

## Samenvatting

In het Binnenveld is op de volgende vier locaties onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit van oppervlakte water:

de veenplas in De Hel, de westelijk gelegen sloot in de Bennekomse Meent, een kwelsloot in de Rimboe (Achterbergsche hooilanden) en een sloot in de Veenkampen (fig 1).

Voor de schatting van de waterkwaliteit werden fysisch-chemische bepalingen gedaan van pH, elektrische geleiding, temperatuur, zuurstofconcentratie, (totale anorganisch) fosfaat- en ammonium- en nitraat concentratie (abiotische kwaliteiten). Daarnaast werden enkele aspecten van de aquatische microflora en fauna (biotische kwaliteiten) bestudeerd. In dat kader is vooral gekeken naar het voorkomen van Ciliaten en Sieralgen omdat van die organismen een aantal soorten gebruikt kunnen worden als indicatoren voor waterkwaliteit.

De resultaten van het onderzoek in 2016 is vergeleken met resultaten van vergelijkbare inventarisaties in voorgaande jaren.

In alle gevallen is het oppervlakte water in het Binnenveld voedselrijk: mesotroof tot zeer eutroof. Van zuid (Veenkamen) naar noord (De Hel) in het Binnenveld, neemt de kwaliteit van het oppervlakte water sterk af.

In vergelijking met voorgaande jaren is de waterkwaliteit in de Veenkampen en de Bennekomse Meent vrijwel onveranderd, in de Rimboe (Achterbergsche hooilanden) en vooral in De Hel is de waterkwaliteit achteruit gegaan.

In alle gevallen overschrijdt de fosfaatconcentratie in het water de KRW norm (KaderRichtlijnWater, Alterra rapport 2222 (2011)).

In De Hel en in de Rimboe zijn vooral in de tweede helft van de inventarisatieperiode (juli-september) de concentraties van fosfaat en ammonium erg hoog.

Sterke beschaduwning van wateroppervlakken en afdekking van het wateroppervlak door drijvende waterplanten, zoals kroos, beïnvloedt de samenstelling van de aquatische microflora en fauna. Kroosvorming is vooral in De Hel een probleem. In alle gevallen leidt vermindering van lichtinval in het water tot een afname van de biodiversiteit wat betreft de micro-organismen. Uiteraard heeft dit effect op grotere organismen: Raderdiertjes, Gastrotrichen, larven van insecten en uiteindelijk ook van vissen. Al deze organismen zijn vaak direct of indirect afhankelijk zijn van de aanwezigheid van micro-organismen.

Voor behoud van de aquatische biodiversiteit is het aan te bevelen om bij het beheer van sloten, slootoevers en de directe omgeving van de sloten een mozaïekbeheer toe te passen, zoals dat nu al vaak gebeurt op het land van natuurterreinen.

# Kwaliteit van oppervlakte water in De Hel, de Rimboe (Achtergsche hooilanden), de Bennekomse Meent en de Veenkampen 2016

## Inleiding

In de nabije toekomst zullen in het Binnenveld beheermaatregelen genomen worden om de kweldruk te versterken en de stikstofdepositie te verminderen. Als gevolg hiervan kan de samenstelling van het oppervlakte water en de aquatische microflora en fauna veranderen. Om mogelijke effecten van de beheermaatregelen te kunnen detecteren, moeten vóór uitvoering van de beheermaatregelen de waterkwaliteit en de aquatische microflora en fauna zo goed mogelijk worden vastgesteld. Om deze reden zijn er inventarisaties uitgevoerd in de De Hel, de Rimboe (Achterbergsche hooilanden), de Bennekomse Meent en de Veenkampen. (fig. 1, 2.).

Voor bepaling van waterkwaliteit zijn abiotische en biotische karakteristieken onderzocht. De abiotische karakteristieken: zuurgraad, geleidbaarheid, gehalte aan zuurstof en fosfaat-, ammonium- en nitraatconcentratie geven een 'beperkt beeld' van de waterkwaliteit (2). Er is daarom ook gekeken naar biotische karakteristieken van de aquatische microflora en fauna. Een aantal vertegenwoordigers van *Ciliaten* (trilhaardiertjes) en *Desmidiaceae* (sialgen) worden beschouwd als indicatororganismen voor waterkwaliteit (1, 2, 4, 8). In mindere mate geldt dat ook voor vertegenwoordigers van *Chlorophyta* (groenalgen), *Euglenophyta* (oogflagellaten) en *Chrysophyta* (goudalgen) (2). Tot al deze groepen behoren organismen die voor hun voortbestaan min of meer typisch zijn voor water van een bepaalde kwaliteit. Zo zijn er organismen die typisch zijn voor oligotroof (schoon, voedselarm), mesotroof of eutroof (voedselrijk) water. Het voorkomen van die organismen maakt het, binnen zekere grenzen, mogelijk om, samen met gegevens over de fysisch/chemische karakteristieken een uitspraak te doen over de kwaliteit van het oppervlakte water.

De aquatische microflora en fauna heeft een strategische positie in het voedselweb van het zoete oppervlakte water, en dus ook in het voedselweb van sloten in het Binnenveld (zie bijlage 4). In het bijzonder spelen Ciliaten en algen een belangrijke en directe rol bij het in stand houden van biodiversiteit in sloten, en als gevolg daarvan hebben ze indirect grote betekenis voor 'hogere' organismen, zoals insecten, vissen en vooral moeras-, water- en weidevogels. Zorg voor een biodiverse microflora en fauna in oppervlakte water is daarom essentieel voor natuurbehoud in het Binnenveld.

## Methoden

### Methode sampling

Op de tijdstippen, vermeld in tabel 1, werden watermonsters verzameld in plastic flessen van 1.5 liter inhoud. De flessen werden goed afgesloten, niet aan zonlicht blootgesteld en zo snel mogelijk naar huis vervoerd. Direct na thuiskomst (ongeveer 60 min na monstername) werden watermonsters door een grove zeef en vervolgens door 2 nylonfilters geleid. De maaswijdte van het eerste nylonfilter was 40  $\mu\text{m}$  en de maaswijdte van het tweede nylonfilter 15  $\mu\text{m}$ . Er werd op toegezien dat de filters niet droog kwamen te staan tijdens de filterprocedure.

Samples (monsters) werden genomen van de doorloop van de grove zeef, en de twee nylonfilters. Ook uit de doorloop van het 15  $\mu\text{m}$  nylon filter werden samples genomen. (Handboek Hydrobiologie, hoofdstuk 8 Sieralgen. Stowa 2010. II).

### Procedure microscopie:

Drie druppels van een sample werden opgebracht op een objectglas, gecoat met behangsellijm (5% in water) en daarna afgedekt met een 60 mm dekglas. Het preparaat werd bestudeerd met interferentie microscopie bij een vergroting met 10, 25 en 40 x objectieven. Organismen werden gefilmd en gefotografeerd voor latere determinatie.

Per monster werden een aantal preparaten bestudeerd. Pas als in drie opeenvolgende preparaten geen "nieuwe" (nog niet eerder in het monster waargenomen) organismen meer werden gedetecteerd, werd besloten dat het monster voldoende was bestudeerd.

Een aantal organismen kon worden gedetermineerd tot op de soort, soms was determinatie slechts mogelijk tot op het geslacht of tot op de familie, orde of klasse (Patterson, 1992; Lee et al., 2000).

### Micro-organismen

De samples werden onderzocht op het voorkomen van Ciliata (trilhaardiertjes), Chlorophyta (groenalgen), Desmidiaceae (sieralgen) en Euglenophyta (oogflagellaten). Een aantal vertegenwoordigers van deze groepen kunnen dienen als indicator-organismen voor waterkwaliteit.

Verder is gekeken naar het voorkomen van Heliozoa (zonnediertjes), Cyanophyta (blauwalgen), Chrysophyta (goudalgen), en Dinophyta (pantserflagellaten), en incidenteel naar diverse vertegenwoordigers van de meiofauna.

Voor zover mogelijk werden de organismen tot op de soort gedetermineerd. Op basis van literatuurgegevens over de geïdentificeerde organismen werd vervolgens een schatting gemaakt van de waterkwaliteit (Coesel en Meesters, 2007; Foissner et al., 1995; John et al., 2011).

De watermonsters bevatten ook veel kleine meercellige organismen, zoals, raderdiertjes, kleine kreeftachtigen (watervlooien, roeipootkreeftjes, mosselkreeftjes) en andere elementen van de meiofauna. Deze organismen zijn in de meeste gevallen niet op naam gebracht.

### Kwantiteiten

Een kwantitatieve analyse van micro-organismen was met de gebruikte methoden niet mogelijk.

### Bepalingen van abiotische parameters

Op data, vermeld in de tabel 1, werden ter plekke met de HANNA HI9828 multimeter de pH, temperatuur, de zuurstofconcentratie, elektrische geleiding en de 'overall' zoutconcentratie bepaald. Met de SAM-1 Sensorex, gekoppeld aan een Mini-IPAD werden pH en elektrische geleiding gemeten. De gemeten waarden met de SAM-1 en de HANNA HI9828 kwamen goed met elkaar overeen. Voor de chemische bepalingen werd aan de oever 1 liter water verzameld en opgeslagen in een goed afsluitbare plastic fles. Direct na thuiskomst (ongeveer 60 min na monstername) werden fosfaat-, ammonium- en nitraatconcentraties bepaald met eenvoudige colorimetrische methoden (VISICOLOR-School (Macherey-Nagel, Düren, Germany)).

### Monsterlocatie

De monsterlocaties zijn aangegeven in figuren 1,2, en bijlage 1.

Het water in kwelplas van De Hel is ondiep en stilstaand. De plas is omringd door hoge bomen met dicht gebladerte. Op de bodem van de plas ligt een dik pakket met verterend bladafval, er zijn betrekkelijk weinig waterplanten. Aan het oppervlak is het water relatief zuurstofrijk, maar op de bodem met verterend blad zullen bijna anaërobe omstandigheden heersen. Er is dus een gradiënt van aerobe omstandigheden aan het

oppervlak naar anaerobe omstandigheden in de zone met verterende bladeren. In de tweede helft van het seizoen (juli – september) was de plas nagenoeg volledig bedekt met kroos.

De kwelplas in De Hel ligt op veraarde bovengrond op diep veen (fig. 2.).

Behalve door regenwater, wordt de plas in De Hel gevuld met kwelwater afkomstig van de Utrechtse heuvelrug;

De kwelsloot in de Rimboe (Achterbergsche hooilanden) is smal (ongeveer 1 m) en ondiep (20 tot 50 cm), er is geringe stroming. Er is een dichte begroeiing met waterplanten (vooral Brede waterpest, Grof hoornblad). In de zomer schiet de oevervegetatie hoog op en daardoor is de sloot enigszins beschaduwde. De kwelsloot in De Rimboe ligt op zanddek op veen op zand (fig. 2.).

De sloot wordt voornamelijk gevuld met kwelwater afkomstig van de Utrechtse heuvelrug.

De sloot in de Bennekomse Meent is smal (ongeveer 1 m) en ondiep (10 tot 50 cm). Het water stroomt langzaam. Er is een dichte begroeiing met waterplanten (vooral Brede waterpest en Grof hoornblad). In de zomer schiet de oevervegetatie hoog op, de sloot is dan sterk beschaduwde. Het wateroppervlak is voor een deel (op sommige plaatsen tot wel 50%) bedekt met bladeren van de Gele plomp.

De monsterplaats ligt op veraarde bovengrond op diepveen op zand (fig. 2.).

Het water in de sloot is kwelwater, afkomstig van de Veluwe, en regenwater.

De sloot in de Veenkampen is ongeveer 1,5 m breed en ondiep (diepte tot 50 cm). Er is begroeiing met waterplanten (vooral Brede waterpest). In de zomer zijn grote delen (tot wel 30%) van het wateroppervlak bedekt met FLAB.

De sloot in de Veenkampen wordt het gehele jaar voorzien van grondwater uit diepe lagen.

Verdroging, zoals te zien in sloten elders in het Binnenveld, treedt hier zelden op.

De monsterplaats in de Veenkampen ligt op veraarde bovengrond op diep veen (fig. 2.).

Alle monsterlocaties liggen in natuurgebied óf in gebied dat in ontwikkeling is als natuurgebied.

## Resultaten

### Monsterlocaties

In de figuren 1,2, (en bijlage 1 monsterplaatsen) zijn plaatsen aangegeven waar watermonsters zijn verzameld.

In tabel 1 staan de data vermeld waarop de monsters verzameld zijn.

**Tabel 1. Data bemonstering.**

| De Hel  | Achterberg | Bennekomse Meent | De Veenkampen |
|---------|------------|------------------|---------------|
| 7 april | 11 april   | 15 april         | 3 april       |
| 5 mei   | 12 mei     | 9 mei            | 16 mei        |
| 10 juni | 7 juni     | 3 juni           | 13 juni       |
| 6 juli  | 9 juli     | 11 juli          | 15 juli       |
| 4 aug   | 16 aug     | 10 aug           | 7 aug         |
| 1 sept  | 6 oct      | 16 sept          | 4 sept        |

### Het weer

In de eerste helft van de inventarisatieperiode (april – juni) was het nat, in de tweede helft was het warm en vooral erg droog. Het peil in de sloten was aanvankelijk vrij hoog, maar door de geringe neerslag en de hoge temperatuur waren in de tweede helft van de inventarisatieperiode enkele sloten bijna droog gevallen (zie voor een overzicht van het weer: bijlage 2).

(<https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/gegevens/mow>)

### Abiotische parameters

Tabel 2 geeft een overzicht van de fysisch/chemische bepalingen.

Vooraf in de sloot van de Rimboe en in de kwelplas van De Hel was de fosfaatconcentratie hoog. In De Hel werd tevens een hoge ammoniumconcentratie vastgesteld. Ammonium is een stof die vrijkomt bij de afbraak van stikstofhoudende organische verbindingen. In De Hel is de ammoniumverontreiniging mogelijk veroorzaakt door afbraakprocessen in de dikke laag van bladafval op de bodem van de plas.

In september werd een opvallend de hoge pH (9.1) in de sloot van de Veenkampen gemeten. De fosfaat- en nitraatconcentratie was aanzienlijk hoger dan in augustus. Het water was grijs en ondoorzichtig en ongewoon vervuild. De oorzaak van de vervuiling is niet bekend.

Overigens komen de andere pH-waarden ongeveer overeen met de verwachte waarden voor kwelwater.

De elektrische geleiding ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) is ongeveer volgens de verwachting voor kwelwater (Kemmers et al., 2005; Alterra rapport 1034) In de tweede helft van de inventarisatieperiode neemt de geleiding toe, wellicht als gevolg van de geringe neerslag en het lage peil in het oppervlakte water.

(ter vergelijking: geleiding in regenwater is 40 - 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

In de tweede helft van de inventarisatieperiode was de zuurstofconcentratie in De Hel relatief laag, waarschijnlijk doordat drijvende waterplanten (vooral kroos) het wateroppervlak afdekken.

### Biotische parameters

Tabellen 3 toont het aantal geïdentificeerde soorten per locatie. Het aantal geïdentificeerde soorten Ciliaten is op alle locaties ongeveer gelijk. Sieralgen werden zelden waargenomen in De Hel.

In tabel 4 is de saprobieïndex van de geïdentificeerde Ciliaten en algen vermeld. In De Hel overwegen organismen met een hoge saprobieïndex, Met uitzondering van de Veenkampen is op alle locaties het aantal geïdentificeerde soorten Sieralgen laag.

In de Veenkampen is de verslechtering van de waterkwaliteit in de tweede helft van de inventarisatieperiode, weerspiegeld in de toename van organismen met een hoge saprobieïndex.

## Vergelijking met voorgaande jaren

Tabellen 5 en 6 tonen de veranderingen in fysisch/chemische karakteristieken van het water in de 4 locaties, sinds 2014. In De Hel, de Rimboe en de Bennekomse Meent is het aquatisch milieu niet verbeterd, in de Veenkampen is in 2016 een verslechtering opgetreden. Wellicht heeft dat te maken met de verontreiniging die in september goed was waar te nemen.

In tabel 7 en figuur 3 zijn de veranderingen in aantallen geïdentificeerde soorten sinds 2012 weergegeven.

Opvallend is de achteruitgang van de Sieralgen. In alle locaties, maar het sterkst in de Veenkampen, is het aantal geïdentificeerde soorten Sieralgen afgenomen, hetgeen wijst op een afname van waterkwaliteit en verandering in de richting van eutrofiëring.

Echter, uitspraken over verslechtering of verbetering van milieumomstandigheden vereisen waarnemingen over een groot aantal jaren. Daarom zullen de observaties in De Hel, de Rimboe, de Bennekomse Meent en de Veenkampen de komende jaren worden herhaald.

## Discussie

De waterkwaliteit op 4 locaties in het Binnenveld is bepaald met fysisch/chemische karakteristieken (abiotische) en door middel van inventarisatie van aquatische microorganismen, vooral Ciliaten en Sieralgen (biotische karakteristieken). Zowel de abiotische – als de biotische karakteristieken wijzen uit dat het oppervlakte water meso-eutroof tot sterk eutroof is. In De Hel is zelfs sprake van polyeutroof water. In de Veenkampen is in de tweede helft van het seizoen (juli-september) de waterkwaliteit verslechterd.

Om eventuele veranderingen in waterkwaliteit vast te stellen zijn er vergelijkingen gemaakt met metingen in voorgaande jaren. De fysisch/chemische karakteristieken vertonen geen grote schommelingen. Anders is dat voor de biotische karakteristieken. Als we de verhouding: aantal geïdentificeerde Ciliaten / geïdentificeerde Sieralgen+Groenalgen bekijken (fig. 4), dan is er reden tot ongerustheid. Een toename van het verhoudingsgetal wijst op toename van eutrofiëring, dit zien we vooral in De Hel en in de Rimboe. In de Bennekomse Meent en de Veenkampen is de toename niet duidelijk. De gegevens lijken de conclusies van eerdere inventarisaties te bevestigen: in het noorden van het Binnenveld (De Hel en de Rimboe) is de waterkwaliteit slechter dan in het zuiden (de Veenkampen), en nu is er reden om te veronderstellen dat de waterkwaliteit in het noorden verder verslechtert.

## Omgeving van de natuurgebieden.

De natuurgebieden in het Binnenveld liggen ingeklemd in intensief gebruikte agrarische terreinen. Te hoge stikstof depositie en verontreinigd grondwater vormen ernstige bedreigingen voor het milieu in grote delen van Nederland maar vooral in gebieden als de Gelderse Vallei zijn de problemen groot. Enerzijds omdat er in de Vallei gebieden zijn met uitzonderlijke natuurwaarden, anderzijds is de Vallei van oudsher een agrarisch gebied waar allerlei aanpassingen zijn gedaan om opbrengsten te verhogen. Enkele gevolgen daarvan zijn: een te lage grondwaterstand en een hoge fosfaatverontreiniging van de bodem. Deze factoren samen met een te hoge stikstofdepositie (ongeveer 50% uit lokale agrarische bron, zie Document PAS-analyse; Herstelstrategieën voor Natura 2000 gebied Binnenveld, RHKDHV,2013) maken een drastische aanpak van de milieuproblematiek noodzakelijk. Niet alleen de natuurgebieden zullen profiteren van herstelstrategie, ook de landbouw zal op termijn profiteren.

Tot slot, natuurgebieden zijn een waarde op zich, maar hebben ook een belangrijke recreatieve waarde. Rond het Binnenveld wonen ongeveer 200.000 mensen, een belangrijk deel daarvan geniet van de natuur in het Binnenveld en dat moet ook in de toekomst kunnen!. Er zijn dus meerdere redenen om de milieumomstandigheden voor gebieden rond het Binnenveld te optimaliseren

## Literatuur

1. Coesel, F.M. en Meesters, K.J. 2007. Desmids of the lowlands. KNNV uitgeverij, Zeist.
2. Streble, H. en Krauter, D. 2002. Das Leben im Wassertropfen. Kosmos, Stuttgart.
3. Lee, J.J., Leedale, G.F. en Bradbury, P. 2000. The Illustrated guide to the Protozoa. Soc. of Protozoologists, Lawrence, Kansas (USA).
4. Linné von Berg, K.H. en Melkonian, M. 2004. Der Kosmos-Algenführer. Kosmos, Stuttgart.
5. Patterson, D.J. 1992. Free-living freshwater Protozoa. UNSW press, Sydney.
6. Handboek Hydrobiologie, hoofdstuk 8 Sieralgen. Stowa 2010. II.
7. Jalink, M. 2009. Basenrijk grondwater Binnenveld: herkomst en verspreiding. Voordracht Klankbordgroep Binnenveld 14 mei 2009. KWR watercycle reseach institute.
8. Foissner, W., Berger, H., Blatterer, H., en Kohmann, F. 1995. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft, München.
9. John, D.M., Whitton, B.A., en Brook, A.J. 2011. The freshwater algal flora of the British Isles. Cambridge University Press. Cambridge UK.
10. Wehr, J.D. and Sheath, R.G. 2003. Freshwater algae of North America. Ecology and classification. Academic Press, London UK.
11. Nygaard, G. 2001. Dansk Plante Plankton. Gyldendalske boghandel. Copenhagen.
12. Curds, C.R. 1982. British and other freshwater ciliated protozoa (part I and II). Cambridge University Press. Cambridge UK.
13. Kemmers, R.H.; Delft, S.P.J. van; Gaast, J.W.J. van der. Kwel en Waterlood; ontwikkeling van een methode voor kartering van kwel en de evaluatie van de gevolgen van peilbeheer voor kwelatronen. Alterra rapport 1034. Wageningen, 2005.
14. Document PAS-analyse Herstelstrategieën voor Natura 2000 gebied Binnenveld. Projectbureau SVGV, november 2013. HaskoningDHV Nederland B.V., 2013.
15. Waterhuishoudkundig inrichtingsplan Binnenveld, Waterschap Vallei & Eem, 2006. (rapport 9R0750).



Fig.1.  
Binnenveld.  
Rode stippen geven de locaties aan waar watermonsters zijn genomen.  
(gemodificeerd naar: figuur 8.8; Waterhuishoudkundig inrichtingsplan Binnenveld, Waterschap Vallei & Eem, 2006, rapport 9R0750).

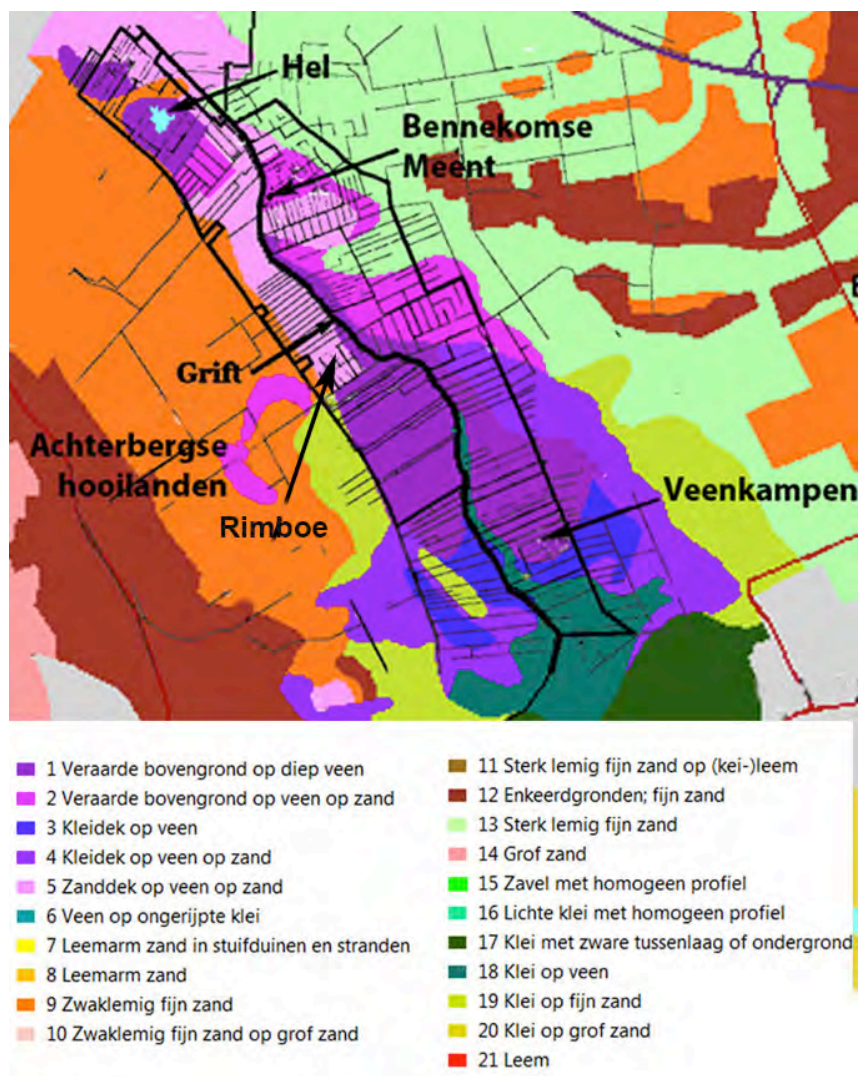


Fig. 2.  
Bodemkaart Binnenveld.  
(<http://maps.bodemdata.nl/bodemdata.nl/index.jsp>)



**Tabel 2. Chemisch-Fysische parameters en data bemonstering****Achterbergse Hooilanden 2016**

| Datum                      | 11 apr   | 12 mei    | 7 juni     | 9 juli     | 16 aug     | 6 okt      |
|----------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| pH                         | 7.1      | 7.0       | 6.9        | 6.7        | 6.9        | 6.8        |
| Temp                       | 15.5     | 19        | 21.6       | 16.5       | 18.5       | 10.1       |
| $\mu\text{S/cm}$           | 240      | 325       | 335        | 350        | 373        | 354        |
| SAL                        | 0.11     | 0.15      | 0.16       | ND         | ND         | ND         |
| DO%                        | 100      | ND        | 100        | 59         | 80         | 81         |
| $\text{PO}_4 \text{ mg/l}$ | 2.5      | 1.75      | 4          | 2,5        | 2.2        | 0.7        |
| $\text{NH}_4 \text{ mg/l}$ | 0.05     | 0.1       | 0.1        | 0.05       | 0.1        | 0.05       |
| $\text{NO}_3 \text{ mg/l}$ | 0.1      | 0.1       | 0.2        | 0.1        | 0          | 0.1        |
| Wateroppervlak             | 50& open | kroos 80% | overgroeid | overgroeid | overgroeid | overgroeid |

**De Meent 2016**

| Datum                      | 11 apr               | 9 mei                    | 3 juni                       | 11 juli                        | 10 aug              | 16 sep |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------|
| pH                         | 7.4                  | 7.0                      | 6.6                          | 6.5                            | 6.7                 | 6.8    |
| Temp                       | 13                   | 17                       | 17.8                         | 18                             | 16                  | 20.5   |
| $\mu\text{S/cm}$           | 340                  | 228                      | 220                          | 140                            | 267                 | 390    |
| SAL                        | 0.16                 | 0.11                     | 0.11                         | ND                             | ND                  | ND     |
| DO%                        | 100                  | ND                       | 95                           | 85                             | 90                  | 70     |
| $\text{PO}_4 \text{ mg/l}$ | 0.1                  | 0.1                      | 1.75                         | 1.2                            | 0.2                 | 1      |
| $\text{NH}_4 \text{ mg/l}$ | 0.75                 | 0.05                     | 0.05                         | 0.05                           | 0.05                | 0.25   |
| $\text{NO}_3 \text{ mg/l}$ | 0.3                  | 0.1                      | 0.1                          | 0                              | 0                   | 0      |
| Peil randsloot             | 490                  | Bijna droog              | n.d.                         | n.d.                           | 485                 | droog  |
| Wateroppervlak             | open water oppervlak | Gele plomp 30% bedekking | Gele plomp e.a.80% bedekking | overgroeid door oevervegetatie | Sloot dichtgegroeid | open   |

**De Hel 2016**

| Datum                      | 7 apr | 5 mei | 10 juni | 6 juli | 4 aug | 1 sep |
|----------------------------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|
| pH                         | 6.9   | 6.8   | 7       | 6.9    | 6.7   | 6.6   |
| Temp                       | 10    | 15    | 21.5    | 16.5   | 18    | 17.6  |
| $\mu\text{S/cm}$           | 180   | 278   | 243     | 220    | 260   | 285   |
| SAL                        | 0.1   | 0.11  | ND      | ND     | ND    | ND    |
| DO%                        | 83    | ND    | 85      | 59     | 50    | 40    |
| $\text{PO}_4 \text{ mg/l}$ | 4.5   | 0.12  | 6       | 4      | 4     | 4     |
| $\text{NH}_4 \text{ mg/l}$ | 0.05  | 0.5   | 3.5     | 4.5    | 5     | 6     |
| $\text{NO}_3 \text{ mg/l}$ | 0.1   | 0.1   | 0.5     | 0.2    | 0.1   | 0.2   |
| waterpeil                  | 92    | 85    | 85      | 90     | 85    | 75    |
| kroosdek%                  | 0     | 5     | 40      | 100    | 100   | 100   |

**Veenkampen 2016**

| Datum                      | 3 apr                          | 16 mei          | 13 juni   | 15 juli   | 7 aug    | 4 sep  |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------|-----------|----------|--|
| pH                         | 7.4                            | 7.2             | 7.4       | 7.2       | 7.2      | 9.1  |
| Temp                       | 14                             | 14              | 19.5      | 21        | 21       | 21.5   |
| $\mu\text{S/cm}$           | 240                            | 196             | 310       | 210       | 225      | 245  |
| SAL                        | 0.13                           | 0.1             | ND        | ND        | ND       | ND   |
| DO%                        | ND                             | 94              | 86        | 81        | 100      | 85   |
| $\text{PO}_4 \text{ mg/l}$ | 1.3                            | 2               | 2.5       | 0.2       | 0.3      | 1.2  |
| $\text{NH}_4 \text{ mg/l}$ | 0.1                            | 0.05            | 0.05      | 0.1       | 0.1      | 0.01   |
| $\text{NO}_3 \text{ mg/l}$ | 0.1                            | 0.1             | 0         | 0         | 0.1      | 0.2  |
| wateroppervlak             | Losdrijvende planten; FLAB 20% | Weinig FLAB 10% | Als april | Als april | 30% FLAB | Kleur grijs drijvende rottende planten veel FLAB |

**Tabel 5. Verandering fysisch/chemische parameters sinds 2014  
(gemiddelde waarden over periode april – September)  
per jaar/per locatie**

| <b>2014</b> | pH  | µS/cm | fosf mg/l | NH4 mg/l |
|-------------|-----|-------|-----------|----------|
| De Hel      | 7.0 | 192   | 3.5       | 3.8      |
| Achterberg  | 7.1 | 217   | 1.6       | 0.1      |
| De Meent    | 6.9 | 187   | 0.6       | 0.1      |
| Veenkampen  | 6.5 | 84    | 0.2       | 0.1      |

| <b>2015</b> | pH  | µS/cm | fosf mg/l | NH4 mg/l |
|-------------|-----|-------|-----------|----------|
| De Hel      | 7.0 | 236   | 3.0       | 2.9      |
| Achterberg  | 7.2 | 291   | 1.3       | 0.1      |
| De Meent    | 6.9 | 245   | 1.1       | 0.1      |
| Veenkampen  | 6.7 | 141   | 0.2       | 0.1      |

| <b>2016</b>       | pH         | µS/cm      | fosf mg/l  | NH4 mg/l   |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| De Hel            | 6.8        | 244        | 3.8        | 3.3        |
| Achterberg        | 6.9        | 330        | 1.9        | 0.1        |
| De Meent          | 6.8        | 264        | 0.7        | 0.2        |
| <b>Veenkampen</b> | <b>7.6</b> | <b>237</b> | <b>1.3</b> | <b>0.1</b> |

**Tabel 6. Verandering fysisch/chemische parameters sinds 2014  
(gemiddelde waarden over periode april – September)  
per locatie/per jaar**

| <b>De Hel</b> | pH  | µS/cm | fosf mg/l | NH4 mg/l |
|---------------|-----|-------|-----------|----------|
| 2014          | 7.0 | 192   | 3.5       | 3.8      |
| 2015          | 7.0 | 236   | 3.0       | 2.9      |
| 2016          | 6.8 | 244   | 3.8       | 3.3      |

| <b>Achterberg</b> | pH  | µS/cm | fosf mg/l | NH4 mg/l |
|-------------------|-----|-------|-----------|----------|
| 2014              | 7.1 | 217   | 1.6       | 0.1      |
| 2015              | 7.2 | 291   | 1.3       | 0.1      |
| 2016              | 6.9 | 330   | 1.9       | 0.1      |

| <b>De Meent</b> | pH  | µS/cm | fosf mg/l | NH4 mg/l |
|-----------------|-----|-------|-----------|----------|
| 2014            | 6.9 | 187   | 0.6       | 0.1      |
| 2015            | 6.9 | 245   | 1.1       | 0.1      |
| 2016            | 6.8 | 264   | 0.7       | 0.2      |

| <b>Veenkampen</b> | pH         | µS/cm      | fosf mg/l  | NH4 mg/l   |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 2014              | 6.5        | 84         | 0.2        | 0.1        |
| 2015              | 6.7        | 141        | 0.2        | 0.1        |
| <b>2016</b>       | <b>7.6</b> | <b>237</b> | <b>1.3</b> | <b>0.1</b> |

**Tabel 3. Aantal geïdentificeerde\* soorten per seizoen (april-september 2016)**

|                           | Achterberg | De Meent | De Hel | Veenkampen |
|---------------------------|------------|----------|--------|------------|
| <b>Ciliaten</b>           | 61         | 72       | 69     | 69         |
| <b>Groenalgen</b>         | 1          | 9        | 6      | 15         |
| <b>Sieralgen</b>          | 8          | 12       | 2      | 19         |
| <b>Oogflagellaten</b>     | 11         | 18       | 18     | 17         |
| <b>Pantserflagellaten</b> | 0          | 2        | 0      | 2          |
| <b>Goudalgen</b>          | 3          | 3        | 6      | 0          |

**Tabel 4. Aantal geïdentificeerde soorten in 2016 per locatie en per saprobieïndex .**

Gegevens voor het hele seizoen: april-september en

voor 1e helft (april-juni) en 2e helft (juli-sept) van het seizoen.

(de getalen verschillen van die in tabel 4 omdat niet van alle organismen de saprobieïndex bekend is).

#### **De Hel**

| <b>Saprobie</b> | <b>1_2</b> | <b>2_3</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
|-----------------|------------|------------|----------|----------|
| Ciliaten        | 4          | 28         | 17       | 11       |
| Sieralgen       |            | 1          | 1        |          |

#### **April-juni**

|           |   |    |    |    |
|-----------|---|----|----|----|
| Ciliaten  | 3 | 28 | 14 | 10 |
| Sieralgen |   | 1  |    |    |

#### **Juli-sept**

|           |   |    |   |    |
|-----------|---|----|---|----|
| Ciliaten  | 1 | 15 | 9 | 11 |
| Sieralgen |   |    | 1 |    |

#### **Achterberg**

| <b>Saprobie</b> | <b>1_2</b> | <b>2_3</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
|-----------------|------------|------------|----------|----------|
| Ciliaten        | 4          | 27         | 13       | 8        |
| Sieralgen       | 1          | 4          | 1        |          |

#### **April-juni**

|           |   |    |   |   |
|-----------|---|----|---|---|
| Ciliaten  | 2 | 18 | 9 | 5 |
| Sieralgen |   | 4  | 1 |   |

#### **Juli-sept**

|           |   |    |    |   |
|-----------|---|----|----|---|
| Ciliaten  | 2 | 21 | 11 | 4 |
| Sieralgen |   | 1  |    |   |

**De Meent**

| <b>Saprobie</b> | <b>1_2</b> | <b>2_3</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
|-----------------|------------|------------|----------|----------|
| Ciliaten        | 5          | 31         | 11       | 9        |
| Sieralgen       | 1          | 9          | 1        |          |

**April-juni**

|           |   |    |    |   |
|-----------|---|----|----|---|
| Ciliaten  | 3 | 14 | 11 | 9 |
| Sieralgen |   | 3  |    |   |

**Juli-sept**

|           |   |    |   |   |
|-----------|---|----|---|---|
| Ciliaten  | 3 | 18 | 9 | 3 |
| Sieralgen |   | 8  | 1 |   |

**Veenkampen**

| <b>Saprobie</b> | <b>1_2</b> | <b>2_3</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
|-----------------|------------|------------|----------|----------|
| Ciliaten        | 3          | 31         | 12       | 5        |
| Sieralgen       | 1          | 14         | 3        |          |

**April-juni**

|           |   |    |    |   |
|-----------|---|----|----|---|
| Ciliaten  | 1 | 24 | 12 | 2 |
| Sieralgen | 1 | 11 | 2  |   |

**Juli-sept**

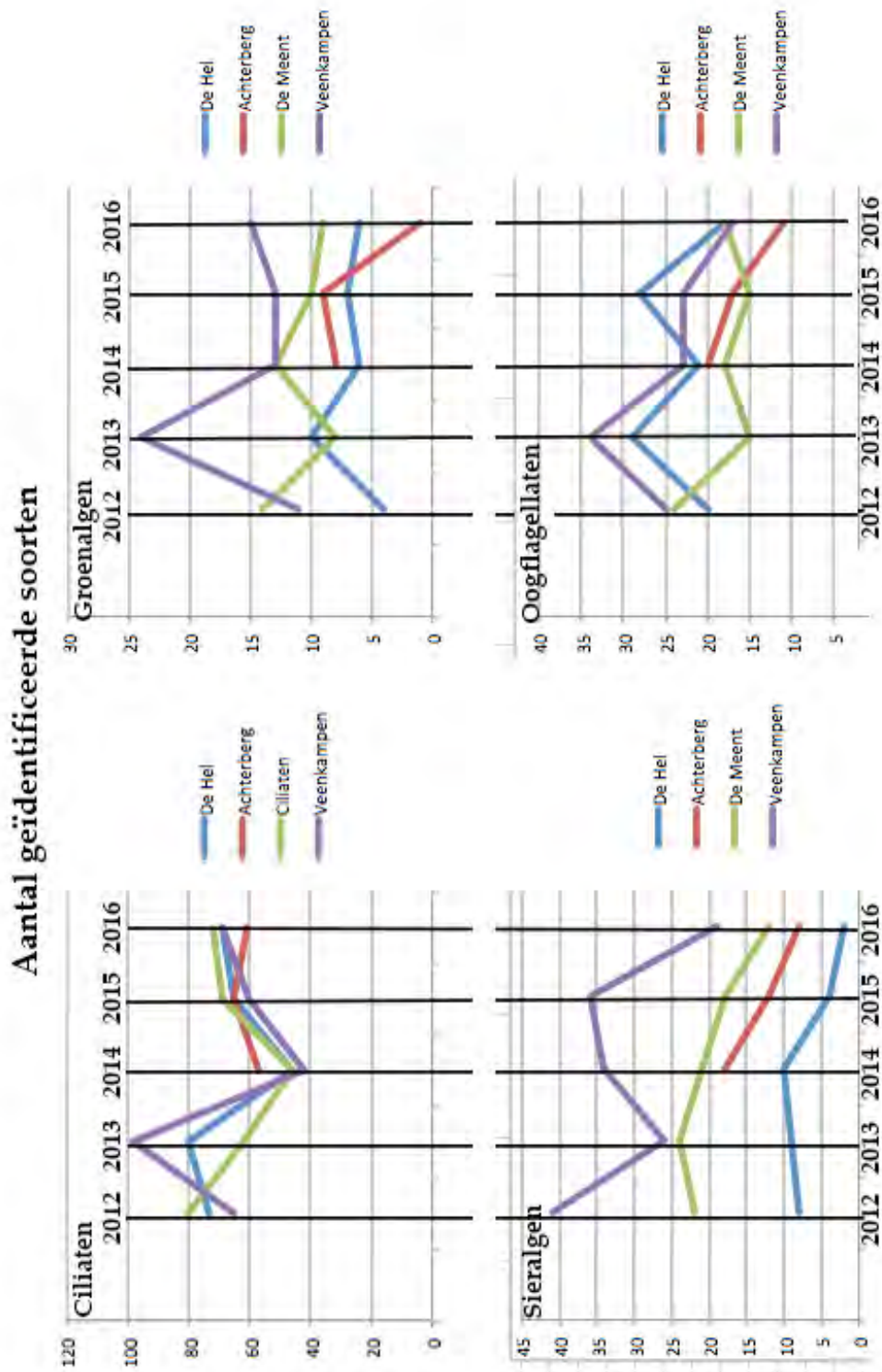
|           |   |    |    |   |
|-----------|---|----|----|---|
| Ciliaten  | 2 | 28 | 10 | 5 |
| Sieralgen | 1 | 10 | 2  |   |

**Tabel 7. Veranderingen in aantallen geïdentificeerde\* soorten, 2012-2016**

| <b>Ciliaten</b>       | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| De Hel                | 73          | 80          | 46          | 65          | 69          |
| Achterberg            |             |             | 57          | 65          | 61          |
| De Meent              | 80          | 62          | 46          | 69          | 72          |
| Veenkampen            |             | 98          | 42          | 60          | 69          |
| <b>Groenalgen</b>     |             | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
| De Hel                | 4           | 10          | 6           | 7           | 6           |
| Achterberg            |             |             | 8           | 9           | 1           |
| De Meent              | 14          | 8           | 13          | 10          | 9           |
| Veenkampen            |             | 24          | 13          | 13          | 15          |
| <b>Sieralgen</b>      |             | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
| De Hel                | 8           | 9           | 10          | 4           | 2           |
| Achterberg            |             |             | 18          | 12          | 8           |
| De Meent              | 22          | 24          | 21          | 18          | 12          |
| Veenkampen            |             | 26          | 34          | 36          | 19          |
| <b>Oogflagellaten</b> |             | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
| De Hel                | 20          | 29          | 21          | 28          | 18          |
| Achterberg            |             |             | 20          | 17          | 11          |
| De Meent              | 24          | 15          | 18          | 15          | 18          |
| Veenkampen            |             | 34          | 23          | 23          | 17          |

\*) er zijn meer soorten aanwezig, maar niet alle voorkomende organismen konden worden gedetermineerd op soort of geslacht. In de tabel zijn alleen de gedetermineerde organismen opgenomen.

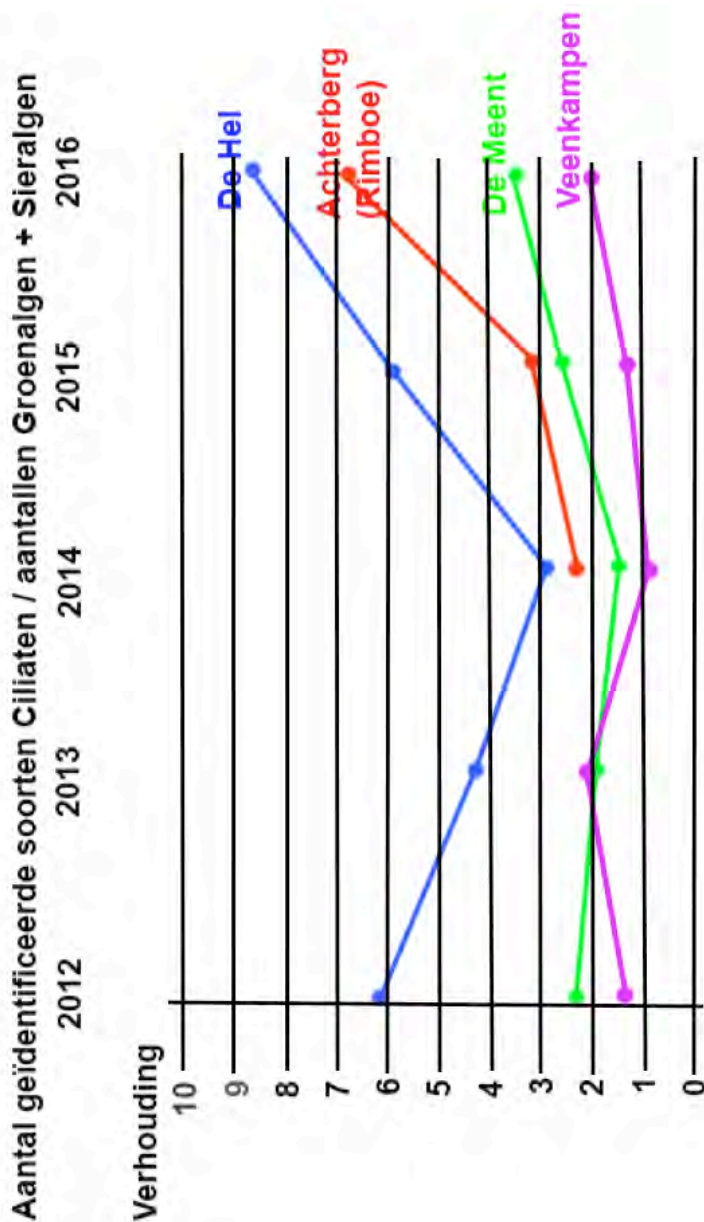
**Figuur 3. Veranderingen in aantallen geïdentificeerde soorten (Ciliaten, Sieralgen, Groenalgen, Oogflagellaten) sinds 2012.**



**Tabel 8. Verhouding aantal geïdentificeerde Ciliaten/aantallen geïdentificeerde groenalgen en sieralgen in 2012 - 2016**

| Locatie    | 2012 | 2013 | 2014 | 2015       | 2016       |
|------------|------|------|------|------------|------------|
| De Hel     | 6.1  | 4.2  | 2.9  | <b>5.9</b> | <b>8.6</b> |
| Achterberg |      |      | 2.2  | <b>3.1</b> | <b>6.8</b> |
| De Meent   | 2.2  | 1.9  | 1.4  | <b>2.5</b> | <b>3.4</b> |
| Veenkampen | 1.3  | 2.0  | 0.9  | 1.2        | 2.0        |

**Figuur 4. Grafische weergave van verhouding aantal geïdentificeerde Ciliaten/aantallen geïdentificeerde groenalgen en sieralgen in 2012 - 2016**



**Tabel 9. Vergelijking 2015 2016 van hoeveelheden geïdentificeerde soorten Ciliaten en Sieralgen per locatie en per samengestelde saprobie index (1-3 en 3-4).**

|                  | <b>Hel</b>   |              | <b>Achterberg</b> |              | Meent        |              | Veenkampen   |              |
|------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                  | <b>1 - 3</b> | <b>3 - 4</b> | <b>1 - 3</b>      | <b>3 - 4</b> | <b>1 - 3</b> | <b>3 - 4</b> | <b>1 - 3</b> | <b>3 - 4</b> |
| <b>Ciliaten</b>  |              |              |                   |              |              |              |              |              |
| 2015             | 40           | 22           | 31                | 15           | 28           | 17           | 24           | 16           |
| 2016             | 32           | 28           | 31                | 21           | 36           | 20           | 34           | 15           |
| <b>Sieralgen</b> |              |              |                   |              |              |              |              |              |
| 2015             | 4            |              | 7                 | 1            | 10           | 8            | 20           | 20           |
| 2016             | 1            | 1            | 5                 | 1            | 10           | 1            | 15           | 3            |
|                  |              |              |                   |              |              |              |              |              |
|                  | <b>Hel</b>   |              | <b>Achterberg</b> |              | Meent        |              | Veenkampen   |              |
|                  | <b>1 - 3</b> | <b>3 - 4</b> | <b>1 - 3</b>      | <b>3 - 4</b> | <b>1 - 3</b> | <b>3 - 4</b> | <b>1 - 3</b> | <b>3 - 4</b> |
| <b>Ciliaten</b>  |              |              |                   |              |              |              |              |              |
| 2015             | 65%          | 35%          | 67%               | 33%          | 62%          | 38%          | 60%          | 40%          |
| 2016             | 53%          | 47%          | 60%               | 40%          | 64%          | 36%          | 69%          | 31%          |
| <b>Sieralgen</b> |              |              |                   |              |              |              |              |              |
| 2015             | 100%         |              | 88%               | 12%          | 56%          | 44%          | 50%          | 50%          |
| 2016             | 50%          | 50%          | 83%               | 17%          | 91%          | 9%           | 83%          | 17%          |