilunaris s.l.		15	10	1	3	8	11	6	3	5	2	3	5	12	8	5	4	4	2
4.2	1981	Frustulia saxonica s.l.		10	8	68	7	44	24	12	15	12	13	12	9	8	8	6	7	15	5
4.6	1986	Tabellaria quadriseptata		4	1	15	1	2	2	1	1	0	1	1	1	0	0	1	2	3	21
4.9	1990	Eunotia rhomboidea		4	3	1	5	8	12	31	13	16	23	38	28	31	28	16	9	8	6
5.0	1991	Eunotia incisa		16	9	2	5	5	4	11	5	20	16	21	17	13	25	37	33	27	32
3.8	1993	Eunotia paludosa		-	0	-	-	-	0	-	-	0	1	1	0	-	-	0	0	0	0
Doelsoorten (D)																					
	1960	Cymbella gracilis		1	2	-	0	-	-	-	0	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-
	1966	Eunotia intermedia		1	1	1	3	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.6	1977	Fragilaria exigua		0	3	-	8	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-	-	0
5.9	1977	Anomoeoneis vitrea f. lanceolata		1	26	1	6	3	4	2	3	4	4	4	6	3	3	1	2	2	1
5.9	1978	Navicula leptostriata s.l.		11	14	5	25	2	9	3	6	6	5	3	9	5	5	4	4	2	2
	1978	Eunotia varioundulata		1	0	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	1982	Tabellaria flocculosa		24	9	6	2	9	8	5	3	12	16	5	5	13	7	15	22	5	9
4.0	1984	Navicula subtilissima-groep		11	4	-	29	13	21	23	44	17	13	9	15	9	12	7	6	5	2
4.6	1988	Pinnularia interrupta		-	0	-	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0
	1991	Anomoeoneis vitrea		0	0	-	1	-	-	0	0	0	-	0	0	1	1	1	0	0	0
	1998	Eunotia nymanniana		-	-	-	-	-	-	-	0	0	2	1	1	1	1	1	1	4	1
4.2	2003	Eunotia naegelii		-	-	-	-	-	-	0	2	-	-	-	0	1	0	5	5	20	17
Ubiquisten (A)																					
6.8	1980	Achnanthes minutissima		1	1	-	-	-	0	0	-	0	-	-	-	-	-	0	1	3	-
Soorten van voedselrijke wateren (E)																					
	1977	Nitzschia gracilis		-	6	-	0	4	1	2	2	5	1	0	1	0	0	-	0	-	0
Soorten van organisch verontreinigde wateren (S)																					
4.5	1999	Nitzschia paleaeformis		-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	3	1	0
Ecologische spectra																					
	1976	som E		1	7	1	0	4	1	2	3	5	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	1980	som A		1	1	-	-	-	0	0	-	0	-	-	-	-	-	0	1	3	-
	1982	som X		-	1	2	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	-	1	1	0
	1983	som D		48	59	11	78	28	46	35	61	40	42	24	39	35	31	35	42	39	33
	1984	som S		1	1	-	0	-	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	3	1	0
	1986	som T		49	31	87	21	67	53	62	37	54	56	75	60	65	69	65	54	57	66
Karakteristieken																					
		Aantal soorten in telling		15	21	15	22	16	17	15	16	17	16	16	17	16	14	15	16	14	13
		Dominantiepercentage		27	31	68	29	44	28	38	44	28	29	38	28	40	43	44	43	40	49
		Berekende pH (pHwa)		5.1	5.6	4.6	5.2	4.6	4.8	4.8	4.6	5.0	5.0	5.1	5.1	5.0	5.1	5.0	5.0	4.8	4.8
		EKR		.82	.73	.77	.87	.67	.84	.78	.81	.73	.79	.81	.82	.83	.82	.82	.78	.82	.82

Bijlage 13 Tijdreeksen van de meest algemene kiezelwieren en karakteristieken van extensief bemonsterde vennen

In de volgende tabellen is steeds de gemiddelde procentuele hoeveelheid van de meest voorkomende soorten per jaar vermeld. Deze soorten maken stted 99% van de totlae abundantie per regio uit. De soorten zijn gerangschikt per ecologische groep (Tabel 7) en daarbinnen volgens het optimale jaar van voorkomen in de betreffende vennen. Dat is berekend als naar abundantie gewogen gemiddelde van het jaar van aantreffen. Berekende jaren die buiten de waarnemingsperioden vallen zijn tussen haakjes geplaatst. De pH-optima van de soorten zijn ontleend aan Ter Braak & Van Dam (1989). In elke tabel nemen de vermelde taxa ten minste 99% van de totale abundantie in het betreffende ven voor hun rekening. Indien niet anders vermeld betreffen de gegevens netplanktonmonsters, waarin steeds 400 exemplaren zijn geteld.

Doelsoorten die eerst in recente jaren algemener voorkomen, behalve in Poort 2, zijn <u>onderstreept</u>. De *cursief* gedrukte getallen in de Kempesfles zijn gebruikt voor de vergelijking van netplankton- en uitknijpselmonsters. In de laatste twee kolommen van de tabel van de Kempesfles zijn de getallen medianen in monsters van netplankton (NP) en uitknijpsel (UI).

Drenthe

Ecologische groep	Locatie	Poort 2								Diepveen										Ven in Echtenerzand									
pH-opt.	Jaar	'24	'78	'86	'90	'94	'98	'02	'06	'24	'27	'78	'82	'86	'90	'94	'98	'02	'06	'33	'60	'78	'82	'86	'90	'94	'98	'02	'06
Taxon	al monsters	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Verzuringsindicatoren (E)																													
4.1 Eunotia exigua s.l.		2	5	-	3	-	-	1	0	1	1	28	2	2	8	1	-	3	0	0	89	78	90	80	73	63	49	27	2
Triviale soorten uit zuur water (T)																													
5.0 Pinnularia microstauron		0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3 Eunotia bilunaris s.l.		5	10	-	1	-	-	0	1	14	50	18	1	1	1	-	-	1	37	13	4	0	1	2	4	9	10	3	0
4.2 Frustulia saxonica s.l.		33	25	25	70	21	53	49	47	8	13	24	11	49	21	10	8	10	1	60	2	16	7	6	7	7	7	3	9
4.6 Tabellaria quadriseptata		4	34	6	-	6	15	7	4	-	-	23	1	-	1	1	7	7	1	3	2	1	0	1	10	2	9	3	16
5.0 Eunotia incisa		11	1	-	2	-	-	1	-	64	10	0	2	8	26	3	59	12	9	12	1	0	0	3	1	13	12	35	48
Pinnularia viridis		-	-	-	-	-	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.9 Eunotia rhomboidea		1	6	-	1	-	0	-	-	-	-	-	3	26	10	-	10	3	8	1	2	3	1	6	5	5	4	20	22
4.7 Pinnularia gibba		-	0	1	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-	1	1	-	1	4	0
Doelsoorten (D)																													
5.0 Tabellaria flocculosa		-	0	-	1	-	-	-	-	-	1	0	-	-	0	-	-	-	1	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-
4.6 Pinnularia interrupta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	1	-	-	1	-	-	-	0	0	0	0	-	-	0	-
Anomoeoneis serians		0	0	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eunotia glacialis		0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	1	0	-	1	1	-
Gomph. parvulum v. exilissimum		-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenopterobia delicatissima		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2 <u>Eunotia naegelii</u>		38	11	66	0	70	26	36	44	1	-	1	80	10	16	11	4	11	38	-	0	-	-	-	-	0	7	4	3
4.0 Navicula subtilissima-groep		-	2	2	2	1	2	4	1	2	25	1	-	2	7	72	9	48	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Eunotia nymanniana</u>		2	-	-	0	-	1	-	-	-	-	-	-	0	3	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eunotia denticulata		0	1	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubiquisten (A)																													
6.8 Achnanthes minutissima		0	1	-	0	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0	-
Soorten van voedselrijke wateren (E)																													
Achnanthes lanceolata		-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Cocconeis placentula		3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecologische spectra																													
som X		2	5	-	3	-	-	1	0	1	1	28	2	2	8	1	-	3	0	0	89	78	90	80	73	63	49	27	2
som T		54	76	32	73	28	71	57	51	86	73	65	18	85	58	14	83	37	54	95	11	20	9	18	27	36	43	69	96
som D		41	14	68	24	73	30	42	49	4	26	3	81	13	34	85	17	60	46	1	0	1	1	2	1	1	8	4	3
som A		0	1	-	0	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0	-
som E		3	2	-	-	-	-	-	-	7	0	3	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	0	-	-	0	-	-	-
som S		1	3	-	-	-	-	-	-	2	0	2	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	0	1	-	-	-	-	-
Karakteristieken																													
Aantal soorten in telling		11	23	6	13	5	7	10	7	20	10	21	8	11	13	9	8	12	10	20	8	14	11	11	9	9	12	11	8
Dominantiepercentage		60	34	66	70	70	53	49	47	64	50	28	80	49	26	72	59	48	38	60	89	78	90	80	73	63	49	35	48
Berekende pH (pH-wa)		4.5	4.6	4.3	4.3	4.3	4.4	4.2	4.1	5.1	4.4	4.4	4.3	4.6	4.7	4.1	5.0	4.2	4.4	4.5	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.7	4.9
EKR		.72	.63	.87	.77	.87	.82	.87	.87	.57	.82	.37	.82	.77	.70	.82	.82	.82	.87	.63	.37	.30	.43	.43	.37	.43	.50	.50	.63

Veluwe

Ecologische groep	Locatie	Deelense Was							Kempesfles (netplankton, NP)																Kempesfles (uitknijpsel, UI)						K'fles '92-'00	
pH-opt.	Jaar	'17	'83	'87	'94	'98	'02	'06	'18	'73	'77	'83	'86	'87	'88	'90	'92	'94	'96	'97	'98	'00	'02	'06	'92	'94	'96	'97	'98	'00	NP	UI
Taxon	Aantal monsters	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6
Verzuringsindicatoren (E)																																
4.1	Eunotia exigua s.l.	2	79	63	49	61	13	15	1	53	100	98	62	80	61	68	*67*	*20*	*50*	*32*	*86*	*0*	*2*	15	*8*	*2*	*19*	*1*	*60*	*6*	41	7
Triviale soorten uit zuur water (T)																																
4.3	Eunotia bilunaris s.l.	7	0	0	4	0	0	-	3	3	-	-	-	-	-	1	-	*2*	*1*	*1*	-	-	*1*	1	-	*3*	*0*	-	*0*	*1*	1	0
5.0	Pinnularia microstauron	2	1	1	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*1*	2	-	-	-	-	-	*0*	0	0
4.2	Frustulia saxonica s.l.	2	2	-	23	5	18	2	10	13	-	1	36	21	35	28	*26*	*11*	*22*	*12*	*8*	*39*	*71*	13	*62*	*16*	*18*	*13*	*13*	*60*	17	17
4.7	Pinnularia gibba	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*0*	*1*	*0*	*2*	-	*1*	-	-	*1*	-	*1*	*1*	*1*	-	1	1
5.0	Eunotia incisa	2	1	0	1	-	46	52	47	10	-	1	-	-	2	0	*2*	*2*	*10*	*33*	*1*	*1*	*6*	16	*1*	-	*51*	*82*	*8*	*1*	2	8
4.6	Tabellaria quadriseptata	1	-	-	2	1	6	-	7	5	-	-	0	-	-	1	*4*	*55*	*6*	*7*	*4*	*59*	*10*	3	*26*	*66*	*5*	*1*	*11*	*26*	6	19
4.9	Eunotia rhomboidea	1	10	25	14	26	13	5	-	11	-	-	-	-	1	1	*2*	*1*	*8*	*7*	*1*	*0*	*4*	42	*0*	-	*1*	*1*	*3*	*5*	1	1
3.8	Eunotia paludosa	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*1*	-	-	1
Doelsoorten (D)																																
	Nitzschia perminuta	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	Navicula subtilissima-groep	-	-	-	-	-	-	-	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*0*	-	2	-	-	-	-	-	-	0	-
	Eunotia rhynchocephala var. satelles	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2	Navicula mediocris	-	3	4	2	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	*0*	-	-	0
4.6	Pinnularia interrupta	-	1	-	-	1	-	0	3	0	-	-	-	-	-	0	-	*1*	*1*	*2*	-	-	-	1	*1*	-	-	*1*	*1*	-	1	1
4.2	Eunotia naegelii	-	-	-	-	-	0	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	*1*	*1*	*1*	-	*0*	*2*	0	-	*5*	*1*	-	-	*1*	1	1
	Tabellaria binalis var. elliptica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*4*	-	-	-	-	-	-	-	*6*	-	-	-	-	4	6
5.0	Tabellaria flocculosa	-	0	-	0	-	0	8	2	1	-	0	-	-	1	0	*1*	*1*	*1*	*2*	*0*	*0*	*3*	1	*1*	*3*	*5*	*2*	*2*	-	1	2
	Eunotia glacialis	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*1*	-	1	1
Ubiquisten (A)																																
6.8	Achnanthes minutissima	40	1	1	2	1	0	15	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
																															-	-
Soorten van voedselrijke wateren (E)																															-	-
	Fragilaria capucina	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Neidium ampliatum	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*1*	*1*	-	-	-	1	*0*	-	*0*	*0*	*1*	*1*	1	0
	Nitzschia gracilis	4	-	-	-	-	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*1*	-	-	*1*	3	-	-	-	-	-	-	1	-
																															-	-
Soorten van organisch verontreinigde wateren (S)																															-	-
5.1	Gomphonema parvulum	18	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
																															-	-
Ecologische spectra																															-	-
	som X	2	79	63	49	61	13	15	1	53	100	98	62	80	61	68	*67*	*20*	*50*	*32*	*86*	*0*	*2*	15	*8*	*2*	*19*	*1*	*60*	*6*	41	7
	som T	20	16	27	44	35	84	59	68	42	-	2	38	21	38	31	*33*	*73*	*46*	*63*	*14*	*99*	*92*	76	*90*	*84*	*76*	*96*	*37*	*93*	55	87
	som D	10	4	8	4	3	3	12	23	4	-	0	-	-	1	1	*1*	*7*	*3*	*4*	*0*	*1*	*5*	5	*2*	*14*	*6*	*3*	*3*	*1*	2	3
	som A	40	1	1	2	1	0	15	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	som E	10	0	0	-	1	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	*1*	*1*	-	-	*1*	3	*0*	-	*0*	*0*	*1*	*1*	1	0
	som S	18	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*1*	-	-	-	-	-	-	1
Karakteristieken																																
	Aantal soorten in telling	23	14	13	17	11	16	12	20	14	1	4	6	2	5	8	*7*	*12*	*14*	*14*	*6*	*9*	*10*	17	*11*	*7*	*11*	*9*	*13*	*10*	10	10
	Dominantiepercentage	40	79	63	49	61	46	52	47	53	100	98	62	80	61	68	*67*	*55*	*50*	*33*	*86*	*59*	*71*	42	*62*	*66*	*51*	*82*	*60*	*60*	58	63
	Berekende pH (pH-wa)	6.5	4.3	4.5	4.5	4.5	4.8	5.4	4.9	4.5	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	*4.2*	*4.6*	*4.4*	*4.7*	*4.2*	*4.5*	*4.3*	4.7	*4.4*	*4.7*	*4.9*	*5.2*	*4.4*	*4.3*	4.5	4.7
	EKR	.57	.43	.43	.43	.43	.50	.63	.70	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	*.37*	*.57*	*.37*	*.43*	*.37*	*.63*	*.57*	.43	*.57*	*.77*	*.57*	*.63*	*.43*	*.50*	.46	.58

Brabant

Ecologische groep	Locatie	Groot Huisven								Middelste Wolfsputven								Schaapsven									
pH-opt.	Periode	'29	'78-'79	'86	'90	'94	'98	'02	'06	'21-'22	'78	'82	'86	'94	'98	'02	'06	'19	'25	'57	'75	'78	'82	'94	'98	'02	'06
Taxon	Aantal monsters	2*	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Verzuringsindicatoren (E)																											
4.1 Eunotia exigua s.l.		1	91	6	45	27	91	40	27	2	69	14	12	8	2	3	4	3	2	1	86	44	76	12	5	7	-
Triviale soorten uit zuur water (T)																											
5.0 Eunotia botuliformis		1	2	-	-	-	-	-	-	3	1	4	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	0	-	-	-	-
4.7 Frustulia rhomboides		2	0	0	1	-	-	-	-	2	-	1	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2 Frustulia saxonica s.l.		3	1	1	4	3	2	2	2	47	7	17	8	10	10	9	2	7	13	5	10	4	2	1	0	1	2
4.6 Tabellaria quadriseptata		4	2	40	18	2	1	10	7	10	3	5	8	3	3	-	2	5	15	1	-	36	6	2	0	2	-
4.3 Eunotia bilunaris s.l.		0	-	1	0	-	0	1	-	2	2	28	31	17	8	20	0	22	23	2	2	-	6	1	1	2	-
Pinnularia subinterrupta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
Eunotia implicata		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Pinnularia subcapitata		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
5.0 Pinnularia microstauron		0	0	1	1	-	-	-	0	-	0	-	-	1	1	-	-	0	-	-	-	0	-	1	2	1	-
4.9 Pinnularia appendiculata		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	1	-
4.7 Pinnularia gibba		-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	1
4.9 Eunotia rhomboidea		0	3	48	11	12	5	8	16	5	11	15	16	31	18	17	38	3	-	6	-	-	1	23	44	11	5
5.0 Eunotia incisa		19	-	-	6	6	1	24	32	1	1	2	1	3	3	1	1	4	10	4	2	-	1	3	2	5	37
Pinnularia viridis		0	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	0	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-
3.8 Eunotia paludosa		-	-	0	-	-	-	-	2	-	-	-	3	1	3	2	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Doelsoorten (D)																											
Eunotia microcephala		-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fragilaria constricta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabellaria binalis		66	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
4.0 Navicula subtilissima-groep		1	-	-	-	0	-	-	0	1	0	-	-	-	1	-	-	15	17	0	-	-	-	1	-	-	-
5.6 Fragilaria virescens		1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	0	-	-	-	-
Cymbella microcephala		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-	1	-	-	-	-	-
Eunotia denticulata		-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	1	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.9 Anomoeoneis vitrea f. lanceolata		-	-	-	2	-	0	0	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	27	-	-	-	0	-	-	-
Neidium densestriatum		0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	1	0	0	-
Cymbella gracilis		0	-	0	0	-	0	0	0	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.9 Navicula leptostriata s.l.		0	0	-	2	-	-	0	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2 Navicula mediocris		0	-	-	1	-	0	-	1	0	-	-	-	0	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0 Tabellaria flocculosa		1	-	1	1	27	-	10	6	0	1	0	-	2	1	-	0	6	13	40	-	1	0	1	-	1	20
Eunotia faba		0	-	1	1	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia perminuta		-	-	0	1	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achnanthes ventralis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-
Eunotia arculus		-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Achnanthes helvetica		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	2	3	-
Cymbella cesatii		-	-	-	1	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.6 Pinnularia interrupta		0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-
5.6 Fragilaria exigua		-	-	-	2	0	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Achnanthes marginulata		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	3	-
4.2 Eunotia naegelii		-	-	-	-	-	-	3	4	1	1	8	14	8	1	40	13	0	0	-	-	-	1	3	2	9	24
Eunotia meisteri		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	38	7	36	-	-	-	-	-	-	4	21	9	1
Gomph. parvulum v. exilissimum		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
Tabellaria binalis var. elliptica		-	-	-	1	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
Achanthes chlidanos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
Eunotia nymanniana		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	2	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
Gomphonema hebridense		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Ubiquisten (A)																											
6.8 Achnanthes minutissima		-	1	1	0	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	7	-
Soorten van voedselrijke wateren (E)																											
Achnanthes lanceolata		0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	2	-	-	-	-	-
A. lanceolata ssp. rostrata		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Cocconeis placentula		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-
Fragilaria construens f. subsalina		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.6 F. construens f. venter		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia gracilis		-	-	-	1	2	-	-	-	0	-	-	-	1	-	-	-	3	2	7	-	-	-	1	-	5	9
Soorten van organisch verontreinigde wateren (S)																											
5.1 Gomphonema parvulum		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	-	-	-	-	-	1	0	-	1	2	-
Navicula minima		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
Navicula seminulum		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	0	-	-	-	1	0	-	-	-	1	-	-	-	-
4.5 Nitzschia paleaeformis		-	-	-	-	20	-	2	1	-	-	-	-	0	5	2	1	-	-	5	-	-	-	-	2	2	-
Soorten met onbekende ecologie (O)																											
Aulacoseira spec.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia linearis var. tenuis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecologische spectra																											
som X		1	91	6	45	27	91	40	27	2	69	14	12	8	2	3	4	3	2	1	86	44	76	12	5	7	-
som T		30	7	90	42	23	8	44	59	68	25	71	70	68	48	48	44	43	63	17	14	40	16	33	50	26	45
som D		70	1	3	12	28	1	14	14	29	2	9	17	22	46	48	51	36	32	69	-	6	5	55	43	51	47
som A		-	1	1	0	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	7	-
som E		1	0	-	2	2	-	-	-	1	2	2	0	1	-	-	1	11	3	8	1	4	2	1	-	5	9
som S		-	-	-	-	20	-	2	1	-	1	4	-	1	5	2	1	2	1	5	-	3	2	0	3	4	-
som O		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-	2	-	0	-	-	-
Karakteristieken																											
Aantal soorten (S)		20	8	17	26	13	9	15	19	17	21	22	18	26	26	11	16	40	18	17	5	20	20	25	17	30	11
Dominantie (d)		66	91	48	45	27	91	40	32	51	69	28	31	31	38	40	38	22	23	40	86	44	76	30	44	16	37
pHwa		5.1	4.2	5.0	4.7	4.8	4.2	4.6	4.7	4.6	4.4	4.6	4.5	4.8	4.8	4.3	4.8	4.7	4.7	5.6	4.2	4.5	4.2	4.8	5.1	5.0	4.9
EKR		.87	.40	.57	.50	.43	.37	.50	.63	.79	.30	.43	.63	.63	.70	.77	.77	.63	.63	.70	.37	.37	.30	.63	.70	.63	.77

Bijlage 14 Belangrijkste resultaten hoofdcomponentenanalyse

Samenvatting

Assen	1	2	3	4	Totale variantie
Eigenwaarden	0.248	0.127	0.098	0.073	1
Cumulatief percentage variantie van soortgegevens	24.8	37.5	47.3	54.6	
Som van alle eigenwaarden					1

Soorten

E: ecologische groep volgens Tabel 7. N = nieuwe doelsoort. As 1 … 4. Ladingen van de soorten op de eerste vier assen van de PCA. Abund.= gemiddelde logaritmische procentuele abundantie.

E	Soort	As 1	As 3	As 4	As 2	Abund.	E	Soort	As 1	As 3	As 4	As 2	Abund.
X	Eunotia exigua s.l.	-1.856	-0.435	0.152	-0.502	0.901	E	Neidium ampliatum	-0.546	-0.185	0.163	-0.032	0.026
T	Frustulia saxonica s.l.	0.995	-0.212	0.520	1.165	0.976	E	Achnanthes lanceolata	-0.353	-0.802	-0.092	0.481	0.023
T	Eunotia rhomboidea	-0.218	2.294	0.755	-1.435	0.723	E	Cocconeis placentula	-0.398	-0.501	0.155	0.568	0.019
T	Eunotia incisa	1.111	0.631	1.044	-1.229	0.693	D	Eunotia glacialis	-0.683	0.105	0.051	0.374	0.024
T	Tabellaria quadriseptata	-0.079	-0.434	3.078	1.183	0.669	D	Stenopterobia delicatissima	-0.203	-0.016	-0.416	0.607	0.013
N	Eunotia naegelii	0.207	1.817	-0.904	1.956	0.345	D	Gomphonema parvulum var. exilissimum	-0.432	0.293	-0.718	0.351	0.015
D	Navicula subtilissima-groep	1.431	-0.495	-0.243	-0.400	0.395	D	Eunotia arculus	0.059	-0.973	-0.064	0.272	0.018
T	Eunotia bilunaris s.l.	0.959	-0.288	0.438	-0.091	0.506	D	Anomoeoneis vitrea	0.182	-0.725	-0.723	-0.222	0.019
D	Tabellaria flocculosa	0.703	0.130	0.018	-1.378	0.317	D	Fragilaria virescens	-0.417	-0.540	-0.017	0.202	0.016
D	Navicula leptostriata s.l.	1.040	-1.453	-0.546	-0.461	0.187	D	Stauroneis anceps var. gracilis	0.058	-1.094	-0.727	-0.180	0.015
D	Anomoeoneis vitrea f. lanceolata	0.833	-0.893	-0.787	-1.141	0.180	D	Eunotia varioundulata	0.136	-0.916	-0.808	-0.174	0.016
D	Tabellaria binalis	-0.065	-0.345	0.080	0.134	0.031	T	Pinnularia subinterrupta	-0.590	0.288	-0.260	0.494	0.013
N	Eunotia meisteri	-0.252	1.343	-0.822	0.067	0.062	D	Neidium affine var. longiceps	-0.387	-0.120	0.230	-0.092	0.014
A	Achnanthes minutissima	-0.255	-0.330	-0.659	-0.299	0.105	D	Peronia fibula	-0.049	-1.009	-0.427	0.394	0.013
E	Nitzschia gracilis	0.276	-0.153	-0.796	-0.564	0.088	T	Pinnularia viridis	-0.454	0.128	-0.318	0.971	0.015
D	Eunotia denticulata	-0.101	0.073	-0.228	1.034	0.042	E	Neidium affine	-0.388	-0.986	-0.646	0.339	0.016
D	Eunotia intermedia	0.089	-0.295	0.115	-0.653	0.068	D	Fragilaria constricta	-0.334	-0.473	-0.144	0.335	0.006
D	Tabellaria binalis var. elliptica	-0.253	0.039	0.223	0.736	0.045	E	Fragilaria capucina	-0.451	-0.675	-0.688	0.377	0.009
T	Eunotia paludosa	-0.252	0.737	-0.367	0.148	0.062	T	Eunotia implicata	-0.615	-0.369	-0.805	0.349	0.012
D	Fragilaria exigua	0.269	-0.726	-0.948	-0.492	0.046	S	Navicula seminulum	-0.703	-0.392	-0.097	0.679	0.012
N	Pinnularia interrupta	0.033	0.190	-0.155	-0.769	0.090	T	Pinnularia subcapitata	-0.654	-0.183	-0.537	0.573	0.011
S	Nitzschia paleaeformis	-0.181	0.619	-0.652	-0.338	0.045	E	Stauroneis anceps	-0.397	-0.629	-0.435	0.162	0.012
T	Pinnularia microstauron	-0.363	0.303	-0.165	-0.279	0.055	D	Gomphonema hebridense	-0.428	0.060	-0.605	0.152	0.007
N	Eunotia nymanniana	0.298	0.880	-0.366	0.282	0.058	D	Eunotia rhynchocephala var. satelles	-0.713	-0.226	-0.495	0.216	0.005
S	Gomphonema parvulum	-0.277	-0.108	-0.618	0.031	0.042	E	Achnanthes lanceolata ssp. rostrata	-0.825	-0.774	-0.291	0.611	0.008
T	Eunotia botuliformis	-0.435	-0.408	-0.042	0.286	0.046	E	Fragilaria construens f. venter	-0.461	-0.433	-0.378	0.447	0.006
N	Navicula mediocris	-0.284	0.095	-0.489	-0.391	0.055	S	Navicula minima	-0.681	-0.478	-0.290	0.722	0.009
N	Anomoeoneis serians	-0.198	-0.092	0.138	0.447	0.025	D	Eunotia faba	-0.896	-0.495	0.435	0.482	0.008
D	Achnanthes ventralis	-0.378	0.230	-0.341	0.140	0.010	T	Pinnularia appendiculata	-0.867	0.151	-0.531	0.728	0.008
T	Pinnularia gibba	-0.398	0.253	0.512	0.427	0.052	O	Aulacoseira spec.	-0.556	-0.415	-0.173	0.626	0.006
D	Nitzschia perminuta	-0.189	-0.651	-0.691	0.009	0.026	D	Eunotia microcephala	-0.510	-0.594	-0.248	0.508	0.005
N	Achnanthes helvetica	-0.484	0.577	-0.596	0.095	0.018	D	Cymbella cesatii	-0.793	-0.567	-0.070	0.395	0.006
D	Achnanthes marginulata	-0.432	0.524	-0.652	0.119	0.013	D	Gomphonema gracile	-0.511	-0.853	-0.739	0.449	0.007
D	Cymbella gracilis	0.088	-0.757	-0.441	-0.207	0.031	T	Pinnularia subcapitata var. hilseana	-0.884	-0.092	-0.278	0.645	0.007
N	Anomoeoneis brachysira	-0.484	-0.601	0.377	0.095	0.030	D	Cymbella microcephala	-0.745	-0.782	0.015	0.717	0.006
D	Achanthes chlidanos	-0.428	0.244	-0.545	0.303	0.009	O	Nitzschia spec.199.1	-0.507	-0.603	-0.223	0.327	0.004
T	Frustulia rhomboides	-0.313	-0.229	0.217	0.468	0.029	E	Fragilaria ulna	-0.521	-0.547	-0.406	0.608	0.004
D	Neidium densestriatum	-0.560	-0.485	0.029	0.181	0.023							

Monsters

RDA: 1 = monster heeft meegelopen in RDA. Monster: aanduiding van het monster (eerste twee letters staan voor de locatie, de twee cijfers staan voor het jaar, de eerste kleine letter duidt het seizoen aan [v = voorjaar, s = zomer, a = herfst, w = winter], een eventuele tweede letters staat voor de aard [b = bodemmateriaal; p,q = perifyton; s = uitknijpsel], monsters zonder tweede kleine letter zijn netplanktonmonsters). Ven: locatie volgens codes in Tabel 1. As 1 … 4. Scores van de monsters op de eerste vier assen van de PCA.

RDA	Monster	Ven	Datum	As 1	As 2	As 3	As 4	RDA	Monster	Ven	Datum	As 1	As 2	As 3	As 4
	AG20wp	AGE	1-2-1920	0.524	0.188	-0.338	0.549	1	HU78a	GHU	9-11-1978	-0.828	0.029	-0.412	-0.237
	AG20sp	AGE	22-8-1920	0.722	0.330	-0.574	0.299	1	HU86a	GHU	29-9-1986	-0.407	-0.050	0.219	0.451
	AG19v	AGE	2-6-1919	0.744	0.221	-0.295	0.373	1	HU90a	GHU	3-10-1990	-0.419	-0.250	-0.112	0.324
	AG19s	AGE	1-9-1919	0.750	0.251	-0.411	0.244	1	HU94a	GHU	27-9-1994	-0.334	-0.511	0.158	-0.001
	AG21s	AGE	4-8-1921	0.588	0.204	-0.574	-0.129	1	HU98a	GHU	30-9-1998	-0.737	-0.185	-0.110	-0.217
	AG22a	AGE	21-10-1922	0.677	0.279	-0.455	0.113	1	HU02a	GHU	25-9-2002	-0.305	-0.282	0.196	0.274
	AG24v	AGE	19-4-1924	0.761	0.111	-0.325	0.306	1	HU06a	GHU	27-9-2006	-0.237	-0.316	0.363	0.202
	AG25v	AGE	27-5-1925	0.859	0.037	-0.559	0.054		HU29sp	GHU	19-7-1929	0.099	-0.008	-0.177	0.026
	AG26v	AGE	10-4-1926	0.842	0.107	-0.409	0.215		HU29sq	GHU	30-7-1929	0.295	0.043	-0.181	0.111
	AG28s	AGE	25-8-1928	0.540	-0.193	-0.480	-0.548		HU78as	GHU	9-11-1978	-0.793	-0.014	-0.406	-0.453
	AG75a	AGE	17-9-1975	-0.621	0.002	0.046	0.457	1	HU82as	GHU	1-10-1982	-0.841	-0.022	-0.382	-0.285
1	AG78a	AGE	9-11-1978	-0.504	-0.258	-0.206	0.008		HU86as	GHU	29-9-1986	-0.262	-0.121	0.317	0.412
1	AG82a	AGE	10-11-1982	-0.840	-0.067	-0.367	-0.399		KE18s	KEA	20-7-1918	0.614	-0.094	-0.251	0.168
1	AG86a	AGE	12-11-1986	-0.618	0.056	-0.272	0.149		KE73s	KEA	1-7-1973	-0.328	-0.084	0.186	0.181
1	AG90a	AGE	6-11-1990	-0.363	-0.216	0.009	0.256	1	KE77a	KEA	2-11-1977	-0.839	-0.082	-0.361	-0.439
1	AG94a	AGE	14-11-1994	-0.396	0.188	0.008	0.460		KE83v	KEA	8-5-1983	-0.756	-0.125	-0.335	-0.380
1	AG98a	AGE	16-11-1998	0.295	-0.330	0.287	0.140	1	KE86v	KEA	18-6-1986	-0.562	0.197	-0.377	-0.305
1	AG02v	AGE	14-5-2002	0.062	-0.206	0.116	0.530	1	KE90s	KEA	14-8-1990	-0.532	0.123	-0.324	-0.128
1	AG06a	AGE	2-11-2006	0.317	0.413	0.493	0.332	1	KE94s	KEA	9-8-1994	-0.295	0.343	-0.220	0.483
	DE17v	DEE	14-5-1917	-0.051	-0.007	-0.256	-0.413	1	KE98s	KEA	31-8-1998	-0.671	0.068	-0.283	0.009
1	DE83w	DEE	26-1-1983	-0.718	-0.327	0.028	-0.259	1	KE02s	KEA	8-8-2002	0.175	0.273	0.136	0.229
1	DE87s	DEE	11-8-1987	-0.814	-0.407	0.157	-0.301	1	KE06a	KEA	24-9-2006	-0.080	-0.404	0.333	0.198
1	DE94s	DEE	9-8-1994	-0.477	-0.117	0.019	0.024		KE94ss	KEA	9-8-1994	0.002	0.735	-0.165	0.329
1	DE98s	DEE	31-8-1998	-0.717	-0.209	0.133	-0.092		KE98ss	KEA	31-8-1998	-0.452	-0.063	-0.130	0.329
1	DE02s	DEE	8-8-2002	-0.104	-0.208	0.217	0.375		KB94ss	KEB	9-8-1994	-0.097	0.672	-0.047	0.067
1	DE06a	DEE	24-9-2006	-0.170	-0.585	0.127	-0.144		KC98ss	KEC	31-8-1998	-0.345	0.374	-0.256	0.497
	DI24s	DIE	21-8-1924	0.512	-0.024	-0.079	-0.164		KL62s	KLI	15-8-1962	0.563	-0.624	0.063	-0.121
	DI29v	DIE	8-6-1929	0.703	-0.053	-0.289	-0.212		KL24s	KLI	21-8-1924	0.763	-0.322	0.004	0.222
1	DI78a	DIE	14-11-1978	-0.236	0.445	-0.436	0.264		KL29v	KLI	8-6-1929	0.824	-0.265	-0.413	-0.068
1	DI82a	DIE	29-9-1982	0.052	0.640	0.514	-0.389		KL48v	KLI	20-5-1948	0.607	-0.348	-0.439	-0.307
1	DI86a	DIE	30-9-1986	0.275	0.122	0.571	-0.199		KL58v	KLI	30-5-1958	0.524	-0.361	-0.492	-0.507
1	DI90a	DIE	26-9-1990	0.196	0.082	0.487	-0.139		KL64v	KLI	7-5-1964	0.489	-0.301	-0.518	-0.539
1	DI94a	DIE	28-9-1994	0.431	0.395	-0.029	-0.468		KL72s	KLI	5-7-1972	0.242	0.229	-0.314	0.223
1	DI98a	DIE	29-9-1998	0.541	0.027	0.427	0.207	1	KL78a	KLI	14-11-1978	0.764	-0.406	-0.349	-0.321
1	DI02a	DIE	23-9-2002	0.369	0.263	0.163	0.049	1	KL82a	KLI	9-11-1982	0.798	-0.310	-0.128	-0.164
1	DI06a	DIE	28-9-2006	0.445	0.207	0.585	-0.298	1	KL86a	KLI	11-11-1986	0.769	-0.363	-0.068	-0.127
	EC33s	ECH	19-8-1933	0.420	0.191	-0.130	0.089	1	KL90a	KLI	7-11-1990	0.592	-0.518	0.030	-0.074
	EC60s	ECH	8-7-1960	-0.641	-0.058	-0.210	-0.092	1	KL94a	KLI	15-11-1994	0.708	-0.635	0.134	-0.086
1	EC78a	ECH	14-11-1978	-0.634	-0.028	-0.188	-0.204	1	KL98a	KLI	10-11-1998	0.778	-0.571	0.080	-0.157
1	EC82a	ECH	29-9-1982	-0.671	-0.007	-0.305	-0.281	1	KL02a	KLI	4-11-2002	0.771	-0.402	0.170	-0.247
1	EC86a	ECH	30-9-1986	-0.581	-0.212	-0.041	-0.058	1	KL06a	KLI	13-11-2006	0.768	-0.184	0.109	0.245
1	EC90a	ECH	26-9-1990	-0.597	0.038	-0.175	0.236		WO21s	MWO	4-8-1921	0.102	0.767	-0.243	0.078
1	EC94a	ECH	28-9-1994	-0.363	-0.220	-0.018	0.108		WO22s	MWO	21-8-1922	0.144	0.003	-0.038	-0.161
1	EC98a	ECH	29-9-1998	-0.294	0.131	0.150	0.240	1	WO78a	MWO	9-11-1978	-0.609	-0.073	0.029	-0.027
1	EC02a	ECH	23-9-2002	-0.248	-0.219	0.413	0.204	1	WO82a	MWO	1-10-1982	-0.160	0.272	0.279	0.118
1	EC06a	ECH	28-9-2006	0.131	-0.015	0.459	0.478	1	WO86a	MWO	29-9-1986	-0.185	0.351	0.373	0.086
	GE16v	GER	29-6-1916	0.404	-0.347	0.012	0.036	1	WO94a	MWO	27-9-1994	-0.069	0.049	0.545	-0.037
	GE18v	GER	19-6-1918	0.464	-0.469	-0.095	0.189	1	WO98a	MWO	30-9-1998	0.132	-0.042	0.408	-0.081
	GE18s	GER	23-7-1918	0.504	-0.506	-0.177	0.045	1	WO02a	MWO	25-9-2002	0.017	0.366	0.707	-0.462
	GE50a	GER	30-9-1950	0.180	-0.512	0.301	0.193	1	WO06a	MWO	27-9-2006	-0.244	0.117	0.807	-0.310
	GE51a	GER	30-9-1951	0.110	-0.167	0.124	-0.029		PO24s	POO	21-8-1924	0.212	0.198	0.033	0.296
	GE58a	GER	10-10-1958	0.048	0.064	0.205	0.542	1	PO78a	POO	14-11-1978	0.058	0.571	0.132	0.289
	GE60s	GER	29-7-1960	0.047	-0.427	0.263	0.141	1	PO86a	POO	30-9-1986	0.247	0.999	0.200	-0.308
	GE64a	GER	11-11-1964	-0.732	-0.153	-0.132	-0.179	1	PO90a	POO	26-9-1990	0.162	0.182	-0.159	-0.285
	GE65a	GER	13-10-1965	-0.840	-0.049	-0.246	-0.086	1	PO94a	POO	28-9-1994	0.212	1.018	0.216	-0.293
	GE73v	GER	16-6-1973	-0.775	-0.217	0.064	0.148	1	PO98a	POO	29-9-1998	0.289	0.977	0.102	-0.067
1	GE78a	GER	21-11-1978	-0.632	-0.190	-0.250	-0.168	1	PO02a	POO	23-9-2002	0.301	0.904	0.100	-0.174
1	GE82a	GER	9-11-1982	-0.571	0.140	-0.317	0.275	1	PO06a	POO	28-9-2006	0.225	0.990	0.156	-0.331
1	GE86a	GER	11-11-1986	-0.378	-0.163	-0.193	0.012		PO24ss	POO	21-8-1924	0.239	0.911	0.277	-0.521
1	GE90a	GER	7-11-1990	-0.233	-0.250	0.010	0.377		PO82as	POO	29-9-1982	0.256	0.851	0.012	-0.160
1	GE94a	GER	15-11-1994	-0.128	-0.081	0.522	0.000		PO86as	POO	30-9-1986	-0.381	0.627	0.271	-0.154
1	GE98a	GER	1-12-1998	0.189	-0.496	0.519	0.066		SC19v	SCH	19-6-1919	0.337	-0.133	-0.177	0.035
1	GE02a	GER	4-11-2002	0.208	-0.229	-0.148	-0.178		SC25s	SCH	29-7-1925	0.572	0.027	-0.355	0.266
1	GE04a	GER	7-11-2004	0.354	-0.251	0.046	-0.078		SC57a	SCH	16-10-1957	0.294	-0.506	-0.014	-0.273
1	GE06a	GER	13-11-2006	0.350	-0.216	0.069	-0.073		SC75a	SCH	2-9-1975	-0.557	0.001	-0.361	-0.279
	GE02as	GER	4-11-2002	0.411	-0.053	0.238	-0.061	1	SC78a	SCH	8-11-1978	-0.647	0.274	-0.477	0.248
	GE04as	GER	7-11-2004	0.437	-0.484	0.351	-0.079	1	SC82a	SCH	1-10-1982	-0.624	0.140	-0.263	0.017
	GE06as	GER	13-11-2006	0.275	0.207	0.457	-0.154	1	SC94a	SCH	27-9-1994	-0.357	-0.156	0.487	-0.205
	HU76sb	GHU	27-8-1976	-0.495	-0.069	-0.131	0.335	1	SC98a	SCH	30-9-1998	-0.354	-0.239	0.681	-0.351
	HU52vb	GHU	10-6-1952	-0.385	-0.171	0.300	0.308	1	SC02a	SCH	25-9-2002	-0.285	-0.009	0.538	-0.342
	HU86ab	GHU	29-9-1986	-0.629	-0.098	0.060	0.403	1	SC06a	SCH	27-9-2006	0.366	-0.080	0.646	-0.379