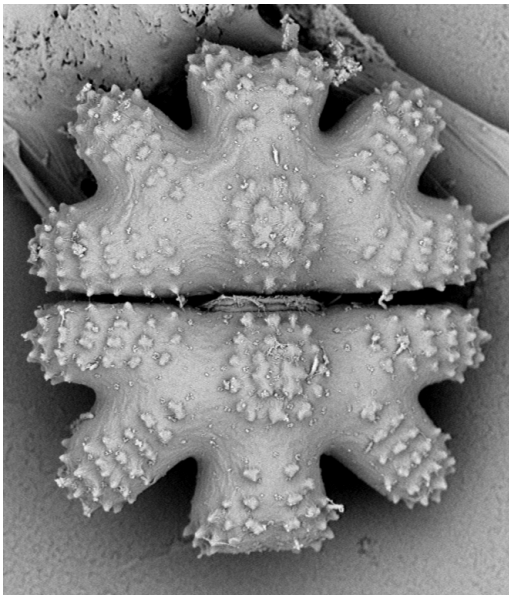
Sieralgen in Drenthe



Marien van Westen

Sieralgen in Drenthe

Marien van Westen

2020

Colofon

Titel: Sieralgen in Drenthe
© 2020 – Marien van Westen

ISBN: XXXXXXXXXXXX

Foto’s en illustraties: Marien van Westen, tenzij anders vermeld
Coverontwerp: Marien van Westen
Coverfoto’s: Marien van Westen, Eveline Stegeman
Website: www.desmids.science4all.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën of opnamen, hetzij op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

Voorwoord 5
1. Inleiding 7
2. Onderzoek aan sieralgen 9
    2.1 Wat zijn sieralgen? 9
    2.2 Waarom sieralgenonderzoek? 12
    2.3 Sieralgen en milieu 14
    2.4 De geschiedenis van het sieralgenonderzoek in Drenthe 17
    2.5 Waarom een atlas? 18
3. Methodiek van het onderzoek 21
    3.1 Inleiding 21
    3.2 Veldwerk 22
    3.3 Laboratoriumwerk 24
    3.4 Dataverwerking 25
4. De Atlas 26
    4.1 Betrouwbaarheid en volledigheid 27
    4.2 Uurhokfrequentie, kilometerhokfrequentie 28
5. Resultaten 29
    5.1 Sieralgen in relatie tot het milieu 30
    5.2 Soorten nieuw voor Drenthe en nieuw voor de wetenschap 32
    5.3 Bijzondere gebieden 33
6. Bedreiging, bescherming en beheer 39
7. Summary 40
8. Indeling 42
    8.1 Classificatie van sieralgen 42
    8.2 Indeling in groepen 42
    8.3 Indeling van de pagina's 43
    8.4 Explanation of the pages 44

9. Familie Zygnemataceae 45
9.1 *Cylindrocystis* Meneghini ex De Bary 1858 47
9.2 *Mesotaenium* Nägeli 1849 59
9.3 *Netrium* (Nägeli) Itzigsohn & Rothe 1856 70
9.4 *Roya* West & G.S. West 1896 emend. Hodgetts 1920 77
9.5 *Spirotaenia* Ralfs 1848 80
9.5 *Tortitaenia* Brook 1998 87
10.1 De families Gonatozygaceae en Peniaceae 90
11. Familie Desmidiaceae 108
11.1 *Actinotaenium* (Nägeli) Teiling 1954 111
11.2 *Haplotaenium* Bando 1988 137
11.3 *Pleurotaenium* Nägeli 1849 140
11.4 *Tetmemorus* Ralfs 1848 147
11.5 *Euastrum* Ralfs 1848 154
11.6 *Micrasterias* Ralfs 1848 185
11.7 *Cosmarium* Ralfs 1848 194
11.8 *Xanthidium* Ralfs 1848 196
11.9 *Staurodesmus* Teiling 1948 209
11.10 *Staurastrum* Ralfs 1848 218
11.11 Kolonievormende geslachten 222
Begrippenlijst 238
Literatuur 239
Register van wetenschappelijke soortnamen 243

Voorwoord

Ik zal een jaar of acht geweest zijn toen ik voor mijn verjaardag een kleine microscoop kreeg. Wat er allemaal mee bekeken werd weet ik niet meer, wel dat het machtig interessant was om allerlei organismen (waaronder die in slootwater) met een microscoop te bekijken. Later waren stekelbaarsjes, waterslakken, rugzwemmers en waterkevers zo interessant dat ik die samen met waterplanten uit een slootje in een aantal aquaria op mijn kamer had staan. Dat leven in het aquariumwater bekeek ik weer onder de microscoop. Zo kan ik mij nog heel goed het langzaam bewegen en dan plotseling weer terugtrekken van klokdiertjes (*Vorticella*) herinneren.
Jaren later kocht ik zelf een microscoop en weer werd een druppel water bekeken, nu uit mijn tuinvijver. Een groep van kleine algen trok mijn aandacht. Deze algen bleken te behoren tot een groep die heldergroen en zeer fraai symmetrisch is en daarom toepasselijk 'sieralgen' wordt genoemd. Ik raakte gefascineerd door deze algen en begon allerlei waterpartijen in de wijde omgeving van Assen te onderzoeken op deze groep algen. Na een paar jaar ontstond het idee om de verzamelde gegevens in de vorm van een verspreidingsatlas van sieralgen in Drenthe te bundelen.
Het aantal mensen dat in Nederland onderzoek doet aan sieralgen is erg klein en ook in Drenthe is er maar een handjevol natuurliefhebbers dat met enige regelmaat naar sieralgen kijkt. Meestal ging ik in mijn eentje op pad om monsters te verzamelen en de gegevens in deze atlas zijn dan ook gebaseerd op de door mijzelf verzamelde data. Naast het veldwerk was er veel tijd nodig voor het bekijken van alle watermonsters met een microscoop en het op naam brengen van de gevonden soorten. Onverwacht vond ik veel soorten die nog nooit uit Nederland gerapporteerd waren. Dat een groot aantal sieralgen als nieuw voor de wetenschap beschreven zouden moeten worden had ik van te voren zeker niet gedacht. Als ik had geweten hoeveel werk het allemaal was, was ik er misschien niet eens aan begonnen!

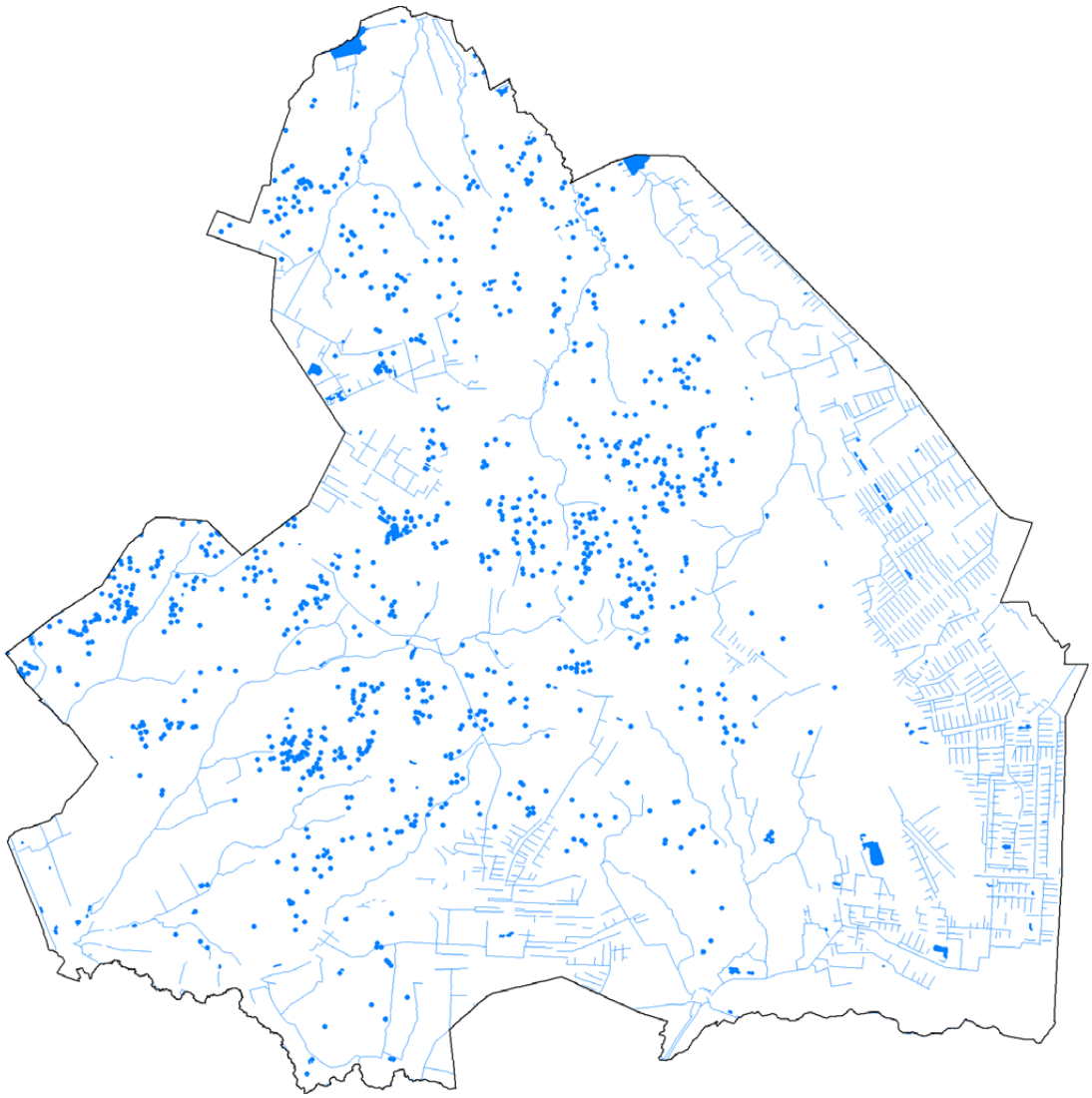
Deze atlas kon niet tot stand komen zonder de inbreng van een groot aantal mensen. Allereerst de leden van de Sieralgenwerkgroep (www.desmids.nl). De excursies van deze groep en de daaropvolgende besprekingen van de gevonden soorten waren zeer leerzaam. Met name wil ik Peter Coesel bedanken, die mij gemotiveerd en geadviseerd heeft bij de diverse publicaties van nieuwe soorten. Ton Joosten en Frans Kouwets, met wie vele uren over de taxonomie van sieralgen gediscussieerd werd. Daarnaast hebben Koos Meesters, Alfred van Geest, Wil Leurs, Ben de Nijs, Eveline Stegeman, Henk van der Meulen, Cees van Roozendaal en Ronald Bijkerk, Roland Luts en André van Hoof uit Vlaanderen, Chris Carter en David Williamson uit de UK, Jan Šťastný uit Tsjechië monsters, fotomateriaal, literatuur en waardevolle opmerkingen aangeleverd en daarmee bijgedragen aan de discussie over lastig op naam te brengen soorten.
Voor eventuele fouten in deze atlas is uiteraard alleen de schrijver verantwoordelijk.
De stichting Het Drentse Landschap, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer waren bereid mij vergunningen te verlenen om in hun natuurgebieden onderzoek te doen en Rijkswaterstaat in Lelystad bood mij de gelegenheid om een deel van de monsters te onderzoeken met behulp van hun Scanning Electron Microscope (SEM).
En last but not least wil ik Hélène Stapert bedanken voor de ondersteuning en het kritisch doorlezen van de tekst.

Marien van Westen,
Assen, 2020

© M.C. van Westen

1. Inleiding

Hoewel de meeste mensen bij Drenthe niet direct aan een waterrijke provincie zullen denken is er toch veel water te vinden. Naast de vele vennen in natuurgebieden en de paar grotere meren zijn er drinkpoelen, dorpsvijvers, beken en kanalen (fig 1.1) en dan hebben we het nog niet eens over de vele sloten. In die wateren leven vele grotere organismen zoals vissen, kikkers en salamanders, maar ook kleinere zoals waterkevers en watervlooien. Daarnaast zijn er natuurlijk allerlei soorten moeras- en waterplanten. Al deze organismen zijn met het blote oog te zien.
Gaan we dat water met een loep bekijken, dan zijn er nog kleinere 'beestjes' en 'plantjes' te zien. Sommige zijn zo klein dat er een microscoop voor nodig is om ze goed te kunnen bekijken. Met een loep zijn die 'plantjes' als kleine groene sliertjes en puntjes te zien: (micro)algen. Met een microscoop is pas goed te zien hoeveel soorten van deze microscopisch kleine algen er eigenlijk zijn. Onder deze algen is er één groep die er uitspringt: de sieralgen. Ze hebben deze naam gekregen vanwege hun mooie helder groene kleur en fraaie symmetrie.
In 2007 werd deze groep algen door mij 'ontdekt' toen ik een druppel water uit mijn tuinvijver onder een microscoop bekeek. Sindsdien is van een aantal vennen, poelen en ondiepe waterplassen rond Assen watermonsters genomen en microscopisch onderzocht. Daarbij werden foto's gemaakt om details van de verschillende soorten vast te leggen. Gegevens van de vindplaats



Figuur 1.1 Vennen, poelen, beken en kanalen in Drenthe. Bron: Geoportaal Drenthe

en de gevonden soorten werden bijgehouden in een zelf ontwikkelde database. Na een aantal jaren ontstond het idee om de verzamelde informatie in de vorm van een verspreidingsatlas van sieralgen in Drenthe te bundelen. Toen was namelijk duidelijk geworden dat het mogelijk moest zijn om in een periode van ongeveer 10 jaar voldoende gegevens te verzamelen voor een dergelijke atlas. Dit is om meerdere redenen een interessant project: inventarisatiegegevens van sieralgen zijn nooit eerder op deze manier gepresenteerd, sieralgen zijn goede indicatoren van de waterkwaliteit, waardoor de gegevens interessant zijn voor zowel natuurbeheerders als natuurliefhebbers en de bijgevoegde foto's vormen een goede aanvulling op bestaande determinatieliteratuur.
Om het veldwerk en bijbehorend microscopisch onderzoek in een periode van 10 jaar te kunnen voltooien moesten er wel keuzes gemaakt worden met betrekking tot het aantal te onderzoeken locaties en de manier waarop gegevens gepresenteerd moesten worden.

Deze atlas bestaat uit twee delen: een algemeen deel en een taxonomisch en ecologisch deel. In het algemene deel wordt aandacht besteed aan de volgende onderwerpen:

- Wat zijn sieralgen?
- Waarom sieralgenonderzoek
- Sieralgen en milieu
- Een beknopt overzicht van de geschiedenis van het sieralgenonderzoek in Drenthe.
- Waarom een atlas?
- De invloed van geologie en hydrologie van Drenthe op het voorkomen van sieralgen.
- De methode van onderzoek met een toelichting bij de gemaakte keuzes met betrekking tot de aanpak, de presentatie van de gegevens in deze atlas.
- Interessante sieralgengebieden.
- Samenvatting in het Engels.

Het grootste deel van deze atlas wordt ingenomen door het taxonomisch en ecologisch deel waarin de gevonden soorten afzonderlijk worden besproken.

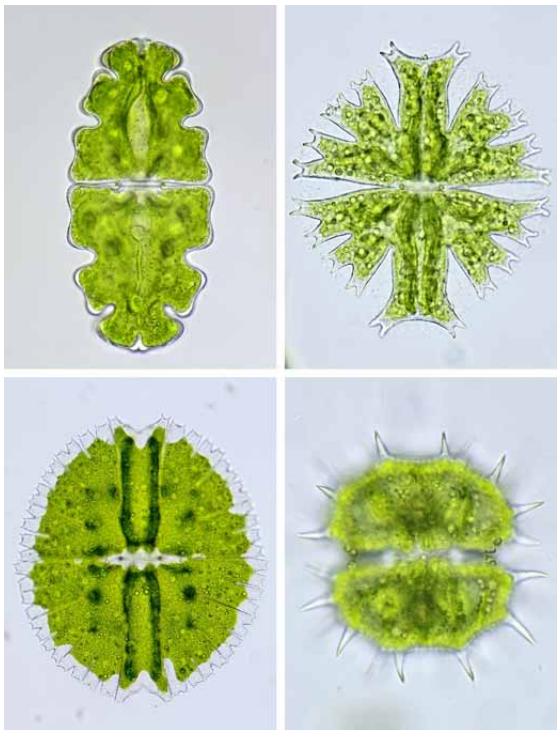
Om de leesbaarheid te verhogen is de verwijzing naar de gebruikte literatuur in de tekst beperkt gehouden.

Een drassige plek in natuurgebied De Heest bij Gasteren. Vindplaats van *Staurastrum pileolatum*

2. Onderzoek aan sieralgen

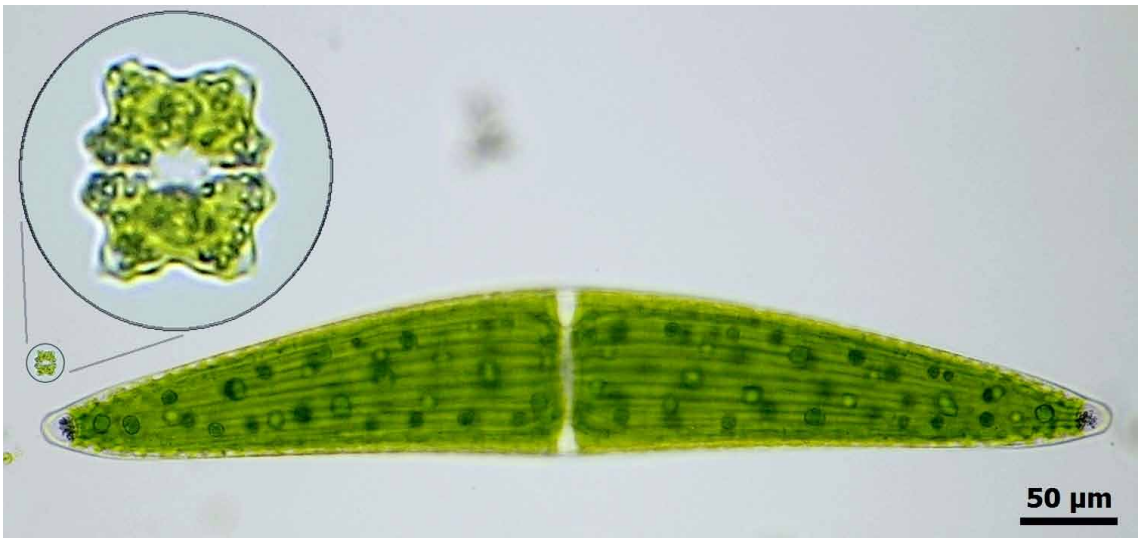
2.1 Wat zijn sieralgen?

Wie voor het eerst een afbeelding van sieralgen ziet begrijpt meteen waarom ze deze naam hebben gekregen. Niet omdat ze zoals sierplanten speciaal gekweekt worden, maar omdat veel van deze vrij in de natuur voorkomende groene algen spectaculaire symmetrische vormen hebben, die onder de microscoop direct opvallen (fig 2.1). De wetenschappelijke naam voor deze groep algen is *Desmidiaceeën*. In het Engels worden ze *Desmids* genoemd en in het Duits *Zieralgen*. Ze zijn bij de meeste natuurliefhebbers onbekend omdat ze zo klein zijn dat ze alleen met een microscoop te zien zijn. De grootste sieralgen zijn iets kleiner dan een millimeter en de kleinste soorten van deze groep zijn zelfs kleiner dan 0,01 mm (fig. 2.2). Die grotere soorten zijn met een loep nog wel zichtbaar als een klein groen stipje of streepje, maar hoe mooi ze zijn is dan niet te zien. Sieralgen zijn pas ontdekt toen ongeveer tweehonderd jaar geleden de microscopen goed genoeg waren om de fijne details van deze algen zichtbaar te maken. Ze hebben alleen wetenschappelijke namen en geen Nederlandse omdat ze alleen door biologen en geïnteresseerde leken bestudeerd werden. Wel worden soorten van het geslacht *Micrasterias* in navolging van Heimans (1916) soms aangeduid met de naam 'Ridderkruisen'.

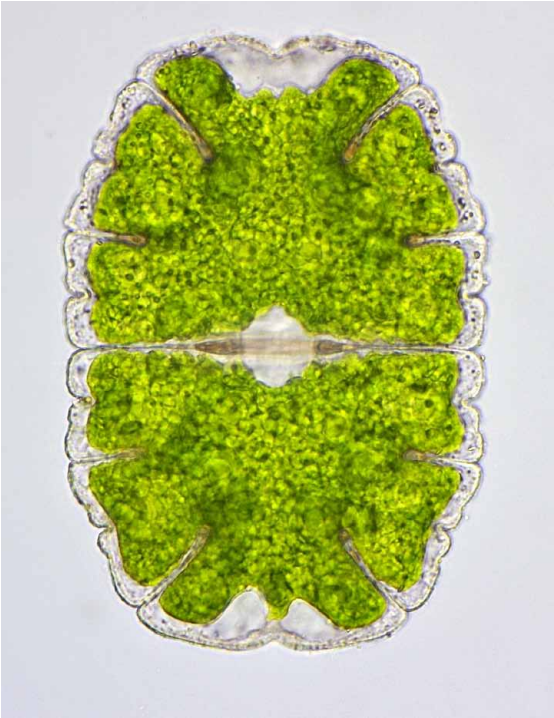


Figuur 2.1 Sieralgen uit Drenthe

Sieralgen behoren tot de groep van de groene algen. Ze hebben net als andere groene planten chlorofyl in de chloroplast en zijn in staat om glucose te maken uit CO2 en water. Die glucose is de basis om cellulose te maken, waaruit ze hun celwand opbouwen. Glucose wordt daarnaast omgezet in zetmeel dat gebruikt wordt als energieopslag.
Sieralgen komen alleen in zoet water voor, hoewel enkele soorten wel eens in brak water gevonden worden. De meeste soorten leven tussen de fijn vertakte bladeren van waterplanten zoals veenmos en blaasjeskruid (benthische levenswijze).



Figuur 2.2 Een grote en een kleine sieralg. *Closterium lunula* en *Euastrum gayanum*



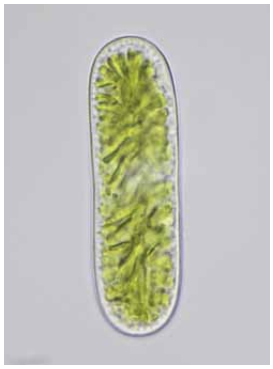
Figuur 2.3 *Micrasterias jenneri.* Een zeldzame sieralg

Sieralgen zijn over het algemeen vrij kieskeurig en worden in niet al te voedselrijk, ondiep en stilstaand of zwak stromend water gevonden. Een sloot met veel kroos is te voedselrijk en er komt te weinig licht door de krooslaag heen, waardoor in dit soort sloten geen of zeer weinig sieralgen worden gevonden. Ook in door bomen omzoomde vijvers worden over het algemeen weinig sieralgen gevonden. Deze vijvers zijn te zuur door rottende bladeren, of er valt te weinig licht in. In ondiepe vennen, poelen, petgaten en meertjes in een open landschap worden dan ook de meeste sieralgen gevonden. Het is gebleken dat in allerlei ondiepe plassen en poelen, die aangelegd zijn voor natuurontwikkeling, na één of twee jaar al een behoorlijk aantal soorten sieralgen wordt gevonden. Blijkbaar kunnen deze algen een nieuwe plas veel sneller koloniseren dan hogere planten. Anderzijds is het ook zo dat sommige soorten sieralgen slechts op een beperkt aantal plaatsen worden gevonden, terwijl er in de omgeving genoeg – op het oog – soortgelijke biotopen te vinden zijn waar deze soorten nog nooit gevonden zijn. Een voorbeeld hiervan is *Micrasterias jenneri* (fig. 2.3), die in Drenthe alleen voorkomt in een paar vennen op het Dwingelderveld, waaronder Diepveen (fig. 2.4). Een veronderstelling is dat sieralgen mede door watervogels verspreid worden. De kleinere cellen blijven misschien makkelijker tussen de veren van die vogels zitten dan de grotere van *Micrasterias* jenneri.

Er zijn ook sieralgen die zich aangepast hebben aan een semi-atmofytische leefwijze. Dat wil zeggen dat ze voorkomen op allerlei plekken waar het voldoende vochtig is. Dit kan bijvoorbeeld zijn op een vochtige kale bodem (fig. 2.5), op

Figuur 2.4 Het ven Diepveen op het Dwingelderveld

Figuur 2.5 Dwingelderveld. De kale bodem bij uitkijkpunt De Keep, waar in het vroege voorjaar een dun laagje water staat



Figuur 2.8
Cylindrocystis brebissonii

Figuur 2.9
Euastrum ansatum

kale rotsen waar voortdurend water overheen sijpelt, of gewoon tussen mos op een terras op het noorden in een tuin in Assen (fig. 2.6). De

Figuur 2.6 Mos op een terras in Assen

ervaring leert dat deze soorten meestal in het vroege voorjaar gevonden worden wanneer de grond door de combinatie van regen en weinig zonnewarmte lang vochtig blijft. Zelfs tussen vochtig mos, bijvoorbeeld veenmos aan de oever van vennen, blijken diverse soorten sieralgen voor te komen (fig. 2.7). Soms wordt een monocultuur van één soort sieralg gevonden in een met water gevulde afdruk van een koeienpoot in een begraasd natuurgebied.

Sieralgen zijn eencellige organismen die uit twee delen lijken te bestaan, die min of meer elkaars spiegelbeeld zijn. De celkern bevindt zich in het midden van de cel. De celvorm kan heel simpel zijn, zoals in het geval van *Cylindrocystis brebissonii* (fig 2.8). Andere hebben in het midden een insnoering (fig. 2.9) of zijn gekromd (fig. 2.11). Sieralgen planten zich vooral voort door celdeling. Tijdens dit proces groeit uit elke semicel (halve cel) een nieuwe semicel, waardoor de celhelften uit elkaar geduwd worden zodat uit de oorspronkelijke cel twee nieuwe cellen ontstaan (fig. 2.10). Elke cel bestaat uit twee semicellen waarvan er één altijd ouder is dan de andere. De oudste celhelft is door de opname van ijzer vaak bruin gekleurd. Vooral bij *Closterium* is dat vaak goed te zien (fig. 2.11). Naast deze ongeslachtelijke voortplanting bestaat er ook een speciale vorm van geslachtelijke voortplanting (conjugatie) waarbij twee cellen bij elkaar in de buurt komen en contact maken, waarna er een verbinding

Figuur 2.7 Vindplaats van *Cosmarium obliquum* op Kampsheide

Figuur 2.10 Delende cellen van *Cosmarium sportella*

Figuur 2.11
Closterium dianae

(conjugatiebuis) tussen de beide cellen ontstaat. De celinhoud van beide cellen vloeit door deze verbinding samen en vormt dan een bolvormig geheel met een stevige wand: een zygospore. Vaak is die wand voorzien van scherpe uitsteeksels (fig. 2.12). Deze vorm van geslachtelijke voortplanting vindt ook plaats bij sommige soorten draadalgen. Daarom wordt deze groep algen (draadalgen en sieralgen samen) ook wel conjugaten genoemd. Zygosporen zorgen voor uitwisseling van erfelijk materiaal, waardoor de genetische variatie van de soort groter wordt. Hierdoor is er meer kans dat er individuen ontstaan die beter aangepast zijn aan veranderde ecologische omstandigheden, wat het voortbestaan van de soort waarborgt.
Minstens zo belangrijk is dat zygosporen goed tegen droogte kunnen, waardoor ze perioden van uitdroging van een ven of poel kunnen overbruggen. Het is gebleken dat zogenoemde planktonische soorten, die in permanente wateren voorkomen, zich veel minder vaak door conjugatie voortplanten dan soorten van een periodiek uitdrogend milieu. Van veel soorten die zich vrij kunnen bewegen in grotere wateren (meren en plassen) zijn geen zygosporen bekend en het is de vraag of deze soorten zich uitsluitend ongeslachtelijk (door celdeling) voortplanten en of ze nog wel het vermogen hebben om zich te kunnen voortplanten door middel van zygosporen.

Figuur 2.12 Zygospore van *Staurastrum ralfsii* var. *depressum* met aanhangende (lege) semicellen

Het bovenstaande is een zeer korte beschrijving van de bouw en leefwijze van sieralgen. Uitgebreide informatie over sieralgen is te vinden in Brook (1981).
De website van de sieralgenwerkgroep (www.desmids.nl) geeft eveneens veel aanvullende informatie.

2.2 Waarom sieralgenonderzoek?

De fraaie helder groene cellen van sieralgen zijn een lust voor het oog bij het bekijken met een microscoop, maar er zijn ook andere redenen waarom deze algen bestudeerd worden. Gebleken is namelijk dat een aantal soorten sieralgen erg kieskeurig is wat betreft de waterkwaliteit. Daardoor kunnen deze sieralgen gebruikt worden als indicator voor de milieukwaliteit. Omdat algen veel sneller reageren op milieuveranderingen dan hogere planten, kan verstoring van het milieu en het effect van milieumaatregelen aan de hand van het voorkomen van sieralgen bepaald worden. Over het algemeen zijn micro-organismen moeilijk te determineren en is het onderzoek daaraan specialistenwerk. Gelukkig is een groot aantal soorten sieralgen goed herkenbaar en daardoor met een microscoop redelijk eenvoudig te determineren. Zo kunnen ook natuurliefhebbers, die in het bezit zijn van een microscoop, een bijdrage leveren aan het onderzoek van de waterkwaliteit van vennen, poelen en meren.

Door Coesel (1998) is een methode ontwikkeld om aan de hand van de waargenomen sieralgen een zogenoemde Natuurwaarde uit te rekenen (zie kader). De Natuurwaarde die uit de berekening volgt is een getal tussen 1 en 10 en is een maat voor de natuurkwaliteit van een aquatisch ecosysteem. Op deze manier kunnen vennen, plassen en poelen met elkaar vergeleken worden. Door regelmatig een watermonster te nemen en aan de hand van de gevonden sieralgen de Natuurwaarde te berekenen, kan de ontwikkeling van een natuurgebied gevolgd worden.

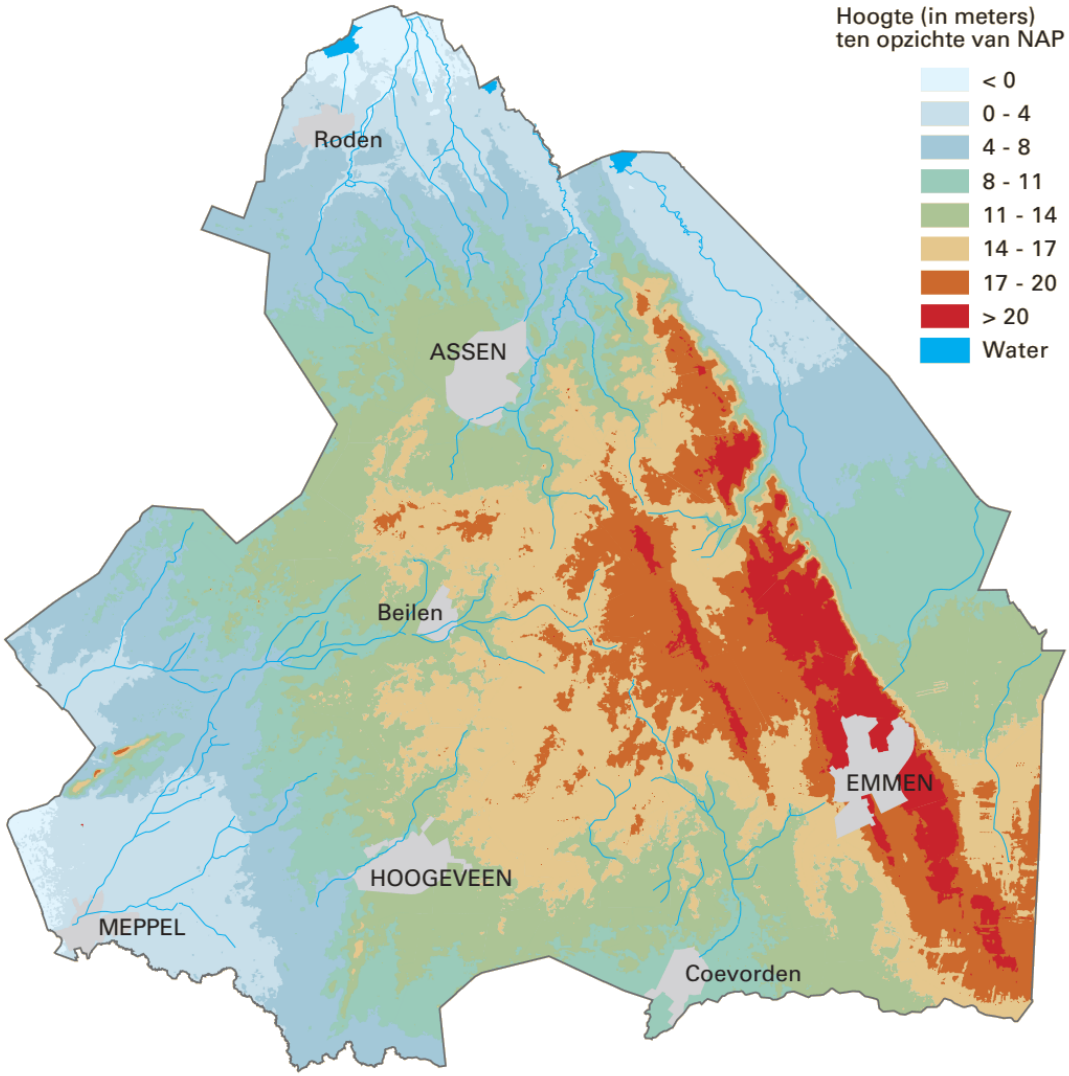
Natuurwaarde

Veel sieralgen zijn goed herkenbaar onder een microscoop en kunnen daardoor ook gebruikt worden als indicator voor de kwaliteit van het water. Niet alleen in natuurgebieden, maar ook daarbuiten.
Coesel (1998) heeft een methode voor de berekening van de Natuurwaarde als een getal tussen 0 en 10 geïntroduceerd.
Door Coesel is, voor elke sieralgensoort die uit Nederland bekend is, een lijst opgesteld waarin voor die soort de zeldzaamheid (r, rarity) als een getal tussen 0 en 3 wordt opgegeven. Dit betekent voor r=0 dat de soort algemeen is of dat hij verward kan worden met erop lijkende soorten. Verder betekent: r=1, vrij zeldzaam; r=2, zeldzaam en r=3, zeer zeldzaam. Voor alle gevonden soorten wordt de zeldzaamheid (r, rarity) bij elkaar opgeteld en hieruit wordt de totale zeldzaamheid R bepaald, ook weer als een getal tussen 0 en 3.
Voor elke soort is tevens aangegeven hoe karakteristiek (s, signaalwaarde) die soort is voor een kwetsbaar milieu, ook hier weer als een getal tussen 0 en 3. In dit geval betekent s=0 dat de soort in diverse milieus te vinden is of dat de soort verward kan worden met erop lijkende soorten. Een waarde van s=1 betekent laag-indicatief; de soort komt ook in andere milieus voor en s=3 betekent dat deze soort in rijk gestructureerde ecosystemen voorkomt, die na vernietiging vele tientallen jaren nodig hebben om te herstellen. De totale signaalwaarde S (als een getal tussen 0 en 4) wordt bepaald uit de som van de s-waarden van alle gevonden soorten.
Tenslotte wordt ook gekeken naar het totaal aantal soorten (d, diversiteit) en volgens een algoritme wordt hieruit een diversiteitswaarde D berekend. Dit is een getal tussen 0 en 3.
Optellen van D, R en S levert dan de Natuurwaarde als een getal tussen 0 en 10. Als geen enkele sieralg wordt gevonden is de Natuurwaarde 0 (nul).
Coesel heeft, op grond van eigen ervaringen na jarenlang sieralgenonderzoek, van elke soort die niet of nauwelijks te verwarren is met andere soorten, ook aangegeven of die soort zo indicatief (hoge signaalwaarde) en zeldzaam is, dat die op een RodeLijst zou moeten staan. In de bespreking van de soorten in deze atlas wordt gerefereerd aan die lijst wanneer een soort als RL-soort wordt opgevoerd.
De methode van Coesel is alleen bedoeld voor permanente wateren en niet voor regenpoeltjes die vaak weer snel droogvallen of drassige plekken in heidevelden of graslanden. In het onderzoek voor deze atlas is de natuurwaarde wel berekend voor die milieus. De motivatie hierachter is dat hiermee in ieder geval ook dergelijke milieus onderling kunnen worden vergeleken. Anderzijds blijken periodiek droogvallende plekken het hele jaar door voldoende vochtig te blijven waardoor sieralgen ook die droge periode kunnen overleven. Een hoge diversiteit van sieralgen op dit soort plekken heeft wel degelijk een ecologische betekenis. Opvallend vaak worden juist in deze milieus soorten gevonden die in permanente wateren nauwelijks vookomen en dan ook als zeldzaam worden beschouwd.

© M.C. van Westen

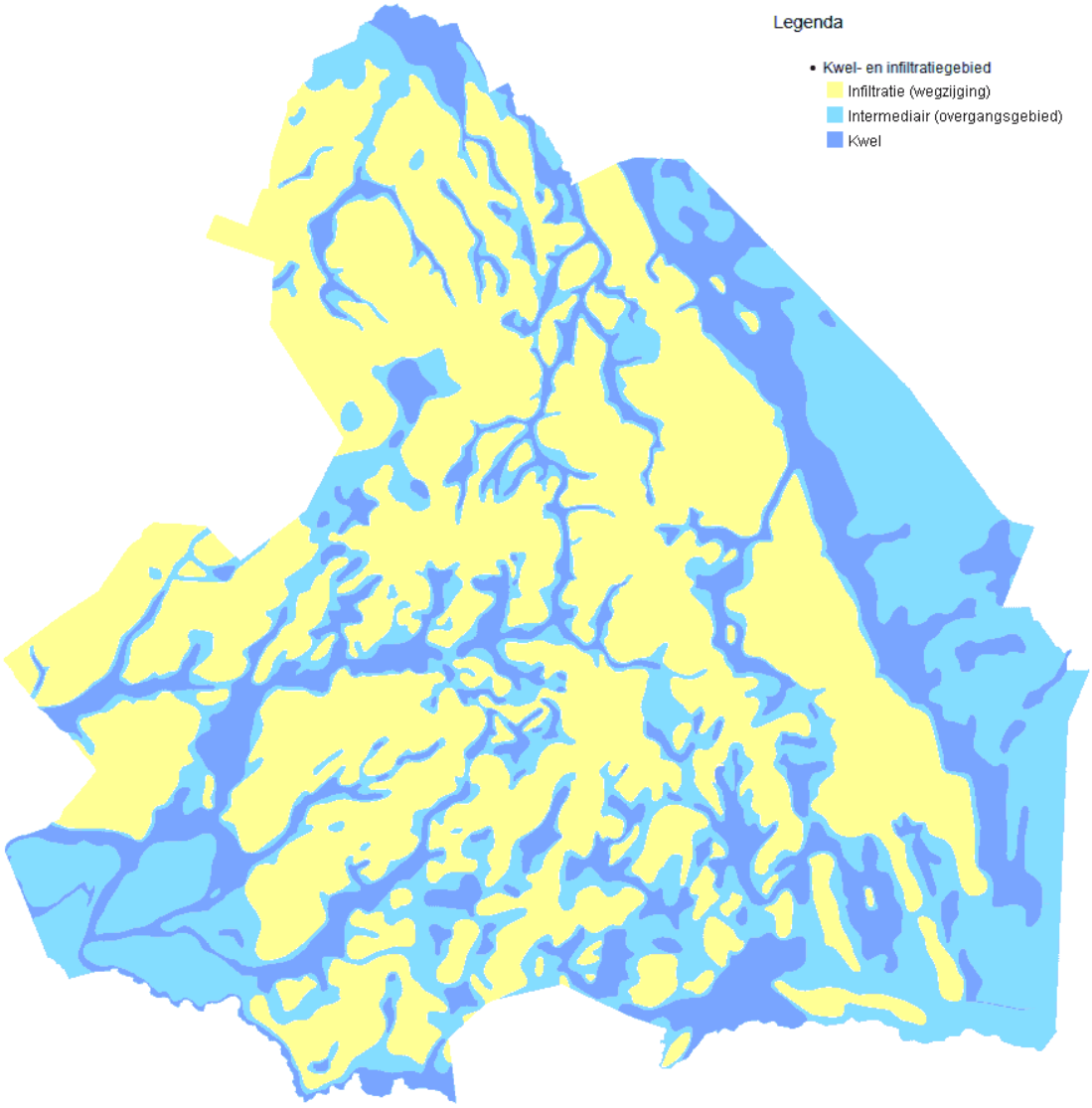
2.3 Sieralgen en milieu

Om de verspreiding van sieralgen in Drenthe beter te begrijpen is kennis van de ondergrond en de waterhuishouding van de provincie nodig. Net zoals alle in het water levende organismen zijn sieralgen namelijk afhankelijk van in het water opgeloste mineralen en gassen. Die mineralensamenstelling wordt voor een groot deel bepaald door de mineralen in de bodem en hoe die in het water oplossen. De herkomst van het water is ook van belang: grondwater bevat veel meer mineralen dan regenwater.
Drenthe wordt vaak vergeleken met een omgekeerd soepbord: in het midden bevinden zich hoge zandgronden en aan de randen lager gelegen beekdalen of veenafgravingen. In het westen daalt het Drents plateau langzaam richting Friesland en daar is de overgang wat minder duidelijk (fig. 2.13). Opvallend op de hoogtekaart zijn de in de ijstijden gevormde Hondsrug en de daaraan parallel lopende, iets lagere, Sleenerrug die beide in de Saale-ijstijd (150.000 jaar geleden) zijn ontstaan. Deze ruggen bestaan uit keileem, zand en zwerfstenen. In de Weichsel-ijstijd (tot 10.000 jaar geleden) kwam het ijs niet tot aan Nederland, maar het was hier toen wel erg koud en Nederland was een kale toendra. De wind joeg het zand op en bedekte grote delen van de provincie met een laag zand van wisselende dikte. Vooral in



Figuur 2.13 Hoogtekaart van Drenthe. Bron: Actueel hoogtebestand Nederland, (AHN) Rijkswaterstaat 1996

het zuidwesten van de provincie vinden we dit zogenoemde dekzand nog steeds in de vorm van lange brede zandruggen terug.
Regenwater infiltreert in de hogere delen van de provincie en komt in de lagere delen als kwel weer naar boven (fig. 2.14). In de figuur is goed te zien dat die kwelgebieden inderdaad aan de randen van de provincie liggen, maar dat ook in de lager liggende beekdalen veel kwelwater omhoog komt. Regenwater heeft een pH van ongeveer 7 en bevat geen mineralen. Dit water is neutraal en voedselarm (oligotroof). In de infiltratiegebieden op de hogere zandgronden worden vennen en poelen vooral met regenwater gevoed. De pH is dan ongeveer 7, maar een kleine toevoeging van mineralen kan de pH snel laten veranderen. Om die reden wordt het water in dergelijke vennen ook wel aangeduid met de term 'ongebufferd'. Als zich in een ongebufferd ven veenmossen gaan ontwikkelen daalt de pH, soms wel tot minder dan 3. Op sommige plekken zorgt de leemlaag in de ondergrond voor een waterdichte laag onder het dekzand, waardoor op die plekken vennen gevormd worden waar het water langer blijft staan. Als de keileemlaag dicht onder de oppervlakte zit, kunnen mineralen uit die leemlaag in het water oplossen en wordt het water iets voedselrijker (oligo-mesotroof). Door de opgeloste



Figuur 2.14 Infiltratie en kwelgebieden. Bron: Geoportaal Drenthe

mineralen kan de pH minder makkelijk veranderen en dit water noemen we ‘zeer zwak gebufferd’. Door de bufferende werking zal de pH niet te veel kunnen dalen en heeft in een dergelijk ven vaak een waarde van 5 à 6.
De Hondsrug bevat veel keileem vlak onder de oppervlakte. Deze leemlaag is mineraalrijker dan de dekzanden, die meer naar het zuidwesten worden gevonden. De vennen in die dekzanden zijn daarom vaak niet of zeer zwak gebufferd met een pH kleiner dan 5, terwijl die op de Hondsrug net iets voedselrijker en zwak gebufferd zijn met een pH tussen 5 en 7.
Het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) hangt af van de ionenconcentratie in het water. Dit betekent dat ongebufferd water een laag geleidingsvermogen heeft en dat dit geleidingsvermogen bij gebufferd water hoger is. In de zure vennen wordt vaak een EGV van 10 – 40 µS/cm gemeten, in de iets voedselrijkere wateren is die vaak 50 – 100 µS/cm. In (sterk) gebufferd water kan de EGV wel oplopen tot 1000 µS/cm of meer.
Bijzondere milieucondities kunnen ontstaan op plekken waar ongebufferd water met een lage pH en gebufferd water met een hoge pH bij elkaar komen. Er ontstaat vaak een gradiënt waar de pH over een kleine afstand toeneemt van bijvoorbeeld 4 tot 8. Dit levert dan een milieu waarin op korte afstand van elkaar sieralgen van zuur, zwak zuur en alkalisch milieu worden gevonden, wat een hoge biodiversiteit oplevert. Daar zitten dan soms ook soorten bij die vrij zeldzaam tot zeer zeldzaam zijn in Nederland.

Op lager gelegen plaatsen hebben we te maken met omhoogkomend kwelwater dat aan de oppervlakte in contact komt met zuurstof. Het opgeloste ijzer wordt hierdoor geoxideerd en kleurt zo het water en de grond bruin door ijzeroxide (roest). Vaak lijkt het of er een olielaagje op het water drijft, maar het is een dun vliesje van ijzerbacteriën dat op het water drijft.
Het omhoogkomende kwelwater bevat naast ijzer ook mineralen die in het water opgelost zijn tijdens de jarenlange (soms wel eeuwen durende) reis door de aardlagen. Dit water bevat meer voedingsstoffen dan vennen die geen invloed van grondwater kennen en wordt dan ‘mesotroof’ of ‘zwak gebufferd’ genoemd. Water dat lang onderweg is kan zoveel mineralen opnemen dat het door de aanwezige kalk ‘hard’ water is geworden. De pH is dan hoger dan 7 en kan soms wel oplopen tot 10.
Naast de bovengenoemde natuurlijke processen komen er, door menselijke invloed, op veel plaatsen extra voedingsstoffen in het water, zodat van oorsprong ongebufferde vennen zwak gebufferd zijn geworden.
Sieralgen worden over het algemeen in zure tot zwak zure, wat minder voedselrijke wateren gevonden. In tabel 2.1 is te zien dat een vrij klein aantal soorten in alkalisch, eutroof water voorkomt.
Van oorsprong mesotrofe wateren met een rijke sieralgenflora kunnen door menselijke invloed voedselrijk worden en dan kan het aantal soorten sieralgen sterk afnemen.

Acidofiel	337	Oligotrafent	126
Acidofiel-circumneutraal	83	Oligo-mesotrafent	119
Circumneutraal	23	Mesotrafent	208
Circumneutraal-alkalifiel	22	Meso-eutrafent	35
Alkalifiel		Eutrafent	16
Indifferent (Acido-alkalifiel)	38	Indifferent (Oligo-eutrafent)	6
Totaal aantal soorten	**510**	**Totaal aantal soorten**	**510**

Bron: Coesel & Meesters (2007) met aanvullingen van R. Bijkerk.

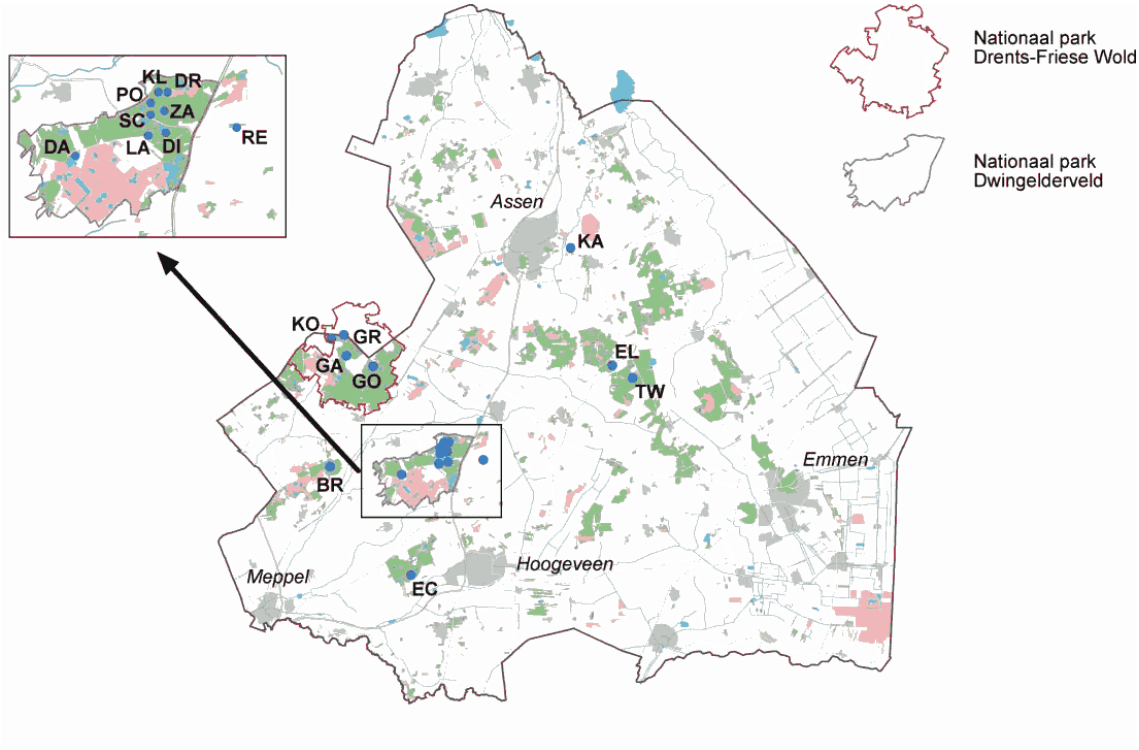
Tabel 2.1 Milieuvoorkeur van sieralgen

2.4 De geschiedenis van het sieralgenonderzoek in Drenthe

Het sieralgenonderzoek in Drenthe is bijna honderd jaar geleden begonnen. Havinga (1919) onderzocht het Zuidlaardermeergebied en Beijerinck (1927) een groot aantal vennen in de omgeving van Spier. In het promotieonderzoek van beiden ging het om veel meer waterorganismen dan alleen sieralgen. Door Havinga werd een twintigtal soorten – zeer waarschijnlijk uit het Groningse deel van het Zuidlaardermeer – genoemd, die vooral in voedselrijkere neutraal-alkalische wateren voorkomen. Beijerinck vond meer dan 200 soorten waarvan een kleine 60 nieuw waren voor de Drentse flora. Het werk van Beijerinck is van belang omdat hij verschillende sieralgengezelschappen onderscheidde. In zijn onderzoek ontdekte hij dat in vergelijkbare milieus steeds min of meer dezelfde sieralgen-combinaties voorkomen. De kenmerkende soorten noemde hij 'gidsvormen' waarmee bepaald kan worden met wat voor soort ecosysteem we te maken hebben. Wartena (1954) onderzocht dezelfde vennen en meertjes, die ook al door Beijerinck waren onderzocht. Zij constateerde dat in sommige vennen ook andere soorten voorkwamen dan in 1927, maar dat in het algemeen de soortenrijkdom was afgenomen.

In de jaren 70 en 80 van de vorige eeuw is door een aantal studenten van de universiteit van Amsterdam aanvullend onderzoek gedaan (Smit, 1976; Coesel & Smit, 1977; Goesens, 1983).

In 1990 en 1991 zijn de ecologische veranderingen sinds 1900 in 18 geselecteerde vennen (fig.2.15) onderzocht (Van Dam en Arts, 1993). In dit onderzoek is het fytoplankton onderzocht op kiezelwieren en sieralgen. In 2003 zijn die vennen opnieuw onderzocht (Bijkerk, Berg en Joosten, 2003). In 2010–2011 zijn deze 18 vennen nogmaals onderzocht (Van Dam et al, 2013). Deze laatste drie onderzoeken geven een goed beeld van de ontwikkeling sinds 1990 van de sieralgenpopulatie in die 18 vennen.



Figuur 2.15 De 18 regelmatig onderzochte vennen (Bron Bijkerk et al 2004)

2.5 Waarom een atlas?

Er zijn in de afgelopen 200 jaar een aantal Flora's gepubliceerd, die een beschrijving geven van de verschillende soorten sieralgen. De bekendste zijn die van Ralfs (1848), West & West (1904, 1905, 1908, 1912, 1923), Lenzenweger (1996, 1997, 1999, 2003) en Coesel & Meesters (2007, 2013). Daarnaast zijn er Flora's waarin een beperkt aantal sieralgengeslachten worden behandeld: Krieger (1937, 1939), Růžička (1977, 1981), Brook & Williamson (2010).

Al deze Flora's zijn bedoeld om behulpzaam te zijn bij de determinatie van sieralgen. Vaak wordt aangegeven waar een soort gevonden is. Vaak betreft dit slechts één of enkele vindplaatsen. Meestal wordt ook iets gezegd over de milieuvoorkeur en of een soort vaak gevonden is. De verspreiding in een bepaald gebied is in het verleden zelden onderzocht. John & Williamson (2009) hebben een klein deel van het westen van Ierland onderzocht, maar ook zij laten geen verspreidingskaartjes zien. Zoals uit paragraaf 2.2 blijkt leverde het onderzoek dat in het verleden in Drenthe is gedaan geen beeld van de verspreiding van sieralgen over de hele provincie.

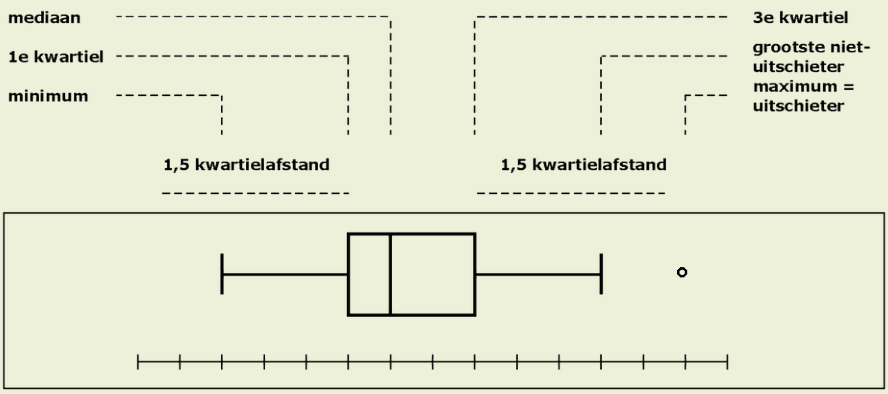
Mijn sieralgenonderzoek dat in 2007 gestart is, had in eerste instantie niet de opzet om de resultaten te presenteren in de vorm van een atlas. Wel werden de GPS-coördinaten van de monsterpunten en na ongeveer een jaar ook de pH en EGV (geleidingsvermogen) van de monsterpunten verzameld. Na ongeveer drie jaar was ruim een derde van de uurhokken (ook wel atlasblokken genoemd) in Drenthe bezocht. Per uurhok waren meerdere poelen, plassen en vennen bezocht. Toen ontstond het idee om de hele provincie te onderzoeken op sieralgen. Dit was nog nooit eerder voor de hele provincie gedaan en daarom is het niet mogelijk om de resultaten te vergelijken met eerdere inventarisaties. Deze atlas is dan ook te beschouwen als een nulmeting voor de verspreiding van sieralgen in de provincie Drenthe (zie ook hoofdstuk 4).

Het doel werd om van elke soort individuele verspreidingskaartjes te maken van het voorkomen in Drenthe aan het begin van deze eeuw. Er is voor gekozen om de milieuvoorkeur vast te leggen in zogenoemde boxplots (zie kader) van pH en EGV. Dat bij het verzamelen van de gegevens en de presentatie daarvan de nodige problemen overwonnen moesten worden, mag duidelijk zijn. Het volgende hoofdstuk gaat hier verder op in en beschrijft de keuzes die gemaakt zijn om deze problemen op te lossen.

Het ven op Kampsheide

De Boxplot

De boxplot is in 1977 geïntroduceerd door de wiskundige John Tukey als een handige manier om de spreiding van gegevens grafisch weer te geven. Zijn methode wordt ook wel de vijfgetallensamenvatting genoemd. Met deze methode wordt een verzameling gegevens in vieren gedeeld (kwartielen) en die worden dan grafisch weergegeven: de boxplot.
Voor het maken van een boxplot worden alle gegevens op een rij van opeenvolgende waarden gezet. De middelste waarde wordt de mediaan genoemd. Is het aantal gegevens even, dan wordt het gemiddelde van de twee getallen rond het midden genomen. Verder wordt van alle gegevens met een waarde lager (en hoger) dan de mediaan ook weer de mediaan bepaald: 1e kwartiel (Q1) en 3e kwartiel (Q3). Vijftig procent van alle gegevens ligt dan tussen het 1e en 3e kwartiel. De afstand tussen die twee kwartielen wordt de kwartielafstand (in het Engels Inter Quartile Range,IQR) genoemd. Het gebied tussen Q1 en Q3 wordt in een box weergegeven (fig. 1). De mediaan wordt met een verticale lijn in de box aangegeven en de gemiddelde waarde van alle gegevens samen met een kruis. De mediaan is dus niet hetzelfde als het gemiddelde!

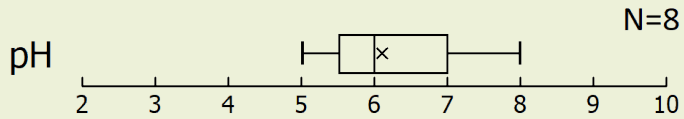


Figuur 1. Voorbeeld van een boxplot (bron Wikipedia)

In de in 1977 gepubliceerde versie wordt van de rechterkant van de box een horizontale lijn (vaak met een afsluitend streepje) naar de hoogste waarde getekend. Hetzelfde wordt gedaan met een lijn naar de laagste waarde. Deze lijnen worden ook wel 'whiskers' genoemd.
Als verfijning op het diagram worden alleen de waarden die liggen tussen Q1 – 1,5 * IQR en Q3 + 1,5 * IQR weergegeven. In dit gebied liggen meer dan 99% van de gegevens. Waarden die daarbuiten liggen worden met een cirkel aangegeven en 'uitschieters' of 'outliers' genoemd. Dit zijn waarden die statistisch verdacht zijn. Hier moet nog eens extra naar gekeken worden.

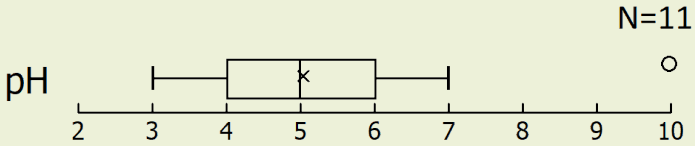
Voorbeeld 1
Een bepaalde sieralg wordt in acht monsters gevonden.
De gemeten pH bedraagt: 5, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 8
We kunnen nu uitrekenen:
Gemiddelde = 6,25 (kruisje)
Mediaan = 6

1e kwartiel = Q1 = 5,5
3e kwartiel = Q3 = 7
IQR = 1,5
De betrouwbare waarden liggen tussen 5,5 – 1,5 *1,5 = 3,25 en 7 + 1,5*1,5 = 9,25.
De laagste gemeten waarde is 5 en de hoogste waarde is 8.
Al deze gegevens worden weergegeven in de boxplot (fig. 2).



Figuur 2. Voorbeeld 1

Voorbeeld 2
Een andere sieralg wordt in elf monsters gevonden.
De gemeten pH bedraagt: 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 10
We vinden nu:
Gemiddelde = 5,18 (kruisje)
Mediaan = 5
1e kwartiel = Q1 = 4
2e kwartiel = Q3 = 6
IQR = Q3-Q1 =2
De betrouwbare waarden liggen tussen 4 – 1,5 * 2 = 1 en 6 + 1,5 * 2 = 9. De laagste gemeten waarde is 3 en de hoogste waarde is 10, de waarde van 10 is een outlier en wordt met een rondje weergegeven (fig. 3).



Figuur 3. Voorbeeld 2

Het is mogelijk dat dit een waarde is waar bijvoorbeeld een afleesfout is gemaakt, of een waarde die verkeerd genoteerd is. Ook is het mogelijk dat er vlak voor de monstername gebiedsvreemd water is binnengestroomd, waardoor er algen worden gevonden bij pH-waarden die niet lijken te kloppen. In ieder geval is het verstandig om nog eens te onderzoeken wat er met deze gegevens gedaan moet worden.
Voor het elektrisch geleidingsvermogen (EGV, of EC Electrical Conductivity) wordt de logaritme van de EGV genomen en deze wordt op een vergelijkbare manier in een boxplot weergegeven.
Bij de beschrijving van elke soort worden de pH en EGV in een boxplot weergegeven. Uiteraard alleen als er voldoende gegevens voorhanden zijn. Van zeldzame soorten is het aantal vondsten vaak te klein om een betrouwbare boxplot te maken. Het aantal metingen dat gebruikt is om de boxplot te maken staat steeds rechtsboven aangegeven. In deze voorbeelden N=8 en N=11.

3. Methodiek van het onderzoek

3.1 Inleiding

Hoewel er in Drenthe in elk kilometerhok wel water te vinden is (naast vennen, meren en poelen ook sloten, kanalen, tuinvijvers en dergelijke), is het niet zo dat in dat water ook (veel) sieralgen te vinden zijn. Verwacht werd dat juist in natuurgebieden de meeste sieralgen te vinden zouden zijn, daarom werd de focus vooral op die gebieden gelegd. Bovendien zou het teveel tijd kosten om in elk van de 2844 kilometerhokken in Drenthe voldoende representatieve wateren te vinden, te bemonsteren en microscopisch te analyseren. Daarom is de keuze gemaakt om per uurhok (een blok van 5x5 kilometer, ook wel atlasblok genoemd) minimaal drie watermonsters te nemen uit drie verschillende kilometerhokken, om toch een beeld te kunnen geven van de verspreiding over de gehele provincie. Er zijn 138 uurhokken die geheel of gedeeltelijk in de provincie Drenthe liggen. Dit zou betekenen dat er minimaal iets meer dan 400 kilometerhokken bezocht moesten worden. In de eerste jaren van het onderzoek bleek dat voor een groot deel van de provincie aan deze eis kon worden voldaan. In het oosten en zuidoosten van de provincie was dat lastiger. Uiteindelijk is 70% van de gegevens verzameld in natuurgebieden, die in beheer zijn bij Het Drentse Landschap, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. Verder is gemonsterd in terreinen die in beheer zijn bij gemeenten of die in het bezit zijn van particulieren (dorpsvijvers, drinkpoelen voor het vee, ijsbanen, tuinvijvers e.d.). Soms zijn sloten en kanalen zonder kroos en met een diverse begroeiing van submerse (ondergedoken) waterplanten bemonsterd.
Door de keuze van minstens drie kilometerhokken per uurhok wordt minimaal 12% van de kilometerhokken in de provincie bemonsterd. Uiteindelijk is ruim 20% van de kilometerhokken in Drenthe bezocht.
De gevolgde methode van onderzoek leidde er wel toe dat de zeer voedselrijke (eutrofe) wateren, zoals sloten en kanalen, in vergelijking met bijvoorbeeld vennen in natuurgebieden, minder bemonsterd zijn. Dit betekent dat de soorten van dergelijke milieus minder vaak gevonden zijn dan die van de voedselarmere vennen en poelen in natuurgebieden. Het aantal stippen op de kaartjes van deze soorten is daarom hoogstwaarschijnlijk te klein.
Soms waren de monsters vrij rijk wat betreft het aantal soorten. Vaak kwamen er dan soorten in voor die moeilijk of niet te determineren waren. Het desbetreffende gebied werd dan nog een keer (soms zelfs meerdere malen) bezocht. Bij elk bezoek werden er ook weer nieuwe soorten gevonden, zodat in deze, toch al rijkere gebieden, naar verhouding meer soorten gevonden werden dan in de gebieden die maar één keer bezocht werden. Dit probleem doet zich bij bijna alle grootschalige inventarisaties voor en is niet specifiek voor deze atlas.

Een natuurontwikkelingsproject bij Gees

3.2 Veldwerk

Het monsteren is voornamelijk gedaan door het uitknijpen (fig. 3.1) van fijn vertakte, ondergedoken (submerse) waterplanten, zoals veenmos en vederkruid, totdat in totaal 50 tot 100 ml watermonster verzameld is. Daar waar weinig planten aanwezig waren, is een planktonnet

Figuur 3.1 Het uitknijpen van waterplanten en het opvangen van het water in een monsterpotje. Foto © Eveline Stegeman

(35 µm maaswijdte) ongeveer acht meter door het water getrokken (fig. 3.2). Op deze manier is ook 50 tot 100 ml verzameld. Door deze manier van werken is het aantal planktonische soorten ondervertegenwoordigd. Daar staat

Figuur 3.2 Sieralgenonderzoek met behulp van een planktonnet

weer tegenover dat de meeste vennen en poelen begroeid zijn met waterplanten, waardoor het percentage planktonische soorten toch al veel kleiner is dan het aantal benthische soorten. Waar planktonische soorten verwacht konden worden (meren, recreatieplassen, zandwingaten e.d.) is wel een planktonmonster genomen.
In de oeverzone van ondiepe plassen en poelen, maar ook in regenplassen, komen vaak semi-atmofytische algen voor. Deze zijn bemonsterd door het uitknijpen van oeverplanten (meestal mossen) of door het opzuigen van water met een pipet.
Er is meestal op verschillende plekken in een

Figuur 3.3 Inspectie van een monster in het veld met behulp van een loep. Foto © Berco Hoegen

straal van ongeveer vijf meter rond het meetpunt materiaal verzameld om zoveel mogelijk microhabitats mee te nemen.
In het veld wordt met een 10 X vergrotende loep (fig. 3.3) of een 50 X veldmicroscoop (fig. 3.4) al even gekeken of er sieralgen in het monster zitten. De grootste soorten kunnen met enige ervaring met behulp van een loep namelijk net herkend worden.
De Amersfoortcoördinaten van de monsterpunten zijn de met behulp van GPS tot op vijf meter nauwkeurig bepaald. De zuurgraad (pH) en elektrisch geleidingsvermogen (EGV) zijn met een Hanna HI-98129 gemeten. Zuurgraad en geleidingsvermogen geven informatie over het milieu en met deze getallen is van elke sieralgensoort de specifieke milieuvoorkeur vastgelegd (fig. 3.5).

Figuur 3.4 Inspectie in het veld met behulp van een veldmicroscoop. Foto © Eveline Stegeman

Figuur 3.5 Het noteren van de gegevens van de monsterlocatie. Zoals de plaatsaanduiding, GPS-coördinaten, pH en EGV.

Bij de inventarisaties is de positie zo nauwkeurig bepaald dat met zekerheid gesteld kan worden dat het desbetreffende monsterpunt in de provincie ligt. Wel is het zo dat de zogenoemde grenshokken vaak maar voor een deel in de provincie Drenthe liggen. Het doel om minimaal drie kilometerhokken te bezoeken, is in die hokken dan ook niet altijd gehaald.
Soms zijn monsters genomen op ongebruikelijke plaatsen, zoals van mos op een terras of hunnebedsteen en van tijdelijke regenpoeltjes op zandpaden die in het vroege voorjaar vaak groen kleuren door de aanwezigheid van sieralgen. Deze ongebruikelijke plaatsen leveren vaak soorten op die als zeldzaam worden beschouwd, maar die in het verleden vaak gemist werden, omdat dergelijke habitats niet geïnventariseerd werden.

Een vijver in een parkje in Dalen bleek een interessant monsterpunt te zijn

3.3 Laboratoriumwerk

De monsters zijn bij thuiskomst koel bewaard. In de zomer in de koelkast, in voorjaar, herfst en winter meestal buiten in de schaduw. Op deze manier kunnen monsters enkele weken goed blijven en levend bekeken worden. Ongeveer 50% van de monsters is geconcentreerd door de algen te laten bezinken en dit bezinksel af te pipetteren totdat ongeveer 6 ml geconcentreerd watermonster is overgehouden. Daarna is een deel van het monster geconserveerd met lugol (1 à 2 druppels per 5 ml) en na-gefixeerd met formaline (0,2 ml 37% oplossing per 5 ml) ten behoeve van nader onderzoek (zonder lugol werd 0,5 ml 37% formaline op 5 ml monster gebruikt).
Onder een omkeermicroscoop (fig. 3.6) is steeds een druppel van het levende materiaal van een monster bekeken en de gevonden sieralgen gedetermineerd.
Op het computerscherm (midden op de foto in fig. 3.6) is het directe beeld van de camera te zien. Op het rechterscherm het beeld van de fotoverwerkingssoftware MICAM.
Om het monster zo volledig mogelijk te analyseren werd er daarna nog een druppel bekeken. Dit is net zolang herhaald tot geen nieuwe soorten meer gevonden werden. Alle waarnemingen zijn opgenomen in een zelf ontwikkeld databaseprogramma (in fig. 3.6 helemaal rechts op de foto) .
Vanwege het grote aantal monsters dat bekeken moest worden is er voor gekozen om de aantallen gevonden cellen niet te tellen, maar met een relatieve maat (abundantiecode) aan te geven.
De abundantiecode die bij het microscopisch onderzoek is toegepast is:

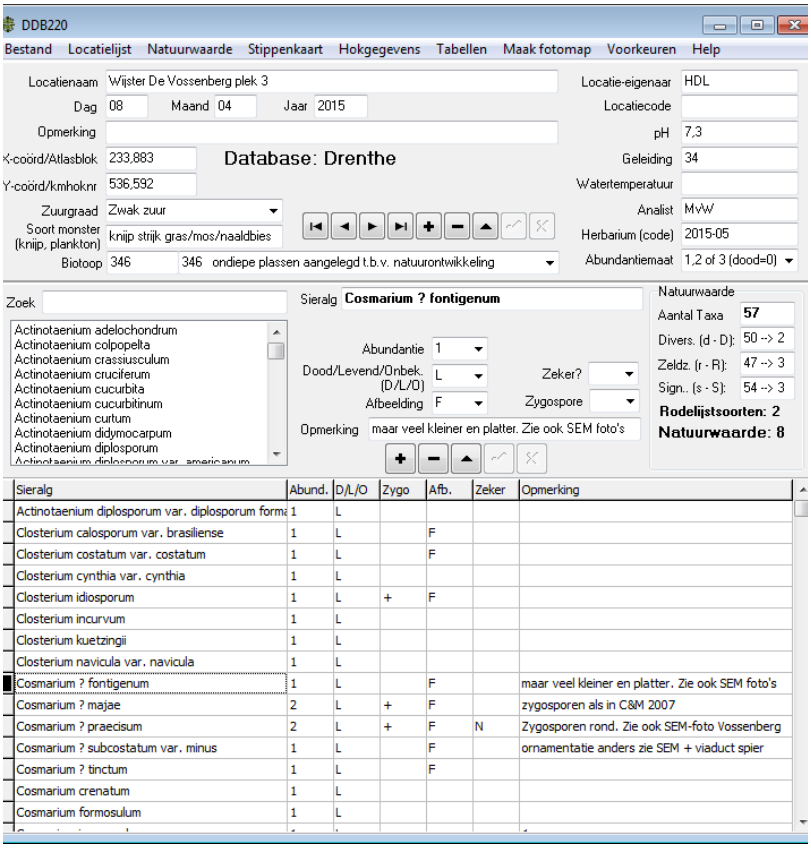
3 = bij vergroting van 100x in elk beeldveld aanwezig.
2 = niet in elk beeldveld, maar wel in elk preparaat met meer dan één exemplaar aanwezig.
1 = slechts incidenteel waargenomen.
0 = slechts dode cel(len) waargenomen.

Figuur 3.6 De omkeermicroscoop en twee beeldschermen. Het scherm midden op de foto toont het beeld van de camera. Op het rechterscherm het microscoopfotoprogramma MICAM en uiterst rechts het scherm van de DesmidDatabase

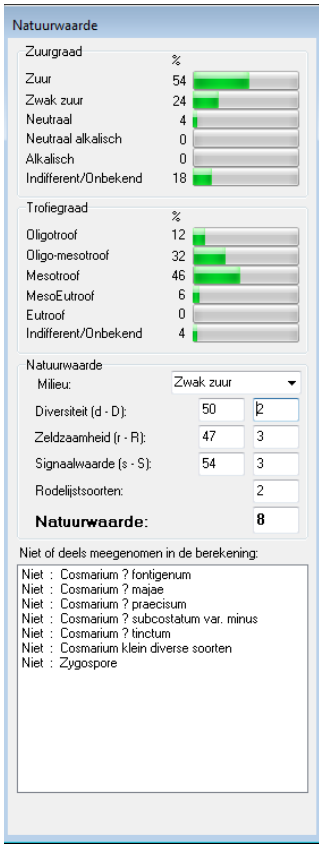
3.4 Dataverwerking

Ten behoeve van de atlas is een databaseprogramma (DesmidDataBase, DDB) ontwikkeld (Science4all, 2020), waarin gegevens van alle monsterpunten zijn opgenomen. Van elk monsterpunt zijn vastgelegd: de coördinaten, pH en EGV, evenals een beschrijving van het biotoop door middel van een code, die is afgeleid van de biotoopcode van Floron (Floron, 2020).
Van elke gevonden soort is een aantal gegevens vastgelegd. Hoe zeker de determinatie was, is aangegeven door een vraagteken (?) in de naam op te nemen of door expliciet aan te geven dat de naam niet zeker was (N of CF). Verder is de abundantie aangegeven, of de cel levend of dood was, of er een afbeelding (foto (F) of tekening (T) van gemaakt is en of er van deze soort zygosporen gevonden zijn (fig 3.7).

De Natuurwaarde en het aantal RodeLijst-soorten worden in een apart venster weergegeven (fig.3.8). Een nadere toelichting op de berekening van de Natuurwaarde, wordt gegeven in het elders opgenomen kader.
De verspreidingskaartjes zijn ook met DDB gemaakt. Hierin wordt in elk kilometerhok, waar de soort gevonden is, een stip geplaatst. Een stip op de kaart betekent dat er minstens één cel is gevonden, maar het kunnen er ook vele duizenden zijn geweest.
Tijdens het onderzoek zijn veel foto's gemaakt ten behoeve van deze atlas en om gegevens vast te leggen van moeilijk te determineren soorten. Ook hiervoor werd een eigen programma ontwikkeld: MICAM (Science4all, 2020).



Figuur 3.7 DesmidDataBase hoofdscherm



Figuur 3.8 Natuurwaardescherm in DDB

Alle onderzoeken in het verleden(zie paragraaf 2.2) hadden betrekking op een beperkt gebied of een beperkt aantal vennen in de provincie Drenthe. Er is afgezien van opname van deze gegevens in de atlas, omdat dit voor veel soorten een vertekend beeld van de verspreiding in het verleden zou opleveren.
Om een consistente interpretatie van gevonden soorten te garanderen zijn de soortnamen en auteursnamen in principe ontleend aan Coesel & Meesters (2007, 2013). In een aantal gevallen wordt afgeweken van de opvattingen van Coesel & Meesters. Waar dat het geval is, zal dat in de tekst toegelicht worden. Verder zijn er een groot aantal soorten gevonden, die wel uit het buitenland, maar niet uit Nederland bekend waren. Deze komen daarom ook niet in Coesel & Meesters voor. Tenslotte is er een aantal soorten gevonden die uit Drenthe als nieuw voor de wetenschap zijn beschreven. Bij de desbetreffende soorten wordt dit aangegeven.
De beschrijvingen zijn ingedeeld in een aantal groepen. De grotere geslachten als *Cosmarium* en *Staurastrum* worden als groep behandeld en de kolonievormende geslachten, waarvan in Drenthe steeds maar enkele soorten zijn gevonden, worden ook als één groep behandeld. Bij de algemene beschrijving van deze groepen worden de namen compleet met auteur en jaar van beschrijving op alfabetische volgorde genoemd. Bij de beschrijving van de afzonderlijke soorten worden de op elkaar lijkende soorten bij elkaar geplaatst om de onderlinge verschillen duidelijker naar voren te laten komen. Bij de bespreking van de groep en in de index worden de paginanummers van de soorten aangegeven, zodat een bepaalde soort snel opgezocht kan worden. Van elke soort is een verspreidingskaartje opgenomen.
Dankzij de metingen van pH en EGV kan voor elke gevonden soort de milieuvoorkeur ook kwantitatief vastgelegd worden. Voor de weergave daarvan wordt gebruik gemaakt van boxplots (zie kader). Deze geven op een grafische manier de pH en EGV aan van de milieus waarin de desbetreffende soort is gevonden. Daarnaast zijn lichtmicroscopische foto's (LM-foto's) waarop de karakteristieke kenmerken goed te zien zijn opgenomen. Scanning Electron Microscope foto's (SEM-foto's) zijn toegevoegd als die meer detail laten zien. Omdat er al goede determinatiewerken beschikbaar zijn, is er vanaf gezien om een determinatiesleutel op te nemen. Deze atlas wil een aanvulling zijn op de al beschikbare literatuur en moet daarom naast deze werken gebruikt worden. Voor een beschrijving van de voor determinatie belangrijke kenmerken wordt naar deze literatuur verwezen (zie paragraaf 2.4).

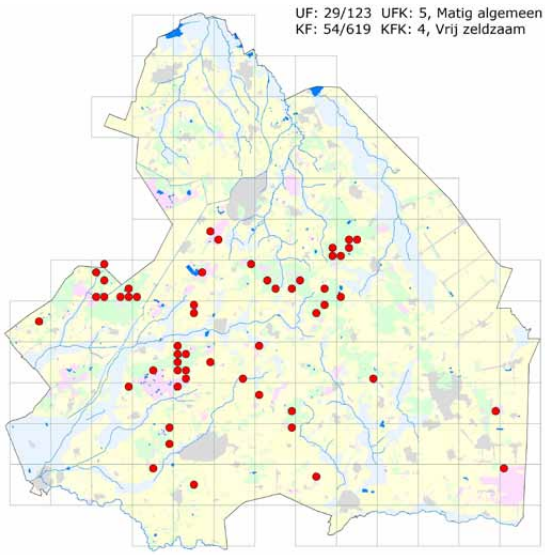
Een kikkerpoel bij Deurze

4.1 Betrouwbaarheid en volledigheid.

Bij het determineren van sieralgen spelen een aantal problemen rol. Die hebben enerzijds te maken hebben met het gebrek aan duidelijke kenmerken van sommige soorten en anderzijds met het feit dat de taxonomie van sieralgen nog lang niet uitgekristalliseerd is. Er worden nog steeds nieuwe soorten gevonden en variëteiten tot soort verheven. Ook zorgen interpretatieverschillen voor onduidelijkheid: soms wordt een variabele soort door verschillende taxonomen onder verschillende namen opgevoerd, dan weer worden verschillende soorten samengevoegd onder dezelfde naam, waardoor het lijkt alsof die soort erg variabel is. Sommige soorten hebben zelfs een naam die hiernaar verwijst, zoals *Staurastrum polymorphum*. Het is niet ondenkbaar dat dit eigenlijk een complex is van verschillende taxa die erg op elkaar lijken. Deze problemen maken het determineren van sieralgen niet eenvoudiger. Weliswaar is er de laatste jaren vooruitgang geboekt in het onderzoek naar de genetische verwantschap van verschillende soorten op grond van DNA-onderzoek, maar dit onderzoek is tot nu toe slechts aan een beperkt aantal sieralgen gedaan en de resultaten zijn nog erg verwarrend. Bovendien levert dit onderzoek niet direct een handvat voor het herkennen van soorten met een gewone (LM) microscoop. Er is daarom nog veel onderzoek nodig om meer duidelijkheid te krijgen.
Een juiste interpretatie van wat andere onderzoekers gevonden hebben is vaak lastig als aanvullende gegevens zoals een tekening of foto's ontbreken. Er is daarom bewust voor gekozen om alleen gegevens van het eigen onderzoek op te nemen (eventueel aan de hand van door anderen beschikbaar gesteld materiaal). Dit sluit foutieve determinaties in deze atlas niet uit, maar alle vondsten hebben wel consequent dezelfde naam. Soms is een determinatie alleen mogelijk als er ook zygosporen gevonden worden. Omdat zygosporen vrij zeldzaam zijn, is het vaak onduidelijk om welke soort het precies gaat.
Een ander probleem is dat van sommige soorten maar één of enkele exemplaren gevonden zijn. Soorten die duidelijk verschillen van andere zijn op grond van één exemplaar goed te herkennen, terwijl een andere die weinig specifieke kenmerken heeft zelfs bij de vondst van veel cellen nog voor problemen met de determinatie kan zorgen.
Ook zullen sommige taxa waarschijnlijk gesplitst moeten worden, maar door onvoldoende gegevens is dat tot nu toe niet gebeurd (zie bijvoorbeeld *Actinotaenium cucurbita* in deze atlas). Bij soorten waar het bovenstaande een rol speelt zal dat in de tekst worden aangegeven. In dat geval is de keuze gemaakt om dan geen stip op te nemen (als er maar één of enkele cellen gevonden zijn die niet betrouwbaar gedetermineerd konden worden), of om deze soorten in één kaartje weer te geven.
Uit het bovenstaande blijkt dat het op naam brengen van sieralgen niet altijd even gemakkelijk is geweest. Omdat het beter is om geen naam op te geven dan een verkeerde naam, zijn daarom veel onbetrouwbare waarnemingen weggelaten. Ongetwijfeld zitten er bij de weggelaten waarnemingen ook soorten die nog niet beschreven zijn. Ook na het verschijnen van deze atlas blijft er genoeg over om verder te onderzoeken.
Deze atlas wil in de eerste plaats de verspreiding en milieuvoorkeur van de gevonden sieralgen laten zien. Aangezien maar een deel van de kilometerhokken in Drenthe is onderzocht, is het beeld van de verspreiding zeker niet volledig. De kaartjes geven alleen aan in welk kilometerhok een bepaalde soort met zekerheid gevonden is. Aangezien slechts een deel van het totaal aantal kilometerhokken is onderzocht, is het aantal hokken waarin een bepaalde soort voorkomt waarschijnlijk groter. Hoewel het aantal hokken slechts een minimum aangeeft, kan op grond van de milieuvoorkeur gericht in vergelijkbare milieus naar deze soort gezocht worden.

4.2 Uurhokfrequentie, kilometerhokfrequentie

In dit onderzoek zijn alle uurhokken (ook wel atlashokken of atlasblokken genoemd) in Drenthe onderzocht en een deel van de kilometerhokken. In sommige onderzoeken worden grenshokken weggelaten omdat niet zeker is of de waarnemingen in het Drentse deel van het hok gedaan zijn. In dit onderzoek is de locatie steeds met behulp van GPS bepaald en het is daarom zeker dat alle waarnemingen binnen de provinciegrenzen gedaan zijn.
Bij het bepalen van de uurhokfrequentie of kilometerhokfrequentie wordt gekeken in hoeveel hokken een soort voorkomt. Uiteraard moet dit gerelateerd worden aan het totaal aantal hokken dat onderzocht is. Meestal wordt er vanuit gegaan dat alle hokken in een gebied zijn bemonsterd. Aangezien dat hier niet het geval is, is er voor gekozen om te kijken naar het percentage van het totaal aantal bezochte hokken waar een bepaalde soort gevonden is.
De uurhokfrequentie (UF) wordt bepaald door het aantal uurhokken waarin een soort is gevonden te delen door het totaal aantal uurhokken dat is geïnventariseerd. De kilometerhokfrequentie (KF) is dan het aantal geïnventariseerde kilometerhokken gedeeld door het totaal aantal onderzochte kilometerhokken.
Uit de frequenties kunnen logaritmische frequentieklassen worden afgeleid (UFK en KFK). Aan deze klassen kan een omschrijving van uiterst algemeen tot uiterst zeldzaam gekoppeld worden (van der Maarel, 1971). De hier gebruikte beschrijvingen sluiten aan bij de bekende ACFOR methode uit de ecologie (tabel 4.1). Bij de soortbeschrijvingen worden de frequenties en klassen rechtsboven in het kaartje aangegeven. Een voorbeeld van een verspreidingskaart met daarin opgenomen de UF, KF, UFK en KFK is te zien in fig. 4.1.



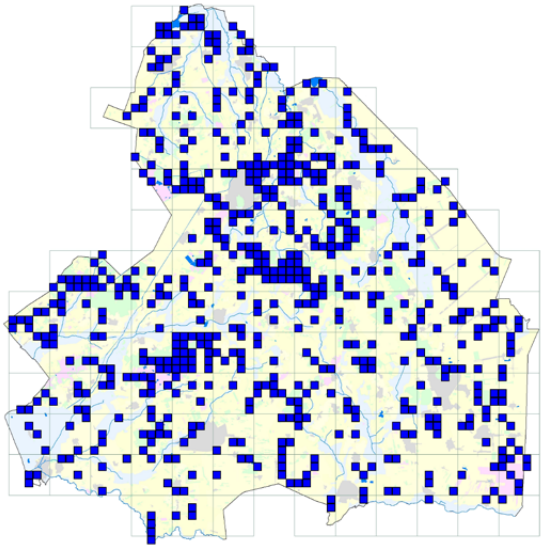
Figuur 4.1 De verspreiding van *Actinotaenium geniculatum*. Een verspreidingskaartje met UF, KF, UFK en KFK

Omschrijving	Klasse	Percentage van het totale aantal onderzochte hokken	ACFOR
Afwezig	0	0	
Uiterst zeldzaam	1	Minder dan 0,2	very rare
Zeer zeldzaam	2	0,2 t/m 0,5	very rare
Zeldzaam	3	0,6 t/m 1,9	rare
Vrij zeldzaam	4	2,0 t/m 4,9	rare
Matig algemeen	5	5,0 t/m 9,9	occasional
Vrij algemeen	6	10,0 t/m 24,9	frequent
Algemeen	7	25,0 t/m 44,9	common
Zeer algemeen	8	45 t/m 71,9	abundant
Uiterst algemeen	9	Meer dan 72,0	abundant

Weergave in de kaartjes
UF = uurhokfrequentie; UFK= uurhokfrequentieklasse
KF= kilometerhokfrequentie; KFK = kilometerhokfrequentieklasse

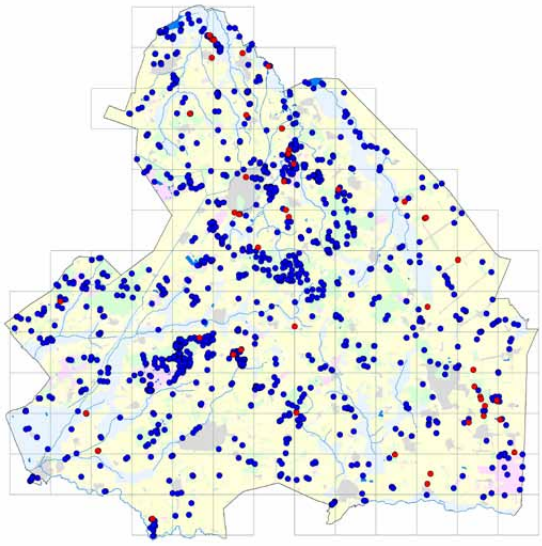
Tabel 4.1 De UFK en KFK

Bij verspreidingskaartjes is het gebruikelijk om vondsten uit het verleden samen met recente vondsten weer te geven in één kaart. Hiermee kan een trend in de ontwikkeling van een soort zichtbaar gemaakt worden. In dit onderzoek zijn veel gebieden voor het eerst geïnventariseerd op sieralgen en vergelijking met vondsten uit het verleden is daarom niet mogelijk. Een trend in de ontwikkeling is dan ook niet aan te geven. Voor de in Hoofdstuk 2.2 genoemde 18 vennen, die regelmatig onderzocht zijn, zou dat kunnen, maar daarover is recent al een publicatie verschenen (Van Dam et al, 2013). De kaartjes geven daarom alleen de vondsten aan in de periode van 1 januari 2007 tot 31 december 2018.
In deze periode van 12 jaar zijn over de hele provincie verspreid 1605 monsters genomen en microscopisch geanalyseerd. Dit resulteerde in een database met in totaal 24830 records.
Fig. 5.1 laat alle monsterpunten in de genoemde periode zien. De meeste monsters zijn genomen in de vennen op het Dwingelderveld, Boswachterij Hooghalen en Boswachterij Grolloo. Verder zijn veel monsters afkomstig uit het gebied van de Drentsche Aa. Dit is gedeeltelijk een waarnemerseffect, maar in dit gebied worden ook veel verschillende biotopen aangetroffen, waardoor het totaal aantal monsters groter is dan in een gebied met alleen een paar heidevennen. De met rood aangegeven monsterpunten leverden geen enkele sieralg op. Het betrof hier 57 monsters op een totaal van 1605, dit is 3,6% van monsters.

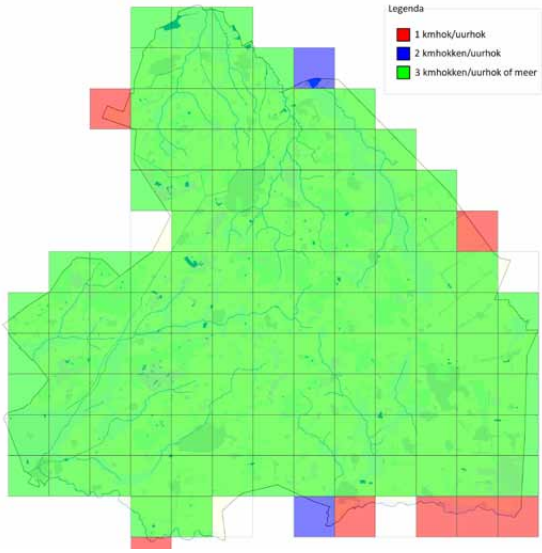


Figuur 5.2 De bemonsterde kilometerhokken in Drenthe

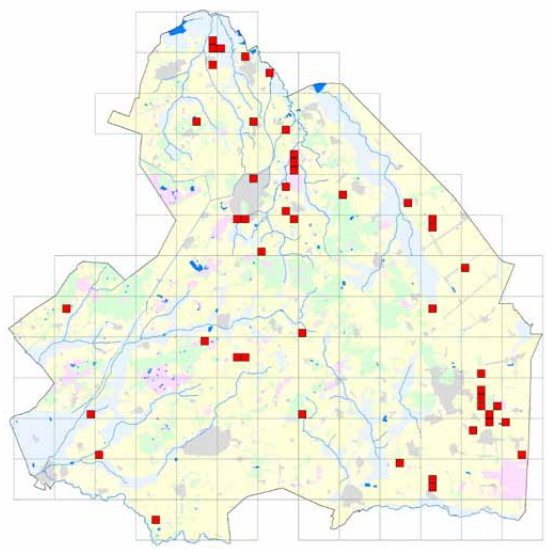
In totaal zijn 624 van de 2844 kilometerhokken geïnventariseerd in 122 van de 138 uurhokken. Daarmee is 22% van alle kilometerhokken in Drenthe onderzocht (fig. 5.2). Uiteindelijk zijn alleen in een aantal grensuurhokken geen of minder dan drie kilometerhokken bezocht (fig. 5.3). In 24 van de onderzochte kilometerhokken is geen enkele sieralg gevonden, dit is 3,8% van het totaal aantal hokken (fig 5.4). Opvallend is dat veel van deze hokken liggen in het Oosterbos bij Nieuw-



Figuur 5.1 Alle monsterpunten. De rode stippen geven de monsters aan waarin geen sieralgen werden gevonden



Figuur 5.3 Het aantal bemonsterde kilometerhokken per uurhok

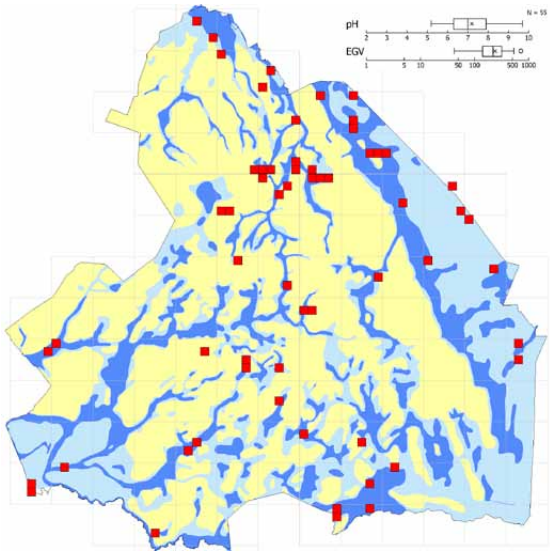


Figuur 5.4 Kilometerhokken waarin geen sieralgen zijn gevonden

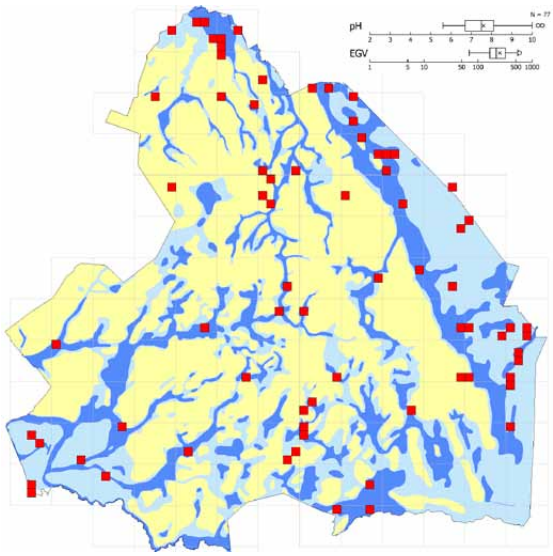
Dordrecht en Barger-Compascuum. De bodem bestaat hier vaak uit verdroogd hoogveen. De pH van slootjes en poelen in dat gebied ligt tussen 4 en 5 en de EGV bedraagt 80 tot 160 µS/cm. Een verklaring voor het ontbreken van sieralgen kan zijn dat sulfaat (restant van de depositie in de jaren 80 van de vorige eeuw) samen met het veenmos uit het veen voor verzuring zorgt. Door de hoge zuurgraad gaan mineralen, waaronder ook aluminium, in oplossing. Voor de meeste planten en ook voor sieralgen is dit opgeloste aluminium erg toxisch.

5.1 Sieralgen in relatie tot het milieu

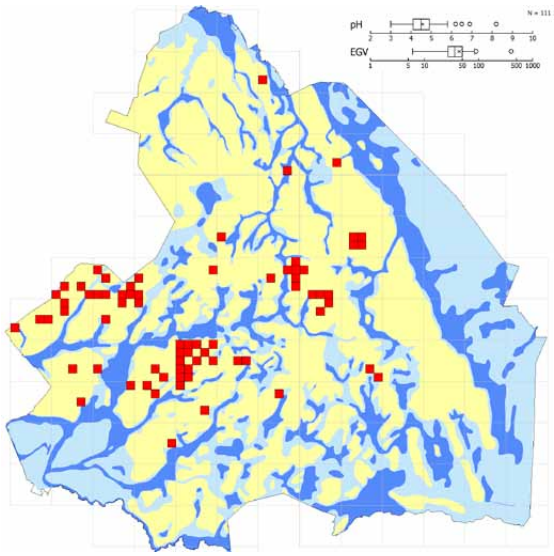
Sommige sieralgen zijn een betere indicator voor de waterkwaliteit dan andere. Er zijn soorten die een uitgesproken voorkeur hebben voor een bepaald milieu. Dit is in de soortenkaartjes bij een aantal soorten goed te zien. *Closterium acerosum* en *Cosmarium turpinii*, worden meestal in gebufferd water met een pH hoger dan 7 gevonden (fig. 5.5 en 5.6), andere, zoals *Actinotaenium geniculatum* en *Haplotaenium minutum*, juist in een zuur milieu met ongebufferd water (fig. 5.7 en 5.8). Er zijn echter ook soorten zoals *Closterium acutum*, die een minder uitgesproken milieuvoorkeur hebben en daarom minder geschikt zijn als milieu-indicator (fig 5.9). In dit laatste geval is het trouwens nog de vraag of het bij *Cl. acutum* niet gaat om verschillende soorten, die morfologisch niet of zeer moeilijk te onderscheiden zijn. Een uitgebreidere beschrijving van de milieuvoorkeur van verschillende soorten wordt gegeven in het taxonomisch-ecologisch deel van deze atlas.



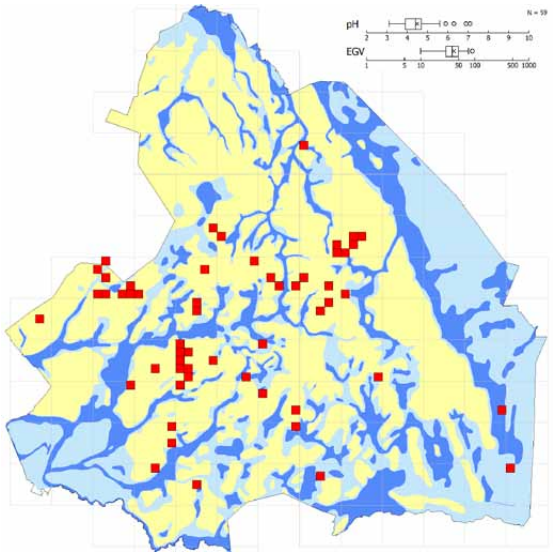
Figuur 5.5 De verspreiding van *Closterium acerosum.* Komt voor in de beekdalen en voedselrijkere delen van de provincie



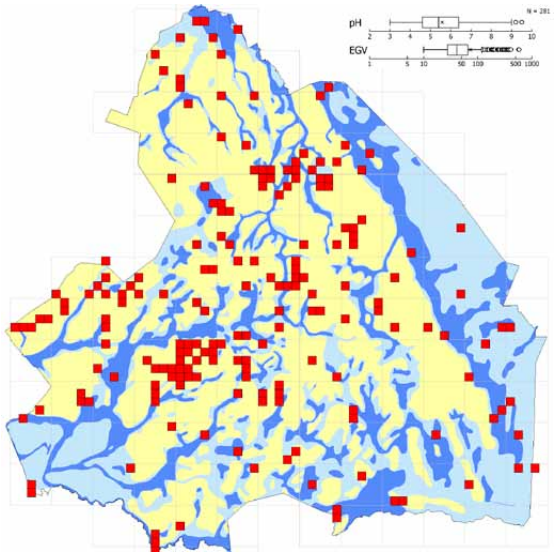
Figuur 5.6 De verspreiding van *Cosmarium turpinii.* Vooral gevonden in de beekdalen en de voedselrijkere delen



Figuur 5.8 De verspreiding van *Haplotaenium minutum*. Komt vooral voor op de hogere zandgronden



Figuur 5.7 De verspreiding van *Actinotaenium geniculatum.* Komt vooral voor in voedselarme vennen op de zangronden



Figuur 5.9 De verspreiding van *Closterium acutum*. Komt zowel op de hogere voedselarme zandgronden als de voedselrijkere delen voor

5.2 Soorten nieuw voor Drenthe en nieuw voor de wetenschap

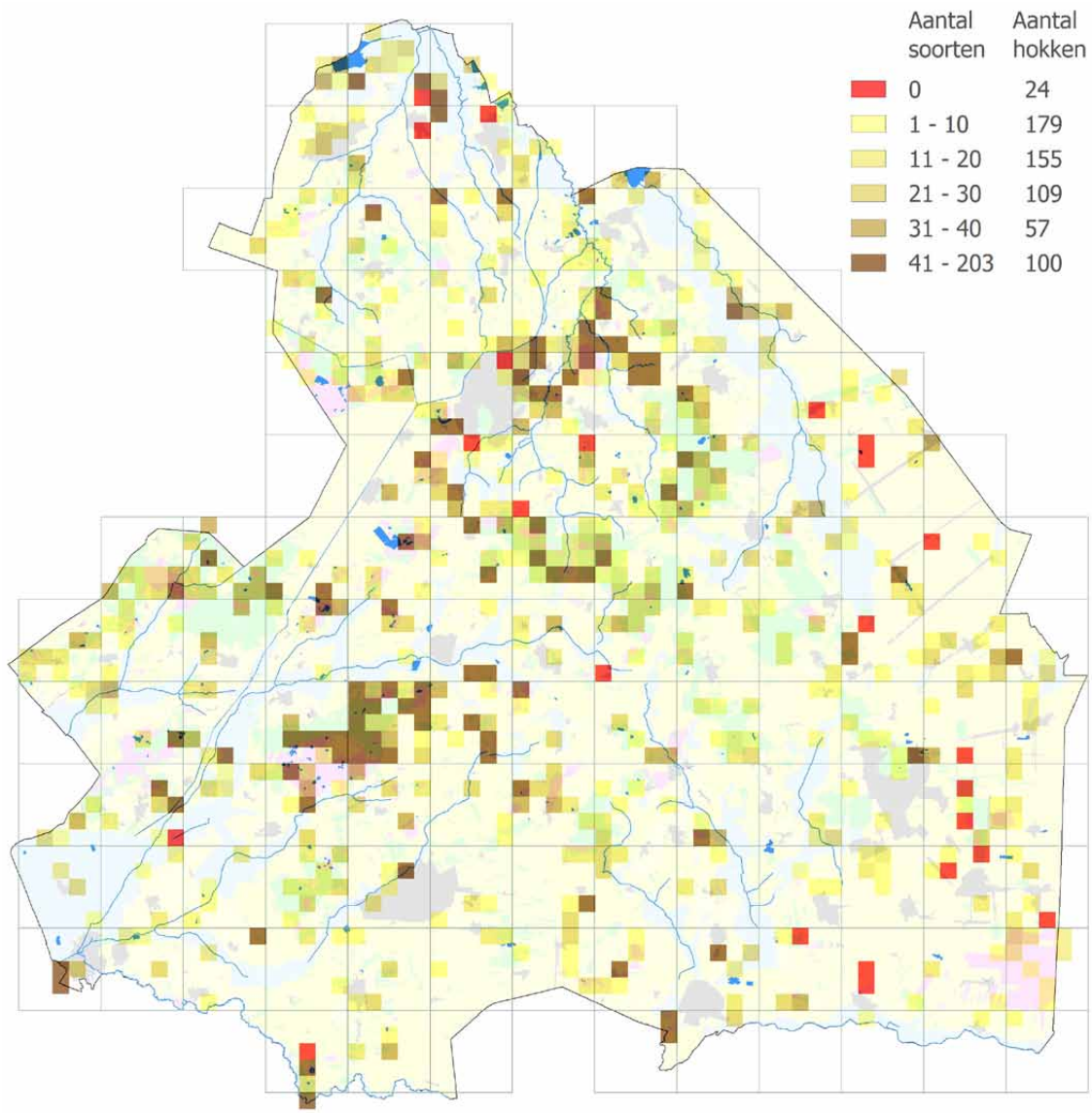
Al bij het begin van het onderzoek, in februari 2007, werd bij het ven op Kampsheide in wat drassige vergraste heide *Cosmarium obliquum* gevonden. Deze soort was uit Nederland niet bekend en kwam dan ook niet voor in "De desmidiaceeën van Nederland" (de voorloper van Coesel en Meesters , 2007). Pas in 2008 werd deze soort met aanvullende determinatieliteratuur op naam gebracht. In de jaren daarna zijn in Drenthe nog meer soorten gevonden, die niet vermeld worden in de Flora van Coesel & Meesters (2007), maar wel elders in Europa voorkomen. Hieronder de complete lijst van deze soorten:

Closterium pseudopusillum E. Messikommer 1956
Cl. nylandicum (Grönblad) A.J. Brook & D.B. Williamson 2010
Cosmarium carinthiacum Lütkemüller in Grönblad 1942
C. cymatonotophorum West 1892
C. decedens var. *minutum* (Gutwinski) W. Krieger & J. Gerloff 1965
C. difficile var. *constrictum* E. Messikommer 1927
C. granatum var. *nordstedtii* A. Hansgirg 1888
C. hexalobum var. *minus* J. Roy & J. P. Bisset 1894
C. hostensiense J. Šťastný & F.A.C. Kouwets 2012
C. jelskii Woloszynska 1922
C. nasutum C.F.O. Nordstedt 1872
C. obliquum C.F.O Nordstedt 1873
C. sphalerostichum C.F.O Nordstedt 1876
Euastrum denticulatum var. *angusticeps* R.L. Grönblad 1921
Eu. luetkemuelleri var. *carniolicum* (Lütkemüller) W. Krieger 1937
Haplotaenium indentatum F.A.C. Kouwets 1991
Spondylosium secedens (De Bary) W. Archer 1861
Staurastrum pileolatum J. Ralfs 1848
Staurodesmus phimus (Turner) H. Croasdale 1964
Xanthidium tenuissimum (Archer) W.B. Turner 1893

Een aantal soorten zijn in Drenthe gevonden en als nieuw voor de wetenschap beschreven:
Actinotaenium spinosporum P. Coesel & M. van Westen 2014
Closterium cynthiiforme ('cynthiaforme') M.C. van Westen & P.F.M. Coesel 2018
Cl. joostenii M.C. van Westen & P.F.M. Coesel 2018
Cosmarium abbreviatiforme M.C. van Westen & P.F.M. Coesel 2018
C. arcuatiporosum Van Westen et Coesel 2020
C. kouwetsii M.C. van Westen & P.F.M. Coesel 2018
C. pseudodifficile M. van Westen 2015
C. pseudoformosulum M. van Westen 2015
C. pseudoreniforme M. van Westen 2015
C. spierense M.C. van Westen & P.F.M. Coesel 2018
C. turpiniiforme M. van Westen 2015
C. vossenbergense P. Coesel & M. van Westen 2013
Euastrum dubioides Van Westen et Coesel 2020
Eu. neogutwinskii Van Westen et Coesel 2020
Eu. ruzickae M. van Westen 2015
Penium amplificatum (Max Schmidt) M. van Westen & P. Coesel 2012
Staurastrum brachiatoides P. Coesel & M. van Westen 2014
St. exlooense M.C. van Westen & P.F.M. Coesel 2018
St. quadriradiatum P. Coesel & M. van Westen 2014
St. subcomptum M.C. van Westen & P.F.M. Coesel 2018
Tetmemorus flensburgii M. van Westen 2015

5.3 Bijzondere gebieden

Gaandeweg het onderzoek werd duidelijk dat sommige gebieden duidelijk rijker zijn aan sieralgen dan andere (fig. 5.10). Soms betreft het relatief kleine gebiedjes met precies de juiste waterkwaliteit voor sieralgen. Meestal gaat het echter om grotere natuurterreinen met veel verschillende biotopen. Vennen die in een depressie in de dekzanden liggen en alleen gevoed worden door regenwater, zijn over het algemeen gevuld met veenmos en daardoor zuur en voedselarm. In deze vennen wordt een beperkt aantal soorten gevonden, die echter wel zeer kenmerkend zijn voor dergelijke zure milieus. In andere vennen is meer invloed van grondwater dat verrijkt is met mineralen uit de keileemlaag, waardoor ze minder zuur en voedselrijker zijn. Dit is te zien aan de planten op de oever en aan het voorkomen van meer soorten waterplanten dan alleen veenmos. In de beekdalen zijn poelen nog voedselrijker, wat de concurrentiepositie van sieralgen met andere algen lastiger maakt. In deze milieus worden ook weer minder soorten gevonden. In Drenthe liggen in een aantal grote natuurgebieden (zoals het Drents-Friese Wold en het stroomdallandschap van de Drentsche Aa) ook dorpjes en boerderijen. Die menselijke



Figuur 5.10 Sieralgenhotspots in Drenthe

invloed zorgt ervoor dat meeste dorpsvijvers en drinkpoelen voor het vee mesotroof tot eutroof zijn. Een klein aantal soorten dat karakteristiek is voor een dergelijk milieu wordt juist daar gevonden.
Een bijzonder biotoop vormen de ijsbanen die veel kenmerken bevatten van periodiek droogvallende vennen. Daarnaast zijn er een aantal kleinere particuliere natuurterreintjes, die vaak maar één of twee hectare groot zijn, maar door zorgvuldig beheer van de waterpartijen toch een groot aantal sieralgen bevatten.
De gebieden die er het meest uitspringen zijn: het Dwingelderveld (3700 ha), het Drentsche Aa-gebied (4000 ha), het Eexterveld (100 ha), de boswachterij Hooghalen-Grolloo (2500 ha) en de Onlanden bij Peize (1100 ha). Andere bijzondere gebieden, die er op het kaartje niet direct uitspringen, zijn: landgoed Vossenberg bij Wijster (400 ha), de Berggierslanden bij Meppel 20 ha) en het Drents-Friese Wold (3000 ha in Drenthe). Hieronder worden deze bijzondere gebieden kort besproken en worden bijzonderheden vermeld.

Bij de soortbeschrijvingen komen, naast de bovengenoemde, een aantal gebieden regelmatig terug.
Bij Assen ligt het militair oefenterrein De Haar. Op dit terrein zijn een aantal kleine poeltjes gegraven, waar een aantal bijzondere sieralgen zijn gevonden. De recreatieplas Baggelhuizerplas bij Assen blijkt, evenals een aantal andere recreatieplassen, bijzondere soorten sieralgen te bevatten.
In de hele provincie worden door verschillende organisaties stukken landbouwgrond omgevormd tot natuurgebied, vaak met ondiepe poeltjes.
In dergelijke poeltjes worden, zeker vlak na de inrichting, sieralgen gevonden. Soms bijzondere soorten.
Bijzondere soorten zijn gevonden in een regenplas bij uitkijkpunt De Keep op het Dwingelderveld (op de geluidswal langs de A28). Bij dit uitkijkpunt is wit grind (grit) gestort. Of die bijzondere soorten mee zijn gekomen met dit grit, of via de schoenzolen van bezoekers zijn meegekomen is onbekend.

5.3.1 Het Dwingelderveld

Het Dwingelderveld is een uitgestrekt heide- en bosgebied op de flank van het Drents plateau, gelegen tussen de beekdalen van de Dwingelderstroom en de Ruiner Aa. In de ondergrond is keileem aanwezig, bedekt met een laag dekzand van wisselende dikte. In een deel zijn in het begin van de 20^{e} eeuw bossen aangeplant om het stuifzand vast te leggen. In dit gebied komen vochtige heide, hoogveenvennen en zure en zwak zure vennen voor. Deze vennen en veentjes zijn van verschillende oorsprong. Sommige vennen zijn vanwege hun ronde vorm duidelijk herkenbaar als pingoruïnes. Andere zijn ontstaan door stagnerend water in een slenk. Weer andere worden gevoed door kwelwater dat enigszins verrijkt is doordat het regenwater, dat in de dekzanden geïnfiltreerd is, over de keileem afstroomt naar lagere delen. Sommige ondiepe waterpartijen zijn in het kader van natuurontwikkeling gevormd op voormalige landbouwgrond. Doordat de oorsprong van de vennen en veentjes zo verschillend is en daardoor de minerale samenstelling van het water, worden er veel soorten sieralgen gevonden.
Het Dwingelderveld is sinds 1925 regelmatig onderzocht (Beijerinck,1926; Smit,1976; Van Dam et al, 2013) waardoor al veel bekend is over het voorkomen van sieralgen. In het onderzoek voor deze atlas zijn hier 265 taxa (soorten en variëteiten) gevonden.

Het Dwingelderveld. Kliploo

De zeldzamere soorten zijn:
Xanthidium armatum en *X. bifidum.*
Een aantal soorten is uitsluitend in het Dwingelderveld gevonden: *Actinotaenium curtum, Closterium closterioides* var. *closterioides, Cl. subscoticum, Cosmarium commissurale* var. *acutum, C. costatum* var. *gutwinskii, C. pericymatium, C. subexcavatum* var. *ordinatum, C. cymatonotophorum, Euastrum luetkemuelleri* var. *carniolicum, Micrasterias jenneri, Staurastrum monticulosum*.

5.3.2 Het Drentsche Aa-gebied

Het Drentsche Aa-gebied is vooral bekend door het stelsel van kleine laaglandbeekjes. Hierin is het uniek in Europa. De beekdalen zijn uitgesleten in de keileemlagen en meanderen tussen de hoger gelegen zandgronden. De weiden en hooilanden langs de beken zijn voedselrijker dan de vennen en pingoruïnes op de hogere delen. Het beekdallandschap kent daardoor een grote schakering in watertypen: soms neutraal tot alkalisch en voedselrijk in de beekdalen tot zuur en voedselarm op het zand en allerlei overgangen daartussen. Deelgebieden waar bijzondere soorten gevonden zijn: De Heest bij Gasteren en het Balloërveld. Bijzondere soorten in dit gebied zijn: *Cosmarium cyclicum, C. davidsonii, C. hexalobum* var. *minus* en *C. nasutum, C. obliquum* en *Staurastrum pileolatum.* Opvallend is dat dit allemaal soorten zijn die bekend zijn uit arctisch alpine streken.

Het Drentsche Aa-gebied. Dichtgestoven arm van de Aa bij de Gasterse Duinen

5.3.3 Het Eexterveld

Het Eexterveld is een onderdeel van het Drentsche Aa-gebied, maar omdat het relatief klein is en een groot aantal bijzondere soorten herbergt, wordt het toch apart besproken. Het centrale deel van het Eexterveld bestaat uit een ovale, bijna eivormige kom. In de ondergrond zit keileem, waardoor het water niet meteen in de bodem weg zijgt. Het water uit de hoger gelegen delen stroomt over de keileem naar dit centrum, waarna een deel van dat water via de Scheebroekenloop naar de Drentsche Aa stroomt. Door het reliëf in de bodem zijn er verschillende plekken waar het water stagneert in ondiepe poeltjes. Door de opname van mineralen uit de bodem is het water in een aantal van die poeltjes matig voedselrijk. In dit gebied wordt een aantal zeldzame soorten gevonden. Bijzondere soorten zijn o.a *Closterium calosporum, Cl. lineatum, Cl. lunula, Cosmarium cucumis* var. *magnum, C. cyclicum, C. hexalobum* var. *minus, C. hostensiense, C. sphalerostichum, Xanthidium basidentatum*.

Het Eexterveld. Dit is de enige plek in Nederland waar *Xanthidium basidentatum* abundant voorkomt

5.3.4 Boswachterij Hooghalen-Grolloo

De boswachterij Hooghalen-Grolloo ligt op de Drentsche waterscheiding. Aan de noordkant stroomt het grondwater richting het noorden en daar ontspringt het Amerdiep, een bovenloop van de Drentsche Aa. Aan de zuidwestkant ontspringt o.a. de Elperstroom. Dit water gaat via de Beilerstroom en het Meppelerdiep naar

© M.C. van Westen

De Boswachterij Hooghalen-Grolloo. Hingstveen

het IJsselmeer. Op een aantal plekken stroomt het water in oostelijke richting via Borger naar de Hunze en in zuidoostelijke richting via het Drostendiep richting Coevorden. De hydrologie van dit gebied is daardoor complex en het grondwater stroomt verschillende kanten op. Drainagesloten, die destijds bij de inrichting van de boswachterij gegraven zijn en de tussenliggende landbouwgebieden met lage waterstanden, compliceren het beeld nog meer.
De vele vennen in deze boswachterij zijn meestal met water gevulde depressies in de dekzandlaag of pingoruïnes. Sommige vennen worden alleen door regenwater gevoed, terwijl er in andere invloed is van mineraalrijke kwel. In de Holmers en Halkenbroek heeft grootschalige natuurontwikkeling plaatsgevonden. Op sommige plekken zijn daardoor ondiepe plassen ontstaan die direct na de inrichting een rijke sieralgenflora lieten zien. Veel voorkomende soorten in dit gebied zijn *Actinotaenium cucurbita, A. subtile*, *Euastrum neogutwinskii*, *Haplotaenium minutum, Micrasterias truncata, Spondylosium pulchellum, Staurastrum furcatum* var. *aciculiferum, St. paradoxum, Staurodesmus extensus, Tetmemorus laevis var. minutus en Xanthidium antilopaeum* var. *laeve* forma *laeve.* Het voorkomen van deze soorten duidt er op dat veel vennen zuur en ongebufferd tot zwak gebufferd (voedselarm) zijn.

5.3.5 De Onlanden

De Onlanden liggen in het veenweidengebied op de grens van het Drents plateau en het laagveen. Van oudsher bevat het vele sloten en drinkpoelen voor het vee. Op enkele plaatsen bevinden zich volledig dichtgegroeide petgaten. Nadat in 1998, door overvloedige regenval en de snelle afvoer vanaf het Drents plateau, de stad Groningen dreigde onder te lopen, is gekeken naar mogelijkheden om het water langer in Drenthe vast te houden. Het drassige deel ten noordoosten van Peize en Roden was daarvoor de meest logische keuze. De Onlanden konden daardoor uitgroeien tot een groot aaneengesloten natuurgebied met vele bijzondere soorten watervogels. Natuurmonumenten heeft ten oosten en ten noorden van Peize een aantal petgaten gegraven, terwijl op andere plekken plas dras situaties gecreëerd werden. Over het algemeen is het water in het hele gebied erg voedselrijk door de toevoer van voedselrijk water via beekjes en door mineralen uit de kwel vanaf het Drents plateau. In 2014 werden in de petgaten een aantal bijzondere soorten sieralgen gevonden die later als nieuw voor de wetenschap zijn beschreven (Van Westen, 2015). Bijzondere soorten zijn: *Actinotaenium turgidum, Cosmarium cataractarum, C. denboerii, C. jelskii, C. pseudoformosulum, C. pseudoreniforme, C. turpiniiforme, Euastrum germanicum.*

De Onlanden. Een nieuw petgat in de buurt van Peize

5.3.6 Landgoed Vossenberg

Landgoed Vossenberg is van oorsprong een heidegebied dat begin 20e eeuw is ontgonnen. Het werd ingericht voor de landbouw, maar ook deels ingeplant met naaldbomen. In het midden van de jaren 70 van de vorige eeuw is het in het bezit gekomen van Het Drentse Landschap. Het gebied werd toen ingericht als natuurgebied waarbij de bouwvoor werd verwijderd om de grond te verschralen. Tevens werden, vooral in het deel dat bekend staat als het Reigerveen, een aantal ondiepe poelen gegraven. De lemige ondergrond zorgt ervoor dat deze poelen matig voedselrijk zijn en vele soorten sieralgen bevat, zoals *Cosmarium spierense, Cosmocladium perissum, Euastrum pseudotuddalense* en *Sphaerozosma aubertianum*. Hier is ook een nog niet eerder beschreven soort gevonden, die tot nu toe alleen op twee andere plekken in Drenthe is gevonden. Deze soort heeft de toepasselijke naam *Cosmarium vossenbergense* gekregen.

Het Reigerveen op landgoed Vossenberg. Hier is *Cosmarium vossenbergense* voor het eerst gevonden

5.3.7 Het Drents-Friese Wold

Het Drents-Friese Wold ligt net als het Dwingelderveld op de rand van het Drents plateau. Dit is een gebied met bossen, heidevelden, beekdalen met daartussen hier en daar landbouwgebieden. Hierdoor zijn er vennen en poeltjes te vinden met een grote verscheidenheid aan milieutypen.
Over het algemeen worden de soorten, die de voorkeur geven aan een zuur tot zwak zuur milieu, hier minder vaak gevonden dan op het Dwingelderveld. Het Dwingelderveld is één groot aaneengesloten natuurgebied terwijl in het Drents-Friese Wold nog een aantal landbouwenclaves liggen. Het is onduidelijk of dit aspect een belangrijke rol speelt, of dat het aantal ongebufferde vennen om andere redenen veel kleiner is. In dit gebied worden veel soorten sieralgen gevonden , waaronder zeldzame soorten als *Cosmarium nymanianum, C. quinarium en Staurastrum inconspicuum*. Er is één soort die uitsluitend hier gevonden wordt: *Euastrum insigne.*

Ven op het Doldersummerveld

5.3.8 De Berggierslanden

De Berggierslanden wijken in zeker zin af van de andere gebieden, omdat het een waterrijke randzone is van een nieuwbouwwijk in Meppel. Er lopen een aantal wandelpaden doorheen en veel mensen laten daar hun hond uit. De vaak ondiepe delen aan de noordwestkant zijn begroeid met riet dat regelmatig gemaaid wordt. Waarschijnlijk wordt dit gebied enerzijds beïnvloed door het neutraal-alkalische vrij voedselrijke water van de Staphorster Grote Stouwe en anderzijds door regenwater dat van de hoger gelegen delen afstroomt. Blijkbaar is dit een uitstekend

milieu voor sieralgen. De aanwezigheid van de Kiersche Wieden, met een rijke sieralgenflora op enkele kilometers afstand, heeft ongetwijfeld bijgedragen aan het voorkomen van een aantal soorten sieralgen die elders in Drenthe niet gevonden worden. Tot deze soorten behoren: *Cosmarium connatum, C. conspersum, C. debaryi, C. eichlerianum, C. margaritatum, C. quadrum, C. wittrockii, Cosmocladium constrictum, Desmidium aptogonum, Euastrum insulare, Heimansia pusilla* en *Staurastrum gladiosum.*

Slootje in de Berggierslanden

5.3.9 IJsbanen

Sommige ijsbanen bevatten het hele jaar door water en zijn eigenlijk meertjes of vennen. Zeker als ze in een natuurgebied liggen. De meeste ijsbanen staan echter alleen in het winterseizoen onder water en worden als ze droog staan meestal als weiland gebruikt. Aan het eind van het schaatsseizoen, vlak voordat de baan helemaal droog valt, zijn in het ondiepe water sieralgen te vinden. Dit zijn meestal soorten die een semi-atmofytische levenswijze hebben, maar lang niet alle gevonden soorten horen tot die groep. Blijkbaar blijven er tijdens de periode van droogte toch voldoende vochtige microhabitats over waar deze algen kunnen overleven.
In de onderzoeksperiode zijn 14 ijsbanen onderzocht. In totaal zijn in de 14 ijsbanen 146 soorten sieralgen gevonden, waaronder 7 stuks van de RL-lijst van Coesel.

De IJsbaan van Dalerpeel is rijk aan sieralgen

Een pingoruïne op het Nolderveld bij Zuidwolde

Zoals in eerdere hoofdstukken al is geschreven zijn sieralgen een goede indicator voor de waterkwaliteit. Als de waterkwaliteit afneemt verdwijnen veel sieralgen. Juist de meest kieskeurige soorten zullen het eerst verdwijnen. Bekijken we de resultaten van het langjarig onderzoek in een aantal vennen in Drenthe (Van Dam et al, 2013), dan zien we dat door de verzuring van midden tot eind van de vorige eeuw een aantal soorten hard achteruitging. Vanaf de jaren 90 van de vorige eeuw nam het aantal soorten weer toe, doordat er een aantal maatregelen getroffen zijn om de waterkwaliteit te verbeteren.
Op een aantal plaatsen zijn grootschalige projecten ten behoeve van natuurontwikkeling uitgevoerd, zoals in het Hunzegebied, Vossenberg en Scharreveld van Het Drentse Landschap; De Holmers, Halkenbroek en Noordenveld van Staatsbosbeheer; Kloosterveld, Fochteloërveen en Onlanden van Natuurmonumenten. In een aantal van deze gebieden zijn sieralgen gevonden die nog niet uit Nederland bekend waren en in die zin zijn die projecten succesvol. Of deze gebieden op de lange termijn zo bijzonder blijven is echter een andere vraag.
De verzuring en vermesting door zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NOx) en ammoniak (NH_3) is weliswaar gedaald, met name die door zwaveldioxide, maar de stikstofdepositie in natuurgebieden is nog steeds een probleem (Van Dam & Mertens,2014). De vele pollen pijpenstrootje in heidevelden zijn daar een uiting van. Hoewel de verzuring minder is geworden, dalen in natuurgebieden nog altijd meer verzurende stoffen neer dan door planten kunnen worden opgenomen. De verzuring neemt nog steeds toe, maar gaat alleen langzamer. Een bijkomend probleem is dat door de verzuring meer ijzer en aluminium in oplossing gaat. Aluminium is zeer giftig voor planten en de achteruitgang gaat, weliswaar in een lager tempo, nog steeds door. Maatregelen, als maaien, verwijderen van de toplaag of uitbaggeren van vennen in natuurgebieden, leveren op de langere termijn geen oplossing of herstel van al verzuurde gebieden op als de bronnen van de vermesting niet worden uitgeschakeld (Brouwer et al, 2009). Vermesting van vennen kan worden tegengegaan door de aantallen ganzen en bladinwaai te beperken. Hydrologische maatregelen kunnen de nitraataanvoer via grondwater tegengaan. De toename van de gemiddelde temperatuur van vennen kan in combinatie met de afgenomen verzuring echter leiden tot interne eutrofiëring (Brouwer et al 2016).
Zonder extra maatregelen kunnen we wat betreft sieralgen op zijn hoogst hopen dat de situatie stabiliseert en dat de achteruitgang gestopt wordt. Hier en daar zullen soorten gevonden worden die verdwenen leken of die nooit eerder gevonden waren, misschien omdat deze soorten kansen gekregen hebben door de dynamiek in natuurontwikkelingsgebieden, of omdat er meer onderzoek naar het voorkomen van sieralgen wordt gedaan. De meest kieskeurige soorten zoals *Cosmarium ralfsii, Euastrum ampullaceum, E. crassum, E. pinnatum en Micrastrias oscitans*, die 100 jaar geleden hier nog wel voorkwamen, zijn tot nu toe echter niet teruggevonden en misschien wel definitief verdwenen.

© M.C. van Westen

7. Summary

Here a summary of the first 6 chapters will be included. At the end a list of terms in Dutch and English will follow

Taxonomisch en ecologisch deel

© M.C. van Westen

8. Indeling

8.1 Classificatie van sieralgen

Zoals in hoofdstuk 2.1 is aangegeven worden de sieralgen gerekend tot een groep algen waarvoor een gezamenlijk kenmerk de seksuele voortplanting door conjugatie is. Tot voor kort werden de sieralgen ingedeeld in de klasse Conjugatophyceae en de orden Zygnematales en Desmidiales.
De Zygnematales bestaan uit twee families: de draadvormige kolonievormende Zygnemataceae en de eencellige vormen die aangeduid worden met Mesotaeniaceae. Deze laatste groep wordt – hoewel in een aantal opzichten verschillend – door de gelijkenis met de 'echte' sieralgen ook tot deze groep gerekend. Om het onderscheid aan te geven worden de Mesotaeniaceae ook wel saccoderme sieralgen genoemd en de Desmidiales met de term placoderme sieralgen aangegeven. De Desmidiales worden verdeeld in de onderorden Closteriineae en Desmidiineae.
Deze indeling wordt ook gevolgd in Coesel en Meesters (2007).
Recent moleculair onderzoek heeft uitgewezen dat de scheiding tussen de twee families in de Zygnematales niet zo duidelijk is als destijds werd aangenomen. Ook de opsplitsing van de Desmidiales in twee onderorden blijkt op grond van dit onderzoek niet gerechtvaardigd. De huidige indeling is als volgt:

Klasse Conjugatophyceae
- Orde Zygnematales
  - Familie Zygnemataceae
- Orde Desmidiales
  - Familie Peniaceae
  - Familie Gonatozygaceae
  - Familie Closteriaceae
  - Familie Desmidiaceae

Ook deze indeling is niet volmaakt, maar op dit moment is nog niet duidelijk hoe die verbeterd kan worden. Ook de diverse grote families en in het bijzonder die van de Desmidiaceae bevat geslachten die opgesplitst zullen moeten worden. In het verleden zijn daar wel voorstellen voor gedaan, maar die opsplitsingen zijn vaak kunstmatig en leidden tot tegenstrijdige indelingen. Voorlopig wordt in deze atlas daarom uitgegaan van de huidige classificatie in families en geslachten.

8.2 Indeling in groepen

De lijst hieronder geeft aan hoe de geslachten over de hoofdstukken 9, 10 en 11 verdeeld zijn:

9. Orde Zygnematales. Familie Zygnemataceae
   9.1 *Cylindrocystis, Mesotaenium, Spirotaenia, Netrium, Roya, Tortitaenia*

10. Orde Desmidiales. Familie Peniaceae, Gonatozygaceae, Closteriaceae
    10.1 *Penium, Gonatozygon*
    10.2 *Closterium*

11. Orde Desmidiales. Familie Desmidiaceae
    11.1 *Actinotaenium*
    11.2 *Haplotaenium, Pleurotaenium, Tetmemorus*
    11.3 *Euastrum*
    11.5 *Micrasterias*
    11.6 *Cosmarium*
    11.7 *Staurodesmus, Xanthidium*
    11.8 *Staurastrum*
    11.9 Kolonievormende soorten
    Bambusina, Cosmocladium, Desmidium, Heimansia, Hyalotheca, Sphaerozosma, Spondylosium, Teilingia

8.3 Indeling van de pagina's

De hoofdstukken zijn gegroepeerd op geslacht. Geslachten met minder soorten en vergelijkbare kenmerken zijn gegroepeerd in één hoofdstuk. Elk hoofdstuk begint met een beschrijving van het geslacht, gevolgd door een alfabetische lijst met namen en paginanummers. De indeling van de individuele soorten wordt gedaan door soorten met vergelijkbare morfologie te groeperen. Dit maakt het makkelijker om afbeeldingen met elkaar te vergelijken.

De pagina's zijn als volgt ingedeeld (fig 8.1):

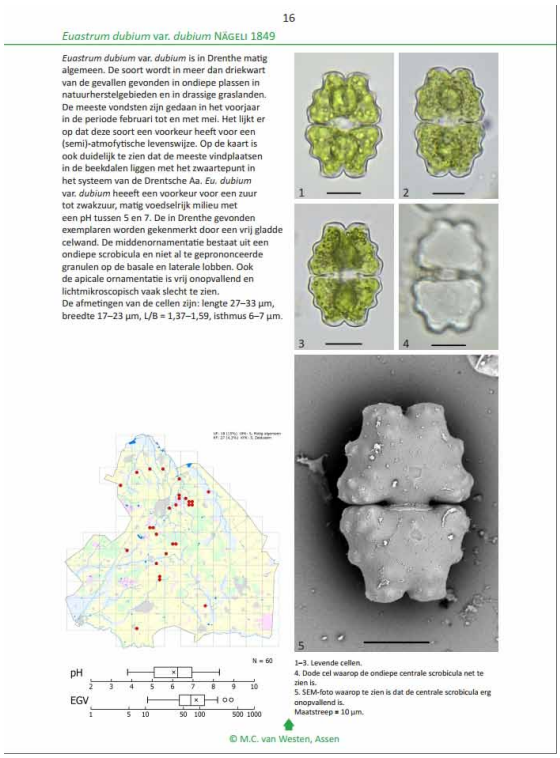
1. Titel
Naam van de soort, met auteursnaam en jaartal van publicatie. Aangezien soms wordt afgeweken van de opvattingen van Coesel en Meesters vergemakkelijkt dit het eventueel nazoeken van relevante literatuur.

2. Tekst
Hierin de beschrijving van bijzonderheden zoals vindplaats en milieuomstandigheden. Over het algemeen worden geen determinatiekenmerken opgenomen, omdat die in andere literatuur kan worden gevonden. Alleen waneer een soort afwijkende kenmerken heeft wordt dat vermeld. Verder worden de afmetingen van het in Drenthe gevonden materiaal aangegeven. Niet zelden is de variatie van de lengte en breedte kleiner dan wat in de literatuur wordt aangegeven.

3. Verspreidingskaartje
De kilometerhokken waarin een soort gevonden is, wordt met rode stippen aangegeven. Verder staan rechtsboven de uurhokfrequentie (UF) en de kilometerhokfrequentie (K), evenals de zeldzaamheidsklassen (zie hoofdstuk 4.2).

4. Boxplot met pH en EGV
De gemeten waarden worden in een horizontale boxplot weergegeven, inclusief de zogenoemde 'outliers' of in het Nederlands 'uitbijters'. Voor zeldzame soorten zijn de gegevens vaak op een beperkt aantal waarnemingen gebaseerd. Dit aantal is aangegeven in de rechterbovenhoek van de boxplot.

5. Foto's
De rechterkolom geeft een aantal representatieve


16

Euastrum dubium var. *dubium* NÄGELI 1849

Euastrum dubium var. *dubium* is in Drenthe matig algemeen. De soort wordt in meer dan driekwart van de gevallen gevonden in ondiepe plassen in natuurherstelgebieden en in drassige graslanden. De meeste vondsten zijn gedaan in het voorjaar in de periode februari tot en met mei. Het lijkt er op dat deze soort een voorkeur heeft voor een (semi)-atmofytische levenswijze. Op de kaart is ook duidelijk te zien dat de meeste vindplaatsen in de beekdalen liggen met het zwaartepunt in het systeem van de Drentsche Aa. *Eu. dubium* var. *dubium* heeeft een voorkeur voor een zuur tot zwakzuur, matig voedselrijk milieu met een pH tussen 5 en 7. De in Drenthe gevonden exemplaren worden gekenmerkt door een vrij gladde celwand. De middenornamentatie bestaat uit een ondiepe scrobicula en niet al te gepronnoceerde granulen op de basale en laterale lobben. Ook de apicale ornamentatie is vrij onopvallend en lichtmikroscopisch vaak slecht te zien.
De afmetingen van de cellen zijn: lengte 27–33 µm, breedte 17–23 µm, L/B = 1,37–1,59, isthmus 6–7 µm.

1–3. Levende cellen.
4. Dode cel waarop de ondiepe centrale scrobicula net te zien is.
5. SEM-foto waarop te zien is dat de centrale scrobicula erg onopvallend is.
Maatstreep = 10 µm.

N = 60
pH
EGV

© M.C. van Westen, Assen

Figuur 8.1 Een voorbeeld van een pagina in de atlas

foto's weer, die gemaakt zijn met een omkeermicroscoop. Dit betekent dat in de foto's in vergelijking met een gewone microscoop links en rechts verwisseld zijn. De foto's zijn als het ware in spiegelbeeld. Over het algemeen maakt dat niet veel uit, maar bij sommige soorten met een gespiraliseerde chloroplast, die bijvoorbeeld rechtsdraaiend is, wordt die op de foto's linksdraaiend afgebeeld. Ook bij sommige *Staurastrum*-soorten in topaanzicht kan het zijn dat getordeerde armen in de 'verkeerde' richting draaien op de foto's.
De cellen worden niet allemaal met dezelfde vergroting afgebeeld. Er is de keuze gemaakt om zoveel mogelijk details zichtbaar te maken. Waar SEM-foto's meer details laten zien zijn deze toegevoegd.
De maten van de gevonden cellen staan in de tekst en de maatstreep in de foto's maakt het mogelijk om de maten van de afgebeelde cellen te achterhalen.

8.4 Explanation of the pages

Chapters are grouped by genus. Genera with less species and similar features are grouped together in one chapter. The chapter starts with a short description of the genus followed by an alphabetical list of names and page numbers. The arrangement of the individual species is done by grouping species with similar morphology. This makes it easier to compare images with each other.

The pages are arranged as follows (fig 8.1):

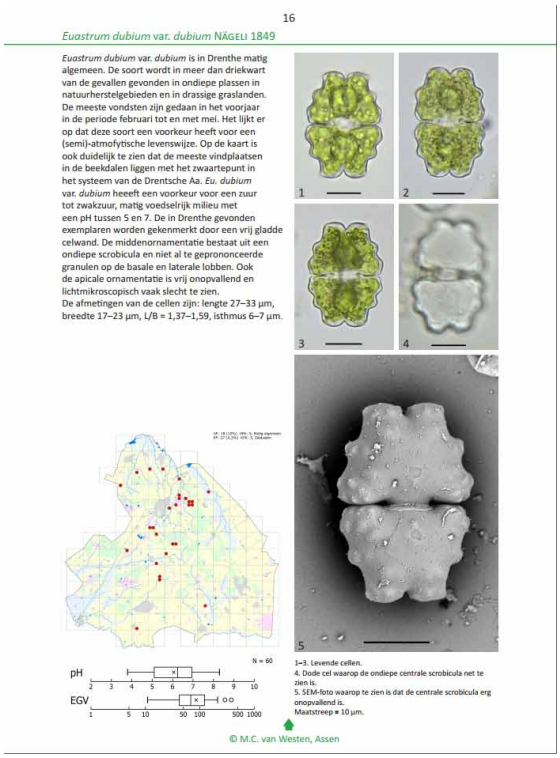
1. Title
Name of the species, with author name and year of publication. Since sometimes species are not mentioned in Coesel and Meesters (2007), this makes it easier to search relevant literature if necessary.

2. Text
Description of details such as location and environmental conditions. In general, no identification characteristics, because they can be found in other literature. An exeption is the case when there are any kind of deviating characteristics. Furthermore, the dimensions of the material found in Drenthe are indicated. Not infrequently, the variation in length and width is smaller than what is indicated in literature.

3. Distribution maps
The kilometer squares in which a specific species has been found are indicated with a red dot. Furthermore, the 'uurhok' frequency and the 'kilometerhok' frequency are indicated at the top right with UF and KF. The rarity classes UFK and KFK (see chapter 4.2) are also added.

4. Box plot with pH and EGV
The measured values of pH and electric conductivity (EGV=EC) are shown in a horizontal box plot, including the so-called 'outliers'. For rare species, the data is often based on a limited number of observations. This number is indicated in the top right corner of the box plot.

5. Photos
The right column shows a number of representative photos taken with an inverted microscope. This means that compared to an


16

Euastrum dubium var. *dubium* NÄGELI 1849

Euastrum dubium var. *dubium* is in Drenthe matig algemeen. De soort wordt in meer dan driekwart van de gevallen gevonden in ondiepe plassen in natuurherstelgebieden en in drassige graslanden. De meeste vondsten zijn gedaan in het voorjaar in de periode februari tot en met mei. Het lijkt er op dat deze soort een voorkeur heeft voor een (semi)-atmofytische levenswijze. Op de kaart is ook duidelijk te zien dat de meeste vindplaatsen in de beekdalen liggen met het zwaartepunt in het systeem van de Drentsche Aa. *Eu. dubium* var. *dubium* heeeft een voorkeur voor een zuur tot zwakzuur, matig voedselrijk milieu met een pH tussen 5 en 7. De in Drenthe gevonden exemplaren worden gekenmerkt door een vrij gladde celwand. De middenornamentatie bestaat uit een ondiepe scrobicula en niet al te gepronnoceerde granulen op de basale en laterale lobben. Ook de apicale ornamentatie is vrij onopvallend en lichtmikroscopisch vaak slecht te zien.
De afmetingen van de cellen zijn: lengte 27–33 µm, breedte 17–23 µm, L/B = 1,37–1,59, isthmus 6–7 µm.

Figuur 8.1 An example of a page in the atlas

'normal' microscope, in the photos left and right are swapped. So the photos show a mirror image. In general that does not matter much, but in some species with a spiralized chloroplast that is rotating clockwise, this leads to photos where it is depicted rotating counterclockwise. In some *Staurastrum* species it is also possible that twisted arms rotate in the 'wrong' direction on the photos.
The cells are not all imaged at the same scale. The choice has been made to make visible as many details as possible. When available, SEM-photos are added to show more detail.
The sizes of the cells can be found in the text . The scale in the photo's makes it possible to find out the size of the cells shown.