

# **Monitoring vennen 2000-2001**

**veranderingen van de verzuringstoestand**

## Monitoring vennen 2000-2001

### veranderingen van de verzuringstoestand

<b>in opdracht van</b>	Ministerie van Volksgezondheid en Milieu		
<b>uitvoering</b>	Dr. H. van Dam, ing. A. Mertens, drs. R. Jonker		
<b>namens opdrachtgever</b>	Ir. K.H. Sanders, drs. C.J. Sliggers		
<b>rapportnummer</b>	<b>code opdrachtgever</b>	<b>status</b>	
02.1725	200007260	Eindrapport	
<b>autorisatie</b>	<b>naam</b>	<b>paraaf</b>	<b>datum</b>
opgemaakt	Dr. H. van Dam		26-04-02
goedgekeurd	Dr. J.T. Meulemans		26-04-02

#### AquaSense

Kruislaan 411a  
 Postbus 95125  
 1090 HC Amsterdam  
 telefoon 020-5922244  
 telefax 020-5922249

Citeren als: AquaSense (2002). Monitoring vennen 2000-2001 veranderingen van de verzuringstoestand - In opdracht van : Ministerie van Volksgezondheid en Milieu.  
 Rapportnummer: 02.1725.

© AquaSense - Het copyright van deze notitie is nadrukkelijk voorbehouden aan AquaSense. Niets uit dit rapport mag op enigerlei wijze worden vermenigvuldigd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van AquaSense, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander doel dan waarvoor het is vervaardigd. Het is de opdrachtgever toegestaan vrijelijk kopieën van deze notitie te maken. Dit rapport is gedrukt op chloorvrij gebleekt papier. De omslag is gemaakt van PVC-vrije kunststof.

# Inhoud

Samenvatting en conclusies	1
1. Inleiding	5
2. Methode	7
2.1. Locaties .....	7
2.1.1. Ligging.....	7
2.1.2. Beïnvloeding en beheer .....	8
2.2. Bemonstering en analyse.....	10
2.2.1. Chemie.....	10
2.2.2. Kiezelwieren.....	11
2.3. Verwerking .....	11
2.3.1. Chemie en waterstand .....	11
2.3.2. Kiezelwieren.....	12
2.4. Depositie .....	13
3. Resultaten	15
3.1. Depositie .....	15
3.2. Kwaliteit sulfaat en nutriënten .....	17
3.2.1. Waarnemingen 1999-2001 .....	17
3.2.2. Langetermijnveranderingen .....	17
3.3. Kwaliteit kiezelwieren .....	19
3.3.1. Soortensamenstelling 2000-2001 .....	19
3.3.2. Langetermijnveranderingen .....	20
4. Literatuur	23

---

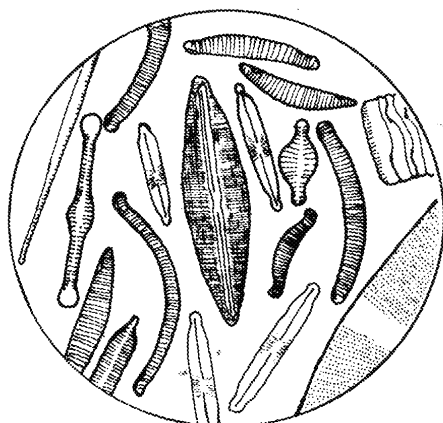
Bijlagen	25
Bijlage 1. Chemische analyses.....	27
Bijlage 2. Jaarkentallen.....	29
Bijlage 3. Analyses kiezelwieren.....	31

# Samenvatting en conclusies

De Nederlandse vennen zijn door hun oorspronkelijke voedselarmoede gevoeliger dan andere ecosystemen voor de effecten van grootschalige luchtverontreiniging. Dit komt tot uitdrukking 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. Daardoor zijn niet alleen karakteristieke soorten hogere planten, kikkers en libellen, maar ook bijzondere soorten lagere organismen, zoals sialgalen en kiezelwieren achteruitgegaan. Behoud van de venlevensgemeenschappen is vanwege hun waardevolle bijdrage tot de biodiversiteit ook internationaal van belang. Daarom zijn in veel vennen maatregelen getroffen om de karakteristieke soorten te doen overleven totdat de depositie beneden het kritische niveau is gedaald.

Er is vanuit het beleid behoefte aan informatie omtrent de huidige toestand van de Nederlandse vennen en de manier waarop deze zich gaat ontwikkelen bij verschillende depositiescenario's. Om deze ontwikkelingen 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.



Kiezelwieren onder het microscoop, circa 1000 × vergroot.

Van drie vennen zijn dergelijke meetreeksen van 1978 tot en met 1999 bekend. Daarnaast zijn er nog acht vennen die van 1978 tot en met 1998 extensief (elke vier jaar) zijn bemonsterd. Bovendien zijn er uit de periode 1916-1977 veel verspreide waterkwaliteitsgegevens van deze vennen. Het betreft gegevens over de chemische samenstelling van het water en de soortensamenstelling van kiezelwieren. Dat zijn microscopische algen, die sterk reageren op veranderingen in de waterchemie.

Dit rapport bevat de resultaten van de voortgezette metingen in 2000 en 2001 in de drie intensief bemonsterde vennen. Daarnaast worden de veranderingen in de kwaliteit tussen 1916 en 2001 zichtbaar gemaakt en in relatie gebracht met veranderingen in de depositie van verzurende en vermestende depositie.

Met betrekking tot de waterchemie zijn afzonderlijke kwaliteitsniveaus berekend voor sulfaat en ammonium (als belangrijke componenten van atmosferische depositie en belangrijke stoffen voor de biogeochemische cyclus in het water). Ammonium is tevens een voedingsstof voor planten. De vijf mogelijke kwaliteitsniveaus (zeer goed, goed, matig, ontoereikend, slecht) hangen af van de concentratie van de stoffen in het water. Kiezelwieren zijn in te delen in verzuringsindicatoren, doelsoorten en soorten uit voedselrijke en organisch verontreinigde wateren. Op grond van de onderlinge kwantitatieve verhoudingen van deze ecologische groepen zijn vijf kwaliteitsniveaus onderscheiden.

De onderzochte vennen vormen een goede doorsnede van de geïsoleerde vennen in Nederlandse natuurgebieden, die niet direct worden beïnvloed door aanvoer van meststoffen door landbouw, vogelkolonies en dergelijke. Er zijn verschillen in de chemische en biologische kwaliteit, die samenhangen met de geografische ligging (bodemgesteldheid, hoogte van de atmosferische depositie) en de morfologie (vorm en diepte).

Met betrekking tot sulfaat is er rond 1920 in het algemeen sprake van een goede toestand, die vooral in ondiepere vennen in gebieden met een hoge atmosferische depositie in de jaren zeventig en tachtig ontoereikend is geworden. Daarna heeft herstel plaatsgevonden, door een samenspel van afgenomen atmosferische depositie en toegenomen temperatuur en neerslag. In ondiepe vennen is vooral na droge zomers in de jaren negentig de toestand nog ontoereikend, door oxidatie van sulfiden in de drooggevallen oeverdelen. In 2000 en 2001 is de toestand van de intensief bemonsterde vennen weer goed tot zeer goed.

Voor ammonium is de toestand rond 1920 nog goed tot zeer goed, in de zeventiger en tachtiger jaren is deze ontoereikend tot slecht. Daarna vindt in een grillig patroon verbetering plaats, zo was de toestand in 1994 en 1998 beter dan in 1978, maar niet wezenlijk beter dan in 1982. In 2000 en 2001 varieert de toestand van de intensief onderzochte vennen tussen slecht en zeer goed, afhankelijk van de lokale depositie en de morfologie van de vennen.

De veranderingen in de soortensamenstelling lijken vooral te worden bepaald door veranderingen in de sulfaatconcentraties en in mindere mate door veranderingen van de ammoniumconcentraties, hoewel het zeer goed denkbaar is dat zeer recente veranderingen in de soortensamenstelling op sommige locaties mede worden veroorzaakt door dalende ammoniumconcentraties. In het algemeen is de biologische kwaliteit in het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw goed en in de zeventiger en

tachtiger jaren matig of ontoereikend. Daarna vindt herstel plaats totdat eind negentiger jaren een matige tot goede toestand wordt bereikt.

Bij verdere afname van zwavel- en stikstofbelasting mag een verdere verbetering van de chemische en biologische toestand van de vennen worden verwacht. Deze verbetering zal worden bevorderd door een toename van de omzetsnelheden bij stijging van de temperatuur. Een toename van de frequentie van droge zomers kan daarbij schadelijk zijn. Voor kwantitatieve onderbouwing van deze uitspraken zijn modelberekeningen noodzakelijk.





# 1. Inleiding

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 ecosysteem (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, maar ook de overigens zeldzame soorten van bijvoorbeeld kiezelwieren (diatomeeën) en sialgen (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 Opstal & Schaap 1995, Projectteam OBN 1996). Doordat de Nederlandse vennen in het centrum van het verspreidingsgebied van een aantal karakteristieke soorten planten ligt is het behoud van deze soorten ook internationaal van betekenis (Verkaar e.a. 1992).

Vanuit het beleid is er daarom behoefte aan meer informatie omtrent de huidige toestand van de Nederlandse vennen en de manier waarop deze zich gaat ontwikkelen bij verschillende depositiescenario's. De huidige toestand van een groot aantal vennen is in beeld gebracht door Arts e.a. (2002). Om de ontwikkeling van de toestand van de vennen bij verschillende depositiescenario's te kunnen inschatten zijn van enkele representatieve vennen homogene meetreeksen nodig. Hiermee kunnen modellen worden ontwikkeld en extrapolaties naar de toekomst worden gedaan.

Van enkele vennen zijn dergelijke meetreeksen van 1979 tot en met 1994 bekend (Van Dam e.a. 1996). Tevens zijn er data van regionale waterbeheerders uit de periode 1995 tot en met 1998 die in deze reeksen zijn ingepast (AquaSense 1999). Het gaat om de locaties Achterste

Goorven (Noord-Brabant), Gerritsfles (Veluwe) en Kliplo (Drenthe). In 2000 zijn de metingen op de laatste twee locaties voortgezet in opdracht van de regionale waterbeheerders. Daarnaast zijn er 8 vennen die van 1978 tot en met 1998 elke vier jaar zijn bemonsterd (AquaSense 1995, 1999).

Dit rapport bevat de resultaten van de metingen op de drie genoemde locaties in 2001 en metingen van november 2000 uit het Achterste Goorven. De veranderingen in de kwaliteit van de drie intensief bemonsterde vennen en de acht vierjaarlijks bemonsterde vennen wordt zichtbaar gemaakt en in relatie gebracht met veranderingen in de depositie van verzurende en vermestende depositie.

## 2. Methode

### 2.1. Locaties

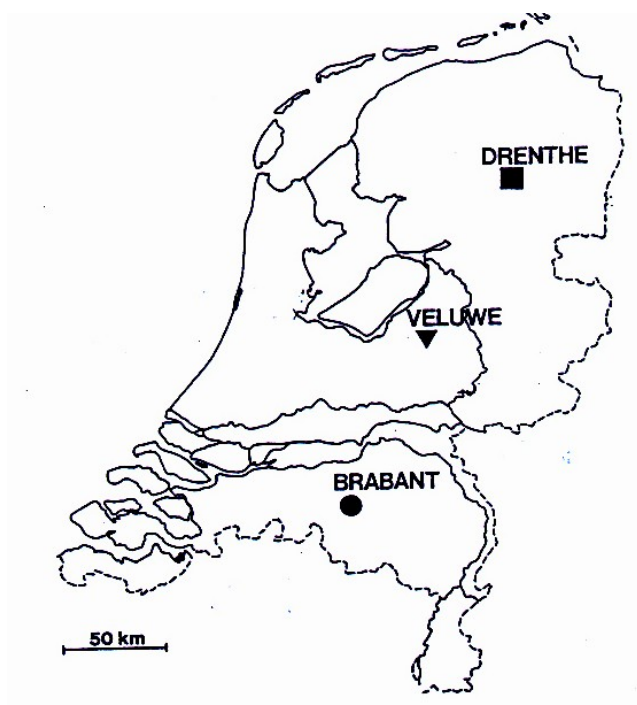
#### 2.1.1. Ligging

De bemonsterde vennen zijn aangegeven in Tabel 2.1. In 2000 en 2001 zijn elk kwartaal bemonsteringen verricht in de intensief onderzochte vennen. Van de extensief onderzochte vennen zijn alleen gegevens bewerkt van vroegere bemonsteringen.

In Figuur 1 is de verspreiding van de vennen over Nederland weer-gegeven. Alle onderzochte Drentse vennen liggen bij Dwingeloo en Ruinen, alle bezochte Brabantse vennen bij Oisterwijk en Boxtel. De Veluwse vennen liggen tussen Apeldoorn en Ede.

Tabel 1. Overzicht van de bemonsteringslocaties.

Bemonstering	Ven	Regio	Opp. (ha)	Max. diepte (m)	X-coord.	Y-coord
intensief	Achterste Goorven	Brabant	2.4	1.9	142.98	37.23
	Kliplo	Drenthe	0.5	1.1	225.84	539.10
	Gerritsfles	Veluwe	6.8	1.2	184.48	463.60
extensief	Diepveen	Drenthe	0.8	1.2	225.95	537.30
	Poort 2	Drenthe	0.02	1.3	225.45	538.53
	Echtnerzand	Drenthe	0.2	>1	222.65	526.56
	Deelense Was	Veluwe	0.5	1.3	187.25	456.15
	Kempesfles	Veluwe	0.9	1.0	182.67	461.84
	Groot Huisven	Brabant	3.4	1.7	146.35	398.75
	Middelste Wolfspuiven	Brabant	0.7	0.6	143.38	398.53
	Schaapsven	Brabant	1.6	1.0	139.22	396.68



Figuur 1. 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 Wolfspuiven, Schaapsven.

### 2.1.2. Beïnvloeding en beheer

De omgeving, landschapsgeschiedenis, hydrologie en vegetatie van de drie intensief bemonsterde vennen (Figuren 2-4) 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 19<sup>e</sup> 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 niet meer door direct menselijk ingrijpen beïnvloed. Daarvoor zijn ze soms gebruikt om te zwemmen of om schapen in te wassen.

De omgeving, landschapsgeschiedenis, hydrologie en vegetatie van de acht extensief bemonsterde vennen zijn in eerdere rapportages uitvoerig aan de orde geweest en samengevat in AquaSense (1999). Ter bestrijding van verdroging is in het Diepveen sinds 1985 de waterstand in diverse fasen opgezet, in het ven in het Echtenerzand is dat geschied sinds 1990. Tussen 1995 en 1998 zijn er maatregelen bij de Kempesfles uitgevoerd: er zijn bomen langs de oever gerooid, de oevers zijn opgeschoond en de wilde zwijnen zijn uitgerasterd. De omgeving van het Groot Huisven wordt sinds ca 1988 door koeien begraasd en er rusten veel ganzen. Het Middelste Wolfspuiven werd in 1997 en 1998 beïnvloed door opgepompt grondwater. Het Schaapsven is een rommelig ven, waar soms vuil wordt gestort, dat door de beheerder dan weer wordt verwijderd. De overige vennen zijn, voor zover bekend, na 1968 niet meer door direct menselijk ingrijpen beïnvloed. In vroeger jaren zijn ze soms gebruikt om te zwemmen of om schapen in te wassen.



Figuur 2. Achterste Goorven, 7 november 2000. ● = monsterpunt.



Figuur 3. Gerritsfles, 6 november 2000



Figuur 3. Kliplo, 6 november 2000. ● = monsterpunt.

## 2.2. Bemonstering en analyse

De bemonstering heeft plaatsgevonden volgens het schema van Tabel 2. In de meeste tot nu toe onderzochte jaren vond de bemonstering rond de tiende dag van de genoemde maanden plaats. Vanwege de mond- en klauwzeerepidemie werd de voorjaarsbemonstering van Kliplo en Achterste Goorven bijna twee weken verschoven en die van de Gerritsfles bijna een maand.

Een kiezelwierenmonster uit het Achterste Goorven, dat in mei 2000 was genomen werd eveneens geanalyseerd.

Het waterpeil is afgelezen van de in de vennen geplaatste peilschalen en er is op gelet welke veranderingen en beheer en landschap sinds de vorige bemonsteringen hebben plaatsgevonden.

Tabel 2. Overzicht van de in het kader van dit project uitgevoerde bemonsteringen in 2000 en 2001.

Jaar	Maand	Acht. Goorven		Gerritsfles		Kliplo	
		chem	diat	chem	diat	chem	diat
2000	nov	x	x				
2001	feb	x		x		x	
2001	mei	x	x			x	x
2001	jun			x	x		
2001	aug	x		x		x	
2001	nov	x	x	x	x	x	x

### 2.2.1. Chemie

#### Eigen veldonderzoek

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 °C gemeten met een vloeistofthermometer. Het elektrisch geleidingsvermogen (bij 25 °C) en de pH zijn gemeten met WTW-veldmeters met voor de pH een speciale LC-elektrode voor wateren met een lage geleidbaarheid, zoals beschreven in AquaSense (1995).

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 zijn binnen 48 uur na monsternamen afgeleverd bij het laboratorium van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WMN), dat vanaf april 2001 werd voortgezet als laboratorium van Hydron Advies en Diensten. Daar werd onmiddellijk na ontvangst een begin gemaakt met de analyses volgens standaardvoorschriften (meestal NEN).

#### Veldonderzoek derden

Bij het Zuiveringsschap Drenthe (t/m 1999), het Waterschap Reest en Wieden (vanaf 2000) en bij het Waterschap Veluwe werden gegevens opgevraagd van chemische bemonsteringen van respectievelijk Kliplo uit 1999 en 2000 en Gerritsfles uit 1999 t/m 2001 (zie ook AquaSense 2001a,b, 2002). Het Zuiveringsschap Drenthe voerde de analyses uit in eigen beheer. Het Waterschap Reest & Wieden besteedde de analyses uit aan het Waterschap Groot Salland. De chemische analyses werden door het Waterschap Veluwe tot en met juli 2000 in eigen beheer verricht. Daarna werden deze uitbesteed aan het laboratorium van het Waterschap Groot Salland.

Bij de medewerkers van de Vereniging Natuurmonumenten (L. de Bruijn, Tilburg) en Staatsbosbeheer (A. Henckel, 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.

## 2.2.2. Kiezelwieren

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. 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.

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 80° C in waterstofperoxide 30%. Na herhaald spoelen in water werden preparaten vervaardigd door inbedden in Naphrax.

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

## 2.3. Verwerking

### 2.3.1. Chemie en waterstand

#### Harmonisatie

De gegevens werden door de diverse laboratoria in verschillende eenheden en formats gerapporteerd. Ze werden geconverteerd naar het standaardformat zoals in de tabel van Bijlage 1, dat overeenkomt met het format dat al eerder is gebruikt (Van Dam e.a. 1996, AquaSense 1999). De concentraties van stoffen werden hiertoe omgerekend naar mmol/m<sup>3</sup>. Waarnemingen beneden de detectiegrens werden op de helft hiervan gesteld.

Als er geen rechtstreekse metingen van HCO<sub>3</sub> zijn is deze berekend uit het M-getal (Waterschap Veluwe). Overigens zijn de HCO<sub>3</sub>-waarden weer omgerekend naar alkaliniteit. Na uitvoerige controles met ionenbalansen en visuele inspectie zijn enkele waarden die door laboratoria zijn aangeleverd gecorrigeerd of weggelaten. Ook werden enkele extern opgegeven waterstandsgegevens gecorrigeerd.

#### Verwerking

Van enkele sleutelvariabelen uit de intensief bemonsterde vennen, werden, ook van vroegere jaren, medianen berekend. Van de extensief bemonsterde vennen werden de beschikbare gegevens over sulfaat, ammonium en chloride geclassificeerd in de jaren 1978, 1982, 1986, 1990, 1994 en 1998. Soms zijn gegevens van een jaar vroeger of later dan het aangegeven jaar gebruikt. De sulfaat- en nutriëntenconcentraties werden beoordeeld volgens de indelingen van de Tabellen 3 en 4.

Tabel 3. Indeling in kwaliteitsklassen naar het sulfaatgehalte volgens Arts & Van Dam (2002).

Categorie	Sulfaatgehalte		Klasse	Oordeel	Kleur
	mg/l	mmol/m <sup>3</sup>			
Zeer sulfaatarm	<5	<52	1	zeer goed	blauw
Matig sulfaatarm	5 - 10	52 - 104	2	goed	groen
Matig sulfaatrijk	10 -20	104 - 208	3	matig	geel
Zeer sulfaatrijk	20 - 50	208 - 520	4	ontoereikend	oranje
Extreem sulfaatrijk	> 50	> 520	5	slecht	rood

Tabel 4. Indeling in kwaliteitsklassen naar de nutriëntenconcentratie volgens Arts & Van Dam (2002).

Categorie	Ammoniumgehalte		Klasse	Oordeel	Kleur
	mg/l N	mmol/m <sup>3</sup>			
Zeer voedselarm	< 0.1	< 7.1	1	zeer goed	blauw
Matig voedselarm	0.1 - 0.2	7.1 - 14.2	2	goed	groen
Matig voedselrijk	0.2 - 0.5	14.2 - 35.7	3	matig	geel
Zeer voedselrijk	0.5 - 1.0	35.7 - 71.4	4	ontoereikend	oranje
Extreem voedselrijk	> 1.0	> 71.4	5	slecht	rood

## 2.3.2. Kiezelwieren

Alle soorten uit de monsters zijn ingedeeld in ecologische groepen volgens Tabel 5. De gegevens van de individuele soorten werden ontleend aan Van Dam & Arts (1993) en aan latere rapportages met betrekking tot diatomeeën in vennen (AquaSense 1996, 1999).

Tabel 5. Indeling in ecologische groepen naar Van Dam & Arts (1993)

Afkorting	Omschrijving	Toelichting
X	Verzuringsindicator	Het kiezelwier <i>Eunotia exigua</i>
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	<i>Achnanthes minutissima</i>	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

Per monster werd berekend welk percentage van de getelde individuen tot de vermelde ecologische groepen behoorde. Voor elk ven werd per jaar het gemiddelde percentage per ecologische groep berekend. Aan de hand van de relatieve verdeling van de ecologische groepen uit Tabel 5 is door Arts e.a. (2002) een kwaliteitsindex berekend. Eerst worden



punten toegekend op grond van de aandelen van verzuringsindicatoren, trofie- + storingsindicatoren en doelsoorten, volgens Tabel 6.

Tabel 6 Toekennen van punten voor kwaliteitsbeoordeling aan percentages ecologische klassen van kiezelwieren.

Punten	Percentages van het totaal aantal getelde exemplaren		
	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

Per locatie is als kwaliteitsindex het gemiddelde puntenaantal voor elk van deze drie indicatoren berekend. Aan dit gemiddelde is de kwaliteitsomschrijving gekoppeld volgens Tabel 7.

Tabel 7. Kwaliteitsomschrijving met kiezelwieren aan de hand van het gemiddelde puntenaantal van de indicatoren uit Tabel 6.

Gemiddelde score	Klasse	Oordeel	Kleur
1.0 - 1.5	1	zeer goed	blauw
1.5 - 2.5	2	goed	groen
2.5 - 3.5	3	matig	geel
3.5 - 4.0	4	ontoereikend	oranje
4.0 - 4.5	5	slecht	rood

## 2.4. Depositie

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).

Er zijn van de depositie op de onderzochte vennen geen homogene meetreeksen over de onderzoeksperiode van 1978 tot 2001. Daarom is gebruik gemaakt van metingen van de regenwatersamenstelling op de dichtstbijzijnde stations van het landelijk meetnet regenwaterkwaliteit van het RIVM. Voor Kliplo en de overige Drentse vennen is het station Witteveen gebruikt. Voor de Gerritsfles was het station Deelen, dat tot 1985 functioneerde, zeer geschikt. Sinds 1992 is op de Veluwe het station Speulde operationeel. Vanwege het gat in deze reeks en de onbekende vergelijkbaarheid van de stations zijn daarom als benadering voor de trend bij de Gerritsfles de waarnemingen bij De Bilt gebruikt. Voor de samenstelling van de neerslag op het Achterste Goorven en andere Brabantse vennen zijn de gegevens van Gilze-Rijen gebruikt.

Voor de periode 1978-1988 zijn is voor de componenten sulfaat, nitraat en ammonium de jaarlijkse depositie berekend door de hoeveelheid

neerslag te vermenigvuldigen met de gewogen gemiddelden van de maandelijkse concentraties, zoals deze zijn gepubliceerd in de verslagen van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling (KNMI/RIV(M)-1980-1989). Voor de periode 1988-2000 zijn deze berekend uit de ongepubliceerde gegevens die hieromtrent door het RIVM ter beschikking zijn gesteld. De zelf hieruit berekende concentraties voor het jaar 1988 vertoonden geen of slechts minieme afwijkingen ten opzichte van de gepubliceerde waarden.

Er dient te worden aangetekend dat er in het landelijk meetnet regenwatersamenstelling tot en met 1987 open neerslagvangers zijn gebruikt. Vanaf 1988 is gebruik gemaakt van 'wet-only'-neerslagvangers. De deksels van deze trechters zijn alleen open bij regenval en vangen dus minder droge depositie in dan de open vangers.

## 3. Resultaten

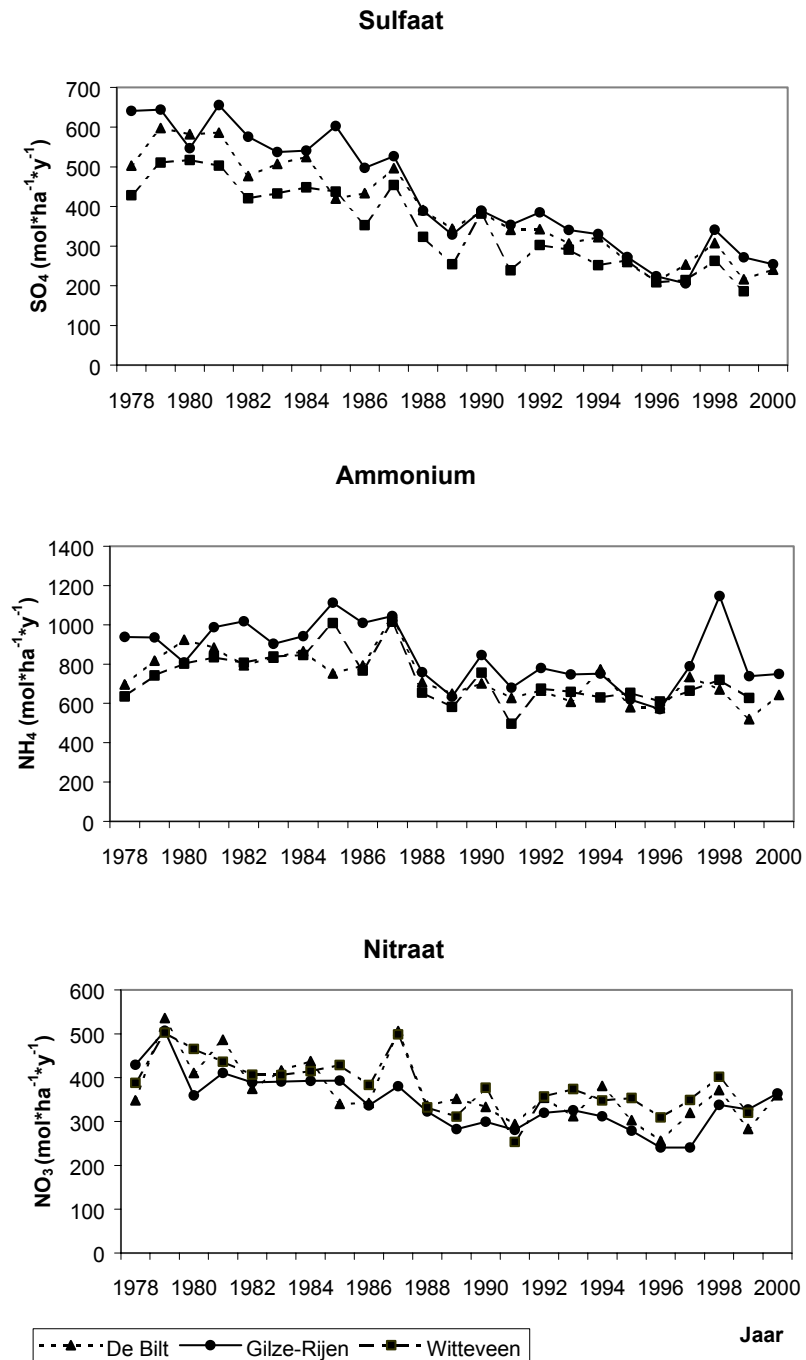
### 3.1. Depositie

In Figuur 6 zijn de veranderingen van de natte depositie op de neerslagstations weergegeven. Deze gegevens 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 daar deze behalve van de samenstelling van de neerslag ook nog afhankelijk is van andere factoren, zoals de mate van expositie aan de wind (aan- of afwezigheid van bos).

Daarom zijn de gegevens uit Figuur 6 in eerste instantie alleen geschikt om trends aan te geven.

Voor sulfaat is de natte depositie tussen 1978 en 2000 meer dan gehalveerd. In Noord-Brabant (Gilze-Rijen) is er een afname van ca 650 tot 300 mol h<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>. Daar is de depositie nog steeds hoger dan in het midden van het land, waar de depositie is afgenomen van 600 tot 250 mol h<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>. In Drenthe (Witteveen) is er een afname van ca 500 tot 200 mol h<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>. De afname verloopt ongeveer lineair, hoewel het erop lijkt dat er na 1987 een wat meer plotselinge afname is, wellicht door verandering van het type neerslagvanger. In de loop der tijd zijn de verschillen tussen de regio's kleiner geworden.

Voor ammonium is de afname van de depositie veel geringer dan voor sulfaat. In Noord-Brabant is er een afname van ca 1000 tot 800 mol h<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>. Daar is de depositie nog steeds hoger dan in het midden en noorden van het land, waar de depositie is afgenomen van 800 tot 600 mol h<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup>. De afname verloopt ongeveer lineair, hoewel het erop lijkt dat er na 1987 een wat meer plotselinge afname is, wellicht door verandering van



Figuur 5. Veranderingen van de natte depositie op enkele neerslagstations (KNMI-RIV-RIVM 1979-1988 en ongepubliceerde gegevens RIVM).

het type neerslagvanger. In de loop der tijd zijn de verschillen tussen de regio's kleiner geworden.

De depositie van nitraat neemt op alle stations gelijkmatig af van ongeveer 450 mol h<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup> bij het begin van de waarnemingen tot ca 350 mol h<sup>-1</sup> j<sup>-1</sup> in de laatste jaren.

## 3.2. Kwaliteit sulfaat en nutriënten

### 3.2.1. Waarnemingen 1999-2001

De analyseresultaten van de in het kader van dit project geanalyseerde monsters zijn vermeld in Bijlage 1. Daarin zijn ook door derden geanalyseerde kwartaalmonsters vermeld, indien dit noodzakelijk is voor het verkrijgen van een continue reeks.

Uit het Achterste Goorven is voor het jaar 2000 slechts één volledig monster beschikbaar.

De monsters uit de Gerritsfles van eind 1999 en begin 2000 zijn onregelmatig of niet op de vooraf afgesproken data genomen. In monsters uit de Gerritsfles die zijn genomen door het Waterschap Veluwe en door dit waterschap of door het Waterschap Groot Salland zijn geanalyseerd ontbreken vaak parameters, zoals aluminium, waardoor de ionenbalans niet sluit. Bij de overgang van de analyses naar Groot Salland is een aantal kationen letterlijk in het water gevallen. Ook de ionenbalans van de monsters uit 2001, die door WMN-Hydron zijn geanalyseerd sluit niet goed: er is een anionenoverschot van 13-21%. De betreffende monsters zijn zeer ionenarm, waardoor er relatief grote fouten gemaakt kunnen zijn bij de verschillende bepalingen. Het kan heel goed zijn dat de organische anionen hier dubbel worden geteld, doordat ze ook kunnen zijn inbegrepen bij de alkaliniteit (titratie van zwakke zuren).

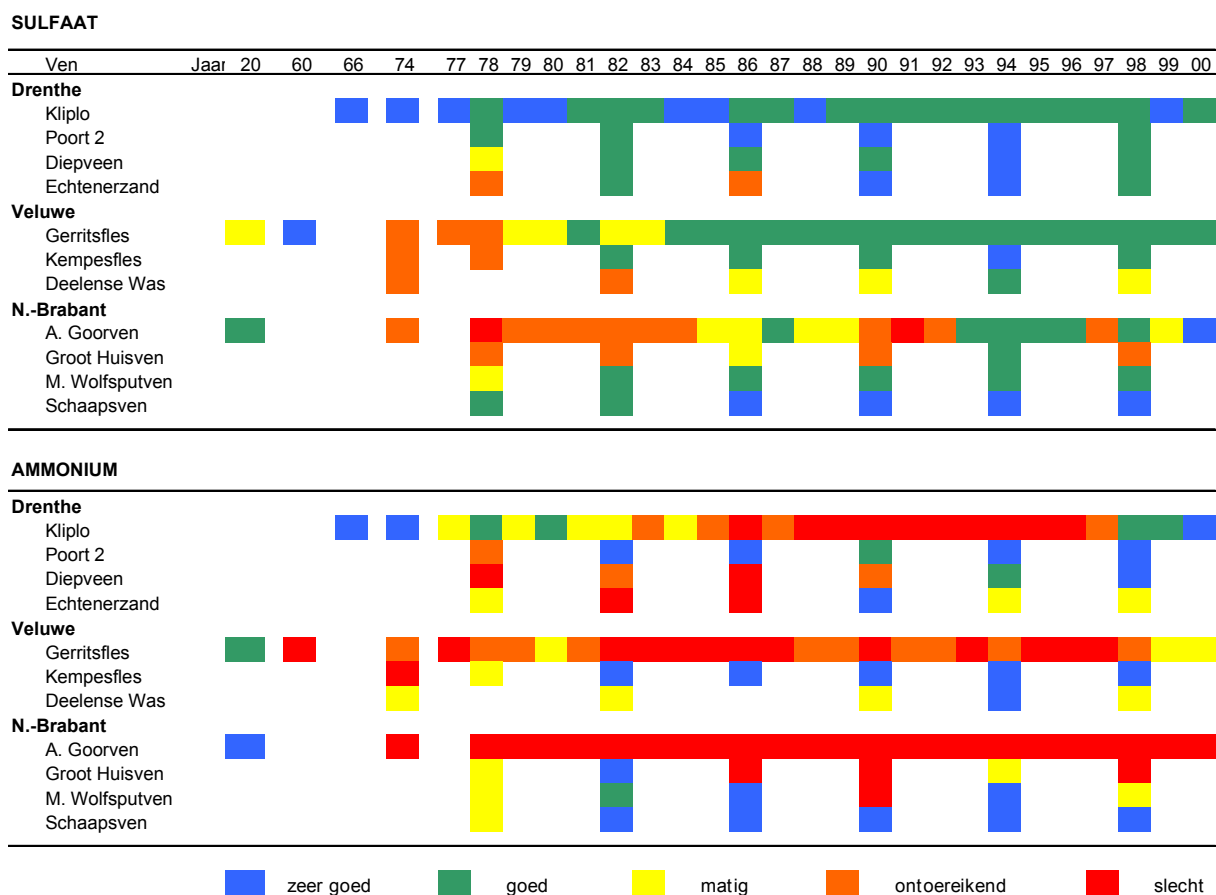
Van Kliplo zijn er uit 1999 slechts 2 volledige analyses. Het novembermonster van dit jaar heeft een zeer hoog kationenoverschot, dat waarschijnlijk wordt veroorzaakt doordat het vele ijzer in dit monster niet geheel als ion, maar als complex voorkomt. In 2000, vlak na de herindeling van de waterschappen in Noord-Nederland en de overgang naar het laboratorium van Groot Salland zijn de monsters niet op de afgesproken data genomen en zijn ook niet alle parameters bepaald, met name ijzer en aluminium, hetgeen in sommige monsters leidt tot een (te) hoog anionenoverschot. De monsters van 2001 hebben redelijk tot zeer goed sluitende ionenbalansen.

### 3.2.2. Langetermijnveranderingen

De mediane waarden van sulfaat en ammonium per jaar zijn vermeld in Bijlage 2. Ammonium staat hier voor de nutriëntenconcentratie in het algemeen, daar van totaal-stikstof en totaal-fosfaat onvoldoende langetermijngegevens aanwezig zijn. Daarnaast is ammonium indicatief voor verzuring, daar bij nitrificatie protonen worden geproduceerd. In verzuurde vennen is de nitrificatie vaak geremd. In Bijlage 2 zijn ook de mediane chlorideconcentratie en de afwijking van de laagste waterstand van gemiddeld laagste waterstand opgenomen, om een indicatie te hebben van de invloed van droge en natte perioden op de kwaliteit en kwantiteit van het venwater. De veranderingen van de kwaliteitsklassen in de loop der tijd zijn weergegeven in Figuur 6.

#### Sulfaat

Met betrekking tot sulfaat zijn er duidelijke verschillen tussen de intensief onderzochte locaties. Daarop zijn deze vennen trouwens ook geselecteerd bij de aanvang van het langetermijnonderzoek in 1979, na het verkennend onderzoek in 1978 (Van Dam e.a. 1981). In het ven Kliplo is de sulfaatconcentratie voortdurend laag. In de Gerritsfles was de sulfaatconcentratie rond 1920 niet echt laag en de kwaliteit slechts matig. De oorzaak hiervan is niet duidelijk. In de vijftiger jaren werden



Figuur 6. Overzicht van de veranderingen van de waterkwaliteit in de onderzocht vennen tussen 1919 en 2001 aan de hand van sulfaat en ammoniumstikstof in oppervlaktewater. Vanaf 1977 zijn exact de bemonsterde jaren aangegeven. De jaartallen voor 1977 zijn soms gemiddelden van perioden.

er lage concentraties sulfaat vastgesteld, die in de zeventiger jaren sterk zijn verhoogd, toen de atmosferische depositie zeer hoog was en er een aantal droge jaren (1976!) optrad, waardoor sulfidenoxidatie uit het sediment werd bevorderd (Van Dam 1988). In de jaren daarna is een geleidelijk herstel opgetreden, als gevolg van de daling van de depositie en het optreden van nattere jaren. Het Achterste Goorven heeft van de drie intensief onderzochte vennen de geringste gemiddelde diepte en in of na drogere jaren, zoals 1989-1990 en 1997 vallen grotere delen van de oevers droog, waar sulfidenoxidatie plaatsvindt, hetgeen tot hoge sulfaatconcentraties in het water en dus een kwaliteitsverslechtering leidt. Door de gemiddeld hoge temperaturen van de late jaren negentig vindt een snel herstel plaats. De kwaliteit verbeterde verder door de warme en tevens (zeer) natte jaren 2000 en 2001.

Door de tijd heen reflecteren de veranderingen in de drie intensief onderzochte vennen de veranderingen in de extensief onderzochte vennen goed. In het algemeen hebben de vennen in de jaren zeventig een matige tot slechte kwaliteit, die zich vervolgens over de hele linie verbetert: in 1994 waren er met betrekking tot sulfaat geen vennen met onvoldoende kwaliteit. Na 1994 is er in sommige vennen weer een afname van de kwaliteit door droogte.

Tussen de regio's zijn verschillen: in Drenthe, met de geringste depositie van atmosferisch zwavel, is de toestand gemiddeld beter dan

## Ammonium

op de Veluwe, en daar weer beter dan in Noord-Brabant, waar ook de depositie het hoogst is. Binnen elk van deze regio's zijn verschillen tussen de vennen, die waarschijnlijk te maken hebben met de vorm en diepte van de vennen, de hydrologie en de aard van de omgeving.

Er zijn duidelijke verschillen tussen de intensief onderzochte locaties, maar deze zijn minder uitgesproken dan bij sulfaat. In Kliplo is de toestand in de jaren zestig tot het midden van de jaren zeventig nog zeer goed, maar daarna treedt een verslechtering in, totdat de kwaliteit eind jaren tachtig tot het midden van de jaren negentig slecht wordt. Daarna treedt een snelle verbetering op tot het niveau 'zeer goed' in het jaar 2000. De toestand is echter nog niet stabiel: in 2001 was de toestand 'matig'. In oude monsters van de Gerritsfles is de concentratie van ammoniumstikstof laag, hetgeen op een goede toestand wijst. Al in de jaren zestig is de toestand zeer verslechterd. Er zijn episodes met wat lagere concentraties, zoals rond 1980, maar een definitieve kwaliteitsverbetering lijkt pas vanaf 1998-1999 op te treden: in 2000 wordt voor het eerst een goede toestand bereikt, waarschijnlijk door een samenspel van verminderde depositie, hoge temperaturen en hoge watertanden, die gunstig zijn voor nitrificatie en denitrificatie. In het Achterste Goorven was de toestand rond 1920 zeer goed. Daarna zijn zeer lang geen metingen verricht, tot 1978. Toen werd een slechte toestand geconstateerd, die tot in 2001 voortduurt. Toch dalen de ammoniumconcentraties in dit ven vanaf 1997 zeer snel (Bijlage 5). In 2001 was een 'verbetering' van de toestand 'slecht' naar 'ontoereikend' niet ver meer weg.

Door de tijd heen reflecteren de veranderingen in de drie intensief onderzochte vennen de veranderingen in de extensief onderzochte vennen goed. In het algemeen hebben de vennen in de jaren zeventig een matige tot slechte kwaliteit, die zich vervolgens in een grillig patroon over de hele linie verbetert: de grootste sprong was tussen 1978 en 1982.

De verschillen tussen de regio's zijn onduidelijk. In sommige jaren, zoals 1982, scoort Drenthe lager dan Noord-Brabant, in andere jaren, zoals 1990 is dit juist andersom.

## 3.3. Kwaliteit kiezelwieren

### 3.3.1. Soortensamenstelling 2000-2001

De resultaten van de in het kader van dit project geanalyseerde monsters zijn vermeld in Bijlage 3. De soortensamenstelling komt in hoofdzaak overeen met die in de negentiger jaren, maar er zijn enkele verschillen.

In Kliplo zijn de hoeveelheden van de doelsoorten *Anomoeoneis vitrea* var. *lanceolata*, *Navicula parasubtilissima* en *N. leptostriata* afgenomen, ten gunste van de iets minder bijzondere doelsoorten *Eunotia naegelii* en *Tabellaria flocculosa*. Daarnaast treedt de storingsindicator *Nitzschia paleaformis* voor het eerst sinds 1989 hier weer met enkele

exemplaren op. Deze veranderingen kunnen een voorbode zijn van verslechtering van de biologische kwaliteit.

In de Gerritsfles is de doelsoort *Navicula parasubtilissima* vooral vanaf 1999 gaan optreden. Deze is in de plaats gekomen van de triviale soort *Eunotia rhomboidea*. Deze veranderingen duiden op een vooruitgang van de kwaliteit.

De soortensamenstelling van het Achterste Goorven vertoont een dynamisch karakter, samenhangend met de veranderingen in de waterchemie. In 1998 is de hoeveelheid van de *Eunotia exigua* sterk afgenomen en in 1999 nam deze soort weer enigszins toe. Afname van *E. exigua* gaat hier gepaard met toename van de triviale soorten *E. incisa* en *E. rhomboidea* en omgekeerd.

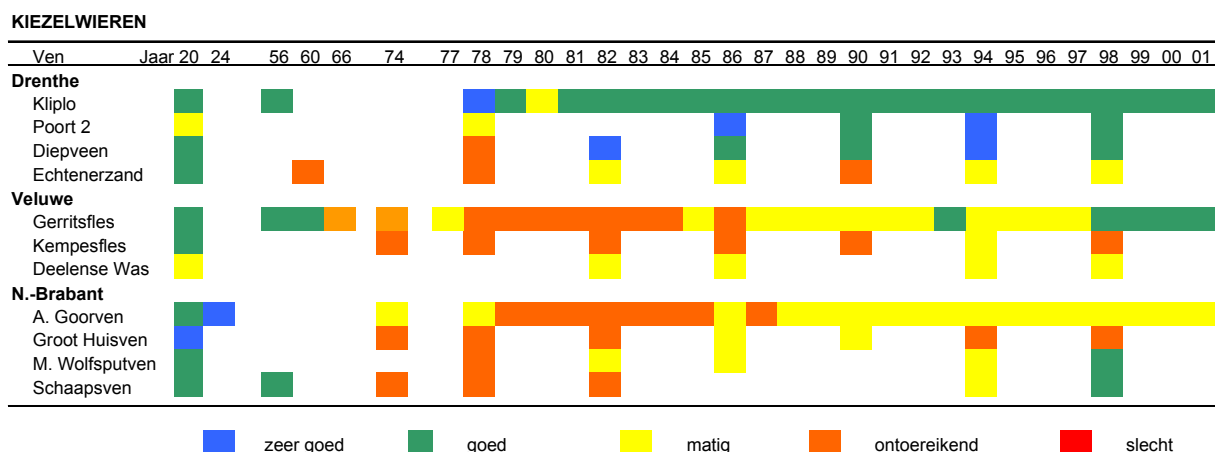
### 3.3.2. Langetermijnveranderingen

De voor de berekening van de kwaliteitsscore benodigde parameters van alle beschikbare monsters sinds 1916 zijn vermeld in Bijlage 2. Op grond van de laatste kolom in deze bijlage zijn door omrekening met Tabel 7 de kwaliteitsklassen vastgesteld. De kwaliteitsklassen zijn weergegeven in Figuur 7. Evenals dat voor de waterchemie het geval is zijn er duidelijke verschillen tussen de locaties.

In Kliplo is de soortensamenstelling tussen 1924 en 2001 relatief stabiel, waardoor de kwaliteit vrijwel constant is. Doordat er veel doelsoorten zijn is de waterkwaliteit meestal goed. Alleen in 1978 en 1980 zijn er afwijkingen naar respectievelijk zeer goed en matig. Dit kan te hebben met een afwijkende plaats in het ven in deze jaren, maar ook met het feit dat er in elk van die jaren maar één monster is geanalyseerd, tegen 2 in de meeste overige jaren en/of perioden. De goede kwaliteit lijkt vooral te worden veroorzaakt door de bufferende werking van sulfaatreducerende processen en de mede daardoor voortdurend lage sulfaatgehalten en in mindere mate door de stikstofhuishouding.

De langetermijnveranderingen in de Gerritsfles zijn een schoolvoorbeeld van de trits evenwicht – storing – herstel. In het begin van de 20e eeuw waren er veel doelsoorten en was de kwaliteit goed, tot aan ongeveer 1960, toen de verzuring door atmosferische depositie zijn tol eiste. Deze kwam vooral tot uiting na het extreem droge jaar 1959, toen een groot deel van het ven uitdroogde. Vooral in de tachtiger jaren was de toestand ontoereikend. Daarna is geleidelijk herstel opgetreden. Na een incidenteel goed jaar in 1993 is er sinds 1998 sprake van een voortdurend goede toestand. Dat wil niet zeggen dat hiermee de situatie exact hetzelfde is als rond 1920. Een zeer kritische doelsoort als *Eunotia intermedia* kwam toen nog algemeen voor. Deze soort is thans verdwenen en vervangen door een minder veeleisende doelsoort als *E. naegelii*. Het herstel loopt primair parallel met de afname van de sulfaatconcentraties. Het weer veelvuldig optreden van een doelsoort als *Navicula parasubtilissima* vanaf 1999 kan worden veroorzaakt door de afname van ammoniumstikstof.





Figuur 7. Overzicht van de veranderingen van de waterkwaliteit in de onderzochte vennen tussen 1916 en 2001 aan de hand van de kiezelwieren. Vanaf 1977 zijn exact de bemonsterde jaren aangegeven. De jaartallen voor 1977 zijn soms gemiddelden van perioden.

In het Achterste Goorven was de kwaliteit in 1919 en 1920 goed. Na het zeer droge jaar 1921 (toen een groot deel van de venbodem droogviel) was de kwaliteit zelfs zeer goed: kennelijk waren er in de bodem nog onvoldoende sulfiden geaccumuleerd om te leiden tot een sterke verzuring bij oxidatie van het sediment. In het monster van 1975 zijn de verzuringsindicatoren al flink toegenomen, waardoor de kwaliteit dan slechts matig is. In de tachtiger jaren was de toestand ontoereikend door de hoge sulfaatconcentraties. Vanaf eind tachtiger jaren is de toestand voortdurend matig, maar er zijn dan nog wel veranderingen in de soortensamenstelling: het aandeel van verzuringsindicatoren neemt nog voortdurend af. Soms nemen deze toe na een tijdelijke stijging van de sulfaatconcentratie. Verder herstel van de biologische kwaliteit is bij verdere verbetering van de ammoniumtoestand niet uitgesloten.

Op langere termijn reflecteren de veranderingen in de drie intensief onderzochte vennen, vooral Gerritsfles en Achterste Goorven, de veranderingen in de extensief onderzochte vennen goed. In het algemeen is de kwaliteit in het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw goed en in de zeventiger en tachtiger jaren matig of ontoereikend. Daarna vindt herstel plaats totdat eind negentiger jaren een matige tot goede toestand wordt bereikt.

Tussen de regio's zijn verschillen: in Drenthe is de toestand in de tachtiger en vroege negentiger jaren beter dan op de Veluwe en in Brabant. In Drenthe zijn ook de verschillen binnen de regio meestal groter dan in de andere regio's. De hoge atmosferische belasting in Noord-Brabant vermindert de van nature aanwezige verschillen in de kiezelwierensamenstelling van geïsoleerde vennen als de onderhavige.

De huidige toestand van drie intensief bemonsterde is representatief voor de toestand van de Nederlandse geïsoleerde vennen in het algemeen, voorzover die niet direct worden beïnvloed door aanliggende landbouwgronden, meeuwenkolonies etc. (Arts e.a. 2002).



## 4. Literatuur

- 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.
- 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.
- AquaSense (2001a). Biologische monitoring Veluwe vennen en leemkuilen 1996-1999. In opdracht van: Waterschap Veluwe. Eindrapport 00.1409.
- AquaSense (2001b). Monitoring Gerritsfles en Kliplo 2000. In opdracht van: Waterschap Reest en Wieden en Waterschap Veluwe. Analyse-rapport 01.1533.
- 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. Rapport 262. Alterra, Wageningen/ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. 88p.
- Arts, G.H.P., H. van Dam, P.W.M. van Beers, J.D.M. Belgers & F.G. Wortelboer (2002). De toestand van het Nederlandse ven. In opdracht van: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie Klimaatverandering en Industrie. Alterra, Wageningen / AquaSense, Amsterdam.
- Bobbink, R. & J.G.M. Roelofs (1995). Nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: the empirical approach. *Water, Air, and Soil Pollution* 85: 2413-2418.
- Dam, H. van (1988). Acidification of three moorland pools in The Netherlands by acid precipitation and extreme drought periods over seven decades. *Freshwater Biology* 20: 157-176.
- Dam, H. van & G.H.P. Arts,(1993). Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer. Provincie Drenthe, Assen / DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum / Grontmij Advies en Techniek, De Bilt. 144p.
- 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, 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 Energy, Department of Air Pollution and Acidification. AquaSense TEC report 95.0709 / IBN Research Report 96/6 / RIVM-report 732404007. AquaSense TEC, Wageningen / DLO-Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen / National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven.
- Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam (1994). A checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.
- 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.
- KNMI/RIV (1980-1982). Meetnet voor de bepaling van de chemische samenstelling van de neerslag in Nederland / Chemical composition of precipitation over The Netherlands. Jaaroverzichten / Annual reports 1979-1981. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt / Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- KNMI/RIVM (1985-1989). Chemische samenstelling van de neerslag over Nederland. Landelijk meetnet regenwatersamenstelling. Chemical composition of precipitation over The Netherlands. Jaarrapporten / Annual reports 1983-1988. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt / Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Kobayasi, H. & T. Nagumo (1988). Examination of the type materials of *Navicula subtilissima* Cleve (Bacillariophyceae). *Botanical Magazine (Tokyo)* 101: 239-254.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1986-1991) Bacillariophyceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1-4.
- Krammer, K. (1992) Pinnularia, eine Monographie der europäischen Taxa. *Bibliotheca Diatomologica*, Band 26, Cramer, Berlin. 353 pp.
- 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.
- Opstal, A.J.F.M. van & W. Schaap (1995). Het Overlevingsplan Bos en Natuur. *Bosbouwvoorlichting* 34: 43-44.
- Projectteam OBN (1996). Overlevingsplan bos en natuur: handleiding 1996. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuurbeheer, Den Haag. 104p.
- 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.

# Bijlagen



## Bijlage 1. Chemische analyses

De afkortingen spreken voor zichzelf, behalve de volgende:

pHv	pH, gemeten in het veld of vlak na de monstername
pHl	pH, gemeten in het laboratorium
EC25v	elektrisch geleidingsvermogen bij 25° C (veld)
EC25l	elektrisch geleidingsvermogen bij 25° 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 (negatieve alkaliniteit is aciditeit)
skat	kationensom
san	anionensom
ksur	kationenoverschot (%).

Laboratoria: AS: AquaSense (veldmetingen) GRS: Groot Salland, HYD: Hydron, NM: L. de Bruijn, Vereniging Natuurmonumenten (veldmetingen), WMN: Waterleidingbedrijf Midden-Nederland, WSV: Waterschap Veluwe, ZSD: Zuiveringsschap Drenthe.

Punt	Datum	Lab	Peil mNAP	Temp °C	pHv	pHl	EC25v mS/m	EC25l mS/m	DOC	TIC	CO2	Si	oP	tP	H	NH4	K	Na	Ca	Mg	Al	Fe	Cl	NO3	NO2	SO4	A	alk	skat	san	ksur	Kleur % visueel		
AGE	07-02-1999	WMN	8.38	2.0	4.5	4.8	9.8	9.7	1266	57	45	87	0.3	0.3	16	116	35	309	75	54	22	28	355	14	0	171	55	66	865	832	2	pale brown		
AGE	08-05-1999	WMN	8.36	17.0	4.7	5.4	5.0	10.1	1199	133	114	22	0.1	3.6	4	111	43	304	85	51	11	13	381	13	0	154	61	115	790	877	-5	pale brown		
AGE	14-08-1999	WMN	8.20	19.0	4.3	5.8	7.0	8.1	841	167	136	20	0.1	2.3	1	24	31	291	120	53	4	12	398	4	0	103	45	147	734	800	-4	pale brown		
AGE	07-11-1999	WMN	8.13	8.0	5.9	6.4	8.1	9.5	1024	175	91	10	0.1	1.3	0	116	69	304	65	46	5	25	434	8	0	127	58	164	789	918	-8	brown		
AGE	14-02-2000	NM	8.37																														brown	
AGE	15-05-2000	AS	8.29	24.0	5.0		7.9																											
AGE	14-08-2000	NM	8.37																															
AGE	07-11-2000	WMN	8.36	5.0	5.3	5.9	5.8	6.5	1141	122	52	33	0.1	1.3	1	92	25	217	60	35	9	28	293	4	0	49	62	131	622	588	3	brown		
AGE	15-02-2001	WMN	8.28	6.5	4.7	5.1	7.0	7.0	1590	182	173	95	0.1	0.9	7	105	25	213	40	42	16	28	245	11	0	94	45	98	651	588	5	pale brown		
AGE	22-05-2001	HYD	8.28	14.0	4.8	5.5	8.3	8.0	1341	157	141	39	0.1	1.2	3	129	64	261	52	47	12	36	316	4	0	110	80	49	747	670	5	pale brown		
AGE	16-08-2001	HYD	8.22	22.0	5.1	5.6	5.9	1524	188	161	2	1.9	3.3	2	7	38	244	50	40	9	23	353	4	0	43	83	131	548	656	-9	brown			
AGE	06-11-2001	HYD	8.30	7.0	5.2	5.7	6.6	6.3	1166	229	189	60	0.1	1.7	2	58	34	226	45	36	13	43	310	4	0	43	67	131	615	599	1	brown		
GER	26-02-1999	WSV		4.3	4.5		4.7		425				0.0	1.0	29	52	26	130	8	24		5	155	0	1	97	17	70	319	436	-15	colourless		
GER	10-05-1999	AS	39.97	16.0	4.4		5.0								39																			colourless
GER	28-05-1999	WSV		21.8	7.1		4.7		266				0.0	0.6	0	5	16	148	25	24		8	155	20	1	101	16	90	289	483	-25	colourless		
GER	20-08-1999	WSV	39.77	16.7	4.6		5.7		250				0.3	0.8	25	8	18	161	50	25		11	169	8	1	104	10	50	392	445	-6	colourless		
GER	07-11-1999	AS	39.76	9.0	4.2		5.1								63																		colourless	
GER	20-12-1999	WSV	39.82	0.6	5.0		5.9		200				0.3	2.3	10	33	15	126	12	25		7	197	19	2	125	9	50	281	526	-30	colourless		
GER	31-03-2000	WSV	39.97	6.0	5.4		9.0		300				0.3	0.8	4	31	18	128	25	20		164	18	1	118	15	50	273	482	-28	colourless			
GER	11-05-2000	WSV	39.82	20.5	5.5		4.4		408				0.3	0.8	3	39	22	161	12	21		178	11	1	131	21	110	292	582	-33	colourless			
GER	16-05-2000	AS	39.89	23.0																													colourless	
GER	24-08-2000	GRS	39.72	19.3	5.3		6.4		258				0.2	1.9	5	4						197	2	1	73	13	41		399			colourless		
GER	06-11-2000	AS	39.92	6.0	4.6		4.3								25																		faintly yellow	
GER	10-11-2000	GRS	39.82	7.3	5.1		4.9		283				0.6	1.9	7	47			15			141	9	1	73	13	41		351			colourless		
GER	15-02-2001	WMN	40.17	5.0	4.8	5.11	5.8	3.3	491	52	50	5	0.1	0.3	8	38	16	96	25	17	2	3	104	20	0	48	26	98	256	345	-15	faintly yellow		
GER	06-06-2001	HYD	39.99	18.0	4.9	5.3	5.4	3.2	314	18	2	0.1	0.3	5	7	7	113	22	19	4	3	135	7	0	45	16	115	231	362	-22	colourless			
GER	22-08-2001	HYD	39.92	21.0	4.6	5.0	4.3	4.6	301	55	52	8	0.1	1.1	10	14	15	122	17	18	4	7	144	4	0	52	11	82	284	345	-13	faintly yellow		
GER	06-11-2001	HYD	40.05	8.0	4.2	4.8	4.1	4.0	260	18	5	0.1	1.3	3	13	8	117	20	19	4	2	141	8	0	46	9	115	236	365	-21	colourless			
KLI	10-05-1999	ZSD	13.06	15.0	5.5	5.4	3.5	3.5	525	146	114	9	0.2	1.6	4	7	25	191	22	24	5	27	197	4	1	42	26	33	409	344	9	pale brown		
KLI	08-11-1999	ZSD	12.86	7.0	4.9	5.9	4.1	4.0	808	124	91	7	0.2	1.9	1	14	24	213	17	31	5	63	113	4	0	21	44	33	545	235	40	brown		
KLI	06-01-2000	GRS		5.0	6.5		4.2						1.6	2.3	0	4	28	209	20	30		254	11	1	62	41	341	431	-12	faintly yellow				
KLI	06-04-2000	GRS	13.12	9.5	5.2		4.0						0.2	2.9	6	11	33	204	21	28		197	10	1	26	41	353	300	8	faintly yellow				
KLI	05-07-2000	GRS		17.0	7.4		3.9						1.3	3.2	0	4	19	187	14	26		310	13	1	83	131	290	621	-36	yellow				
KLI	04-10-2000	GRS	13.01	14.5	5.0		3.0						0.6	2.6	10	4	23	174	19	28		226	2	1	73	41	305	414	-15	yellow				
KLI	15-02-2001	WMN	13.19	3.0	5.3	6.3	3.3	3.6	1049	127	70	2	0.1	0.8	0	46	29	135	17	18	4	33	161	4	0	20	24	164	396	393	0	brown		
KLI	22-05-2001	HYD	13.12	16.0	5.1	6.5	3.6	3.3	1107	64	27	2	0.1	1.1	0	13	21	144	22	20	4	31	178	4	0	5	30	82	369	303	10	pale brown		
KLI	22-08-2001	HYD	13.00	27.0	5.2	5.7	3.0	3.0	1282	73	61	5	0.1	1.8	2	1	16	152	25	23	4	40	203	4	0	5	25	131	404	374	4	brown		
KLI	06-11-2001	HYD	13.13	8.0	4.8	6.1	3.5	4.0	966	98	66	25	0.2	1.0	1	37	21	152	40	25	3	22	192	4	0	23	25	147	416	414	0	pale brown		





## Bijlage 2. Jaarkentallen

Overzicht van de medianen (chemie en peil) en gemiddelden per periode. Het peil betreft het laagste peil beneden het gemiddeld laagste peil tussen 1979 en 1994. De basisgegevens tot en met 1998 zijn ontleend aan Van Dam et al. (1996) en AquaSense (1999). Daarin zijn ook de oorspronkelijke bronnen terug te vinden. Voor de berekening van de medianen van chemische parameters zijn zoveel mogelijk de laboratoriumgegevens van WMN/Hydron gebruikt.

Ven	Periode	Chemie en peil					Kiezelswieren			Gemiddelde score				
		Sulfaat	Ammonium		Chloride	Peil	Verzuring-indicatoren	Trofie- en storingsind.	Doel-soorten					
			mmol/m3	klasse							mmol/m3	klasse	mmol/m3	% klasse
A. Goorven	19-20	104	2	0	1	536		0.1	1	0.9	1.3	20.8	2.75	1.7
A. Goorven	22-28							0.1	1	0.8	1.2	43.2	2	1.4
A. Goorven	75	229	4	272	5	508		38.3	4		1	4.0	4	3.0
A. Goorven	78	708	5	156	5	451		72.8	5	0.3	1	12.8	3	3.0
A. Goorven	79	484	4	106	5	480	-0.02	99.5	5	0.3	1	0.0	5	3.7
A. Goorven	80	359	4	92	5	423	0.05	97.0	5	0.8	1	0.5	4.5	3.5
A. Goorven	81	287	4	89	5	430	-0.01	98.9	5	1.4	1.5	0.1	5	3.8
A. Goorven	82	234	4	125	5	416	-0.05	99.5	5	0.8	1	0.1	5	3.7
A. Goorven	83	261	4	266	5	459	-0.02	90.6	5	1.3	1.5	1.1	4.5	3.7
A. Goorven	84	292	4	305	5	473	0.00	89.6	5	0.8	1	0.8	5	3.7
A. Goorven	85	182	3	178	5	395	0.12	83.5	5	0.9	1.5	1.8	4	3.5
A. Goorven	86	187	3	167	5	416	-0.12	70.3	5	1.0	1.5	8.4	3.5	3.3
A. Goorven	87	125	2	103	5	339	0.15	50.0	5	0.9	1.5	1.6	4.5	3.7
A. Goorven	88	141	3	161	5	360	0.13	50.8	5	0.8	1	6.9	3.5	3.2
A. Goorven	89	188	3	277	5	384	-0.20	52.3	5	1.0	1.5	6.9	3	3.2
A. Goorven	90	349	4	394	5	420	-0.21	58.3	5	1.0	2	12.3	3	3.3
A. Goorven	91	557	5	386	5	420	-0.03	55.5	5	0.9	1.5	9.0	3	3.2
A. Goorven	92	375	4	157	5	355	0.00	73.0	5	0.8	1	5.3	3.5	3.2
A. Goorven	93	136	2	108	5	348	0.08	37.3	4.5	1.0	1.5	4.4	3.5	3.2
A. Goorven	94	119	2	131	5	371	0.20	25.9	4	0.8	1	3.5	4	3.0
A. Goorven	95	111	2	147	5	343	-0.07	59.5	5	0.9	1.5	4.0	3.5	3.3
A. Goorven	96	140	2	253	5	402	-0.34	57.3	5	0.9	1.5	6.4	3.5	3.3
A. Goorven	97	354	4	264	5	339	-0.14	38.4	4.5	1.3	1.5	5.5	3.5	3.2
A. Goorven	98	130	2	168	5	325	-0.04	3.1	2	0.9	1.5	1.0	4.5	2.7
A. Goorven	99	141	3	113	5	389	-0.09	14.9	3.5	1.0	1.5	2.6	4	3.0
A. Goorven	00	49	1	92	5	293	0.07	9.0	3	1.0	1.5	2.6	4.5	3.0
A. Goorven	01	69	2	82	5	313	0.00	17.3	4	1.0	1.5	4.1	3.5	3.0
Gerritsfles	16-18							3.5	2	1.0	1.7	24.3	2.7	2.1
Gerritsfles	25-30	188	3	11	2	432								
Gerritsfles	50-58							2.4	1.7	1.1	1.7	15.8	3	2.1
Gerritsfles	60		1	111	5	429		6.0	3		1	12.5	3	2.3
Gerritsfles	64-73							79.3	5	0.9	1.2	1.0	4.6	3.6
Gerritsfles	74	271	4	47	4	282		92.5	5		1	0.3	5	3.7
Gerritsfles	77	458	4	89	5	339		92.8	5		1	2.0	4	3.3
Gerritsfles	78	312	4	50	4	353		93.6	5	0.8	1	2.1	4.5	3.5
Gerritsfles	79	172	3	39	4	268	0.15	95.8	5	0.8	1	0.3	5	3.7
Gerritsfles	80	167	3	33	3	247	0.18	98.9	5	0.9	1.5		5	3.8
Gerritsfles	81	130	2	52	4	240	0.10	55.4	5	0.9	1.5		5	3.8
Gerritsfles	82	141	3	95	5	304	-0.14	67.9	5	1.0	1.5	1.0	4.5	3.7
Gerritsfles	83	146	3	164	5	303	-0.06	64.1	5	1.8	2	2.0	4	3.7
Gerritsfles	84	104	2	150	5	233	0.04	54.9	4.5	1.1	2	2.3	4	3.5
Gerritsfles	85	104	2	89	5	212	0.10	26.8	4	3.0	2	5.0	3.5	3.2
Gerritsfles	86	104	2	103	5	240	-0.15	55.1	5	2.4	2.5	7.0	3	3.5
Gerritsfles	87	104	2	98	5	212	0.14	37.3	4.5	1.6	2	13.4	3	3.2
Gerritsfles	88	89	2	61	4	190	0.07	28.5	4	2.0	2	9.6	3	3.0
Gerritsfles	89	94	2	69	4	209	0.02	24.0	4	1.1	2	4.5	3.5	3.2
Gerritsfles	90	125	2	98	5	301	-0.05	31.8	4	0.8	1	14.9	3	2.7
Gerritsfles	91	110	2	68	4	288	0.01	37.6	4	1.3	2	12.4	3	3.0
Gerritsfles	92	100	2	60	4	260	-0.05	6.5	3	0.9	1.5	12.1	3.5	2.7
Gerritsfles	93	95	2	81	5	228	0.12	13.8	3.5	0.8	1	42.5	2	2.2
Gerritsfles	94	57	2	54	4	168	0.02	13.9	3.5	0.9	1.5	30.8	2.5	2.5
Gerritsfles	95	65	2	86	5	195	-0.03	15.3	4	1.0	1.5	24.8	2.5	2.7
Gerritsfles	96	99	2	127	5	237	-0.24	24.8	4	2.8	2	16.8	3	3.0
Gerritsfles	97	85	2	89	5	217	-0.01	16.8	4	1.5	1.5	15.4	3	2.8
Gerritsfles	98	99	2	61	4	216	0.14	1.8	1.5	1.0	1.5	13.6	3	2.0
Gerritsfles	99	103	2	20	3	162		6.9	3	1.9	2	53.8	2	2.3
Gerritsfles	00	95	2	35	3	171	0.13	5.8	2.5	1.5	1.5	45.0	2	2.0
Gerritsfles	01	47	1	13	2	138	0.16	7.0	3	1.3	2	37.9	2	2.3
Kliplo	24-29								1	1.6	2	48.3	1.5	1.5
Kliplo	48-58							0.4	1	3.1	3	80.8	1	1.7
Kliplo	66		1	7	1	480								
Kliplo	74	42	1	4	1	310								
Kliplo	77	21	1	21	3	565								
Kliplo	78	62	2	9	2	451		0.3	1	1.0	2	78.0	1	1.3
Kliplo	79	26	1	28	3	353		0.8	1	4.0	3	29.0	3	2.3
Kliplo	80	26	1	9	2	339		1.0	2	5.5	3	27.3	3	2.7
Kliplo	81	62	2	22	3	303		0.4	1	1.3	2	39.1	2	1.7
Kliplo	82	73	2	34	3	317	-0.09	0.1	1	1.8	2	53.3	2	1.7
Kliplo	83	78	2	71	4	339	-0.11	1.4	1.5	1.1	2	24.1	2.5	2.0
Kliplo	84	52	1	26	3	339	0.02	0.8	1.5	4.4	3	46.4	2	2.2
Kliplo	85	52	1	38	4	275	0.18	0.4	1	3.1	2.5	61.1	1.5	1.7
Kliplo	86	68	2	72	5	310	-0.13	0.1	1	3.8	2.5	59.9	1.5	1.7
Kliplo	87	63	2	69	4	268	0.14	0.6	1.5	3.6	2.5	37.9	2.5	2.2
Kliplo	88	47	1	72	5	289	0.14		1	8.4	3	43.0	2	2.0
Kliplo	89	73	2	89	5	336	-0.03	0.5	1	1.4	2	42.0	2	1.7

## Bijlagen

Ven	Periode	Chemie en peil				Kiezeliwieren						Gemiddelde score			
		Jaren	Sulfaat		Chloride	Peil	Verzuring-indicatoren		Trofie- en storingsind.		Doel-soorten				
			mmol/m3	klasse			mmol/m3	klasse	%	klasse			%	klasse	
Kliplo	90	105	2	125	5	415	-0.04	1.1	1.5	2.3	2	42.4	2	1.8	
Kliplo	91	89	2	93	5	434	0.03	1.8	1.5	1.3	2	25.1	3	2.2	
Kliplo	92	87	2	100	5	422	-0.16	0.3	1	1.1	1.5	21.9	3	1.8	
Kliplo	93	138	2	143	5	377	0.05		1	2.0	2.5	37.4	2	1.8	
Kliplo	94	72	2	138	5	305	0.05	0.3	1	1.4	2	41.0	2	1.7	
Kliplo	95	53	2	103	5	285	0.02	0.5	1	1.1	2	33.1	2.5	1.8	
Kliplo	96	63	2	94	5	318	-0.21		1	1.4	2	36.1	2	1.7	
Kliplo	97	92	2	50	4	290	-0.03		1	1.0	2	34.4	2	1.7	
Kliplo	98	68	2	14	2	257	0.03	0.1	1	1.1	1.5	27.8	2.5	1.7	
Kliplo	99	31	1	11	2	155	0.00		1	1.5	2	32.4	2	1.7	
Kliplo	00	62	2	6	1	226	0.17		1	0.8	1	37.1	2.5	1.5	
Kliplo	01	13	1	25	3	185	0.14	1.0	1.5	1.0	2	36.6	2.5	2.0	
Diepveen	27							0.5	1	4.1	2.5	14.9	3.5	2.3	
Diepveen	78	146	3	261	5	437	27.8	4	4.5	3	2.8	4	3.7		
Diepveen	82	135	2	66	4	367	1.5	2		1	81.0	1	1.3		
Diepveen	86	104	2	128	5	282	1.8	2	0.5	1	13.0	3	2.0		
Diepveen	90	73	2	39	4	336	7.8	3		1	34.0	2	2.0		
Diepveen	94	49	1	12	2	223	1.3	2		1	85.3	1	1.3		
Diepveen	98	83	2	7	1	254		1		1	17.3	3	1.7		
Poort 2	24							3.5	2	6.8	3	5.5	3	2.7	
Poort 2	78	62	2	50	4	409	4.8	2	4.3	3	14.3	3	2.7		
Poort 2	82	94	2	4	1	324									
Poort 2	86	42	1	4	1	268		1		1	67.8	1	1.0		
Poort 2	90	42	1	8	2	299	2.5	2		1	24.3	3	2.0		
Poort 2	94	36	1	1	1	189		1		1	72.5	1	1.0		
Poort 2	98	62	2	7	1	254		1		1	29.5	3	1.7		
Echtnerzand	33							0.3	1	1.8	2	1.0	4	2.3	
Echtnerzand	60							89.3	5		1	0.3	5	3.7	
Echtnerzand	78	271	4	34	3	395	77.8	5	1.5	2	0.8	5	4.0		
Echtnerzand	82	115	2	156	5	381	89.8	5	0.5	1	1.0	4	3.3		
Echtnerzand	86	448	4	310	5	296	80.0	5	0.5	1	1.8	4	3.3		
Echtnerzand	90	42	1	7	1	415	72.8	5		1	0.5	5	3.7		
Echtnerzand	94	33	1	21	3	248	63.3	5	0.3	1	1.0	4	3.3		
Echtnerzand	98	73	2	21	3	254	49.0	5		1	8.0	3	3.0		
Kempesflës	18							0.8	1	7.8	3	22.5	3	2.3	
Kempesflës	73	281	4	72	5	240	52.5	5	2.3	2	3.5	4	3.7		
Kempesflës	77	344	4	16	3	197	100.0	5		1		5	3.7		
Kempesflës	83	135	2	7	1	409	98.3	5		1	0.3	5	3.7		
Kempesflës	86	83	2	3	1	282	61.5	5	0.3	1		5	3.7		
Kempesflës	90	83	2	1	1	440	68.3	5		1	0.5	5	3.7		
Kempesflës	94	34	1	1	1	353	20.0	4		1	7.3	3	2.7		
Kempesflës	98	126	2	1	1	113	85.5	5		1	0.3	5	3.7		
Deelense Was	17							1.5	2	28.5	4	10.0	3	3.0	
Deelense Was	73	302	4	15	3	282									
Deelense Was	83	333	4	34	3	282	79.3	5	0.8	1	3.8	4	3.3		
Deelense Was	87	167	3	44	4	169	63.3	5	1.0	2	8.0	3	3.3		
Deelense Was	91	208	3	20	3	260									
Deelense Was	94	137	2	4	1	197	49.3	5	0.8	1	4.3	4	3.3		
Deelense Was	98	153	3	15	3	215	60.8	5	0.5	1	2.5	4	3.3		
Groot Huisven	29							0.5	1	1.3	2	69.5	1	1.3	
Groot Huisven	76							41.3	5	3.0	3	11.0	3	3.7	
Groot Huisven	78	500	4	34	3	381	85.8	5	6.8	3		5	4.3		
Groot Huisven	82	260	4	6	1	353	98.8	5		1		5	3.7		
Groot Huisven	86	146	3	78	5	296	6.3	3		1	3.0	4	2.7		
Groot Huisven	90	239	4	86	5	480	44.5	5	2.0	2	11.5	3	3.3		
Groot Huisven	94	77	2	15	3	375	27.3	4	21.8	4	28.0	3	3.7		
Groot Huisven	98	468	4	93	5	310	91.0	5		1	0.8	5	3.7		
M. Wolfspuften	22							2.0	2	1.4	2	28.8	2.5	2.2	
M. Wolfspuften	78	187	3	19	3	282	69.0	5	3.0	3	2.0	4	4.0		
M. Wolfspuften	82	104	2	14	2	240	14.3	4	5.3	3	9.3	3	3.3		
M. Wolfspuften	86	62	2	1	1	226	12.3	4	0.3	1	17.0	3	2.7		
M. Wolfspuften	90	104	2	164	5	313									
M. Wolfspuften	94	59	2	5	1	271	8.0	3	1.5	2	22.0	3	2.7		
M. Wolfspuften	98	104	2	17	3	1439	1.5	2	4.8	3	46.0	2	2.3		
Schaapsven	22							2.5	2	7.6	3	33.9	2	2.3	
Schaapsven	57							1.3	2	12.8	3	69.3	1	2.0	
Schaapsven	75							86.0	5	0.5	1		5	3.7	
Schaapsven	78	104	2	16	3	240	43.5	5	7.3	3	5.8	3	3.7		
Schaapsven	82	94	2	3	1	169	76.3	5	3.8	3	4.5	4	4.0		
Schaapsven	86	42	1	3	1	212									
Schaapsven	90	42	1	4	1	276									
Schaapsven	94	16	1	1	1	195	11.5	4	1.0	2	54.8	2	2.7		
Schaapsven	98	36	1	4	1	231	5.0	3	2.8	2	42.5	2	2.3		

## Bijlage 3. Analyses kiezelwieren

Ecologische groep Soortnaam	Ven		Achterste Goorven				Gerritsfles		Kiplo	
	Datum		15/05/00	07/11/00	22/05/01	05/11/01	06/06/01	06/11/01	21/05/01	06/11/01
	Nr.		309702	311910	322420	323754	322422	323752	322421	323753
<b>Verzuringindicatoren</b>										
<i>Eunotia exigua</i>			62	10	95	43	31	25	6	2
<b>Triviale soorten uit zuur water</b>										
<i>Eunotia bilunaris</i>			9	1	8	5	2	2	1	
<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>mucophila</i>			7	2	17	26	30	34	21	
<i>Eunotia incisa</i>			70	177	37	73	13	18	74	280
<i>Eunotia paludosa</i>						4	2	7		
<i>Eunotia rhomboidea</i>			176	179	185	193	83	44	32	11
<i>Frustulia rhomboides</i>								1		
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>			1	2	3	1	3	7	1	39
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>			21	14	16	14	34	39	23	4
<i>Pinnularia anglica</i>			1	2			6		3	
<i>Pinnularia subgibba</i>			3		4					
<i>Pinnularia subinterrupta</i>										
<i>Pinnularia viridiformis</i>				1						
<i>Tabellaria quadriseptata</i>			31	11	21	20	52	63	5	1
<b>Doelsoorten</b>										
<i>Anomoeoneis brachysira</i>			2	1	2	3				
<i>Anomoeoneis serians</i>			4							
<i>Anomoeoneis vitrea</i>								2	3	
<i>Anomoeoneis vitrea</i> f. <i>lanceolata</i>			1		1		4	3	1	
<i>Cymbella gracilis</i>							1		1	
<i>Eunotia denticulata</i>			1							
<i>Eunotia fallax</i>								2		
<i>Eunotia meisteri</i>									1	
<i>Eunotia naegelii</i>			4		3	8	11	21	10	31
<i>Eunotia nymanniana</i>							4	1		
<i>Eunotia varioundulata</i>									1	
<i>Fragilaria nanana</i>									4	
<i>Navicula leptostriata</i>								1	11	1
<i>Navicula mediocris</i>			2		3					
<i>Navicula micropunctata</i>			2							
<i>Navicula parasubtilissima</i>					1	6	80	87	5	12
<i>Navicula subtilissima</i>			1		1		9	8		
<i>Neidium densestriatum</i>										
<i>Pinnularia interrupta</i>					1	4				
<i>Tabellaria binalis</i> var. <i>elliptica</i>								2		
<i>Tabellaria flocculosa</i>							31	30	193	16
<b>Achnanthes minutissima</b>										
<i>Achnanthes minutissima</i>								1	2	
<b>Soorten uit eutroof water</b>										
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>			1							
<i>Neidium ampliatum</i>					2		3	1		
<i>Nitzschia gracilis</i>									1	
<i>Stauroneis anceps</i>			1							1
<b>Soorten uit verstoorde, zuurstofarme wateren</b>										
<i>Nitzschia palaeoformis</i>									3	2