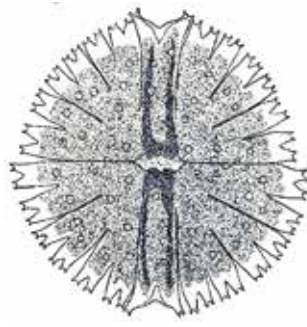
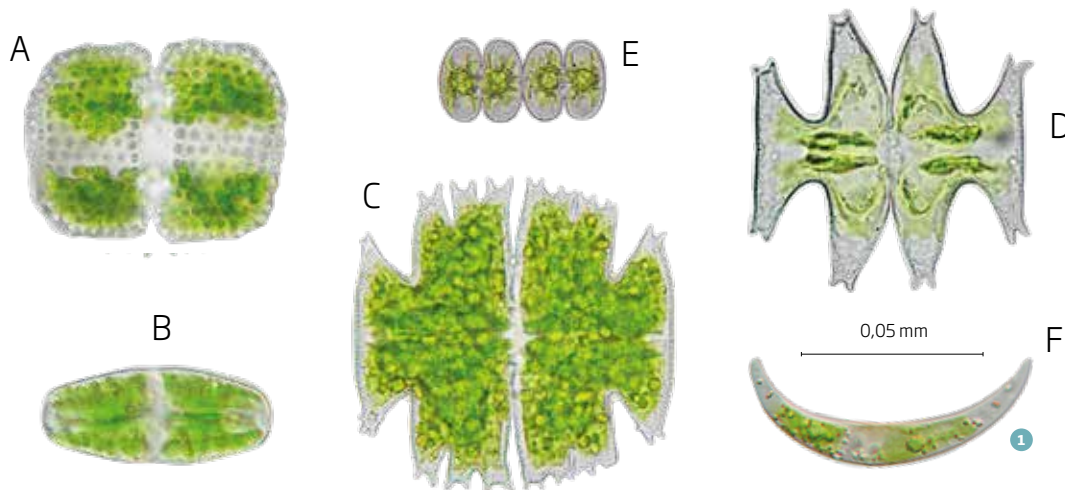




# Sieralgen en verzuring: een eeuw monitoring in drie vennen



## SAMENVATTING

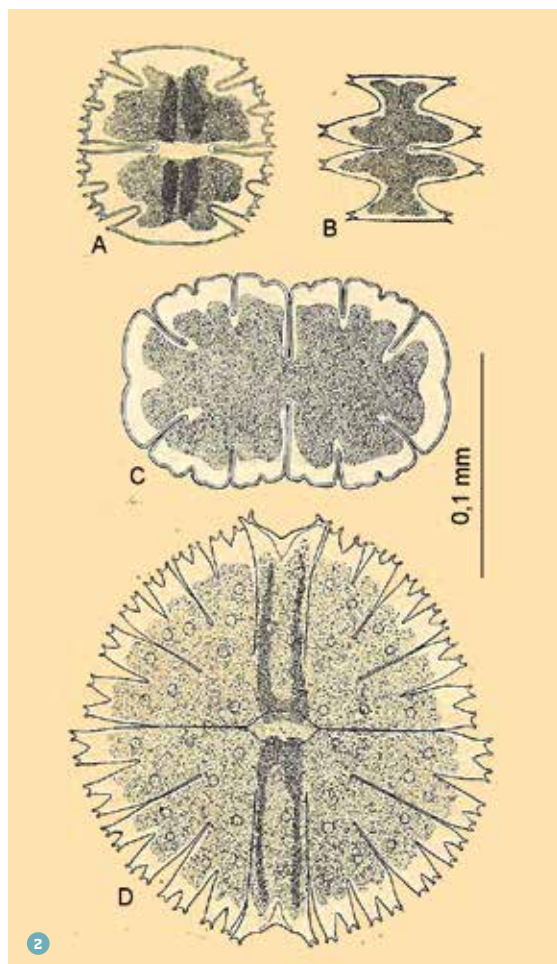
De afgelopen honderd jaar is de natuurwaarde van vennen enorm achteruitgegaan, zoals blijkt uit inventarisaties van sieralgen: microscopische groenwieren met prachtige vormen. De sieralgenflora is in drie vennen bijgehouden tussen 1916 en 2014, vanaf 1978 door meerdere bemonsteringen per jaar. De soortensamenstelling is sterk veranderd, voornamelijk door verzuring. De verschuivingen zijn het grootst in vennen met vlakke oevers, die in extreem droge zomers aan de lucht zijn blootgesteld. Na de droge zomer van 1921 waren de veranderingen klein, maar na de droge zomer van 1976 waren de ze dramatisch, omdat zwavel- en stikstofverbindingen uit de bodem het water verzuurden. De natuurwaarde daalde, maar nam weer licht toe in de jaren tachtig, dankzij de afname van verzurende depositie. Ondanks de blijvende daling daarvan is de sieralgenflora niet hersteld. Integendeel: de natuurwaarde is verder gedaald. Vooral de chemische dynamiek als gevolg van de voorraad zwavel- en stikstofverbindingen, die in een eeuw in de venbodem is opgebouwd, belemmert de ontwikkeling van zeldzame sieralgsoorten; die zijn juist gebonden aan stabiele milieuomstandigheden.

Tekst **Herman van Dam & Koos Meesters**

**S**ieralgen zijn fraaie microscopische algen (1), met in Nederland zo'n zeshonderd soorten. Ze zijn vooral te vinden in niet-vermeste of verzuurde vennen en trilvenen. Het zijn gevoelige indicatoren voor de kwaliteit van zoete, stilstaande wateren.

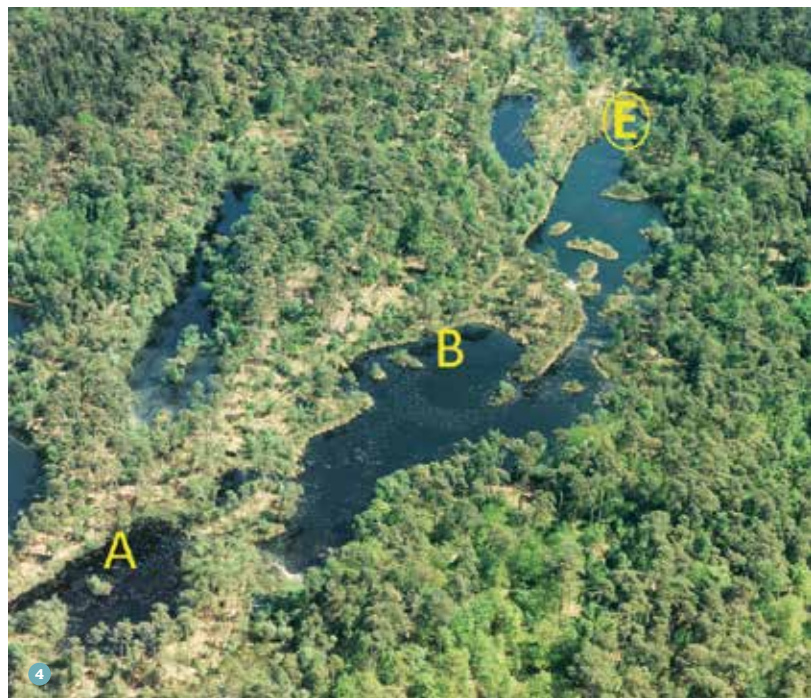
De sieralgen van vennen in Oisterwijk werden door Heimans (1916) grondig onderzocht (2). Latere onderzoeken door Coesel et al. (1978) en Van Tooren (2018) leerden dat de natuurwaarde, vooral na 1950, sterk is afgenomen.

Wij bemonsterden vanaf 1978 tot 2014, in een periode van afnemende verzuring, drie vennen op chemische stoffen en op sieralgen. Hier kijken we naar de veranderingen en vergelijken we de soortensamenstelling met die van 1916 tot 1925, toen er nog weinig verzuring was. Ook onderzoeken we de invloed van droge zomers. De basisgegevens zijn te vinden in Van Dam et al. (2021) en Van Dam & Meesters (2021).



## De drie vennen

**Het Achterste Goorven** ③ in Noord-Brabant ligt tussen stuifzandheuvelds waarop in de negentiende eeuw dennen zijn geplant die in 2004-2005 tot 30 m uit de oever zijn verwijderd. In zeer droge zomers vallen grote delen van de oevers droog. Het ven wordt gevoed door regenwater, maar ook via grondwater dringen ammonium en sulfaat binnen. Vanouds heeft het ven een gradiënt van monsterpunten A naar E ④, van hogere naar lagere buffercapaciteit, nutriëntenconcentraties en pH. De planten uit het Oeverkruidverbond en hoogveen zijn vervangen door waterlelie en planten uit zure vennen (knolrus, geoord veenmos). Bij E zijn sialgalen verzameld vóór en na de extreme droogte van 1921. De depositie van zwavel- en stikstofverbindingen is sinds 1980 sterk afgenomen, maar de depositie van stikstof is nog steeds circa



① **A.** *Cosmarium margaritatum*, **B.** *Actinotaenium cucurbitinum*, **C.** *Micrasterias truncata* var. *semiradiata*, **D.** *Micrasterias pinnatifida*, **E.** *Cosmarium bioculatum*, **F.** *Closterium incurvum*. (Naar foto Koos Meesters)

② In *De ridderkruisen van Oisterwijk* beeldde Heimans (1916) vier ook door ons aangetroffen soorten af: **A.** *Micrasterias truncata*, **B.** *M. pinnatifida*, **C.** *M. jenneri*, **D.** *M. rotata*. Maatstreef bij benadering.

③ Morfologie van de vennen en verzurende depositie ( $\text{kmol ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$ ) op de vennen (gecompileerd door Van Dam & Meesters, 2021).

④ **A.** Achterste Goorven in 1992 met monsterpunt E omcirkeld (KLM Luchtfotografie). **B.** Netbemonstering Gerritsfles in mei 2006 (Foto: Rita Hagen). **C.** Bemonstering chemie van Kliplo in mei 2006. (Foto: Herman van Dam)

driemaal hoger dan de kritische belasting ③. Die geeft het niveau aan waaronder geen schadelijke gevolgen voor het milieu optreden.

De *Gerritsfles* op de Veluwe rust op een ondoordringbare laag ijzeroer, hoog boven het grondwater. De omgeving bestaat uit bos en hei. De bodem was tot voor kort bedekt met waterveenmos, maar dit lijkt achteruit te gaan. Langs de oevers staat veel knolrus en wat (vegetatieve) drijvende egelskop. In de onderzoeksperiode is de zwaveldepositie tot beneden het kritische niveau gedaald; de stikstofdepositie echter niet ③.

*Kliplo* in Drenthe is een klein ven, dat hoger ligt dan zijn omgeving (dennenbos) ④. Het blijft nat dankzij regenwater en een slecht doorlatende bodem. De oevers zijn steil en vallen in zeer droge zomers nauwelijks droog. Vanouds is het ven zeer zwak gebufferd: er zaten weinig stoffen in, die de verzurende invloed van regenwater enigszins compenseren. De drijvende egelskop, een Rode Lijstsoort, gaat de laatste decennia achteruit. Drijvend fonteinkruid is de algemeenste waterplant. Het oorspronkelijk door humusstoffen bruin gekleurde, heldere water wordt vanaf 2008 vaak door algenbloei groen vertroebeld. De totale zwaveldepositie lag in de onderzoeksperiode beneden het kritische niveau. Die van stikstof overschreed dit niveau, maar minder dan in de andere vennen.

| ③ Ven                            | Oppervl.<br>(ha) | Diepte<br>(m) | Zwaveldepositie |      |      |          | Stikstofdepositie |      |      |           |
|----------------------------------|------------------|---------------|-----------------|------|------|----------|-------------------|------|------|-----------|
|                                  |                  |               | 1997            | 2010 | 2020 | kritisch | 1997              | 2010 | 2020 | kritisch  |
| Kliplo bij Dwingeloo             | 0,5              | 1,1           | 0,35            | 0,22 | 0,22 | 0,40     | 1,16              | 0,86 | 0,83 | 0,4 - 0,7 |
| Gerritsfles bij Apeldoorn        | 6,8              | 1,2           | 0,45            | 0,28 | 0,28 | 0,40     | 1,43              | 1,04 | 1,01 | 0,4 - 0,7 |
| Achterste Goorven bij Oisterwijk | 2,4              | 1,9           | 0,50            | 0,30 | 0,31 | 0,40     | 2,72              | 2,07 | 1,98 | 0,4 - 0,7 |



## ‘In totaal zijn er 179 soorten sialgalen aangetroffen’

### Methoden

De chemie werd vanaf 1978 tot en met 2014 steeds in februari, mei, augustus en september bemonsterd. Sialgalen werden in mei en november verzameld met een planktonnet dat lichtjes over de bodem werd getrokken, tussen water- en oeverplanten door ④.

Ook werden historische netmonsters uit oude collecties microscopisch onderzocht. Het gemiddelde aantal sialgalen per preparaat werd berekend en omgerekend naar de abundantieklasse: 1 voor  $\leq 1$ , 2 voor 1,1-100 en 3 voor  $> 100$ .

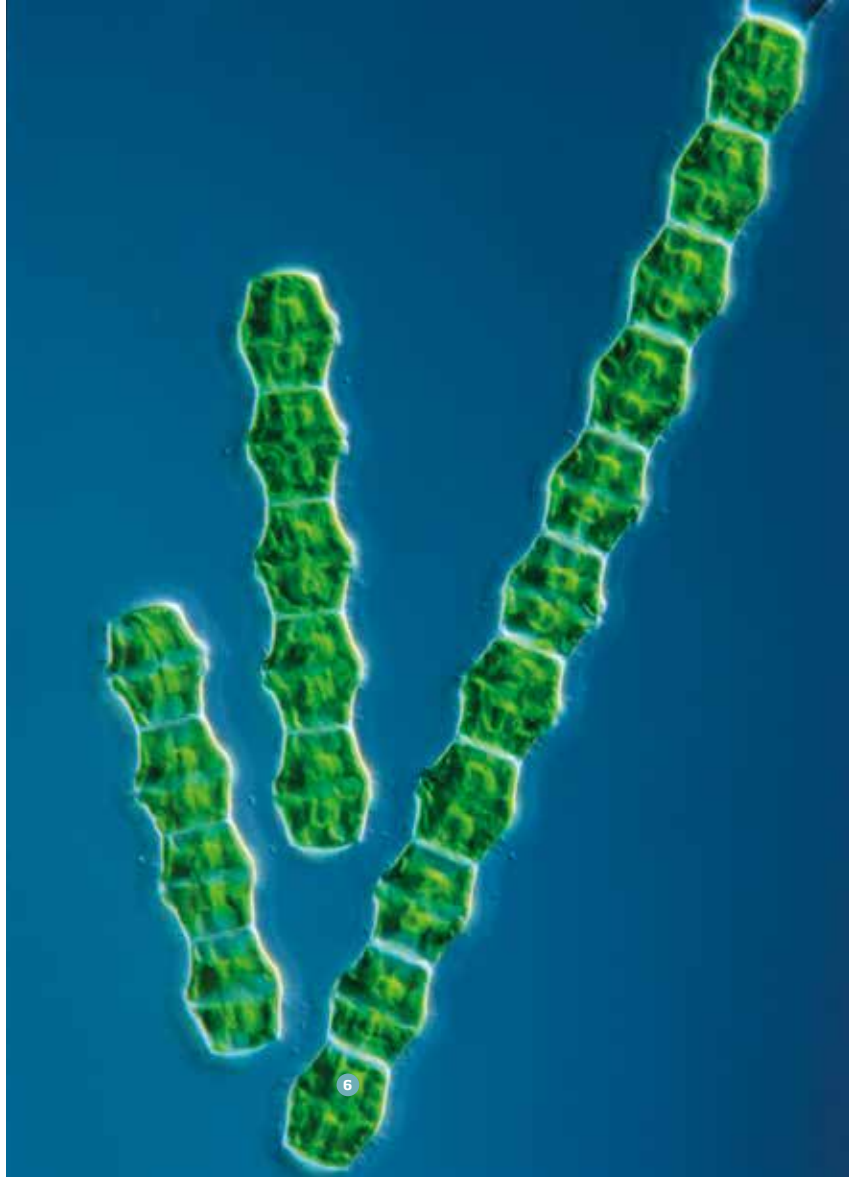
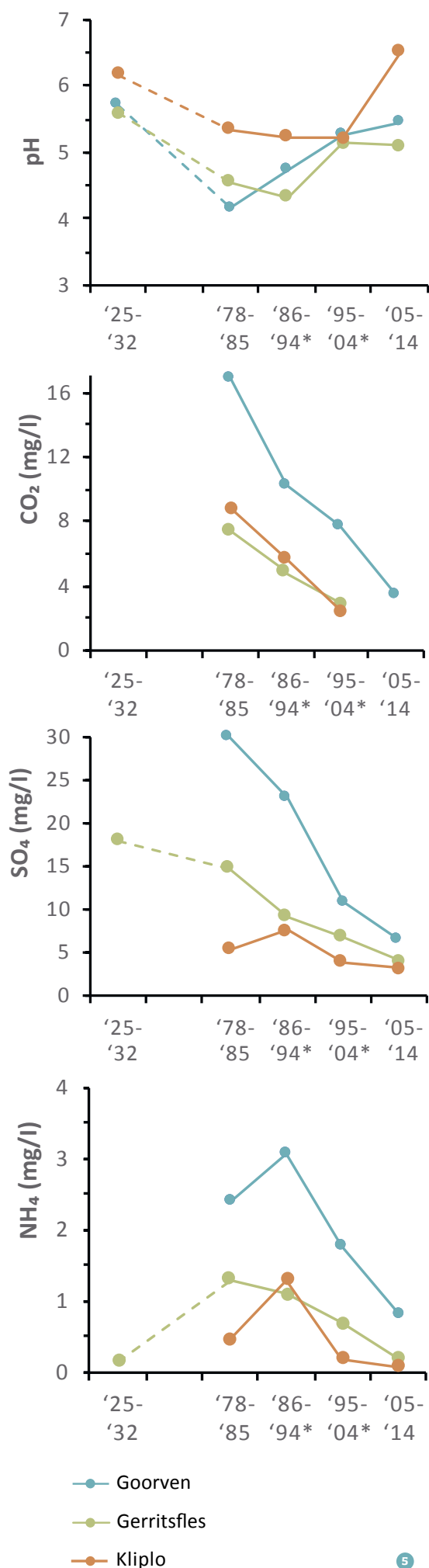
Coesel (1998) vermeldt van soorten die niet of nauwelijks met andere zijn te verwarren en ten minste vrij zeldzaam zijn op een subjectieve schaal de zeldzaamheid (1 = tamelijk zeldzaam, 2 = zeldzaam, 3 = zeer zeldzaam) en de signaalwaarde. Die is laag (1) als een soort in minder stabiele ecosystemen voorkomt en hoog (3) als de soort gebonden lijkt aan rijk gestructureerde, uitgebalanceerde ecosystemen, die na vernietiging tenminste tientallen jaren behoeven voor herstel. Voor onze monsters zijn met deze indicatiewaarden de natuurwaarden (schaal 1-10) berekend. Per monster berekenden wij de gemiddelden van de optimumwaarden van Pals (2007) voor pH en totaal-fosfaat.

Om de gegevens van 225 monsters overzichtelijk te presenteren, zijn die vanaf 1978 per ven samengevoegd in perioden van zeven tot tien jaar. De oudere monsters werden per ven ingedeeld in twee tot drie perioden. Bij het trekken van de grenzen is rekening

gehouden met het voorkomen van extreem droge zomers, zoals in 1921, 1947, 1959, 1976 en 2003. Per ven en periode is voor elke soort de frequentie berekend. Dat is het percentage monsters waarin de soort voorkomt. Tenslotte is er nog een multivariate analyse uitgevoerd, om de soortensamenstelling in zijn geheel te correleren met gemeten chemische variabelen.

### Veranderingen in het abiotische milieu

Afgelopen eeuw zijn de vennen sterk veranderd. Vooral het Achterste Goorven en de Gerritsfles zijn sterk verzuurd door depositie van zwavel- en stikstofverbindingen. De zwaveldepositie zakte de laatste decennia beneden het kritische niveau, maar de stikstofdepositie ligt daar nog aanzienlijk boven. De verzuring is versterkt door droogvallen van de bodem in extreem droge zomers, zoals 1976, waarin opgeslagen gereduceerde zwavelverbindingen (sulfiden) door toetreden van zuurstof werden omgezet in sulfaten. Naderhand zakten de concentraties van verzurende stoffen als sulfaat en ammonium, door uitspoeling en door vermindering van de depositie ⑤. Bij de mineralisatie kwam uit het organisch materiaal ook veel  $\text{CO}_2$  vrij, dat in het water oploste toen de vennen zich weer vulden. In de decennia daarna nam het gehalte aan  $\text{CO}_2$  voortdurend af. In het Achterste Goorven was het  $\text{CO}_2$ -gehalte verhoogd door toevoer van grondwater. In Kliplo waren deze veranderingen minder extreem, omdat hier slechts een klein deel van droogviel. Hier zitten nog steeds veel zwavel- en stikstofverbindingen in de zuurstofarme bodem. De ijzerfosfaten worden hierdoor omgezet in ijzersulfiden en de vrijkomende fosfaten stimuleren de planktongroei, waardoor het water vaak groen kleurt. In dergelijke gereduceerde bodems is ook altijd veel zwavelwaterstof aanwezig, dat giftig is voor waterorganismen.



6

5 Gemiddelde waarden van enkele chemische variabelen uit het venwater tussen 1925 en 2014. Kwartaalmetingen tussen 1979 en 2014, incidentele metingen in vroegere jaren. \* In Kliplo ligt de periodegrens niet tussen 1994 en 1995, maar tussen 1997 en 1998.

6 Ketens van cellen van *Bambusina borreri*. (Foto: Wim van Egmond)

## Soortensamenstelling

Er zijn in totaal 179 soorten sialgalen aangetroffen. Van Kliplo is het grootste aantal soorten gemeld en van de Gerritsfles het kleinste. In 7 zijn 26 soorten vermeld met verschillende typen verspreidingspatronen (alleen in historische monsters; alleen in een enkel ven; in alle vennen en perioden, enz.) zijn vertegenwoordigd.

*Closterium intermedium*, een sterk zuurminnende soort van (matig) voedselarme wateren, komt het meest voor. Ook *Bambusina borreri* 6, een zuurminnende soort van voedselarme wateren, komt op alle drie locaties in alle perioden voor. Andere

‘Sialgalen reageren overduidelijk op de veranderende milieu-omstandigheden in de vennen’

| Van                               | Achterste Goorven E (131) |     |     |     |     |     | Gerritsfles (103) |     |     |     |     |     | Kliplo (143) |     |     |     |     |     | aantal | monsters | r | s | RL | pH-opt | tP-opt |
|-----------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|----------|---|---|----|--------|--------|
|                                   | '19                       | '24 | '78 | '86 | '95 | '05 | '16               | '30 | '64 | '78 | '86 | '95 | '05          | '24 | '48 | '78 | '86 | '98 | '05    |          |   |   |    |        |        |
| Tot                               | '22                       | '25 | '85 | '94 | '04 | '14 | '18               | '58 | '74 | '85 | '94 | '04 | '14          | '29 | '72 | '85 | '97 | '04 | '14    |          |   |   |    |        |        |
| Aantal monsters                   | 5                         | 2   | 14  | 18  | 17  | 16  | 2                 | 3   | 5   | 14  | 18  | 17  | 16           | 3   | 5   | 13  | 24  | 10  | 16     |          |   |   |    |        |        |
| Totaal aantal soorten             | 89                        | 61  | 38  | 77  | 45  | 48  | 75                | 40  | 21  | 28  | 50  | 39  | 47           | 81  | 76  | 88  | 100 | 34  | 58     | 218      |   |   |    |        |        |
| <i>Closterium incurvum</i>        |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 1        |   |   |    | 6,8    | 46     |
| <i>Cosmarium margaritatum</i>     |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 3        | 3 | 3 | *  |        |        |
| <i>Closterium turgidum</i>        |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 2        | 2 | 3 | *  |        |        |
| <i>Cosmarium bioculatum</i>       |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 4        |   |   |    |        |        |
| <i>Cosmarium tinctum</i>          |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 10       | 1 | 2 |    | 5,9    | 31     |
| <i>Cosmarium punctulatum</i>      |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 14       | 1 |   |    | 7,2    | 56     |
| <i>Docidium undulatum</i>         |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 8        | 3 | 3 | *  |        |        |
| <i>Staurostrum hystrix</i>        |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 19       | 3 | 3 | *  |        |        |
| <i>Actinotaenium cucurbitinum</i> |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 5        | 3 | 2 | *  |        |        |
| <i>Closterium praelongum</i>      |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 1        |   |   |    | 5,8    | 6      |
| <i>Closterium setaceum</i>        |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 46       | 2 | 2 |    |        |        |
| <i>Staurodesmus dejectus</i>      |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 31       | 1 | 2 |    | 5,6    | 31     |
| <i>Cosmarium regnellii</i>        |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 17       |   |   |    | 6,5    | 62     |
| <i>Haplotaenium minutum</i>       |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 101      | 1 | 2 |    | 4,7    | 19     |
| <i>Cylindrocystis brebissonii</i> |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 114      |   |   |    |        |        |
| <i>Bambusina borreri</i>          |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 127      |   |   |    | 4,2    | 16     |
| <i>Closterium intermedium</i>     |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 188      |   |   |    |        |        |
| <i>Staurostrum punctulatum</i>    |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 70       |   |   |    | 4,2    | 14     |
| <i>Spondylosium pulchellum</i>    |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 66       |   |   |    |        |        |
| <i>Staurostrum cerastes</i>       |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 20       | 3 | 3 | *  |        |        |
| <i>Micrasterias thomasiana</i>    |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 117      | 1 | 2 |    | 4,9    | 24     |
| <i>Micrasterias jenneri</i>       |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 2        | 3 | 3 | *  |        |        |
| <i>Micrasterias rotata</i>        |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 51       | 1 | 2 |    |        |        |
| <i>Penium spirostriolatum</i>     |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 22       | 2 | 2 | *  |        |        |
| <i>Euastrum luetkemuellieri</i>   |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 4        | 3 |   |    |        |        |
| <i>Staurostrum alternans</i>      |                           |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     |              |     |     |     |     |     |        | 1        | 2 |   |    | 7,2    | 48     |

7

soorten die in meer dan de helft van de 218 monsters en in vrijwel alle perioden voorkomen, zijn gewone soorten uit zure vennen en hoogvenen. *Micrasterias thomasiana* is een iets minder algemene soort van matig voedselrijke wateren en komt, met toenemende frequentie, in de drie vennen vooral voor in de monsters van ná 1980.

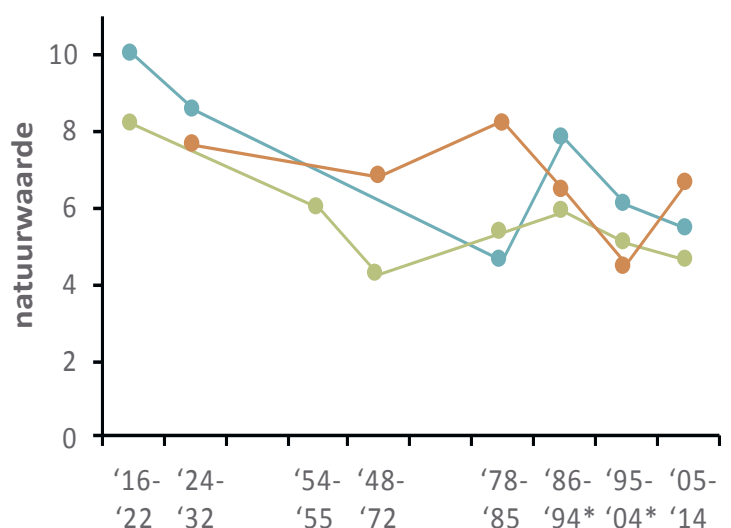
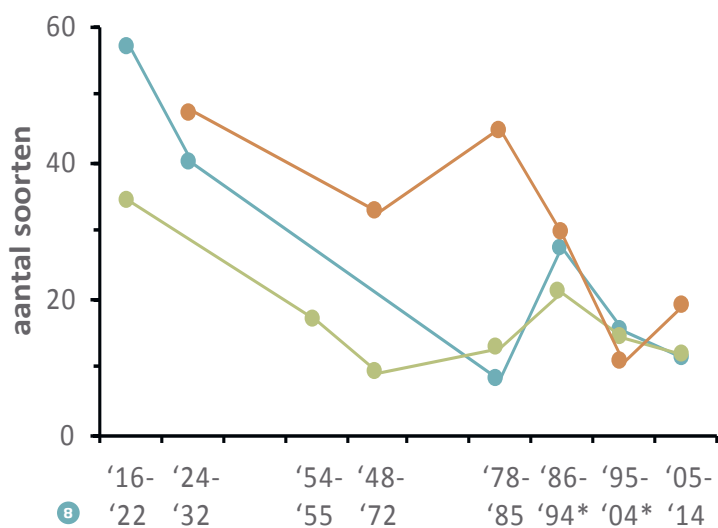
*Micrasterias rotata* ②, een soort van matig voedselrijke omstandigheden, ontwikkelt zich vooral in Kliplo tussen 1986 en 2004 en komt in Achterste Goorven en Gerritsfles alleen in de periode 2005-2014 voor: waarschijnlijk een teken van voedselverrijking. Enkele soorten zijn slechts zeer recent gevonden, zoals de uiterst zeldzame *Euastrum luetkemuellieri* in Kliplo. De in voedselarme, zure wateren voorkomende Rode Lijstsoort *Micrasterias jenneri* ② werd in 1985 en 1990 in het Achterste Goorven gevonden.

Van 1978 tot 1985, een periode van zeer sterke verzuring, komen in het Achterste Goorven slechts 14 soorten voor, in een lage frequentie. De enige die dan er dan massaal voorkomen zijn *Staurostrum punctulatum* en *Cylindrocystis brebissonii*.

7 Frequenties per periode per ven tussen 1916 en 2014 van geselecteerde soorten. Licht-bruine stippen 0-20%; middelbruine stippen 20-80%; donkerbruine stippen 80-100%. Symbolen van soorten met hoge abundanties (klasse 3) in één of meer monsters van een periode zijn met een donkerder achtergrond weergegeven. Van en tot: laatste 2 cijfers van jaartallen van periodebegin en -einde. Achter de locatienamen zijn de totale aantallen soorten uit de net-monsters door water-planten en over bodem vermeld. R, s en RL zijn indicaties voor respectievelijk zeldzaamheid, signaalwaarde en Rode Lijst volgens Coesel (1998). Optima voor pH uit Pals (2007).

## Indicatiewaarden

Sieralgen reageren overduidelijk op de veranderende milieuomstandigheden in de vennen. Indicatoren als het aantal soorten en de natuurwaarde ⑧ vertonen voor het Achterste Goorven en de Gerritsfles grofweg hetzelfde patroon: de hoogste waarden in het begin van de twintigste eeuw, minima in de jaren tachtig en daarna een beperkte stijging. Het aantal soorten per monster is in een eeuw met 40 tot 60% afgenomen. De natuurwaarde en de daarmee sterk gecorreleerde aantallen soorten nemen in de eerste helft van de eeuw sterk af en stabiliseren zich daarna min of meer ⑤. In Kliplo gaan de veranderingen aanvankelijk minder snel dan in de beide andere vennen, maar uiteindelijk gaat ook dit ven achteruit ⑧. Vooral in de periode 1986-1994 is het aantal soorten in het Achterste Goorven en de Gerritsfles met 8-9 extreem laag. In de daaropvolgende periode is er een kleine opleving, maar vanaf 1995 zijn er slechts 11-15 soorten in beide vennen. In Kliplo is het minimum (11) tussen 1998 en 2004; daarna is er een stijging tot gemiddeld 19 soorten in de periode 2005-2014, maar dat haalt het niet bij de 47 soorten tussen 1924 en 1929. In vergelijking met de extreme droogte van 1976 had



die van 1921 weinig invloed op de sieraalgensamenstelling 6 en de indicatiewaarden 8, hoewel er in de periode 1924-1925 gemiddeld wel minder soorten werden gevonden dan in de periode 1919-1922. Een sterke verzuring met een toename van een soort als *Staurostrum punctulatum* deed zich toen echter niet voor.

In Kliplo blijft het aantal soorten hoog tot in de jaren tachtig; daarna neemt het plotseling af. Die afname gaat van 1986 tot 1994 samen met verhoogde concentraties van ammonium en sulfaat 5 8.

Mogelijk is er sprake van wisselende toxiciteit van sulfiden, ammonium of nitriet, waardoor de algensamenstelling steeds verandert.

In het Achterste Goorven en de Gerritsfles neemt de berekende pH tot in de jaren zeventig sterk af, wat verzuring betekent, en neemt hij daarna weer toe 8.

In Kliplo blijft de pH ongeveer gelijk. De berekende fosfaatconcentraties zijn sterk ( $r = 0,85$ ) en significant gecorreleerd ( $p < 0,001$ ) met de berekende pH, zodat de veranderingen in de pH ook iets zeggen over de voedselrijkdom.

### Oorzaken van de veranderingen

Uit de multivariate analyse blijkt dat aan verzuring gerelateerde variabelen als sulfaat, ammonium en de daardoor opgeloste metalen als calcium en (het giftige) aluminium belangrijk zijn voor de

8 Veranderingen van de gemiddelde waarden van sieraalindicatoren tussen 1916 en 2014. Tussen 1978 en 2015 halfjaarlijkse metingen, daarvoor incidentele metingen.

\* In Kliplo ligt de periodegrens niet tussen 1994 en 1995, maar tussen 1997 en 1998.

grote verschuivingen in de soortensamenstelling tussen 1920 en 1980 en het herstel in de periode daarna. Koolzuur gaat min of meer parallel met de metalen, terwijl de pH en de opgeloste organische stof (humus) juist tegengesteld reageren (Van Dam & Meesters, 2021).

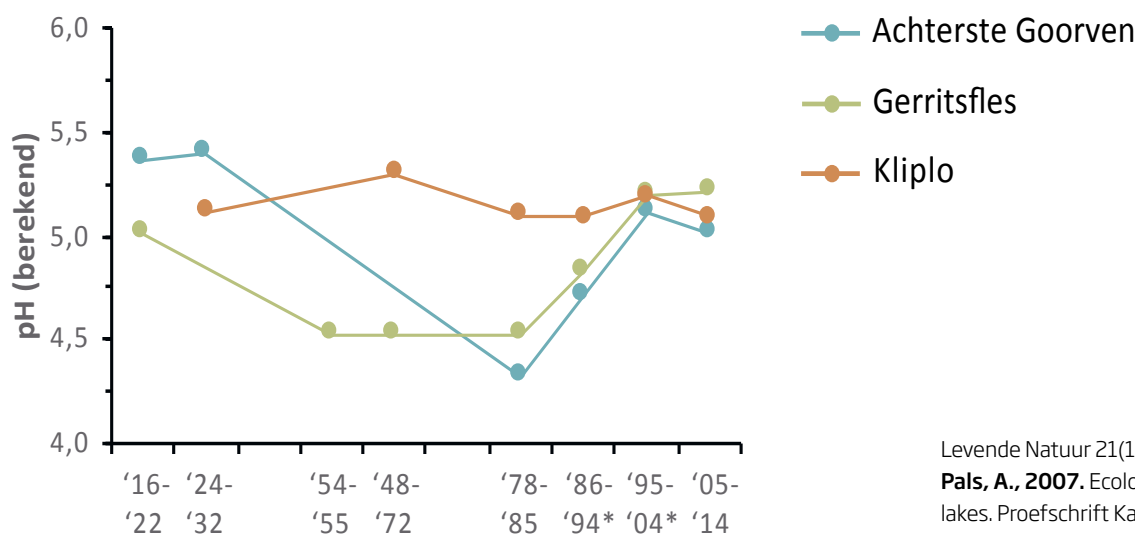
Wat de oorzaken van de veranderingen zijn in de soortensamenstelling is echter niet bekend: "Er zijn geen studies bekend die bekijken of sieraalgen reageren op de pH-waarde, CO<sub>2</sub>-beschikbaarheid, of wellicht andere gerelateerde factoren" (Goodyer, 2014). Ook de achteruitgang van de plantengroei in het water is van belang. De meeste sieraalgensoorten leven tussen water- en oeverplanten. De groei daarvan is verminderd door toegenomen verdamping van het omringende bos en daardoor verminderde toevoer van CO<sub>2</sub>-rijk grondwater. Ook beschaduwning rond het Achterste Goorven zal aan de achteruitgang hebben bijgedragen (Coesel et al., 1978).

### Conclusies

Tussen 1916 en 2014 is de samenstelling van de sieraalgenflora sterk veranderd, voornamelijk door veranderingen in de verzurende depositie. De gedurende een eeuw in de waterbodem geaccumuleerde zwavel- en stikstofverbindingen staan herstel in de weg, ondanks de huidige afname van de depositie. De chemische dynamiek van deze verbindingen bevordert de ontwikkeling van zeldzame sieraalgen, die juist gebonden zijn aan stabiele milieumomstandigheden, niet.

Het grootst zijn de veranderingen in vennen met vlakke oevers, die in extreem droge zomers droogvallen. Na de zomer van 1921 waren de veranderingen nog gering, maar na de zomer van 1976 waren die dramatisch, doordat de in de bodem opgesla-

# 'Tussen 1916 en 2014 veranderde de samenstelling van de sieraalgenflora sterk'



gen zwavel- en stikstofverbindingen zich verbonden met zuurstof en het water verzuurden. De natuurwaarde nam hierdoor sterk af, maar nam tot in de jaren negentig weer toe, mede door de afname van de verzurende depositie, die rond 1980 maximaal was.

Vervolgens nam de depositie af, maar dat vertaalde zich niet in herstel van de sieralgenflora.

Integendeel: de natuurwaarde daalde weer. De precieze oorzaken daarvan zijn onduidelijk. In aanmerking komen: eutrofiëring, toxische stoffen zoals zwavelwaterstof, achteruitgang van waterplanten als substraat, beschaduwning door bebossing en verminderde CO<sub>2</sub>-toevoer door afname van kwel. Deze factoren hangen onderling samen. ■

## Literatuur

**Coesel, P.F.M., 1998.** Sieralgen en natuurwaarden. Wetenschappelijke Mededeling KNNV 224: 1-56.

**Coesel, P.F.M., R. Kwakkestein & A. Verschoor, 1978.** Oligotrophication and eutrophication tendencies in some Dutch moorland pools, as reflected in their desmid flora. *Hydrobiologia* 61: 21-31.

**Dam, H. van & J. Meesters 2021.** Did desmid assemblages in Dutch moorland pools recover from acidification in the past century? *Hydrobiologia* 848: 5011-5031.

**Dam, H. van, J. Meesters & A.J. van Tooren 2021.** Herstellen sieralgen zich van verzuring? Een eeuw monitoring in drie vennen. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam.

**Dam, H. van & A. Mertens, 2020.** Kiezelwieren geven aan: zwavel en stikstof houden vennen in de greep. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 17(170): 14-17.

**Goodyer, E., 2014.** Quantifying the desmid diversity of Scottish blanket mires. Ph.D. thesis. University of Aberdeen.

**Heimans, J., 1916.** De ridderkruisen van Oisterwijk. De

Levende Natuur 21(16): 301-309.

**Pals, A., 2007.** Ecology of desmids in Flemish softwater lakes. Proefschrift Katholieke Universiteit Leuven, Faculteit Wetenschappen.

**Tooren, B.F. van, 2018** Sieralgen in de vennen van de Kampina en Oisterwijk. *De Levende Natuur* 119(2): 60-63.

## Dankwoord

Jos Sinkeldam en Adrienne Mertens namen sieralgen-monsters. Adri van Tooren† determineerde en telde monsters tot 2006. Naturalis en het Rijksinstituut voor Natuurbeheer leverden oude monsters. Chemische gegevens werden verkregen van de waterschappen Drents-Overijsselse Delta, Vallei en Veluwe en De Dommel. Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer verleenden toestemming voor terreinbezoek. Bart van Tooren leverde commentaar op het manuscript en Wim van Egmond stelde foto's beschikbaar.

**Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur,**

[herman.vandam@waternatuur.nl](mailto:herman.vandam@waternatuur.nl)

**Koos Meesters, Sieralgenwerkgroep Nederland,**

[meesters.j@gmail.com](mailto:meesters.j@gmail.com)

## SUMMARY

### Desmids do not recover from acidification: a century of monitoring in three moorland pools

The changes, mainly due to acidification, in the desmid flora of three moorland pools between 1916 and 2014 were investigated. The shifts are greatest in pools with relatively flat banks exposed to the air in extremely dry summers. After the dry summer of 1921, the changes were slight, but after the dry summer of 1976, the changes were dramatic due to the release of the sulphur and nitrogen compounds from the water bottom. The desmid conservation value declined but increased again until the 1990s, partly due to the decrease in acidifying deposition. The continuous decrease of acid deposition did not restore the desmid flora; on the contrary, the conservation value decreased again. The chemical dynamics resulting from the large stock of sulphur and nitrogen compounds, which have been built up in a century, are not conducive to the development of rare desmid species, which are bound to stable environmental conditions.