



Monitoring van kiezelwieren in de Overasseltse vennen

Natuur
Water *Herman van Dam*

Monitoring van kiezel- wieren in de Overasseltse vennen

in opdracht van	Dienst Landelijk Gebied	
auteurs	Dr. H. van Dam (Adviseur Water en Natuur, ing. A. Mertens (Grontmij)	
namens opdrachtgever	Dr. ir. F. Smeding	
rapportnummer	code opdrachtgever	Status
AWN 1301	PWE 12725-412	Definitief
datum	24 februari 2014	

Referaat

H. van Dam & A. Mertens (2014): Monitoring van kiezelwieren in de Overasseltse vennen. In opdracht van: Dienst Landelijk Gebied. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1301. 29p.

Om effecten van de bosomvorming in het gebied van de Overasseltse en Hatertse vennen te zijner tijd te kunnen traceren zijn in juni en oktober 2013 in vier vennen monsters genomen van kiezelwieren, die goede indicatoren zijn voor de waterkwaliteit. De vier vennen verschillen in de mate van grondwatertoevoer en de verwachte invloed van de bosomvorming. Er zijn 40 soorten kiezelwieren aangetroffen, waarvan de meeste kenmerkend zijn voor zure wateren, maar er zijn, afhankelijk van de chemische samenstelling van het venwater, ook soorten uit verzuurde en/of geëutrofiëerde wateren gevonden.

Om de effecten van de bosomvorming te traceren is het zinvol om de bemonstering over vijf jaar te herhalen, maar er moet dan wel een goede vergelijkingsmogelijkheid zijn met frequent bemonsterde vennen elders. Dat om de naar verwachting subtiele veranderingen in de watersamenstelling door de bosomvorming te kunnen onderscheiden van autonome veranderingen door atmosferische depositie en klimaatverandering.

Trefwoorden: Overasseltse en Hatertse vennen, kiezelwieren, diatomeeën, bosomvorming

Inhoud

Conclusies en aanbevelingen	1
1. Inleiding	3
2. Kiezelwieren	5
3. Locaties	7
4. Methoden	11
4.1. Veld- en laboratorium	11
4.2. Verwerking	12
5. Resultaten	15
5.1. Overzicht	15
5.2. Locaties	18
6. Dankwoord	21
7. Literatuur	23
Bijlagen	25
Bijlage 1. Locaties.....	27
Bijlage 2. Determinatieliteratuur.....	29

Conclusies en aanbevelingen

In verband met de evaluatie van de bosomvorming in de nazomer van 2013 rond de vennen van Overasselt zijn in juni en oktober 2013 in de Botersnijder-Zuid, het Uiversnest, het Eendenven en het Roelofsven-Zuid monsters genomen voor de analyse van kiezelwieren of diatomeeën. Dat zijn eencellige algen, die goede biologische indicatoren zijn voor de waterkwaliteit. De bemonsterde vennen verschillen in de mate van grondwatertoevoer en de verwachte invloed van de bosomvorming.

De monsters zijn in het laboratorium geprepareerd en geanalyseerd op de soortensamenstelling. Daartoe werden 200 exemplaren gedetermineerd en geteld.

In de acht monsters samen werden 40 soorten kiezelwieren aangetroffen. Per monster waren er 8 – 22 soorten, wat normale aantallen voor vennen zijn.

De meeste gevonden kiezelwieren zijn gewone soorten uit zure wateren. In de Botersnijder-Zuid is een kenmerkende soort voor verzuurde wateren nog massaal aanwezig. Het Uiversnest bevat voornamelijk gewone soorten uit zure wateren, evenals het Eendenven, maar in het laatste ven zijn enkele soorten die vooral in humeuze wateren worden gevonden wat talrijker. Het Roelofsven-Zuid heeft door zijn zwak gebufferde karakter een andere soortensamenstelling, met meer soorten van wat voedselrijkere wateren en in één van de monsters ook veel doelsoorten (soorten van zwak gebufferde wateren).

De uitgangssituatie is nu redelijk gedocumenteerd. Gezien de waargenomen seizoensvariatie is het ook zinvol geweest om dit op twee tijdstippen te doen. De door de bosomvorming geïnduceerde veranderingen in de waterchemie zijn naar verwachting niet erg groot. Daardoor zal ook het effect op de kiezelwieren beperkt zijn. Wellicht zullen deze worden gemaskeerd door autonome veranderingen door klimaatverandering en verandering van de kwaliteit en kwantiteit van de atmosferische depositie, die in vennen groot zijn (Van Dam & Mertens 2013).

Het is zinvol de bemonsteringen na vier of vijf jaar te herhalen om een eventueel effect van bosomvorming te traceren. Om deze goed te kunnen onderscheiden van autonome veranderingen is het nodig om de resultaten van de bemonsteringen in de vier hier onderzochte vennen te vergelijken met die van andere vennen waar alleen autonome veranderingen plaatsvinden. Daartoe zijn de meeste van de door Van Dam & Mertens (2013) frequent onderzochte vennen geschikt, maar voortgezette monitoring hiervan is zeer onzeker.

I. Inleiding

In het gebied van de Overasseltse en Hatertse Vennen zijn in de zomer en herfst van 2013 vernattingsmaatregelen genomen, waartoe bospercelen zijn gekapt. Om de effectiviteit van de voorgenomen maatregelen te kunnen beoordelen, heeft Staatsbosbeheer een monitoringsplan opgesteld (Smeding & Woesthuis 2011). In het monitoringsplan wordt uitgegaan van de monitoring van waterkwantiteit en –chemie in acht hiervoor geselecteerde indicatorvennen. De waterkwaliteit zal worden bemonsterd gedurende een periode van vijf jaar.

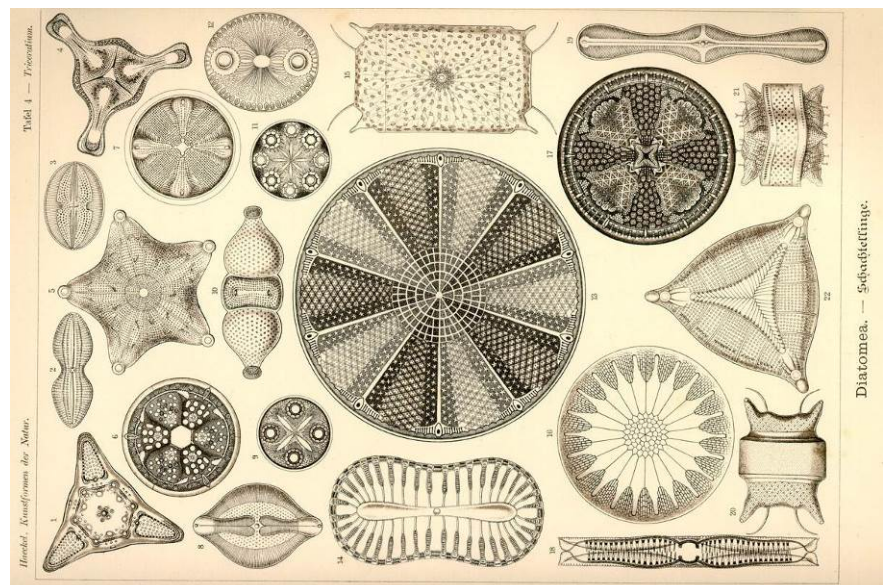
In de periode maart – december 2013 zijn die acht vennen vier maal bemonsterd op fysische en chemische variabelen, die als nulsituatie kunnen worden beschouwd. Door Hanhart Consult zal hierover afzonderlijk worden gerapporteerd.

Omdat kan worden verwacht dat kiezelwieren (diatomeeën) goede indicatoren zijn voor de subtiele veranderingen die door het uitvoeren van de vernatting kunnen worden optreden zijn door de eigenaar van het gebied (Staatsbosbeheer) vier vennen geselecteerd voor bemonstering en analyse van de kiezelwieren. Dit rapport bevat de resultaten en conclusies van dit onderzoek.

2. Kiezelwieren

Kiezelwieren (diatomeeën) zijn eencellige microscopische algen, waarvan de bruineel gekleurde celinhoud is omgeven door een stevige kiezelwand. De soorten zijn goed te onderscheiden naar de grootte, vorm en ornamentatie van de kiezelwandjes. Ze zijn vaak heel kunstzinnig gevormd (Figuur 1).

Kiezelwieren zijn zeer algemeen in allerlei milieus, vooral in meren, plassen, beken en rivieren, maar ook in moerassen en op droge bodems. In Nederland komen waarschijnlijk ongeveer 1500 soorten voor (Van Dam 2010). De meeste soorten leven op en om waterplanten, beschoeiingen of in de bovenste lagen van de bodem: in de modder of vastgehecht aan zandkorrels.



Figuur 1. Microscopische tekeningen van verschillende soorten kiezelwieren door E. Haeckel 1899 – 1904. Kunstformen der Natur, Leipzig/Wien (<http://caliban.mpipz.mpg.de/haeckel/> Kunstformen).

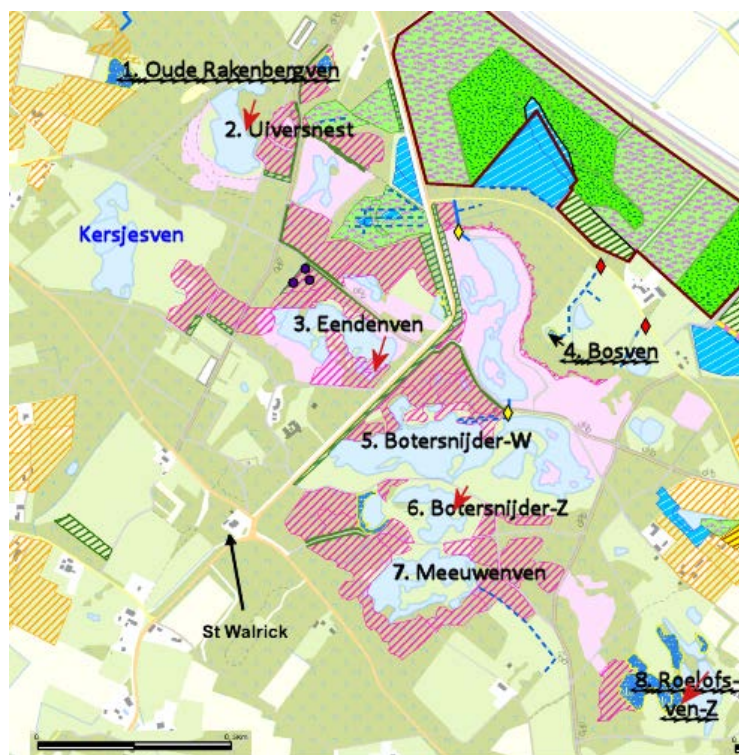
Daar de verschillende soorten verschillende eisen aan het milieu stellen kunnen door een ervaren diatomist uitspraken worden gedaan over het milieu waarin het monster is genomen. Ze worden daarom veel gebruikt als biologische indicatoren voor de waterkwaliteit. Door verontreiniging van het oppervlaktewater met organisch afbreekbaar materiaal, vermesting, verzuring en verzilting verandert de soortensamenstelling van de diatomeeën sterk en er zijn kwantitatieve methoden ontwikkeld voor het karakteriseren van deze beïnvloedingen (Van Dam e.a. 1994, Smol & Stoermer 2010).

In de Nederlandse vennen is de laatste jaren veel onderzoek naar de veranderingen in de soortensamenstelling van kiezelwieren uitgevoerd, vooral in verband met het herstel van de sterke verzuring in de jaren tachtig van de vorige eeuw, maar ook in verband met de problematiek van vermesting en verdroging (Brouwer e.a. 2009, Van Dam e.a. 2013, Van Dam & Mertens 2013). Ten behoeve van de evaluatie hiervan is door Van Dam & Arts (1993) een kwaliteitswaarderingssysteem opgesteld, dat de basis is voor de maatlaten voor vennen in de Kaderrichtlijn Water (Van der Molen e.a. 2012, 2013), zoals in een volgend hoofdstuk zal worden toegelicht.

3. Locaties

Maatregelen en effecten

In Figuur 2 is aangegeven waar in het gebied maatregelen zijn uitgevoerd en in Tabel 1 zijn de te verwachten effecten vermeld. Die zullen zich dan vooral laten zien bij de Botersnijder-zuid, waar naar verwachting de grondwaterinvloed zal toenemen.



Figuur 2. Uitsnede uit de kaart met herinrichtingsmaatregelen (Staatsbosbeheer / Provincie Gelderland / Waterschap Rivierenland). Gekapte bospercelen zijn rood gearceerd, afgegraven natte natuur is donkerblauw met fijne, gele dooradering. De indicatorvennen zijn genummerd. Zwak gebufferde vennen zijn onderstreept, zure vennen zijn niet onderstreept. Met rode pijlen zijn de bemonsteringslocaties voor de kiezelwieren aangegeven.

Tabel 1. Verwachte effecten (hypothesen) van maatregelen op waterkwantiteit en –kwaliteit van de vier bemonsterde vennen. Namen van zwak gebufferde vennen onderstreept (Smeding & Woesthuis 2011).

Naam ven	Verwachte effecten over 5 jaar			Toelichting
	Waterniveau	Fluctuatie	pH	
Botersnijder-Zuid	lichte stijging	meer constant	lichte verhoging	Veel boskap rondom; toename grondwaterinvloed
Uiversnest	stabiel	onveranderd	onveranderd	Bosomvorming in omgeving beperkt; is groot waterlichaam dat verandering in 5 jaar niet toont
Eendenven	lichte stijging	meer constant	onveranderd	Noordzijde ontbost; is zuur ven dat zuur blijft
<u>Roelofsven-Zuid</u>	lichte stijging	meer constant	onveranderd	Iets minder bomen; ligt aan rand project-gebied; grondwaterinvloed kwalitatief onveranderd

Situering

De situering van de bemonsterde locaties is globaal aangegeven in Figuur 2 en meer in detail in Tabel 2 en Bijlage 1. De Figuren 3 – 6 geven een beeld van de locaties en hun omgeving.

Tabel 2. Kenmerken van de bemonsterde locaties.

Ven	nadere omschrijving	X-coördinaat	Y-coördinaat	Opmerkingen	Venkarakter
Botersnijder-Zuid	O-oever	183,723	421,522	opgegeven chemische locatie niet geschikt (te dikke modderlaag), daarom iets zuidelijker gemonsterd	zuur ven met trilveenachtige verlandingszone, o.a. Beenbreek
Uiversnest	midden O-oever	183,197	422,493	-	zuur ven met o.a. Veenmos, Knolrus, Pitrus, Gewone waterbies. Zeer veel kikkerdril en kikkervisjes
Eendenven	landtong ZO-oever	183,481	421,918	-	zuur ven met verlandingszone, o.a. Draadzegge
Roelofsven-Zuid	poel langs W-oever	184,329	421,081	opgegeven locatie drooggevalen, daarom iets noordelijker gemonsterd	meso-eutroof ven met o.a. Gele lis, Riet, Sterrenkroos, Waterdrieblad, Moeras-hertschoot, Veenmos. Poel met stevige zandbodem



Figuur 3 (links). Uiversnest op 3 oktober (Foto: Herman van Dam)

Figuur 4 (rechts). Eendenven op 1 juni (Foto: Bert Pex)



Figuur 5 (links). Botersnijder - Zuid op 3 oktober (Foto: Herman van Dam)

Figuur 6 (rechts). Roelofsven - Zuid op 3 oktober (Foto: Herman van Dam)

Chemische samenstelling op-pervlaktewater

Door medewerkers van Hanhart Consult zijn op 28 maart, 26 juni, 4 oktober en 17 december 2013 monsters genomen fysisch en chemisch onderzoek, die in het laboratorium van het Onderzoekcentrum B-WARE zijn geanalyseerd. De resultaten zijn samengevat in Tabel 3. Daarin zijn niet alleen de gemeten variabelen vermeld, maar ook de zogenaamde 'Ionic Ratio' (IR), die een maat is

Tabel 3. Gemiddelde waarden van 4 fysische en chemische bemonsteringen in 2013.

Groep	Variable	Eenheid	Botersnijder-zuid	Uivers-nest	Eenden-ven	Roelofsven-zuid
Licht						
	Extinctie 450 nm	-	0,017	0,030	0,067	0,052
	Turbiditeit	mg/l PtCl	5,7	5,3	18,0	8,7
Macro-ionen en koolstofhuishouding						
	zuurgraad (pH)	-	5,18	5,30	4,85	5,67
	Alkaliniteit	meq/l	0,09	0,10	0,09	0,18
	Bicarbonaat	mmol/l	0,00	0,01	0,00	0,04
	Koolstofdioxide	mmol/l	0,05	0,15	0,14	0,24
	Elektr. geleidsvermogen	ms/m	6,7	3,2	3,3	3,6
Metalen (totalen)						
	Natrium	mg/l	4,9	3,2	2,4	2,0
	Kalium	mg/l	1,0	0,8	1,2	1,0
	Aluminium	mg/l	0,4	0,1	0,2	0,1
	Calcium	mg/l	1,8	0,7	0,7	2,6
	Magnesium	mg/l	0,6	0,5	0,4	1,1
	IJzer	mg/l	0,3	0,3	0,2	0,3
	Mangaan	mg/l	0,1	0,0	0,0	0,2
	Zink	mg/l	0,04	0,01	0,01	0,03
Anionen						
	Chloride	mg/l	8,9	6,1	5,3	3,6
	Sulfaat*	mg/l	9,5	2,4	2,8	4,2
Nutriënten						
	Nitraat	mg/l N	0,11	0,11	0,05	0,01
	Ammonium	mg/l N	0,70	0,21	0,29	0,05
	Totaal-fosfaat	mg/l P	0,028	0,019	0,061	0,053
	Orthofosfaat	mg/l P	0,004	0,004	0,016	0,010
	Silicium	mg/l	0,49	0,06	0,16	0,30
Ionenverhouding						
	Ionic Ratio (IR)	-	0,26	0,12	0,12	0,34

*berekend uit totaal-zwavel

voor de beïnvloeding door grondwater. De IR is de verhouding $\text{Ca}/(\text{Ca} + \text{Cl})$, waarin de eenheden van de ionen milli-equivalenten per liter zijn en gewoonlijk ligt tussen 0,1 en 1. Lage waarden komen voor in wateren die vooral door regen- of zeewater worden gevoed en hoge waarden in sterk door grondwater beïnvloede wateren (Van Wirdum 1980, 1991).

De Botersnijder-zuid heeft de karakteristieken van een verzuurd ven. De pH is weliswaar niet extreem laag, maar de concentraties sulfaat en ammonium zijn relatief hoog, evenals die van aluminium, dat in verzuurde vennen gemakkelijk in oplossing gaat. In zulke situaties lossen ook de overige kationen, waaronder calcium, uit het moedermateriaal op, waardoor de IR hier relatief hoog is (Vangenechten 1980, Van Dam 1988). De relatief hoge IR zou ook door geringe toevoer van grondwater kunnen worden veroorzaakt.

Uiversnest en Eendenven zijn in chemisch opzicht tamelijk vergelijkbare zure vennen, waarbij opvalt dat de turbiditeit (vertroebeling) en de extinctie bij 450 nanometer (een maat voor de bruinkleuring door humusverbindingen) in het Eendenven duidelijk hoger zijn dan in het Uiversnest.

Het Roelofsven-zuid heeft de hoogste IR van de vier, wat duidt op een grotere invloed van grondwater dan in de andere vennen. In samenhang daarmee is de gemiddelde pH hier ook het hoogst. Dat bevordert de beschikbaarheid van fosfaat. De relatief hoge concentraties van kooldioxide maken groei van waterplanten mogelijk (Brouwer & Lucassen 2013).

4. Methoden

4.1. Veld- en laboratorium

Bemonstering

Op 1 juni en 3 oktober werden monsters genomen van kiezelwieren op rietstengels of van Veenmossen en Knolrussen in de oeverzone (Figuren 4 en 5, Tabel 4). Van de rietstengels werden per locatie van ongeveer vijf stengels de stukjes afgeknipt die zich ongeveer 5 tot 15 cm onder de waterspiegel bevonden. Veenmos en Knolrus werden ongeveer 10 cm onder de waterspiegel verzameld. De monsters werden getransporteerd in het laboratorium en daar nog dezelfde dag doormiddel bevrozing (ongeveer -10 °C) geconserveerd.

Tabel 4. Verzamelde substraten tijdens de verschillende bemonsteringen.

ven	1 juni	3 oktober
Botersnijder-Zuid	dood Veenmos + modder	dood Veenmos + modder
Uiversnest	uitknijpsel Veenmos en Knolrus	uitknijpsel Veenmos
Eendenven	rietstengels	rietstengels
Roelofsvan-Zuid	rietstengels	rietstengels

Analyse

De voorbehandeling en analyse van de monsters is geschied door Grontmij, dat voor het prepareren en analyseren van fytobenthosmonsters is geaccrediteerd (ISO 17025). Grontmij heeft een kwaliteitsborgingssysteem dat is gecertificeerd volgens de normen van ISO 9001. Dat houdt o.a. in dat alle werkwijzen in detail zijn vastgelegd in Standard Operational Procedures (SOP's), waarnaar in het onderstaande zal worden verwezen. De methoden komen overeen met die in het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk e.a. 2010).

Prepareren

Na ontdooien zijn de kiezelwieren met behulp van zoutzuur (HCl 10%) losgemaakt van het aangeleverde ruwe monstermateriaal. Het materiaal is geoxideerd door verhitting (80 °C) in zwavelzuur en waterstofperoxide. Na een aantal maal spoelen met demiwater om opgeloste zouten, chemicaliën en organische stof te verwijderen, worden de diatomeeënschalen ingebed in hars

(Naphrax). (SOP A-202: Voorbehandeling en chemisch reinigen van materiaal ter vervaardiging van diatomeeënpreparaten).

Hierna is het materiaal opgenomen in water. Hiervan is een druppel opgebracht op een dekglasje en ingebed in Naphrax.

Determineren en tellen

De preparaten zijn bekeken op een Zeiss Axioskop 40 microscoop met fase-contrastbelichting bij een vergroting van 1000× (n.a. 1,30). Er zijn 200 schaalhelften in aselekt gekozen beeldvelden geteld. Er is gedetermineerd volgens de taxonomische indeling van Taxa Waterbeheer Nederland (TWN) (www.aquo.nl).

De analyseresultaten zijn ingevoerd in de EcoLIMS-database (SOP A-208: Determineren van diatomeeën).

Literatuur

De gebruikte determinatieliteratuur is vermeld in Bijlage 2.

4.2. Verwerking

Eerst zijn de gevonden aantallen kiezelwieren per soort per monster omgerekend naar procentuele hoeveelheden (door deling door twee).

Ecologische groepen

Voor de verdere verwerking zijn de gevonden soorten verdeeld in ecologische groepen (Tabel 5).

Tabel 5. Ecologische groepen van kiezelwieren (Van Dam & Arts 1993; Van Dam & Mertens 2008).

Afk.	Ecologische groep
X	Soorten van verzuurde wateren
T	Gewone zuurwatersoorten
D	Doelsoorten (kenmerkend voor zwak gebufferde vennen en goed ontwikkelde hoogveenvennen)
N	Soorten van zure, voedselrijke wateren
A	Algemene soorten van zeer verschillende watertypen
E	Soorten van alkalische, voedselrijke wateren
S	Saprofiele soorten (soorten uit wateren met organisch, afbreekbaar materiaal)
O	Soorten met onbekende ecologie

Voor de toewijzing van de verschillende soorten aan deze groepen is gebruik gemaakt van de lijsten uit diverse bronnen, waarvan Van Dam & Arts (1993) en Brouwer e.a. (2009) de belangrijkste zijn.

Aerofiele soorten

Per monster is ook het aandeel van de aerofiele kiezelwieren berekend. Dat zijn soorten die tijdelijk droogvallen goed verdragen. De gegevens voor de soorten zijn ontleend aan Van Dam e.a. (1994).

Kwaliteit

Op grond van de verdeling van de soorten over bovenstaande ecologische groepen is de kwaliteit berekend volgens de vennenmaatlat van de Kaderrichtlijn Water (Van der Molen e.a. 2012, 2013). Die kwaliteit (EKR = Ecologische KwaliteitsRatio) wordt weergegeven met een getal tussen 0 en 1 (Tabel 6).

Zeldzame soorten

Daarnaast zijn nog de aantallen soorten in de tellingen en de aantallen zeldzame soorten berekend. Zeldzame worden volgens www.limnodata.nl en de kennis en ervaring van de auteurs betrekkelijk weinig in Nederland gevonden.

Tabel 6. Kwaliteitsklassen Kaderrichtlijn Water.

EKR	kwaliteit
0,0 – 0,2	slecht
0,2 – 0,4	ontoereikend
0,4 – 0,6	matig
0,6 – 0,8	goed
0,8 – 1,0	zeer goed

Similariteit

Voor het berekenen van de mate van overeenkomst (similariteit) tussen de monsters is gebruik gemaakt van de index C van Bray & Curtis (1957):

$$C = 2w/(a + b),$$

waarin a en b respectievelijk de sommen van de abundanties in het eerste en tweede monster voorstellen en met w de som van de kleinste abundanties van de gemeenschappelijke soorten van de monsters wordt aangeduid. Als twee monster precies gelijk zijn is $C = 1$ en als er geen gemeenschappelijke soorten zijn is $C = 0$.

Wanneer niet de werkelijk getelde aantallen maar de procentuele aandelen van de soorten worden gebruikt kan bovenstaande formule worden herschreven als $C = w/100$ of $C = 0.01 \cdot \sum \min(x_i, y_i)$, waarin x_i en y_i de abundanties van de i-de soort in het eerste en tweede monster voorstellen.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma Past versie 2.15 (Hammer 2001).

5. Resultaten

5.1. Overzicht

Soortensamenstelling

De aangetroffen soorten en de hoeveelheden per monster zijn vermeld in Tabel 7. De monsters en soorten zijn daarin zodanig gerangschikt dat er zoveel mogelijk een diagonale structuur ontstaat. Die geeft de hoofdgradiënt in het gebied aan. Een aantal soorten is afgebeeld in Figuur 7.

Het aantal soorten in de telling varieert tussen 8 en 22, met een gemiddelde van 12,8. In alle monsters samen zijn 40 soorten aangetroffen. Voor min of meer zure vennen zijn dit gebruikelijke aantallen. Wanneer alle monsters helemaal uitgeteld zouden worden zouden veel meer soorten worden aangetroffen.

Zoals in zure wateren vaak het geval is zijn er veel soorten uit de geslachten *Eunotia* en *Pinnularia*, terwijl soorten uit de geslachten *Navicula* en *Nitzschia* veel minder goed zijn vertegenwoordigd. Opvallend is het ontbreken van het soortencomplex rond *Achnanthes minutissimum*, ongeveer de meest algemene soortengroep kiezelwieren in Nederland (Van Dam 2013) en de rest van de wereld, die in allerlei niet te zure, niet te sterk verontreinigde en niet te zoute wateren voorkomt (groep A in Tabel 5). Ook de *Kobayasiella*-soorten, die vaak worden aangetroffen in goed ontwikkelde verlandingszones van zure vennen, zijn niet aangetroffen.

Ecologische groepen

Het sterkst ontwikkeld zijn de gewone soorten uit zure wateren, gevolgd door de doelsoorten (Tabel 7, Figuur 8). In sommige monsters, vooral de junimonsters uit het Eendenven en het Roelofsven komen veel doelsoorten voor, waarvan *Tabellaria flocculosa* de meest triviale is. *Eunotia exigua*, een soort van verzuurde vennen en beken, komt vooral in de beide monsters uit de Botersnijder voor. Hier vinden we ook soorten uit zure, voedselrijke wateren, die in de afgelopen decennia door interne eutrofiëring van (voorheen) verzuurde vennen in Nederland zijn toegenomen (Van Dam & Mertens 2013).

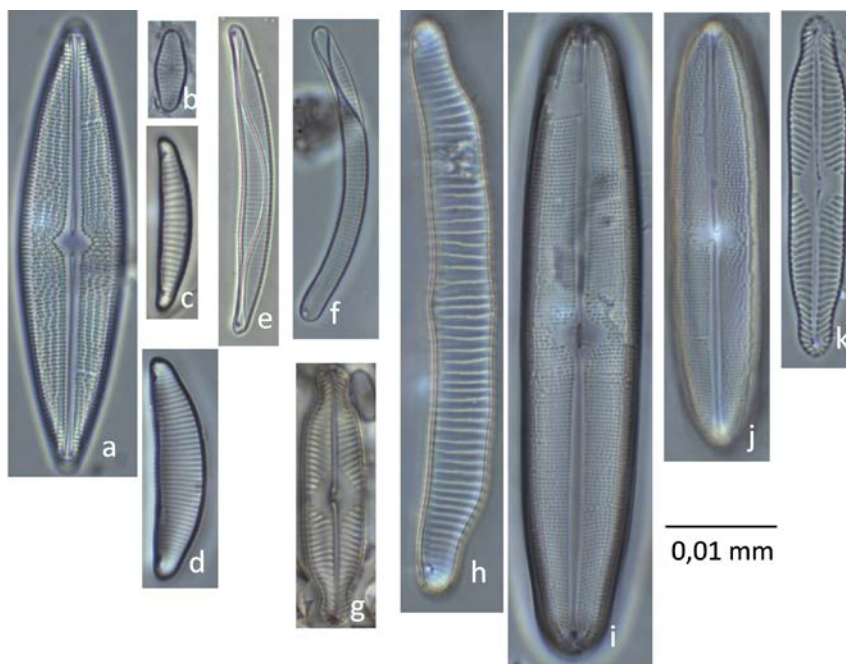
Aerofiele soorten

Vooraf in het junimonsters uit het Eendenven en het oktobermonster van het Roelofsven-Zuid komen aerofiele soorten voor: respectievelijk *Navicula difficillima* en *Chamaepinnularia mediocris*. Beide soorten zijn karakteristiek voor droogvallende oevers van (matig) voedselarme wateren, vooral vennen.

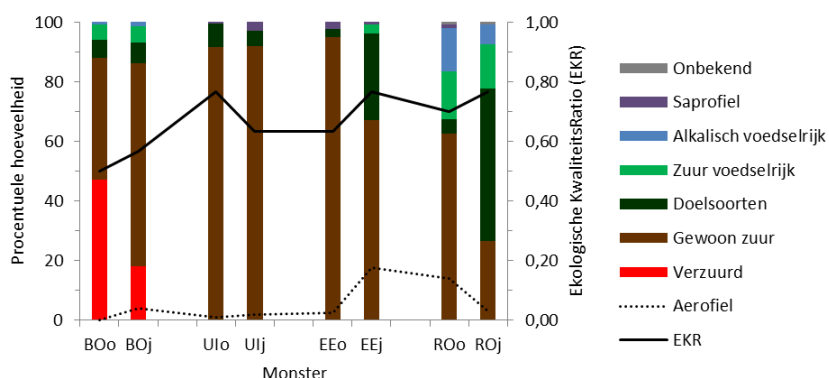
Tabel 7. Procentuele hoeveelheden van de aangetroffen soorten per monster, gerangschikt naar ecologische groepen (zie tekst). Aan de voet van de tabel zijn enkele kenmerken van de monsters als geheel vermeld. Bijzondere soorten zijn onderstreept.

Ecologische groep	Botersn.-Z.		Uiversnest		Eendenven		Roelofsv.-Z.		gemid- deld
Soort	okt	jun	okt	jun	okt	jun	okt	jun	
Soorten van verzuurde wateren									
<i>Eunotia exigua</i> [1]	47	18							8,1
Gewone zuurwatersoorten									
<i>Eunotia mucophila</i>	0,5								0,1
<i>Pinnularia sinistra</i>	0,5								0,1
<i>Tabellaria quadriseptata</i>	0,5								0,1
<i>*Eunotia paludosa</i>	1,5								0,2
<i>Eunotia rhomboidea</i>	27	48	5	7	7	9	2	2,5	13,4
<i>Eunotia pectinalis</i> [1]			1						0,1
<i>Pinnularia nanomicrostauron</i>			1						0,1
<i>Eunotia incisa</i>	8,5	16,5	23,5	35			8		11,4
<i>Eunotia veneris</i>			57,5	37,5	75	40	17	3,5	28,8
<i>Frustulia saxonica</i>	1,5	1,5	1	2	8,5	5	1	1	2,7
<i>Eunotia incisadistans</i>			2	5			6,5		1,7
<i>Frustulia crassinervia</i>			0,5	2	1,5	5,5	2		1,4
<i>Pinnularia pisciculus</i>				1		0,5	1		0,3
<i>Eunotia mertensiae</i>					1	6			0,9
<i>Eunotia minor</i>						1			0,1
<i>Eunotia bilunaris</i>	1	2		2,5	2		13	10,5	3,9
<i>Pinnularia interruptiformis</i>							3,5		0,4
<i>Pinnularia subanglica</i>							1,5		0,2
<i>Eunotia pseudogroenlandica</i>							0,5		0,1
<i>Eunotia juettnerae</i>							6,5	7	1,7
<i>Pinnularia perirrorata</i>								1	0,1
<i>P. microstauron</i> var. <i>nonfasciata</i>								0,5	0,1
<i>Pinnularia subgibba</i>								0,5	0,1
Subtotaal	41	68	91,5	92	95	67	62,5	26,5	67,9
Doelsoorten									
<i>Neidium hercynicum</i> [1]	6	7							1,6
<i>Eunotia intermedia</i>			7	2					1,1
<i>*Navicula difficillima</i>			1	2	2,5	17,5	1		3,0
<i>Brachysira neoexilis</i>							1		0,1
<i>Eunotia soleirolii</i>							1		0,1
<i>Tabellaria flocculosa</i>				1		11,5	2	51	8,2
Subtotaal	6	7	8	5	2,5	29	5	51	14,5
Soorten van zure, voedselrijke wateren									
<i>Brachysira brebissonii</i>	0,5								0,1
<i>Neidium ampliatum</i>	2	0,5							0,3
<i>Brachysira serians</i>	1	1							0,3
<i>Eunotia nymanniana</i> [1]	1,5						1		0,3
<i>*Chamaepinnularia mediocris</i>		4					13	3	2,5
<i>Eunotia naegeli</i>						3	2	12	2,1
Subtotaal	5	5,5	-	-	-	3	16	15	5,3
Soorten van alkalische, voedselrijke wateren									
<i>Neidium affine</i>	1	1,5							0,3
<i>Nitzschia gracilis</i>							14,5	6,5	2,6
Subtotaal	1	1,5	-	-	-	-	14,5	6,5	2,9
Soorten uit (zure) wateren met organisch, afbreekbaar materiaal									
<i>Nitzschia paleaeformis</i>			0,5	3	2,5	1	1		1,0
Soorten met onbekende ecologie									
<i>Pinnularia macilenta</i>							1	1	0,3
Monsterkarakteristieken									
Percentage aeroïelen	1,5	4	1	2	2,5	17,5	14	3	5,7
Aantal soorten	15	10	11	12	8	11	22	13	12,8
Aantal zeldzame soorten	4	3	2	3	1	2	7	3	3,1
EKR	0,50	0,57	0,77	0,63	0,63	0,77	0,70	0,77	0,67
Kwaliteit	matig	matig	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed

* aeroïele soorten (toleren tijdelijk droogvallen)



Figuur 7. Microscopische opnamen van een aantal kiezelwiersoorten. a. *Brachysira serians*. b. *Chamaepinnularia mediocris*. c. *Eunotia incisadistans*. d. *E. veneris*. e. *E. mertensiae*. f. *E. mucophila*. g. *Pinnularia interruptiformis*. h. *Eunotia pectinalis*. i. *Neidium ampliutum*. j. *N. hercynicum*. k. *Pinnularia nanomicrostauron*. (Foto's: Adrienne Mertens).



Figuur 8. Procentuele hoeveelheid van de ecologische groepen en de aerofiele soorten, naast de EKR van de monsters. De monsters zijn aangeduid met de eerste twee letters van de locaties en de eerste letter van de bemonsteringsmaand.

Zeldzame soorten

Vrijwel alle doelsoorten zijn in Nederland zeldzame soorten. Gemiddeld zijn er 3,1 zeldzame soorten per monster. Het Roelofsven lijkt daaraan het rijkst te zijn (met 3 – 7 soorten per monster) en het Eendenven het armst (1 – 2 soorten). De aangetroffen zeldzame soorten zijn typerend voor (matig) zure vennen, poelen, veenputjes en matig zure beken.

Een aantal soorten, zoals *Eunotia incisadistans*, *E. juttnerae*, *E. mertensiae* en *Pinnularia nanomicrostauron* is pas zeer recent van andere, morfologisch en ecologisch verwante soorten onderscheiden. Het is goed mogelijk dat daaronder ook nog zeldzame soorten zijn te vinden.

Kwaliteit

De scores (EKR-waarden) op de maatlatten van de Kaderrichtlijn Water zijn vermeld in Tabel 7 en Figuur 8. De kwaliteit van de (verzuurde) Botersnijder-Zuid is matig, terwijl de overige vennen goed scoren.

Similariteit

De similariteiten tussen alle afzonderlijke monsters zijn vermeld in Tabel 8 en de gemiddelden van de similariteiten per combinatie van steeds twee locaties zijn weergegeven in Tabel 9. De gemiddelde similariteit van twee monsters uit een zelfde ven bedraagt 0,59 (4 paren), die van twee monsters uit verschillende vennen (24 paren) is met 0,24 aanzienlijk lager. Vooral de Botersnijder-Zuid heeft een lage overeenkomst met de overige locaties. In iets mindere mate is dat het geval voor het Roelofsven-Zuid. De monsters uit het Uiversnest en het Eendenven zijn het meest met elkaar verwant, vooral door de massale aanwezigheid van *Eunotia veneris* in beide vennen.

Tabel 8. Indices van overeenkomst (similariteiten) volgens Bray & Curtis (1957) voor de afzonderlijke monsters. De waarden voor twee monsters uit een zelfde ven zijn **vet** onderstreept.

	Bot.-Z. okt	Bot.-Z. jun	Uiv. okt	Uiv. jun	Eend. okt	Eend. jun	Roel. okt.
Bot.-Z. okt							
Bot.-Z. jun	<u>0,65</u>						
Uiv. okt	0,15	0,23					
Uiv. jun	0,18	0,27	<u>0,74</u>				
Eend. okt	0,10	0,11	0,66	0,55			
Eend. jun	0,11	0,11	0,49	0,53	<u>0,58</u>		
Roel. okt.	0,13	0,17	0,33	0,42	0,26	0,29	
Roel. jun.	0,05	0,09	0,07	0,11	0,09	0,22	<u>0,39</u>

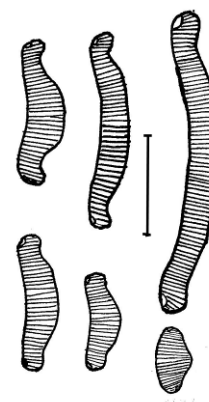
Tabel 9. Gemiddelde indices van overeenkomst (similariteiten) volgens Bray & Curtis (1957) voor de verschillende combinaties van locaties. De waarden voor monsters uit een zelfde ven zijn **vet** onderstreept.

	Botersnijder-Z.	Uiversnest	Eendenven	Roelofsven-Z.
Botersnijder-Z.	<u>0,65</u>			
Uiversnest	0,21	<u>0,74</u>		
Eendenven	0,10	0,56	<u>0,58</u>	
Roelofsven-Z.	0,11	0,23	0,21	<u>0,39</u>

5.2. Locaties

Botersnijder-Zuid

De monsters uit de Botersnijder-Zuid worden gedomineerd door *Eunotia exigua* (Figuur 9), een zeer karakteristieke soort van door atmosferische depositie verzuurde vennen, en gewone soorten uit zure vennen, zoals *E. rhomboidea* en *E. incisa*. Dat is in overeenstemming met de hoge sulfaat- en ammoniumconcentraties van dit ven. Waarschijnlijk door het vermestende effect van ammonium komen hier ook soorten voor van zure, voedselrijke wateren, zoals *Eunotia nymaniana* en *Neidium ampliutum*. Door de hoge hoeveelheid *E. exigua* is de kwaliteit volgens de KRW-maatlat slechts matig.



Figuur 9. *Eunotia exigua*. Maatstreef is 0,01 mm (Tekening: Herman van Dam)

Uiversnest

In het Uiversnest is de verzuringsindicator *Eunotia exigua* niet aangetroffen. De gewone soorten uit zuur water maken hier meer dan 90% van de hoeveelheid uit. De belangrijkste zijn *Eunotia incisa* en *E. ve-*

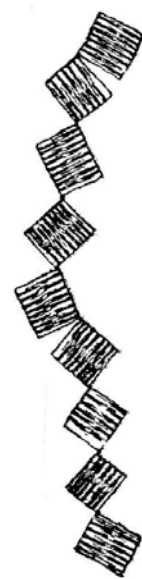
neris. De laatste is wat minder verzuringstolerant dan de eerste. Uniek voor dit ven is *E. intermedia*, die volgens Lange-Bertalot e.a. (2011) meer karakteristiek voor minerotrofe (door grondwater gevoede) dan voor ombrotrofe (door regenwater gevoede) locaties zou zijn.

Eendenven

De monsters uit het Eendenven hebben veel overeenkomst met die uit het Uiversnest, maar verschillen daarvan door het ontbreken van *Eunotia incisa* en de grotere hoeveelheden van *Frustulia crassinervia* en *F. saxonica*, die vaak in wateren met een hoog humusgehalte worden aangetroffen. Dat komt overeen met de hoge waarden voor extinctie en turbiditeit (Tabel 2). In het junimonster bevindt zich relatief veel *Eunotia mertensiae*, een pas onlangs beschreven soort van de nog geen 50 km van Overasselt verwijderde Ravenvennen (Lange-Bertalot e.a. 2011). Over de ecologie van deze soort is nog weinig bekend. Hij is nauw verwant aan *E. bilunaris*, die een zeer wijde ecologische amplitude heeft.

Roelofsven-Zuid

De monsters uit het Roelofsven-Zuid verschillen sterk van die van de overige vennen en ook de overeenkomst tussen de juni- en oktobermonsters is laag (Tabel 9). In het junimonster komt veel van de doelsoort *Tabellaria flocculosa* voor (Figuur 10). Dit is een soort van matig voedselrijk (mesotroof), niet organisch verontreinigd zuurstofrijk en meestal zuur water (vooral vennen). Daarnaast komen er gewone soorten uit zuur water voor, die niet in de overige vennen aanwezig zijn, zoals *Eunotia juttnerae*, evenals *E. mertensiae* een recent beschreven soort van het *E. bilunaris*-complex. Vooral in het oktobermonster komt vrij veel *Chamaepinnularia mediocris* voor, wat wijst op tijdelijk droogvallen (wisselende waterstand) en ook een geringe stijging van de nutriëntenbeschikbaarheid. Op dat laatste wijst *Nitzschia gracilis* nog in een wat sterkere mate.



Figuur 10.
Keten van *Tabellaria flocculosa*-cellen (Van Heurck 1896)

6. Dankwoord

Het Staatsbosbeheer verleende toestemming voor het onderzoek. Boswachter Inventarisatie en Monitoring H. Woesthuis en de gepensioneerd medewerker van Staatsbosbeheer M. Bolten begeleidden de veldwerkzaamheden. Dr. ir. F. Smeding (Smeding Advies) begeleidde de opdracht. De heer H.J.G. Pex (Waterschap Roer en Overmaas) stelde foto's beschikbaar. De heer G. Maljaars (Hanhart Consult) verleende assistentie bij de veldwerkzaamheden en stelde de chemische gegevens beschikbaar.

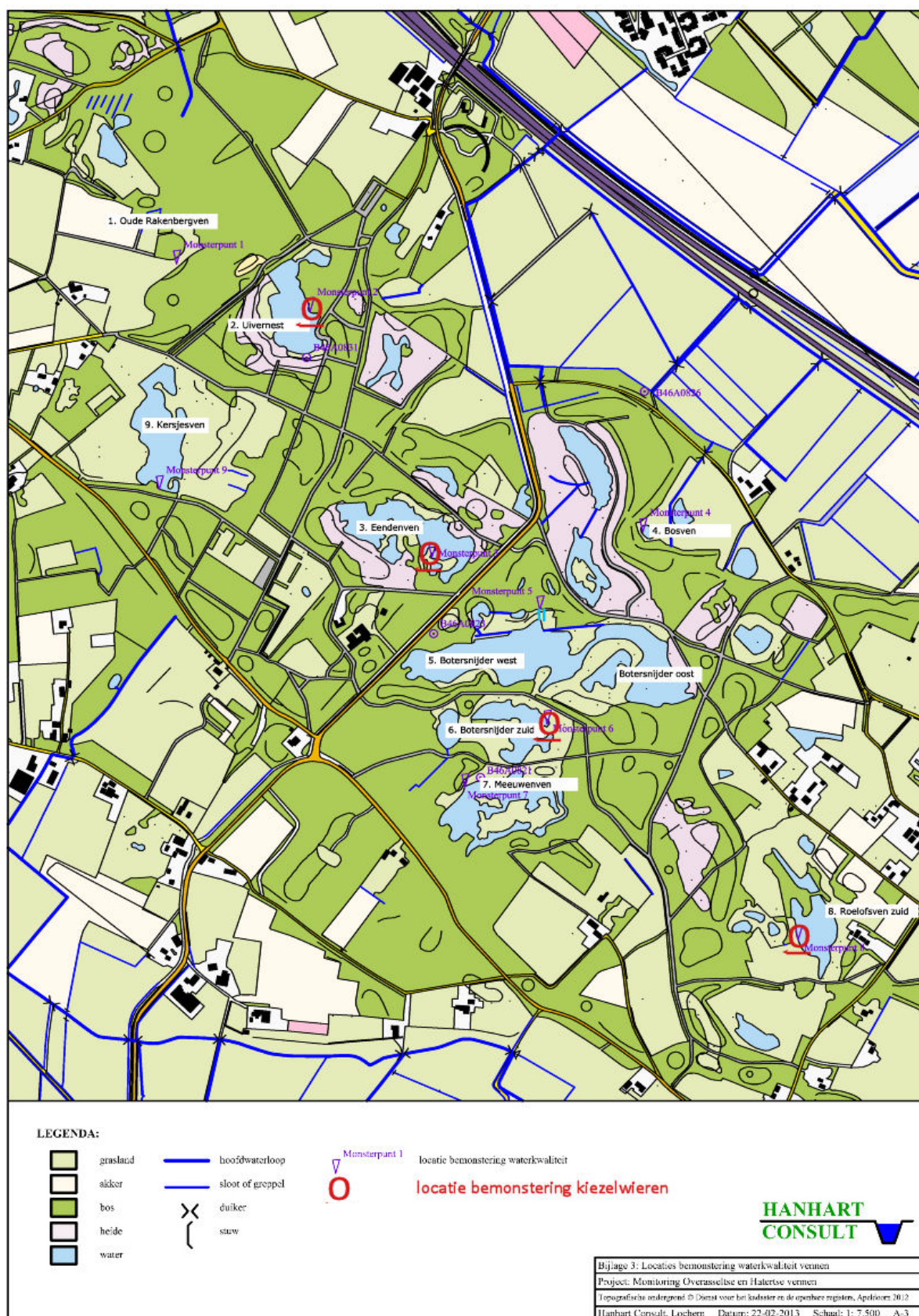
7. Literatuur

- Bijkerk, R. (red.) (2010): Handboek hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Rapport 2010/28. STOWA, Amersfoort. losbladig.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis (1957): An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G.H.P. Arts, & J.D.M. Belgers (2009): Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Rapport 2009/dki 126-O. Ministerie LNV, Directie Kennis en Innovatie, Ede. 208p.
- Brouwer, E. & E.C.H.E.T. Lucassen (2013): Behoud van variatie in vennen met behulp van biogeochemische inzichten. *De Levende Natuur* 114: 146-151.
- Dam, H. van (1988): Acidification of three moorland pools in The Netherlands by acid precipitation and extreme drought periods over seven decades. *Freshwater Biology* 20: 157-176.
- Dam, H. van (2010): Bacillariophyceae - Kiezelwieren. In: J. Noordwijk, R.M.J.C. Kleukers, E.J. van Nieukerken & A.J. van Loon (red.). *De Nederlandse biodiversiteit. Nederlandse Fauna 10*. Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis & European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden. p. 87-89.
- Dam, H. van (2013): Ontwikkeling module diatomeeën voor Volg- en Stuursysteem en KRW-Verkenner. Rapport 906. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur. Amsterdam.. 70p. + digitale bijlagen.
- Dam, H. van & G.H.P. Arts (1993): Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer. Provincie Drenthe, Assen / DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum / Grontmij Advies en Techniek, De Bilt. 144p.
- Dam, H. van & A. Mertens (2008): Monitoring van vennen 1978-2006: effecten van klimaatverandering en vermindering van verzuring. Rapport 202542 Grontmij | AquaSense, Amsterdam / Rapport 606, Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 100p. + bijl.
- Dam, H. van & A. Mertens (2013): Partial recovery of shallow acid-sensitive lakes from acidification. *Environmental Scientist* 22 (2): 36-40.

- Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28: 117-131.
- Hammer, O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9p.
- Heurck, H. van (1896): A treatise on the Diatomaceae. Wesley, Strand. 558p.
- Lange-Bertalot, H., M. Bak, A. Witkowski & N. Tagliaventi (2011): *Eunotia* and some related genera. *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats* 6. Gantner, Ruggell. 755p.
- Molen, D.T. van der, R. Pot, C.H.M. Evers & L. van Nieuwerburgh (red.) (2012): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. Rapport 2012-31. STOWA, Amersfoort. 378p.
- Molen, D.T. van der, R. Pot, C.H.M. Evers, R. Buskens & F.C.J. van Herpen, (red.) (2013): Referenties en maatlatten voor overige wateren (geen KRW-waterlichamen). Rapport 2013/14. STOWA, Amersfoort. 188p.
- Smeding, F. & H. Woesthuis (2011): Monitoringplan vennengebied - evaluatiecriteria vernattingsmaatregelen vennengebied. Staatsbosbeheer.10p.
- Smol, J.P. & E.F. Stoermer (red.) (2010): *The diatoms. Applications for the environmental and earth sciences* (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge. 667p.
- Vangenechten, J.H.D. (1980): Interrelations between pH and other physico-chemical factors in surface waters of the Campine of Antwerp, (Belgium): with special reference to acid moorland pools. *Archiv für Hydrobiologie* 90: 265-283.
- Wirdum, G. van (1980): Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop. In: Hooghart, J.C. (red.) *Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels*. Rapporten en Nota's 5. CHO-TNO, Den Haag. p. 118-143.
- Wirdum, G. van (1991): *Vegetation and hydrology of floating rich-fens*. Proefschrift. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 310p.

Bijlagen

Bijlage I. Locaties



Bijlage 2. Determinatieliteratuur

Hofmann, G., M. Werum & H. Lange-Bertalot (2013) Diatomeen in Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie.

Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1986-1991) Bacillariophyceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1-4.

Krammer, K. (1992) *Pinnularia*, eine Monographie der europäischen Taxa. Bibliotheca Diatomologica, Band 26, Cramer, Berlin. 353 pp.

Krammer, K. (2000) The genus *Pinnularia*. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats.1. Gantner, Ruggell. 703p

Lange-Bertalot, H. (1993) 85 Neue Taxa. Bibliotheca Diatomologica, Band 27, Cramer, Berlin. 454 pp.

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

Lange-Bertalot, H. & D. Metzeltin (1996) Indicators of oligotrophy: 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types carbonate buffered - oligodystrophic - weakly buffered soft water. Iconographia Diatomologica 2: 1-390.

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

Lange-Bertalot, H., M. Bak & A. Witkowski (2011) *Eunotia* and some related genera. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Water and Comparable Habitats. 6. Gantner Verlag Ruggell. 747p.

