



Natuur
Water Herman van Dam



Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn



Foto: Oever van het Eilandven (Bergvennen), 15 augustus 2008, met miljoenen waterlobelia's (*Lobelia dortmanna*)

Opdrachtgever: Dienst Kennis, Ministerie van LNV
Rapportnummer: 2009.11

Auteurs: E. Brouwer, H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G.H.P Arts & J.D.M. Belgers

Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn

B-WARE Research Centre (Nijmegen), Stichting Bargerveen (Nijmegen), Alterra (Wageningen), Waternatuur (Amsterdam)

Auteurs: Emiel Brouwer, Hein van Kleef, Herman van Dam, Johan Loermans, Gertie Arts & Dick Belgers

Met medewerking van: Joana Frazao, Adrienne Mertens, Eric Reichman, Jan Roelofs, Marianne Thannhouser-Douwma & Germa Verheggen

Niets uit dit rapport mag worden gereproduceerd, opnieuw vastgelegd, vermenigvuldigd of uitgegeven door middel van druk, fotokopie, microfilm, langs elektronische of elektromagnetische weg of op welke andere wijze dan ook zonder schriftelijke toestemming van de auteurs en de opdrachtgever. Het is voor de opdrachtgever wel toegestaan de inhoud van deze rapportage, na overleg met de auteurs en met bronvermelding, te gebruiken voor andere publicaties.

Titel rapport: Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn

Opdrachtgever: Dienst Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit

Rapportnummer: 2009.11

Informatie:

B-WARE Research Centre
Radboud Universiteit Nijmegen
Heyendaalseweg 135
6525 AJ Nijmegen
Tel: 024-3652816
www.b-ware.eu

© B-WARE Research Centre, Nijmegen, 2009.

INHOUDSOPGAVE

	Samenvatting	4
1	Inleiding	9
1.1	Vennen en duinplassen in het halfnatuurlijke landschap	9
1.2	Vennen in de verdrinking	17
1.3	Herstelmaatregelen in de periode 1985-1997	19
1.4	Ontwikkelingen in de eerste vijf jaar na herstel	20
1.5	Verbreiding van het OBN-onderzoek: micro-algen en macrofauna	20
1.6	Stand van zaken na ongeveer 15 jaar	23
2	Onderzoeksopzet	25
2.1	Selectie onderzoekslocaties	25
2.2	Metingen, waarnemingen en verzamelen bestaande gegevens	28
2.2.a	Abiotiek	28
2.2.b	Kiezelwieren verzamelen en analyseren	29
2.2.c	Kiezelwieren en sialgen als indicatoren	33
2.2.c	Vegetatie	36
2.2.d	Fauna	37
2.2.e	Watervogels	42
3	Ontwikkelingen in referentiewateren	43
3.1	Water- en bodemkwaliteit	43
3.2	Kiezelwieren	48
3.2.a	Overzicht	48
3.2.b	Ordinaties	51
3.3.c	Ontwikkelingen in referentiewateren	57
3.3	Vegetatie	58
3.4	Fauna	62
3.6	Samenvatting ontwikkeling referentiewateren	68
4	Ontwikkelingen in herstelde wateren	69
4.1	Vernatten	69
4.1.a	Bodem- en waterkwaliteit	69
4.1.b	Kiezelwieren en sialgen	71
4.1.c	Vegetatie	72
4.1.d	Samenvatting	73
4.2	Baggeren verzuurde vennen	74
4.2.a	Bodem- en waterkwaliteit	74
4.2.b	Kiezelwieren en sialgen	79
4.2.c	Vegetatie	80
4.2.d	Fauna	86
4.2.e	Opschonen van zure, droogvallende vennen	88
4.2.f	Samenvatting	88
4.3	Baggeren en bekalken	90
4.3.a	Bodem- en waterkwaliteit	90
4.3.b	Kiezelwieren	93
4.3.c	Vegetatie	93
4.3.d	Fauna	97
4.3.e	Samenvatting baggeren en bekalken	97
4.4	Baggeren en waterinlaat	98
4.4.a	Bodem- en waterkwaliteit	98
4.4.b	Kiezelwieren en sialgen in vennen met waterinlaat	109
4.4.c	Vegetatie	110
4.4.d	Fauna in vennen met waterinlaat	117
4.4.e	Samenvatting baggeren en waterinlaat	118
4.5	Baggeren gebufferde vennen en duinplassen	119

4.5.a	Bodem- en waterkwaliteit	119
4.5.b	Kiezelwieren en sialgen	123
4.5.c	Vegetatie	125
4.5.d	Fauna	132
4.5.e	Samenvatting	134
4.6	Zwavelproblematiek in vennen: Venkoelen	135
4.5.a	Bodem- en waterkwaliteit	135
4.5.b	Kiezelwieren	137
4.5.c	Vegetatie	137
5	Herstelmogelijkheden	141
5.1	Ontwikkelingen in referentievennen	141
5.2	Effecten van de gevolgde maatregelen	142
5.3	Oorzaken voor onvoldoende herstel	146
5.3.a	Verkeerd peilbeheer	146
5.3.b	Bosgroei op de oever	147
5.3.c	Ganzen	147
5.3.d	Exotische vissen: zonnebaars & hondsvij	154
5.4	Veranderingen in macrofauna in herstelde en niet herstelde vennen	155
5.5	Herstelbeheer en de factor tijd	162
6	Conclusies	164
6.1	Autonome ontwikkelingen	165
6.2	Effectiviteit op de middellange termijn	165
6.3	Voetangels en klemmen bij herstel van vennen en duinplassen	170
6.3	Kennishiaten	171
6.4	Mogelijke consequenties voor beheer	172
7	Literatuur	174
	Bijlagen	181

Dankwoord

De Vereniging Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, de Stichting It Fryske Gea, de Stichting Landschap Overijssel, de Stichting Zuid-Hollands Landschap, de Stichting Het Noordbrabants Landschap, de Stichting het Limburgs Landschap en de Gemeente Someren, verleenden toestemming voor veldonderzoek.

Mevrouw B. Arends (Waterschap Aa en Maas) en de heren B. Knol (Waterschap Regge & Dinkel), J. van Mil & G. Zwart (Waterschap Peel & Maasvallei), E. Nat (Kranswieren.nl), H.J.G. Pex (Waterschap Roer en Overmaas), J. van Raam (Hilversum), J. van der Wal (Gemeenschappelijk Waterlaboratorium), G. Thijsse (Nationaal Herbarium Leiden), J.A. Sinkeldam (Alterra) stelden oud materiaal van kiezelwierenmonsters beschikbaar of waren behulpzaam bij het opsporen hiervan. De heer J. Simons (Amstelveen) assisteerde bij de bemonstering van duinpoelen. Mevrouw M. Thannhauser-Douwma (Wetterskip Fryslân) nam alle Friese monsters na 1986 en prepareerde en determineerde alle monsters na 1972 uit deze provincie. De heren A.J. van Tooren (Drachten) en B. van Tooren (Vereniging Natuurmonumenten) stelden ongepubliceerde resultaten van sieralgeninventarisaties ter beschikking, die voor een deel door de heer J. Meesters (Kortenhoeft) tot overzichtstabellen met indicatiewaarden werden verwerkt.

Faunamateriaal werd verzameld en gedetermineerd met de hulp van de volgende personen: J. Kuper, A. Dees, A. Westerla, J. Willems, M. van der Ende en F. Kimenai. De water- en bodemonsters zijn verzameld door de heren R. Kuiperij en F. Cluitmans en verwerkt door de heer J. Graafland en mevrouw J. Vos. Het Wetterskip Fryslân en de Waterschappen Aa en Maas, Peel en Maasvallei stelden resultaten van fysische en chemische analyses ter beschikking. Ook kon er dankzij de heer J. Roelofs en mevrouw G.M. Verheggen gebruik worden gemaakt van een grote set chemische data van de werkgroep Milieubiologie, Radboud Universiteit. Verder zijn enkele studenten behulpzaam geweest bij het verzamelen van gegevens: J. Frazao, B. Grutters, L. de Hoop, J. Raaijmakers, E. Verbaarschot en M. Verhofstad.

Samenvatting

Inleiding

Al sinds het opstarten van de regeling OBN zijn er herstelmaatregelen uitgevoerd in vennen en duinplassen. In een deel van de wateren bleek de waterkwaliteit en de vegetatie zich goed te herstellen in de eerste vijf jaren na de ingreep, maar de Fauna bleek op korte termijn overwegend negatief te reageren. Op deze korte termijn bleek vooral herstel van abiotiek en vegetatie op te treden indien zowel vermesting als eventuele verzuring werden bestreden en hernieuwde vermesting en verzuring werden voorkomen. In de praktijk betekende dit het verwijderen van sliblagen, plaggen van oevers, verwijderen van boomopslag en voorkomen van hernieuwde vermesting door o.a. bladnwaai en te grote aantallen watervogels. Verzuring kon het beste worden voorkomen door gedoseerde inlaat van voedselarm, gebufferd water of door bekalking van het inzigggebied.

Na verloop van tijd bleken er nog de nodige onbeantwoorde vragen te zijn, waarvan onderstaande de belangrijkste waren:

- Hoe pakken de herstelmaatregelen op de middellange termijn uit voor de levensgemeenschappen van vennen en duinplassen?
- Hoe reageert de fauna op de herstelmaatregelen?
- Hoe reageren sier- en kiezelwieren op de herstelmaatregelen?
- Moet het beheer worden aangepast nu de atmosferische depositie is afgenomen?

Om deze vragen te beantwoorden heeft het expertisecentrum van LNV opdracht gegeven tot het uitvoeren van een evaluatie van de effecten op middellange termijn van EGM in vennen en duinplassen. De resultaten van deze evaluatie worden in dit rapport beschreven.

Daarnaast leven er nog tal van andere vragen. Hoe zit het met het verspreidingsvermogen van flora en fauna van vennen en duinplassen? Hoe reageren de afzonderlijke soorten op (herstel-)beheer en allerlei recente veranderingen in het venmilieu? Wat zijn de effecten van klimaatverandering en van afgenomen depositie? Hoe sluit het herstelbeheer maximaal aan op het reguliere beheer? Dergelijke vragen worden in deze rapportage alleen behandeld indien het onderzoek aan de beantwoording een bijdrage heeft geleverd; er is geen gericht onderzoek naar verricht.

Ventypen & levensduur

Om het effect van venherstel in een juiste context te kunnen plaatsen zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd. Als referentiesituatie is het heidelandschap genomen zoals dit aanwezig was tussen grofweg 1850 en 1900. Dat wil zeggen, een open landschap waarin de levensgemeenschappen van vennen een plaats vonden dankzij het ingrijpen van de mens. De spontane successie in deze vennen zou er toe leiden dat de meeste vennen binnen enkele honderden jaren totaal zouden verlanden en dichtgroeien. Alleen voor grote vennen met veel windwerking duurt dit vermoedelijk nog aanzienlijk langer. Juist door het voortdurend ingrijpen van de mens werd deze successie tegengegaan en konden op elk moment alle successiestadia in het landschap worden aangetroffen. De geëvalueerde herstelmaatregelen sluiten aan op de manier waarop in dit heidelandschap door de mens werd ingegrepen. Het succes van de genomen maatregelen moet daarom worden afgemeten aan de mate waarin deze er in geslaagd zijn om de oorspronkelijke successie weer op gang te krijgen. Het streefbeeld is dus niet een gefixeerd stadium in deze successie.

Om een evaluatie op het niveau van levensgemeenschappen mogelijk te maken, zijn er typen vennen onderscheiden op basis van zowel abiotiek als levensgemeenschap. Omdat de fauna hierbij

nadrukkelijk betrokken is, speelt de factor structuur een grotere rol dan in de meeste voorgaande indelingen. De volgende 5 ventypen zijn onderscheiden:

- Zure vennen zonder hoogveenvorming: vennen met zuur water en weinig invloed van grondwater. Hierdoor is het water koolstofarm, is er weinig ondergedoken vegetatie aanwezig en komt hoogveenvorming moeilijk op gang. Dit soortenarme ventype is in deze evaluatie slechts zijdelings meegenomen.
- Hoogveenvennen: vennen met zuur of (zeer) zwak gebufferd water, waarin hoogveenontwikkeling plaatsvindt. Deze kan plaatsvinden op de oever of in zuur water, bij stabiele waterstanden en aanvoer van lokaal grondwater dat rijk is aan kooldioxide. Hoogveenontwikkeling kan ook plaatsvinden via drijftillen, op niet droogvallende plekken met een organische bodem waarin methaanvorming plaatsvindt.
- Oeverkruidvennen: vennen met zeer koolstofarm, (zeer) zwak gebufferd water. Isoetide waterplanten zijn hier dominant op zandige bodem en ook op organische bodem blijft de vegetatie kort, met b.v. gesteeld glaskroos (*Elatine hexandra*) of kruipende moerasweegbree (*Echinodorus repens*).
- Zwak gebufferde vennen: vennen met minder koolstofarm, (zeer) zwak gebufferd water, waardoor de vegetatie plaatselijk grote delen van de waterlaag op kan vullen en er dus meer structuur aanwezig is voor fauna.
- Laagveenvennen: vennen waarin een gradiënt aanwezig is van matig tot sterk gebufferd naar zuur water. Deze gradiënt komt tot stand door de aanvoer van gebufferd water in een zure omgeving. De levensgemeenschappen op dergelijke gradiënten zijn soortenrijk voor flora en fauna in brede zin.

Ook de duinplassen kunnen verder worden onderverdeeld, bijvoorbeeld in duinplassen en duinpoelen, of in zwak gebufferde en sterk gebufferde wateren. Hier is vanwege het geringe aantal geëvalueerde duinwateren echter gekozen om geen verdere onderverdeling te maken.

Selectie van wateren

De evaluatie heeft zich zo veel mogelijk gericht op de oudste herstelprojecten uit de beginperiode van de regeling EGM; dus uit de periode 1989-1993. Indien nodig zijn ook projecten uit latere jaren meegenomen. De gekozen selectie is zo goed mogelijk gespreid qua watertypen, geografie en type maatregelen. Voor de evaluatie is een selectie gemaakt van vennen waarvan voldoende gegevens voorhanden waren. Minimaal nodig waren gegevens over waterkwaliteit, vegetatie, microflora, gewervelden en macrofauna. Bovendien moesten er liefst voldoende gegevens aanwezig zijn van de oorspronkelijke toestand, de situatie net voor herstel en de situatie net na herstel. Voor de actuele situatie is gebruik gemaakt van bestaande gegevens maar zijn ook veel gegevens speciaal voor dit project verzameld, zowel om gaten in de dataset op te vullen als om een voldoende grote en gestandaardiseerde dataset te verkrijgen.

Ter vergelijking is een set referentievennen meegenomen, waarin geen herstelmaatregelen zijn genomen. Ook hiervoor zijn vennen geselecteerd waarvan langlopende meetreeksen aanwezig waren. Voor de abiotiek betreft dit met name het Achterste Goorven, de Gerritsfles en Kliplo. Daarnaast zijn enkele vennen geselecteerd waarvan veel oude faunagegevens voorhanden waren.

Hoogveenvennen

Dankzij de afgenomen stikstofdepositie en de natte zomers van de laatste jaren, gaat het de veenmossen voor de wind. De herstelde hoogveenvennen die in de evaluatie zijn betrokken waren verdroogd. De verminderde grondwateraanvoer leidde tot minder aanvoer van kooldioxide en mindere groei van veenmos. Vaker droogvallen heeft vermoedelijk plaatselijk de drijftilvorming geremd. Na herstel van de hydrologie, door opzetten van waterpeilen en lokaal kappen van bos, is

de hoogveengroei zowel op de oever als op de drijftillen weer goed op gang gekomen. Op de drijftillen is de mate van bosopslag zeer beperkt.

Daarnaast zijn ook in de andere ventypen vaak kleine hoogveenoevers of drijftillen aanwezig. Deze zijn veelal gespaard tijdens het venherstel. Spontane drijftilvorming is in geen enkel geëvalueerd ven waargenomen, ondanks dat in sommige vennen in het verleden wel drijftillen aanwezig waren. In het Zwarte water ontwikkelen zich zeer lokaal weer drijftilletjes in putjes met een organische bodem aan de zuidkant van het ven. Ook is in sommige vennen uitbundige veenmosgroei opgetreden in ondiepe delen met toestroom van grondwater, bijvoorbeeld in de Lobeliabaai (Beuven), de Schoapedobbe en de Ganzenpoel (Drenthe). Uitbreiding van bultvormende veenmossen op de oever treedt niet op vanuit de gespaarde veenmoszone langs de Grenspoel en langs het Pluzenvan. Vermoedelijk is dit het effect van onvoldoende grondwatertoestroom en te sterk wisselende waterstanden. In het terrein de Bieze is de lokale hydrologie nog intact en vindt wel uitbreiding plaats. Het is onzeker of er een rol is van de bekalking van het inzigtgebied die hier heeft plaatsgevonden.

Herstel van de hydrologie is voor hoogveenvorming een voorwaarde. Het baggeren van vermeste vennen werkt op de korte termijn negatief, maar op een termijn van 10-25 jaar kan er bij een optimale hydrologie toch een veelbelovende veenmosverlanding worden ingezet.

Oeverkruidvennen

Omdat in vrijwel alle beter onderzochte oeverkruidvennen inmiddels herstelmaatregelen zijn genomen, zijn referenties voor spontane ontwikkeling schaars. In het Groot Huisven op de Kampina verhinderen verzuring en de aanwezigheid van een sliblaag de terugkeer van een isoetidenvegetatie, een beeld dat geldt voor bijna alle niet herstelde oeverkruidvennen.

Alleen baggeren is in sommige vennen afdoende gebleken, maar in de sterkst verzuurde vennen niet. Zo zijn teruggekeerde isoetiden in de Steenhaarplas en bij Stroothuizen enkele jaren na herstel weer verdwenen en niet meer terug gekomen. Herstelde vennen waar in de jaren negentig van de vorige eeuw kleine populaties hebben overleefd, laten onder invloed van de afgenomen zuurdepositie weer een licht herstel van isoetiden zien. Gedoseerde inlaat van gebufferd oppervlaktewater is een effectief middel gebleken om verzuring in vennen te bestrijden. Ook bekalken van droogvallende (delen van) vennen heeft op de middellange termijn duidelijk positieve effecten. Inmiddels zijn er weer enkele tientallen vennen in Nederland waar de vegetatie gedomineerd wordt door isoetiden. Deze isoetiden houden hun eigen milieu in stand en de verwachting is dan ook dat deze vennen nog (vele) tientallen jaren gedomineerd zullen blijven door isoetiden. Ook de bijbehorende macrofauna heeft zich goed hersteld, althans de soorten die de degradatie en het herstel van vennen overleefd hebben.

Gradiënten van isoetidenvegetaties naar andere vegetatiestructuren zijn in de herstelde vennen nog maar mondjesmaat aanwezig. Zo zijn er aanzetten voor hoogveenontwikkeling in de Ganzenpoel en de Lobeliabaai) en voor laagveenontwikkeling in Beuven-noord.

Zwak gebufferd vennen

Ook in zwak gebufferde vennen remmen verzuring en slibophoping spontaan herstel. In het Achterste Goorven vindt wel herstel plaats van kiezelwieren, maar macrofyten en macrofauna herstellen zich nauwelijks. In de Gerritsfles en in Kliplo heeft Drijvende egelskop zich wer wat uitgebreid, een trend die landelijk aanwezig is.

Na verwijderen van de sliblaag, en bij voldoende buffering, was op korte termijn al op veel plekken snel herstel opgetreden. Op de middellange termijn is dit herstel nog steeds duidelijk aanwezig. Wel heeft in veel herstelde vennen koolstoflimitatie er toe geleid dat vegetaties van zwak gebufferde vennen zich beperken tot droogvallende oevers, plekken met toestromend (koolzuurrijk)

grondwater of dunne sliblaagjes. Juist op deze plekken is ook weer een zeer diverse macrofauna aanwezig, met bijvoorbeeld gevlekte witsnuitlibel in het Teeselinkven.

Bekalking van het inzigggebied heeft over een periode van 10 jaar een positief effect op vegetaties van zwak gebufferde vennen in de Bieze. In de Schaopedobbe, waar slechts een klein deel van het inzigggebied kon worden bekalkt, was dit positieve effect na ongeveer 5 jaar niet meer merkbaar. In beide gevallen zijn geen negatieve bijwerkingen waargenomen. Op de langere termijn lijkt eenmalige bekalking van het inzigggebied alleen toereikend wanneer een groot deel van het inzigggebied kan worden bekalkt. Mogelijk is ook het eenmalig herhalen van de bekalking afdoende, zeker nu de zuurdepositie sterk is afgenomen.

Laagveenvennen

Gradiënten van zuur naar matig gebufferd water zijn nog maar in enkele Nederlandse vennen aanwezig, bijvoorbeeld in de uithoeken van het Grevenschutven en het Ringselven. Het is niet bekend hoe deze gradiënten gereageerd hebben op de afname van atmosferische depositie.

Deze gradiënten kwamen in de geselecteerde vennen lang geleden voor in de centrale Oisterwijkse vennen (met name het Goorven), de Bergvennen (verspreid over verschillende vennen) en in kleine delen van het Beuven. Door waterinlaat is de vroegere gradiënt in buffering slechts deels hersteld; de meest gebufferde delen zijn nu zwak gebufferd in plaats van matig gebufferd. Sterkere buffering, zoals onopzettelijk is voorgekomen in het Beuven en het Rietven (Bergvennen), blijkt al snel te leiden tot mobilisatie van fosfaat.

Een groot deel van de macrofyten die in de gradiënt thuishoren, blijkt zich inderdaad te vestigen. Echter, terugkeer van bijbehorende macrofauna en sierwieren vindt slechts zeer mondjesmaat plaats. Deze vestigen zich pas wanneer de nodige vegetatiestructuren zich gevestigd hebben: helofytenvelden, rijke onderwatervegetaties e.d. Ook de kwaliteit en kwantiteit van het toestromende grondwater is vaak ontoereikend voor het ontstaan van soortenrijke gradiënten. Herstel van soortenrijke gradiënten lijkt, vanuit een gebaggerde situatie, alleen plaats te vinden na verloop van tientallen jaren en bij een optimale hydrologie.

Duinplassen

Duinplassen groeien van nature vrij snel dicht met helofyten, wat ook blijkt uit de monitoring van de niet herstelde Kroonpolderplas op Terschelling. Bij ontbreken van grootschalige duindynamiek lijkt regelmatig (herstel-)beheer dus de enige manier om de flora en fauna van duinplassen te behouden.

Aan de andere kant lijkt het herstel van duinplassen relatief eenvoudig. De hydrologie is in de grotere duinsystemen relatief onaangetast en er zijn relatief weinig vermestingsbronnen. De duinplassen op Terschelling bevatten meer dan 15 jaar na EGM nog altijd een soortenrijke vegetatie. In tegenstelling tot in de vennen, zijn ook dwergbiezenvegetaties vaak nog aanwezig. In deze duinplassen wordt wel een vrij intensief beheer gevoerd van jaarlijks, of in droge jaren, maaien en afvoeren van de oevervegetatie. In deze duinplassen vormen grote aantallen watervogels (meeuwen, aalscholvers, grauwe ganzen) vaak een ernstige bron van eutrofiering.

De duinpoelen op Voorne zijn kleiner en hebben daarom nog sneller last van oprukkende helofyten en inwaaiend blad, waardoor tevens snel slibophoping en algenbloei kan plaatsvinden. De typische flora en fauna is daarom nog afhankelijker van aanvullend beheer; in dit geval vooral begrazing met paarden en runderen. Bij een voldoende intensief beheer kan de hele levensgemeenschap zich snel ontwikkelen en zich ook handhaven.

Het is nog onbekend of grootschalige duindynamiek een methode kan zijn om nieuwe duinplassen, met bijbehorende flora en fauna, te laten ontstaan en voortbestaan.

Conclusies

Door de afgenomen depositie is de pH van verzuurde vennen weer gestegen en zijn de concentraties ammonium en sulfaat sterk afgenomen. Kiezelwieren reageren snel op dit herstel; karakteristieke soorten herstellen zich duidelijk in alle watertypen. De meest gevoelige soorten blijven echter nog grotendeels weg. De aanwezigheid van een dikke sliblaag lijkt in de meeste vennen een onoverkomelijke drempel voor verder, spontaan herstel van flora en fauna.

Herstelmaatregelen in vennen zijn ook op middellange termijn zeer succesvol, indien vermestingsbronnen zijn uitgeschakeld, verzuring wordt voorkomen en de hydrologie voldoende is. In de koolstof gelimiteerde oeverkruidvennen hebben herstelmaatregelen inmiddels een levensduur van ruim 20 jaar en de verwachting is dat hier nog vele tientallen jaren bij zullen komen. Hiermee wordt de vermoedelijke oorspronkelijke levensduur van deze vennen weer benaderd. Dit geldt in mindere mate ook voor zwak gebufferde vennen en duinplassen, maar omdat deze niet koolstof gelimiteerd zijn benadert de duur van herstelmaatregelen hier in mindere mate de toch al kortere levensduur van deze wateren. In deze wateren moet vaak aanvullend gemaaid, begraaasd en/of geplagd worden. De hoogveenvennen lijken vooral gebaat bij herstel van de hydrologie en ook hier is sprake van langdurig herstel. De gradiënten van de laagveenvennen herstellen langzaam en slechts gedeeltelijk; op dit moment is nog onzeker of herstel vanuit een gebaggerde situatie kan plaatsvinden.

1. Inleiding

Vennen en duinplassen zijn de belangrijkste voedselarme, stilstaande wateren in Nederland. Het zijn wateren met een maximale diepte van ongeveer 2 meter, gelegen op een voedselarme bodem, die meestal uit zand bestaat, maar soms ook uit leem en/of veen. Deze wateren worden voor een groot deel door regenwater gevoed, maar vaak ook voor een deel door (lokaal) grondwater. In de inleiding wordt kort beschreven hoe successie verliep in vennen en duinplassen in het oorspronkelijke halfnatuurlijke landschap. Deze halfnatuurlijke verlanding verliep in de verschillende typen voedselarme wateren op andere wijze en in een ander tempo. Het geheel aan successiestadia dient bij het voorliggende onderzoek als referentiekader voor de mate waarin herstelmaatregelen succesvol zijn.

1.1 Vennen en duinplassen in het halfnatuurlijke landschap

Vennen en duinplassen zijn ontstaan tijdens of na de laatste ijstijd, door de schurende werking van het ijs, uitstuiwing, duinaangroei, stijging van de grondwaterstand of verlegging van rivierlopen. Een groot deel van de tegenwoordige flora en fauna is van zuidelijke oorsprong en moet na de laatste ijstijd deze nieuwe wateren gekoloniseerd hebben. In het warmer wordende klimaat trad versnelde successie en veenvorming op, waardoor veel wateren ook weer verdwenen. Ook werden nog steeds nieuwe wateren gevormd. Heel geleidelijk is de invloed van de mens toegenomen en aan het eind van de 19^e eeuw waren vennen geheel opgenomen in het halfnatuurlijke landschap van die tijd. Deze periode vormt nu een belangrijk referentiekader bij het herstellen van vennen. Daarom wordt het functioneren van vennen in deze periode hieronder in het kort samengevat.

Wellicht de belangrijkste constatering is dat vennen en duinplassen ook in het halfnatuurlijke landschap geen stationaire systemen waren. Er vond successie plaats, die op elke plek weer op een andere manier door de mens beïnvloed werd. Daarnaast was elk water anders; de werkelijkheid wordt het minste geweld aangedaan door op zijn minst enkele typen wateren te onderscheiden. Een derde moeilijkheid is de ruimtelijke verscheidenheid; binnen een water zijn vele milieus te onderscheiden en juist deze ruimtelijke variatie is essentieel voor een hoge soortenrijkdom.

Verlandingsnelheid van vennen

Omdat vennen zelden dieper dan 2 meter zijn, duurt het in principe niet lang voordat een ven is dichtgegroeid met helofyten en broekbos. In de meest voedselarme vennen gaat deze helofytenegroei langzaam, bijvoorbeeld in zure vennen of vennen met een minerale zandbodem. In minder zure vennen en duinplassen groeien de oevers vaak vrij snel dicht met hoge helofyten. Daar waar het water te diep is voor helofyten, kan pas verlanding optreden nadat zich voldoende organisch materiaal heeft opgehoopt op het sediment. Helofyten kunnen zich dan uitbreiden in het ondieper wordende water.

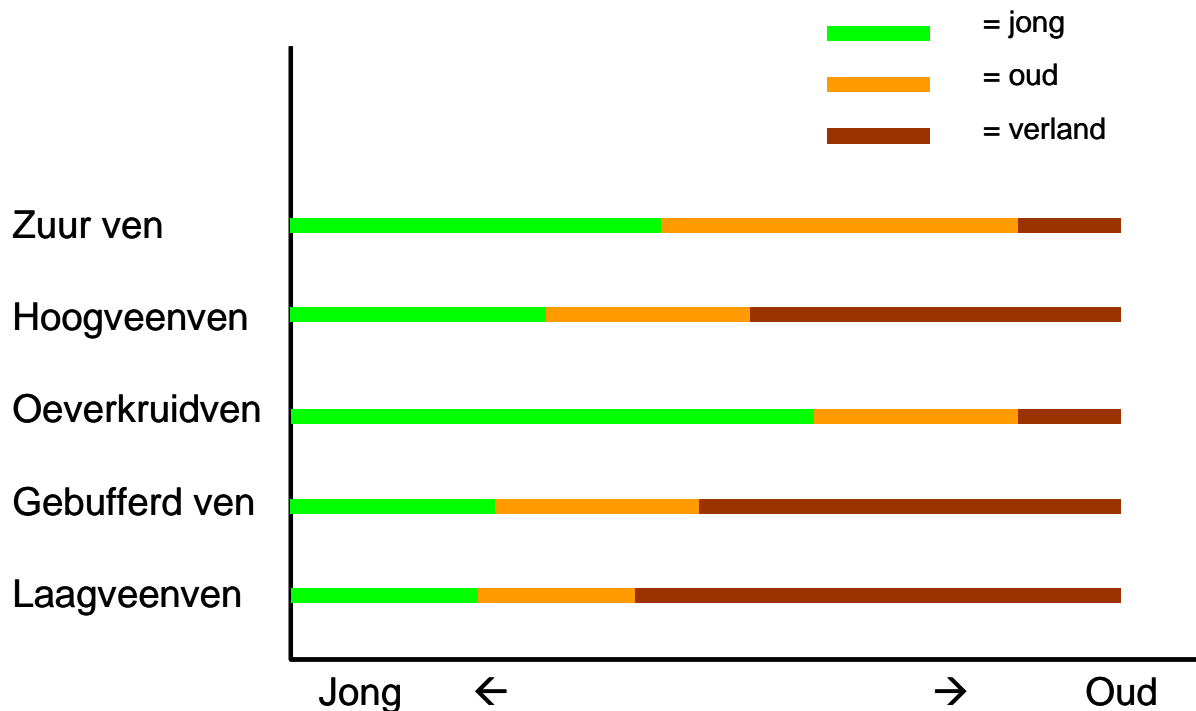
Een belangrijk neveneffect van ophoping van organisch materiaal is dat de koolstofbeschikbaarheid in de waterlaag toeneemt. Vooral in van nature koolstof gelimiteerde vennen betekent dit een aanzienlijke versnelling van de groei van ondergedoken planten. En er kunnen drijftillen ontstaan boven de organische bodem. Grondwater is vrijwel altijd rijk aan koolzuur. Op plaatsen waar grondwater naar voedselarme wateren toestroomt verloopt de successie daarom sneller. Koolstoflimitatie zorgt voor een aanzienlijke verlenging van de levensduur, met name in vennen (afbeelding 1.1).

Aanvoer van voedingsstoffen zorgt voor een verdere versnelling van de productie van organisch materiaal en dus voor een versnelde verlanding. Vermesting zorgt dus niet alleen voor het verdwijnen van oligotrafente flora en fauna, maar ook voor een verkorting van de levensduur van vennen. Hiermee wordt het ook begrijpelijk dat juist de oligotrafente soorten van latere

successiestadia het minst profiteren van herstelmaatregelen. De successiesnelheid wordt dubbel bevorderd indien er veel organisch materiaal het water inkomt, met name door bladval van bomen. De bladeren bevatten voedingsstoffen en dragen daarnaast direct bij aan de ophoping van organisch materiaal.

Naast koolstoflimitatie is ook droogval een belangrijk mechanisme dat de successiesnelheid in voedselarme wateren remt. Bij droogval wordt fosfaat gebonden aan ijzer, nemen de stikstofverliezen naar de lucht toe, klinken sliblagen in en wordt het organische materiaal versneld omgezet in koolzuur dat naar de lucht verdwijnt. Op nooit droogvallende plekken met een uitgebreide isoetidenvegetatie vindt een soortgelijke oxidatie plaats door de isoetiden zelf, doordat zij met hun wortelsysteem de bodem voorzien van zuurstof. Ondergedoken begroeiingen met isoetiden zijn daarom essentieel voor het handhaven van een voedselarme bodem en een koolstof gelimiteerde waterlaag in vennen.

In het halfnatuurlijke heidelandschap remde het menselijk gebruik de successiesnelheid. Het kort houden van de omringende vegetatie beperkte de bladinwaai. Maaien en/of begrazen van oevers hield de helofyten onder de duim. Uit het ven werd veenmos of slib gewonnen. Droogvallende vennen werden verder verschaald door ze als akker te gebruiken. En in veel vennen werd de successie periodiek terug gezet door turfwinning en plaggen (Arts e.a., 1988).



Afbeelding 1.1: Relatieve snelheid van de verlanding in de voornaamste ventypen. Afhankelijke van de vorm, grootte, diepte en het type ven kan het enkele tientallen tot enkele honderden jaren duren voordat een ven verland.

Zuur ven

Zure vennen die geen aanvoer van of contact met grondwater kennen, en waar de inzijging niet voor vrijwel 100% wordt voorkomen door sterk waterkerende lagen in de ondergrond, hebben een vrij sterk fluctuerend waterpeil. Groei van waterplanten beperkt zich meestal tot wat knolrus (*Juncus bulbosus*), waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*) en geoord veenmos (*S. denticulatum*). De fauna wordt gedomineerd door libellenlarven en waterkevers; amfibieën zijn vanwege het zure karakter weinig talrijk.

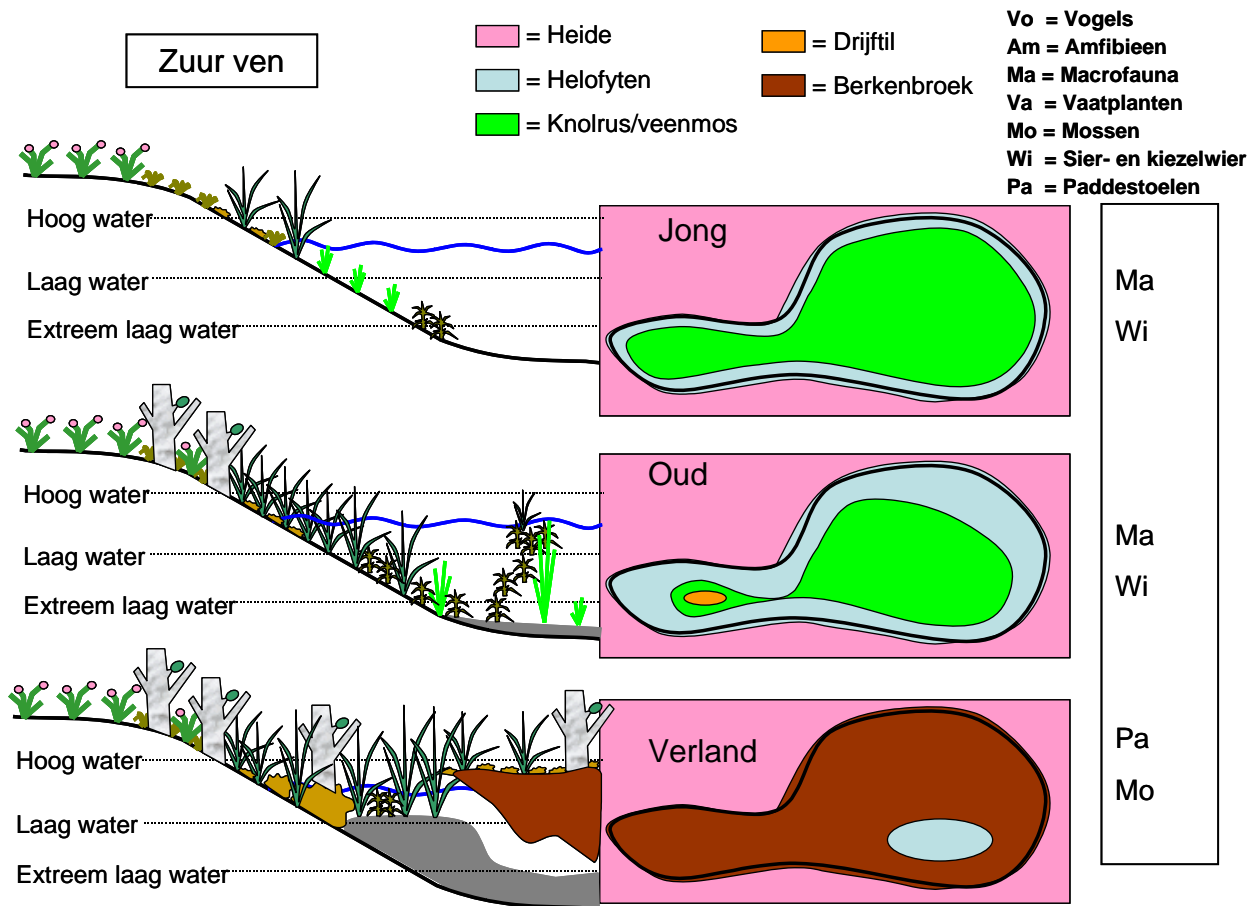
De zure omstandigheden en het wisselende peil zorgen voor zeer voedselarme omstandigheden. Hierdoor is de primaire productie en de successiesnelheid lange tijd erg laag (afbeelding 1.1 & 1.2). In een heide-omgeving kunnen dergelijke vennen honderden jaren blijven bestaan zonder verder menselijk ingrijpen. Uiteindelijk groeien zure vennen dicht met lage helofyten zoals veenpluis (*Eriophorum angustifolium*) en snavelzegge (*Carex rostrata*), met daartussen veenmossen. In permanent waterhoudende delen die te diep zijn voor helofyten vindt uiteindelijk accumulatie van organisch materiaal plaats. Wanneer er voldoende kooldioxide en methaan wordt geproduceerd uit dit organisch materiaal, kan de verlanding ook via drijftilvorming verlopen.

Dit ventype is niet erg gevoelig voor verzuring, want reeds zuur. Er vinden als gevolg van atmosferische zuur- en stikstofdepositie wel belangrijke veranderingen plaats. Zo vindt er ophoping plaats van ammonium, waardoor bijvoorbeeld knolrus (*Juncus bulbosus*) en pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) harder kunnen groeien. Ook wijzigt de samenstelling van de kiezelwierenflora, deels als gevolg van de stikstofaanvoer, maar waarschijnlijk ook als gevolg van de zuurdepositie.

Baggeren in zure vennen is voor zover bekend een weinig zinvolle maatregel. In dergelijke vennen komen geen waterplanten voor die hier positief op zullen reageren en ook de macrofaunagemeenschappen zijn zelden soortenrijk. Ook vindt er nauwelijke verbetering van de waterkwaliteit plaats en wordt de verzuring eerder versterkt omdat met het slib een groot deel van de resterende voorraad basische kationen wordt verwijderd. Wel kan het zinvol zijn om de oevers te baggeren of plaggen. Dit om natte heide en vegetaties met veenmossen en zuurtolerante helofyten te herstellen.

Ondanks dat baggeren in zure vennen weinig zinvol is, is deze maatregel vooral rond 1990 in een verrassend groot aantal vennen toegepast (van der Burgh & Brouwer, 1993). Zo bleek tijdens een inventarisatie in 1994 in Noord-Brabant dat van de 25 onderzochte, opgeschoonde vennen er 21 zuur waren na uitvoering en dat karakteristieke venplanten hier niet terugkeerden (van Beers, 1996). Een aanzienlijk deel van deze vennen was ook van oorsprong al zuur.

Vanwege het beperkte nut van het baggeren van dit type ven en ook vanwege een gebrek aan goed gevolgde vennen, is dit type verder weinig betrokken in de evaluatie.

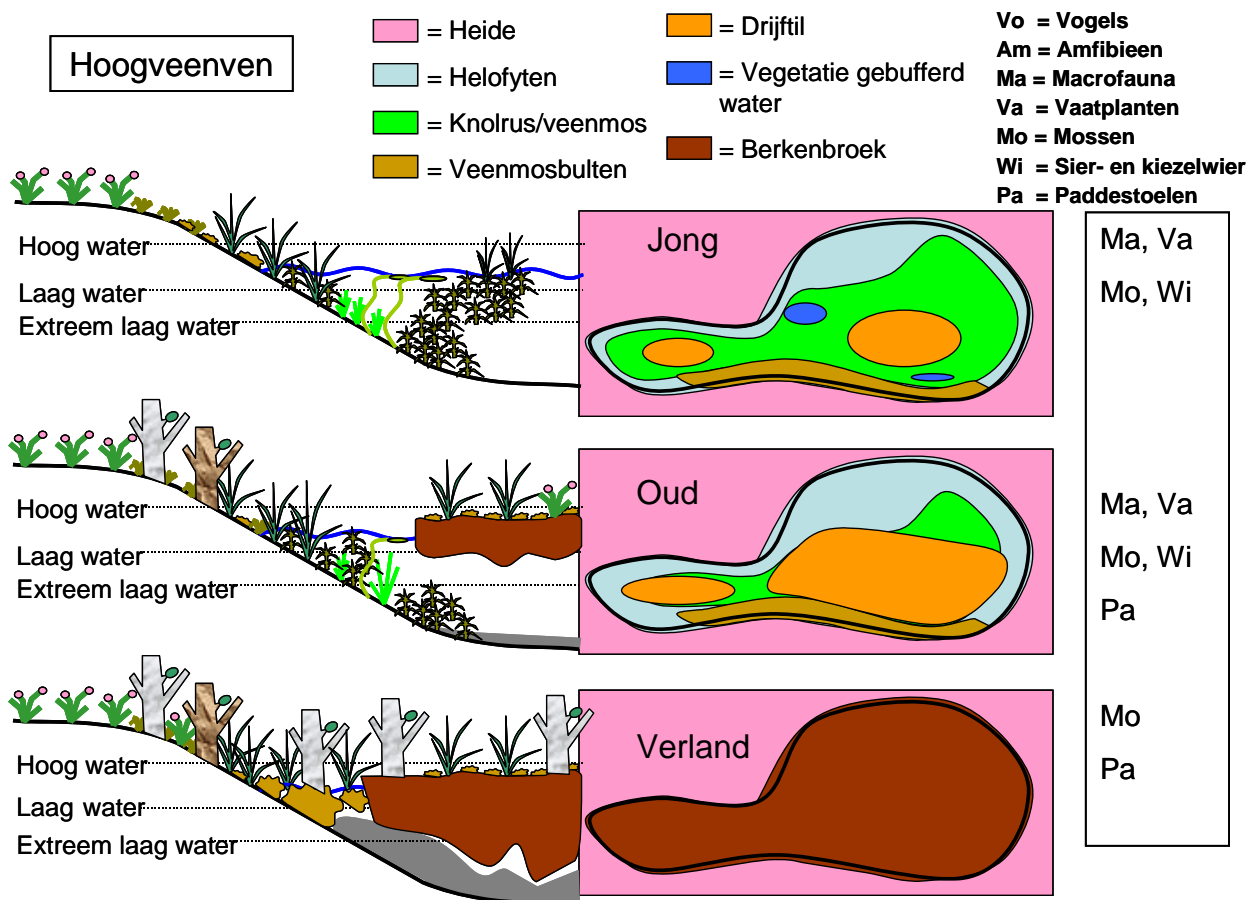


Afbeelding 1.2: Impressie van de successie in zure, koolstofgelimiteerde vennen en de belangrijkste natuurwaarden in de diverse stadia. Uitgegaan is van een ven in het oorspronkelijke, halfnatuurlijke heidellandschap.

Hoogveenven

Hoogveenvennen worden hier opgevat als vennen met een vrij stabiel waterpeil, waarvan de belangrijkste natuurwaarde gelegen is in door veenmossen gedomineerde vegetaties. Dit kunnen zowel oeverbegroeiingen als drijftillen zijn. De waterlaag is meestal zuur, maar kan ook zwak gebufferd zijn waardoor er voor flora en fauna waardevolle contactmilieus ontstaan. Vrijwel altijd is er sprake van contact met gebufferd grondwater of aanvoer van oppervlakkig, zwak tot niet gebufferd grondwater. Een geringe buffering in de bodem leidt tot methaanproductie, dat de drijftilvorming stimuleert. Aanvoer van kooldioxide stimuleert de veenmosgroei, zowel op het land als in het water.

De ontbrekende koolstoflimitatie betekent ook dat de successiesnelheid in hoogveenvennen gemiddeld hoger is dan in zure vennen (afbeelding 1.1 & 1.3). Hoogveenvennen zijn in het verleden vaak meerdere malen uitgeveend ten behoeve van de turfwinning, waarna weer veengroei op gang gekomen is. In het cultuurlandschap zijn het dus vennen die alleen kunnen voortbestaan bij periodieke of gefaseerde uitvening.

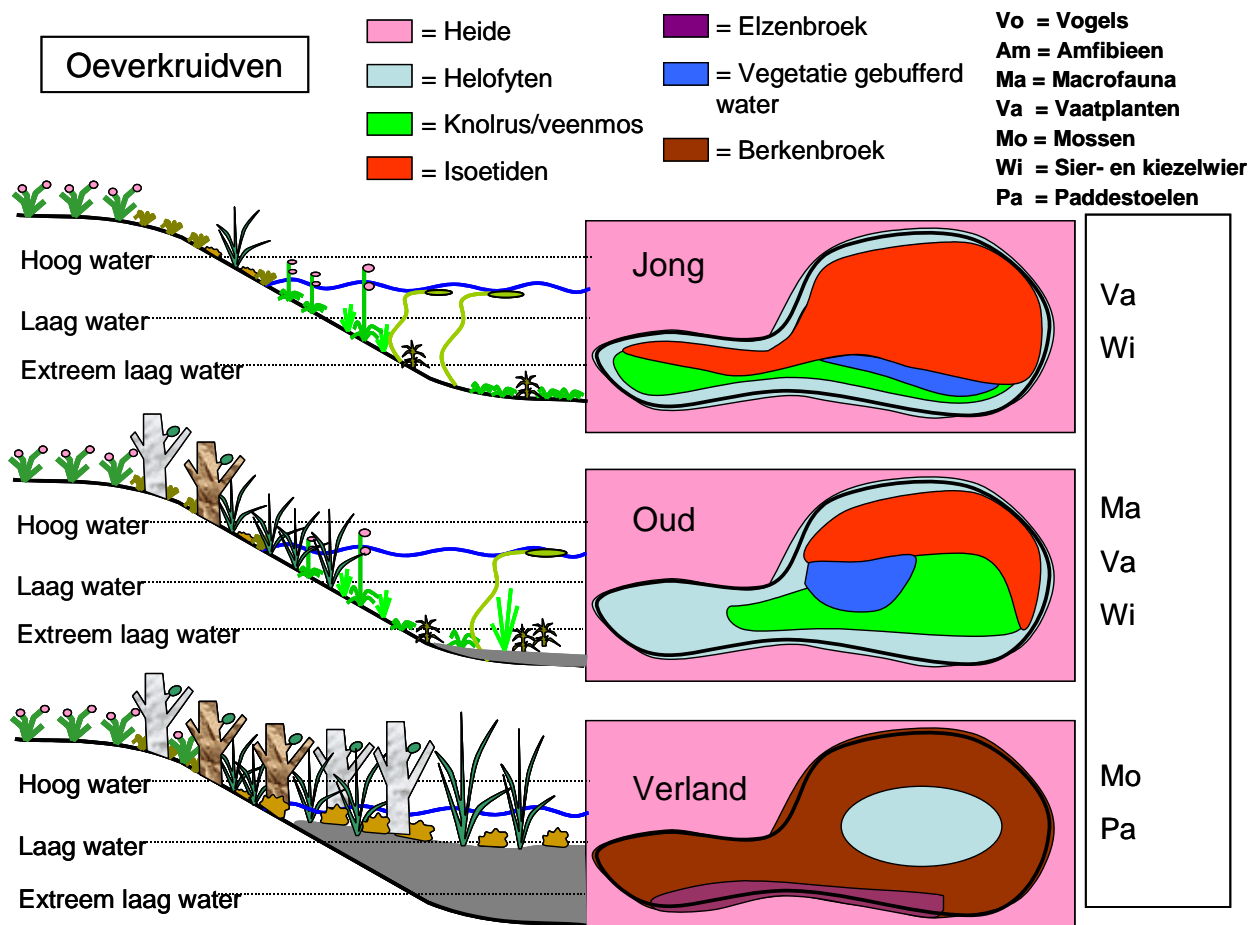


Afbeelding 1.3: Impressie van de successie in hoogveenvennen en de belangrijkste natuurwaarden in de diverse stadia. Uitgegaan is van een ven in het oorspronkelijke, halfnatuurlijke heidelandschap.

Oeverkruidven

Oeverkruidvennen hebben een zwak gebufferde waterlaag die zeer arm is aan kooldioxide, waardoor vooral waterplanten met een isoetide groeivorm kunnen overleven; rozetvormende waterplanten met een sterk ontwikkeld wortelstelsel. De bekendste soorten zijn oeverkruid (*Littorella uniflora*) en waterlobelia (*Lobelia dortmanna*). Deze isoetiden hebben een grote invloed op hun omgeving, die ongeveer gelijk is aan het effect van regelmatig droogvallen van de venbodem. Ze pompen zuurstof in de bodem. Opgelost fosfaat bindt aan ijzer, waardoor de fosfaatbeschikbaarheid laag is, en er geen nalevering van fosfaat aan de waterlaag optreedt. De stikstofverliezen zijn groot omdat er zowel een geoxideerde toplaag als een gereduceerde onderlaag aanwezig is in het sediment; deze zijn nodig om nitrificatie en vervolgens denitrificatie mogelijk te maken. Ook wordt organisch materiaal snel afgebroken en vindt geen slibvorming plaats.

Oeverkruidvennen zijn gelegen op een niet geheel zure bodem, bijvoorbeeld leem, of worden deels gevoed door gebufferd grond- of oppervlaktewater. Ze zijn dus in principe iets rijker aan voedingsstoffen dan zure vennen, maar door de verarmende werking van de isoetiden wordt dit verschil opgeheven. Het zijn merendeels grote vennen, die aan de luwe kant enige slibophoping kennen, maar waar de isoetidenbegroeiing aan de windkant door golfslag, koolstoflimitatie en voedselarmoede honderden tot misschien wel duizenden jaren stabiel kan blijven (afbeelding 1.1 & 1.4).

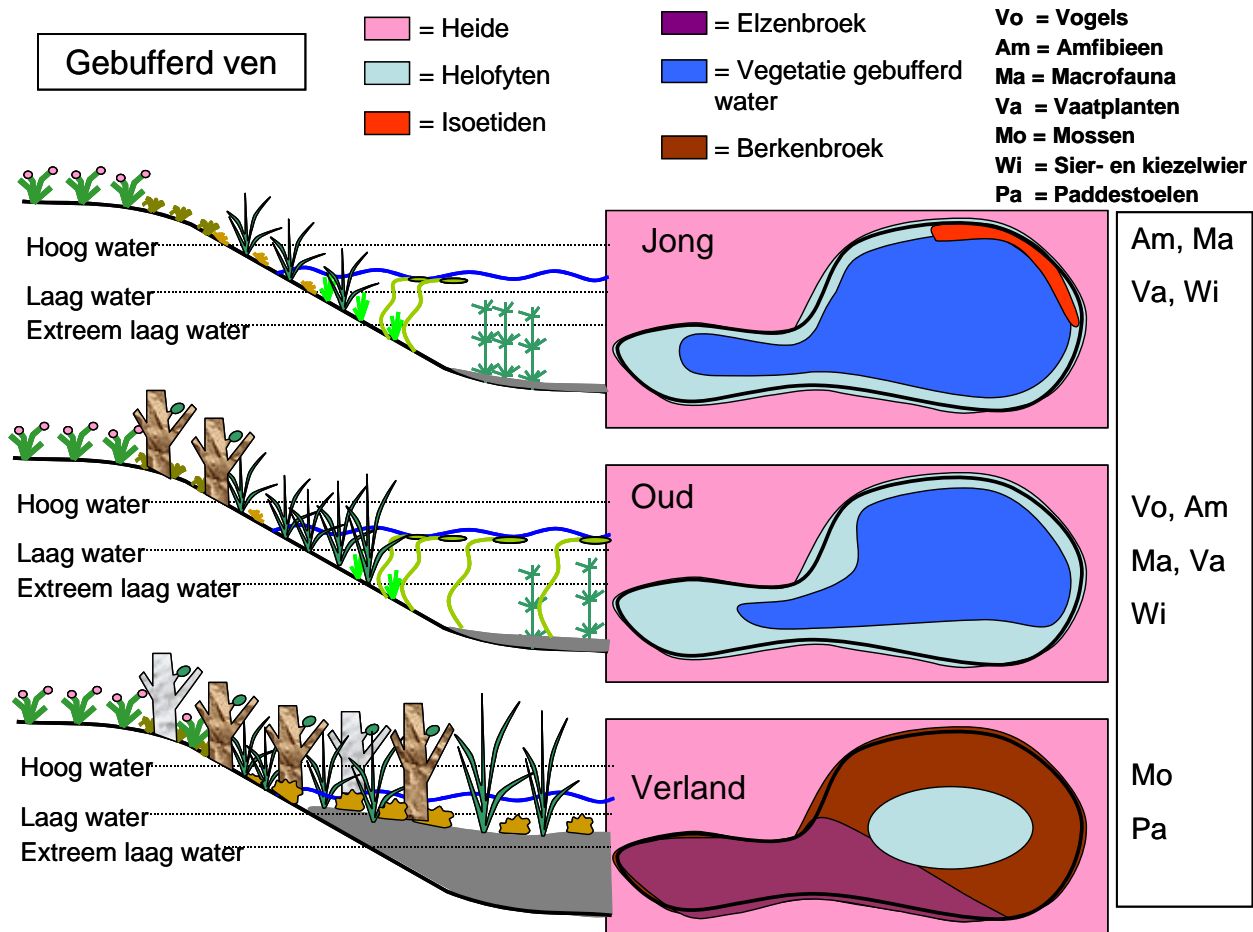


Afbeelding 1.4: Impressie van de successie in oeverkruidvennen en de belangrijkste natuurwaarden in de diverse stadia. Uitgegaan is van een ven in het oorspronkelijke, halfnatuurlijke heideland.

Gebufferd ven

Zwak gebufferde vennen die minder arm aan kooldioxide zijn, worden gedomineerd door waterplanten die gespecialiseerd zijn in het opnemen van lage concentraties kooldioxide uit de waterlaag. Het kooldioxide is meestal afkomstig uit de aanvoer van grondwater, dat tevens de bron van buffering is. Het grondwater heeft vaak een wat langere weg door de bodem afgelegd dan bij zure vennen en hoogveenvennen, waardoor niet alleen meer bufferstoffen zijn opgelost, maar ook meer voedingsstoffen en ijzer. Het ijzer zorgt ervoor dat fosfaat neerslaat in de onderwaterbodem. De waterplanten halen hun voedingsstoffen daarom voornamelijk uit het sediment.

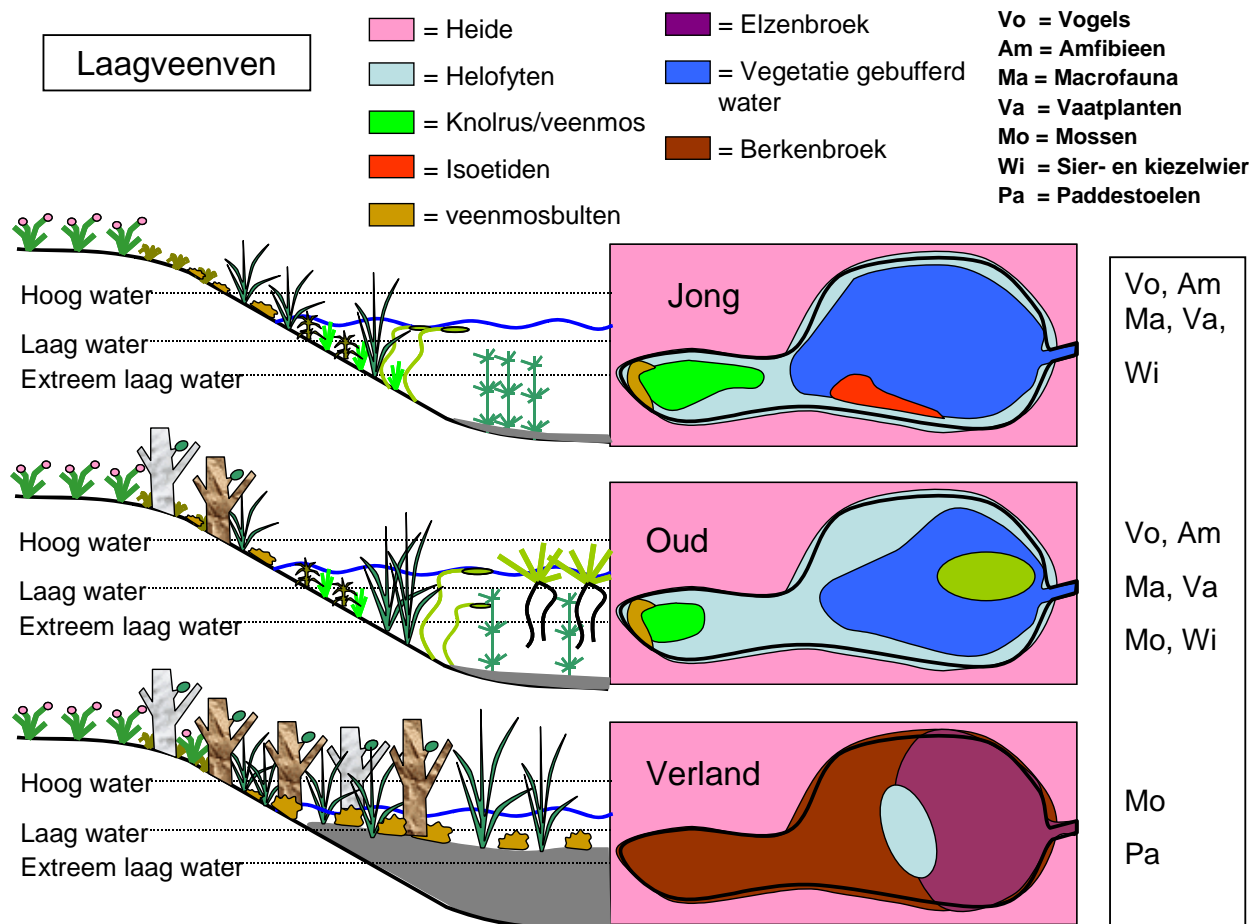
Door de minder sterke koolstoflimitatie en het ontbreken van isoetidenvegetaties met een verschromelende werking zijn gebufferde vennen meestal productiever dan Oeverkruidvennen (afbeelding 1.1 & 1.5). Het zijn vennen die afhankelijk zijn van geregeld ingrijpen door de mens, bijvoorbeeld drooglegging, gebruik als ijsbaan, baggerwinning en zelfs graanteelt. Aan de andere kant zijn het vaak ook soortenrijke systemen. Op kale, droogvallende oevers kunnen bijzondere dwergbiezengemeenschappen voorkomen.



Afbeelding 1.5: Impressie van de successie in gebufferde vennen en de belangrijkste natuurwaarden in de diverse stadia. Uitgegaan is van een ven in het oorspronkelijke, halfnatuurlijke heidelandschap.

Laagveenven

De meest soortenrijke vennen zijn de vennen waarin zich een gradiënt van voedselarm, zuur water naar matig voedselrijk en tamelijk hard water bevindt. Deze zijn vrijwel zonder uitzondering ontstaan door toedoen van de mens. Matig voedselrijk en matig hard water vanuit beekdalen of vanuit landbouwsystemen werd ingelaten in een zuur en voedselarm heidesysteem. Aan de gebufferde kant domineerden laagveenachtige vegetaties met o.a. krabbescheer (*Stratiotes aloides*) en rietvelden (afbeelding 1.6). Aan de zure kant kwamen hoogveenvegetaties voor. Daar tussenin was ruimte voor o.a. trilvenen, isoetidenvelden en vegetaties van gebufferde vennen.



Afbeelding 1.6: Impressie van de successie in laagveenvennen en de belangrijkste natuurwaarden in de diverse stadia. Uitgegaan is van een ven in het oorspronkelijke, halfnatuurlijke heidelandschap.

Duinplas

Duinplassen bevatten meestal tamelijk hard tot hard water, alleen in de sterkst ontkalkte delen van de duinen in het Waddendistrict komen enkele zwak gebufferde tot zure duinplassen voor. Ze ontstaan van nature door stijging van de waterspiegel in aangroeiende duinen (verdrinking van vochtige duinvalleien). Op sommige plekken zijn in bomkraters duinpoelen aanwezig of zijn duinpoelen ontstaan als veedrinkpoel, door het lokaal uitdiepen van duinvalleien. Kalkrijk en voedselarm water komt in Nederland vrijwel alleen voor in duinplassen en dergelijke plassen kennen dan ook een voor Nederland unieke vegetatie met o.a. weegbreefonteinkruid (*Potamogeton coloratus*) en kranswieren. Grotere duinplassen met kalkarmer water worden vaak gedomineerd door isoetiden. Kleinere plassen worden vaak gedomineerd door soorten van gebufferde vennen.

Vooral de kalkrijkere duinplassen kennen een tamelijk hoge successiesnelheid. Helofyten zoals riet (*Phragmites australis*) en lisdodde (*Typha* spp.) kunnen binnen enkele tientallen jaren de verlanding voltooien, zeker in de kleinere plasjes en poelen. Deze successie wordt voorkomen door begrazing of maaien. Het ontstaan van nieuwe duinvallen is sinds de vastlegging van onze kust een zeldzaamheid geworden.

1.2 Vennen in de verdrinking

Na het verdwijnen van het natuurlijke landschap met de toenemende invloed van de mens is uiteindelijk ook het plaatsvervangende, halfnatuurlijke landschap verdwenen. Daarvoor in de plaats is een strakke tweedeling gekomen tussen natuurgebieden en door de mens gebruikte terreinen. De referentie voor het huidige functioneren van vennen is echter het functioneren in het halfnatuurlijke landschap gebleven. Dat betekent dus dat vennen een levensduur hebben van enkele tientallen tot vele honderden jaren en dat incidenteel tot regelmatig ingrijpen door de mens noodzakelijk is om de diverse successiestadia blijvend in het landschap aanwezig te laten zijn. Venherstel moet bijdragen aan het behoud van deze diversiteit aan successiestadia.

Venherstel moet echter zowel bijdragen aan het behoud van de diverse successiestadia die kenmerkend zijn voor vennen als aan herstel van de kwaliteit van deze stadia. In het vervolg zal het succes van herstelmaatregelen daarom worden afgemeten aan de mate waarin het gelukt is om de voor het ventype karakteristieke successie weer op gang te krijgen.

Door de intensivering van het landgebruik buiten de natuurgebieden, kwam de natuur ook in de natuurgebieden steeds meer onder druk te staan, denk maar aan bekende ver-thema's als vermesting, verzuring, verdroging en versnippering. De regeling OBN (Overlevingsplan Bos en Natuur, tegenwoordig Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit) is primair opgericht om de gevolgen van deze invloeden van buitenaf zo veel mogelijk te neutraliseren.

In dit rapport wordt niet uitgebreid ingegaan op alle oorzaken voor de achteruitgang van levensgemeenschappen in vennen. De belangrijkste worden hieronder kort genoemd:

- Zwaveldepositie: in de periode 1960-1990 veroorzaakte zwaveldepositie verzuring van inzigggebieden. In de vennen vond een sterke ophoping (pyrietvorming) plaats, waardoor in natte perioden alkalinisatie optrad en in droge perioden verzuring. Waarschijnlijk heeft de depositie ook bijgedragen aan het verdwijnen van drijftillen in vennen, doordat zwavelreducerende bacteriën de competitie om organisch materiaal winnen van methaanproducerende bacteriën.
- Stikstofdepositie: vooral na 1970 heeft aanvoer van stikstof uit de lucht geleid tot vermesting en tot verzuring. Vooral de combinatie met een hoge zwaveldepositie, in de vorm van ammoniumsulfaat, was zeer schadelijk. Recent is de depositie iets afgenomen en vindt relatief meer depositie van het minder schadelijke ammoniumnitraat plaats.
- Verzuring: In van oorsprong zwak gebufferde vennen leidde stikstof- en zwaveldepositie tot verzuring. Een deel van de flora en fauna verdween als direct gevolg van deze verzuring. Een ander effect was dat het nog aanwezige bicarbonaat versneld werd omgezet in kooldioxide. In verzurende vennen kon hierdoor een explosieve groei van Knolrus en soms ook veenmossen of vensikkelmos (*Warnstorfia fluitans*) optreden. Na het uitputten van de voorraad bicarbonaat zijn deze dichte vegetaties ingestort, waardoor een sliblaag is gevormd. In eenmaal verzuurde wateren verloopt de afbraak langzaam, waardoor zich vervolgens vooral grover organisch materiaal heeft opgehoopt. Verzuring heeft in gebufferde vennen dus sterk bijgedragen aan de vorming van de sliblaag.

- Verdroging: verdroging leidt tot kleinere vennen en tot minder aanvoer van grondwater. Hierdoor neemt de aanvoer van buffering, ijzer en koolzuur af en waterstanden kunnen sterker gaan fluctueren.
- Ontginning: in het verleden zijn veel vennen gedempt of totaal ontwaterd.
- Verbosning: aanplant van bos heeft een negatieve invloed op de kwaliteit en kwantiteit van toestromend grondwater. Bladinwaai zorgt voor vermesting en voor accumulatie van organisch materiaal.
- Vermesting oppervlaktewater: aanvoer van voedingsstoffen leidt tot het verdwijnen van oligotrafente levensgemeenschappen en een versnelde verlanding. Indien ook zwavel wordt aangevoerd wordt de drijftilvorming belemmerd en kunnen giftige sulfiden vrijkomen.
- Alkalinisatie: een te hoge buffering leidt tot versnelde afbraak van organisch materiaal en dus interne eutrofiering. Ook kunnen plantensoorten van hard water gaan domineren.
- Achterstallig beheer: met de gedachte dat vennen en duinplassen nog natuurlijk functionerende systemen zijn, is er soms erg weinig beheer gepleegd en zijn vooral jongere successiestadia verdwenen.

Een complex probleem vormt de ophoping van grote hoeveelheden zwavel in de bodems van sommige vennen. Deels is dit een erfenis van de hoge zwaveldepositie in het recente verleden. In veel gevallen gaat het echter om vennen die sulfaatrijk grondwater ontvangen. Op veel plekken in de ondergrond wordt tegenwoordig anaeroob zwavel (bv. ijzersulfide) omgezet in sulfaat als gevolg van verdroging of nitraatuitspoeling. Dit sulfaat lost makkelijk op en bereikt zodoende ook vennen. De aanvoer en reductie van grote hoeveelheden sulfaat leiden aanvankelijk tot eutrofiering en alkalinisatie. Bij droogval vindt juist het omgekeerde plaats: oligotrofiering en extreme verzuring. Het is daarom ook moeilijk om dit type ven in te delen; perioden met dominantie van knolrus kunnen afwisselen met uitbreiding van typische zachtwatersoorten of algenbloei. Tijdens perioden met sterke verzuring, of juist tijdens perioden met veel sulfaatreductie en hierdoor sulfidevorming, kunnen helofyten afsterven. Vaak is de bodem venig en vindt veenafbraak plaats in de bodem. Wateren van verschillende typen kunnen door deze zwavelproblematiek worden getroffen. Bijvoorbeeld de duinplas van Hunenplak op Terschelling, waar periodiek veel riet afsterft. Maar ook zwak gebufferde vennen zoals het Rozenven in West-Brabant en de Venkoelen bij Venlo (Smolders e.a., 2004). Ook kunnen hoogveenvennen trekjes van zwak gebufferde vennen gaan krijgen, zoals het Moseven bij Hoogerheide (Verbeek e.a., 2006).

1.3 Herstelmaatregelen in de periode 1985-1997

Rond 1950 werd in sommige vennen in natuurgebieden een achteruitgang van de vegetatie geconstateerd. In onder andere de Bergvennen en de centrale Oisterwijkse vennen is toen het opgehoopte slib uit de vennen verwijderd en is de inlaat van water stopgezet. Verzuring van vennen was destijds een nog niet herkend probleem, waardoor het herstel van deze vennen van korte duur was.

Nadat het probleem van verzuring rond 1980 ook in Nederlandse vennen breed herkend werd, zijn de herstelmaatregelen hierop aangepast. Bij herstel van het Beuven, in de winter van 1985/1986, is de combinatie van slib verwijderen met inlaat van voorgezuiverd, gebufferd oppervlaktewater toegepast. Deze combinatie bleek in ieder geval op de kortere termijn succesvol. In 1989 is de regeling EGM opgestart en dankzij de opgedane ervaringen konden meteen ook veel vennen hersteld worden. Deze herstelmaatregelen hebben zich vooral gericht op de bestrijding van de gevolgen van verdroging, verzuring en vermesting (tabel 1.1).

Tabel 1.1: Herstelmaatregelen die in vennen genomen zijn en die in deze studie geëvalueerd worden.

Maatregelen tegen verdroging

Meer water vasthouden in het ven of in de omgeving van het ven
Beperking verdamping in het inzigtgebied (bv. kappen naaldbos)

Maatregelen tegen verzuring

Inlaat van gebufferd grond- of oppervlaktewater
Bekalken van opgeschoonde vennen
Bekalken van geplagde inzigtgebieden van vennen

Maatregelen tegen vermesting (en alkalinisering)

Verwijderen van slib
Plaggen van oevers
Verwijderen van bos op oevers
Beperking van de inlaat van gebiedsvreemd water

1.4 Ontwikkelingen in de eerste vijf jaar na herstel

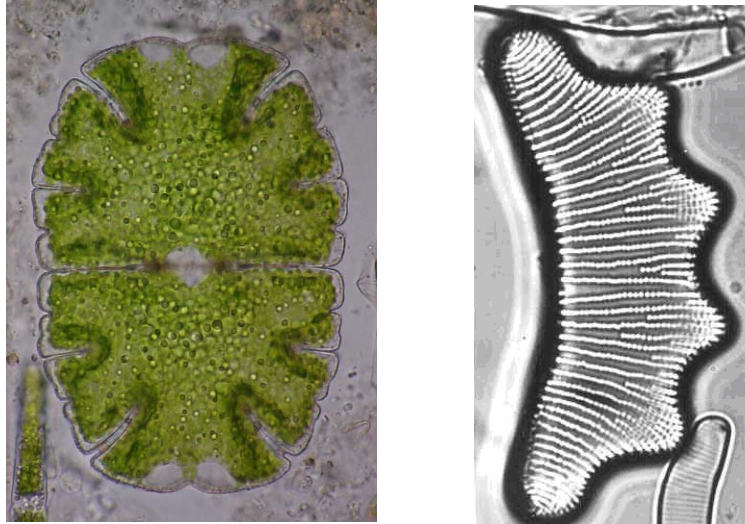
Veel van de vennen die in de voorliggende studie bekeken zijn, zijn in de eerste vijf jaar na het nemen van herstelmaatregelen vrij intensief gevolgd (Bellemakers e.a., 1993, Brouwer e.a., 1996, 2000). De belangrijkste conclusies na 5 jaar waren de volgende:

- Vooral vennen met een dikke sliblaag bezitten een vrij grote zaadbank met lang levende zaden. Deze zaden kiemen massaal in het eerste jaar na tijdelijke drooglegging en verwijdering van de sliblaag.
- De mate waarin karakteristieke vegetaties zich vervolgens kunnen handhaven is sterk afhankelijk van de mate waarin gunstige abiotische condities hersteld zijn.
- Vennen en duinplassen die vermest en niet verzuringsgevoelig zijn, kennen een gunstige ontwikkeling indien alle bronnen voor hernieuwde vermessing voldoende zijn bestreden. Hernieuwde vermessing vindt plaats bij overmatige bladinwaai, onvoldoende peilfluctuatie en onderlopen van niet opgeschoonde oevers tijdens hoogwater.
- De vegetatie van verzuurde en verzuringsgevoelige vennen kan zich alleen handhaven indien extra maatregelen genomen zijn tegen verzuring.
- Bekalken van opgeschoonde vennen leidt tot sterke bruinkleuring van het water en tot versterkte groei van pitrus (*Juncus effusus*) op de oevers. Wel wordt het water weer voldoende gebufferd.
- Bekalken van het inziggebied leidt tot enige buffering, maar sterke bruinkleuring van het water blijft achterwege. Ook is er geen merkbaar nadelig effect op de bekalkte delen. De maatregel is nog niet toegepast in niet opgeschoonde vennen.
- Door middel van inlaat van gebufferd water kan de mate van buffering in vennen vrij nauwkeurig worden geregeld. Met name isoetidenvegetaties reageren zeer positief op waterinlaat.

1.5 Verbreding van het OBN-onderzoek: micro-algen en macrofauna

Tot nu toe is er bij het evalueren van herstelmaatregelen in vennen voornamelijk gebruik gemaakt van het effect op de vegetatie of de macrofyten (Brouwer e.a. 2001, Roelofs e.a. 2002, Roelofs 2003). Het gaat hier slechts om een zeer beperkt aantal soorten, voornamelijk uit het oeverkruidverbond (Littorellion). Naast de begroeiing van de vennen en duinplassen, met de met het blote oog zichtbare planten, is ook de microscopische plantenwereld van belang. Uit onderzoek dat hiernaar door diverse onderzoekers al bijna een eeuw lang wordt verricht blijkt dat de Nederlandse zwakgebufferde wateren bijzonder rijk zijn aan microscopische algen, voornamelijk sialgen (desmidiaceën) en kiezelwieren (diatomeeën). Door het hogere aantal soorten geven zij vaak veel meer informatie over de waterkwaliteit dan 'gewone' (hogere) planten en mossen. Op één plek komen vaak tientallen algensoorten voor, tegenover een handvol macrofytensoorten. Terwijl de macrofyten het herstel nog niet indiceren doen de algen dit vaak al wel. Aan de andere kant is de indicatieve waarde van sommige soorten nog onvoldoende bekend en is er vooral een directe relatie met de waterlaag. De indicatieve waarde van hogere planten en algen vullen elkaar goed aan.

Sialgen vormen een groep van microscopisch kleine, eencellige groenwieren, waarvan de vaak fascinerende vormen de interesse opwekken van menig beginnend microscopist. Ze hebben een opvallende, symmetrische celvorm en trekken onder het microscoop direct de aandacht door hun, voor eencelligen, forse formaat, heldergroen kleur en gracieuze vorm (Afbeelding 1.7). Sialgen, waarvan in Nederland zo'n 450 soorten zijn beschreven, staan voorts bekend om hun hoge milieueisen, waardoor ze zich goed lenen als indicatoren met betrekking tot onder meer zuurgraad, voedselrijkdom en milieustabiliteit (Coesel & Meesters 2007).



Afbelding 1.7 (links): Sterk vergrote afbeelding van de sialg Micrasterias jenneri (foto Henk Schulp).

Afbelding 1.8 (rechts): Sterk vergrote afbeelding van het kiezelwier Eunotia tetraodon (foto Adrienne Mertens, Grontmij |

Sommige vennen zijn traditioneel rijke vindplaatsen van sialgen, zoals de Oisterwijkse vennen en de vennen bij Dwingeloo (Heimans 1925, Beijerinck 1926, Coesel e.a. 1978). De meeste soorten zijn slechts aan te treffen in niet-verontreinigde, (matig) voedselarme habitats. In het bijzonder standplaatsen gekenmerkt door gradiëntsituaties, zoals bepaalde typen vennen en trilvenen, herbergen vaak een verrassende verscheidenheid aan interessante soorten. Door de uiteenlopende, sterk soortgebonden ecologische eisen lenen sialgen zich bij uitstek voor een verfijnde karakterisering van aquatische milieutypen en voor het toekennen van natuurwaarden. Door verzuring, vermesting en verdroging zijn de sialgen de laatste eeuw sterk achteruit gegaan. Voor het bepalen van de natuurwaarde op grond van de analysesresultaten is een methode beschikbaar (Coesel 1998a, Coesel & Meesters 2007).

Evenals de sialgen zijn kiezelwieren een groep van microscopisch kleine, eencellige wieren. Ze zijn meestal geelbruin door de aanwezigheid van kleurstoffen in de cellen. De sterkste ontwikkeling is in het voorjaar en de grote kolonies van cellen zijn dan vaak met het blote oog zichtbaar. De celwanden bestaan uit kiezel en zijn vaak fraai gevormd en versierd (Afbelding 1.8). Elke celwand bestaat uit twee schalen, die als dekseltje en doosje in elkaar passen. In tegenstelling tot de sialgen komen de kiezelwieren in allerlei watertypen voor. In het Nederlandse zoete en zwak brakke water zijn thans bijna duizend soorten gevonden. In het algemeen stellen de kiezelwieren minder hoge eisen aan het milieu dan de sialgen, maar voor een beperkt aantal soorten is dit wel het geval. Hun indicatieve eigenschappen voor o.a. zoutgehalte, zuurgraad, voedselrijkdom, zuurstofhuishouding en mate van droogval zijn in verhouding goed bekend (Van Dam e.a. 1994a). Evenals dat bij de sialgen het geval is zijn deze soorten door verzuring, vermesting en verdroging de laatste eeuw sterk achteruit gegaan.

Doordat de kiezelwieren ook fossiel in boorkernen voorkomen is er ook een referentie van de periode voor de grote heide-ontginningen en verzuring (o.a. Van Dam e.a. 1988). Verzuring en vermesting hebben de oorspronkelijke kiezelwierenflora van vennen diepgaand beïnvloed. Door reductie van atmosferische depositie is er ook weer herstel opgetreden, hoewel de meest kritische soorten nog steeds schaars zijn (bijv. Van Dam & Mertens 2004).

In dit onderzoekproject worden van zoveel mogelijk locaties de veranderingen in de kiezelwierenflora en de daaraan ten grondslag liggende oorzaken beschreven. Van deze locaties zijn betrekkelijk veel gegevens (digitaal) beschikbaar. Hiernaast wordt aandacht gegeven aan de

veranderingen in de sieraalgenflora, op grond van door derden verzamelde gegevens.

Meer aandacht voor de fauna van vennen en duinplassen

Vennen en duinplassen zijn voor veel gewervelde dieren van belang als bijvoorbeeld rust-, foerageer- of broedgebied. Daarnaast maken de meeste soorten gebruik van andere terreindelen, zoals aangrenzende heide, bos of grasland, of zijn ze slechts een deel van het jaar op de vennen en duinplassen aanwezig. Het is dan moeilijk om de effecten van een veranderde omgeving los te zien van gevolgen van veranderingen in het water. Niettemin kunnen de bestaande monitoringsgegevens belangrijke informatie verschaffen en zijn deze dan ook zo veel mogelijk bij de evaluatie worden betrokken.

Het grootste deel van de fauna van vennen en duinplassen bestaat echter uit aquatische ongewervelden. Hieronder bevinden zich ook vele karakteristieke soorten en de meeste soorten hebben een veel striktere binding met de wateren dan gewervelden. Verzuring, vermesting en verdroging hebben geleid tot de achteruitgang en het verdwijnen van veel van deze soorten (Leuven, 1988) en veel van hen zijn tegenwoordig bedreigd.

Herstel van faunadiversiteit vormt een belangrijke pijler in het onderhavige onderzoek, omdat er verschillende mogelijke barrières zijn die herstel van faunagemeenschappen kunnen frustreren. Zoals tijdens onderzoek in hoogvenen is gebleken, gaat herstel van een karakteristieke vegetatie niet per definitie gepaard met een toename van karakteristieke diersoorten (Van Duinen et al., 2003). In hoeverre dit ook van toepassing is bij het herstel van vennen en duinplassen is onbekend. Herstel kan door de grote schaal en intensiteit waarop maatregelen worden uitgevoerd op korte termijn leiden tot een verdere achteruitgang of zelfs het verdwijnen van karakteristieke soorten (Van Kleef et al., 2006). Het is dan nog maar de vraag of karakteristieke soorten na herstel van de juiste condities de herstelde wateren kunnen bereiken. Tenslotte kunnen herstelmaatregelen ook onvoorziene neveneffecten hebben, zoals het faciliteren van exotische soorten als de zonnebaars (Van Kleef et al., 2008) welke via predatie herstel van faunagemeenschappen verhinderen.

1.6 Stand van zaken na ongeveer 15 jaar

Voorliggende studie wil een antwoord geven op de vraag wat het effect van de in paragraaf 1.3 genoemde herstelmaatregelen is op de middellange termijn, dat wil zeggen ongeveer 10 tot 20 jaar na herstel. Ten tijde van het herstel is een bepaalde historische en terreinspecifieke situatie veelal als doel gehanteerd. We willen nagaan in hoeverre dit doel is bereikt, in termen van bodem- en waterkwaliteit, flora en fauna. Tevens willen we kijken in hoeverre de voor het ventype karakteristieke successie weer op gang is gekomen. Aan de hand van deze tussenstand hopen we ook een uitspraak te kunnen doen over de vermoedelijke duurzaamheid van de maatregelen, weer in relatie tot de voor het ventype noodzakelijke frequentie van ingrijpen.

De centrale vraag van het onderzoek is de volgende:

Wat is het effect van de in de periode 1985-1995 genomen herstelmaatregelen in vennen en duinplassen op de middellange termijn?

Hierin zijn de volgende aspecten onderscheiden:

- Hoe succesvol zijn de diverse (combinaties van) maatregelen?
- Zijn er regionale verschillen, bijvoorbeeld tussen noord en zuid Nederland?
- Hoe reageren de verschillende ventypen op herstelmaatregelen?
- Wat is de invloed van vervolfbeheer na uitvoering van de herstelmaatregelen?
- Welke soorten reageren positief en welke niet? Waarom?
- Wat is de mate van spontaan herstel als gevolg van emissiereducties?
- Hoe kan de uitvoering van venherstelprojecten worden verbeterd?
- Welke factoren staan een succesvol herstel van vennen en duinplassen in de weg?

De beantwoording van bovenstaande vragen wordt in de conclusies vertaald naar concrete aanbevelingen voor het beheer.

2 Onderzoeksopzet

2.1 Selectie onderzoekslocaties

De centrale vraag van het onderzoek is wat herstelmaatregelen na een periode van 10-25 jaar hebben opgeleverd, in termen van herstel van standplaatscondities en levensgemeenschappen van hogere planten, (macro-)fauna en algenflora. Het antwoord op deze vraag moest worden gespecificeerd naar watertype en type maatregel. De gevonden ontwikkelingen na herstelbeheer zijn vergeleken met de ontwikkelingen in geïsoleerde, niet opgeschoonde vennen. Dit niet alleen met het doel om een betere inschatting te kunnen maken van de resultaten van herstelbeheer, maar tevens om een onderscheid te kunnen maken tussen spontane ontwikkelingen die in vrijwel alle vennen zijn opgetreden en ontwikkelingen die specifiek het gevolg zijn van herstelbeheer.

Voor een goede evaluatie moesten de onderzochte, herstelde wateren aan twee voorwaarden voldoen. Ten eerste moesten de herstelmaatregelen minstens 10 jaar geleden zijn uitgevoerd. Een iets kortere periode is aangehouden voor maatregelen die langer dan tien jaar geleden nog niet of nauwelijks zijn toegepast. Ten tweede moest er voldoende bekend zijn over de uitgangssituatie en de ontwikkelingen op de korte termijn. Dit zowel voor de abiotiek als voor de fauna en de flora. Voor vrijwel geen enkel ven was deze informatie compleet; vooral op het gebied van macrofauna en kiezelwieren en voor niet herstelde vennen ontbrak vaak oudere informatie. Van de wateren met de meest complete informatie zijn er 27 geselecteerd, waaronder ook enkele niet herstelde vennen (zie tabel 2.1).

Naast de 27 intensief bekeken vennen, zijn er ook 20 vennen minder intensief geëvalueerd. Met de extra gegevens kunnen de conclusies een breder draagvlak krijgen; er kunnen betere uitspraken worden gedaan over regionale effecten en effecten per ventype. Het extensieve onderzoek hield in dat de vegetatie op venniveau in kaart werd gebracht. Ook werd de pH bepaald en is er vaak een watermonster genomen. Zowel de intensief te bemonsteren wateren als de wateren die in de quickscan zijn opgenomen, dekken zoveel mogelijk alle relevante regio's in Nederland.

Tabel 2.1: Overzicht van de voor dit onderzoek bezochte vennen.

Naam	Provincie	Type water	Maatregel	Evaluatie
Referentievennen				
Achterste Goorven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Geen	Intensief
Kliplo	Drenthe	Hoogveenven	Geen	Intensief
Gerritsfles	Gelderland	Zuur ven	Geen	Intensief
Kroonpolders	Friesland	Duinplas	Geen	Extensief
Groot Huisven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Geen	Extensief
Diaconieven	Noord-Brabant	Zuur ven	Geen	Extensief
Groot Ganzenven	Noord-Brabant	Zuur ven	Geen	Extensief
Peetersven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Geen	Extensief
Herstelde vennen				
Echternersand	Drenthe	Hoogveenven	Vernatten	Intensief
Diepveen	Drenthe	Hoogveenven	Vernatten	Intensief
Davidspas, noord	Drenthe	Zuur ven	Baggeren	Extensief
Langepoel	Drenthe	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Extensief
Grenspoel	Drenthe	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, boskap	Intensief
Ganzenpoel	Drenthe	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Intensief
Brunstingerplas	Drenthe	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Extensief
Meeuwenpoel	Drenthe	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Extensief
Ronde ven	Overijssel	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Intensief
Pluzenven	Overijssel	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Intensief
Steenhaarplas	Overijssel	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Intensief
De Bieze	Gelderland	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, bekalken in zijgebied	Intensief
Schapedobbe	Friesland	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, bekalken in zijgebied	Intensief
Scherpven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, bekalken	Intensief
Padvinderversen	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, licht bekalken	Extensief
Munven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Bekalken	Extensief
Esschenven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Intensief
Stroothuizen	Overijssel	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren	Extensief
Keyenhurk	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, waterinlaat	Intensief
Rietven	Overijssel	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, waterinlaat	Intensief
Eilandven	Overijssel	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, waterinlaat	Intensief
Voorste Goorven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, waterinlaat	Intensief
Witven	Noord-Brabant	Gebufferd ven, verzuurd	Baggeren, waterinlaat	Intensief
Beuven	Noord-Brabant	Gebufferd ven	Baggeren, waterinlaat	Intensief
Groot Meer, west	Noord-Brabant	Gebufferd ven	Baggeren, waterinlaat	Extensief
Rauwven	Noord-Brabant	Gebufferd ven	Baggeren	Extensief
Broekse wielen	Noord-Brabant	Gebufferd ven	Baggeren	Intensief
De Banen	Limburg	Gebufferd ven	Baggeren	Intensief
Teeselinkven	Gelderland	Gebufferd ven	Baggeren	Extensief
Stelkampsveld	Gelderland	Gebufferd ven	Baggeren	Extensief
Leikeven	Noord-Brabant	Gebufferd ven	Baggeren	Extensief
De Snep	Limburg	Gebufferd ven	Baggeren	Extensief
Venkoelen	Limburg	Ven met zwavelprobleem	Baggeren	Intensief
Badhuiskuil	Friesland	Duinplas	Baggeren	Intensief
Griltjeplak	Friesland	Duinplas	Baggeren	Intensief
Vissenpitje	Zuid-Holland	Duinplas	Baggeren	Intensief
Paddenpoel	Zuid-Holland	Duinplas	Baggeren	Intensief
Pitje v Jan v Louis	Zuid-Holland	Duinplas	Baggeren	Extensief

Tabel 2.1: Vervolg van het overzicht van de voor dit onderzoek bezochte vennen. Voor de evaluatie van de fauna zijn gegevens van enkele extra vennen gebruikt.

Naam	Coördinaten	Jaar herstel	Macrofauna	Microflora	Vegetatie
Referentievennen					
Achterste Goorven	142,8/397,4	nvt	x	x	Kartering
Kliplo	225,9/539,1	nvt	x	x	Kartering
Gerritsfles	184,6/463,7	nvt	x	x	Kartering
Kroonpolders	141,8/598,9	nvt	x		Soortenlijst
Groot Huisven	146,3/398,7	nvt	x		Soortenlijst
Diaconieven	141,7/396,8	nvt	x		Soortenlijst
Groot Ganzenven	146,5/399,2	nvt	x		Soortenlijst
Peetersven	160,6/375,4	nvt	x		Soortenlijst
Herstelde vennen					
Echtenerzand	222,7/526,6	1990	x	x	Kartering
Diepveen	225,9/537,3	+/-1990	x	x	Kartering
Davidspas, noord	221,8/536,0	1995			Soortenlijst
Langepoel	225,2/537,1?	1990			Soortenlijst
Grenspoel	216,1/549,1	1990	x	x	Kartering
Ganzenpoel	216,5/547,3	1990		x	Kartering
Brunstingerplas	227,6/543,4	1990			Soortenlijst
Meeuwenpoel	217,1/548,4?	1990			Soortenlijst
Ronde ven	265,3/494,6	1994	x	x	Kartering
Pluzenvan	264,8/495,0	1994	x	x	Kartering
Steenhaarplas	250,2/464,3	1989	x		Soortenlijst
De Bieze	183,0/472,1	1990			Kartering
Schapedobbe	213,5/552,0	1990	x	x	Kartering
Scherpven	144,1/383,3	1992	x		Kartering
Padvindersven	104,0/393,3	1990	x		Soortenlijst
Munven	168,5/417,4	1987	x		Soortenlijst
Esschenven	142,7/397,9	1996	x	x	Kartering
Oortven	268,8/488,2	1990	x		Soortenlijst
Keyenhurk	144,5/383,3	1992	x	x	Kartering
Rietven	265,1/494,4	1994	x	x	Kartering
Eilandven	265,1/494,8	1994	x	x	Kartering
Voorste Goorven	142,5/397,4	1996	x	x	Kartering
Witven	142,7/397,7	1996	x	x	Kartering
Beuven	173,0/379,0	1986	x	x	Kartering
Groot Meer, west	84,7/380,2	1995			Soortenlijst
Rauwven	171,8/399,5	1992			Soortenlijst
Broekse wielen	181,1/415,7	1991	x	x	Kartering
De Banen	183,7/364,6	1993	x	x	Kartering
Teeselinkven	241,3/463,9	1982/'89/'99	x		Soortenlijst
Stelkampsveld	229,8/459,4	1984	x		Soortenlijst
Leikeven	130,7/402,4	1993	x		Soortenlijst
De Snep	191,8/371,1	1994	x		Soortenlijst
Venkoelen	210,7/379,6	2000	x	x	Kartering
Badhuiskuil	146,4/601,2	1991	x	x	Kartering
Griltjeplak	143,0/599,7	1991	x	x	Kartering
Vissenpitje	64,65/436,4	1989		x	Soortenlijst
Paddenpoel	64,47/436,9	1989		x	Soortenlijst
Pitje v Jan v Louis	64,7/435,4	1991		x	Soortenlijst

2.2 Metingen, waarnemingen en verzamelen bestaande gegevens

Doordat van 50 vennen grote hoeveelheden gegevens over fauna, flora en abiotiek bijeen zijn gezet, ontstonden zeer grote datasets. Deze gegevens zijn wel allemaal bekeken en indien nuttig verwerkt, maar niet in hun geheel opgenomen in de rapportage. Een deel van de data is van derden en bovendien beslaat het totaal meerdere honderden pagina's.

2.2.A Abiotiek

Waterlaag

In alle intensief bekeken, herstelde vennen is in 2007 een watermonster genomen in de zomer en in de herfst. In grote wateren of wateren met een grote interne variatie, zijn op meerdere plekken watermonsters genomen. Daarnaast hebben waterbeheerders van veel vennen meetreeksen beschikbaar gesteld en waren van veel vennen meetreeksen aanwezig bij de opdrachtnemers of bij de Radboud Universiteit. Al deze gegevens zijn samengevoegd in een gegevensbestand.

Ook van de extensief bekeken wateren waren vaak waterkwaliteitsgegevens voorhanden. Bovendien zijn op de meeste lokaties ook watermonsters genomen in 2007. Voor enkele lokaties zijn geen waterkwaliteitsgegevens aanwezig omdat er geen aparte ronde langs deze vennen is gemaakt. Veel monsters zijn verzameld tijdens het bemonsteren van de intensief bekeken vennen, maar enkele monsters zijn alleen tijdens het eenmalige veldbezoek genomen. Deze monsters zijn soms enkele dagen onderweg geweest en de analysesresultaten werden onvoldoende betrouwbaar geacht.

Bodem

In alle intensief bekeken vennen is gelet op de verspreiding van sliblagen. Van eventueel aanwezig slib is de totale samenstelling bepaald middels een destructie met salpeterzuur. Omdat de zomer van 2007 vrij nat was, is de waterstand het hele seizoen hoog gebleven en kon voor veel vennen niet worden nagegaan hoe veel slib zich in de diepste delen had opgehoopt. In dezelfde vennen is ook een monster verzameld van de toplaag van de zandbodem. Hiervan is een zoutextract gemaakt met 0.5 M NaCl en op grond hiervan is ook de basenverzadiging berekend.

Verder is in de intensief bekeken vennen bodemvocht verzameld in de toplaag van het sediment, met behulp van een ceramische cup en een vacuüm getrokken spuit. Er is zo veel mogelijk een monster verzameld in een slibbodem en een monster in een zandbodem.

Op enkele lokaties is de invloed van grote hoeveelheden watervogels op de water- en bodemkwaliteit nagegaan. Op een aantal plekken met een duidelijk verruigde oevervegetatie is een bodemmonster verzameld van de bovenste 10 cm. Ter vergelijking zijn in de overeenkomende zone ook monsters verzameld op niet verruigde plekken. Van deze bodems is een zoutextract gemaakt en een Olsen-extract.

Analyses

Watermonsters

Van de watermonsters is de pH, alkaliniteit en hoeveelheid anorganisch koolstof (TIC) bepaald. Daarnaast heeft een uitgebreide analyse plaatsgevonden op een optische ICP (o.a. P, S, Ca, Mg, Al, Fe, Cd) en via kleurreacties op een autoanalyser (NH_4^+ , NO_3^- , Na^+ , K^+ , Cl^- , PO_4^{3-}).

Drooggewicht en organisch stofgehalte

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen is het vochtverlies bepaald. Dit gebeurt door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes en gedurende 24 uur te

drogen in een stoof bij 105 °C. De fractie organisch stof in de bodem kan berekend worden door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe is het bodemmateriaal per monster, na het drogen, gedurende 4 uur verast in een oven van 550 °C. Na het uitgloeien van de monsters is het bakje met bodemmateriaal terug gewogen en de fractie organisch materiaal berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Dit is uitgevoerd door het bodemmateriaal na het drogen te vermalen en te verzamelen in pillenpotjes van 100 ml. Van het bodemmateriaal is per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal is 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO₃, 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H₂O₂, 30%) toegevoegd en de vaatjes zijn geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters zijn vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie zijn de monsters afgekoeld tot kamertemperatuur in een koelkast, waarna ze zijn overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q. Vervolgens is het geheel overgeheveld in polyethyleenpotjes van 100 ml (eerst gespoeld met spoelzuur gedurende minstens 24 uur, daarna drie maal met demi gespoeld en gedroogd bij 50 °C). De polyethyleenpotjes zijn bewaard voor verdere analyse.

Olsen-extract

Bij de Olsen-extractie wordt de hoeveelheid plantenbeschikbaar-P vrijgemaakt door verdringing van P door bicarbonaat (Olsen *et al.*, 1954). Tevens worden ijzer- en aluminiumhydroxides gehydroliseerd waardoor geadsorbeerd P vrijkomt. Hiervoor werd aan 3 gram droog bodemmateriaal 100 ml 0,5 mol l⁻¹ natriumbicarbonaat (NaHCO₃) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (100 r.p.m.) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars (afbeelding 2). Het extract werd bij 4°C bewaard tot verdere analyse. De Olsen-P concentraties zijn berekend in µmol per kilogram droge bodem.

Zout-extract

In de zoutextracten worden de ionen gemeten die door natrium (kationen) of chloride (anionen) van het bodemadsorbtiecomplex worden verdrongen. Hiertoe is 17.5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0.2 M NaCl) gedurende 4 uur uitgeschud op een schudmachine bij 100 rpm. In de filtraten worden de concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), zwavel (S), fosfor (P), ijzer (Fe), silicium (Si), ammonium (NH₄⁺), nitraat (NO₃⁻) en kalium (K) gemeten.

2.2.B Kiezelwieren verzamelen en analyseren

Verzamelen van het materiaal voor kiezelwieren

In de literatuur en ongepubliceerde gegevensbestanden werden zoveel mogelijk diatomeeënanalyses opgezocht. Bij de waterschappen Regge & Dinkel, Aa & Maas en Peel & Maasvallei werden resultaten van diatomeeënanalyses van de laatste 10-20 jaar opgevraagd en verkregen. Van sommige locaties waren geen oude gegevens voorhanden. Daarvan werden zoveel mogelijk oude monsters opgezocht in de planktoncollecties van Alterra (Wageningen), de Radbouduniversiteit en het Hugo de Vrieslaboratorium van de Universiteit van Amsterdam. De laatste twee verzamelingen zijn thans ondergebracht bij het Nationaal Herbarium Leiden.

Op locaties waarvan geen recente monsters (na 2003) aanwezig waren werden in voorjaar of (na)zomer van monsters genomen, meestal door een planktonnet (maaswijdte 30 µm) te trekken

door het open water, door water- en oeverplanten en voorzichtig over de bovenste bodemlaag. Soms werd hieraan nog wat uitknijpsel van waterplanten (o.a. veenmossen) toegevoegd (Afbeelding 2.1). De monsters werden geconserveerd met formaldehyde (eindconcentratie ca 4%) en in flesjes van ca 50 ml naar het laboratorium getransporteerd, waar ze bij kamertemperatuur werden bewaard tot de verdere bewerking.



Afbeelding 2.1 (links): Nemen van een monster voor sieraalgen- en kiezelwierenonderzoek (foto Werry Crone).

Afbeelding 2.2 (rechts): Microscopisch onderzoek (foto Herman van Dam).

Aan de oude algenmonsters uit de collecties en de in 2007 genomen monsters werden in het laboratorium enige druppels geconcentreerd zoutzuur toegevoegd aan het monster om eventueel aanwezig ijzer te verwijderen. Het zoutzuur werd verwijderd door herhaald spoelen met water. Het organisch materiaal werd verwijderd door verwarming tot 80° C in waterstofperoxide 30%. Na herhaald spoelen in water werden preparaten vervaardigd door inbedden in Naphrax.

De meeste vervaardigde preparaten werden bij Grontmij | AquaSense bekeken onder een Zeiss Axioskop 20 microscoop met fase-contrastbelichting bij een vergroting van 1000 x (n.a. 1,30) (afbeelding 2.2). Er werden meestal 200 en soms 400 schaaltes in aselect gekozen beeldvelden geteld en gedetermineerd met Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991) en Lange-Bertalot (1993). Voor enkele *Brachysira*-, *Eunotia*-, *Navicula*- en *Pinnularia*-soorten werd gebruik gemaakt van respectievelijk Lange-Bertalot & Moser (1994), Krammer (1997a,b), Alles e.a. (1991), Kobayasi & Nagumo (1988) en Krammer (1992, 2000). Daarbij werd in beginsel de taxonomische indeling van Van Dam e.a. (1994a) gevolgd. De resultaten van de tellingen werden ingevoerd in de EcoLims-database. Enkele preparaten werden volgens een op details afwijkende, maar goed vergelijkbare manier, onderzocht door het laboratorium van Wetterskip Fryslân.

Verwerking kiezelwieren

Voor de verwerking van de gegevens zijn de ruwe gegevens eerst geharmoniseerd. Daarna zijn de veranderingen in de soortensamenstelling geanalyseerd door middel van een ordinatiemethode. Uit

de soortensamenstelling van de afzonderlijke monsters zijn verschillende indicatoren berekend. De invloed van de genomen beheersmaatregelen op deze indicatoren is geanalyseerd. Vervolgens zijn de veranderingen per locatie kort beschreven.

Harmonisatie

Alle geselecteerde analyses uit de literatuur, de ongepubliceerde bestanden en de nieuw verrichte analyses werden samengebracht in een matrix, met in de kolommen de monsters en in de regels de taxa. Vervolgens werden de namen van de taxa geharmoniseerd. In de eerste plaats werden kleine verschrijvingen, zoals ‘Fragillaria’ in plaats van *Fragilaria* gecorrigeerd. Vervolgens werd de schrijfwijze van infraspecifieke taxa geüniformeerd: dus *Pinnularia subcapitata* var. *hilseana* in plaats van *Pinnularia subcapitata* v. *hilseana* en *Fragilaria construens* f. *subsalina* in plaats van *Fragilaria construens* var. *subsalina* of *Fragilaria construens* fo. *subsalina*. Ook verouderde synoniemen werden verwijderd, dus *Fragilaria capucina* var. *rumpens* in plaats van *Synedra rumpens*.

Doordat de diatomeeën veel worden gebruikt in ecologische effectstudies is er in de laatste dertig jaar ook veel taxonomisch onderzoek verricht, waardoor de naamgeving en soms ook de taxonomische indeling van taxa zijn veranderd. De bijeengebrachte analyses zijn in sommige gevallen ook al bijna dertig jaar oud. Om alle analyses vergelijkbaar te maken moesten daarom taxa die thans als verschillende entiteiten worden beschouwd bij elkaar worden gevoegd, zoals de in ons materiaal veel voorkomende *Frustulia saxonica* en *F. crassinervia*, die tot in de tachtiger jaren nog als *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* werden samengenomen. Een ander voorbeeld is *Eunotia bilunaris* var. *mucophila*, die door veel onderzoekers niet is onderscheiden van de typische soort *E. bilunaris*. Deze taxa zijn dan samengevoegd als *E. bilunaris* s.l. Al deze samenvoegingen zijn verantwoord in Bijlage 8. In veel gevallen heeft dat voor de ecologische interpretatie niet veel gevolgen; in andere gevallen misschien wel, zoals *Fragilaria sopotensis* die vroeger werd inbegrepen in de morfologisch verwante *F. construens* f. *venter*, maar duidelijk in water met hogere ionengehalten voorkomt. Omdat de uiteindelijke beoordeling gebaseerd is op het voorkomen van alle taxa in de monsters zijn deze mogelijke misinterpretaties van ondergeschikte betekenis.

Door de verschillende analisten zijn in de monsters verschillende aantallen diatomeeën geteld (Tabel 1). De standaarden zijn meestal 400 en soms 200, maar ook andere aantallen komen voor. Dit is geharmoniseerd door de totale hoeveelheid van de getelde diatomeeën per monster op 100% te stellen en vervolgens de procentuele hoeveelheid voor elk taxon te berekenen. Voor de meeste ecologische karakteristieken maakt het niet uit of er met absolute of relatieve aantallen gewerkt wordt. Alleen de aantallen taxa per monster zijn niet goed vergelijkbaar, omdat het aantal hiervan meestal volgens een verzadigingscurve toeneemt met het aantal getelde diatomeeën (o.a. Van Dam 1973).

Eenvoudigheidshalve zal in de rest van deze rapportage voor het begrip taxon het woord ‘soort’ worden gebruikt. Daaronder vallen dan ook de infraspecifieke taxa als variëteit (var.) en vorm (f.).

Tabel 1: Aantal getelde diatomeeën per monster.

Aantal diatomeeën	50	100	177	200	201-260	260-360	400	443
Aantal monsters	2	4	1	32	22	13	122	1

Ordinaties

Het doel van ordinatie is om de informatie die is verborgen in de tabel van de hoeveelheden van alle aangetroffen soorten per monster overzichtelijk weer te geven. Daartoe is gebruik gemaakt van een statistische methode die bekend staat als afgeknotte correspondentieanalyse (‘detrended

correspondence analyses' of DCA). De oorspronkelijke variatie in een veeldimensionale ruimte wordt gereduceerd naar een ruimte met een kleiner aantal dimensies, waarin een zo groot mogelijk deel van de oorspronkelijk aanwezige variatie behouden wordt. De eerste dimensie van deze ruimte (de eerste as) verklaart een deel van de variatie, de tweede hoofdcomponent een wat kleiner deel, enzovoorts.

In ons geval bestaat de veel- of multidimensionale ruimte uit assen voor de soorten, voor elke soort één, waarop de hoeveelheid van de soorten wordt weergegeven. Elk monster wordt dus als een punt in deze ruimte weergegeven. Het is gebruikelijk om de positie van de monsters weer te geven in tweedimensionale grafieken of ordinatiediagrammen. Vaak wordt in een grafiek van de eerste en de tweede hoofdcomponent op de eerste en derde hoofdcomponent al voldoende variatie weergegeven.

Voor het uitvoeren van de analyses is gebruik gemaakt van het computerprogramma Canoco, dat wordt beschreven door Ter Braak & Šmilauer (2002). Een meer toegankelijke handleiding hiervoor geven Van Katwijk & Ter Braak (2003).

Voor het bereiken van een goed resultaat van een dergelijke analyse is het noodzakelijk dat het gebruikte gegevensbestand evenwichtig is opgebouwd. Het aantal monsters per locatie is nogal verschillend. Daarom zijn de in Tabel 2.2 genoemde perioden onderscheiden. Het jaar van uitvoering van de maatregelen verschilt per locatie, maar ligt gemiddeld op 1992, wat ongeveer overeenkomt met de scheiding tussen de perioden 3 en 4 in de vennen zonder maatregelen. Per locatie is per periode de gemiddelde soortensamenstelling berekend. Zo zijn de oorspronkelijk 197 verzamelde monsters teruggebracht tot 83 samengestelde monsters, waarmee de ordinatie is uitgevoerd. In Bijlage 5 is voor elk van de oorspronkelijke monsters aangegeven tot welk samengestelde monster dit behoort.

Tabel 2.2: Indeling van de monsters in perioden

Periode	Locaties met maatregelen	Locaties zonder maatregelen
A	Laat-Holoceen (boorkernen De Banen)	
B	16 ^e - 19 ^e eeuw (boorkern Van Esschenven)	
C	ca 1900 - 1950 (boorkern Van Esschenven)	
D	ca 1950 - 1990 (boorkern Van Esschenven)	
1	1916 - 1963	1916 - 1963
2	1964 - 1980	1964 - 1980
3	<10 jr vóór uitvoering maatregelen	1981 - 1990
4	<10 jr na uitvoering maatregelen	1991 - 2000
5	>10 jr na uitvoering maatregelen	2001 - 2006

Er zijn verschillende varianten van de DCA gedraaid: a) één met alle monsters, b) één met alle vennenmonsters (inclusief die van de boorkernen) en c) één met alleen de vennenmonsters zonder de boorkernen. Zoals te verwachten viel was er in variant a) direct op de eerste as een scheiding tussen (het beperkte aantal monsters uit) de duinwateren en (het veel grotere aantal monsters uit) de vennen. In deze variant komt de variatie tussen de vennen niet optimaal tot zijn recht. Omdat uit variant b) vrijwel hetzelfde beeld naar voren komt als uit variant c), met de monsters uit de boorkernen nog als toevoeging, is verder gegaan met varianten a en b.

Voor de verschillende varianten zijn steeds de meest algemene soorten gebruikt, die samen 97,5% van de procentuele hoeveelheid van de soorten uit de samengestelde monsters innemen. Dat zijn er steeds ruim honderd. Zoveel mogelijk zijn de standaardinstelling van het programma gebruikt, o.a. afknotting per segment, maar de abundantie van de soorten is logaritmisch getransformeerd, nadat daarbij steeds 1 werd opgeteld (in verband met de vele nullen in de waarnemingen). Ook hebben soorten die maar in weinig monsters voorkomen minder gewicht gekregen dan soorten die algemener zijn.

De lengte van de gradiënt van variant a is 4,5 en van die van variant b 3,5, wat aangeeft dat dit ook

een meer adequate methode is dan verwante methoden als de hoofdcomponentenanalyse (PCA). Van de scores van de vennenmonsters (variant b) zijn product-moment-correlatiecoëfficiënten berekend met een aantal fysische en chemische gegevens. Daartoe zijn gegevens uit veel publicaties, rapporten, ongepubliceerde gegevensbestanden van waterbeheerders en speciaal voor dit onderzoek genomen monsters gebruikt. De eenheden van de metingen werden geharmoniseerd en onwaarschijnlijke waarnemingen werden verwijderd. Een diatomeeënmonster uit een bepaald jaar is steeds gecorreleerd met het jaargemiddelde van de betreffende parameter. Daar de waarden van de meeste fysische en chemische parameters scheef zijn verdeeld, zijn deze vóór het berekenen van de correlatiecoëfficiënten logaritmisch getransformeerd, behalve de zuurgraad (pH) en alkaliniteit, die ongeveer normaal zijn verdeeld.

2.2.C Kiezelwieren en sialgen als indicatoren

Diversiteit

Voor de kwaliteit van ecosystemen wordt de verscheidenheid (diversiteit) als een belangrijke maat gezien, hoewel de relatie tussen de mate van verstoring en de diversiteit niet eenduidig is. Juist bij matige verstoring is de diversiteit vaak het hoogst (Connell 1978, Huston 1979, Van Dam 1982). Er bestaat een groot aantal diversiteitsmaten, maar simpele maten als het aantal soorten (S) in de telling en de dominantie (de procentuele hoeveelheid van de meest voorkomende soort) voldoen voor de diatomeeën goed (Van Dam 1982). Wel moet er bij de interpretatie van S rekening gehouden worden met de grootte van de telling, zoals al eerder opgemerkt.

Bijzondere en unieke soorten

Voor elk van de gevonden soorten is nagegaan of die in Nederland min of meer algemeen of zeldzaam is. Daarbij is gebruik gemaakt van gegevens van tientallen publicaties en rapporten. De bijzondere (zeldzame) soorten komen vaak voor in (matig) voedselarme, zwak gebufferde wateren, welke in Nederland zeldzaam zijn. Per monster is niet alleen nagegaan hoeveel van deze bijzondere soorten zijn aangetroffen, maar ook hoeveel van deze soorten in het hele bestand van 197 monsters uniek zijn voor het betreffende monster.

Ecologische indicatiegetallen

De gemiddelde ecologische indicatiegetallen voor zuurgraad, zoutgehalte, organisch gebonden stikstof, zuurstof, saprobie, trofie en vocht berekend volgens Van Dam e.a. (1994a), zoals vermeld in Bijlage 6. De waarde van de ecologische indicatiegetallen stijgt met de waarde van de betreffende parameters, behalve voor zuurstof, waar een hoge waarde (5) juist een laag zuurstofgehalte betekent. Hogere indicatiegetallen betekenen dus, behalve voor zuurgraad, zoutgehalte en vochtgehalte, vaak een slechtere waterkwaliteit.

Behalve de indicatiegetallen zelf is voor elk indicatiegetal ook berekend op welk percentage van de aangetroffen schaaltes dit is gebaseerd, omdat de indicatiegetallen niet van alle soorten bekend zijn of omdat sommige soorten voor sommige milieufactoren min of meer indifferent zijn. Indicatiegetallen die op minder dan ongeveer 20% van de aangetroffen schalen zijn gebaseerd zijn vermoedelijk minder betrouwbaar.

Berekende pH

In Bijlage 8 is voor een aantal soorten aangegeven wat de optimale pH is voor het voorkomen. Dit is bepaald als gewogen gemiddelde van het voorkomen van deze soorten in monsters uit 97 West-Europese zure en zwakgebufferde stilstaande wateren met een pH tussen 3,3 en 7,3 (mediaan 4,2) (Ter Braak & Van Dam 1989).

Met behulp van de optimale pH van de soorten is voor de vennen de geschatte pH van het water (pH_{wa}) berekend met de formule:

$$pH_{wa} = -1,487 + 1,337 \cdot (\sum y_k \cdot u_k) / \sum y_k ,$$

waarin y_k het aantal schalen van soort k en u_k het pH-optimum van soort k voorstellen (Ter Braak & Van Dam 1989). Net als bij de ecologische indicatiegetallen is ook hier berekend op welk percentage van de aangetroffen schalen de pH_{wa} is gebaseerd. Vooral in de zure wateren is dat vaak 90% of meer, maar in de meer alkalische (duin)wateren is dit vaak veel minder. Daarom is hier ook de pH_{mr} berekend. Deze schatter is gebaseerd op multipele regressie van de pH-groepen (Bijlage 6) met de gemeten pH in de 97 Europese wateren, volgens de formule:

$$pH_{mr} = \frac{3,9 \times acb + 4,8 \times acf + 6,2 \times cir + 7,8 \times (alf + alb)}{acb + acf + cir + alf + alb} ,$$

waarin acb , acf , cir , alf en alb de aantallen aangetroffen schaaltes van respectievelijk acidobionte, acidofiele, circumneutrale, alkalifiele en alkalibionte soorten (zoals gedefinieerd in 2) voorstellen (Ter Braak & Van Dam 1989).

Ecologische groepen

Alle soorten uit de monsters zijn ingedeeld in ecologische groepen volgens Tabel 3. De gegevens van de individuele soorten werden ontleend aan Van Dam & Arts (1993) en aan latere rapportages met betrekking tot kiezelwieren in vennen (AquaSense 1999, 2003). Een aantal soorten is speciaal voor dit onderzoek ingedeeld. Per monster werd berekend welk percentage van de getelde individuen tot de vermelde ecologische groepen behoorde. Voor elk ven werd per jaar of periode het gemiddelde percentage per ecologische groep berekend.

Kwaliteit volgens de kaderrichtlijn water (KRW)

Vennen

Aan de hand van de relatieve verdeling van de ecologische groepen (Tabel 2.3) is een KRW-conforme kwaliteitsindex berekend (Arts e.a, 2002, Van der Molen 2004). Eerst worden punten toegekend op grond van de aandelen van verzuringsindicatoren, trofie- + storingsindicatoren en doelsoorten (Tabel 2.4). Als kwaliteitsindex per monster is het gemiddelde puntenaantal voor de drie indicatoren ($S_{gemiddeld}$) berekend, waaruit een kwaliteitsindex ($EKR_{niet-genormaliseerd}$) wordt berekend als $EKR_{niet-genormaliseerd} = 0,2 * (1 - S_{gemiddeld})$. Dit getal is omgezet naar een oordeel volgens indeling van Tabel 5 (Van der Molen 2004)

Het nadeel van de niet-genormaliseerde EKR is dat de grenzen niet steeds bij 0,2 en dan steeds 0,2 hoger liggen. Daarom zijn de waarden volgens de niet-genormaliseerde schaal door de methode van lineaire interpolatie (Van den Berg e.a. 2004) omgezet naar een genormaliseerde schaal, die is weergegeven in Tabel 2.5. In de rest van dit rapport wordt met EKR steeds de genormaliseerde EKR bedoeld.

Tabel 2.3: Indeling in ecologische groepen naar Van Dam & Arts (1993).

Afkorting	Omschrijving	Toelichting
X	Verzuringsindicator	Het kiezelwier <i>Eunotia exigua</i>
T	Triviale soorten uit zuur water	Gewone soorten uit onverstoorde vennen
D	Doelsoorten uit laag-alkaliene wateren	Soorten die vooral in (zeer) zwak gebufferde wateren voorkomen en vaak zeldzaam zijn in Nederland en de rest van Europa. In deze soorten komt de specifieke natuurwaarde van vennen tot uiting
A	Ubiquisten	<i>Achnanthes minutissima</i> : algemeenste soort zoetwaterdiatomee ter wereld, die in veel verschillende soorten oppervlaktewateren voorkomt
E	Trofieindicatoren	Algemene soorten uit voedselrijke wateren
S	Storingsindicatoren	Soorten organisch verontreinigde, vaak zuurstofarme of brakke wateren
O	Onbekend	Soorten met onbekende ecologie

Duinwateren

Voor de duinmeren is een berekening uitgevoerd, geheel conform de richtlijnen uit Van der Molen (2004). Hierin worden voor het type M22 (kleine, ondiepe kalkrijke plassen) lijsten van positieve en negatieve indicatorsoorten gegeven, waaruit per monster de procentuele hoeveelheden van deze indicatorsoorten zijn berekend. Dat is per soort aangegeven in Bijlage 8. De EKR is nu gelijk aan het gemiddelde van de EKR-waarden van positieve en negatieve indicatorsoorten. In sommige monsters komen weinig indicatorsoorten voor. Dergelijke monsters zijn gemarkeerd.

Tabel 2.4: Toekennen van punten voor kwaliteitsbeoordeling aan percentages ecologische klassen van kiezelwieren.

Punten	Percentages van het totaal aantal getelde exemplaren		
	Verzuringsindicatoren	Trofie- + storings- indicatoren	Doelsoorten
1	<1	<1	60-100
2	1-5	1-3	30-60
3	5-10	3-20	5-30
4	10-40	20-50	1-5
5	40-100	50-100	<1

Tabel 2.5: Kwaliteitsomschrijving voor de niet-genormaliseerde en genormaliseerde EKR met kiezelwieren aan de hand van het gemiddelde puntenaantal van de indicatoren uit Tabel 3.

Gemiddelde score (niet genormaliseerde EKR)	Klasse	Oordeel	Kleur	Genormaliseerde EKR
> 0.70	1	zeer goed		> 0.80
0.50 - 0.70	2	goed		0.60 - 0.80
0.30 - 0.50	3	matig		0.40 - 0.60
0.10 - 0.30	4	ontoereikend		0.20 - 0.40
< 0.10	5	slecht		0.00 - 0.20

Monsters kiezelwieren

In totaal zijn analyses van de 197 monsters uit Bijlage 5 beschikbaar. Hiervan zijn er 161 gevonden in de in deze bijlage aangegeven publicaties, rapporten en ongepubliceerde bestanden en 33 monsters zijn speciaal voor dit onderzoek gedetermineerd door analisten van het Wetterskip Fryslân (8 stuks) en Grontmij | AquaSense (25 stuks). De 33 nieuwe analyses zijn vermeld in Bijlage 7. Van deze monsters waren er 19 al in vroeger jaren verzameld en zijn er 14 in 2007 genomen.

De analyses zijn verdeeld over de locaties en perioden zoals vermeld in Tabel 2.5. Van 21 van de 22 locaties zijn monsters beschikbaar van de periode van meer dan tien jaren na het uitvoeren van de maatregelen (van de Venkoelen is de termijn na het uitvoeren van de maatregelen hiervoor nog te kort.). Van 17 locaties zijn tevens monsters van vlak voor het uitvoeren van de maatregelen beschikbaar en van 12 locaties zijn monsters uit het begin van de twintigste eeuw beschikbaar, die min of meer als referentie kunnen dienen. Van twee vennen zijn nog monsters uit boorkernen bekend, waardoor nog een langere terugkijk mogelijk is.

Literatuuronderzoek sialgen

Van de sialgen werden gegevens opgezocht in recente publicaties en rapporten en opgevraagd bij onderzoekers. In een verzameltabel zijn per locatie per periode van Tabel 2.2 het gemiddelde aantal soorten per monster en het gemiddelde aantal Rode-Lijstsoorten (Coesel 1998a) vermeld. In die publicatie worden de sialgen naar hun voorkeur voor voedselrijkdom (trofie) ingedeeld in zes ecologische groepen, die voor dit rapport gedeeltelijk werden samengevoegd tot drie groepen: oligotrafent en oligo-mesotrafent tot oligotrafent, meso-oligotrafent en mesotrafent tot mesotrafent en meso-eutrafent en eutrafent tot eutrafent. Per monster is het aantal soorten voor elk van deze drie ecologische groepen berekend, uitgedrukt als percentage van het totaal aantal soorten in het monster. Deze waarden zijn per locatie per periode gemiddeld. Verder werden locatie per periode de gemiddelde natuurwaarden volgens het systeem van Coesel (1998a) berekend. Dat zijn kwaliteitsgetallen op een schaal van 1 (uitermate slecht) tot 10 (uitmuntend).

2.2.D Vegetatie

In de intensief bekeken vennen is een beknopte vegetatiekartering uitgevoerd in de zomer van 2007. De aanwezige vegetatie is vlakdekkend gekarteerd door al lopende verschillende eenheden te onderscheiden. Van elke eenheid is de omlijning aangegeven en is een Tansley-opname gemaakt. De gegevens zijn gepresenteerd in grofschalige vegetatiekaarten. Op de kaarten zijn de in het veld onderscheiden eenheden samengevoegd tot 5 á 10 verschillende vegetatietypen. Daarnaast zijn kaarten gemaakt met de verspreiding van indicatieve plantensoorten. De vegetatie is gekarteerd tot aan de hoogwaterlijn.

Methodiek vegetatie-opnamen extensief onderzochte vennen en duinplassen

Van het open-water en de oeverzone zijn vegetatie-opnamen gemaakt met behulp van de Tansley-methode (zie van Beers, 1996). Ook gegevens over de zuurgraad van het water (pH), de venbodem (minerale en organische delen), de oever (steilheid), het open water (diepte, helderheid) en eventueel recentelijk beheer zijn genoteerd. Om een eenduidig overzicht te krijgen van de verzamelde vegetatie-gegevens (veldwerk 2007 en historische gegevens) zijn alle opnamen (Tansley, Ordinaal, Braun/blanquet) vertaald naar bedekkingspercentages (%). Historische gegevens zijn verkregen uit de literatuur en uit een aantal databestanden (Grontmij / AquaSense en Alterra, 2005a; Grontmij / AquaSense en Alterra, 2005b. Van Beers et al., 2004; Arts et al., 2001; Van Beers, 1996; Bruinsma, 1994; Hofman & Janssen, 1986 en Turboveg Bestand Vegetatie van Nederland).

Tabel 2.6: Gebruikte Tansley-schaal voor de vegetatie-eenheden in de intensief onderzochte vennen

Code	Betekenis	Code	Betekenis
S	(Seldom); 1 of 2 exemplaren	A	Abundant, maar bedekking hooguit 5%
R	(Rare); zeer weinig exemplaren	C	Codominant, bedekking 6-50%
O	(Occasional); hier en daar	D	Dominant, bedekking 51-100%
F	Frequent	L	Toevoeging bij lokaal optreden

2.2. E Fauna

Voor het onderzoek naar de duurzaamheid van herstelmaatregelen in vennen en duinplassen zijn van 46 vennen en duinplassen faunagegevens verzameld (Tabel 2.6). Deze gegevens zijn afkomstig uit eigen onderzoek, eerdere studies in vennen en landelijke databestanden. Omdat verschillende datasets over het algemeen via sterk afwijkende methodieken tot stand zijn gekomen zijn ze moeilijk onderling te vergelijken. Daarom zijn ze afzonderlijk geanalyseerd.

Macrofaunagegevens uit de periode voor uitvoering van herstelmaatregelen zijn afkomstig van het verzuringonderzoek in 1983 van de universiteit van Nijmegen (Eeken 1985, Vanhemelrijk 1985, Leuven 1988). Het was alleen mogelijk om gegevens van libellen, kokerjuffers, wantsen en dansmuggen van deze studie te achterhalen. Gegevens van waterkevers en watermijten uit deze periode zijn helaas voorgoed verloren gegaan. In 2004 en 2007 is deze studie herhaald en met enkele vennen uitgebreid (Kimenai 2006, deze studie). Gegevens van volwassen libellen zijn verstrekt door de Vlinderstichting. Deze zijn afkomstig uit het landelijke bestand met verspreidingsgegevens van libellen. Het betreffen presentiegegevens per jaar. Doordat de libellengegevens voor sommige vennen alleen beschikbaar waren op km-hok niveau, hadden deze soms betrekking op clusters van vennen in plaats van afzonderlijke vennen. Vennen, die tot dergelijke clusters behoren, zijn in tabel 2.7 afzonderlijk gemarkeerd. Verspreidingsgegevens van amfibieën en vogels zijn afkomstig uit de OBN-beleidsmonitoring van 2001/2002. Tenslotte zijn paleolimnologische gegevens uit Klink (1986) gebruikt om een referentiebeeld te krijgen van dansmuggengemeenschappen in de periode voor hoge depositie van stikstof en zwavel.

Referentiebeelden

Om veranderingen die optreden in de faunasamenstelling van onbeheerde en herstelde vennen te kunnen evalueren, is een goed referentiebeeld noodzakelijk. Er zijn echter geen vennen meer die niet door VER-factoren (verzuring, vermisting, verdroging) of herstelbeheer zijn beïnvloed, waardoor het niet mogelijk is referentiebeelden met veldonderzoek te construeren. Daarom zijn we afhankelijk van beschikbare kennis uit literatuur en paleolimnologische studies. Voor het opstellen van een referentiebeeld is gebruik gemaakt van Arts (2000) en Verdonschot & Jansen (2000), waarin voor verschillende typen vennen en duinwateren wordt aangegeven welke soorten daarin verwacht kunnen worden. Deze soortenlijsten zijn met behulp van vakliteratuur van de verschillende diergroepen verder aangevuld (Moller Pilot & Buskens 1990, Drost et al. 1992, Smit & Van der Hammen 2000, Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie 2002, Higler 2005). Deze lijst met karakteristieke soorten is te vinden in bijlage 13.

Tijdens eerdere studies aan fauna van vennen is vooral aandacht besteed aan soorten die karakteristiek zijn voor de voedselarme zwak gebufferde pionier situaties. Echter, uit recent

onderzoek is gebleken dat mesotrofe verlandingsvegetaties in vennen een faunagemeenschap kunnen herbergen, die grote overeenkomsten met gemeenschappen van laagveenverlanding (Van Kleef & Esselink 2006, Vanderhaeghe et al. 2008, Stichting Bargerveen ongepubliceerde data). Deze gemeenschap herbergt een groot aantal bedreigde soorten. Op basis van deze studies en vakliteratuur is getracht een overzicht van deze soorten op te stellen, welke in bijlage 14 is weergegeven.

Tabel 2.7: Faunadata gebruikt voor het onderzoek naar de duurzaamheid van herstelmaatregelen in vennen en duinplassen. Libellengegevens waren voor sommige vennen alleen beschikbaar op km-hok niveau waardoor deze soms betrekking hadden op clusters van vennen in plaats van afzonderlijke vennen. Vennen, die tot dergelijke clusters behoren, zijn gemarkeerd met "(X)".

Locatie	Uitgangssituatie		Gestandaardiseerd macrofaunamonster		Presentie libellen div. perioden	Amfibieën 2000/2001	Vogels 2000/2001	Dansmuggen paleolimnologisch 1850-1880
	Beheer		1983	2004/2007				
Rouwkuilen	Verzuurd	Geen	X	X	X			
Huisven	Verzuurd	Geen	X	X	X			X
Plakkeven	Verzuurd	Geen	X	X	X	X	X	
Diaconieven	Verzuurd	Geen	X	X	X			
Ganzenven	Verzuurd	Geen	X	X	X			
Achterste Goorven	Verzuurd	Geen						X
Gerritsfles	Verzuurd	Geen			X	X		X
Kliplo	Verzuurd	Geen			X			
Leikeven	Verzuurd	Baggeren	X	X	X	X	X	
Petersven	Verzuurd	Baggeren	X	X	X			
Lobeliabaai	Verzuurd	Baggeren	X	X	(X)	X		
Ganzenpoel	Verzuurd	Baggeren	X	X	X	X	X	
Rondven	Verzuurd	Baggeren	X	X	(X)	X	X	
Van Essch.ven	Verzuurd	Baggeren	X	X	(X)	X	X	
Pluzenven	Verzuurd	Baggeren	X	X	X			
Grenspoel	Verzuurd	Baggeren		X	X	X	X	
Padvinderven	Verzuurd	Baggeren			X	X		
Steenhaarplas	Verzuurd	Baggeren			X	X		
Stroothuizen	Verzuurd	Baggeren			X			
Beekvliet	Verzuurd	Baggeren + kalk inzijgebied			X			
Schaapedobbe	Verzuurd	Baggeren + kalk inzijgebied			X			
Keyenhurk/Scherpven	Verzuurd	Baggeren + bekalking			(X)	X		
Schajk	Verzuurd	Bekalking	X	X				
Beuven	Gebufferd	Baggeren + waterinlaat	X	X	(X)	X	X	X
Voorste Goorven	Verzuurd	Baggeren + waterinlaat	X	X	(X)	X	X	
Witven	Verzuurd	Baggeren + waterinlaat	X	X	(X)	X	X	
Staalbergven	Verzuurd	Baggeren + waterinlaat	X	X				
Eilandven	Verzuurd	Baggeren + waterinlaat		X	(X)		X	
Rietven	Verzuurd	Baggeren + waterinlaat		X	(X)	X	X	
Diepveen	Zuur	Vernat			X			
Hoogveenven Echtenerzand	Zuur	Vernat			X			
Schaapsloopven	Gebufferd	Geen	X	X		X		
Grote Moost	Gebufferd	Geen	X	X	X			
Galgenven	Gebufferd	Geen	X	X	X			
BroekseWielen 3	Gebufferd	Geen		X				
BroekseWielen 4	Gebufferd	Geen		X				
BroekseWielen 1	Gebufferd	Baggeren	X	X	(X)			
BroekseWielen 2	Gebufferd	Baggeren		X	(X)	X		
Banen	Gebufferd	Baggeren	X	X	X	X	X	
De Snep	Gebufferd	Baggeren			X			
Teeselink	Gebufferd	Baggeren			X			
Kroonpolders	Duinplas	Geen	X	X				
Griltjeplak	Duinplas	Baggeren	X	X	X			
Badhuiskuul	Duinplas	Baggeren	X	X	X			

Intacte levensgemeenschappen kenmerken zich niet alleen door de aan- en afwezigheid van specifieke soorten, maar ook de abundantie van deze soorten is van belang. Tevens komen in intacte vennen niet alleen karakteristieke soorten maar ook veel andere soorten, die niet uitsluitend in vennen voorkomen. Het voorkomen en de talrijkheid van deze soorten kan ook worden beïnvloed door aantasting en herstel. Informatie over de abundanties van soorten onder natuurlijke condities is echter vrijwel niet meer te achterhalen. Alleen voor dansmuggen, waarvan de kopkapsels in het sediment van vennen een historisch archief vormen, kan met behulp van paleolimnologische studies de samenstelling van de levensgemeenschap gereconstrueerd worden. Klink (1986) heeft dit voor een aantal vennen gedaan. Dit deed hij door op verschillende diepten in het sediment van vennen bodemmateriaal te verzamelen. Dit materiaal werd gedateerd met behulp van koolstof isotopen. Kopkapsels van dansmuggen van de verschillende bodemlagen zijn vervolgens gedetermineerd. Zijn bevindingen worden in deze studie gebruikt. Klink (1986) beschrijft de ontwikkelingen van 1850 tot 1980 in samenstelling van de dansmuggengemeenschap van drie

verzurende vennen (Gerritsfles, Groot Huisven en Achterste Goorven). Voor deze studie is een overzicht gemaakt van de soorten die in deze drie vennen consistent afnemen, constant blijven of toenemen (Tabel 3.6). In deze studie is slechts één vermestend ven (Beuven) opgenomen (Tabel 3.7).

Om mechanismen achter geobserveerde autonome ontwikkelingen en het eventuele achterwege blijven van herstel te begrijpen is het van belang om veranderingen in de vennen te kunnen koppelen aan veranderingen in de soortensamenstelling. Hiervoor is door Verberk (2008) een methode ontwikkeld, waarbij soorten zijn gegroepeerd op basis van de eigenschappen die hen in staat stellen onder gegeven (a)biotische condities te leven. Een functionele groep eigenschappen heet een overlevingsstrategie. In dit onderzoek zullen overlevingsstrategieën worden gebruikt, vanwege de inzichten die zij verschaffen in de causale mechanismen die faunagemeenschappen structureren.

Data verzameling en analyse

Watermacrofauna

Bemonstering van aquatische macrofauna is verricht op de wijze die door Van Hemelrijk (1985) is toegepast tijdens het verzuringonderzoek van de universiteit Nijmegen. Een deel van de onderzochte vennen is in 2004 bemonsterd in het kader van een studentenonderzoek (Kimenai 2006). De overige vennen zijn in 2007 bemonsterd. Bemonstering vond plaats in het voorjaar en in de zomer om soorten met verschillende activiteits- en ontwikkelingsperioden optimaal te kunnen verzamelen. Twee bemonsteringsmethoden zijn gebruikt. (1) De bemonstering werd verricht met een macrofaunanet van 20 x 30 cm. met een maaswijdte van ½ mm. Hierbij werden alle op het oog te onderscheiden habitats in het ven bemonsterd, proportioneel tot hun voorkomen. Het verzamelde materiaal werd vervolgens vervoerd naar het laboratorium, gekoeld bewaard en zo spoedig mogelijk uitgezocht gedurende een gestandaardiseerde duur van 1,5 manuren. Verder werden met een bodemsampler (8 cm diameter, 10 cm diepte) vijftientig monsters gestoken van verschillende bodemsubstraten. Binnen afstand van 2 horizontale meters van de waterlijn werden 10 monsters verzameld van minerale bodems en 10 monsters van organische bodems. Uit de diepe delen van het ven werden zo 5 monsters verzameld. Voor elk type substraat werden de bodemsamples gemengd en werd het equivalent van 125 cm² oppervlakte gezeefd over een zeef met een maaswijdte van ½ mm. Uit het gezeefde materiaal is alle fauna verzameld. Alle verzamelde fauna is vervolgens geconserveerd voor latere determinatie. De volgende diergroepen zijn gedetermineerd: libellen, kokerjuffers, dansmuggen, water- en oppervlaktewantsen, waterkevers en watermijten. In vennen zijn dit de meest soortenrijke taxonomische groepen en herbergen de meeste karakteristieke soorten. Uit 1983 waren alleen de gegevens van libellen, kokerjuffers, dansmuggen, water- en oppervlaktewantsen te achterhalen. Data van waterkevers en -mijten is in de loop der tijd helaas verloren gegaan.

In 2004/2007 zijn meer vennen onderzocht dan in 1983 (Tabel 2.6). Hiertoe behoren drie van de vier Broekse Wielen. De Broekse Wielen is een complex van kleine diepe vennen, die in de loop der tijd zijn vermest en verland met wilgenstruweel. In 1995 zijn in twee van deze vennen herstelmaatregelen uitgevoerd, terwijl de rest onbeheerd bleef. In 1983 is de macrofauna van slechts één van deze vennen onderzocht. Er mag echter vanuit worden gegaan dat de soortensamenstelling in de andere wielen destijds vergelijkbaar was. Uitbreiding van de onderzoekslocaties met deze vennen geeft een beter beeld van de autonome ontwikkelingen in gebufferde vennen.

Van het complex de Bergvennen is in 1983 alleen het Rondven onderzocht. Vanwege de spectaculaire ontwikkeling van de vegetatie in deze vennen en omdat in dit gebied de doorstroom

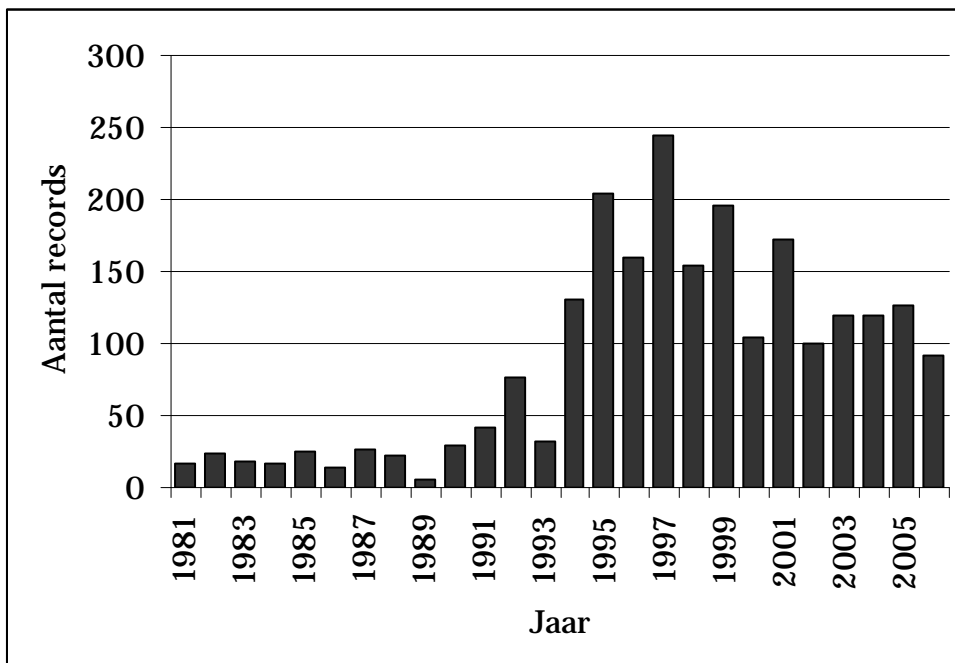
van gebufferd grondwater is gerealiseerd, is besloten om de overige vennen (Pluzenvan, Eilandven, Rietven) in het onderzoek te betrekken.

Tenslotte is in 2007 de Grenspoel toegevoegd aan het onderzoek, omdat deze dichtbij een andere locatie was gelegen (Ganzepoel).

In dit onderzoek zal worden gewerkt met twee macrofauna-datasets. Eén set bevat abundantie gegevens van libellen, kokerjuffers, dansmuggen en wantsen uit twee perioden (1983 en 2004/2007) en wordt gebruikt om veranderingen te berekenen. De andere set bevat de recente gegevens van libellen, kokerjuffers, dansmuggen, wantsen, kevers en watermijten uit 2004/2007 en wordt gebruikt om de huidige stand van zaken te analyseren.

Adulte libellen

Gegevens van libellen zijn afkomstig uit het landelijke bestand met verspreidingsgegevens van libellen en verstrekt door de Vlinderstichting. Voor elk van 52 beheerde en onbeheerde vennen en duinplassen is de ligging op kilometerhok-niveau bepaald. Vervolgens zijn voor deze hokken de presentiegegevens vanaf 1980 geselecteerd. De geografische resolutie hiervan varieerde van hm tot km-niveau. Daarom is voor elke record nagegaan op welk waterlichaam de betreffende waarneming betrekking had. Waarnemingen die (mogelijk) op andere waterlichamen betrekking hadden dan de geselecteerde vennen zijn weggelaten. Omdat in sommige km-hokken clusters van vennen zijn gelegen, zijn records uit deze hokken samengevoegd. Op deze wijze zijn vijf clusters ontstaan, te weten de Broekse Wielen, Bergvennen (Riet-, Eiland- en Rondven), Oisterwijkse vennen (Voorste Goor-, Wit- en Van Esschenven), Keijenhurk/Scherpven en Beuven/Lobeliabaai. Tenslotte is voor elke water of cluster van vennen nagegaan of de betreffende waarnemingen voldoende spreiding in de tijd hadden om veranderingen als gevolg van autonome ontwikkelingen dan wel herstelbeheer te kunnen onderscheiden. Dit bleek helaas niet mogelijk. Vanaf 1994 is het aantal waarnemingen in het landelijke bestand verspreidingsgegevens libellen verveelvoudigd (Afbeelding 2.3). In veel van de onderzochte vennen zijn herstelmaatregelen voor of vlak na dit moment uitgevoerd, waardoor het niet mogelijk was om trends in beheerde en onbeheerde vennen en duinplassen te berekenen.



Afbeelding 2.3: Beschikbaarheid van libellengegevens van 1980 tot 2006.

Om toch een beeld te krijgen van wat het herstelbeheer voor libellen heeft opgeleverd is de presentie van karakteristieke en bijzondere soorten per water- en beheertype berekend. Hiervoor zijn waarnemingen geselecteerd van meer dan 5 jaar na uitvoering van herstelmaatregelen in het geval van herstelde wateren of waarnemingen verricht in de periode 2001-2006 in het geval van onbeheerde wateren. Waarnemingen van zwervers (*Calopteryx splendens*, *Crocothemis erythraea*, *Erythromma lindenii*, *Gomphus pulchellus*, *G. vulgatissimus*, *Libellula fulva*, *Orthetrum coeruleum*, *Platycnemis pennipes*, *Sympetrum fonscolombii*, *S. meridionale*, *S. depressiusculum* en *Trithemis annulata*) zijn weggelaten.

Amfibieën en vogels

Voor de verspreiding van amfibieën en vogels is gebruikgemaakt van gegevens die verzameld zijn in het kader van de OBN-beleidsmonitoring 2001 en 2002 (De Nobel et al. 2001, Sierdsema et al. 2002). Voor deze groepen zijn alleen recente gegevens beschikbaar, daarom zijn de data gepresenteerd als de presentie van karakteristieke en bijzondere soorten per water- en beheertype.

Zonnebaars en Hondsvvis

Deze twee invasieve exotische vissen kunnen in vennen zeer hoge dichtheden bereiken en daardoor de effectiviteit van herstelmaatregelen beïnvloeden. Aanwezigheid en talrijkheid van deze soorten in de onderzochte wateren is genoteerd.

De effecten van hondsvvis op aquatische macrofauna zijn slecht bekend. Om een beeld te krijgen van de potentiële impact van deze soort op aquatische ongewervelden is in 2007 in een pilot uitgevoerd. Dit onderzoek diende tweetal vragen te beantwoorden.

(1) Wat is het dieet van de hondsvvis?

Hiertoe zijn in mei 2007 in het ven de Banen 10 hondsvissen verzameld. Deze zijn geconserveerd in alcohol, getransporteerd naar het lab alwaar de maaginhoud van de vissen is onderzocht. Op de plek waar de vissen zijn verzameld is tevens een monster genomen van de watermacrofauna om een vergelijking te kunnen maken van de prooikeuze in relatie tot het prooiaanbod. Ter vergelijking is hetzelfde gedaan met hondsvissen verzameld in de Peel.

(2) Leidt predatie op ongewervelden door de hondsvvis tot een abundantie afname van ongewervelden?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn in het voorjaar van 2007 in het ven de Banen 8 enclosures geplaatst. Dit waren doorzichtige kunststof cilinders met een doorsnede van 1 meter. Aan de onderkant van de enclosures zaten metalen pinnen waarmee de cilinders in het sediment van het ven werden bevestigd. De enclosures werden in duplo voorzien van respectievelijk 0, 2, 4 en 6 hondsvissen. Aan het begin van de pilot is de abundantie van watermacrofauna bepaald over een oppervlakte gelijk aan die van de enclosures. Na 49 dagen is uit de enclosures alle watermacrofauna verzameld.

2.2.F Watervogels

In 4 vennen is het aantal watervogels gedurende 2007 geteld. Het gaat om 2 vennen in Noord-Brabant (het Voorste goorven, de Keyenhurk) en 2 vennen in midden-Limburg (de Banen en de Venkoelen). Het hele venoppervlak en de onmiddellijke omgeving werden met een verrekijker afgespeurd. De soorten en aantallen van alle grotere watervogels (ganzen, eenden, reigerachtigen e.d.) werden genoteerd. Om te kunnen inschatten in hoeverre deze watervogels zorgen voor een netto transport van voedingsstoffen naar het ven is ook gelet op het gedrag; rusten, foerageren, broeden e.d. Speciale avond-en vroege ochtend bezoeken zijn gebracht om te kunnen constateren in hoeverre deze vogels ook op de vennen overnachten.

In september 2007 en september 2008 zijn ook twee duinplassen bekeken in de buurt van de Badhuiskuil op Terschelling, te weten de Meisterplak en de Waterplak. Langs de Meisterplak zijn in 2008 bodemmonsters verzameld en vegetatie-opnamen gemaakt op door watervogels vermeste plekken en op onvermeste, vergelijkbare plekken. In de Waterplak is in september 2007 het aantal bezoekende grauwe ganzen en aalscholvers en hun gedrag bestudeerd. In september 2008 is de dikte van de sliblaag vlakdekkend vastgesteld en is de samenstelling van het slib op een tiental plekken doorgemeten.

3 Ontwikkelingen in referentiewateren

Een groot deel van de achteruitgang van de levensgemeenschappen in vennen en duinplassen was het gevolg van luchtverontreiniging; depositie van zwavel en stikstof. Ten tijde van het opstarten van de regeling OBN had deze depositie zijn hoogtepunt bereikt. Inmiddels is de zwaveldepositie met meer dan 80% afgenomen en is ook de stikstofdepositie licht gedaald dankzij een afname van de ammoniumdepositie. Het is daarom te verwachten dat er in voedselarme wateren enig spontaan herstel op zal treden. Om een onderscheid te kunnen maken tussen dit spontane herstel en het effect van op de locatie uitgevoerde herstelmaatregelen, is het spontane herstel in een aantal wateren in beeld gebracht.

De best gevolgde wateren zijn het Achterste Goorven (Oisterwijk), Kliplo (Drenthe) en de Gerritsfles (Veluwe). Dit waren oorspronkelijk zeer zwak gebufferde vennen. Daarnaast zijn enkele Oisterwijkse vennen meegenomen waarvan de samenstelling van de macrofauna goed gevolgd is: het Groot ganzenven, Groot huisven en het Diaconieven.

3.1 Water- en bodemkwaliteit

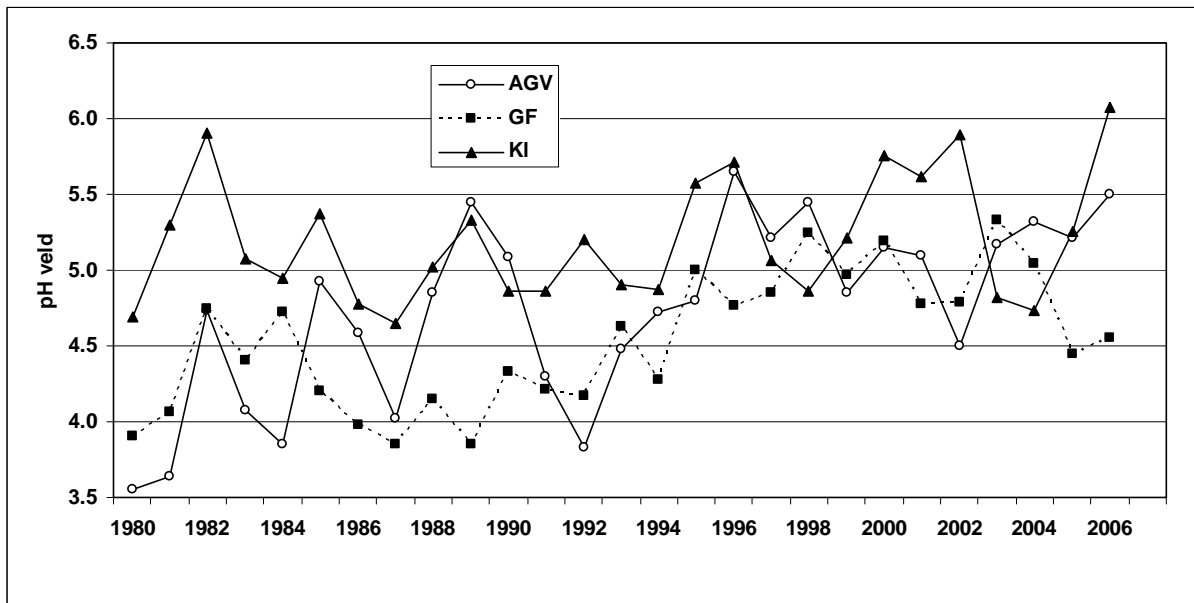
In het midden van de jaren tachtig is in een groot aantal zure vennen en een kleine groep oorspronkelijk zwak gebufferde vennen in Noord-Brabant de waterkwaliteit gemeten (Leuven, 1988). Deze metingen zijn enkele jaren geleden herhaald (van Kleef e.a., in voorbereiding). In de tussentijdse periode is de concentratie ammonium en sulfaat in deze vennen met meer dan 50% afgenomen. Ook is de pH gemiddeld bijna een halve eenheid gestegen.

Wanneer we naar de uitgebreide meetreeksen in het Achterste Goorven, de Gerritsfles en Kliplo kijken, die zijn gepubliceerd in Van Dam & Mertens (2008a), zien we dezelfde globale trends. Maar er zijn duidelijke onderlinge verschillen tussen de vennen en tussen de jaren. In Kliplo is de pH vrijwel constant gebleven, terwijl de pH in de Gerritsfles en het Achterste Goorven in dezelfde periode stijgt van pH 4 naar pH 5 (afbeelding 3.1). De belangrijkste stijging doet zich voor rond 1995. De stijging van de pH gaat gepaard met een stijging van de buffercapaciteit op dezelfde plaatsen en in dezelfde perioden (afbeelding 3.2).

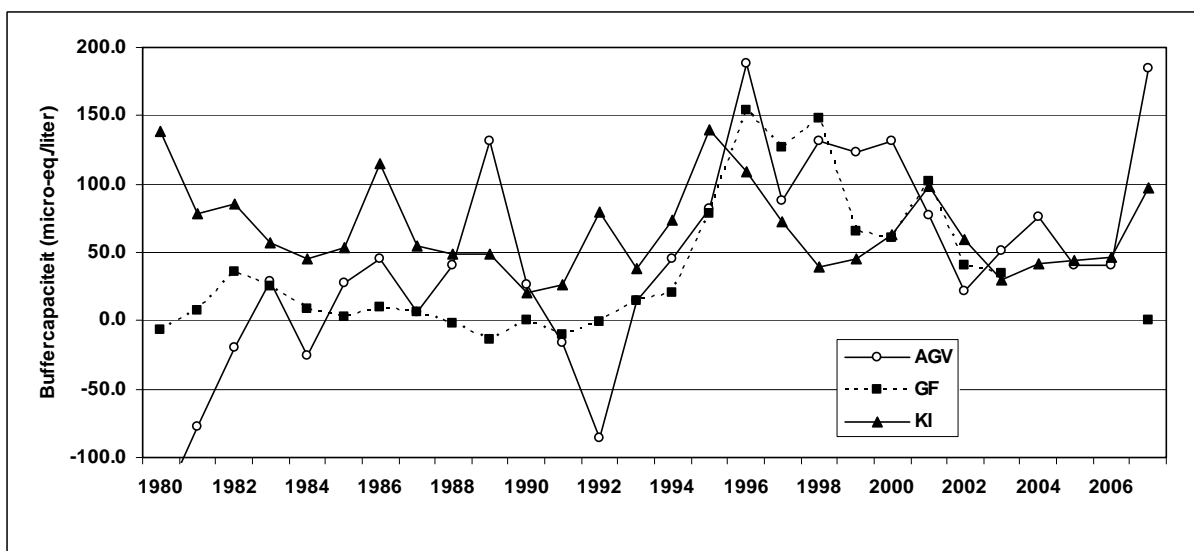
De calciumconcentratie in het oppervlaktewater laat een heel ander beeld zien door de tijd dan de pH en buffercapaciteit (afbeeldingen 3.1 t/m 3.3). In alle drie de vennen treedt een piek op rond 1981, 1991 en 1997; extreem droge jaren. De piek is telkens het sterkste in het Achterste goorven. Het droogvallen van grote delen van de venbodem zorgt voor oxidatie van gereduceerde verbindingen (ijzer, zwavel, mangaan, stikstof e.d.) en hiermee voor een flinke zuurproductie. Door de verzuring wordt veel calcium uit de bodem gemobiliseerd en dit wordt teruggemeten in de waterlaag. In 1976 zorgde droogval nog voor een extreme verzuring van heel veel vennen in Nederland. Dit is ook in 1981 nog te zien (afbeelding 3.3). Echter, in 1991 en 1996 treedt deze verzuring niet of nauwelijks meer op. Opvallend is dat de pieken in de calciumconcentratie met de tijd steeds lager worden. Ook neemt over het geheel genomen de calciumconcentratie duidelijk af.

De pieken in de calciumconcentratie vallen vrijwel samen met pieken in de sulfaatconcentratie in de waterlaag (afbeelding 3.4). Dit duidt er op dat oxidatie van gereduceerd zwavel het dominante zuurvormende proces is. Ook de pieken in de zwavelconcentratie worden in de loop van de tijd minder. In het droge jaar 2003 is zelfs nauwelijks meer een sulfaatpiek te bespeuren. Droogval zorgt voor uitputting van de hoeveelheid oxideerbaar zwavel. Bij de huidige lage depositieniveaus wordt deze zwavelvoorraad vervolgens nauwelijks meer aangevuld. Sterke verzuring van vennen na droogval zal vermoedelijk alleen nog optreden in droge jaren na een lange reeks van niet droge jaren. Zwavel kan dan over een langere periode ophopen.

De hoeveelheid mineraal stikstof in de waterlaag vertoont in alle drie de referentievennen een duidelijke afname tussen 1980 en 2007. De nitraatconcentratie is vrij constant en ligt meest tussen de 3 en 10 micromol per liter. De ammoniumconcentraties zijn veel hoger, maar vertonen een spectaculaire daling met meer dan 80% (afbeelding 3.5). Deze daling is dus veel sterker dan op grond van de afname van de depositie mag worden verwacht. Door de sterke daling van de ammoniumconcentraties herstelt ook de ammonium/nitrat ratio zich. Ammonium is in de Gerritsfles en Kliplo niet langer meer de dominante stikstofvorm. Het Achterste Goorven blijft, evenals de andere centrale Oosterwijkse vennen, nog altijd het meest stikstofrijke ven wat in het kader van ons onderzoek onderzocht is.

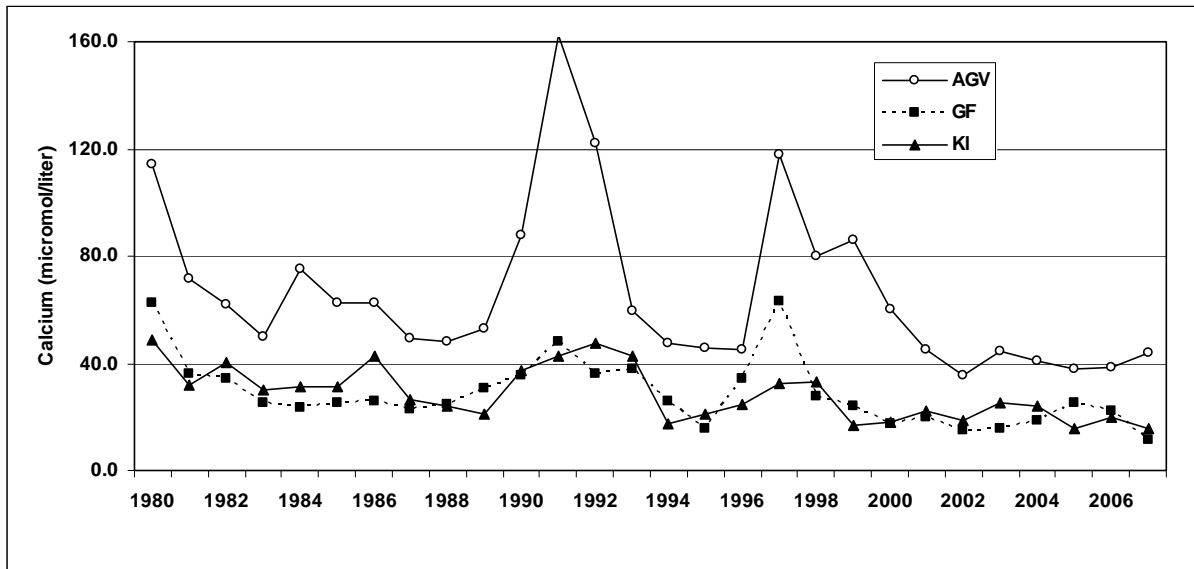


Afbeelding 3.1: Ontwikkeling van de zuurgraad in drie referentievennen in de periode 1980-2007. AGV = Achterste Goorven. GF = Gerritsfles, KI = Kliplo. (Naar: Van Dam & Mertens, 2008a)

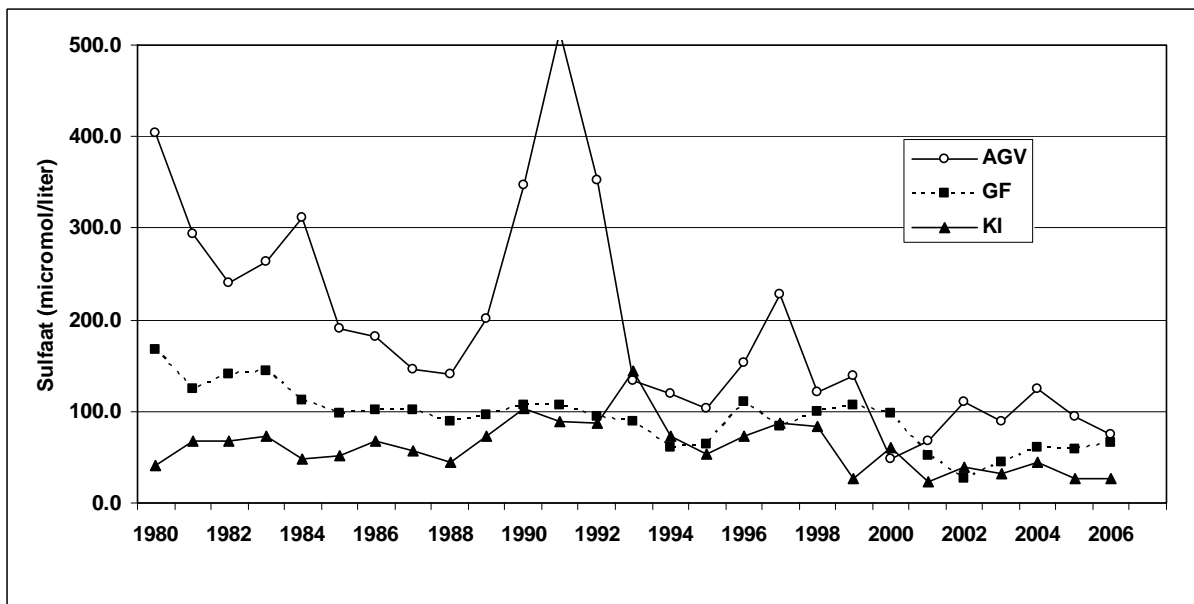


Afbeelding 3.2: Ontwikkeling van de buffercapaciteit in drie referentievennen in de periode 1980-2007. AGV = Achterste Goorven. GF = Gerritsfles, KI = Kliplo. (Naar: Van Dam & Mertens, 2008a)

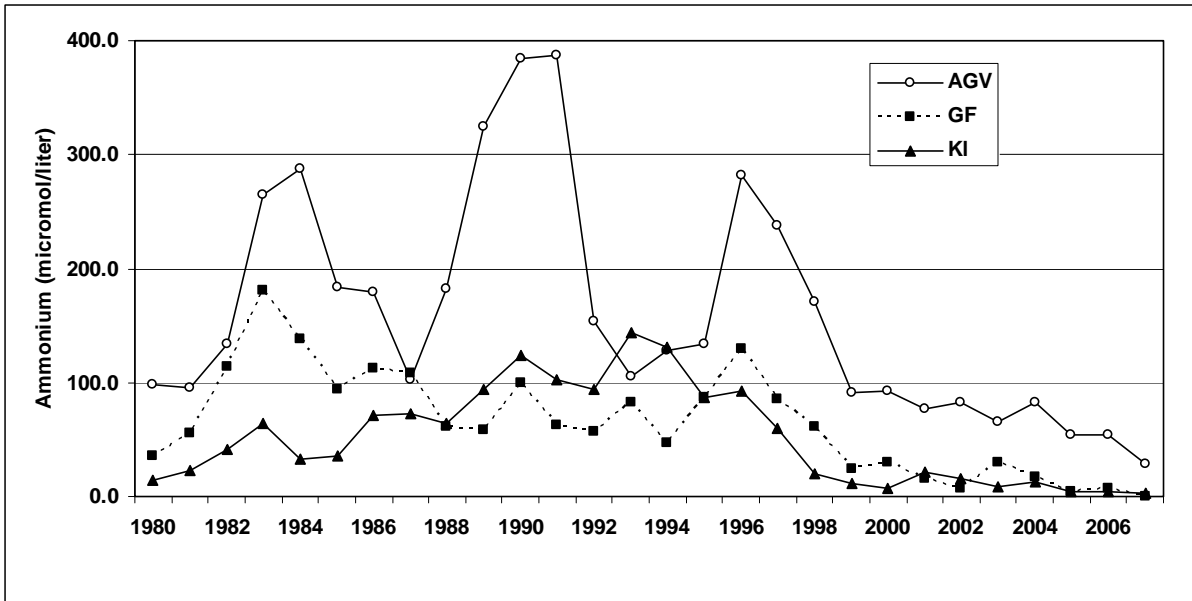
De fosfaatbeschikbaarheid blijft in alle drie de referentievennen laag (afbeelding 3.6). De concentraties van vooral orthofosfaat bevinden zich regelmatig beneden de detectielimiet, wat verdere beoordeling moeilijk maakt. De kaliumconcentratie neemt wel duidelijk af, in alle drie de vennen van ongeveer 50 $\mu\text{mol/liter}$ naar ongeveer 20 $\mu\text{mol/liter}$. Het patroon lijkt sterk op dat van calcium; hier lijkt verminderde mobilisatie door een teruglopende verzuring dus een rol te spelen.



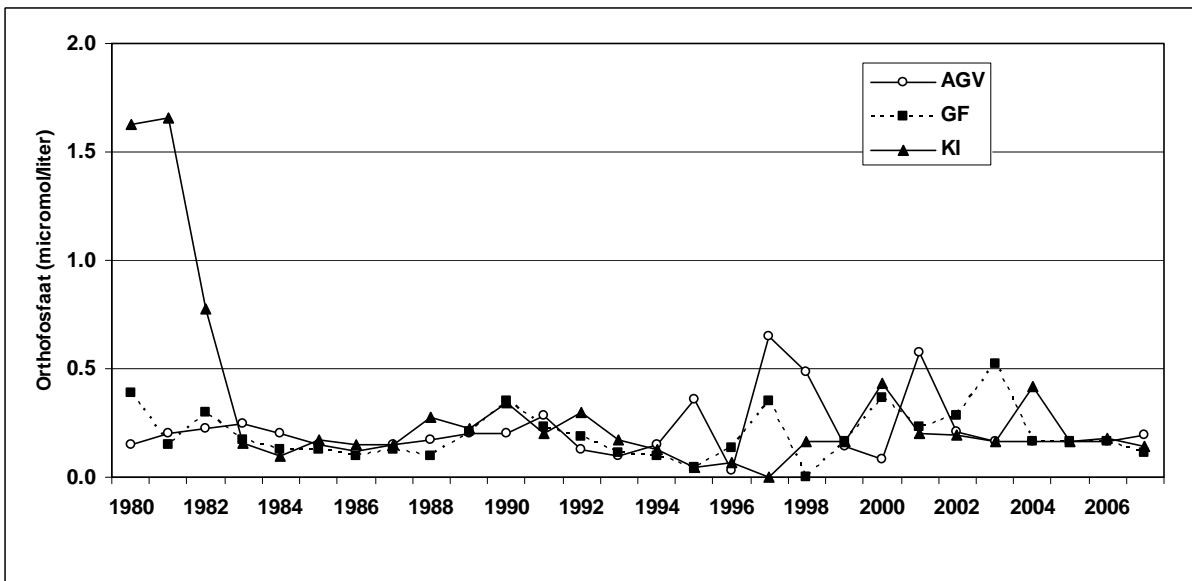
Afbeelding 3.3: Ontwikkeling van de calciumconcentratie in drie referentievennen in de periode 1980-2007. AGV = Achterste Goorven. GF = Gerritsfles, KI = Kliplo. (Naar: Van Dam & Mertens, 2008a)



Afbeelding 3.4: Ontwikkeling van de sulfaatconcentratie in drie referentievennen in de periode 1980-2007. AGV = Achterste Goorven. GF = Gerritsfles, KI = Kliplo. (Naar: Van Dam & Mertens, 2008a)



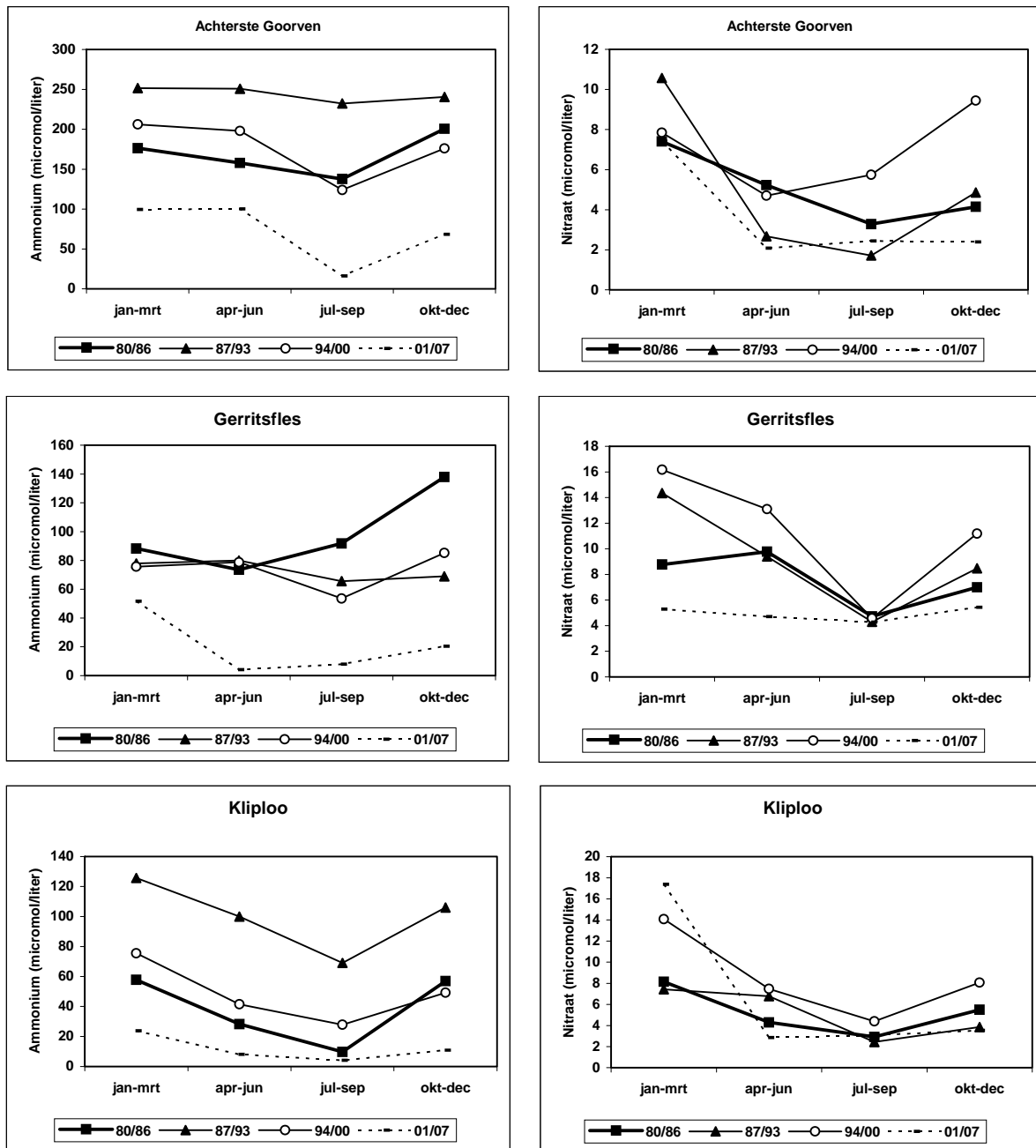
Afbeelding 3.5: Ontwikkeling van de ammoniumconcentratie in drie referentievennen in de periode 1980-2007. AGV = Achterste Goorven. GF = Gerritsfles, KI = Kliplo. (Naar: Van Dam & Mertens, 2008a).



Afbeelding 3.6: Ontwikkeling van de fosfaatconcentratie in drie referentievennen in de periode 1980-2007. AGV = Achterste Goorven. GF = Gerritsfles, KI = Kliplo. (Naar: Van Dam & Mertens, 2008a)

De laatste jaren worden in het winterhalfjaar veel hogere stikstofconcentraties gemeten in vennen dan in het zomerhalfjaar. Dit geldt ook voor de drie intensief gevolgde referentievennen (afbeelding 3.7). In het Achterste Goorven werden in de periode 1980-1986 jaarrond ammoniumconcentraties gemeten van ongeveer 250 micromol per liter. Tussen 2001 en 2007 was de gemiddelde concentratie in het winterhalfjaar gedaald tot ongeveer 100 micromol per liter. In de zomer werden in diezelfde periode echter waarden gemeten van minder dan 10 micromol per liter; een reductie van meer dan 95%! Nitraat werd ook in het verleden al weinig gemeten in de zomer en hier zijn weinig wijzigingen in opgetreden. In de zomer vindt dus omzetting van mineraal stikstof plaats in gasvormig stikstof en/of wordt mineraal stikstof opgenomen door de vegetatie. Het resultaat is dat de stikstofbeschikbaarheid in de tweede helft van het vegetatieseeizoen weer bijna terug is op het

natuurlijke niveau. Voor de Gerritsfles en Kliplo worden deze natuurlijke waarden zelfs over een groot deel van het groeiseizoen behaald.



Afbeelding 3.7: Beschikbaarheid van mineraal stikstof (ammonium en nitraat) in de waterlaag van drie referentievelden in de periode 1980-2007. Weergegeven zijn gemiddelden per seizoen.

Belangrijke vraag is of de sliblaag toeneemt of afneemt in dikte en verspreiding. De sliblaag kan dikker worden omdat er nog steeds aanvoer van organisch materiaal plaatsvindt, of omdat de afbraak langzamer verloopt. De verminderde stikstof- en sulfaatbelasting kunnen een oorzaak zijn van een lagere afbraaksnelheid. Door de opgelopen pH in de waterlaag kan organisch materiaal ook juist sneller afbreken (van Kleef et al. in voorbereiding). Mogelijk draagt ook de opgelopen temperatuur daar aan bij (van Dam & Mertens, 2008b).

In 1984 is de slibdikte van de Gerritsfles, Kliplo en het Achterste Goorven in kaart gebracht (van Dam, 1987). In het Achterste Goorven was over het hele oppervlak een decimeters dikke sliblaag

aanwezig. Deze was ook in 2007 nog aanwezig, maar er zijn geen uitgebreide slibdiktemetingen verricht. De sliblaag lijkt zeker niet dunner te zijn geworden. Ook in Kliplo was in 1984 een dikke sliblaag aanwezig, die in het midden 50 tot 100 cm dik was. Dit middendeel is in 2007 niet bezocht. De slibdikte aan de randen is vrijwel ongewijzigd en enkele in 1987 slibarme delen waren ook in 2007 nog aanwezig. Waarschijnlijk is hier dus weinig veranderd aan de slibdikte. In de Gerritsfles is de sliblaag aanzienlijk dunner dan in beide andere referentievennen en is minder dan 25 cm dik. Op beide tijdstippen waren over aanzienlijke oppervlakten minerale delen aanwezig. Al met al zijn er geen aanwijzingen dat er wijziging in de slibdikte is opgetreden in de drie goed gevolgde referentievennen. Ook de overige referentievennen kennen een bodem die grotendeels bedekt is met een sliblaag en ook hier geldt dat de in het bos gelegen vennen aanzienlijk meer slib bevatten.

De samenstelling van dit slib is variabel, maar verschilt gemiddeld niet van het nieuw opgehoopte slib in opgeschoonde vennen. Ook de weinige zandige plekje zijn qua samenstelling niet duidelijk verschillend van de zandige plekken in opgeschoonde vennen.

Vooraf de dikte van de sliblaag en het feit dat deze over vrijwel het hele ven verspreid is, vormen een duidelijk verschil met opgeschoonde vennen. Dit is ook het geval in de enige niet opgeschoonde duinplas die in het onderzoek is opgenomen, de Kroonpolderplas op Terschelling.

De toenemende afbraaksnelheid leidt ook tot een toenemende koolzuurproductie uit dergelijke sliblagen. Dit is mogelijk weer een verklaring voor de toename van kooldioxide-gebruikende waterplanten in niet opgeschoonde vennen, bijvoorbeeld drijvende egelskop (*Sparganium angustifolium*).

Het grove beeld blijft echter dat een eenmaal gevormde sliblaag niet verdwijnt en daarom langdurig de ontwikkeling van een gevarieerde venvegetatie in de weg staat. Wel kan een toegenomen windwerking leiden tot een verplaatsing van de sliblaag, waardoor weer heel lokaal zandige, ondiepe bodems bloot komen te liggen. Op deze manier heeft het kappen van bomen langs het Zwarte Water bij Turnhout geleid tot de uitbreiding van Oeverkruid en Waterlobelia.

3.2 Kiezelwieren

3.2.a Overzicht

In de oorspronkelijke analysestaten van de 197 monsters zijn 413 soorten vermeld. Door de harmonisatie zijn er hiervan nog 322 overgebleven, die in Bijlage 8 zijn opgenomen, samen met hun ecologische indicatiewaarden, pH-optima, ecologische groep, mate van bijzonderheid en alleen voor de duinwateren hun indicatieve eigenschappen voor het type M22 (kleine, ondiepe, kalkrijke plassen).

De aantallen (bijzondere) soorten zijn samengevat in Tabel 3.2. In de 18 monsters van de duinwateren komen 125 soorten voor, waarvan er 25 (dus 20%) bijzonder zijn. Dat aantal soorten is hoog, in vergelijking met de 122 soorten van (maandelijks genomen) 42 monsters uit drie Hollandse duinmeren (Londo 1967), zelfs als we in aanmerking nemen dat de taxonomische kennis van kiezelwieren de laatste decennia sterk is toegenomen. Janssen e.a. (1998) vonden in 73 monsters van 51 locaties uit de Amsterdamse Waterleidingduinen 213 soorten, maar dat betreft hoofdzakelijk door infiltratiewater beïnvloede wateren.

Het aantal soorten in de vennen bedraagt 299 en 40% (120) hiervan is naar Nederlandse maatstaven zelfs bijzonder¹. Dat is ongeveer een kwart van de totale Nederlandse diatomeeënflora van het

¹ Éen hiervan, *Navicula fennica*, is nog niet eerder als zodanig in ons land aangetroffen. Eerder was deze als *Navicula spec.* 3739.2 aangetroffen in boorkernen uit het Van Esschenven bij Oosterwijk (Van Dam e.a. 1994b), maar kon pas onlangs met

zoete en zwak brakke water (Van Dam e.a. 1994a). Deze voor vennen zeer hoge aantallen worden veroorzaakt doordat het in deze studie gaat om een reeks zeer verschillende ventypen (van zuivere regenwaterplassen tot sterk door grond- en oppervlaktewater gevoede meertjes), die in de loop der jaren om verschillende redenen (o.a. vermesting, verzuring en verdroging) zijn beïnvloed, waarvan bovendien monsters van ten minste een paar honderd jaar oud tot heden van zijn bestudeerd.

Tabel 3.1: Verdeling van de aantallen bestudeerde monsters over de locaties en perioden. De locaties zijn ingedeeld in typen, al naar gelang de aard van de genomen maatregelen. vet = paren < 10 jaar vóór maatregelen en > 10 jaar na maatregelen, cursief = paren 1916-1963 en > 10 jaar na maatregelen, vet cursief = beide vorige categorieën. In de vennen zonder maatregelen (VZM) zijn de perioden 3: 1980 - 1990, 4: 1991 - 2000 en 5: 2001 - 2006.

Type	Omschrijving type	Locatie	Afk	Uitvoering maat- regelen	Periode					Totaal				
					A	B	C	D	1		2	3	4	5
					Boor- kern	Boor- kern	Boor- kern	Boor- kern	1916- 1963		1964- 1980	<10 jr vóór maatr.	<10 jr na maatr.	>10 jr na maatr.
REF	Referentieven	Kliplo	KL					4	1	2	3	2	12	
REF	Referentieven	Gerritsfles	GE					4	4	2	3	2	15	
REF	Referentieven	Achterste Goorven	AG					5	2	2	3	2	14	
BVV	Gebaggerd verzuurd ven	Grenspoel	GR	1992							5	8	1	14
BVV	Gebaggerd verzuurd ven	Ganzenpoel	GA	1989					1		3	1	1	6
BVV	Gebaggerd verzuurd ven	Ronde ven (IV)	RV	1994					1			3	1	5
BVV	Gebaggerd verzuurd ven	Pluzenvan (VII)	PL	1994					1				1	2
BVV	Gebaggerd verzuurd ven	Van Esschenven	ES	1996		6	5	5	1		2		1	20
BGV	Gebaggerd gebufferd ven	Broekse wielen	BW	1991							1		2	3
BGV	Gebaggerd gebufferd ven	De Banen	BA	1993	9				4		8	11	2	34
BGD	Gebaggerde duinplas	Badhuiskuil	BP	1990						1	2	1	2	6
BGD	Gebaggerde duinplas	Griltjeplak	GP	1992						1	2	1	3	7
BGP	Gebaggerde duinpoel	Vissepitje	VP	1990							1		1	2
BGP	Gebaggerde duinpoel	Paddepoel	PP	1990							1		1	2
BGP	Gebaggerde duinpoel	Pitje van Jan van Louis	PJ	1991									1	1
ZWA	Gebaggerd ven met zwavelprobleem	Zwart Water/Venkoelen	ZW	2001							4	3		7
BKA	Gebaggerd bekalkt ven	Schaope(wasker)dobbe	SW	1990								1	2	3
BWI	Gebaggerd ven met waterinlaat	Rietven (III)	RI	1994							1	1	1	3
BWI	Gebaggerd ven met waterinlaat	Eilandven (VI)	EI	1994					1		1		1	3
BWI	Gebaggerd ven met waterinlaat	Keyenhurk	KE	1992					1				1	2
BWI	Gebaggerd ven met waterinlaat	Voorste Goorven	VG	1996					1		2		1	4
BWI	Gebaggerd ven met waterinlaat	Witven	WI	1996					1		2		1	4
BWI	Gebaggerd ven met waterinlaat	Beuven	BE	1986					3		1	3	1	8
NAT	Vernat ven	Ven in Echtenerzand	EC	1990					1		5	2	2	10
NAT	Vernat ven	Diepveen	DI	1985					2		2	3	3	10
	Alle wateren, monsters				9	6	14	5	33	50	44	39	6	197
	Wateren met maatregelen, locaties				1	1	1	1	12	2	17	12	21	22
	Wateren zonder maatr., locaties								3	3	3	3	3	3

zekerheid worden gedetermineerd. De soort is in Midden- en West-Europa nog niet of nauwelijks aangetroffen (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991).

Tabel 3.2.: *Verdeling van de aantallen (bijzondere) soorten over de vennen en duinwateren*

Karakteristiek	Alle wateren	Duinwateren	Vennen
Aantal monsters	197	18	179
Aantal soorten	322	135	299
Aantal bijzondere soorten	142	25	120

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de algemene soorten in de monsters, gerangschikt per type. Bijlage 9 is dezelfde tabel, maar dan nog eens uitgesplitst naar periode per type. Uit deze tabellen wordt duidelijk dat het merendeel van de aangetroffen schalen tot de triviale soorten uit zuur water (31%) en doelsoorten bestaat (26%), maar dat daarnaast verzuringsindicatoren (14%) en soorten van voedselrijke wateren (11%) en zelfs soorten uit organisch verontreinigde en brakke wateren (5%) best nog veel voorkomen. Ook de overeenkomst tussen de soortensamenstelling van de vennen zonder maatregelen en de vennen waar alleen het slib is verwijderd valt hier op. Uit Bijlage 9 is snel te zien dat in beide typen de verzuringsindicatoren tussen de perioden 4 en 5 zijn afgenomen, maar het totaaloverzicht over de veranderingen blijkt pas goed uit de ordinatie.

Tabel 3.3.: De procentuele hoeveelheid per type (Tabel 6) van soorten die in ten minste een kwart van de monsters voorkomen (samen goed voor 85% van de abundantie), gerangschikt per ecologische groep. Een k achter het type betekent boorkern(en). Bijzondere soorten zijn gemerkt (*). Ecologische indicatiegetallen als in Bijlage 6. N = aantal monsters waarin de soort is gevonden, n = aantal monsters per type. - = niet aangevonden, + = hoeveelheid < 0,5%.

Ecol. indicatiewaarden							pH-opt.	Soort	N	%ab	Type n	REF 41	BVvk 16	BVV 31	BGvk 9	BGV 28	BGD 13	BGP 5	ZWA 7	BKA 3	BWI 24	NAT 20
R	H	N	O	S	T	M																
1	2	2	2	3	0	3	4.1	<i>Eunotia exigua</i>	106	14		21	+	20	-	2	-	-	38	15	12	30
Subtotaal verzuringsindicatoren									14		21	+	20	-	2	-	-	38	15	12	30	
0	2	2	2	2	0	3	4.3	<i>Eunotia bilunaris</i> s.l.	145	6		5	1	12	+	9	+	-	8	1	2	8
2	1	0	0	1	0	3	-	<i>Eunotia implicata</i>	42	1		+	1	+	+	1	-	8	+	1	-	
2	1	1	1	1	1	2	5.0	<i>Eunotia incisa</i>	115	6		12	1	4	+	3	-	-	-	7	3	16
1	1	1	1	1	1	4	3.8	<i>Eunotia paludosa</i>	31	0		+	-	2	-	+	-	-	-	-	+	+
2	1	1	1	1	1	3	4.9	<i>Eunotia rhomboidea</i> s.l.	122	7		13	1	11	1	+	-	-	+	29	8	6
1	1	1	1	1	1	3	4.2	<i>Frustulia saxonica</i> s.l.	126	8		12	1	21	+	+	-	-	1	7	3	14
3	2	2	3	3	0	2	4.7	<i>Pinnularia gibba</i> s.l.	28	0		+	+	+	-	-	-	-	3	-	+	1
3	2	2	3	2	0	3	5.0	<i>Pinnularia microstauron</i> -groep	45	0		1	+	1	-	1	-	-	1	1	1	+
3	2	2	3	2	0	3	-	<i>Pinnularia viridis</i>	27	0		+	+	+	+	+	+	-	2	-	+	+
1	1	1	1	1	1	2	4.6	<i>Tabellaria quadrisepata</i>	92	2		8	+	+	+	+	-	-	-	-	1	4
overige									1		+	1	1	-	1	+	-	9	-	1	+	
Subtotaal triviale soorten uit zuur water									31		50	8	53	1	14	2	-	31	45	19	50	
3	2	1	1	1	1	0	-	<i>Achnanthes pusilla</i> *	40	0		-	1	+	1	+	1	-	-	-	1	-
2	1	1	1	1	2	1	-	<i>Achnanthes subatomoides</i> *	24	0		-	3	+	-	+	-	-	-	1	+	-
4	2	1	2	1	2	2	-	<i>Brachysira neoexilis</i> *	66	2		+	4	1	+	4	-	-	-	-	8	-
3	1	1	1	1	3	2	5.9	<i>Brachysira procera</i> *	85	2		3	6	1	1	1	-	-	-	-	5	-
3	1	0	1	1	1	0	-	<i>Cymbella cesatii</i> *	49	1		+	7	+	1	1	+	3	-	-	1	-
4	2	1	1	1	4	3	-	<i>Cymbella microcephala</i> *	33	1		-	4	-	+	1	1	5	-	-	+	+
2	1	1	1	1	1	3	4.2	<i>Eunotia naegeli</i>	57	2		1	+	1	-	+	-	-	+	-	4	9
4	2	1	1	1	0	2	-	<i>Fragilaria brevistriata</i>	27	1		+	2	+	+	-	1	14	-	-	+	-
3	2	1	1	1	2	0	-	<i>Fr. capucina</i> (incl. var. <i>gracilis</i>)	37	1		-	-	+	+	2	9	-	+	+	2	+
3	1	1	1	1	1	2	5.6	<i>Fragilaria exigua</i> *	55	1		1	7	+	2	2	+	-	-	-	2	-
2	1	1	1	1	2	0	5.9	<i>Navicula leptostriata</i> s.l.*	31	1		5	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
2	1	1	1	1	1	4	4.2	<i>Navicula mediocris</i> *	30	0		+	+	+	-	-	-	-	-	+	1	-
1	1	1	1	1	1	0	4.0	<i>Navicula subtilissima</i> -groep*	59	3		9	1	1	-	-	-	-	-	-	1	8
3	1	1	1	1	2	3	4.6	<i>Pinnularia interrupta</i>	69	0		1	+	+	-	+	-	-	+	-	1	+
2	1	1	1	2	3	3	5.0	<i>Tabellaria flocculosa</i>	105	3		4	+	5	+	5	+	-	2	22	2	+
overige									7		3	8	8	4	11	4	1	4	3	16	1	
Subtotaal doelsoorten									26		27	44	19	10	30	16	23	6	26	43	19	
3	2	2	1	2	0	3	6.8	<i>Achnanthes minutissima</i>	114	10		+	16	1	8	18	49	49	4	2	8	+
Subtotaal ubiquisten									10		+	16	1	8	18	49	49	4	2	8	+	
4	2	2	3	2	5	2	-	<i>Cocconeis placentula</i> s.l.	51	1		-	+	+	5	1	1	1	-	+	+	+
4	2	1	1	2	4	1	-	<i>Fragilaria construens</i>	29	1		-	9	+	-	+	1	-	-	-	1	-
4	2	2	1	2	4	1	5.6	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	52	4		+	2	1	47	4	1	3	-	-	6	-
4	2	2	1	2	0	3	-	<i>Fragilaria pinnata</i>	43	0		-	2	+	1	1	+	1	-	-	1	-
3	2	2	3	3	0	2	-	<i>Navicula cryptocephala</i>	44	0		+	+	+	3	1	1	+	-	+	1	-
3	2	2	3	3	4	2	-	<i>Navicula pupula</i>	48	0		-	1	+	3	+	+	+	-	-	+	-
3	2	2	2	2	4	3	-	<i>Navicula radiosa</i>	29	0		-	2	+	+	+	+	+	-	-	+	-
3	2	0	0	0	2	3	-	<i>Neidium ampliatum</i>	33	0		+	+	1	+	+	-	-	-	-	+	+
3	1	0	2	2	0	1	-	<i>Nitzschia gracilis</i>	36	0		1	-	1	+	+	-	-	1	1	1	-
3	2	2	2	2	4	2	-	<i>Stauroneis anceps</i>	26	0		+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
overige									4		+	8	1	12	6	7	13	12	1	2	+	
Subtotaal soorten van voedselrijke wateren									11		1	25	3	71	14	11	18	13	3	12	1	
3	2	3	4	4	5	3	5.1	<i>Gomphonema parvulum</i>	67	1		+	+	1	+	7	2	-	3	1	1	+
4	2	3	4	4	5	3	-	<i>Navicula minima</i>	47	1		-	-	1	2	1	2	-	1	2	+	
3	2	3	4	4	5	3	-	<i>Navicula seminulum</i>	24	0		-	-	+	1	1	+	+	1	+	+	
3	2	4	4	5	6	3	-	<i>Nitzschia palea</i>	70	1		-	2	+	5	4	1	+	1	+	1	+
1	2	2	2	2	0	3	-	<i>Nitzschia paleaeformis</i>	42	1		+	1	1	-	1	-	-	2	+	1	+
overige									2		+	+	+	2	5	16	6	2	2	1	+	
Subtotaal storingssoorten									7		+	3	3	9	19	21	7	8	6	6	+	
Subtotaal soorten met onbekende ecologie									1		-	4	+	+	3	2	3	+	2	+	+	

3.2.b Ordinaties

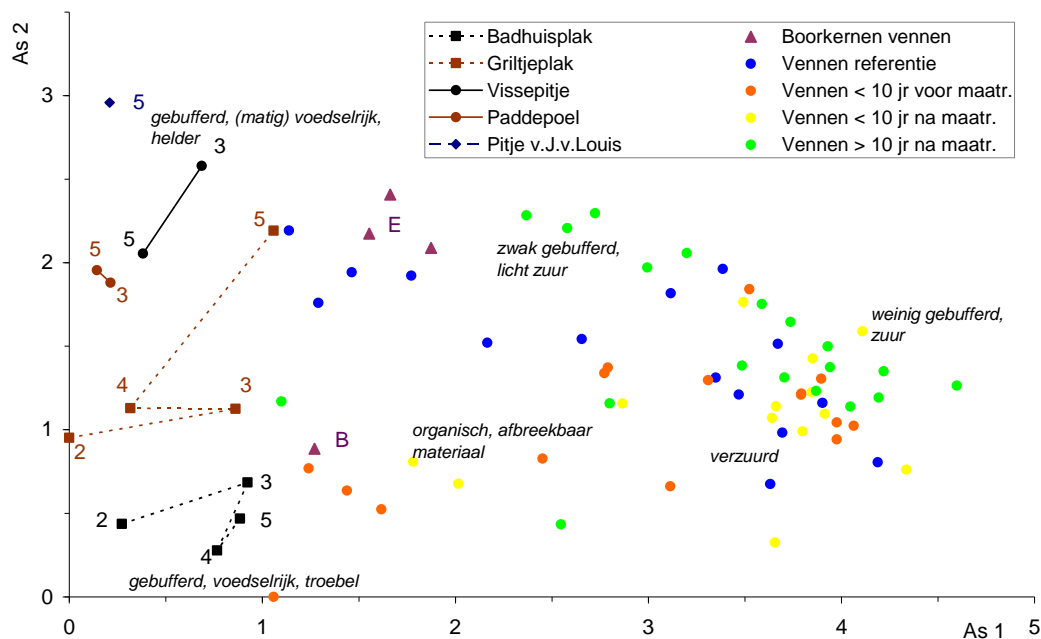
Alle wateren

De lengte van de gradiënt van de ordinatie van alle samengestelde monsters (duinwateren en vennen) bedraagt 4,5; wat betekent dat de gebruikte methode (DCA) adequaat is (afbeelding 3.8). De cumulatieve percentages van de verklaarde variatie van de ordinatie van alle vennenmonsters

(inclusief boorkernmonsters) voor de assen 1, 2, 3 en 4 bedraagt achtereenvolgens 15, 21, 24 en 27% (eigenwaarden respectievelijk 0,67, 0,24, 0,16 en 0,12).

De scores van de 122 soorten en 83 (samengestelde) monsters op de eerste twee assen van de ordinatie zijn vermeld in de tabel van Bijlage 10. De scores van de belangrijkste soorten en alle monsters op de deze assen zijn weergegeven in de afbeeldingen van die bijlage en zullen later worden gebruikt bij de bespreking van de veranderingen in de afzonderlijke vennen. De gegevens uit Bijlage 10 zijn samengevat in Afbeelding 3.8.

Op grond van de kennis over de ecologie van de soorten blijkt dat de eerste as van de ordinatie vooral een alkaliniteitsgradiënt is, van (matig) gebufferd aan de linkerzijde, tot ongebufferd aan de rechterzijde. Op de tweede as neemt vooral de voedselrijkdom af, van onder (lage score) tot boven (hoge score). De meer bijzondere soorten uit zwak tot matig gebufferde wateren en niet te sterk voedselrijke milieus zijn vooral aanwezig in de monsters uit de linkerbovenhoek van het diagram.



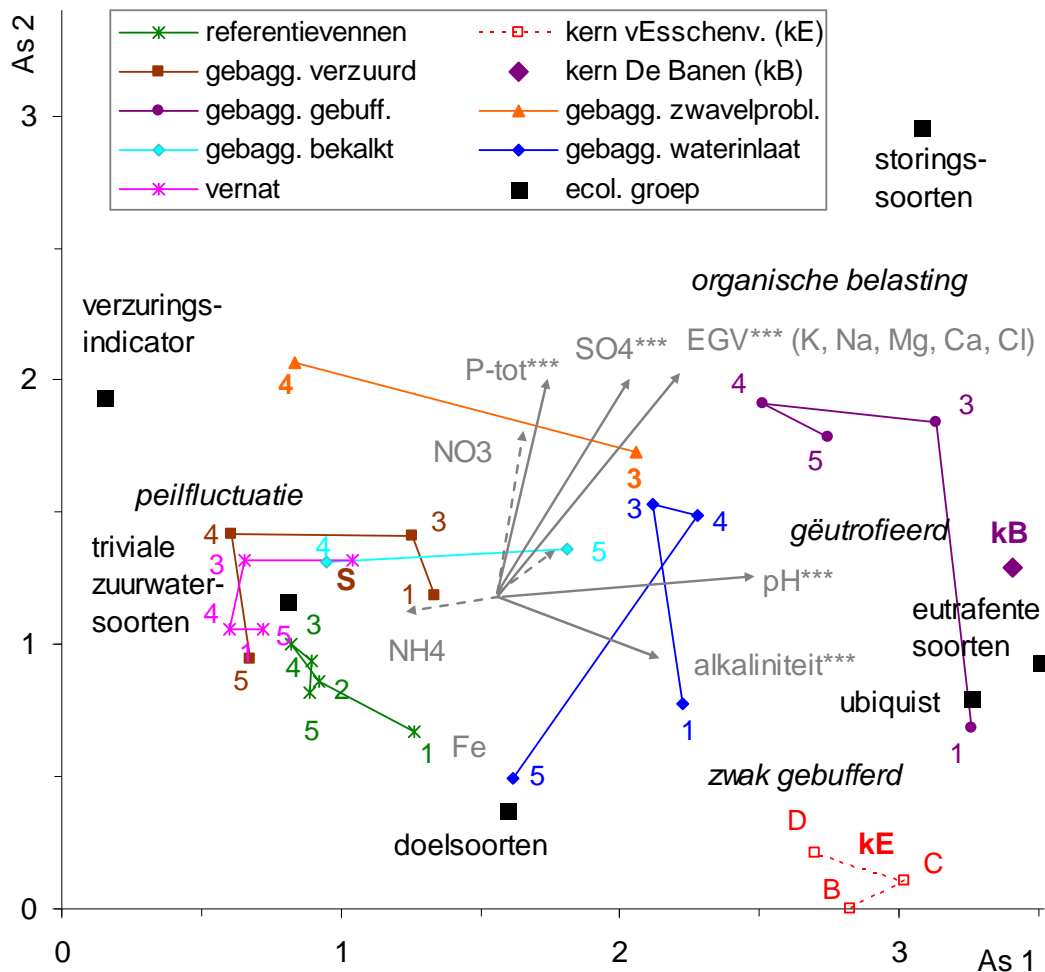
Afbeelding 3.8: Samenvatting van de ordinatie van de monsters uit vennen en duinwateren. De (samengestelde) monsters van dezelfde duinwateren uit verschillende perioden zijn met lijnen verbonden. Perioden zijn hier aangegeven met de cijfers 2 (1964 - 1980), 3 (meer dan 10 jaar voor ingrepen), 4 (minder dan 10 jaar na ingrepen) en 5 (meer dan 10 jaar na ingrepen). De monsters van de vennen uit verschillende perioden zijn met verschillende kleuren aangegeven. B = boorkern De Banen, E = boorkern Van Esschenven. Cursief zijn interpretaties weergegeven, aan de hand van ecologische kennis over de soorten (Bijlage 8, Bijlage 10, Afbeelding 6.2).

Vennen

De lengte van de gradiënt van de ordinatie van alleen de vennenmonsters (inclusief boorkernen) bedraagt 3,5; wat betekent dat de gebruikte methode (DCA) adequaat is (afbeelding 3.9). De cumulatieve percentages van de verklaarde variatie van de ordinatie van alle vennenmonsters (inclusief boorkernmonsters) voor de assen 1, 2, 3 en 4 bedraagt achtereenvolgens 16, 23, 28 en 31% (eigenwaarden 0,54, 0,22, 0,14 en 0,10)

De scores van de 103 soorten en 70 (samengestelde) monsters op de eerste twee assen van de ordinatie zijn vermeld in de tabel van Bijlage 10. De scores van de belangrijkste soorten en alle monsters op deze assen zijn weergegeven in de afbeeldingen van die bijlage en zullen later worden gebruikt bij de bespreking van de veranderingen in de afzonderlijke vennen. De correlaties van de

ordinatie-assen met de fysische en chemische gegevens zijn vermeld in Tabel 9. De gegevens van deze ordinatie uit Bijlage 10 zijn samengevat in Afbeelding 6, samen met een aantal belangrijke correlaties uit Tabel 9.



Afbeelding 3.9: Samenvatting van de ordinatie van de vennenmonsters. Per (beheers)type zijn de gemiddelde scores van de monsters per periode uitgezet en met lijnen verbonden. De blokjes (■) zijn de abundantiegewogen gemiddelde scores van de soorten (Bijlage 10) van de ecologische (soorten)groepen (Tabel 2.3). Processen zijn cursief aangegeven. Zie Tabel 3.1 voor de afkortingen van de typen. Perioden zijn aangegeven met de cijfers 1 (1916 - 1963, referentie), 2 (1964 - 1980), 3 (meer dan 10 jaar voor ingrepen), 4 (minder dan 10 jaar na ingrepen) en 5 (meer dan 10 jaar na ingrepen). Significante correlaties met milieuvariabelen zijn aangegeven met getrokken grijze pijlen, niet-significante correlaties met onderbroken grijze pijlen.

Uit Afbeelding 3.9 blijkt dat een duidelijke samenhang tussen de soortensamenstelling en de waterchemie. Op de eerste as zijn vooral alkaliniteit en zuurgraad onderscheidend. Dat betekent dat monsters links in het diagram vooral in zure en verzuurde wateren zijn genomen. In deze monsters bevinden zich ook veel soorten die kenmerkend zijn voor dit soort wateren. De tweede as is sterk gecorreleerd met totaal-fosfaat, terwijl de macro-ionen, zowel sulfaat als de meer conservatieve ionen, positief met de eerste en tweede as zijn gecorreleerd. De eutrafente soorten, die voorkomen in niet-zure wateren met een matig fosfaatgehalte bevinden zich vooral rechts in het diagram. De doelsoorten, die vooral in matig zure wateren met lage nutriëntconcentraties voorkomen, zijn vooral aanwezig in monsters midden onder in het diagram. In de rechterbovenhoek

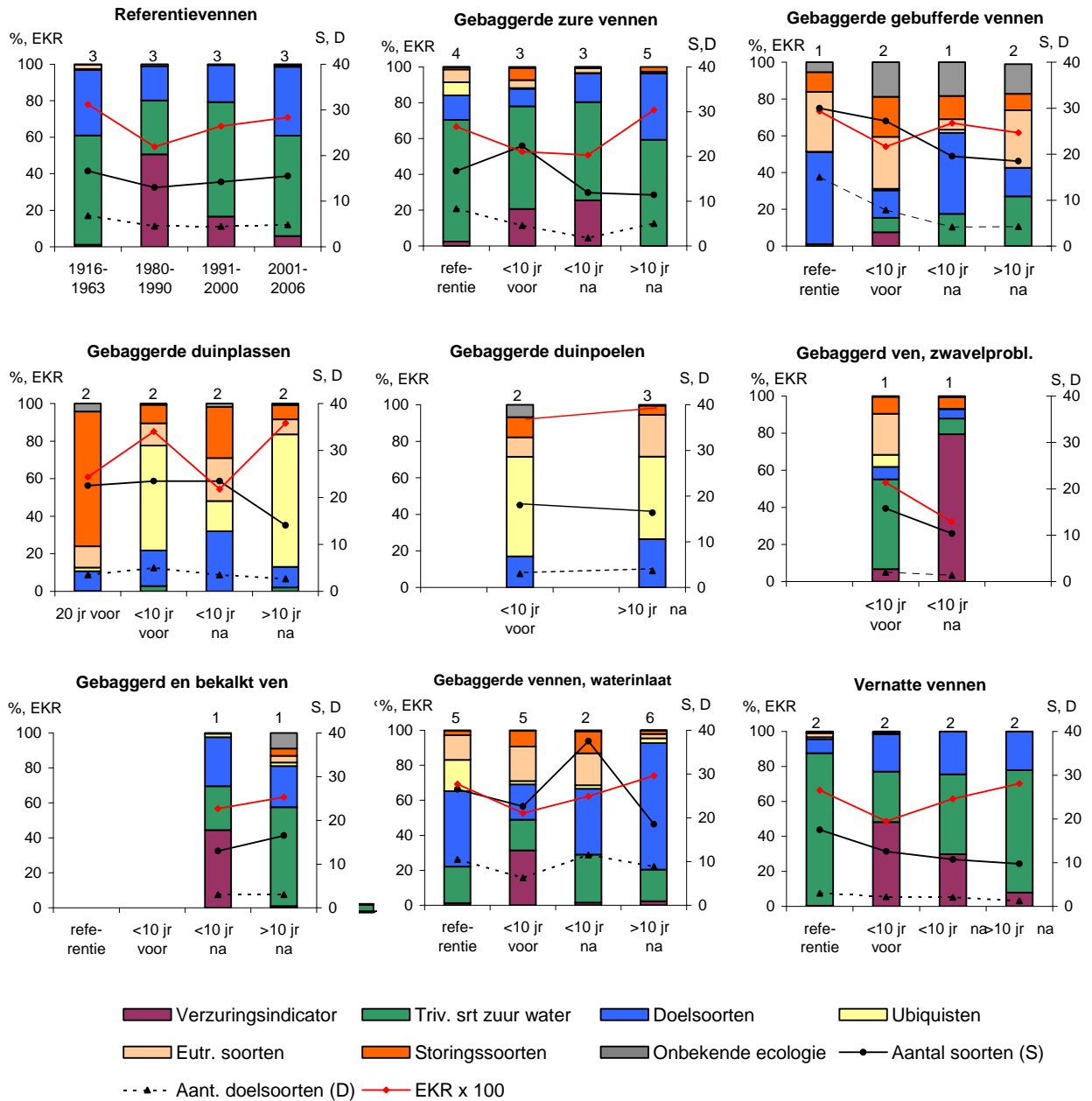
zijn de concentraties van macro-ionen en nutriënten hoog: daar bevinden zich de z.g. storingssoorten. Dergelijke soorten zijn ook vaak bestand tegen lagere zuurstofgehalten en hogere concentraties organisch gebonden stikstof.

*Tabel 3.3: Product-moment-correlaties van fysische en chemische parameters met de scores van de (samengestelde) diatomeeënmonsters op de eerste vier assen van de ordinatie. N = aantal waarnemingen. Significanties: * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.*

Parameter	Afk.	n	As 1	As 2	As 3
zuurgraad	pH	48	.77 ***	.09	.24
alkaliniteit	alk	41	.62 ***	-.23	.35 *
opgeloste organische koolstof	DOC	20	.00	-.46 *	.26
organische anionen	A	20	.13	-.42	.21
totaal anorganische koolstof	TIC	12	-.03	.30	-.49
kooldioxide	CO2	16	-.91 ***	.31	-.72 **
ortho-fosfaat	oP	45	.09	.60 ***	-.20
totaal-fosfaat	tP	34	.15	.56 ***	-.48 **
Kjeldahl-stikstof	kN	18	.08	-.07	.09
ammonium	NH4	46	-.27	-.03	-.54 ***
nitraat	NO3	44	.11	.46 **	-.37
nitriet	NO2	21	-.12	-.32	.35
elektrisch geleidingsvermogen	EC	31	.55 ***	.59 ***	-.25
kalium	K	44	.60 ***	.44 **	.05
natrium	Na	46	.45 **	.47 ***	-.05
calcium	Ca	47	.65 ***	.41 **	.02
magnesium	Mg	47	.61 ***	.43 **	-.12
chloride	Cl	46	.49 ***	.51 ***	-.16
sulfaat	SO4	47	.42 **	.58 ***	-.18
ijzer	Fe	40	.17	.12	-.37 *
aluminium	Al	38	-.46 **	.16	-.34 *
silicium	Si	25	-.25	.09	-.33

Indicatoren kiezelwieren

Alle resultaten van de berekeningen zijn vermeld in Bijlage 11, zowel uitgesplitst naar periode en locatie, als naar periode en type locatie. De gegevens over de verdeling van de ecologische groepen zijn samengevat in Afbeelding 3.10. De gegevens worden besproken in de volgende hoofdstukken.



Afbeelding 3.10: Procentuele hoeveelheden van de verschillende ecologische groepen kiezelwieren (kolommen), aantal soorten (zwarte lijnen) en ecologische kwaliteitsgetal (EKR) per type water. De getallen boven de balken geven het aantal locaties aan.

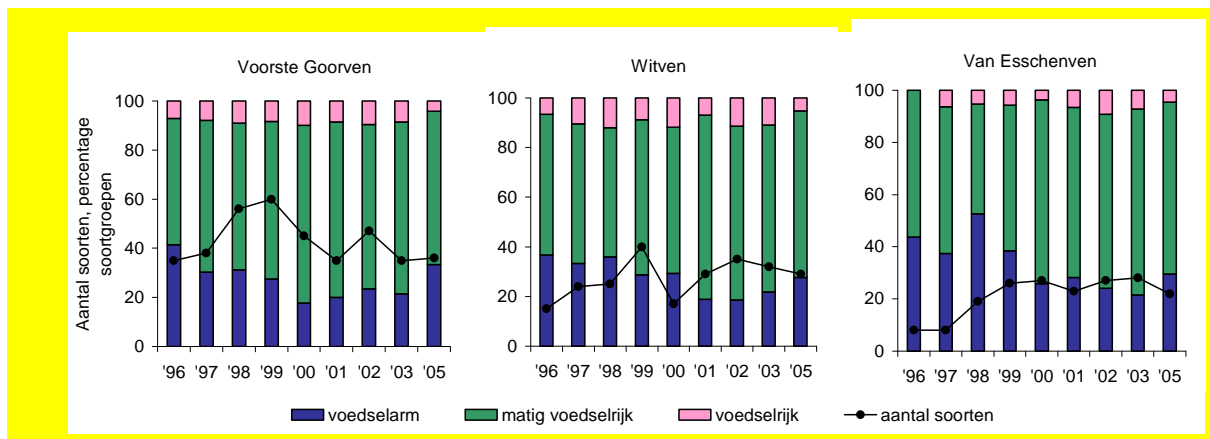
Indicatoren sieralgen

De verzamelde gegevens zijn samengevat in Tabel 3.4 en worden besproken bij de afzonderlijke groepen van locaties. Van die vennen bij Oisterwijk waar in 1995 maatregelen zijn genomen zijn de totale aantallen soorten en de percentages per trofiegroep vermeld in Afbeelding 3.11.

Tabel 3.4: Gemiddelde waarden per locatie per periode van aantallen soorten, percentage trofiegroepen en natuurwaarde volgens Coesel (1998a) voor de sieralgen.

Omschrijving type	Locatie	Periode	aantal monsters	aantal soorten		trofieindicatie (%)			natuurwaarde	Bron*
				alle	Rode-Lijst	oligo	meso	eu		
Referentieven	Kliplo	1916 - 1963	6	46	5.5	63	28	9	8.3	1
		1964 - 1980	6	32	2.8	70	25	5	7.7	1
		1981 - 1990	29	47	6.8	68	30	3	9.5	1
		1991 - 2000	18	24	3.1	61	35	3	5.9	1
		2001 - 2006	5	16	1.3	72	25	3	6.4	1
Referentieven	Gerritsfles	1916 - 1963	4	44	4.0	75	22	2	8.8	1
		1964 - 1980	12	11	0.3	81	11	8	4.8	1
		1981 - 1990	38	20	0.3	72	23	5	6.0	1
		1991 - 2000	19	17	0.1	63	31	6	5.4	1
		2001 - 2006	10	17	0.0	71	23	6	5.5	1
Referentieven	Achterste Goorven	1916 - 1963	16	65	15.9	62	32	6	9.8	1
		1964 - 1980	7	34	8.4	69	29	2	9.1	1
		1981 - 1990	40	39	9.6	66	31	3	8.5	1
		1991 - 2000	19	27	5.6	68	30	2	7.5	1
		2001 - 2006	10	14	1.8	67	31	1	5.8	1
Gebaggerd verzuurd ven	Grenspoel	<10 jr vóór maatr.	1	13	2.0	83	8	8	6.0	2, 3
		>10 jr na maatr.	1	44	2.0	87	7	7	9.0	3
Gebaggerd verzuurd ven	Ganzenpoel	1916 - 1963	1	5	1.0	100	0	0	4.0	2, 3
		<10 jr vóór maatr.	3	19	1.0	83	11	6	5.7	2, 3
		<10 jr na maatr.	1	6	1.0	100	0	0	6.0	2, 3
		>10 jr na maatr.	1	25	4.0	88	8	4	6.0	3
Gebaggerd verzuurd ven	Ronde ven	<10 jr na maatr.	1	22	1.0	91	5	5	6.0	10
Gebaggerd verzuurd ven	Van Esschenven	<10 jr na maatr.	8	21	1.3	61	34	5	6.4	4, 12-14
		>10 jr na maatr.	1	22	0.0	66	30	5	7.0	4, 14
Gebaggerd gebufferd ven	De Banen	1916 - 1963	2	>50	7.0	oligo-mesotroof			9.0	5, 6
		<10 jr vóór maatr.							5.0	7
		<10 jr na maatr.	10	63	3.0	mesotroof			8.0	6
		>10 jr na maatr.	2		3.0				6.5	7
Gebaggerde duinplas	Badhuiskuil	1964 - 1980	2	21	0.5	6	60	53	4.5	8, 9
Gebaggerde duinplas	Griltjeplak	1964 - 1980	1	9	0.0	33	50	11	5.0	8
Gebaggerd ven met waterinlaat	Rietven	<10 jr na maatr.	1	28	5.0	33	58	8	7.0	10
Gebaggerd ven met waterinlaat	Voorste Goorven	<10 jr na maatr.	16	44	2.5	27	65	9	7.4	4, 12-14
		>10 jr na maatr.	2	36	1.0	33	63	4	7.0	4, 14
Gebaggerd ven met waterinlaat	Witven	<10 jr na maatr.	8	27	1.3	62	28	10	6.0	4, 12-14
		>10 jr na maatr.	1	29	1.0	67	28	5	6.0	4, 14
Vernat ven	Diepveen	1916 - 1963	3	33	3.3	76	6	2	7.7	2, 3
		1964 - 1980	18	43	6.0	91	3	1	9.0	2, 3, 11
		<10 jr vóór maatr.	2	15	0.5	93	0	1	4.5	2, 3
		<10 jr na maatr.	2	24	2.0	87	2	1	6.0	2, 3
		>10 jr na maatr.	1	36	5.0	91	1	2	8.0	3
Vernat ven	Echtenezand	1916 - 1963	1	21	2.0	81	19	0	6.0	2, 3
		1964-1975	1	11	1.0	91	0	9	5.0	2, 3
		<10 jr vóór maatr.	2	6	0.5	75	6	19	4.5	2, 3
		<10 jr na maatr.	1	7	0.0	100	0	0	5.0	2, 3
		>10 jr na maatr.	1	13	1.0	87	7	7	6.0	3

*1: H. van Dam, A. van Tooren & J. Meesters (ongepubl.), 2: Van Dam & Arts (1993), 3: Bijkerk e.a. (2004), 4: B. van Tooren, ongepubliceerd, 5: J. Heimans (ongepubl.), 6: Coesel (1998b), 7: Mulderij e.a. 2007, 8: Maier-van Haagen (1976), 9: Van Tooren & Van Tooren (1981), 10: Bijkerk (2002), 11: Smit (1976), 12: Van Tooren (1997a,b), 13: Van Tooren & Van Tooren (1999, 2000, 2001a, 2001b, 2003, 2008), 14: Van Tooren e.a. (2002)



Afbeelding 3.11 : Procentuele hoeveelheden van de verschillende ecologische groepen sieraalgen (kolommen) en aantal soorten (lijnen) in enkele Oisterwijkse vennen na het uitvoeren van maatregelen in 1995 (B. van Tooren, pers. med.)

3.2.c Ontwikkelingen in de referentievennen

Kiezelwieren

De ontwikkelingen in Achterste Goorven, Gerritsfles en Kliplo zijn vermeld in de bijlagen bij dit rapport en de afbeeldingen 3.9 en 3.10. In deze afbeeldingen zijn de gegevens van de tweede periode (rond 1950) niet vermeld, omdat die niet voor alle vennen beschikbaar zijn. Aanvullende informatie over het Groot Huisven is te vinden in Van Dam & Mertens (2008).

In periode 1 (het begin van de 20e eeuw) zijn er in verhouding veel doelsoorten. In de tweede periode (de helft van die eeuw) is dit aantal al afgenomen ten gunste van de verzuringsindicator en die afname zet zich voort tot in periode 3 (de tachtiger jaren). In de negentiger jaren (periode 4) en het eerste decennium van de 21^e eeuw vindt enig herstel plaats. Er gaan wel weer doelsoorten optreden, maar dit zijn deels andere (zoals *Eunotia naegelii*) dan die van een eeuw geleden. Meer dan de andere doelsoorten verdragen deze hogere nutriëntenconcentraties. (Van Dam & Mertens 2008).

Op het hoogtepunt van de verzuring (periode 3) kwamen er vaak maar enkele soorten in de monsters voor. Gemiddeld waren er slechts 13 soorten in de tellingen, waarvan de meest dominante soort (meestal de verzuringsindicator *Eunotia exigua*) gemiddeld 62% van het aantal exemplaren uitmaakte. Daarna is deze dominantie gedaald tot 39%, ongeveer tot hetzelfde niveau als een eeuw geleden. In de meest recente monsters zijn meestal de triviale soorten uit zuur water dominant, zoals *E. incisa* en *Frustulia saxonica*, soms ook doelsoorten, zoals *Navicula subtilissima*. Het aantal soorten in de tellingen is met gemiddeld 16 bijna even hoog als in de oudste monsters. In de oudste monsters zijn gemiddeld meer (6,4) bijzondere soorten dan in de recente monsters (5,5).

De kwaliteitsscore (EKR) volgens de concept-maatlatten van de KRW was in de oude monsters 0,78 en is na een dal in de tachtiger jaren weer gestegen tot 0,71. In deze maatlatten is nog geen rekening gehouden met het feit dat sommige doelsoorten (zoals *E. naegelii*) anders zijn dan andere, zodat de werkelijke kwaliteit nu lager is dan deze lijkt. De uit de kiezelwieren berekende pH-waarden lopen vrijwel parallel aan die van de EKR.

De kiezelwieren indiceren dus een sterk negatieve beïnvloeding van de referentievennen door verzuring met atmosferische depositie, maar deze invloed is de laatste decennia wel afgenomen.

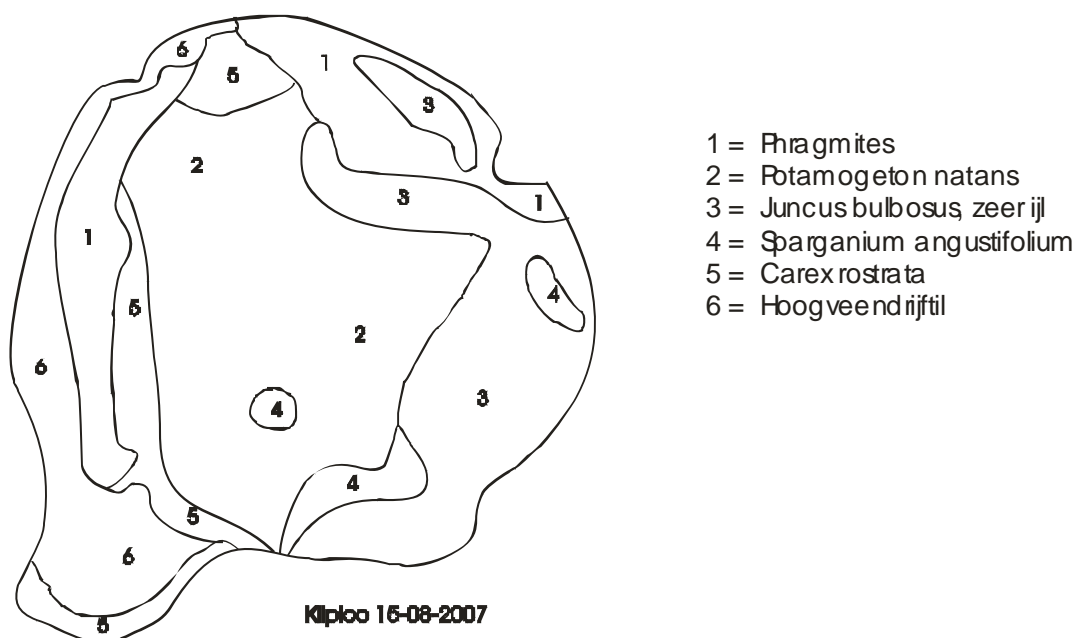
Sieralgen

Uit de gegevens van Tabel 3.4 blijkt dat de gemiddelde natuurwaarde van de drie op sieralgen onderzochte referentievennen aan het begin van de 20^e eeuw gelijk was aan 9,0. In het derde kwart van die eeuw was deze met 7,2 duidelijk lager. Die achteruitgang werd in de Gerritsfles al geconstateerd door J. Heimans (in Dresscher e.a. 1952). Enigszins onverwacht is de gemiddelde natuurwaarde in de tachtiger jaren weer hoger (8,0), met name door de bijdrage van het ven Kliplo. Een duidelijke oorzaak hiervan valt niet aan te geven. Daarna is de natuurwaarde gedaald tot gemiddeld 6,3 in de jaren negentig en 5,9 in het begin van deze eeuw. Die daling uit zich vooral in Kliplo en Achterste Goorven in een afname van het aantal soorten. Daarnaast is het aantal Rode-Lijstsoorten in Kliplo en Achterste Goorven sterk verminderd. In de Gerritsfles zijn deze na 1950 nog slechts sporadisch gesignaleerd. De verdeling van de soorten over de verschillende trofiegroepen blijft over de jaren in de drie vennen ongeveer gelijk: tweederde van de soorten is indicatief voor een voedselarm milieu en ruim een kwart preferereert matig voedselrijke situaties.

Ondanks het gedeeltelijk herstel van de vennen door vermindering van verzurende atmosferische depositie lijkt de situatie voor de sieralgen in de referentievennen nog steeds te verslechteren.

3.3 Vegetatie

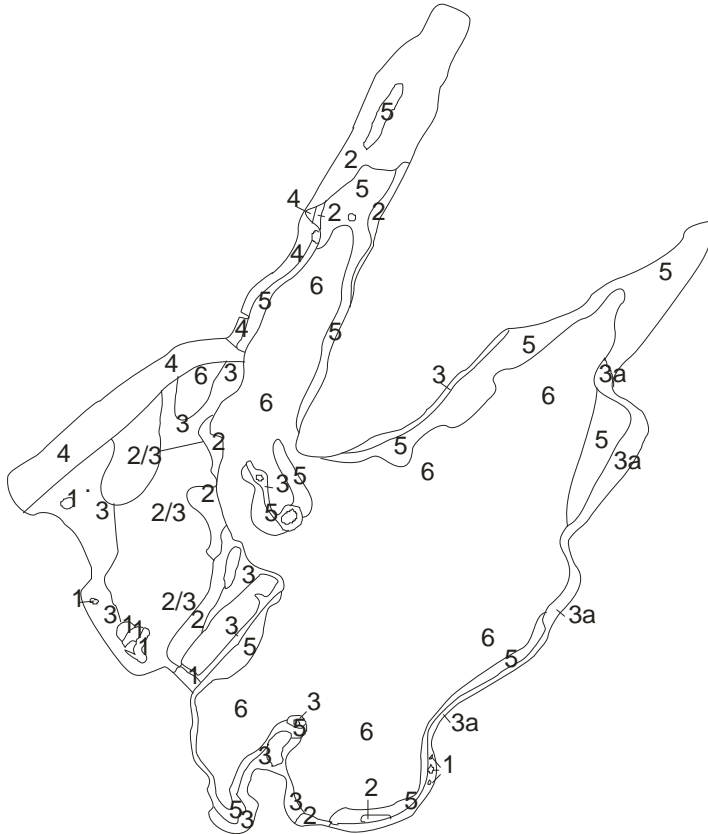
Van de referentievennen zijn globale vegetatiekaarten gemaakt Kliplo, het Achterste Goorven en het Voorste Goorven. De kaart van het Achterste Goorven is zeer simpel; in het ven komt in 2007 vrijwel alleen gele plomp (*Nuphar lutea*) voor. Langs de oever domineren wilde gagel (*Myrica gale*) en pitrus (*Juncus effusus*). In 1991 werd de vegetatie in het ven mede bepaald door knolrus (*Juncus bulbosus*) (Raaijmakers, 1993). Ook werd nog wat duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) aangetroffen. Het abundante optreden van knolrus in 1991 is waarschijnlijk een gevolg van een verhoogde koolzuurspanning na gedeeltelijke droogval en hierdoor verzuring in de droge periode 1990/1991.



Afbeelding 3.11: Grove vegetatiekaart van Kliplo in 2007. Vegetatie-opnamen zie bijlage 12.

De vegetatie in het Drentse pingomeertje Kliplo is relatief stabiel (afbeelding 3.11). Langs de oever wisselen hoogveendrijftillen, rietveldjes en veldjes met snavelzegge (*Carex rostrata*) elkaar af en

deze toestand is de afgelopen tientallen jaren niet wezenlijk veranderd. Wel zijn opmerkelijke veranderingen waargenomen in de waterlaag. In 2002 is drijvende egelskop in grote getalen teruggekeerd in het ven en was in de daarop volgende jaren vooral aan de noordzijde aanwezig (Arts & Smolders, 2008). Daarna is deze soort weer iets afgenomen en is tegelijkertijd een groot veld drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) tot ontwikkeling gekomen. Dit veld is momenteel nog steeds aanwezig (afbeelding 3.11). Drijvende egelskop is nog hier en daar aan de oostkant en tussen het drijvend fonteinkruid aanwezig.



*Afbeelding 3.12: Grove vegetatiekaart van de Gerritsfles in 2007. 1 = Poeltjes met o.a. duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) en vlottende bies (*Eleogiton fluitans*), 2= Snavelzegge (*Carex rostrata*) & waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*), 3 = Gewoon veenmos (*Sphagnum palustre*), 4 = plagstrook met vrn. knolrus (*Juncus bulbosus*), 5 = Snavelzegge & Gewone waterbies (*Eleocharis palustris*) in diep water. 6 = Knolrus en veenmossen in (diep) water. Vegetatie-opnamen zie bijlage 12.*

Ook in de Gerritsfles is de vegetatie vrij stabiel gebleven. In de waterlaag domineren momenteel knolrus en veenmos (afbeelding 3.12). De waterlaag is helder en de ondergedoken vegetatie is zelfs op meer dan een meter diepte vitaal, iets wat ook in 1984 het geval was (van Dam, 1984). Evenals in Kliplo, heeft ook in de Gerritsfles recent een opleving plaatsgevonden van drijvende egelskop. Deels is dit het gevolg van het lokaal opschonen van een stuk oever aan de noordwestkant. Maar ook in het niet opgeschoonde deel heeft vestiging en uitbreiding plaatsgevonden.

Aan de westkant van het ven bevindt zich een deel dat dichtgegroeid is met een deels drijvende hoogveenvegetatie. Gewoon veenmos (*Sphagnum palustre*) is hier dominant en er is een pol Hoogveenveenmos (*Sphagnum magellanicum*) gevonden. De veenmossen hebben zich hier waarschijnlijk sterk uitgebreid, want deze worden niet genoemd in de karakterisering van de vegetatie ter plekke in de jaren 1950 (Dresscher et al, 1952) en 1978. In de stukjes open water tussen het veen is ook op diverse plekken vlottende bies (*Eleogiton fluitans*) gevonden. Hiervan was

alleen een waarneming bekend uit de periode 1901-1945 (Aquasense, 1996). Het lijkt er dus op dat vlottende bies spontaan is teruggekeerd of zich in ieder geval heeft uitgebreid.

Opvallend is de grote diepte tot waarop snavelzegge voorkomt. Deze is gevonden tot op een diepte van 1.20 meter. Dit is niet alleen in de Gerritsfles het geval, maar ook in de onderzochte Drentse vennen. Dit zijn tevens vennen waar de zwavelconcentratie in de bodem en waterlaag opvallend laag is.

Aan de zuidkant grenst de oever vrijwel direct aan een stuifduin. De natte oever is hier spontaan bebost geraakt. In dit bos is een aantal bijzondere mycorrhiza-paddestoelen aangetroffen: gele berkerussula (*Russula claroflava*) en geelplaatgordijnzwam, okergele gordijnzwam en Schubbige gordijnzwam (*Cortinarius croceus, delibutus* & *pholideus*).

In de overige referentievennen is de vegetatie minder intensief bekeken. In sommige vennen heeft zich hier een nymphaeidenvegetatie gehandhaafd, zoals in het Groot Huisven en in het Groot Ganzenven. In het Diaconieven werd in 1985 nog 40% bedekking met witte waterlelie (*Nymphaea alba*) geconstateerd, terwijl de soort in 2007 niet meer is aangetroffen (tabel 3.5). Ook dit ven wordt geheel door bos omringd. Het Diaconieven is gelegen in een naaldbos. Enkele jaren geleden zijn de bomen rondom het ven verwijderd. Sinds 1985 zijn er over het algemeen weinig wijzigingen opgetreden betreffende de vegetatie van het ven. De bodem van het ven bestaat uit grof organisch materiaal (takken, bladeren en naalden). Het water is helder maar heeft een zeer donkere inslag. Vanwege de grote hoeveelheid organisch materiaal op de bodem is de watervegetatie uiterst spaarzaam. Het lijkt er op dat voortgaande slibvorming uiteindelijk ook negatieve gevolgen heeft voor nymphaeide waterplanten.

Een positief punt is dat in het Groot Huisven en het Groot ganzenven in 2007 klein blaasjeskruid (*Utricularia minor*) is aangetroffen in de oeverzone. Het groot Ganzenven ligt 200 meter ten noorden van het Groot Huisven. Ook dit ven is gelegen in een heiderijke omgeving. Het ven is moeilijk toegankelijk, vanwege de brede oeverzone met pitrus (*Juncus effusus*). De watervegetatie wordt gedomineerd door Witte waterlelie (*Nymphaea alba*). Plaatselijk komt waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*) in de waterlaag voor. De oeverzone wordt gedomineerd door pitrus met plaatselijk pijpenstrootje.

In het Groot Huisven heeft zich in de luwe westhoek tot op heden een klein hoogveeneilandje gehandhaafd. Het Groot Huisven is een vrij groot ven gelegen in een heiderijke omgeving. De bodem van het ven bestaat uit een slappe organische laag. De oeverrand van het ven steek 20-30 cm boven de waterspiegel uit. Vanwege de grote hoeveelheid fijn organisch materiaal bevindt er zich weinig begroeiing in het openwater. Hier en daar komen nog veldjes witte waterlelie voor. Plaatselijk groeit er ook knolrus en waterveenmos op de bodem. Littorelletea soorten zijn niet meer aangetroffen in het ven (ook in 1992 en 1994 niet aangetroffen). In de oever, met zijn vele inhammetjes zijn nu soorten waargenomen als snavelzegge, kleine zonnedaauw, ronde zonnedaauw, kleine veenbes (*Oxycoccus palustris*), witte snavelbies (*Rhynchospora alba*), bruine snavelbies en klein blaasjeskruid (*Utricularia minor*). Sinds 1992 is het Groot Huisven, wat vegetatie betreft, weinig veranderd. Klein blaasjeskruid werd bij eerdere bezoeken niet waargenomen in het Groot Huisven (o.a. van Beers, 1996). Voor een historische beschrijving van het ven zie van Beers, 1996. Het Peetersvennen-complex bestaat uit twee vennen; Peetersven-noord en Peetersven-zuid. Tussen deze twee vennen loopt een hoge beboste wal. Voor beide vennen zijn afzonderlijke vegetatie opnamen gemaakt. In het Peetersven noord is een dominante verzuringsvegetatie aanwezig van knolrus en waterveenmos. De oever van het ven wordt gedomineerd door veelstengelige waterbies. In deze oever zijn ook nog enkele exemplaren gevonden van snavelzegge, kleine zonnedaauw en moerashertshooi. In het Peetersven zuid is een dominante verzuringsvegetatie aanwezig van knolrus en waterveenmos (tabel 4.6). In het open water van het ven is nog een enkel exemplaar vlottende bies gevonden. De oever van het zuidelijke ven wordt gedomineerd door veelstengelige waterbies. In deze oever zijn ook nog enkele exemplaren snavelzegge, kleine zonnedaauw en moerashertshooi

aanwezig. In de Peetersvennen lijkt weinig spontaan herstel op te treden. In 1943 kwam nog oeverkruid en waterlobelia voor in het Peetersven noord. Oeverkruid is nog wel waargenomen, evenals drijvende egelskop. De genoemde soorten zijn in 2007 niet waargenomen.

Van de duinplassen is slechts 1 niet herstelde plas bekeken en dat is de Kroonpoldersplas op Terschelling. De Kroonpolderplas is een geïsoleerde duinplas (moeilijk toegankelijk) met een brede rietgordel. In 1993 was hier een vrij ijle begroeiing aanwezig met voornamelijk gewoon kransblad (*Chara vulgaris*), aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamogeton gramineus*). In 2007 waren gewoon kransblad en ongelijkbladig fonteinkruid achteruit gegaan (tabel 3.5). In de overgangfase van oever- en watervegetatie kwam nog ongelijkbladig fonteinkruid, drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) en lidsteng (*Hippurus vulgaris*) voor. Enkele algemene, eutrafente waterplanten werden veel aangetroffen: schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*), zanichellia (*Zanichellia palustris*) en kroossoorten. Ook bronmos (*Fontinalis antipyretica*) werd veel aangetroffen in de oostelijke helft van de plas. Vanwege de grote hoeveelheid fijn organisch materiaal (30-40 cm), aan de noordwest zijde van het ven, is de watervegetatie daar spaarzaam. Wel komen er in dit deel van het ven draadalg voor.

Dit alles duidt op een voortgaande successie van een karakteristieke duinplasvegetatie naar een eutrafente watervegetatie. Ook het oppervlak van de plas neemt steeds verder af doordat rietvelden zich uitbreiden en aan de buitenkant weer plaatsmaken voor wilgenstruweel. Hiermee wordt het beeld bevestigd dat in duinplassen een vrij snelle, spontane successie plaatsvindt en dat de levensduur van dergelijke plassen dus gering is. De laatste jaren verblijven er met enige regelmaat ook veel grauwe ganzen op de kroonpolderplas. Op de bodem van het redelijk heldere water liggen veel keutels van ganzen. Mogelijk dragen deze momenteel bij aan de eutrofiering en successie.

Tabel 3.5: Vegetatie in enkele referentiewateren in 2007. Weergegeven is het percentage bedekking in het water, per soort.

naam	Kroonpolders	Groot Ganzenven	Groot huisven	Diaconieven
pH	8.31	5.35	4.39	6.69
soort				
Algea			8	
Chara sp	3			
Draadalg sp	8			
Drepanocladus fluitans				1
Fontinalis antipiretica	22			
Hippuris vulgaris	3			
Hydrocotyle vulgaris				1
Juncus bulbosus		1	8	
Juncus effusus		3		
Lemna minor	1			
Lemna trisulca	3			
Myriophyllum spicatum	8			
Nymphaea alba		60	9	
Potamogeton pectinatus	8			
Potamogeton trichoides	8			
Ranunculus baudotii	3			
Sparganium erectum	1			
Sphagnum cuspidatum		15	8	1
Utricularia vulgaris/australis	1			
Zannichellia pal. pedicellata	8			

3.4 Fauna

Referentiebeelden

In bijlage 13 is een overzicht gegeven van karakteristieke soorten voor verschillende typen vennen. Dansmuggen, kokerjuffers en in mindere mate waterwantsen zijn de diergroepen waartoe veel soorten behoren die karakteristiek zijn voor (zeer) zwakgebufferde zandbodenvennen. De groepen waterkevers, libellen en watermijten, daarentegen bevatten slechts weinig karakteristieke soorten. Vennen kunnen wel diverse bedreigde soorten uit deze groepen herbergen op het moment dat zich (lokaal) mesotrofe verlandingsvegetaties ontwikkeld hebben (Bijlage 14).

Voor de groep van dansmuggen wordt door paleolimnologische studies een indicatie gegeven van de abundantie die deze soorten in relatief intacte vennen kunnen bereiken. Deze diergroep bevat de meeste karakteristieke soorten voor zwakgebufferde vennen. In de periode voor 1900 domineerden *Microtendipes chloris* agg., *Psectrocladius sordidellus/limbadellus* en soorten uit de genera *Tanytarsus* en *Cladotanytarsus*. In de verzurende vennen (Tabel 3.6) namen vooral *Chironomus spec.*, *Pentaneurini* (waarschijnlijk van het geslacht *Ablabesmia*), *Pseudochironomus prasinatus* en de verzuringindicator *Psectrocladius platypus* toe. In het Beuven (Tabel 3.7) namen als gevolg van eutrofiëring vooral de abundanties van *Chironomus spec.* en *Procladius s.l.* toe. De meeste soorten, die karakteristiek zijn voor zwakgebufferde vennen (Bijlage 13), zijn als gevolg van verzuring en vermessing afgenomen. Echter, ook in de intacte situatie (voor 1950 of 1900) waren deze soorten relatief schaars en bereikten zelden een abundantie van meer dan 5%. Voor de evaluatie van herstelmaatregelen is dit een belangrijk gegeven. Voor een geslaagd herstel hoeven de abundanties van deze karakteristieke soorten dus niet per definitie hoog te zijn.

Tabel 3.6: Veranderingen (gemiddelde procentuele abundantie) van dansmuggen abundantie in drie verzuurde vennen (Achterste Goorven, Huisven en Gerritsfles). Gebaseerd op paleolimnologische gegevens van Klink (1986). Onderstreepte soorten zijn karakteristiek voor diverse typen vennen (bijlage 13).

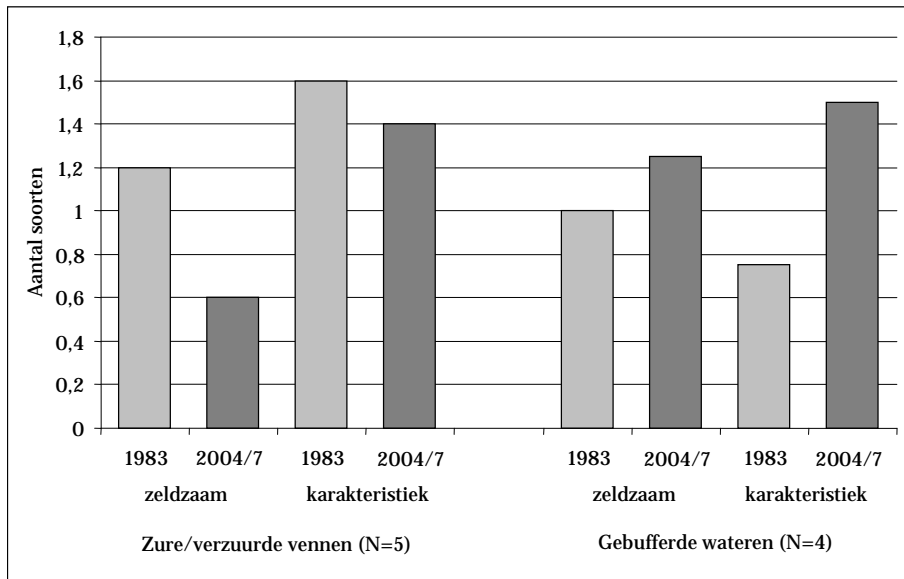
	< 1900	1900-1950	1950-1980	N
Afgenomen				
<u>Acamptocladius spec.</u>	0,3	0,0	0,0	1
<u>Paratendipes spec.</u>	-	0,5	0,0	1
<u>Zalutschia spec.</u>	-	0,8	0,2	2
<u>Pagastiella spec.</u>	0,6	0,5	0,0	3
Stenochironomus spec.	0,3	0,4	0,0	2
<u>Parakiefferiella bathophila</u>	2,2	1,2	0,2	3
Cladotanytarsus gr. mancus	6,0	2,1	0,6	1
Tribelos intexus	1,2	0,8	0,1	3
Microtendipes chloris agg.	16,1	18,6	1,9	3
Lauterborniella spec.	1,9	0,8	0,2	2
Cladotanytarsus spec.	3,2	2,5	0,4	3
<u>Dicrotendipes gr. tritonus</u>	4,5	5,6	3,0	3
<u>Psectrocladius psilopterus</u>	7,0	6,5	2,7	3
Tanytarsus spec.	24,3	18,2	16,6	3
Constant				
Procladius spec.	2,9	2,4	2,7	3
Psectrocladius sordidellus/limbadellus	10,6	16,2	14,6	3
<u>Polypedilum uncinatum agg.</u>	2,4	2,5	3,0	3
Toegenomen				
<u>Pseudochironomus spec.</u>	5,6	7,0	7,3	3
Chironomus spec.	5,6	5,6	12,7	3
<u>Psectrocladius platypus</u>	0,7	1,4	5,1	3
Pentaneurini	9,5	13,7	21,0	3

Tabel 3.7: Veranderingen van dansmuggenabundanties (%) in een vermost ven (Beuven). Gebaseerd op paleolimnologische gegevens van Klink (1986). Onderstreepte soorten zijn karakteristiek voor diverse typen vennen (bijlage 13).

	< 1900	1900-1950	1950-1980
Afgenomen			
Acricotopus lucens	0,2	0,0	0,1
Cladopelma gr. lateralis	0,4	0,0	0,0
Cladotanytarsus spec.	19,7	9,3	8,3
Cricotopus spec.	1,5	1,5	1,0
Cryptochironomus spec.	0,9	0,6	0,6
Endochironomus albipennis	0,5	0,5	0,3
Endochironomus gr. dispar	0,8	0,3	0,3
Glyptotendipes gr. pallens	2,8	5,8	2,0
Lauterborniella spec.	0,5	0,0	0,0
Microtendipes chloris agg.	11,7	13,0	6,5
Nanocladius spec.	0,1	0,2	0,0
<u>Pagastiella orophila</u>	0,2	0,0	0,0
<u>Parakieferiella bathophila</u>	0,3	0,1	0,0
<u>Psectrocladius platypus</u>	1,5	1,4	0,3
<u>Psectrocladius psilopterus</u>	1,0	0,1	0,5
Tribelos intextus	0,2	0,0	0,0
Constant			
Corynoneura spec.	0,7	0,7	0,8
<u>Dicrotendipes spec.</u>	0,7	0,9	0,6
Pentaneurini indet.	5,8	3,3	5,3
Polypedilum gr. nubeculosum	4,1	2,0	3,3
Psectrocladius gr. sordidellus/limbatellus	5,6	6,2	5,0
<u>Pseudochironomus prasinatus</u>	3,7	2,5	3,0
Toegenomen			
Chironomus spec.	5,2	6,3	8,3
Cladopelma gr. laccophila	0,0	0,0	0,1
Demicryptochironomus vulneratus	0,2	0,2	0,4
Einfeldia gr. dissidens	0,1	0,2	1,3
Limnophyes spec.	0,1	0,1	0,1
Metriocnemus spec.	0,0	0,0	0,3
Parachironomus gr. arcuatus	0,7	1,3	1,5
Procladius s.l.	9,7	17,0	22,8
Stenochironomus spec.	0,0	0,0	0,3
Tanytarsini	18,5	25,2	27,0

Autonome ontwikkelingen in zure en verzuurde vennen

De soortenrijkdom van aquatische ongewervelden is in de periode 1983 - 2004/2007 licht afgenomen in deze vennen (tabel 5.7). Dit geldt voor zeldzame en karakteristieke soorten ook de soortenrijkdom (afbeelding 3.13) en abundantie (tabel 5.9). Alleen de minder kritische soort (karakteristiek voor vennen in het algemeen) *Polypedilum uncinatum* is in onbeheerde zure vennen toegenomen. Het totaal beeld is dat de diversiteit aan ongewervelden (afbeelding 5.10, tabel 5.10) inclusief adulte libellen (tabel 5.11) in deze vennen lager is dan in vergelijkbare vennen, waar herstelmaatregelen zijn genomen. In tegenstelling tot ongewervelden, zijn er vrijwel geen verschillen in waargenomen amfibieën tussen onbeheerde en herstelde zure vennen. Door de afname van verzuring kan de Heikikker zich tegenwoordig ook in zure vennen voortplanten. Abundantie verschuivingen van ongewervelden (tabel 5.8) duiden enerzijds op een verminderde verzuring (afname *Limnophyes spec.* en *psectrocladius platypus*) als gevolg van verzurende depositie en anderzijds op een lichte eutrofiëring (toename *Endochironomus gr. dispar*).



Afbeelding 3.13: Veranderingen in soortenrijkdom van zeldzame en karakteristieke ongewervelden in onbeheerde vennen en duinplassen (libellenlarven, kokerjuffers, dansmuggen en waterwantsen).

Autonome ontwikkelingen in gebufferde vennen

*In onbeheerde, gebufferde vennen is de totale soortenrijkdom van ongewervelden en amfibieën lager dan in herstelde vennen (afbeelding 5.10, tabellen 5.10 en 5.11) en sinds 1983 afgenomen (tabel 5.7). Abundantie en diversiteit van karakteristieke en zeldzame soorten zijn daarentegen licht toegenomen (afbeelding 3.13). Opvallend is dat in deze vennen de hoogste aantallen zijn aangetroffen van soorten van mesotrofe verlandingsituaties (tabel 5.10). Hieronder bevinden zich een aantal zeldzame soorten, zoals de waterkever *Hydraena palustris* en de watermijten *Piersigia intermedia* en *Tiphys ensifer*. Abundantie verschuivingen van diverse diergroepen duiden op voortschrijdende vermesting (tabel 5.8).*

Autonome ontwikkelingen in duinplassen

*In de Kroonpolders zijn in 2007 veel minder soorten aangetroffen dan in 1983. De abundantie van eutrafente soorten is in deze plas toegenomen. In 2007 zijn enkele duinkarakteristieke soorten aangetroffen. Dit zijn zeldzame watermijten (*Hydryphantes parmulatus*, *H. placationis*, *Oxus nodigerus*).*

Analyse van ontwikkelingen in onbeheerde vennen aan de hand van overlevingsstrategieën

De abundantie veranderingen in zure vennen indiceerden een mogelijke eutrofiëring. Eutrofiëring in deze vennen kan het gevolg zijn van een afgenomen verzuring. Door afname van de zure depositie nemen pH en alkaliniteit toe, waardoor geaccumuleerd organisch materiaal versneld wordt afgebroken. Als dit proces in verzuurde wateren optreedt neemt de concentratie van humuszuren die hierbij vrijkomen sterk toe (Evans et al. 2005, Roulet & Moore 2006, Van Kleef et al. in voorbereiding).

Om na te gaan of dit proces de oorzaak kan zijn van de waargenomen veranderingen in de onbeheerde vennen is onderzocht of de abundantie-veranderingen van soorten met hiervoor gevoelige overlevingsstrategieën correleerden met veranderingen in de chemische watersamenstelling. Als sturende abiotische factor is de turbiditeit genomen, aangezien deze in vennen sterk afhankelijk is van de hoeveelheid humuszuren en daarmee een goede indicator voor

decompositie. Voor de analyse van overlevingsstrategieën is gekozen voor de groep van dansmuggen, waarvan goede gegevens ecologische beschikbaar zijn.

Een overlevingsstrategie beschrijft de manier waarop soorten zijn aangepast aan biotische en abiotische condities. Via de beschrijving van overlevingsstrategieën kunnen soorten worden gegroepeerd op basis van de eigenschappen die hen in staat stellen onder gegeven (a)biotische condities te leven. Omdat dit gebeurt met behulp van soorteigenschappen, wordt inzicht gegenereerd in de causale processen die veranderingen in de abundantie van soorten veroorzaken. Eigenschappen die voor deze analyse zijn gebruikt, zijn hemoglobine, larvale activiteit, dieet, voltinisme, grootte en synchronisatie (afstemmen van de larvale ontwikkeling om voorspelbare ongunstige perioden te overbruggen of de ontwikkeling af te stemmen op gunstige perioden). Clustering van deze eigenschappen leidt tot een indeling van 6 overlevingsstrategieën:

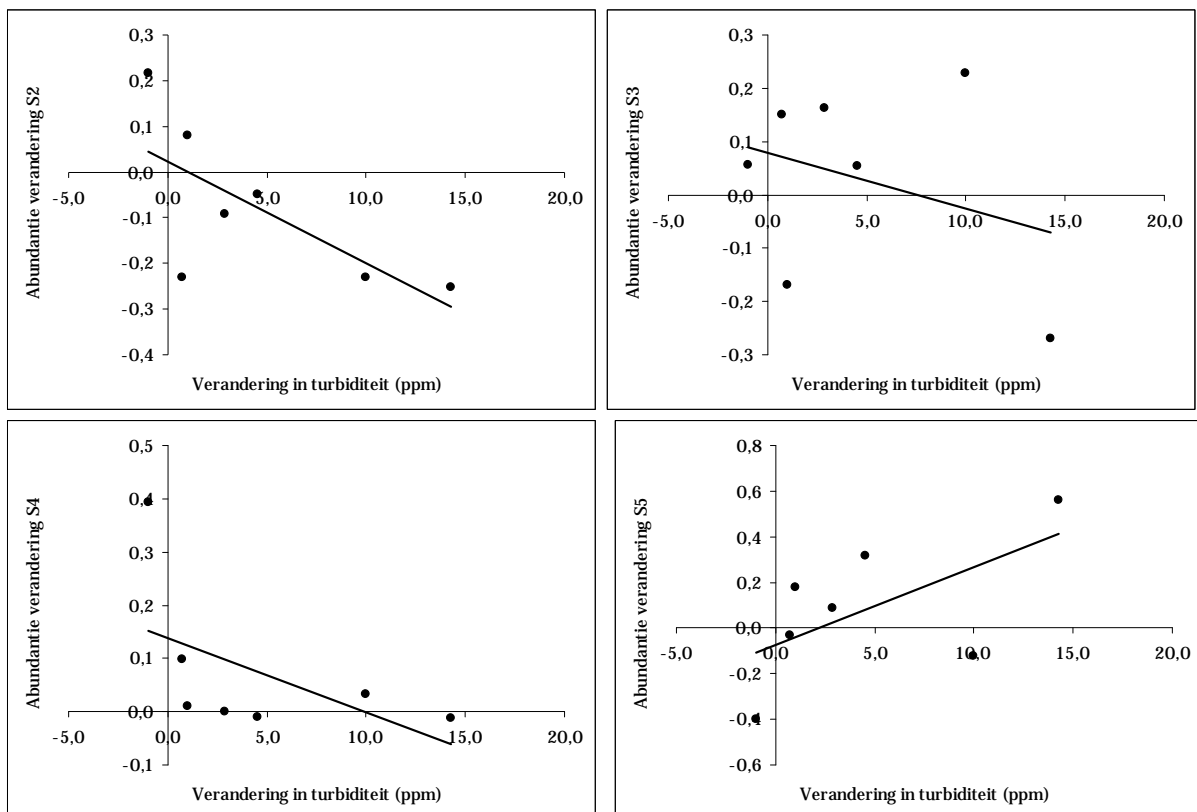
- Strategie 1: Soorten behorend tot deze groep minimaliseren de larvale periode. Hierdoor kunnen zij jaarlijks veel generaties produceren (tot 6 bij *Coryneura scutella agg.*). Deze snelle ontwikkeling gaat gepaard met een zeer kleine larvale grootte (ca. 4 mm.). Om zo veel mogelijk generaties te produceren hebben deze soorten geen synchronisatie. Ook wordt er geen energie gestoken in de constructie van slibkokertjes (wat bijna alle andere soorten wel doen). De “need for speed” wordt in deze groep soms nog verder doorgevoerd bij soorten die zich asexueel kunnen voortplanten, waardoor geen tijd en energie gestoken hoeft te worden in het vinden van geschikte partners.

Het verwachte optimale habitat voor deze strategie zijn wateren in een zeer dynamisch landschap, gekenmerkt door de periodieke afwezigheid van biotische en abiotische stressoren. Mogelijk kunnen deze soorten zich ook handhaven in zeer voedselarme milieus met weinig predatoren en waar concurrenten niet kunnen overleven. Hier zal het aantal generaties wel lager zijn als gevolg van door voedselgebrek geremde groei. Deze strategie bevat enkele venkarakteristieke soorten: *Acamptocladius spec.* en *Parakiefferiella spec.*

- Strategie 2: Soorten met deze strategie bezitten geen hemoglobine en geen synchronisatie. Ze zijn in staat om in vegetatie te klimmen om korte perioden van zuurstofstress te overbruggen. De larven zijn relatief klein (7-8 mm.) en door de afwezigheid van synchronisatie zijn ze in staat relatief veel generaties te produceren (gemiddeld 2,4 per jaar). De constructie van slibkokertjes door algi- en detritivore soorten wijst erop dat zij voorkomen in milieus waar ook predatoren aanwezig zijn. De carnivore soorten uit deze groep zijn echter vrijlevend, aangezien zij mobiel moeten zijn. Deze strategie zal vooral voorkomen in constante milieus met weinig abiotische stress. Karakteristieke soorten in deze groep zijn: *Psectrocladius psilopterus*.
- Strategie 3: Soorten behorend tot deze strategie wijken af van de voorgaande doordat zij hun levenscyclus synchroniseren. De synchronisatie bestaat eruit dat larven in het laatste larvale stadia de winter doormaken. Indien zij jaarlijks één generatie voltooien dan vindt de voortplanting plaats in het voorjaar met een larvale diapauze in de zomer. Indien zij jaarlijks twee generatie voltooien dan is dat er één in het voorjaar en één in het najaar. Door deze synchronisatie zijn zij relatief ongevoelig voor perioden van stress (zuurstofgebrek, droogval) in de zomer. Gedurende de rest van het jaar mag weinig abiotische stress optreden. Karakteristieke soorten: *Pagastiella orophila*, *Telmatopelopia nemorum* en *Zalutschia humphriesiae*.
- Strategie 4: Evenals soorten met strategie 2 zijn soorten uit deze groep relatief klein en hebben geen synchronisatie. De kleine lichaamsgrootte resulteert niet in een groter aantal generaties, waarschijnlijk als gevolg van trade-offs. Soorten van strategie 4 investeren in hemoglobine en mogelijk in andere fysiologische mechanismen om abiotische stress te ontlopen, wat mogelijk ten koste gaat van de larvale ontwikkeling. Het verwachte optimale habitat voor deze strategie zijn wateren met een constante abiotische stress. Karakteristieke soort: *Dicrotendipes tritonus*
- Strategie 5: Soorten met deze strategie bezitten zowel hemoglobine als synchronisatie. De synchronisatie bestaat eruit dat larven in het laatste larvale stadia de winter doormaken, jaarlijks

twee generatie voltooiën dan is dat er één in het voorjaar en één in het najaar. Hiermee is de levenscyclus afgesteld op het ontwijken van minder gunstige perioden (zuurstofgebrek tijdens de zomer) en kan daarbuiten worden ingezet op een maximale groei, waardoor de larven erg groot kunnen worden (gemiddeld 11-12 mm.). Grote larven resulteren in grote imago's, die in staat zijn veel eieren te leggen (tot 1400 eieren). Het verwachte optimale habitat voor deze strategie zijn wateren met een voorspelbare extreme abiotische stress. Karakteristieke soorten: *Polypedilum uncinatum* en *Pseudochironomus prasinatus*.

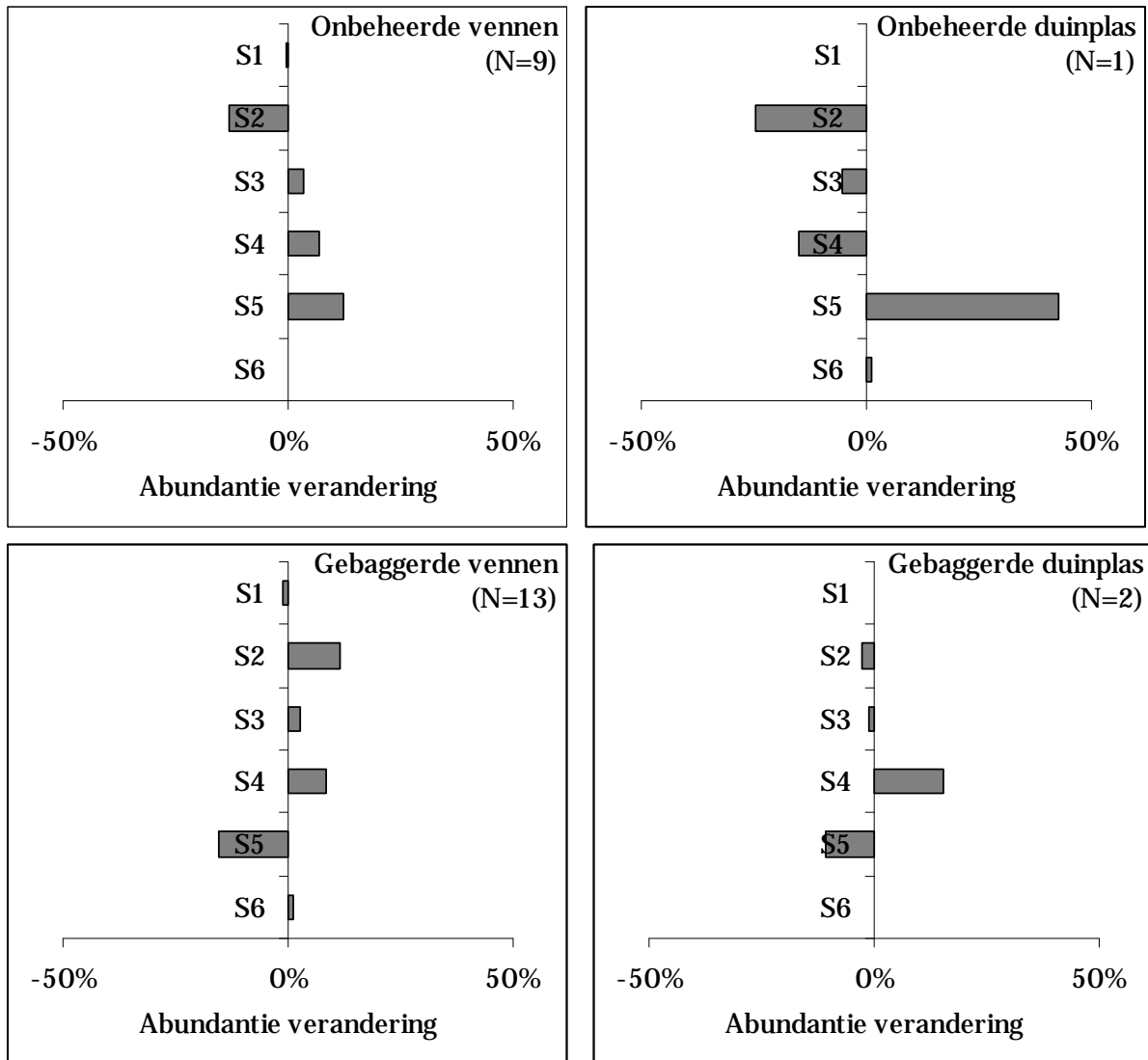
- Strategie 6: Deze laatste strategie is vergelijkbaar met de voorgaande, maar bestaat uitsluitend uit carnivore soorten. Deze categorie is afgescheiden omdat deze soorten geen slibkokers bouwen, vanwege het feit dat zij voor hun voedselvergaring mobiel moeten blijven. Hierdoor zijn ze mogelijk gevoelig voor predatie, aangezien ze hun grote, door hemoglobine gekleurde lijven niet kunnen verbergen.



Afbeelding 3.14: Abundantie ontwikkelingen van overlevingsstrategieën (2 t/m 5) in relatie tot veranderingen in turbiditeit.

Soorten met overlevingsstrategieën 1 en 6 zijn vrijwel niet waargenomen in de onderzochte wateren (Afbeelding 3.15). In zure tot licht zure vennen (pH < 6) zijn de ontwikkelingen van de hierboven beschreven overlevingsstrategieën onderzocht in relatie tot veranderingen in turbiditeit (Afbeelding 3.14). De abundanties van strategieën 2, 3 en 4 vertonen een afname bij een toenemende. Strategie 5 daarentegen neemt sterk toe met een turbiditeitstoename. De respons van deze strategieën duidt erop dat gestimuleerde afbraak van geaccumuleerd organisch materiaal leidt tot abiotische stress voor vele soorten dansmuggen, waaronder veel soorten, die karakteristiek zijn voor zandbodenvennen. Volgens Arts (2000) zijn *Polypedilum uncinatum* en *Pseudochironomus prasinatus*, die behoren tot strategie 5, ook karakteristiek voor vennen. Op basis van hun eigenschappen en indeling tot overlevingsstrategie kan deze toedeling in twijfel getrokken worden.

Ook Klink (1986) heeft geen veranderingen in de abundantie van deze soorten waargenomen bij verzuring en vermesting.



Afbeelding 3.15: Gemiddelde abundantie verschuivingen van overlevingsstrategieën in beheerde en onbeheerde vennen en duinplassen.

In onbeheerde vennen en duinplassen is strategie 2 het sterkste afgenomen (Afbeelding 3.15). Dit is niet verwonderlijk aangezien deze groep het minst bestand is tegen abiotische stress. Strategieën 3 en 4 zijn iets beter bestand tegen abiotische stress en nemen af in onbeheerde duinplassen. In onbeheerde vennen vertonen ze een lichte toename. De grote winnaar in onbeheerde wateren is strategie 5, welke goed is aangepast aan een hoge voedselrijkdom.

3.5 Samenvatting ontwikkeling referentiewateren

In de korte periode tussen ongeveer 1990 en 2008 hebben zich grote veranderingen voorgedaan in de waterkwaliteit van vennen, en mogelijk ook in de venbodem. De pH van zure en sterk verzuurde vennen is gemiddeld ongeveer een halve eenheid gestegen. De hoeveelheid mineraal stikstof in de waterlaag is sterk afgenomen; vooral in de zomer worden reducties van meer dan 80% gemeten. De sulfaatconcentratie in de waterlaag is het hele jaar 80% lager dan net voor 1990. Na droge zomers zijn de pieken in de sulfaatconcentratie ook sterk afgenomen, wat duidt op een sterk verkleinde mobiliseerde zwavel fractie in de sedimenten. Deze veranderingen zijn terug te voeren op de sterk verminderde zwaveldepositie en de afgenomen stikstofdepositie en waarschijnlijk speelt ook de toename van de gemiddelde watertemperatuur een rol. De sliblaag die zich in veel vennen ontwikkeld heeft is echter nog steeds aanwezig.

De kiezelwieren hebben de meest directe binding met de waterlaag, omdat een groot deel zwevend in het water voorkomt en een deel op substraten in het water, maar weinig kieskeurig is wat betreft het type substraat. De kiezelwieren reageren duidelijk op de verbetering van de waterkwaliteit. Vooral de minder veeleisende soorten die in het nabije verleden achteruit gegaan zijn, keren in veel wateren weer terug. De sialgen, daarentegen, vertonen nog weinig of geen vooruitgang in de referentievennen. Veel van de meest gevoelige soorten zijn behalve van een goede waterkwaliteit ook afhankelijk van allerlei specifieke substraten en vereisen dus ook een rijk gestructureerde vegetatie. Deze vegetatie reageert echter slechts mondjesmaat op de verbeterde waterkwaliteit. In de twee vennen met een beboste oever, het Achterste Goorven en het Diaconieven, is de waterplantenvegetatie verder achteruit gegaan; de nymphaeiden zijn uit het Diaconieven grotendeels verdwenen. Wel vestigen zich hier en daar soorten van zeer zwak gebufferd water, zoals drijvende egelskop, vlottende bies en klein blaasjeskruid. De belangrijkste oorzaak voor het achterblijven van herstel lijkt de aanwezigheid van een sliblaag.

Ook voor de macrofauna speelt de sliblaag waarschijnlijk een cruciale rol. In vergelijking met midden jaren tachtig is de gemiddelde soortensamenstelling nog verder opgeschoven richting eutrafente soorten. Waarschijnlijk wordt dit momenteel ook gestimuleerd door de verminderde verzuring en de hiermee samenhangende stimulatie van de slibafbraak. Evenals bij de planten zijn er ook enkele dieren die profiteren van de verminderde verzuring, waarvan de heikikker het meest sprekende voorbeeld is.

4 Ontwikkelingen in herstelde wateren

4.1. Vernatten

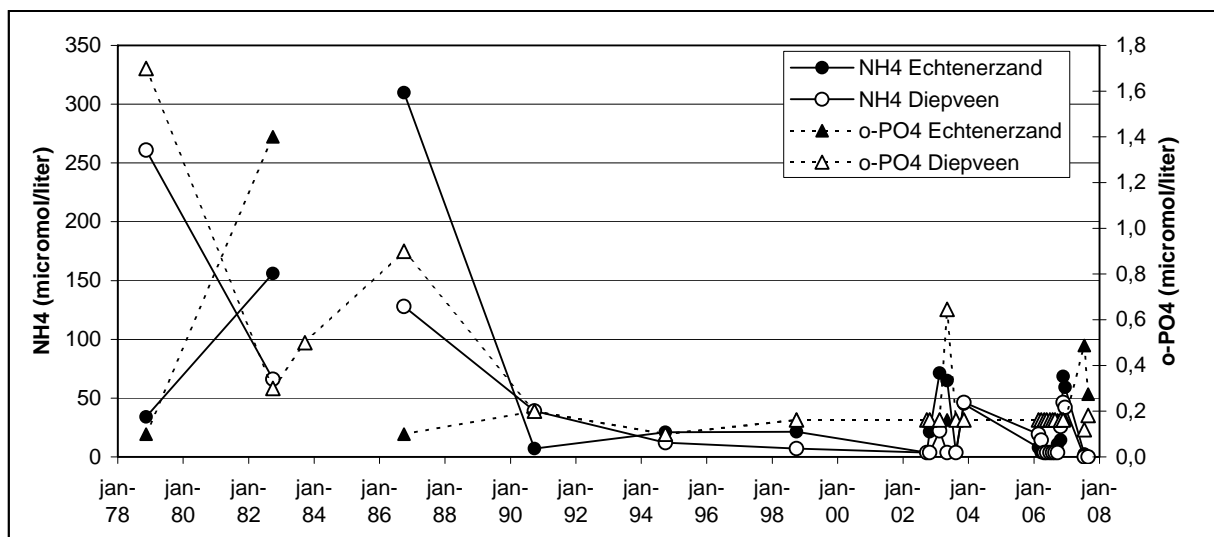
Een goed functionerende hydrologie is essentieel voor vennen. De aanvoer van voldoende schoon grondwater zorgt is een voorwaarde voor het voortbestaan van soortenrijke levensgemeenschappen in vennen. Bij heel veel vennen is echter sprake van aantasting van deze hydrologie. Gelukkig wordt dit in de meeste gevallen ook herkend en zijn er in de loop der tijd maatregelen genomen. Deze maatregelen zijn echter over het algemeen moeilijk te evalueren. Vaak zijn verschillende maatregelen over een reeks van jaren uitgevoerd. En omdat er niet wordt ingegrepen in de bestaande vegetatie, treden verschuivingen in de soortensamenstelling zeer geleidelijk op. Een bijkomend probleem is dat vernattingsmaatregelen vaak ook zeer beperkt of in het geheel niet gemonitord zijn. Dit is ook de reden dat de reactie van de fauna op vernattingsmaatregelen niet wordt besproken. Vooral de macrofauna is te weinig systematisch gemonitord om hierover goed gefundeerde uitspraken te kunnen doen.

In het Diepveen en in het hoogveenven in het Echtenerzand wordt vanaf ongeveer 1990 meer water vastgehouden. Het peil is in beide vennen gestegen, in het Echtenerzand met ongeveer 40 cm (Bijkerk e.a., 2004). In dit laatste ven daalde het peil in de droge zomer van 2003 hooguit 20 cm (info SBB). Het vernatten heeft er dus voor gezorgd dat er weer permanent water op de venbodem staat.

4.1.a Water-en bodemkwaliteit

Net als in de referentievennen vindt in de vernatte vennen een daling plaats van de ammonium en sulfaat concentratie. De concentraties sulfaat piekt na droge zomers, maar deze pieken nemen sterk af in grootte. De ammoniumconcentratie is in de jaren tachtig voortdurend hoog, maar piekt na het vernatten alleen nog maar in de winter. In afbeelding 4.1 lijkt de ammoniumconcentratie erg constant in de jaren negentig, maar dit wordt vooral veroorzaakt doordat steeds in september gemeten is. De nitraatconcentratie is vrijwel voortdurend laag en beneden de detectielimiet. De fosfaatconcentratie is in de jaren tachtig ook regelmatig verhoogd; waarschijnlijk leidt langdurige verdroging tot een versterkte mineralisatie in de droogvallende venbodem. Na 1990 is de concentratie vrijwel voortdurend laag. Vernatting heeft hier dus geleid tot een vermindering van de fosfaatbeschikbaarheid. De zure omstandigheden zorgen er waarschijnlijk voor dat de reductieve decompositie geremd wordt.

Wat verder opvalt is dat de concentraties van vrijwel alle macro-ionen sterk afnemen, nog iets meer dan in de referentievennen. De waarden voor onder meer calcium, magnesium, kalium, sulfaat en chloride behoren tot de laagste die momenteel in Nederlandse oppervlaktewateren kunnen worden aangetroffen. Met name de lage sulfaatconcentratie zou een belangrijke voorwaarde kunnen zijn geweest voor het voortbestaan en de waargenomen uitbreiding van de drijftillen (Van Dam & Arts, 1993). Zwavelreducerende bacterien maken gebruik van dezelfde organische verbindingen als methaanproducerende bacterien en groeien sneller. Al bij sulfaatconcentraties in de waterlaag van enkele honderden micromolen/liter kan daarom de methaanproductie stilvallen en kunnen drijftillen afzinken (Smolders e.a., 2002). In de periode met hoge zwaveldepositie kunnen op deze manier drijftillen zijn verdwenen. Het is opvallend dat er relatief veel vennen met drijftillen gespaard zijn in Drenthe en dat juist in deze vennen de sulfaatconcentraties momenteel het laagst zijn. De zure, ionenarme condities zijn een voorwaarde om de afbraak via de langzame en voor bacterien energetisch minst voordelige weg van de methaanproductie te laten lopen.

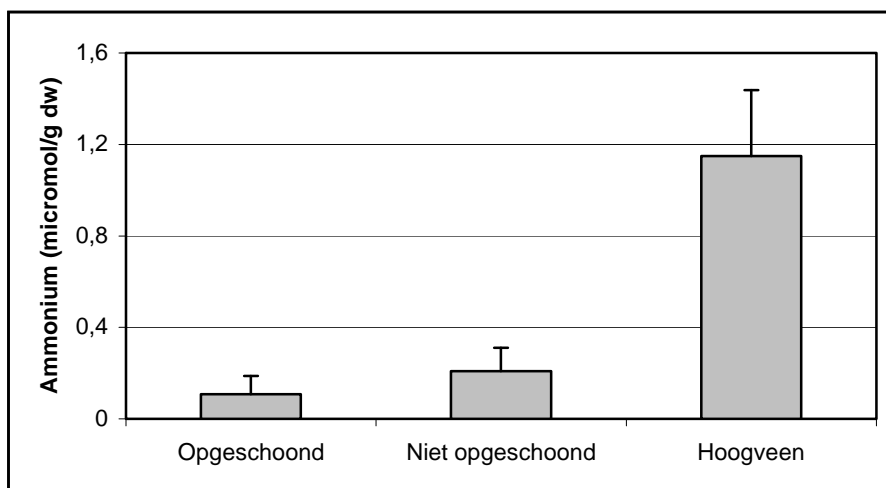


Afbeelding 4.1: Concentraties van de belangrijkste voedingsstoffen in het Diepveen en het hoogveenven in het Echtenerzand na vernatten in omstreeks 1985, respectievelijk omstreeks 1980. Data van Zuiveringsschap Drenthe, aangevuld met eigen metingen in 2007.

Tabel 4.1: Samenstelling van het bodemvocht in de twee hoogveenvennen. Er is 2x bodemvocht verzameld op 2 verschillende plaatsen in beide vennen. Buf. = buffercapaciteit in milli-equivalent per liter. Overige concentraties in micromol per liter.

	pH	Buf.	CO ₂	Al	Ca	Mg	Fe	T-P	T-S	NH ₄	o-P
Hoogveenven gemiddeld	5,99	0,90	1546	36	256	67	29	5,9	44	200	2,9
Laagst	5,62	0,74	472	8	61	33	4	1,8	17	59	0,6
Hoogst	6,34	1,34	3968	61	461	108	93	16,4	75	422	10

De bodem van de hoogveenvennen verschilt slechts weinig van die in de overige zure vennen. De concentraties ammonium zijn soms hoog (afbeelding 4.1). Ook de concentratie fosfaat is soms hoog, maar er is vrijwel altijd een ruime overmaat ijzer aanwezig, zodat de nalevering van fosfaat aan de waterlaag gering is (tabel 4.1). Wel opvallend is de grote hoeveelheid ammonium die gebonden is aan het kation-uitwisselingscomplex (afbeelding 4.2). Naarmate er meer accumulatie van organisch materiaal optreedt in zure vennen, neemt de hoeveelheid gebonden ammonium toe. De concentratie kooldioxide is zeker niet hoger dan in andere vennen. Dit is een aanwijzing dat de drijfjiltvorming niet het gevolg is van een verhoogde productie van kooldioxide.



Afbeelding 4.2: Hoeveelheid ammonium die met een zoutextract kan worden vrijgemaakt uit minerale bodem van het Diepveen en het Echtenerzand.

4.1.b Kiezelwieren en sialgen

Kiezelwieren

Kiezelwierenanalyses van dit type vennen zijn beschikbaar uit het Ven in het Echtenerzand en het Diepveen. De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.9 en 3.10.

Deze vennen worden in alle perioden gedomineerd door de triviale soorten van zuur water. In het begin van de 20e eeuw (periode 1) was *Eunotia incisa* verreweg de belangrijkste soort daarvan. De is niet goed bestand tegen verzuring en werd daardoor tijdens de perioden 3 (kort voor het geleidelijk opzetten van het peil) vervangen door *E. exigua*, goed bestand tegen verzurings- en droogtestress. In de laatste periode is er weer veel *E. incisa*. Toch is de oude situatie niet terug gekomen, er zijn thans gedeeltelijk andere doelsoorten dan vroeger, zoals *E. naegellii*, die tegenwoordig veel voorkomt in vennen die zich enigszins van de verzuring door atmosferische depositie herstellen (Van Dam & Mertens 2008).

De ecologische spectra (Afbeelding 3.10) vertonen in alle perioden grote gelijkens met die van de referentievennen, maar het aantal gewone en bijzondere soorten ligt steeds iets lager. De EKR verloopt parallel aan die in de referentievennen.

De ontwikkelingen in de kiezelwierensamenstelling van de vernatte vennen vertonen dus zeer veel overeenkomst met die in de referentievennen.

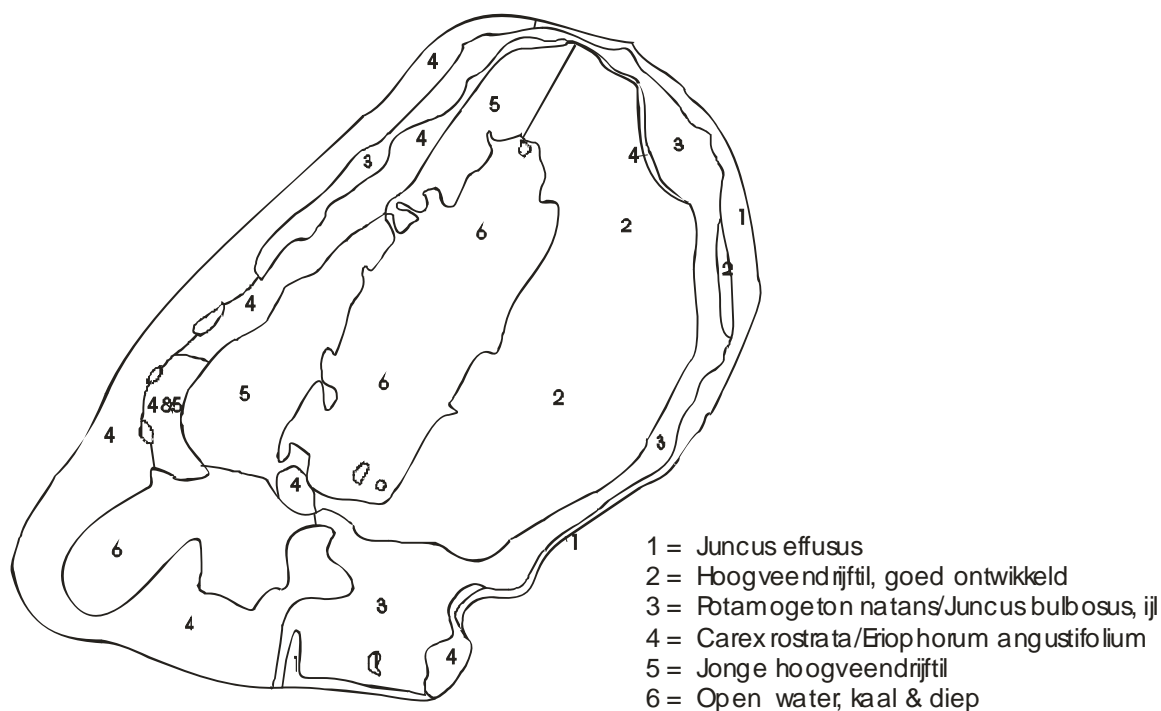
Sialgen

Uit beide vernatte vennen zijn vrij veel gegevens over de sialgen beschikbaar (Tabel 3.3). In het Diepveen lijkt er in de periode 1964-1980 een maximum in de natuurwaarde te zijn, maar dat komt doordat er in 1972 hier in een gradiënt van open water naar (tril)veen monsters van verschillende habitats zijn genomen (Smit 1976). Als we deze monsters buiten beschouwing laten zien we een afname van de natuurwaarde van 7,7 in de twintiger jaren tot 4,5 in de jaren tachtig. Na het opzetten van het waterpeil is de natuurwaarde geleidelijk gestegen tot 8,0 in 2003. In het Echtenerzand verlopen de ontwikkelingen ongeveer parallel, maar minder uitgesproken dan in het Diepveen. Het ven is altijd al wat armer geweest aan sialgen dan het Diepveen en bovendien was het in sterkere matige verdroogd.

Vernatting heeft dus een duidelijk positieve invloed op de kwaliteit van de sialgenflora.

4.1.c Vegetatie

De huidige vegetatie van het Diepveen en het hoogveenven Echtenerzand vertonen grote overeenkomst, zie als voorbeeld afbeelding 4.3. In beide vennen komen goed ontwikkelde drijftillen voor die gedomineerd worden door wrattig veenmos (*Sphagnum papillosum*) en waarin ook verscheidene andere karakteristieke veenmossen voorkomen. Vrijwel alle typische hogere planten van hoogveen zijn aanwezig, onder andere kleine veenbes (*Oxycoccus palustris*), lavendelheide (*Andromeda polifolia*), eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*) en witte snavelbies (*Rhynchospora alba*). Het aandeel pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) is beperkt en ook de hoeveelheid bosopslag is gering. Tot een diepte van ruim een meter groeien snavelzegge (*Carex rostrata*) en veenpluis (*Eriophorum angustifolium*). Vooral in het Echtenerzand vindt tussen deze helofyten veenmosgroei plaats, waardoor zich geleidelijk nieuwe drijftillen ontwikkelen. De opvallend diepe groei van deze helofyten hangt mogelijk samen met het zure, regenwaterachtige water. De afbraaksnelheid van organisch materiaal is hierin zeer gering, waardoor de redoxpotentiaal in de bodem niet snel zal dalen. Omdat het systeem tevens zeer voedselarm en dus weinig productief is, treedt netto nauwelijks accumulatie van organisch materiaal op. Het open water bevat nauwelijks hogere planten. In beide vennen zijn op de oever ook plaatselijk pitrusvegetaties aanwezig. In 1997 zijn delen van de oever van het Echtenerzand geplagd, hier is o.a. beenbreek (*Narthecium ossifragum*) teruggekeerd. Deze was ook in 2007 nog aanwezig.



Afbeelding 4.3: Vegetatiekaart van het hoogveenven in het Echtenerzand. Vegetatie-opnamen, zie bijlage 12.

Voor de vernatting waren in het Diepveen eutrofieringsindicatoren aanwezig; oa. gele lis (*Iris pseudacorus*) en gewone waterbies (*Eleocharis palustris*). Deze zijn al enige tijd verdwenen (Bijkerk e.a., 2004). De drijftillen begonnen zich al snel na de vernatting uit te breiden (van Dam & Arts, 1993). Nu is er vooral in het Echtenerzand nog sprake van uitbreiding van drijftillen, mogelijk omdat in de periode 1995-1997 nog diverse aanvullende vernattingsmaatregelen zijn genomen.

4.1.d Samenvatting vernatten

De omstandigheden voor drijftilvorming zijn de afgelopen 20 jaar aanmerkelijk verbeterd in de bestudeerde hoogveenvennen. De concentraties stikstof, fosfaat en zwavel zijn sterk afgenomen, waardoor de afbraak van organisch materiaal vertraagd wordt en het aandeel van de trage methaanbacterien in de afbraak toe kan nemen. Door de vertraagde afbraak kunnen helofyten mogelijk dieper in het water groeien. Juist tussen deze diep groeiende helofyten ontstaan gemakkelijk veenmosdrijftillen. Op de drijftillen ziet de veenmosvegetatie er gezond uit; vergrassing en boomopslag blijven lang uit. Met het juiste beheer kunnen dergelijke hoogveendrijftillen ook onder de huidige omstandigheden kennelijk vele tientallen jaren intact blijven .

Het is moeilijk om de effecten van vernatting en van verminderde depositie te scheiden. In de referentievennen ontwikkelen de waterkwaliteit, en de kiezelwiersamenstelling zich ongeveer gelijk, wat er op wijst dat er in ieder geval een grote bijdrage is van verminderde depositie. Wel opvallend is de sterk gedaalde fosfaatbeschikbaarheid na vernatting; waarschijnlijk is de mineralisatie van veen ook sterk verminderd na vernatting. Opvallend is dat in de hoogveenvennen een verbetering van de sialgenflora optreedt die niet optreedt in de referentievennen. Mogelijk bieden de hoogveenvennen ten opzichte van de referentievennen meer structuurvariatie, waardoor de sialgen hier wel in staat worden gesteld om positief te reageren op verminderde depositie.

4.2. Baggeren verzuurde vennen

In de eerste jaren na de start van OBN zijn vrij grote aantallen verzuurde vennen gebaggerd zonder aanvullende maatregelen te nemen tegen verzuring. De mate waarin deze vennen verzuurd waren verschilde enigszins. Met het afnemen van de verzurende neerslag is dit verschil duidelijker geworden; de sterkst verzuurde vennen zijn zuur gebleven terwijl de minst verzuurde vennen een aanzienlijk herstel in pH hebben doorgemaakt.

4.2.a Water-en bodemkwaliteit

Het verwijderen van de sliblaag in vennen heeft aanvankelijk een verzurend effect. Een groot deel van de voorraad basische kationen wordt uit het ven verwijderd, waardoor de buffering tegen verzuring minder wordt. Ook gaan oxidatieve processen overheersen over reductieve processen, waardoor meer zuur geproduceerd wordt. In de eerste jaren na opschonen was tevens de hoeveelheid zure depositie het hoogst. Veel vennen die begin jaren negentig zijn opgeschoond zonder aanvullende maatregelen tegen verzuring, zijn daarom in de eerste jaren na uitvoering door een zuurdip heengegaan. Plantensoorten van gebufferde vennen zijn na verwijdering van de sliblaag gekiemd, maar juist tijdens deze zuurdip vaak verdwenen. Bijvoorbeeld oevertkruid (*Littorella uniflora*) en waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) in de Steenhaarplas, waterlobelia in het Oortven en pilvaren (*Pilularia globulifera*) en ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamogeton gramineus*) in het Van Esschenven.

Subtiele verschillen in de mate van verzuring bepalen op dit grensvlak of plantensoorten van gebufferde vennen kunnen overleven. Het Van Esschenven wordt gevoed met gebufferd grondwater. Na verloop van enkele jaren is dit ven daardoor weer in behoorlijke mate gebufferd geraakt. Aanvoer van gebufferd water vanuit het Witven is er nauwelijks geweest, de afgelopen jaren is dit ven zuurder geweest dan het Van Esschenven. In het Van Esschenven is momenteel geen enkele indicatie voor verzuring meer (tabel 4.2). De laatste jaren breidt drijvende waterweegbree (*Luronium natans*) zich sterk uit en hebben pilvaren (*Pilularia globulifera*) en gesteeld glaskroos (*Elatine hexandra*) zich gevestigd.

Oevertkruid breidt zich in de Ganzenpoel en in het Ronde ven uit en in het Ronde ven breidt ook waterlobelia zich uit onder water, maar niet zo sterk als in het iets beter gebufferde en naastgelegen Eilandven. Naast isoetiden zijn alleen zuurtolerante waterplanten aanwezig. Vooral in de waterlaag zijn de omstandigheden periodiek ongunstig voor planten van gebufferd water; ammonium kan de dominante stikstofbron zijn bij een lage pH of de pH zakt beneden 4.2.

Langs het Pluzenven en de Grenspoel waren isoetiden in 2007 vooral boven de gemiddelde waterlijn aanwezig. In beide vennen was de bodem ongeschikt voor waterplanten van gebufferd water, door een zeer lage pH of door een ongunstige aluminium/calcium ratio. Ook de waterlaag vertoonde in 2007 op meerdere punten tekenen van ernstige verzuring.

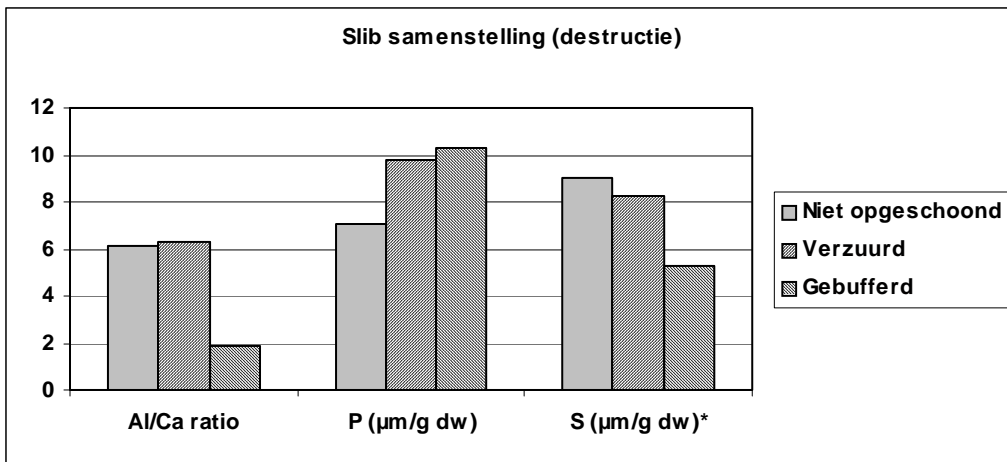
Tabel 4.2: Waarden uit 2007 van enkele parameters die de mate van verzuring aangeven in de waterlaag en in de bodem van verzuurde, opgeschoonde vennen. Vetgedrukt zijn waarden die een probleem vormen voor planten van gebufferde vennen.

	Locatie	Datum	Water		Water		W		Bodem	
			pH	Al	Ca	Mg	NH4	NO3	pHzout	Al/Ca
Isoetiden boven water	Pluzenvan	29-mei-07	4,60	7	48	34	6	15	3,99	0,30
	Pluzenvan	5-nov-07	4,66	9	49	38	8	26		
	Pluzenvan	6-sep-07	4,13	9	32	29	9	1		
	Grenspoel	16-jul-07	4,13	4	16	30	20	7	4,35	1,60
	Grenspoel	27-aug-07	4,58	4	16	31	3	1		
	Isoetiden in water	Ronde ven	29-mei-07	4,94	7	72	36	14	36	4,08
Ronde ven		5-nov-07	4,81	9	58	40	22	25		
Ronde ven		6-sep-07	4,28	7	40	28	9	1		
Ganzenpoel		16-jul-07	3,87	6	7	33	1	1	4,61	0,23
Ganzenpoel		27-aug-07	4,26	5	5	34	4	1		
Isoetiden & niet isoetiden		Esschenven	14-mei-07	5,48	4	153	112	19	36	4,44
	Esschenven	16-okt-07	5,41	3	122	98	4	4		

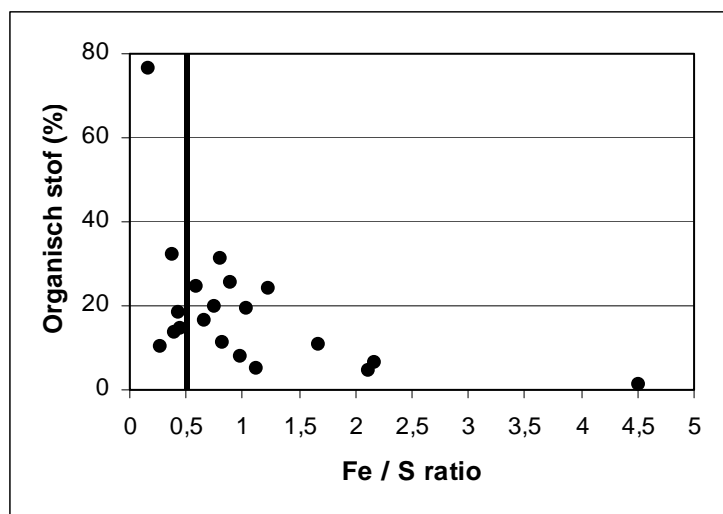
Opschonen van verzuurde vennen zonder aanvullende maatregelen te nemen tegen verzuring, heeft vooral plaatsgevonden in de oeverkruidvennen. Dit zijn vennen met in ieder geval voor een groot deel een zandige bodem en vaak een groot aandeel droogvallende oevers. Na de verwijdering van de sliblaag heeft in de meeste vennen nauwelijks hernieuwde slibophoping plaatsgevonden. Sommigen ondiepe vennen, zoals de Grenspoel, de Ganzenpoel, de Steenhaarplas en het Pluzenvan, konden ook in de natte zomer van 2007 vrijwel geheel doorwaad worden. Hierbij werd nergens een sliblaag van meer dan enkele centimeter aangetroffen en het overgrote deel van de bodem was min of meer slibvrij. Dit gold ook voor de doorwaadbare delen van iets diepere vennen, zoals het Ronde ven. Alleen in het Van Esschenven was plaatselijk meer slib gevormd, waarschijnlijk vanwege de bladinwaai in dit ven en het zeer geringe aandeel droogvallende oevers.

De samenstelling van dit nieuw gevormde slib wijkt gemiddeld niet meetbaar af van het al aanwezige slib in de referentievennen (afbeelding 4.4). Ten opzichte van gebufferde vennen zit er meer aluminium in het slib, maar ook dit verschil is niet significant. Het slib is ongeveer 5x rijker aan fosfor dan een gemiddelde, voedselarme zandbodem. In de meeste gevallen is dit fosfor gebonden aan ijzer. Naarmate de sliblaag dikker was, kon deze zuiverder worden gemonsterd. Dit wordt weerspiegeld in het hogere gehalte organisch stof in deze monsters (afbeelding 4.5). In deze slibmonsters is te zien dat de huidige zwavelconcentraties in het slib nog altijd hoog genoeg zijn om tot fosfaatmobilisatie te kunnen leiden. Zwavel bindt onder anaerobe omstandigheden aan ijzer, zodat FeS of FeS₂ (pyriet) gevormd wordt. Het eventueel door ijzer gebonden fosfaat laat dan los. Wanneer er evenveel zwavel als pyriet in de bodem zit, is de kans op fosfaatmobilisatie en nalevering aan de waterlaag dus groot. Wanneer er meer dan 2x zo veel zwavel als ijzer aanwezig is, is een dergelijke fosfaatmobilisatie zelfs zeer waarschijnlijk, tenzij een groot deel van het zwavel nog ingebouwd zit in het organisch materiaal en ijzer niet. In het slib van 6 vennen is een dergelijke Fe/S ratio van minder dan 0,5 gemeten, te weten het Van Esschenven, Kliplo, het Pluzenvan, Witven, Beuven en de Banen. Met uitzondering van het Pluzenvan, waar nauwelijks slib aanwezig is, worden in deze vennen ook met enige regelmaat eutrofierverschijnselen waargenomen, zoals groei van eutrafente waterplanten of een tijdelijk verhoogde

fosfaatconcentratie in de waterlaag. Mogelijk heeft de ongunstige Fe/S ratio in deze vennen te maken met bladinwaai; bladeren bevatten meestal veel meer zwavel dan ijzer.

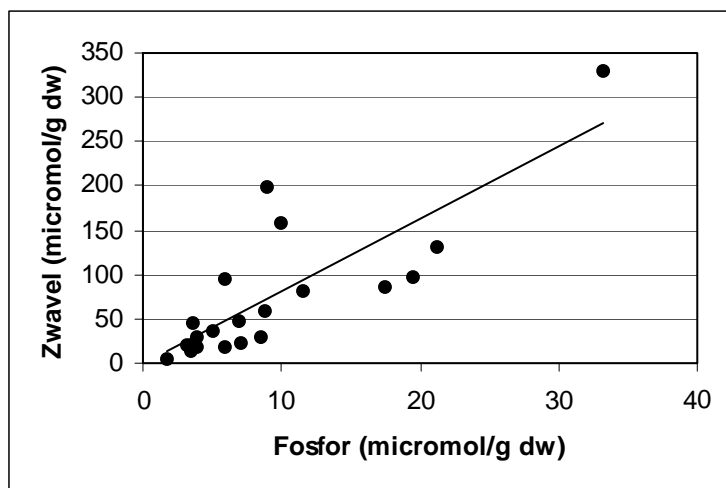


Afbeelding 4.4: Totale gehalten aan fosfor en zwavel en verhouding tussen totaal aluminium en calcium in het slib van niet opgeschoonde vennen, verzuurde vennen die opgeschoond zijn en gebufferde vennen of duinplassen die opgeschoond zijn. *De zwavelgehalten zijn tienmaal hoger dan in de grafiek afgebeeld. Er zijn geen significante verschillen ($P < 0.05$) gevonden.



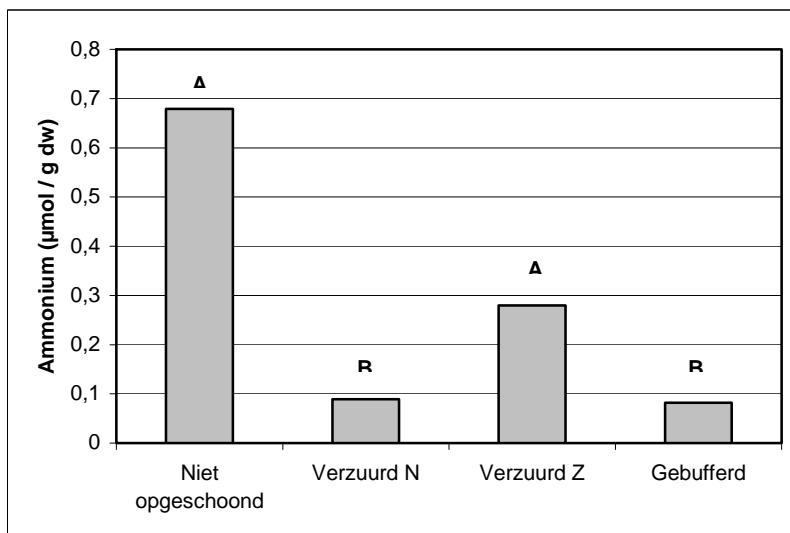
Afbeelding 4.5: Mate waarin ijzer (Fe) in het slib gebonden is aan zwavel, uitgezet tegen het percentage organisch materiaal in het slib. Bij een ratio beneden 0,5 is er theoretisch geen vrij ijzer meer beschikbaar.

Met het toenemen van het gehalte organisch stof in de monsters, neemt niet alleen het zwavelgehalte toe, maar ook het gehalte aan fosfor. Tussen zwavel en fosfor bestaat dan ook een duidelijke relatie (afbeelding 4.6). Bij toenemende slibvorming en dus een toenemende Fe/S ratio is er dus meer kans op mobilisatie van fosfaat en is er meer fosfaat aanwezig om te mobiliseren.



Afbeelding 4.6: Correlatie tussen de totale zwavelhoeveelheid en de totale fosforhoeveelheid in het slib van 20 vennen en duinplassen.

De hoeveelheid mobiliseerbaar ammonium is alleen bepaald aan zandbodems (afbeelding 4.7). Deze is in de opgeschoonde vennen duidelijk lager dan in de referentievennen. Binnen de verzuurde, opgeschoonde vennen is er een significant verschil tussen de vennen in noord en zuid Nederland. In het noorden is de ammoniumophoping in de bodem ongeveer 3x lager en ongeveer even laag als gemiddeld in een gebufferd, opgeschoond ven.



Afbeelding 4.7: Hoeveelheid ammonium die gebonden is aan het kation-uitwisselingscomplex van zandbodems (org. stof gemiddeld 2,7%) in 21 vennen en duinplassen. N = noord = boven de grote rivieren. Z = zuid = beneden de grote rivieren.

Wijzigingen in de trofiegraad van de bodem kunnen ook worden afgeleid uit de samenstelling van het bodemvocht. Voor een aantal vennen waren gegevens beschikbaar uit de jaren na het opschonen van het ven, meestal tussen 1995 en 1998. Deze deze metingen zijn in 2007 herhaald. De data uit de eerste periode zijn voornamelijk verzameld in een droge periode, de jaren 1995 en 1996 waren zeer droog. De data uit de tweede periode zijn juist verzameld na enkele natte jaren: 2005, 2005, 2006 en 2007. In de droge jarenvond veel meer droogval plaats, waardoor oxidatie van grote

delen van de venbodem plaatsvondt. Deze oxidatie werd nog versterkt door het droogzetten van het ven tijdens de slibverwijdering en door de slibverwijdering zelf. Dit verschil in redoxstatus wordt weerspiegeld in tabel 4.3.

De concentraties ammonium en fosfaat nemen fors en significant toe, terwijl de zwavelconcentratie significant afneemt. Dit laatste kan een gevolg zijn van de verminderde zwaveldepositie en/of van zwavelreductie. In het voorgaande is geconstateerd dat er nauwelijks slibophoping plaatsvindt in de opgeschoonde vennen. Waarschijnlijk is de mobilisatie van voedingsstoffen in het sediment dus vooral een gevolg van de reeks natte zomers van de afgelopen tien jaar. Daarnaast kan ook de opgelopen temperatuur hebben geleid tot een versnelde afbraak van organisch materiaal en het aanjagen van reductieprocessen. Gezien de zeer geringe productie van organisch materiaal in veel opgeschoonde vennen lijkt deze bijdrage echter gering.

*Tabel 4.3: Gemiddelde samenstelling van het bodemvocht in 12 vennen en 4 duinplassen enkele jaren na opschonen (vrnl. 1998), en verandering in samenstelling in 2007. Weergegeven is de mediane toe-of afname per water. De significanties van wijzigingen is getoetst met een gepaarde t-toets. * = $P < 0,05$ ** = $P < 0,01$. Concentraties in micromol per liter.*

	Fe	T-S	Si	Na	K	NH ₄	o-P	Cl
Gemiddeld 1998	67	199	75	607	72	50	0,46	830
Mediane toename 2007 (%)	-18	-56	122	-6	31	165	306	-18
Significantie	-	*	*	-	-	*	*	-

In vergelijking met 1998 heeft er in 2007 niet alleen mobilisatie van voedingsstoffen plaatsgevonden, maar ook een sterke alkalinisatie van het sediment, althans in de zuurdere ventypen (tabel 4.4 en 4.5). De buffercapaciteit van het bodemvocht is maar liefst verviervoudigd. De betere buffering van de venbodem, althans het bodemvocht, heeft mogelijk in belangrijke mate bijgedragen aan de overleving en uitbreiding van isoetiden in verzuurde, opgeschoonde vennen. Ook voor deze buffering kunnen diverse oorzaken worden aangewezen; verminderde zuurdepositie, nattere zomers en hogere temperaturen.

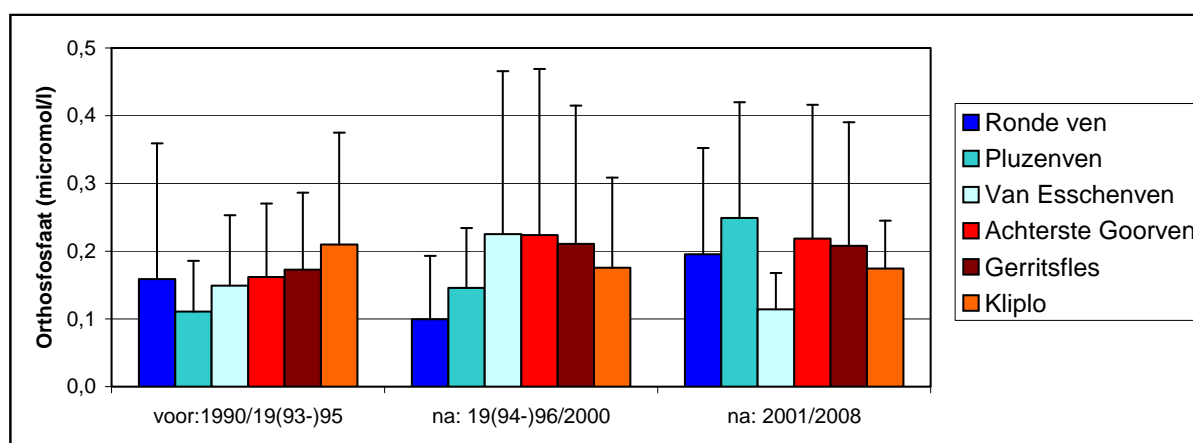
*Tabel 4.4: Gemiddelde samenstelling van het bodemvocht in 2 niet verzuringsgevoelige vennen en 4 duinplassen enkele jaren na opschonen (vrnl. 1998), en verandering in samenstelling in 2007. Weergegeven is de mediane toe-of afname per water. De significanties van wijzigingen is getoetst met een gepaarde t-toets. * = $P < 0,05$ ** = $P < 0,01$. Buffercapaciteit in micro-equivalent per liter, overige concentraties in micromol per liter.*

	pH	alk	Al	Ca	Mg
Gemiddeld 1998	6,58	3020	8	1336	260
Mediane toename 2007 (%)	-2	14	-34	-11	-6
Significantie	-	-	-	-	-

Tabel 4.5: Gemiddelde samenstelling van het bodemvocht in 10 verzuringsgevoelige vennen enkele jaren na opschonen (vrnl. 1998), en verandering in samenstelling in 2007. Weergegeven is de mediane toe-of afname per water. De significanties van wijzigingen is getoetst met een gepaarde t-toets. Buffercapaciteit in micro-equivalent per liter, overige concentraties in micromol per liter.

	pH	alk	Al	Ca	Mg
Gemiddeld 1998	5,23	199	29	158	81
Mediane toename 2007 (%)	12	391	-42	16	-37
Significantie	**	**	*	-	-

Sliblagen kunnen potentieel veel voedingsstoffen naleveren aan de waterlaag. Vooral nalevering van fosfaat is in veel typen wateren een bekend fenomeen. Voor drie opgeschoonde, verzuurde vennen is daarom de beschikbaarheid van fosfaat in de waterlaag vergeleken met de drie goed gevolgde referentievennen (afbeelding 4.8). In alle bekeken vennen was de fosfaatbeschikbaarheid in de uitgangssituatie zeer laag. Meestal lag deze rond de 0,1 micromol per liter, een waarde die ook dicht bij de detectielimiet ligt van de meeste apparatuur waar orthofosfaat mee wordt gemeten. Meetfouten hebben daarom een relatief grote invloed op de gemeten waarden. Dit verklaart waarschijnlijk de hoge standaardafwijking in afbeelding 4.8. Niettemin blijkt duidelijk dat verwijderen van de sliblaag niet leidt tot verdere afname van de fosfaatconcentratie en ook niet tot verschillen met de drie referentievennen. Kennelijk vindt er niet of nauwelijks nalevering plaats van fosfaat naar de waterlaag, ook niet bij aanwezigheid van dikke, tamelijk zwavelrijke sliblagen zoals deze aanwezig zijn in het Achterste Goorven. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk de vrijwel overal gunstige verhouding tussen ijzer en fosfor in het slib; het fosfaat wordt effectief gebonden door fosfor.



Afbeelding 4.8: Beschikbaarheid van fosfaat in drie opgeschoonde vennen (blauwe, linkse kolommen) en drie referentievennen (rode, rechtse kolommen). Drie perioden zijn onderscheiden: voor opschoonen (in 1993 of 1995), na opschoonen en de periode 2001-2008. Uit de dataset van bijna 500 metingen zijn alle (8) uitschieters van > 1micromol/liter weggelaten omdat hier waarschijnlijk sprake is van meetfouten.

4.2.b Kiezelwieren en sialgalen

Kiezelwieren

Er zijn gegevens beschikbaar uit de Grenspoel, de Ganzenpoel, het Ronde ven (Bergven IV), het Pluzenvan (Bergven VII) en het Van Esschenven. Het laatste ven kan in de laatste decennia wel in deze groep worden gerangschikt, maar tot aan de eerste schoonmaakactie van de Oisterwijkse Vennen, in 1950, werd in dit ven via het Voorste Goorven en het Witven water uit de Rosep ingelaten (Van Dijk e.a. 1960). Dat was nodig om een zodanige alkaliniteit in het ven te bereiken

dat hierin vis gekweekt kon worden (Van Dam e.a. 1994b). De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.9 en 3.10.

In de boorkern van het Van Esschenven waren er in de monsters van de 16^e tot en met de 20^e eeuw veel doelsoorten en veel bijzondere soorten aanwezig, als gevolg van de doorspoeling met gebufferd oppervlaktewater. De berekende pH lag rond de 6,5 en was daarmee relatief hoog.

De andere vennen uit deze groep hebben altijd minder (de beide Bergvennen) of geen contact met andere oppervlaktewateren (Grenspoel en Ganzenpoel) gehad. In het begin van de twintigste eeuw (periode 1) waren hier minder doelsoorten en meer triviale soorten uit zuur water dan in de referentievennen. Daar staat tegenover dat er in de jaren tachtig van de 20^e eeuw minder verzuringsindicatoren waren dan in de referentievennen. In de periode vlak voor en vlak na het baggeren zijn er iets meer storingssoorten en soorten uit voedselrijk water dan in de referentievennen. In de meest recente periode lijkt de situatie sterk op die van de referentievennen, maar de verzuringsindicator ontbreekt in de behandelde vennen en er zijn iets meer storingssoorten. In de verstoorde situatie is het aantal soorten hoger dan in de onverstoorde situatie, waarschijnlijk door de iets grotere nutriëntenrijkdom. Bij sterke voedselarmoede is het aantal soorten kiezelwieren meestal gering. In de oude toestand en kort voor de ingrepen waren er gemiddeld rond de zes bijzondere soorten per monster, in de huidige toestand zijn het er nog geen vier.

De kwaliteitsscore (EKR) volgens de concept-maatlatten van de KRW was in de oude monsters uit deze vennen en kort voor en na het baggeren iets boven 0,5. Daarna is de EKR gestegen tot gemiddeld 0,76, waarschijnlijk als gevolg van autonome ontwikkelingen (zie referentievennen).

Grosso modo lijkt het baggeren van zure vennen in vergelijking met de referentievennen dus niet een erg grote invloed te hebben op de samenstelling en kwaliteit van de kiezelwieren.

Sieralgen

Er zijn gegevens beschikbaar uit de Grenspoel, de Ganzenpoel, het Ronde ven en het Van Esschenven (Tabel 3.3), maar lang niet uit alle perioden, waardoor het moeilijk is om een consistent beeld te verkrijgen. In de Grenspoel lijkt het baggeren voor de sieralgen duurzaam succesvol te zijn: er is een sterke toename van het aantal soorten (niet van de Rode-Lijstsoorten), terwijl de natuurwaarde is toegenomen van 6,0 vóór tot 9,0 na het verwijderen van het sediment. In de Ganzenpoel is er een lichte toename van de natuurwaarde (0,3 punten) na het baggeren, maar het is de vraag of dit significant is. Opvallend is de lage natuurwaarde (4,0) van het monster uit de eerste periode. Die berust op een enkel netplanktonmonster uit 1962, dat arm aan soorten is, misschien doordat het monster meer door het open water dan over bodem en vegetatie is getrokken. Het Ronde ven heeft een voldoende natuurwaarde (6,0), maar het monster is te kort na de maatregelen genomen om te kunnen vaststellen of het succes duurzaam is.

In het Van Esschenven is er in de eerste paar jaar na het baggeren, dus in de zure periode, een vrij groot aandeel van soorten uit voedselarm water. Maar daarna vindt een afname plaats ten koste van soorten uit matig voedselrijk water. Het totale aantal soorten is kort na het baggeren laag en neemt daarna toe tot een constant niveau (Afbeelding 3.11). Het aantal Rode-Lijstsoorten bereikt vijf jaar na het baggeren een maximum van drie soorten. In 2005, tien jaar na het baggeren, zijn deze niet meer gezien.

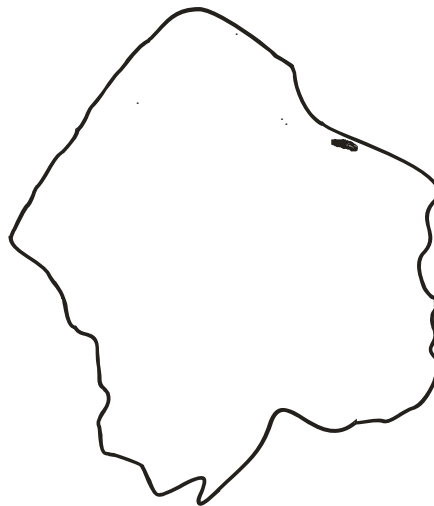
4.2.c Vegetatie

De gebaggerde ,verzuurde vennen die na uitvoering vrij intensief gevolgd zijn, zijn bijna allemaal van oorsprong oeverkruidvennen. Naast oeverkruid kwam in veel van deze vennen waterlobelia voor en in sommige vennen ook drijvende egelskop (*Sparganium angustifolium*). In het eerste jaar na baggeren vestigden deze soorten zich weer. Maar zoals gezegd was juist in de eerste jaren na

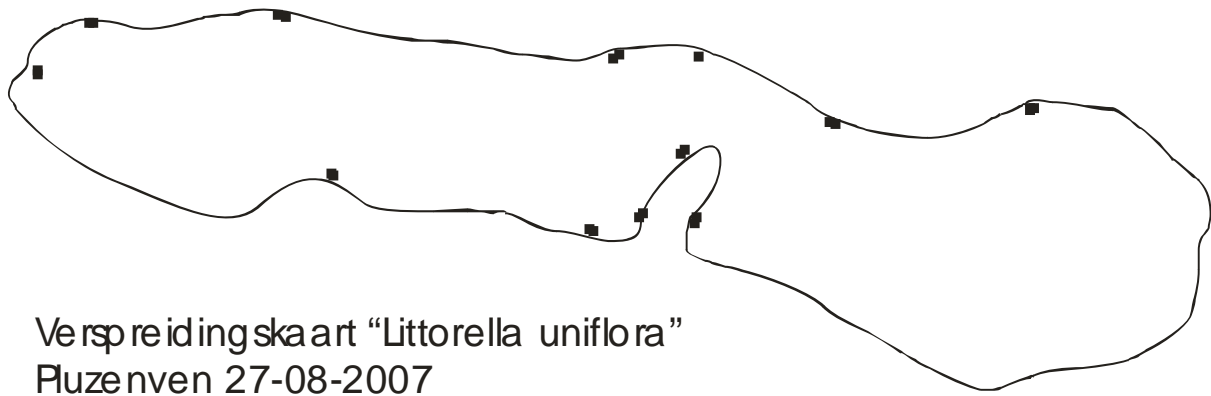
baggeren de verzuring in deze vennen het sterkst. In deze periode zijn isoetiden vaak weer verdwenen; waterlobelia uit het Oortven en de Steenhaarplas en oeverkruid uit de Steenhaarplas. Ook in het Ganzenven en het Pluzenven balanceerden oeverkruid en waterlobelia op het randje van de afgrond.

De huidige abundanties en verspreiding van isoetiden lijken samen te hangen met de mate waarin verzuring spontaan is verminderd. In de sterkst verzuurde vennen konden isoetiden zich niet handhaven in de waterlaag, maar wel op droogvallende oevers. Dit gold bijvoorbeeld voor de Grenspoel en het Pluzenven (afbeeldingen 4.9 & 4.10). Waarschijnlijk kan ook de Steenhaarplas tot deze categorie worden gerekend, maar hier is de hogere oever slechts in zeer beperkte mate opgeschoond. Isoetiden zijn hier waarschijnlijk verdwenen door een combinatie van verzuring en een gebrek aan (opgeschoonde) uitwijkplaatsen op de oever. Verder kan ook het in het verleden licht bekalkte Padvindervens tot deze categorie worden gerekend. Hier handhaaft oeverkruid zich op een deel van de oever waar zeer jong en oppervlakkig grondwater komt toestromen, een beeld dat we in meer van deze vennen zien.

In de vennen waar vooral de bodem iets beter gebufferd is zijn isoetiden na die eerste, meest zure fase wel in staat gebleken om dieper in de waterlaag af te dalen. In de Ganzenpoel betreft dit vooral oeverkruid, in het Ronde ven vooral waterlobelia (afbeeldingen 4.11 & 4.12). Deze uitbreiding lijkt nog steeds door te gaan. Een ander voorbeeld uit deze categorie is het niet onderzochte Ganzenven bij Ravenstein, Noord-Brabant. Na een aanvankelijk sterk zure periode is oeverkruid hier in staat gebleken om meer dan de helft van het bodemoppervlak te koloniseren (Verbeek e.a., 2005).

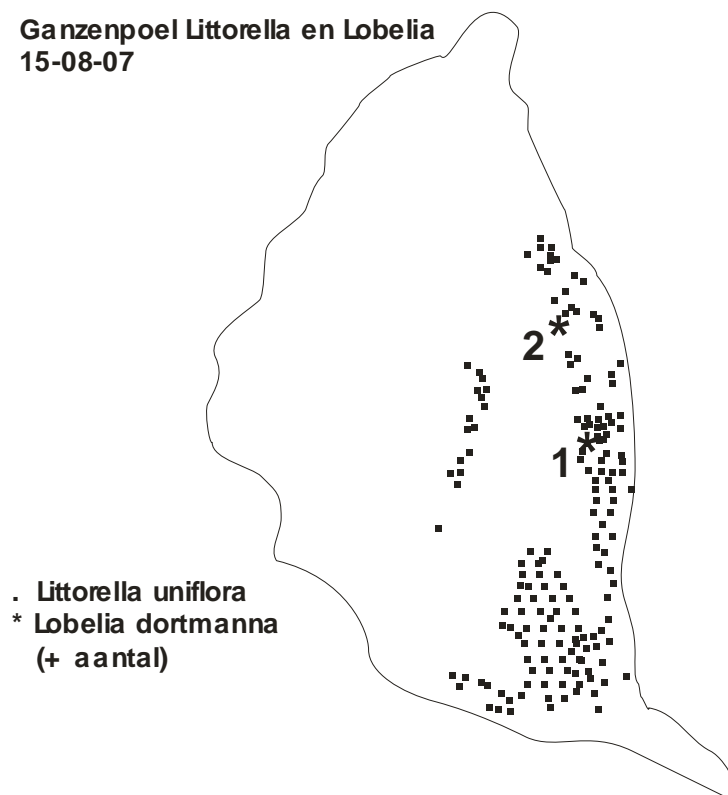


Afbeelding 4.9: Omtrek van de Grenspoel (Drents-Friesche wold), met daarin aangegeven de verspreiding van oeverkruid (Littorella uniflora). Er is alleen een klein veldje aangetroffen op een droogvallend randje aan de noordoostoever. In de oosthelft zijn ook enkele kleine, vegetatieve exemplaren van drijvende egelskop (Sparganium angustifolium) waargenomen.

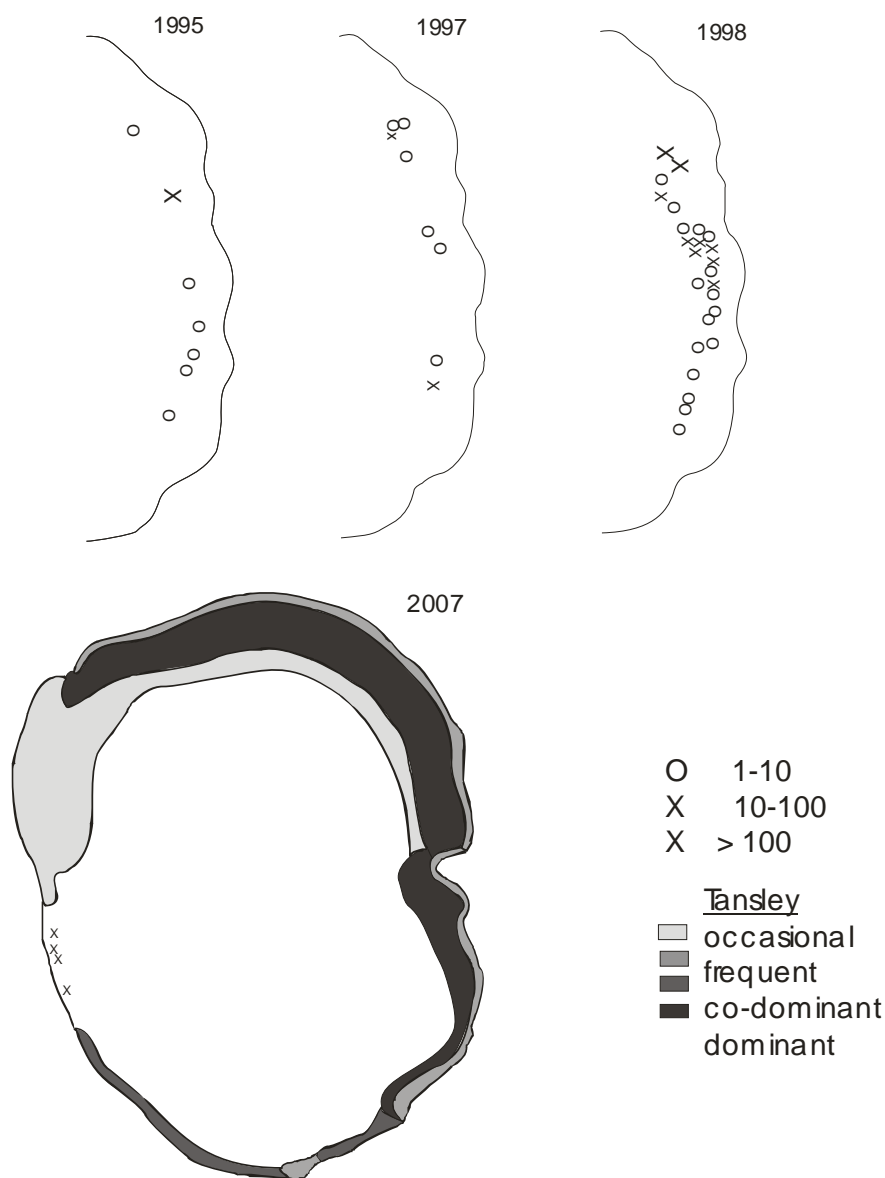


Afbeelding 4.10: Omtrek van het Pluzerven (Bergvennen, Denekamp) , met daarin aangegeven de locaties waar kleine veldjes oeverkruid (*Littorella uniflora*) groeien op de droogvallende oever.

**Ganzenpoel Littorella en Lobelia
15-08-07**



Afbeelding 4.11: Omtrek van de Ganzenpoel (Drents-Friesche wold), met daarin aangegeven de verspreiding van oeverkruid (*Littorella uniflora*) en waterlobelia (*Lobelia dortmanna*). De aantallen waterlobelia zijn waarschijnlijk onderschat, vanwege de hoge waterstand en de golfslag tijdens de kartering.



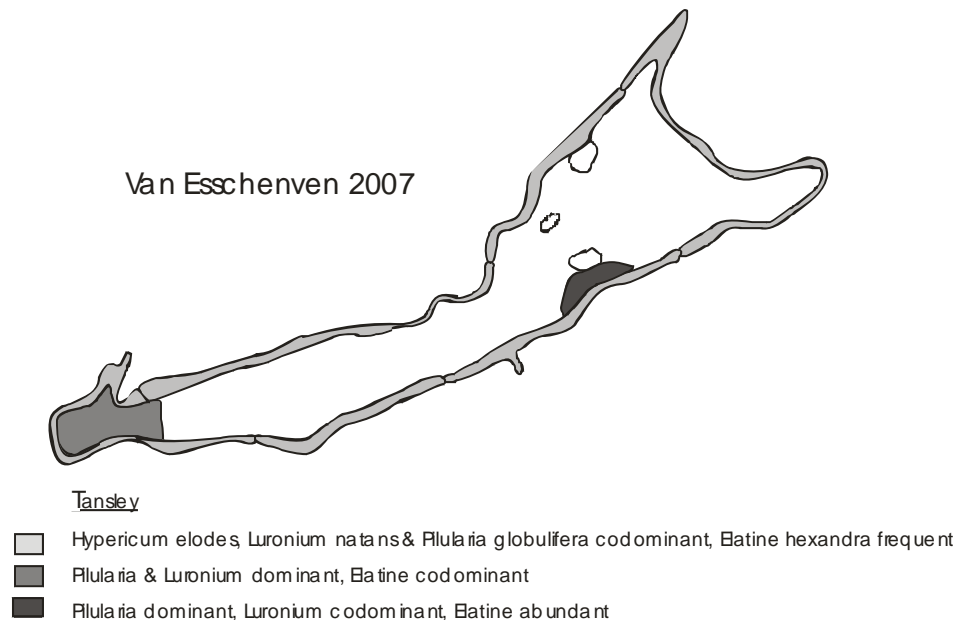
*Afbeelding 4.12: Omtrek van het Ronde ven (Bergvennen, Denekamp), met daarin aangegeven de verspreiding van waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) in 2007. Bovenaan een uitsnede van de oostoever, waartoe waterlobelia zich in de eerste jaren na opschonen beperkte. De verspreiding van oeverkruid (*Littorella uniflora*) is overeenkomstig, maar oeverkruid groeit minder ver het water in.*

Het Van Esschenven behoort wegens de sterke verzuring in de jaren tachtig ook tot deze categorie, maar zoals onder de kiezelwieren al is opgemerkt, is het eigenlijk een van oorsprong meer gebufferd ven. Na het doormaken van een aanvankelijk sterk zure fase, waarin de beginnende vestiging van pilvaren en ongelijkbladig fonteinkruid ongedaan gemaakt werd, heeft er een krachtig herstel in pH plaatsgevonden. Momenteel is een brede oeverzone bedekt met drijvende waterweegbree, moerashertshooi (*Hypericum elodes*), pilvaren en gesteeld glaskroos (afbeelding 4.13). Deze zone bestaat voor een belangrijk deel ook uit permanent ondergedompelde bodems. Omdat vrijwel alle delen die minder dan een meter diep zijn gekoloniseerd zijn met doelvegetaties, wordt verdere uitbreiding nu vooral gestuurd door het doorzicht van het water.

Bijzonder is de ontwikkeling in het Ganzenvan in Drenthe. Hier heeft zich op de geëxponeerde oever een uitgebreide isoetidenvegetatie ontwikkeld, die zich uitstrekt tot het midden van het ven. Op de tegenover gelegen oever heeft zich een steeds dikker pakket waterveenmos (*Sphagnum*

cuspidatum) ontwikkeld tussen tot ruim een halve meter diep groeiende helofyten als veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*) en Veenpluis. Deze dikke pakketten krijgen steeds meer het karakter van een drijftil. Deze ontwikkeling is begunstigd door de reeks van natte zomers, waardoor deze zone niet of nauwelijks meer drooggevallen is.

De combinatie van isoetidenvegetaties met drijftilvorming was vroeger niet zeldzaam in vennen, maar is momenteel uiterst zeldzaam. Het is dus bijzonder hoopvol dat deze ontwikkeling zich nu schoorvoetend in gang zet in een opgeschoond ven.



Afbeelding 4.13: Omtrek van het Van Esschenven (Oisterwijkse vennen), met de verspreiding van plantensoorten van gebufferde vennen: moerashertshooi (*Hypericum elodes*), drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), gesteeld glaskroos (*Elatine hexandra*) en pilvaren (*Pilularia globulifera*).

Brunstingerplas

De Brunstinger plas is een ondiep ven, gelegen aan de rand van een heideveld. In 1990 zijn de venranden geplagd. In het noordelijk gedeelte grazen schapen. Een groot gedeelte van het ven wordt gedomineerd door oeverkruid. In het open water komen verder plaatselijk nog knolrus en waterveenmos voor. In de oever zijn ook bruine snavelbies, waterpostelein (*Lythrum portula*), veelstengelige waterbies en kleine zonnedaau waargenomen. De huidige situatie is vergelijkbaar met die uit 1976. Vergeleken met 1985 (verzuurd ven) is anno 2007 het aandeel verzuring indicatoren, zoals waterveenmos en vensikkelmos (*Warnstorfia fluitans*) afgenomen. Ook in de Brunstingerplas hebben zachtwatervegetaties zich dus hersteld zonder aanvullende maatregelen tegen verzuring te nemen.

Noordelijke Davidsplassen

De noordelijke Davidsplas is een groot en ondiep heideven. In 1995 heeft Natuurmonumenten het ven uitgebaggerd en heeft men de oevers afgeplagd. In het open water komt alleen waterveenmos, knolrus en snavelzegge voor. Littorelletea soorten zijn niet aangetroffen. In de oeverzone, bij de observatiehut, zijn soorten gevonden als kleine zonnedaau, veelstengelige waterbies, veenpluis, moeraswolfsklauw, bruine en witte snavelbies en klein blaasjeskruid. Op de zuidelijke oever groeit vooral pitrus, pijpenstrootje en knolrus. De baggeractie uit 1995 heeft tot nu toe niet geleid tot de vestiging van Littorelletea soorten. De zuidoost oever heeft een brede minerale bodem waar Littorelletea soorten in potentie zouden kunnen groeien. Wellicht is de zuurgraad van het ven nog

te laag (pH 4.67). Van het in het verleden waargenomen oeverkruid was kennelijk geen zaadbank meer aanwezig, of zaailingen zijn vrij snel na vestiging omgekomen in het zure water.

Steenhaarplas

De Steenhaarplas is een ven gelegen in de heiderijke omgeving van het Buurserzand. In 1990 is de sliblaag verwijderd tot op de minerale ondergrond. Daarbij is een ook een groot deel van de rietvegetatie verwijderd. Het ven heeft een zandige bodem, en een relatief steile oever. In het ven is een dominante verzuringsvegetatie aanwezig met vooral erg veel waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*, deels ook half vergane veenmossen), veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*), riet (*Phragmites australis*), knolrus (*Juncus bulbosus*) en flab zijn hier talrijk. De hogere oeverzone is begroeid met wilde gagel (*Myrica gale*). Verspreid komt hier en daar ook veenpluis (*Eriophorum angustifolium*) voor. Kleine zonnedauw (*Drosera intermedia*) komt slechts op een paar plekjes voor. Er zijn geen vegetatie gegevens gevonden van voor de opschoning maatregelen. Oeverkruid en waterlobelia waren echter voor opschonen niet meer aanwezig.

Stroothuizen (Oortven)

Het Oortven is een klein ven gelegen op een nat heideterrein van het natuurgebied Stroothuizen. Het ven heeft een minerale zandige bodem waarop zich een dunne organische laag heeft gevormd. Tussen 1990-1991 zijn verdroogde, verzuurde en geëutrofiëerde delen met heide en moeras geplagd. In het open water staan grote velden met waterveenmos en staan er plaatselijk veel knolrus en *veelstengelige waterbies*. Naast deze verzuringvegetatie komen in het open water ondermeer moerashertshooi (*Hypericum elodes*) en vlottende bies (*Scirpus fluitans*) in lage aantallen voor. Langs de oever zijn veelstengelige waterbies en waterveenmos dominant aanwezig. Verder staan er nog veenpluis, kleine zonnedauw en klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) in kleine aantallen. In 1985 is er (geïventariseerd oppervlak 25 m²) op de oever bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*) aangetroffen. Deze is in 2007 niet meer waargenomen.

Leikeven

Het Leikeven is een groot ven wat in 1993 is geschoond (plan lobelia). Het ven valt in twee delen op te splitsen, het noordelijke deel en het zuidelijke deel. Tussen deze twee delen bevindt zich een zandrug die alleen bij een extreem hoge waterstand onder staat. Het ven heeft een minerale bodem. De vegetatie gegevens in dit rapport hebben betrekking op beide delen van het ven. In 2007 zijn in het ven verscheidene interessante soorten aangetroffen. Het gaat om; haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*), gesteeld glaskroos (*Elatine hexandra*), moerashertshooi, oeverkruid, drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), moeraswolfsklauw (*Lycopodium inundatum*), en waterpostelein (*Lythrum portula*). In het open water zijn gesteeld glaskroos en oeverkruid plaatselijk dominant aanwezig. Op de west-oever van het zuidelijke ven groeit plaatselijk veel moerashertshooi. Enkele soorten die in 1994, een jaar na de opschoning, aanwezig waren zoals duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), witbloemige waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*) en vlottende bies (*Eleogiton fluitans*) zijn in 2007 niet meer waargenomen. Deze kunnen echter zijn gemist tijdens de inventarisatie van 2007 omdat het Leikeven een erg groot oppervlak bestrijkt.

Tabel 4.6: Vegetatie van enkele gebaggerde, verzuurde vennen in 2007. Weergegeven is het percentage bedekking van de waterlaag.

naam	Brunstingerplas	Davidsplassen	Meeuwenpoel	Langepoel	Peetersven N	Peetersven Z	Leikven	Stroothuizen	Steenhaarpas
pH	5.05	4.67	droog	droog	5.38	4.65	5.82	4.7	4.7
soort									
Carex rostrata		9							
Elatine hexandra							22		
Eleocharis multicaulis								15	15
Eleocharis palustris pal.									3
Eriophorum angustifolium									3
FLAB									15
Glyceria fluitans								1	
Hydrocotyle vulgaris								3	3
Hypericum elodes							8	3	
Juncus bulbosus	15	15			60	40	15	22	15
Lemna minor							1	3	
Littorella uniflora	60						22		
Luronium natans							1		
Nymphaea alba					1	1			
Phragmites australis									15
Polygonum amphibium								3	
Potamogeton natans					1				
Scirpus fluitans						1		1	
Sparganium sp							1		
Sphagnum cuspidatum	15	22			15	40	22	60	60
Sphagnum denticulatum									8

4.2.d Fauna

Abundantieverschuivingen van watermacrofauna in gebaggerde, verzuurde vennen duiden op een sterke oligotrofiëring. Het baggeren van verzuurde vennen zonder waterinlaat heeft gemiddeld niet geleid tot grote veranderingen in de soortenrijkdom. Dit komt door een afname van het aantal indifferente soorten in combinatie met een toename van het aantal soorten karakteristiek voor vennen in het algemeen, zwakgebufferde vennen en hoogveenvennen. Hieronder bevinden zich een aantal sterk bedreigde soorten, zoals de waterkevers *Hygrotus novemlineatus*, *Bidessus grossepunctatus*, *Gyrinus minutus* en de dansmuggen *Pagastiella orophila* en *Acamptocladus spec.*. Tevens is de abundantie van karakteristieke soorten sterk toegenomen (tabel 5.9). “Verlandingssoorten” bleken meer dan 10 jaar na herstel slechts sporadisch aanwezig.

In het gebaggerde, verzuurde Petersven is de soortenrijkdom van wantsen en dansmuggen lichte toegenomen in. De soortenrijkdom van waterkevers en -mijten in 2004 was echter erg laag. Waarschijnlijk is de totale soortenrijkdom van dit ven afgenomen. Abundantie verschuivingen duiden hier op een sterke oligotrofiëring. Ven-karakteristieke diersoorten zijn in dit ven sterk toegenomen, wat echter wordt veroorzaakt door abundantietoename van een zeer beperkt aantal soorten (*Polypedilum uncinatum* en *Pseudochironomus prasinatus*). In 2004/2007 zijn geen soorten van mesotrofe verlandings-situaties aangetroffen. Het baggeren van het verzuurde Petersven heeft geleid tot een dominantie van een klein aantal karakteristieke soorten, maar niet tot herstel van een soortenrijke levensgemeenschap.

Grenspoel

De meest algemene soort in dit ven is de dansmug *Pseudochironomus prasinatus*, welke goed in staat is zich in zuur water te handhaven. Ondanks het zure karakter van het ven is de abundantie van soorten, die karakteristiek zijn voor zeer zwakgebufferde vennen, hoog (36% van alle individuen). Hiervan is waarneming van de zeer zeldzame waterkever *Hygrotus novemlineatus* wellicht de meest opmerkelijke aangezien de vliegsieren van deze soort zelden ontwikkeld zijn en deze zich daardoor zeer slecht kan verspreiden. De Grenspoel bevat een flinke populatie poelkickers en een kleine populatie heikickers. Er zijn maar liefst 28 soorten libellen aangetroffen op de Grenspoel, waaronder de Rode Lijst soorten tengere pantserjuffer en venwitsnuitlibel.

Eind jaren tachtig waren op veel vennen kolonies van kokmeeuwen aanwezig. Sindsdien is deze soort op veel plekken verdwenen doordat vuilstortplaatsen zijn afgedekt en de meeuwen moeilijk aan voedsel kunnen komen. De Grenspoel is het enige ven in dit onderzoek waar zich nog een kleine kolonie kokmeeuwen bevindt. De meeuwen broeden op pitruspollen op het kleine eilandje midden op het ven. De kolonie omvat ca. 50 paartjes en de invloed van de uitwerpselen op het ven lijkt gering.

Pluzenven

Ook in het Pluzenven is de abundantie van macrofauna van zeer zwakgebufferde vennen relatief hoog (12,5% van alle individuen) ondanks de verzuring van het ven. Hieronder is het voorkomen van de dansmug *Pagastiella orophila* spectaculair. Deze soort is sinds de jaren vijftig niet meer in Nederland waargenomen. Tijdens dit onderzoek is de soort herondekt in de Ganzenpoel en alle vier de Bergvennen.

Ganzenpoel

De abundantie van macrofauna van zeer zwakgebufferde vennen (*Hygrotus novemlineatus*, *Pagastiella orophila*, *Psectrocladius psilopterus*, *Pseudochironomus prasinatus*, *Sigara scotti*) is in dit ven sterk toegenomen (met 27%). De ontwikkeling van een drijftil aan de westzijde van het ven heeft gunstig uitgepakt voor een aantal soorten, die van dergelijke vegetaties afhankelijk is. Hiertoe behoren soorten als de koraaljuffer (*Ceriagrion tenellum*), de waterkevers *Graphoderus zonatus* en *Ilybius aenescens* en de waterwants *Sigara limitata*. Tevens bevat dit ven een flinke populatie heikickers. Twee bedreigde soorten (de kokerjuffer *Limnephilus subcentralis* en waterwants *Notonecta reuteri*) waargenomen in 1983, zijn recentelijk niet meer aangetroffen. Of het verdwijnen van deze soorten een gevolg is van de uitgevoerde herstelmaatregelen kan niet met zekerheid worden gezegd. Echter, *Limnephilus subcentralis* is in deze periode in meerdere herstelde vennen verdwenen (Beuven, Lobeliabaai, Ganzenpoel) en in dit onderzoek recentelijk niet meer aangetroffen.

Soms worden flinke aantallen grauwe ganzen waargenomen op het ven. Deze kunnen met hun uitwerpselen een vermestend effect hebben.

Ronde ven

De abundantie van soorten karakteristiek voor (zeer) zwakgebufferde vennen is in het Ronde ven met 11 % toegenomen. Tegenwoordig treffen we hier sterk bedreigde soorten aan als *Hygrotus novemlineatus*, *Pagastiella orophila*. De waterkever *Hygrotus novemlineatus* was in dit ven reeds in 1996 aangetroffen tijdens een studentenonderzoek. Sindsdien zijn de aantallen van deze soort in het ven sterk afgenomen van ca 75 verzamelde exemplaren in 1996 tot 1 exemplaar in 2007. Dit verschil kan niet worden toegeschreven aan een andere bemonsteringsintensiteit aangezien in 2007 gericht naar deze soort is gezocht.

Dit ven kent een weinig bijzondere ontwikkeling ten aanzien van libellen, vogels en amfibieën. Een uitzondering is het recente voorkomen van de tengere pantserjuffer (*Lestes virens*). Deze is echter sterk is toegenomen in Nederland en kan tegenwoordig bij de meeste vennen worden aangetroffen.

Van Esschenven

De grootste veranderingen in de macrofaunagemeenschap in dit ven zitten in een sterk afname van eutrafente soorten (-33%). Hiervoor komen echter vooral weinig kritische soorten voor in de plaats. Venkarakteristieke soorten vertonen sinds 1983 slechts een lichte toename (7% o.b.v. libellen, wantsen, dansmuggen en kokerjuffers) en de totale abundantie is laag (6% o.b.v. libellen, wantsen, dansmuggen, kokerjuffers, watermijten en waterkevers). Ook de ontwikkeling ten aanzien van libellen, vogels en amfibieën is weinig bijzonder.

Mogelijk belemmeren de steile oevers van het ven een volledig herstel van de faunagemeenschap.

Leikeven

Eutrafente soorten (mn. *Chironomus spec.*, *Glyptotendipes spec.* en *Sigara striata*) in het Leikeven zijn sinds 1983 met 35% afgenomen, terwijl soorten van zwakgebufferde vennen een vergelijkbare toename vertonen. Wat betreft amfibieën is het Leikeven een van de rijkste vennen, die in dit onderzoek betrokken zijn. Tijdens de beleidsmonitoring van 2002 zijn hier o.a. rugstreeppad, heikikker, kleine groene kikker en kamsalamander aangetroffen. Ook het aantal waargenomen vogelsoorten is relatief groot (zie bijlage 15). Echter de meeste van deze soorten zijn niet direct van het ven afhankelijk, maar van de oever, en de aantallen echte watervogels zijn niet hoog. Dat komt doordat het ven (tot aan de hoogwaterlijn) weinig beschutting biedt voor vogels.

Peetersven, gebaggerd deel

In het gebaggerde deel van het verzuurde Petersven is de soortenrijkdom van wantsen en dansmuggen licht toegenomen. De soortenrijkdom van waterkevers en -mijten in 2004 was echter erg laag. Waarschijnlijk is de totale soortenrijkdom van dit ven afgenomen. Abundantie verschuivingen duiden hier op een sterke oligotrofiëring. Ven-karakteristieke diersoorten zijn in dit ven sterk toegenomen, wat echter wordt veroorzaakt door abundantietoename van een zeer beperkt aantal soorten (*Polypedilum uncinatum* en *Pseudochironomus prasinatus*). In 2004/2007 zijn geen soorten van mesotrofe verlandingssituaties aangetroffen. Het baggeren van het verzuurde Petersven heeft geleid tot een dominantie van een klein aantal karakteristieke soorten, maar niet tot herstel van een soortenrijke levensgemeenschap.

4.2.e Opschonen van zure, droogvallende vennen

In het onderzoek zijn ook enkele vennen meegenomen die van oorsprong al vrijwel zuur zijn. Zoals ook uit het voorgaande blijkt, kan oeverkruid zich dan handhaven op droogvallende plekken. De achteruitgang van oeverkruid was de belangrijkste reden om hier te gaan plaggen.

Meeuwenpoel

De Meeuwenpoel is een zeer ondiep ven (een laagte in het bos) aan de rand van het Aekingerveld. Op het moment van het bezoek stond het ven droog. In 1990 is het ven geschoond. Enkele jaren geleden is er rondom het ven boomopslag verwijderd. In het midden van het ven, in het laagste gedeelte, groeit plaatselijk veel snavelzegge (*Carex rostrata*). Op de brede droge oever zijn soorten als veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*), kleine zonnedauw (*Drosera intermedia*), veenpluis (*Eriophorum angustifolium*), klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), oeverkruid (*Littorella uniflora*), moeraswolfsklauw (*Lycopodium inundatum*) en bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*) waargenomen. Er zijn in het verleden weinig vlakdekkende vegetatie opnamen gemaakt van het ven. Een vergelijking met 1985 is moeilijk te maken omdat er in die tijd alleen een oppervlak van 25 vierkante meter is bekeken. Mogelijk hebben soorten als oeverkruid, moeraswolfsklauw en bruine snavelbies geprofiteerd van de opschoning. Moeraswolfsklauw en klokjesgentiaan werden tijdens een veldbezoek in 1992 niet aangetroffen (Brouwer & van der Burgh,

1993, als vak 61/62). Waarschijnlijk profiteren deze soorten van de afgenomen zuurdepositie. Ook veelstengelige waterbies was toen schaars. Ook snavelzegge werd in 1992 niet aangetroffen, waarschijnlijk hield het ven te weinig water in de droge jaren 1989-1991.

Langepoel

De Langepoel is een laagte in het landschap aan de westzijde van het Aekingerzand. Op het moment van het bezoek stond de Langepoel droog. In 1990 is de Langepoel geschoond. Er is nu nog steeds een minerale bodem aanwezig. Het ven wordt momenteel extensief begraasd door runderen. In 2007 zijn soorten aangetroffen als blauwe zegge (*Carex panicea*), kleine zonedauw, veelstengelige waterbies, oeverkruid, moeraswolfsklauw en bruine snavelbies. Opvallend was de plaatselijk hoge bedekking van klokjesgentiaan. In 1992 werden van de bovengenoemde soorten alleen moeraswolfsklauw en veelstengelige waterbies niet aangetroffen.

4.2.f Samenvatting baggeren verzuurde vennen

Van oorsprong zeer zwak gebufferde vennen waren rond 1980 vrijwel allemaal verzuurd. De pH was meestal tussen 3,5 en 4,0. De venbodem was vrijwel geheel bedekt met een sliblaag van enkele centimeters tot enkele decimeters dikte. Na het baggeren heeft er in de meeste gevallen nauwelijks nieuwe slibophoping plaatsgevonden. De waterlaag is na het niet armer aan fosfaat, maar wel armer aan ammonium en sulfaat geworden. De verandering in waterkwaliteit verschilt niet van die in referentievennen en het verwijderen van slib heeft in de waterlaag dus geen of vrijwel geen effect op de macro-ionen samenstelling en de beschikbaarheid van voedingsstoffen. In de vennen zijn geen aanvullende maatregelen genomen tegen verzuring. Er is dan ook geen duidelijk herstel waarneembaar van de pH na uitvoering van de herstelmaatregelen. Op de langere termijn is er echter wel sprake van enig herstel van verzuring. Aangezien dit herstel in dezelfde orde van grootte ligt als in de referentievennen, is dit waarschijnlijk het gevolg van een verminderde zuurdepositie.

De middellange termijn effecten van het opschonen van zure vennen op de algenflora loopt sterk uiteen. Sieralgen reageren positief (Grenspoel) tot negatief (Van Esschenven). Kiezelwieren reageren ongeveer zoals in de referentievennen en reageren dus waarschijnlijk vooral op waterkwaliteitsverbeteringen als gevolg van een verminderde depositie. De macrofauna reageert positief op het verwijderen van slib; er worden meer soorten van voedselarme vennen gevonden en daaronder bevinden zich ook zeldzame soorten. De reactie van de plantengroei is vooral afhankelijk van de mate waarin weer enige buffering is opgetreden. In de meest verzuurde vennen hebben isoetiden zich alleen gehandhaafd op de hoge oevers. Daar waar nauwelijks geplagde, hoge oevers aanwezig waren, zijn isoetiden helemaal verdwenen. Vooral de laatste jaren heeft zich in sommige vennen weer een uitgebreide onderwatervegetatie van isoetiden ontwikkeld. De samenstelling van de macrofauna verschuift van soorten met een brede ecologische amplitude naar soorten die karakteristiek zijn voor vennen. Deze verschuiving weerspiegelt dus het oligotrofiërende effect van het opschonen.

De opgeschoonde vennen die spontaan weer voldoende gebufferd geraakt zijn, raken langzaam begroeid met een isoetidenvegetatie. In de vennen is geen algenbloei waargenomen en is de bedekking met macrofyten en helofyten meestal laag. Door de geringe productie is er weinig accumulatie van organisch materiaal, zeker als er weinig bladinwaai is van omringende bomen. In veel vennen is bovendien een vrij groot aandeel droogvallende oevers aanwezig, waardoor ophoping van voedingsstoffen en organisch materiaal wordt tegengegaan. Daar waar de natuurlijke buffering voldoende is gebleken, is weer een oeverkruidven hersteld, dat waarschijnlijk nog vele tientallen jaren in stand kan blijven. In deze gevallen is dus sprake van een duurzaam herstel, in ieder geval

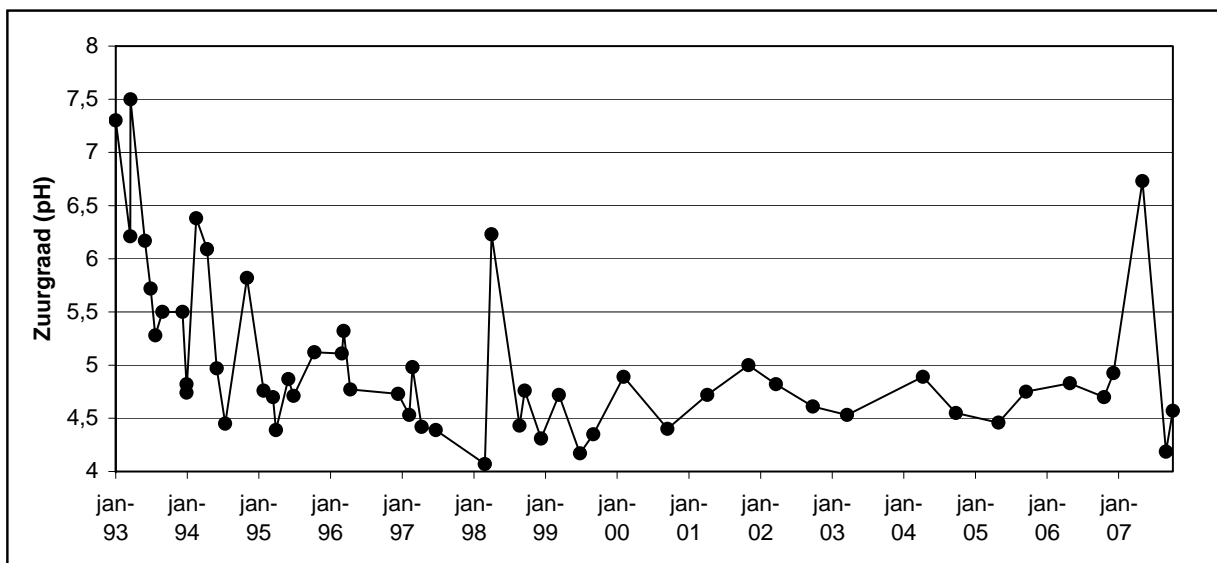
wat betreft de abiotiek, macrofyten en macrofauna. In nog te sterk zure vennen, waarbij de isoetiden alleen op de oever aanwezig zijn, kan een relatief geringe toevoeging van bufferstoffen voldoende zijn om isoetidenvegetaties in het ven terug te krijgen. Bijvoorbeeld door het inzigggebied te bekalken of door enig gebufferd water aan te voeren. Indien de isoetiden in een eerder stadium verdwenen zijn, verdient herintroductie overweging. Droogvallende, vrijwel zure vennen vormen een marginale groeiplaats voor isoetiden, waar alleen oeverkruid zich kan handhaven. Periodiek plaggen van dergelijke plekken is hier dan voldoende.

4.3. Baggeren en bekalken

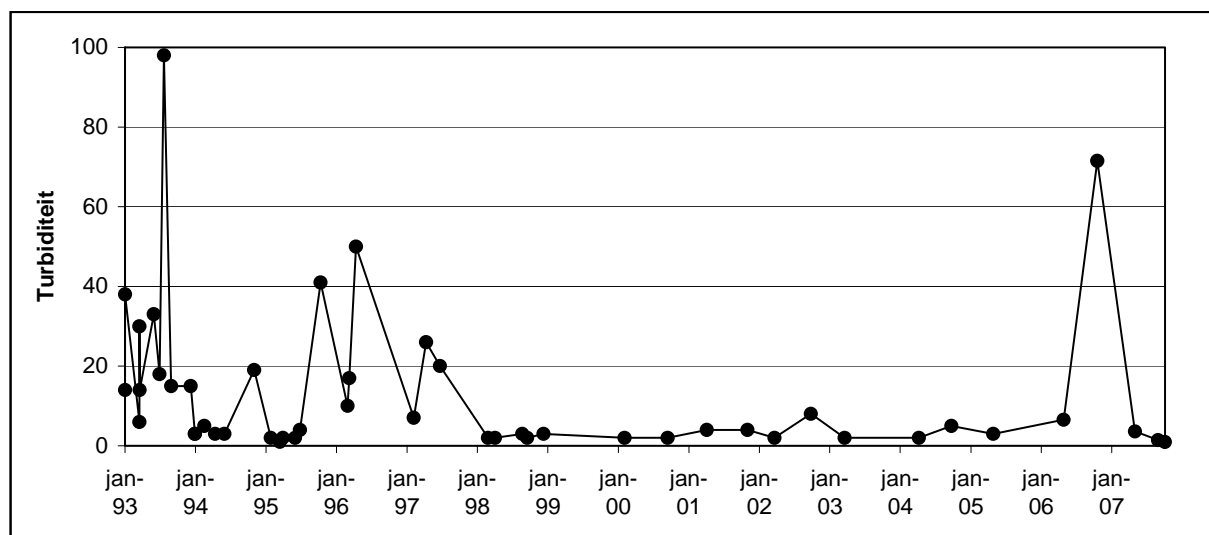
In deze paragraaf worden de verzuurde en vermeste vennen behandeld, waar de verzuring bestreden is door bekalking. De manier waarop bekalkt is loopt echter per ven sterk uiteen (Bellemakers e.a., 1993; Brouwer e.a., 1996, 2000). Het Munven is direct bekalkt, dus zonder de sliblaag te verwijderen. De overige vennen zijn eerst opgeschoond. Van het Scherpven is de waterlaag 2x bekalkt in januari 1993 en 1994, met achtereenvolgens dolokal (1,4 ton/ha) en soda (0,35 ton/ha). Het Padvindersven is meerdere malen zeer licht bekalkt in het voorjaar, met hoeveelheden van 0,3 ton per hectare. Van de Schapedobbe en de Bieze is enkele jaren na verwijdering van het slib een deel van het inzigggebied eenmalig bekalkt met hoeveelheden van 2 tot 3 ton per hectare.

4.3.a Water-en bodemkwaliteit

Bekalken van het niet opgeschoonde Munven had slechts een zeer kortstondig effect (Bellemakers e.a., 1993). Binnen enkele maanden na bekalking zakte de pH van het water weer naar de oorspronkelijke waarde. Ook in de twintig jaar na het uitvoeren van de proefbekalking is het Munven zuur gebleven (Bellemakers, 2000). In het Padvindersven schommelde de pH van de waterlaag voor het opschonen vrij sterk: tussen 3,7 en 6,0. In de 8 jaren na het opschonen en het licht bekalken varieerde de pH tussen 4,3 en 5,0. Omdat opschonen meestal leidt tot een lagere pH, lijkt het er op dat de bekalking ertoe geleid heeft dat er geen sterk zure perioden meer optraden in het ven. Deze kleine verbetering heeft zich ook op langere termijn gehandhaafd, maar dit kan ook het gevolg zijn van de verminderde zuurdepositie. Het Padvindersven balanceert evenals de opgeschoonde, verzuurde vennen op de rand van een zuur en een zeer zwak gebufferd systeem.



Afbeelding 4.12: Ontwikkeling van de pH in het Scherpven (Landschotse heide) na bekalking in 1993.

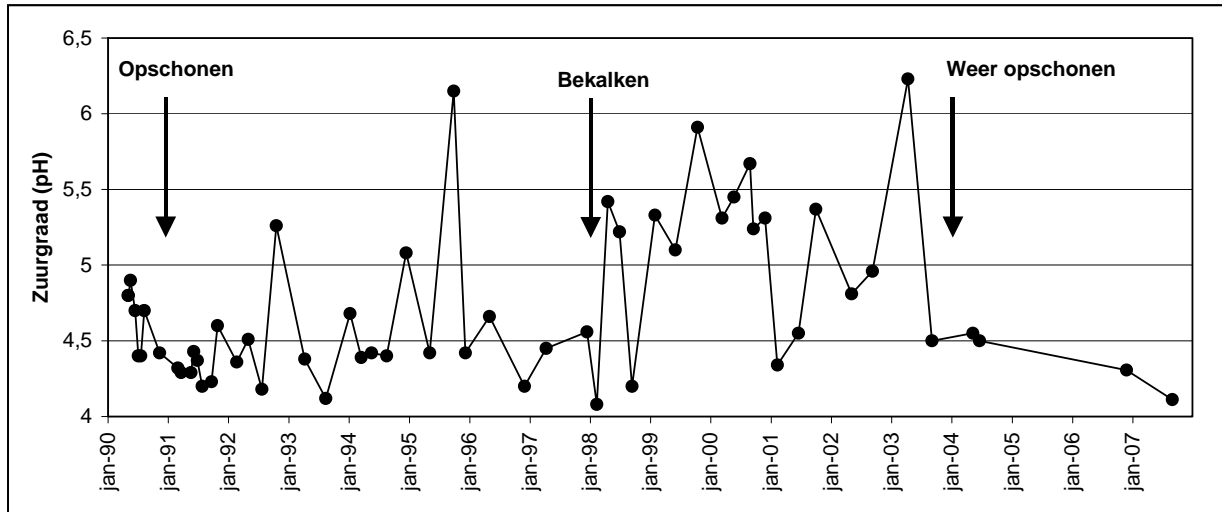


Afbeelding 4.14: Ontwikkeling van de turbiditeit in het Scherpven (Landschotse heide) na bekalking in 1993.

De ontwikkelingen in het Scherpven zijn verrassend. Vijf jaar na het toedienen van kalk was de conclusie dat de verzuring weliswaar bestreden was, maar dat er tevens sprake was van eutrofiering (Brouwer e.a., 2000). In de bodem werden plaatselijk verhoogde fosfaatbeschikbaarheden gemeten en er was sprake van enige pitrusgroei. De waterlaag was langdurig troebel (afbeelding 4.14), maar niet rijker aan voedingsstoffen. De buffering is ook op lange termijn intact gebleven, de zuurgraad zakt zelden beneden pH 4,5 (afbeelding 4.13). Bovendien is het ven vanaf 1998 vrij helder gebleven. Ook op de langere termijn is geen verrijking met voedingsstoffen opgetreden in de waterlaag. De basenverzadiging in de bodem van het ven was zowel in 1996 als in 2008 ruim 70%. In verzuurde vennen is deze meestal tussen 20 en 40%. Op de middellange termijn lijkt directe bekalking van een regelmatig droogvallend ven als het Scherpven dus een positief effect te hebben op water- en bodemkwaliteit.

In de Schapedobbe schommelde de pH na het opschonen vooral tussen pH 4 en pH 4,5 (afbeelding 4.15). Al snel na het bekalken van een deel van het inziggebied van het ven liep de pH op tot rond

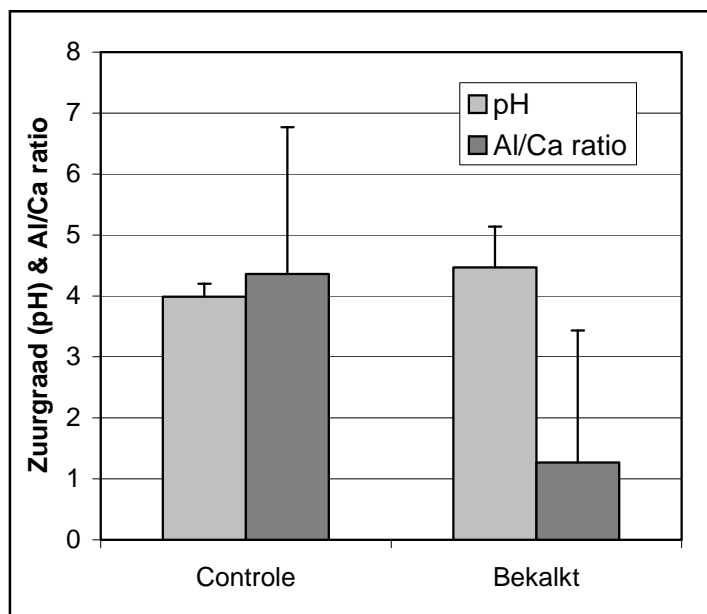
pH 5 en bleef jarenlang rond deze waarde schommelen. In 2004 is het ven echter drooggezet in een poging om een fikse populatie zonnebaarden uit het ven te verwijderen. Er is van de gelegenheid gebruik gemaakt om ook weer slib uit het ven te verwijderen. Na deze droogzetting is de pH teruggevallen naar de oude range tussen pH 4 en pH 4,5.



Afbeelding 4.15: Ontwikkeling van de pH in de Schapedobbe (Elsloo) in de periode 1990-2007

In de Kroondomeinen Het Loo, in de Bieze, is ook een effect waarneembaar van bekalking van het inzigggebied. In de jaren na bekalking werd een verhoogde buffering geconstateerd van de poeltjes die in de baan liggen van het grondwater dat afkomstig is uit het bekalkte gebied (Brouwer e.a., 2000, Dorland e.a., 2000). Ook in 2007 is dit effect nog enigszins waarneembaar. De pH in deze poeltjes en in het aangrenzende ven lag tussen pH 4,8 en pH 5,3. In twee poeltjes buiten de grondwaterbaan werd een pH van 5,1 en 4,4 gemeten. Het verschil is niet significant en de werking van de bekalking lijkt minder te worden.

De delen van het inzigggebied die in 1997 bekalkt zijn, zijn ook in 2007 nog aanmerkelijk beter gebufferd (afbeelding 4.16). De pH is gemiddelde een halve eenheid hoger en in 4 van de 5 monsters van de bekalkte plots is de Al/Ca ratio 1 of lager. In de niet bekalkte delen is deze overall 2 of hoger. Ook een sterk bekalkte stuifkop langs de Schapedobbe was in 2007 nog goed gebufferd met een pH zout van 5,9 en een Al/Ca ratio van minder dan 0,2. Bekalking leidt in het inzigggebied dus tot langdurig beter gebufferde bodems. Maar het lijkt er wel op dat de uitspoeling van kalk richting het ven na verloop van tijd minder wordt. Bij de Schapedobbe, waar slechts een klein deel van het inzigggebied kon worden bekalkt, heeft dit geleid tot onvoldoende aanvoer van bufferstoffen vanaf 7 jaar na de bekalking. In de Bieze lijkt de aanvoer nog steeds voldoende te zijn.



Afbeelding 4.15: Zuurgraad en aluminium/calcium ratio in de toplaag van de bodem op de bekalkte delen van het inzijsgebied van de Bieze, in 2007, 10 jaar na bekalken. Gemiddelden van 5 metingen per behandeling.

4.3. b Kiezelwieren

Kiezelwierenanalyses uit dit type zijn beschikbaar uit de Schaopedobbe. De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.9 en 3.10. Er zijn geen monsters beschikbaar uit de periode vóór het treffen van de maatregelen.

Kort na het baggeren was er een grote overeenkomst met de (verzuurde) referentievennen in de tachtiger jaren van de 20^e eeuw. Daarna zijn de verzuringsindicatoren sterk afgenomen, ten gunste van de triviale soorten uit zuur water, evenals in de referentievennen. Daarnaast is er een beperkt aantal soorten uit voedselrijk en/of met organisch afbreekbaar materiaal belast water, dat profiteert van voedselrijkdom, die waarschijnlijk door mineralisatieprocessen is verhoogd. Hierdoor is ook de soortenrijkdom toegenomen. Vergelijkbare effecten traden op in ondiepe, bekalkte vennetjes op de Tongerense Heide, waaruit het organisch materiaal werd verwijderd (Bellemakers & Van Dam 1992).

Net als in de referentievennen is de EKR van de Schaopedobbe in de laatste jaren licht toegenomen. Baggeren en bekalken van zure of verzuurde vennen zonder hoogveenontwikkeling, leidt kennelijk toch nog tot mineralisatie van (achtergebleven) organisch materiaal, waardoor gewone soorten kiezelwieren uit voedselrijk water zich naast de doelsoorten ontwikkelen.

4.3.c Vegetatie

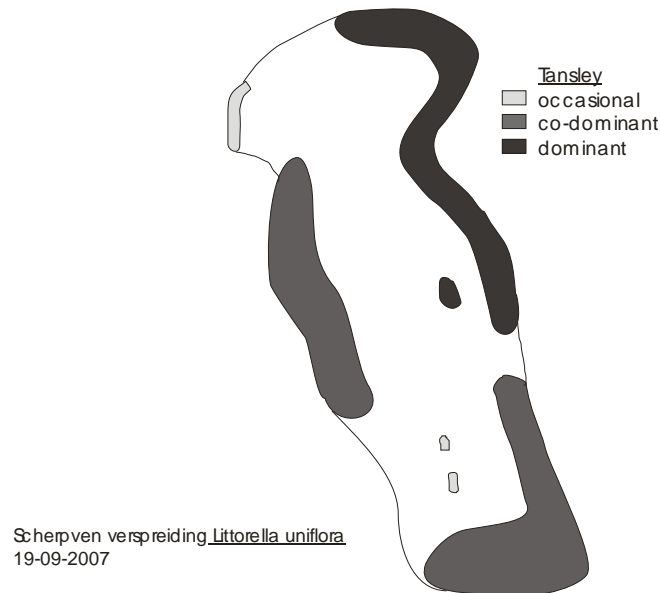
De vegetatie van het Munven is door de bekalking niet merkbaar veranderd en bleef gedomineerd door knolrus en veenmossen. Wel is al enkele jaren een pol vlottende bies aanwezig in het ven. Mogelijk hangt dit samen met het vrijstellen en plaggen van een deel van de oever.

In het Scherpven heeft zich een diverse vegetatie van zeer zwak gebufferd water ontwikkeld. oeverkruid, moerashertshooi en veelstengelige waerbies bezetten grote delen van het ven

(afbeelding 4.17). Ook pilvaren en witte waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*) zijn regelmatig aanwezig. Pitrus is nauwelijks meer aanwezig langs de randen van het ven en ook andere eutrofieringsindicatoren zijn zeer mondjesmaat aanwezig. Op de middellange termijn heeft bekalking dus een gunstig effect gehad op de vegetatie.

In de Schapedobbe heeft na de bekalking een sterke uitbreiding plaatsgevonden van drijvende waterweegbree. Na de tweede hersteloperatie zijn de zuurdere omstandigheden teruggekeerd en is drijvende waterweegbree afgenomen. In 2006 en 2007 domineerden Knolrus en aquatische veenmossen (afbeelding 4.18). Wel is in 2008 een plekje oeverkruid ontdekt langs het ven (mondelijke mededeling P. Verbeek, bureau Natuurbalans), en groeide en bloeide in 2007 weer drijvende egelskop in het midden van het ven.

Opvallend is de uitbreiding van plantensoorten van heischrale graslanden op de bekalkte oever van de Schapedobbe. Onder andere heidekartelblad (*Pedicularis sylvatica*), blauwe knoop (*Succisa pratensis*), klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en stijve ogentroost (*Euphrasia stricta*) hebben zich gevestigd en uitgezaaid en er staat zelfs een enkele wolverlei (*Arnica montana*). Opvallend is dat ook verschillende mossoorten profiteren van de bekalking, waaronder ook bijzondere soorten zoals rood dubbeltandmos (*Bryoerythrophyllum recurvirostre*) en aloëmos (*Aloina aloides*).

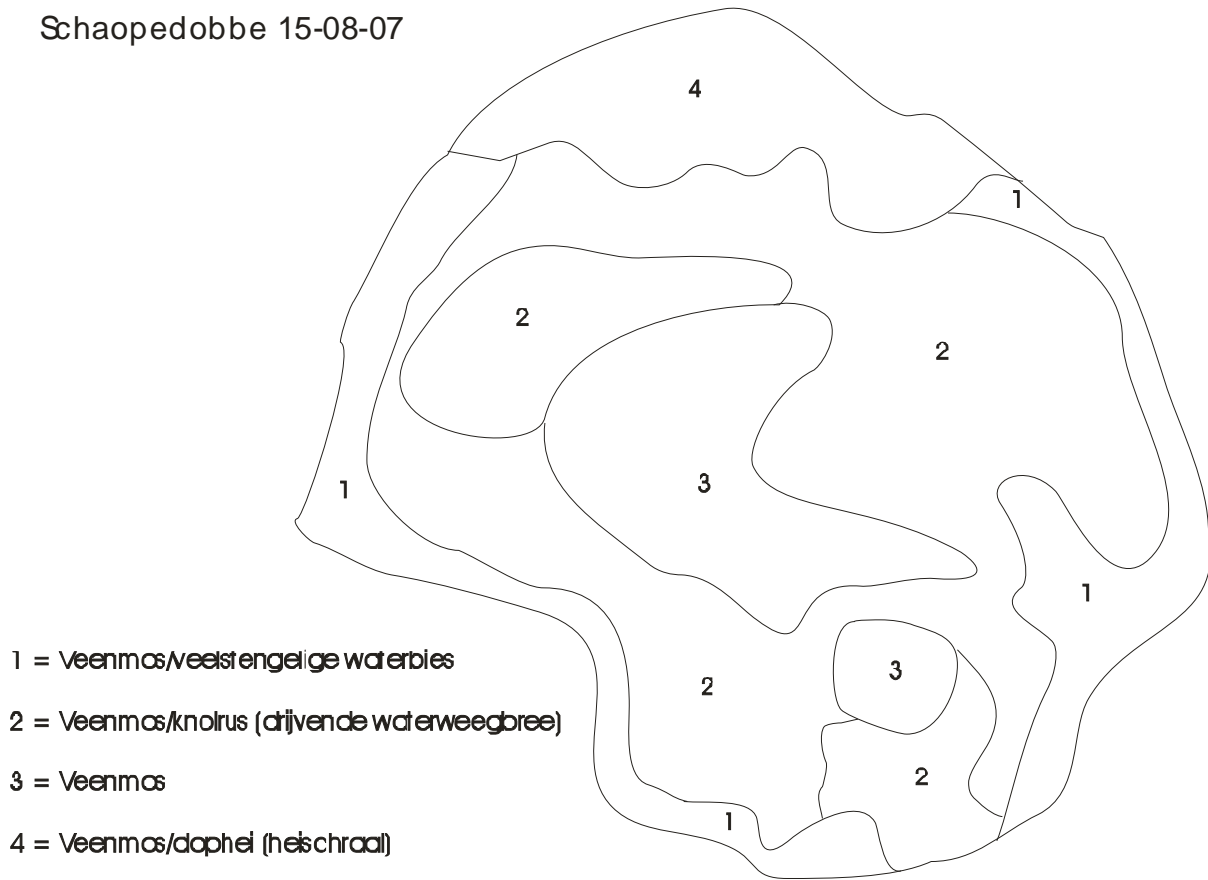


Afbeelding 4.17: Verspreiding van oeverkruid (*Littorella uniflora*) in het Scherpven in 2007.

In de Bieze komen naast het ven ongeveer 60 kleine poeltjes voor. Het aantal varieert, omdat met hoge waterstand poeltjes met elkaar vergroeien. In 1994 en 1995, na opschonen maar voor de bekalking, had ruim de helft van de poeltjes een vegetatie van zeer zwak gebufferd tot zuur water. Daarnaast had ongeveer een derde van de poeltjes een zuurindicerende vegetatie en was in een kleine 10% de vegetatie van zeer zwak gebufferd water goed ontwikkeld (tabel 4.7). Na de bekalking nam het aandeel goed ontwikkelde zachtwatervegetaties toe, ten koste van de minder goed ontwikkelde. Dit was ook in 2007 nog zo, maar het toenemende aandeel zure poeltjes lijkt te duiden op een verminderde invloed van de bekalking. Het opgeschoonde ven zelf was in 1994/1995 vooral begroeid met een zuurminnende vegetatie. Alleen in de noordpunt waen ook zachtwaterplanten aanwezig. Na de bekalking heeft deze zachtwatervegetatie zich verder uitgebreid en was in 2007 het beste ontwikkeld. De bekalking lijkt hier dus goed te werken, ook nog na tien jaar. Het effect beperkt zich wel tot de baan van het grondwater (afbeelding 4.19). Witbloemige waterranonkel, die ook voor de bekalking al zeer schaars was, is in 2007 niet teruggevonden. Merkwaardig is de vondst van puntdragend glanswier (*Nitella mucronata*), een

bijzonder kranswier dat vooral in meer gebufferd water groeit. In tegenstelling tot in de Schapedobbe, is veenmos achteruit gegaan in de poeltjes die in contact staan met bekalkt grondwater.

Schaapedobbe 15-08-07



Afbeelding 4.18: Grote vegetatiekaart van de Schapedobbe. Vegetatie-opnamen zie bijlage 12.



*Afbeelding 4.19: Het terrein de Bieze (Kroondomeinen Het Loo) in 2007. Weergegeven zijn de poeltjes, het ven (rechts) en het bekalste inziggebied (boven, stippellijnen). 1 = poeltjes met veenmossen en/of knolrus (*Juncus bulbosus*). 2 = poeltjes met knolrus en veenmossen, maar ook met plantensoorten van zachte wateren. 3 = dominantie van duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) en/of vlottende bies (*Eleogiton fluitans*)*

Tabel 4.7: Aanwezigheid van plantensoorten van zeer zwak gebufferde wateren in de poeltjes van de Bieze. zuur = alleen veenmos en/of knolrus aanwezig. weinig = poeltjes met knolrus en veenmos, maar ook met plantensoorten van zachte wateren, veel = dominantie van duizendknoopfonteinkruid en/of vlottende bies

	Zuur Aantal	Weinig Aantal	Veel Aantal	Zuur %	Weinig %	Veel %
1994	17	33	5	31	60	9
1995	22	31	4	39	54	7
2003	17	20	10	30	35	18
2007	26	15	13	48	28	24

Padvinderversen

Het Padvinderversen is een klein ven wat ingeklemd ligt tussen bos en heidevelden. Het ven is in 1990 geschoond (tien tot twintig cm opgehoopt organisch materiaal verwijderd). Vervolgens heeft er drie jaar lang bekalking plaatsgevonden (tweehonderd kg kalk per hectare per jaar). De bodem van het ven bestaat uit zand. In het ven is op de bodem waterveenmos dominant aanwezig (tabel 4.8). Plaatselijk komt in het zuidoostelijke gedeelte veel knolrus en oeverkruid voor. Op de zuidoost oever zijn ondermeer kleine zonnedauw, veelstengelige waterbies en twee soorten snavelbies waargenomen, maar beenbreek (*Narthecium ossifragum*) lijkt hier verdwenen. Uit het ven is witbloemige waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*) verdwenen. Het aandeel oeverkruid in het ven is in de afgelopen 4 jaar toegenomen. Gezien het feit dat er een dominante verzuringsvegetatie aanwezig is en dat de pH erg laag is, is deze toename spectaculair te noemen.

Tabel 4.8: Vegetatie (% bedekking waterlaag) van het bekalkte, niet opgeschoonde Munven en van het opgeschoonde, licht bekalkte Padvinderversen in 2007

naam	Munven	Padvinderversen
pH	4.65	4.42
soort		
Agrostis canina	8	
Hydrocotyle vulgaris	15	
Juncus bulbosus	22	15
Littorella uniflora		15
Scirpus fluitans	1	
Sphagnum cuspidatum	40	60
Sphagnum denticulatum	3	

4.3.d Fauna van bekalkte vennen

Ten tijde van het faunaonderzoek in het bekalkte Munven (ook bekend als Ven bij Schaijk) domineerden veenmossen en knolrus in de waterlaag. Dit heeft geleid tot een toename van enkele libellen (*Leucorrhinia dubia* en *Sympetrum danae*) en de schaatsenrijder *Gerris odontogaster*. De soortenrijkdom is in dit ven afgenomen, maar de aantallen venkarakteristieke soorten zijn iets groter dan in onbeheerde vennen. Dit zijn wel allemaal algemene soorten, de bedreigde soorten ontbreken.

Wat betreft libellenfauna onderscheiden bekalkte vennen zich nauwelijks van andere beheerde en onbeheerde vennen (tabel 5.12). Wel opvallend is de het voorkomen van de noordse winterjuffer (*Sympecma paedisca*) in de Schapedobbe. Waarschijnlijk is deze afkomstig uit de Lindevallei.

4.3.e Samenvatting baggeren en bekalken

Door middel van bekalking kan de oorspronkelijke buffering van een ven worden hersteld. Hierbij kunnen zich verschillende moeilijkheden voordoen, te weten:

- De kalk lost onvoldoende op
- Bij herverzuring wordt alle kalk omgezet in kooldioxide
- Plaatselijk ontstaan te sterk gebufferde omstandigheden, waardoor eutrofiering op kan treden.

In een verzuurde waterlaag lost de kalk volledig op wanneer er gewerkt wordt met poederkalk. Hierdoor ontstaan er te sterk gebufferde omstandigheden en treedt er versnelde afbraak van organisch materiaal op. Dit komt tot uiting in de productie en het oplossen van grote hoeveelheden

humuszuren in het water. Op de langere termijn blijkt deze interne eutrofiering echter van tijdelijke aard. De eenmalige bekalking van het Scherpven heeft ook na 15 jaar nog een merkbaar positief effect op de buffering in de waterlaag. Ook heeft zich een vegetatie van zeer zwak gebufferde vennen ontwikkeld. Wel moet hierbij de kanttekening worden gemaakt dat het gaat om een regelmatig droogvallend ven. In bekalkte Noorse meren, die nooit droogvallen, vond na bekalking een explosieve groei van knolrus plaats, gevolgd door ineenstorting van de knolrusvegetatie op het moment dat de kalk in de bodem was uitgeput en dus geen kooldioxide meer kon naleveren. In deze meren heeft geen herstel van de vegetatie plaatsgevonden; de meerbodem is nu bedekt met een laag afgestorven knolrus. In het Scherpven is tot dusverre nauwelijks sprake van ophoping van organisch materiaal, waarschijnlijk dankzij het regelmatig droogvallen.

Bekalken van het inzigggebied heeft allereerst een positief effect op het verzuurde inzigggebied zelf. Soorten van iets gebufferde natte heide en heischrale graslanden reageren duidelijk positief. Ook na 11 jaar is de basenverzadiging in de bekalkte bodems duidelijk hoger dan in de niet bekalkte delen. Wanneer slechts een klein deel van het inzigggebied kan worden bekalkt, zoals in de Schapedobbe, treedt in het ven toch weer herverzuring op. Het bekalken van inzigggebieden is dus vooral effectief wanneer het grootste deel van het inzigggebied kan worden bekalkt. Ook bekalking van het inzigggebied lijkt de mineralisatie in het ven aan te jagen. Dit is niet direct meetbaar, maar in de Schapedobbe zijn diverse kiezelwieren gevonden die duiden op een versnelde afbraak.

4.4. Baggeren en waterinlaat

Bij het herstel van vermeste en verzuurde vennen ligt het voor de hand om zowel maatregelen tegen vermesting als tegen verzuring te nemen. Aansluitend op de historische manier van buffering is voor een aantal vennen gekozen voor de inlaat van gebufferd, voedselarm oppervlaktewater. Helaas is dit tegenwoordig een schaars goed in Nederland. Op een aantal plekken is daarom gekozen voor het oppompen van water uit de ondergrond, zoals bij de Keyenhurk, de Bergvennen, de Oisterwijkse vennen en het Groot Meer bij Ossendrecht. Alleen bij het Beuven is gebruik gemaakt van voorgezuiverd oppervlaktewater. Het Groot Meer en het Beuven waren voor herstel niet verzuurd, omdat er nog voortdurend gebufferd, voedselrijk water werd ingelaten. Omdat ze na isolatie wel verzuringsgevoelig zouden worden, zijn hier toch maatregelen tegen verzuring genomen.

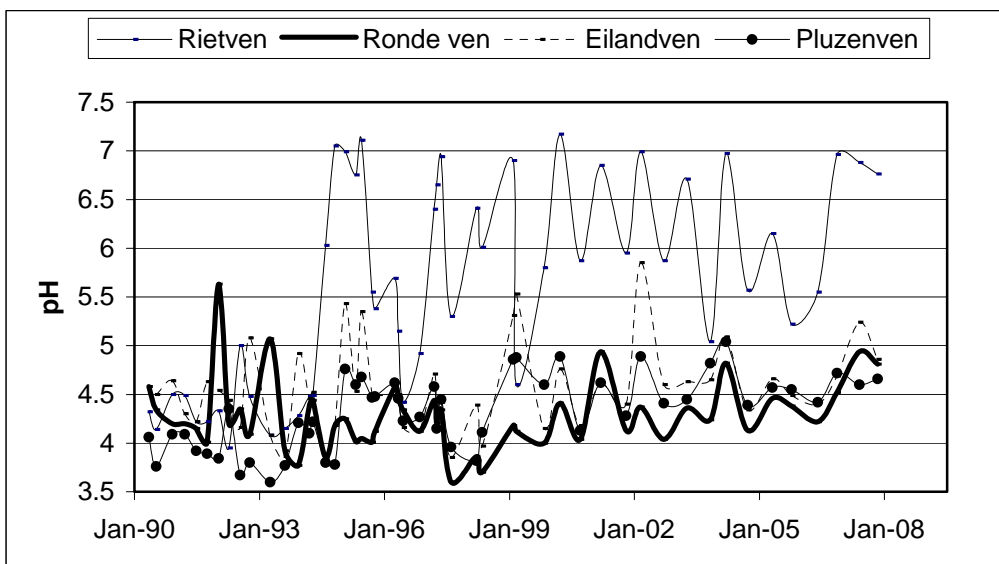
4.4.a Water-en bodemkwaliteit

Het inlaten van gebufferd, voedselarm water in combinatie met het verwijderen van slib en plaggen van oevers was op de korte termijn de meest succesvolle combinatie van herstelmaatregelen in verzuurde vennen. De vennen bereikten of behielden de gewenste graad van buffering zonder dat er sprake was van duidelijke eutrofieringsverschijnselen. Plantensoorten van (zeer) zwak gebufferde wateren vestigden zich na opschonen en wisten door de goede waterkwaliteit weer grote delen van de vennen te bezetten.

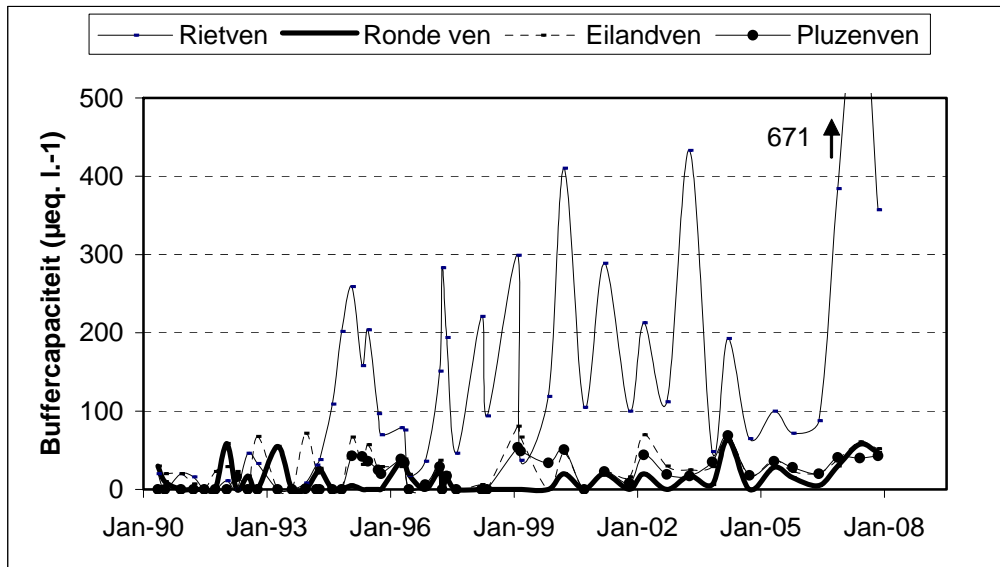
Op de middellange termijn is de mate van waterinlaat duidelijk afgenomen. Zo wordt in de Keyenhurk, de Oisterwijkse vennen en het Beuven al jaren niet of nauwelijks meer gebufferd water ingelaten. Enerzijds komt dit doordat na het bereiken van de juiste mate van buffering veel minder gebufferd water nodig is dan in de fase waarin een ven uit een verzuurde situatie moet komen. Maar evenals bij de verzuurde, opgeschoonde vennen waarin geen extra maatregelen tegen verzuring zijn genomen speelt ook mee dat na enkele jaren reductieve processen in de bodem weer

een bijdrage gaan leveren aan de buffering en dat de zuurdepositie is afgenomen en dat de laatste 10 jaar gemiddeld nat zijn en er dus meer reductieprocessen optreden. In de Bergvennen is tot nu toe nog vrijwel jaarlijks water ingelaten en is ook een vrij snelle herverzuring te zien. Hier komt zuur water vanuit het inzijsgebied naar het ven toe. De andere vennen kennen naast aanvoer van zuur water vermoedelijk ook enige mate van aanvoer van gebufferd grondwater.

In de Bergvennen wordt gebufferd grondwater ingelaten in het Rietven. Het zwak gebufferde water van het Rietven kan vervolgens in de winterperiode het Eilandven bereiken. Het Eilandven watert vervolgens weer af op het Pluzenvan, maar het bufferende effect van het grondwater is dan inmiddels zo sterk verdund dat het niet meer meetbaar is. Het Ronde ven is ook opgeschoond, maar ontvangt geen gebufferd water. In afbeelding 4.20 is het effect van de grondwaterinlaat op de pH van de vier vennen te zien. In het Pluzenvan en het Ronde ven is vooral na 1999 een spontaan herstel van verzuring zichtbaar. In het Eilandven is dit herstel iets groter, maar het verschil met de twee voorgaande vennen is zeer klein. Kennelijk is de toevoer van gebufferd water vanuit het Rietven te gering. Landschap Overijssel overweegt om de verbinding lokaal iets te verdiepen, zodat de toevoer groter wordt. In het Rietven schommelt de pH sterk. Na grondwaterinlaat stijgt de pH naar ongeveer pH 7. De mate van herverzuring wordt na elke inlaatperiode geleidelijk minder. Na de eerste inlaat zakt de pH nog beneden pH 4,5, maar de laatste jaren zakt de pH niet meer beneden pH 5. De buffercapaciteit laat een zelfde patroon zien. Hier is nog duidelijker te zien dat buffering wordt opgebouwd en vervolgens herverzuring optreedt. Ook hier neemt de mate van herverzuring in de loop van de tijd af. Gestreefd wordt naar een buffercapaciteit van 100-200 micro-equivalent per liter. Rekening houdend met herverzuring is zeker in het begin vaak ingelaten tot een niveau van 300-400 micro-equivalent per liter (afbeelding 4.21). In 2007 is per ongeluk te veel grondwater ingelaten. Dit had vrij snel gevolgen voor het ven; isoetide waterplanten gingen achteruit, met name waterlobelia, en lokaal gingen draadwieren domineren. De relatief hoge pH en buffering van het Ronde ven in 2007 is mogelijk een gevolg van ondergrondse toestroom van water uit het volgepompte Rietven naar het Ronde ven.



Afbeelding 4.20: Ontwikkeling van de pH in de Bergvennen.

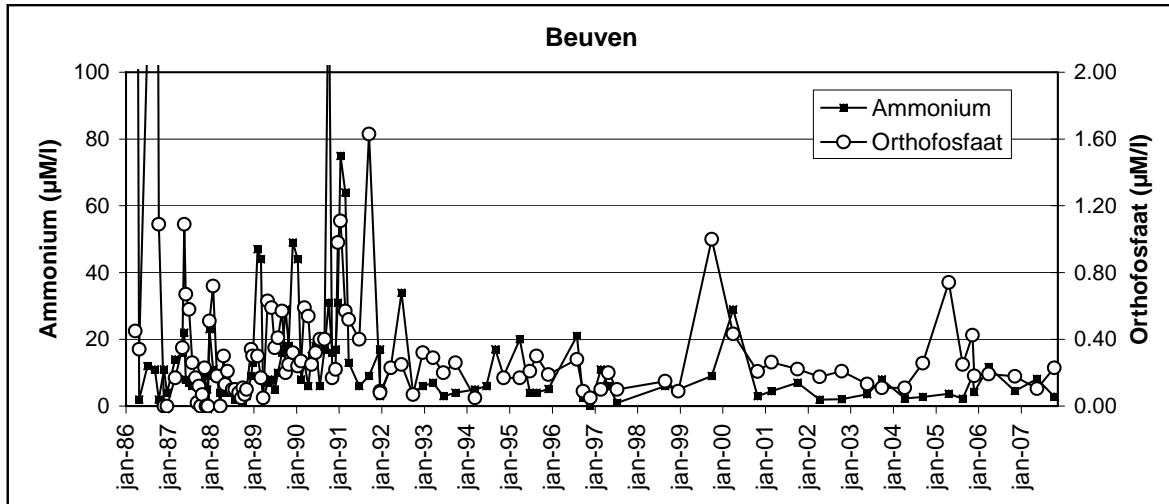


Afbeelding 4.21: Ontwikkeling van de buffercapaciteit in de Bergvennen. De (te) hoge buffercapaciteit in 2007 is het gevolg van het per ongeluk inlaten van te veel grondwater.

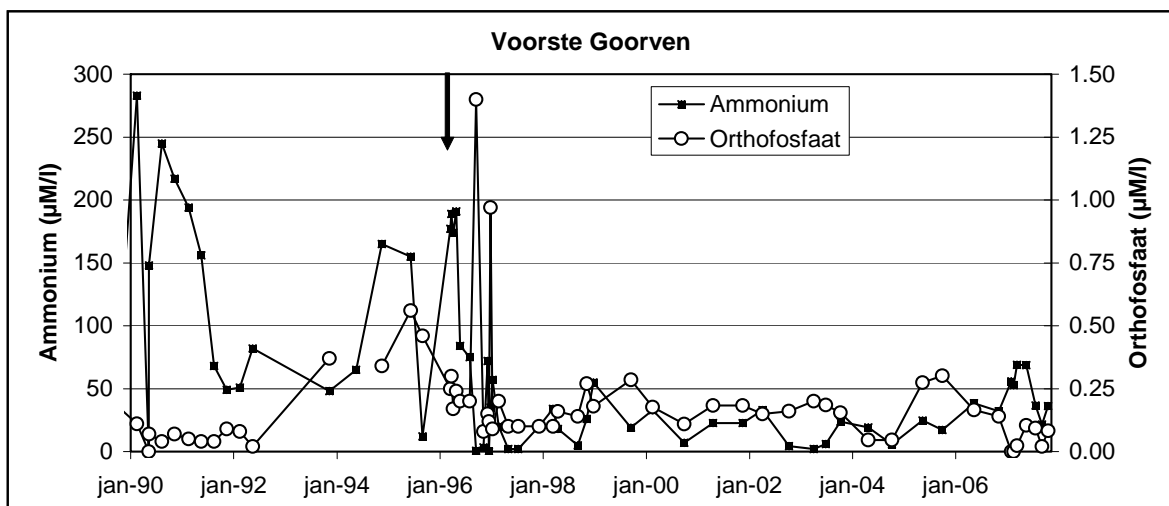
In de eerste jaren na inlaat van gebufferd water in een aantal vennen was er sprake van een sterke daling van de concentraties ammonium in het water en hier en daar van een lichte stijging van de fosfaatconcentraties. In de afbeeldingen 4.22 tot en met 4.26 is deze concentraties van deze twee belangrijkste nutriënten uitgezet over een langere periode. In het Beuven zijn de concentraties al vanaf 1992 vrijwel voortdurend laag. Na verloop van enkele jaren is hier dus een voedselarme waterlaag ontstaan en deze toestand is vervolgens stabiel gebleven. Ook in het Voorste Goorven is al meer dan 10 jaar sprake van een stabiel voedselarme waterlaag, al is de ammoniumconcentratie in dit ven nog steeds vrijwel voortdurend te hoog. Interessant is ook de ontwikkeling in de Keyenhurk, Dit ven is in de winter van 1991/1992 opgeschoond, maar voldoende buffering werd pas eind 1995 tot stand gebracht. In de tussenliggende periode schommelen de concentraties voedingsstoffen. Na de start van de waterinlaat worden deze vrij snel laag en blijven ook vrijwel voortdurend laag. In het Rietven wordt relatief veel water ingelaten, omdat hier sneller herverzuring optreedt en omdat met het water uit het Rietven nog twee achterliggende vennen moeten worden gebufferd. De concentratie ammonium is hier zeer laag geworden, maar de fosfaatconcentratie is regelmatig te hoog. De relatief sterke buffering leidt hier regelmatig tot mobilisatie van fosfaat.

De ontwikkelingen in het Beuven zuid zijn gepresenteerd om een idee te krijgen van de effecten van de inlaat van gebufferd, maar ongezuiverd oppervlaktewater. Het Beuven zuid is gemiddeld wat sterker gebufferd geweest dan het Rietven. De buffercapaciteit van het inlaatwater uit de Peelrijt is rond de 1 milli-equivalent per liter en geregeld is een groot deel van de waterlaag vervangen door Peelrijtwater. De aanvoer van voedingsstoffen leidt hier tot forse piekconcentraties van orthosfosfaat. Regelmatig werden concentraties gemeten van meer dan 3 micromol per liter, wat ruim 10x te veel is voor een voedselarm ven. De buffercapaciteit in het ven is meest rond de 200 micro-equivalent per liter, maar loopt in natte zomers op tot boven de 1 milli-equivalent. Met het Peelrijtwater wordt ongeveer 1 millimol/liter zwavel aangevoerd en dit loopt in natte zomers sterk terug. Er wordt dus veel zwavel vastgelegd in het sediment, waardoor de buffercapaciteit stijgt. Opvallend is dat de ammoniumconcentratie in het ven laag blijft, ondanks de aanwezigheid van gemiddeld 200 micromol ammonium en maximaal 1000 micromol nitraat per liter inlaatwater uit de Peelrijt. De concentraties liggen zelfs beduidend lager dan in het Voorste Goorven. Het lijkt er dus op dat na incidentele waterinlaat stikstof vrij snel uit het systeem verdwijnt, zowel ammonium als

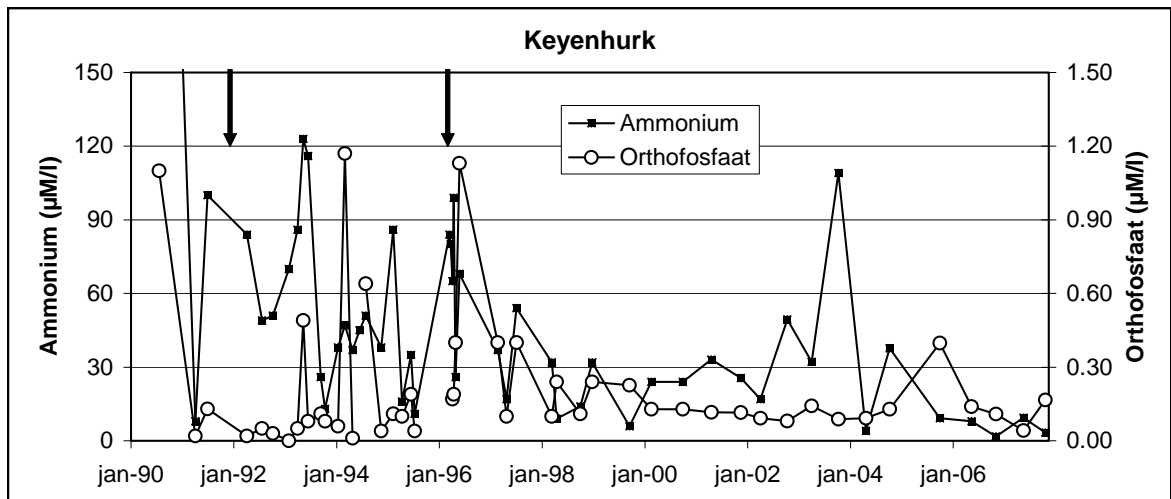
nitraat. In het Voorste Goorven treedt continue aanvoer van ammonium plaats, waarschijnlijk via het grondwater.



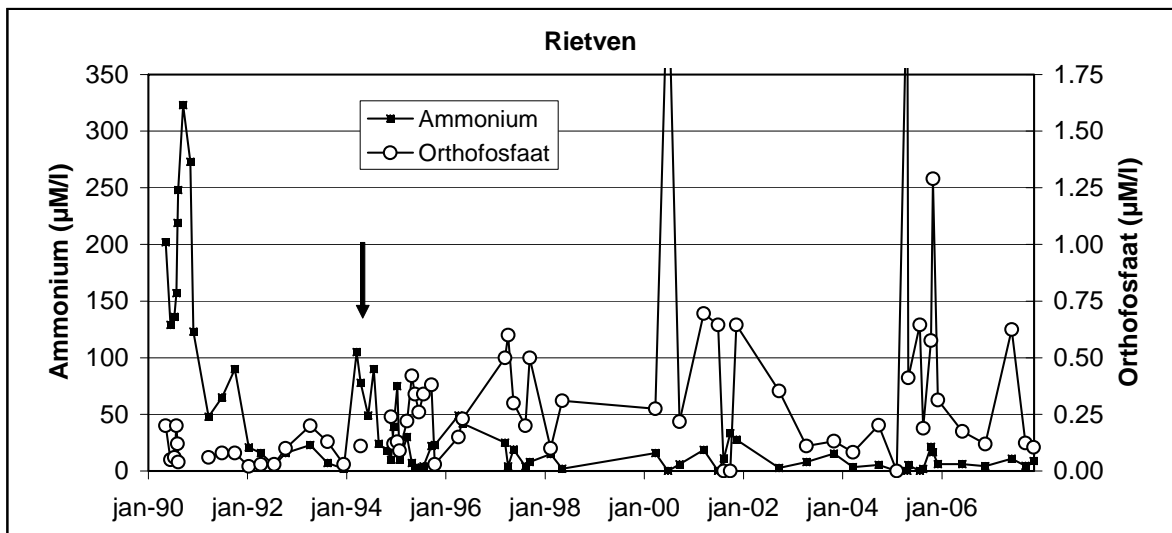
Afbeelding 4.22: Concentratie ammonium en orthofosfaat in het Beuven sinds de hersteloperatie en start van waterinlaat in 1986.



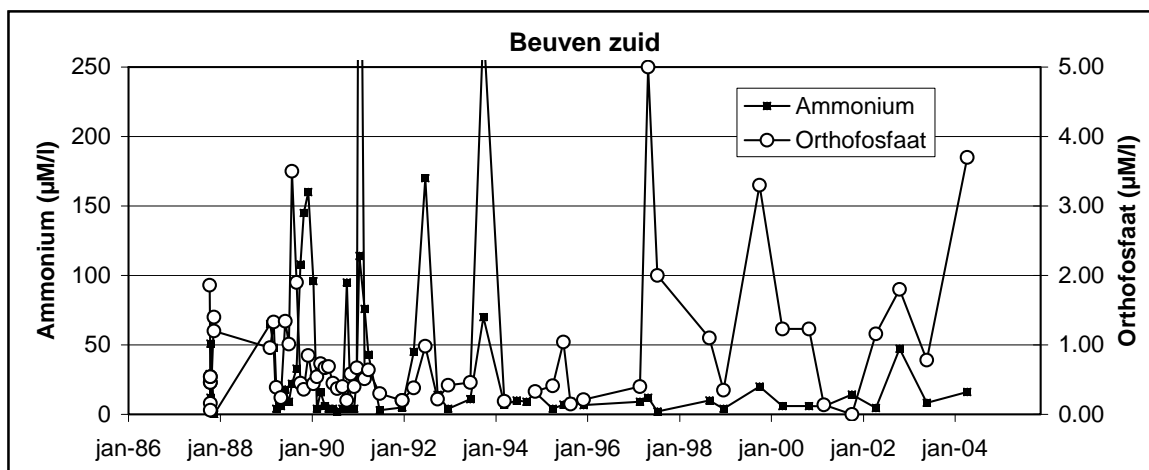
Afbeelding 4.23: Concentratie ammonium en orthofosfaat in het Voorste Goorven sinds de hersteloperatie en start van waterinlaat in begin 1996 (pijl).



Afbeelding 4.24: Concentratie ammonium en orthofosfaat in de Keyenhurk sinds de hersteloperatie (linker pijl) en start van waterinlaat (rechter pijl).



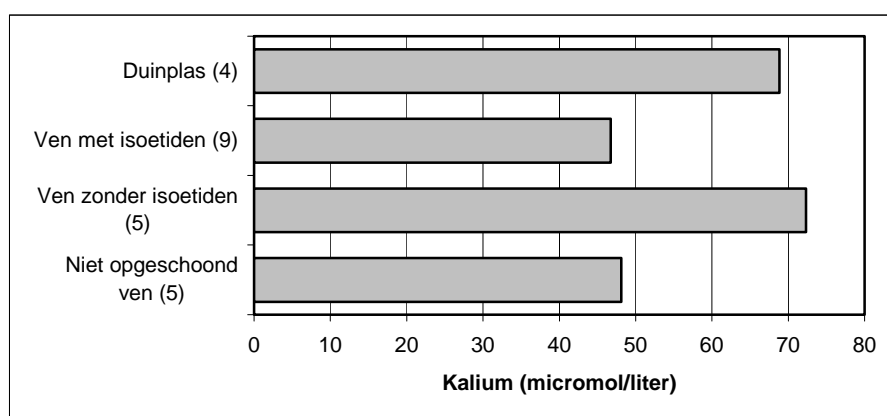
Afbeelding 4.25: Concentratie ammonium en orthofosfaat in het Rietven sinds de hersteloperatie en start van waterinlaat in begin 1994 (pijl).



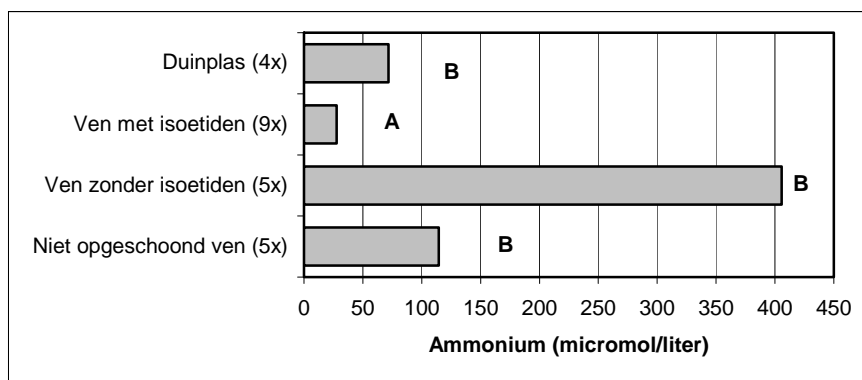
Afbeelding 4.26: Concentratie ammonium en orthofosfaat in het Beuven zuid sinds de hersteloperatie en start van waterinlaat in 1986.

Behalve de concentraties voedingsstoffen in de waterlaag zijn ook de beschikbaarheden in de bodem van belang. In de afbeeldingen 4.27 t/m 4.29 is de concentratie kalium, ammonium en orthofosfaat in het bodemvocht van zandige ven- en duinplasbodems weergegeven. De kaliumconcentraties zijn overal laag en er is geen significant verschil tussen de verschillende typen opgeschoonde en niet opgeschoonde wateren. Voor ammonium is de concentratie significant lager in vennen met een flinke isoetidenvegetatie, in vergelijking met andere opgeschoonde wateren. Ook de orthofosfaatconcentratie is hier het laagst, maar het verschil met andere wateren is niet significant.

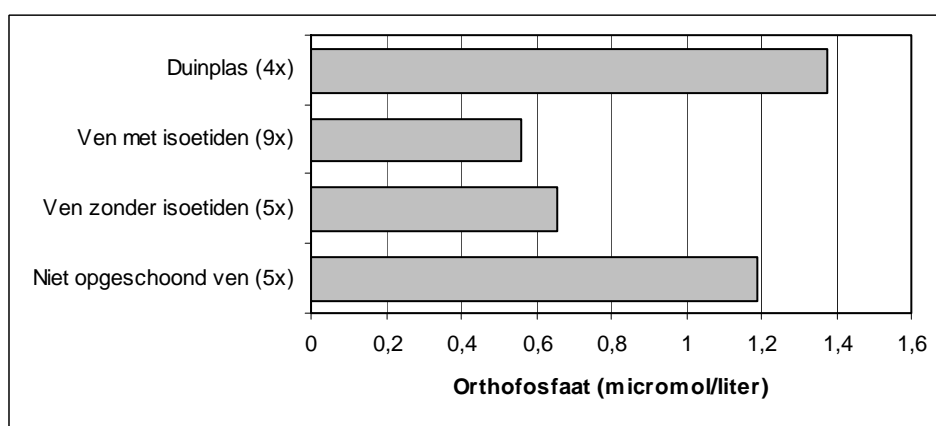
Vooral in het bodemvocht van zandige bodems zit vaak een vrij hoge ijzerconcentratie. De gevonden waarden variëren sterk, maar liggen meest tussen 10 en 100 micromol per liter. Deze hoge ijzerconcentratie en de zeer lage fosfaatconcentratie van minder dan 1 micromol per liter bodemvocht duiden er op dat de nalevering van fosfaat aan de waterlaag zeer miniem is.



Afbeelding 4.27: Concentratie kalium in het bodemvocht van zandbodems van 23 vennen en duinplassen. Voor de opgeschoonde vennen zijn de vennen met dominantie van isoetiden, in dit geval waterlobelia (*Lobelia dortmanna*), oeverkruid (*Littorella uniflora*) of kruipende moerasweegbree (*Echinodorus repens*), apart onderscheiden. Er zijn geen significante verschillen ($P < 0,05$) gevonden.

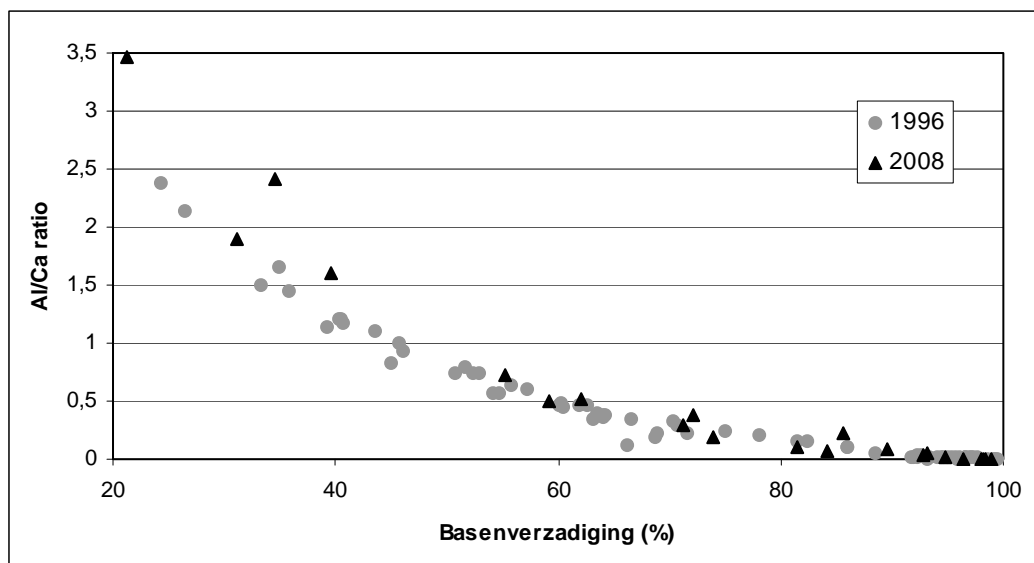


Afbeelding 4.28: Concentratie ammonium in het bodemvocht van zandbodems van 23 vennen en duinplassen. Voor de opgeschoonde vennen zijn de vennen met dominantie van isoetiden, in dit geval waterlobelia (Lobelia dortmanna), oeverkruid (Littorella uniflora) of kruipende moerasweegbree (Echinodorus repens), apart onderscheiden. Significante verschillen ($P < 0,05$) zijn met verschillende letters aangegeven.



Afbeelding 4.29: Concentratie orthofosfaat in het bodemvocht van zandbodems van 23 vennen en duinplassen. Voor de opgeschoonde vennen zijn de vennen met dominantie van isoetiden, in dit geval waterlobelia (Lobelia dortmanna), oeverkruid (Littorella uniflora) of kruipende moerasweegbree (Echinodorus repens), apart onderscheiden. Er zijn geen significante verschillen ($P < 0,05$) gevonden.

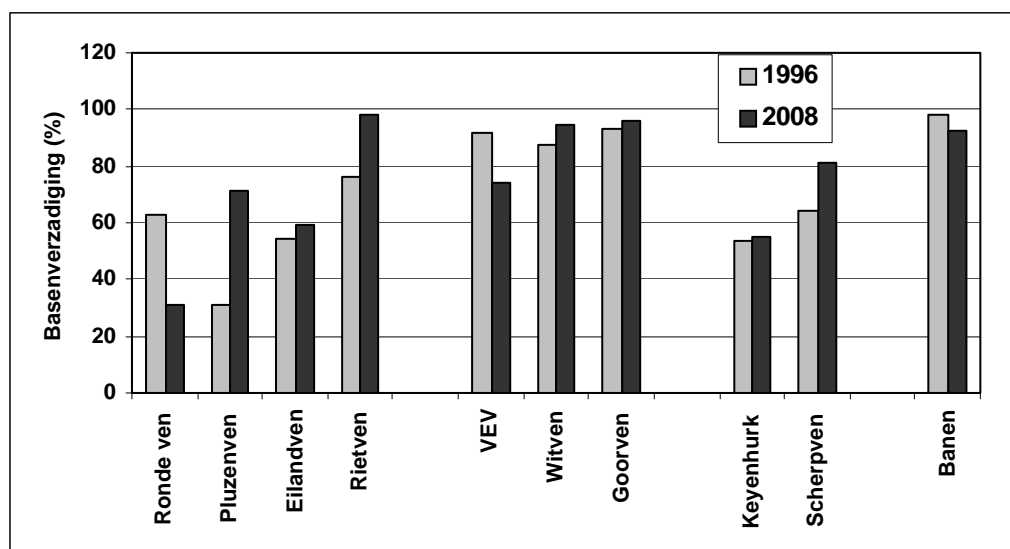
In het voorgaande is al vermeld dat de herverzuring van vennen na verschillende perioden van waterinlaat steeds minder wordt. Dit komt doordat de verzuurde venbodem weer geleidelijk opgeladen wordt met kationen. Als maat voor de oplading van het kation-uitwisselingscomplex kan zowel de verhouding tussen aluminium en calcium als de basenverzadiging worden gebruikt. Tussen deze twee factoren bestaat een strakke correlatie (afbeelding 4.30). Wel moet hierbij een kanttekening worden geplaatst. De basenverzadiging is berekend aan de hand van extracties met natriumchloride. Hierdoor kon natrium niet mee worden genomen in de berekening, maar de hoeveelheid natrium aan het kation-uitwisselingscomplex is meestal zeer gering. Ook verdringt bijvoorbeeld het tweewaardige strontium nog iets beter de kationen, waardoor de resultaten doorgaans iets betrouwbaarder zijn. Omdat beide factoren slechts tot een geringe foutenmarge leiden, geven de basenverzadiging en Al/Ca ratio op basis van de zoutextracten toch een goede indruk van de buffering in de bodem.



Afbeelding 4.30: Verband tussen de aluminium/calcium ratio en de basenverzadiging in bodems van vennen in 1996 en 2008. Beiden zijn gemeten aan natriumchloride-extracten.

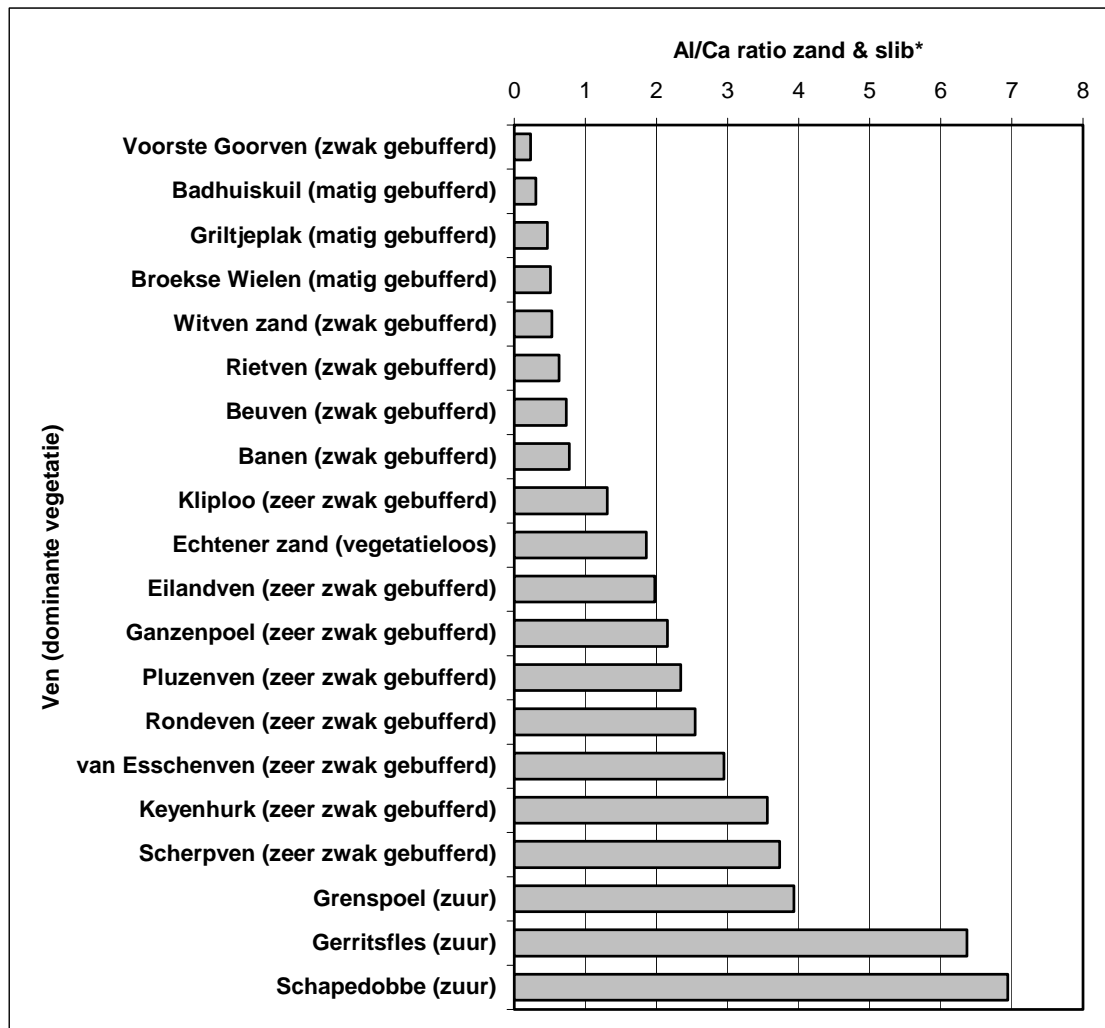
De basenverzadiging is in de meeste vennen in 2008 hoger dan in 1996. Dit kan een gevolg zijn van het spontane herstel van verzuring of van de toevoer van bufferstoffen. In de Bergvennen-reeks heeft de bodem van het Eilandven verreweg de beste basenverzadiging, deze was in 2008 dicht tegen de 100% (afbeelding 4.31). Ook in de Oisterwijkse vennen is de gradiënt in buffering terug te meten in de bodem. De basenverzadiging in de Keyenhurk en het Eilandven is aan de lage kant. Dit komt overeen met de vrij lage pH in deze vennen; meestal tussen 4,5 en 5. Het ven de Banen wordt in dit hoofdstuk verder niet besproken, maar ook hier is een grondwaterpomp geplaatst om verzuring te voorkomen. Inlaat van water is hier tot dusverre niet nodig geweest, maar in de bodem is de basenverzadiging wel aan het teruglopen (afbeelding 4.31). Inlaat van water lijkt echter voorlopig nog niet nodig.

Wanneer we naar de Al/Ca ratio van zowel het zand (zoutextracten) als het slib (destructies) kijken, blijkt er een goede correlatie te bestaan met de mate waarin de vegetatie in de waterlaag buffering indiceert (afbeelding 4.32).



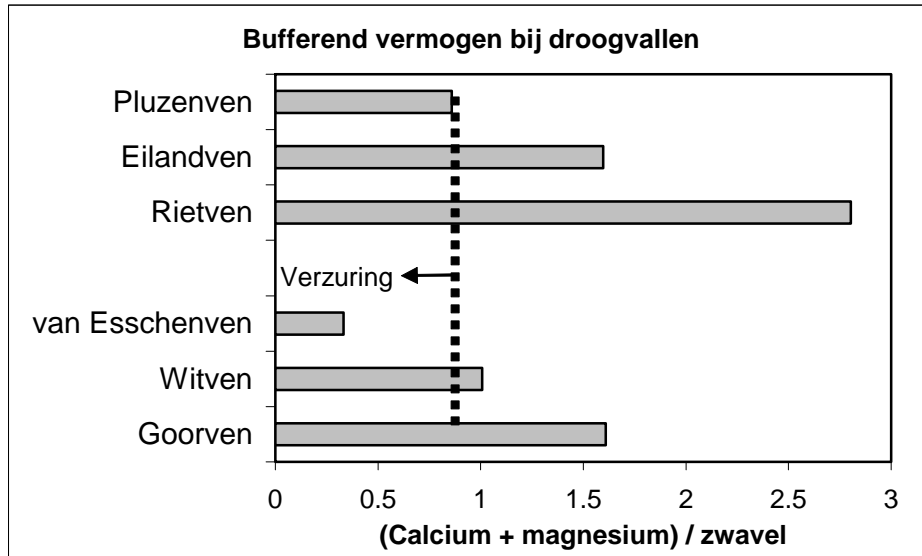
Afbeelding 4.31: Percentage basische kationen (calcium, magnesium en kalium) aan het kation-uitwisselingscomplex van de bodems van 10 vennen in 1996 en 2008.

Een laatste factor die van belang is om de mate van verzuring te kunnen inschatten is de gevoeligheid van de bodem na droogvallen of oxidatie. Verzuring na droogvallen in vooral het gevolg van oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen. Basische kationen in de bodem gaan deze verzuring tegen. De verhouding tussen zwavel en basische kationen in de bodem is dus een goede maat voor de verzuringsgevoeligheid (Lucassen e.a., 2002). Wanneer we vervolgens naar de twee vennenseries kijken waar water wordt ingelaten, de centrale Oisterwijkse vennen en de Bergvennen, ontstaat een duidelijk beeld (afbeelding 4.33) De vennen bij het inlaatpunt, het Rietven en het Goorven, zijn niet gevoelig voor verzuring na droogval. De verst verwijderde vennen, het Pluzenven en het Van Esschenven echter wel. Vooral de verzuringsgevoeligheid van het Van Esschenven is opvallend, omdat dit ven ten opzichte van andere opgeschoonde, verzuurde vennen juist het beste hersteld is van verzuring. Waarschijnlijk heeft aanvoer van sulfaatrijk grondwater en vervolgens zwavelreductie in de venbodem bijgedragen aan deze buffering, waarmee tevens een risico van verzuring na droogvallen wordt opgebouwd. Wanneer het Van Esschenven droogvalt, dient daarna dus zo snel mogelijk gebufferd water vanuit het Goorven/Witven te worden aangevoerd. Anders gaan de nu goed ontwikkelde vegetaties van zacht water waarschijnlijk sterk achteruit. Oxidatie van de venbodem kan behalve door droogvallen ook door uitgebreide begroeiingen van isoetiden plaatsvinden. In het ven de Keyenhurk bestaat een goede correlatie tussen de hoeveelheid calcium en magnesium en de hoeveelheid sulfaat in de waterlaag (afbeelding 4.34). Dit geeft aan dat zwaveloxidatie en hierdoor mobilisatie van basische kationen een belangrijk proces is in het ven. Een dergelijke correlatie wordt ook in veel andere vennen gevonden.

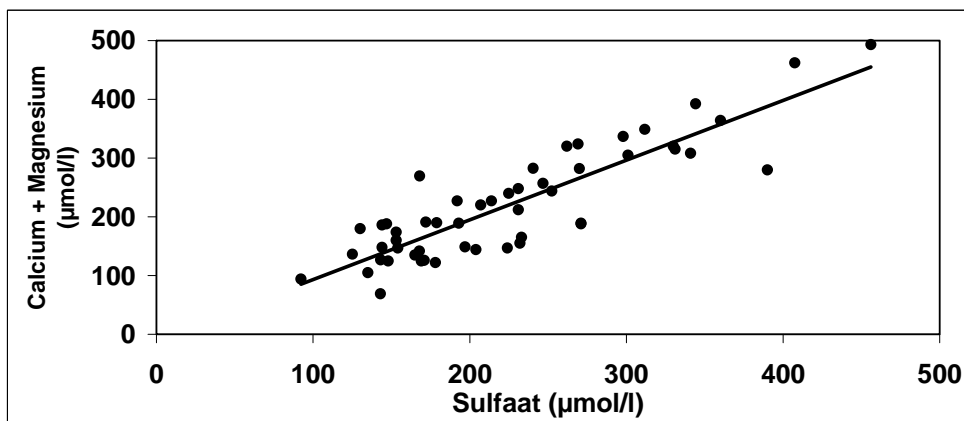


Afbeelding 4.32: Gemiddelde aluminium/calcium ratio in silt- en zandbodems van een ven, uitgezet tegen de behoefte aan buffering van de dominante vegetatie in het ven. De Al/Ca ratio in het silt betreft de totale hoeveelheid (destructie), de Al/Ca ratio in het zand betreft de hoeveelheid gebonden aan het kation-uitwisselingscomplex (zoutextract). Het gemiddelde is berekend door het gemiddelde te nemen van de vierkantswortel van beide waarden en dit getal weer te quadrateren.

De sulfaatconcentratie in de waterlaag is dus een maat voor de mate waarin de bodem doorlucht wordt. In afbeelding 4.35 is te zien dat in een zestal vennen een piek in de sulfaatconcentratie optreedt na de droge periode 1995/1996, als gevolg van droogval van delen van de vennen en hierdoor oxidatie van het sediment. Dit gebeurt ook in de Keyenhurk. Vervolgens treedt ook in de periode 2004-2007 een brede sulfaatpiek op in de Keyenhurk en deze piek treedt niet op in de andere vennen. Ook is deze periode niet uitzonderlijk droog. Droogval is hier dus niet de oorzaak van de oxidatie. Wel heeft in deze periode de isoetidenvegetatie zich sterk uitgebreid richting het centrum van het ven. Juist hier ligt nog enig silt dat bovendien vrijwel nooit compleet uitdroogt. Zeer waarschijnlijk is de waargenomen zwavelmobilisatie dus het gevolg van oxidatie van de venbodem door isoetiden. Dit zwavel blijft vervolgens lang in het ven aanwezig omdat er geen waterafvoer plaatsvindt. Het gevormde sulfaat kan alleen verdwijnen via inzijing in de ondergrond.

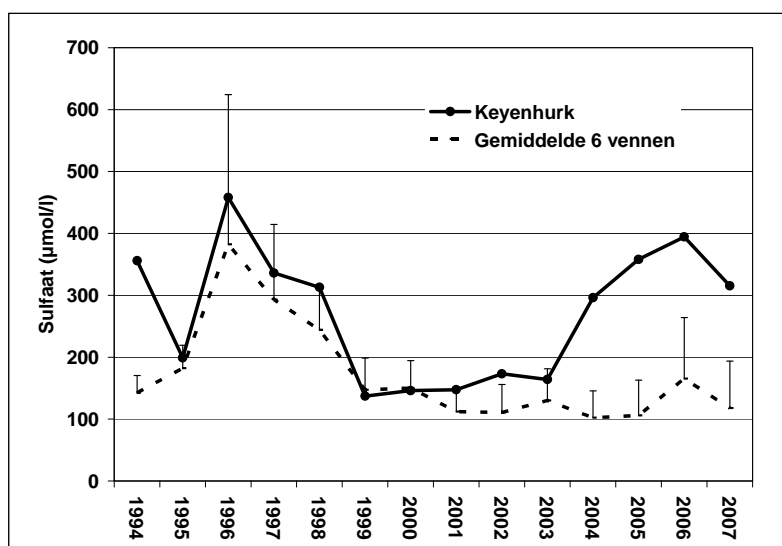


Afbeelding 4.33: Verhouding tussen basische kationen en het potentieel verzurende zwavel in het slib van 2 series vennen met waterinlaat; de Bergvennen en de centrale Oisterwijkse vennen.



Afbeelding 4.34: Correlatie tussen de som van basische kationen en de hoeveelheid sulfaat in de waterlaag van de Keyenhurk in de periode 1993-2007.

Vooraf de schotelvormige vennen in een heideomgeving zijn nog vrijwel slibvrij. In de Oisterwijkse vennen waait veel blad in van nabije bomen. Hierdoor vindt slibophoping plaats in luwe hoeken en vermoedelijk ook in diepe delen. Ook hier zijn echter nog grote delen van de venbodem slibvrij.



Afbeelding 4.35: Concentratie sulfaat (gemeten als totaal zwavel) in de waterlaag van de Keyenhurk, afgezet tegen het gemiddelde van 6 andere vennen: Ronde ven, Eilandven, Pluzenven, Beuven, Witven en Van Esschenven.

4.4.b Kiezelwieren en sialgalen in vennen met waterinlaat

Kiezelwieren

Kiezelwierenanalyses van dit type vennen zijn beschikbaar uit Rietven en Eilandven (Bergvennen), Voorste Goorven en Witven (Oisterwijk), de Keijenhurk en het Beuven. De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.9 en 3.10.

Met de boorkernen uit het gebaggerde en thans zure Van Esschenven, dat vroeger ook tot dit type behoorde, is er referentiemateriaal uit de 16^e (B) tot en met de 20^e eeuw (D). De monsters uit de verschillende perioden vertonen onderling een sterke gelijkens. De vroeg-twintigste-eeuwse monsters van het Van Esschenven zelf en het nabijgelegen Voorste Goorven en Witven (al deze vennen gebaggerd in 1950 en 1995) lijken nog zeer veel op de boorkernmonsters. Vooral in het derde kwart van de 20^e eeuw zijn deze vennen en de andere vennen sterk van karakter veranderd, grotendeels door eutrofiëring, maar ook door verzuring. In dit spanningsveld is de gemiddelde positie van deze vennen in Afbeelding 3.9 boven die van periode 1 komen te liggen, ook al door de afname van doelsoorten. Na uitvoering van de maatregelen namen enerzijds de doelsoorten en de eutrafente soorten toe en anderzijds de verzuringsindicatoren af, waardoor er netto nauwelijks een verschuiving is van de gemiddelde positie tussen de perioden 3 en 4. Na die tijd is er wel een toename van de doelsoorten, met als nieuwkomers die uit de wat zuurdere wateren (zoals de *Navicula subtilissima*-groep) en een sterke afname van die uit voedselrijke wateren, waardoor de huidige toestand nogal verschilt van die van een eeuw geleden.

De monsters van deze vennen waren in periode 1 met gemiddeld 27 soorten soortenrijk. Kort na het nemen van de maatregelen was dit aantal zelfs gestegen tot 38, voornamelijk door de toename van soorten uit voedselrijk of met organisch afbreekbaar materiaal bezwangerd water. Deze soorten zijn naderhand weer sterk afgenomen, zodat er nu weer veel doelsoorten aanwezig zijn.

Vooral in de boorkern van het Van Esschenven zijn naar verhouding veel bijzondere soorten aanwezig, doordat monsters uit de waterbodem doorgaans de condities van een langere tijdsspanne reflecteren dan de monsters die met een planktonnet zijn genomen. Echter, ook in

de planktonmonsters is het aantal bijzondere soorten (rond de tien) steeds hoog, behalve in de periode kort voor de maatregelen

De EKR vertoont een verloop als in de referentievennen, met een dal in de periode vlak voor de maatregelen.

Het baggeren en -gecontroleerd- inlaten van gebufferd water kan voor de kiezelwieren op den duur dus als een geslaagde methode worden beschouwd: de doelsoorten nemen er weer sterk door toe, terwijl soorten uit voedselrijke omgeving aanvankelijk toenemen, maar later weer afnemen.

Sieralgen

Er zijn gegevens beschikbaar uit het Rietven, Voorste Goorven en Witven (tabel 3.3, afbeelding 3.11). De gegevens uit het Rietven, enkele jaren na het uitvoeren van de maatregelen in het Bergvennencomplex, indiceren een vrij hoge natuurwaarde (7,0). Helaas ontbreken (nog) gegevens van vóór de uitvoering van de maatregelen en van een langere periode daarna. In het Voorste Goorven is er vier jaar na het baggeren een piek in het aantal soorten, maar daarna neemt dit aantal weer af. In dat jaar is ook het aantal Rode-Lijstsoorten maximaal, maar daarna neemt dit af. Ruim tien jaar na het baggeren zijn ze hier niet aangetroffen. In het Witven stijgt het aantal soorten eveneens tot vier jaar na het baggeren. Daarna neemt het aantal minder af dan in het Voorste Goorven. Het aantal Rode-Lijstsoorten is hier vier tot zes jaar na de ingreep maximaal (3). Ruim tien jaar na het baggeren zijn er geen Rode-Lijstsoorten meer in dit ven

4.4.c Vegetatie

De van oorsprong zure tot zeer zwak gebufferde vennen waarin oppervlaktewater werd ingelaten, waren van oorsprong zeer soortenrijke vennen. Een deel behoorde tot de laagveenvennen, een deel tot de zwak gebufferde vennen en een deel tot de oeverkruidvennen. Ook zijn dezelfde vennen door allerlei hydrologische ingrepen soms van type veranderd. De complexe historie weerspiegelde zich net voor uitvoer van maatregelen in de aanwezigheid van een vaak zeer diverse zaadbank. Door de vennen droog te leggen werd verzuring van de venbodem gestimuleerd, waardoor de productie van koolzuur toenam. De eerste jaren na het herstel was de koolzuurspanning in de waterlaag hoog en groeide er veel waterlaag vullende plantensoorten die kooldioxide uit de waterlaag opnemen. Aan de andere kant leidt de combinatie van een groot ven met veel windwerking, slibverwijdering en een zeer zwak gebufferde waterlaag tot zeer lage concentraties kooldioxide in de waterlaag. In vrijwel alle vennen uit deze categorie zijn enkele jaren na uitvoering de waterlaag vullende planten vrijwel verdwenen en werden isoetiden dominant. In sommige vennen zijn niet isoetide waterplanten verdwenen of sterk achteruit gegaan door deze koolstoflimitatie, met name wanneer er onvoldoende opgeschoonde oeverdelen als uitwijkplaats aanwezig waren. Zo zijn in het Voorste Goorven ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamogeton gramineus*) en doorschijnend glanswier (*Nitella translucens*) na een korte opleving weer verdwenen. Ook duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) is sterk achteruit gegaan. In het Rietven is ongelijkbladig fonteinkruid in de droge jaren 1995/1996 verdwenen, voordat de planten tot bloei konden komen.

De vestiging en uitbreiding van isoetide waterplanten is een relatief langzaam proces. Planten als oeverkruid en waterlobelia vestigen zich in de droogvallende oeverzone. Uitbreiding naar dieper water is vervolgens alleen mogelijk indien het water niet te zuur is en indien het water voldoende helder is. In iets voedselrijker water zijn isoetide waterplanten vaak helemaal bedekt met epifyten, waardoor de fotosynthese flink wordt geremd. Alleen waterlobelia heeft daar ogenschijnlijk geen last van. In vrijwel alle Nederlandse vennen zijn isoetiden bedekt met epifyten. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld in Noorse meren, waar oeverkruid vaak rood gekleurd is door de grote hoeveelheid licht die door het heldere water de bodem bereikt. In Nederland zijn ondergedoken

oeverkruidplanten grasgroen van de epifyten of op zijn best felgroen indien er weinig epifyten op zitten. Dit geeft al aan dat de uiterst voedselarme toestand van Noorse meren hier nergens wordt gehaald. Wordt het water nog wat voedselrijker, dan treedt er bovendien algenbloei op in het water en wordt de maximale diepte waarop isoetiden kunnen groeien nog verder beperkt. In veel gevallen wordt de helderheid ook beperkt door de productie van humuszuren uit de afbraak van organisch materiaal. Dit is bijvoorbeeld heel sterk het geval in het Voorste Goorven. Wanneer isoetiden diep afdalen in het water, is dat dus een teken van voedselarme en stabiele omstandigheden.

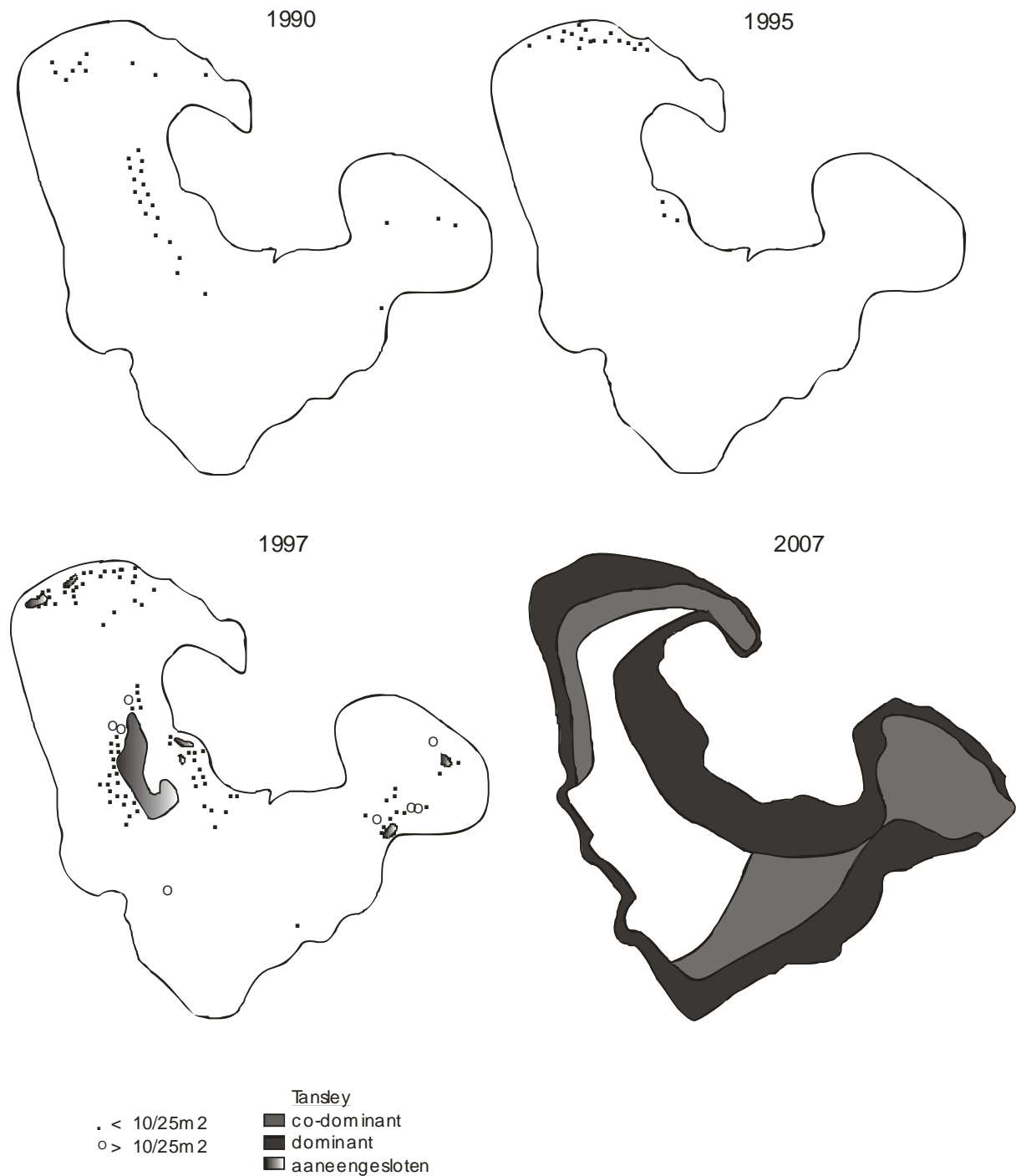
In vrijwel alle opgeschoonde vennen waar aanvullende maatregelen tegen verzuring zijn genomen, hebben isoetiden zich de afgelopen tien jaar verder uitgebreid. In de Keyenhurk bleef de waterlaag na opschonen aanvankelijk zuur en trok oeverkruid zich terug tegen de hoogwaterlijn (afbeelding 4.36). Meteen na de start van inlaat van gebufferd water begon oeverkruid de waterlaag weer te koloniseren en in 2007 was meer dan de helft van het ven bedekt met een oeverkruidvegetatie. Van de macrofyten die koolstof uit de waterlaag gebruiken, zijn alleen knolrus en geoord veenmos (*Sphagnum denticulatum*) aanwezig in de waterlaag. Deze vertonen een sterke voorkeur de slibbige delen van het sediment, waar nog enig kooldioxide wordt geproduceerd. Verder is witbloemige waterranonkel alleen gevonden langs een greppel in het ven, waar de soort wortelt in een zandige bodem, maar wel kan profiteren van de kooldioxide die ontwijkt uit het dieper in de greppel gelegen sediment. Op droogvallende delen staan ook macrophyten die vooral groeien bij droogval en verder lange perioden met inundatie van koolstofarm water kunnen overleven; moerashertshooi (*Hypericum elodes*), pilvaren (*Pilularia globulifera*), veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*) en een enkele witbloemige waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*).

Ook het Beuven is in de loop der jaren grotendeels gekoloniseerd door oeverkruid; vrijwel het hele ven is ermee bedekt, voor zover helofyten niet domineren (afbeelding 4.37). Opvallend is dat stekelbiesvaren (*Isoetes echinospora*) en waterlobelia slechts in zeer lage dichtheden voorkomen en het meest talrijk voorkwamen enkele jaren na het opschonen. Waarschijnlijk is het Beuven nog aan de voedselrijke kant voor een echt oeverkruidven. Dit blijkt ook uit de dominantie van gesteld glaskroos (*Elatine hexandra*) in sommige diepere delen van het ven, en uit de uitbreiding van helofyten. De oeverkruidmatten in het Beuven zijn opvallend dicht en er blijft weinig ruimte over voor minder snel groeiende isoetiden.

De laatste jaren hebben isoetiden zich vrijwel geheel teruggetrokken uit de Lobeliabaai (uitloper aan noordwestkant Beuven, zie afbeelding 4.37). Deze baai ontvangt zuur, koolzuurhoudend en ammoniumhoudend grondwater en is aanmerkelijk zuurder dan de rest van het Beuven. In de loop der tijd is hierdoor veenmosgroei op gang gekomen op de oevers en uiteindelijk ook in de waterlaag. Aan de ene kant ontstaat hierdoor een waardevolle gradient van een zwak gebufferd oeverkruidven naar een zuur hoogveenven. Aan de andere kant zijn de groeiplaatsen van waterlobelia en moerassmele (*Deschampsia setacea*) vrijwel geheel begroeid geraakt met vooral geoord veenmos en is moerassmele inmiddels uit het ven verdwenen. Om de gradient wat verder terug te leggen in de Lobeliabaai en de groeiplaatsen van genoemde soorten weer van voldoende buffering te voorzien, is langs het meest venwaarts gelegen deel van de Lobeliabaai het inziggebied bekalkt. In combinatie met de hoge waterstand in het Beuven heeft dit ertoe geleid dat de Lobeliabaai inmiddels weer wat meer gebufferd geraakt is. Het is echter zeer de vraag of hiermee de eenmaal opgebouwde veenmospakketten zullen worden teruggedrongen en of bij afbraak niet een sliblaag achterblijft.

Ook in het Beuven zijn andere zachtwatersoorten voornamelijk beperkt tot de oever, zoals drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), kruipende moerasweegbree (*Echinodorus repens*), pilvaren en moerashertshooi. Ook zijn er vrij grote velden draadzegge (*Carex lasiocarpa*) tot ontwikkeling gekomen. Ondergedoken moerasscherm (*Apium inundatum*) staat vooral in de Witte

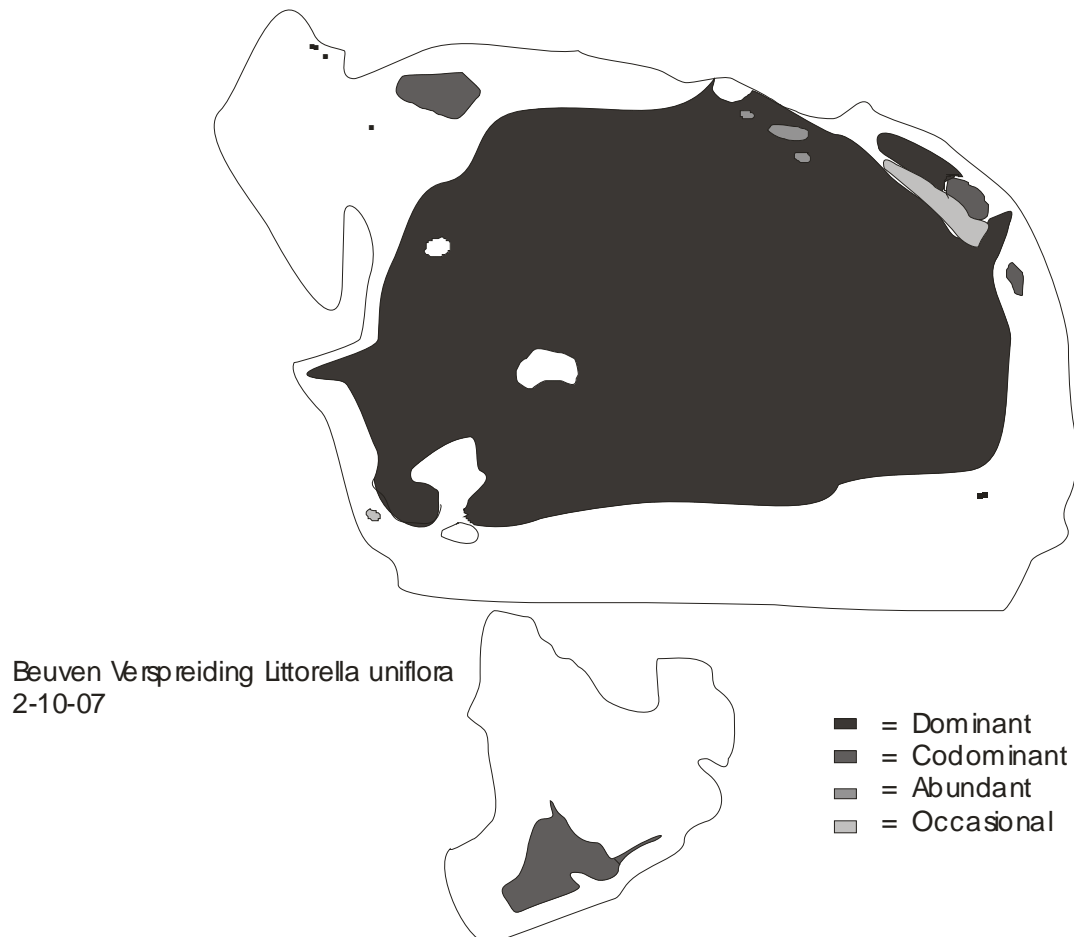
loop/Peelrijt, evenals duizendknoopfonteinkruid en stompbladig fonteinkruid (*Potamogeton obtusifolius*).



Afbeelding 4.36: Verspreiding van *Oeverkruid* (*Littorella uniflora*) in het ven de Keyenhurk (Landschotse heide) in een viertal jaren. In 1992 is het ven opgeschoond, begin 1997 is gestart met inlaat van gebufferd water.

De oevers van het Witven zijn steil en daardoor zijn verrweg de meeste zachtwaterplanten in een smalle zone langs de oever gevonden (afbeelding 4.38). In de diepere delen was in de eerste jaren een dichte knolrusvegetatie aanwezig, maar deze is na enkele jaren grotendeels ingestort. Deze ineenstorting was nog spectaculairder in het Voorste Goorven. Hier zijn met de knolrus ook

duizendkoopfonteinkruid, ongelijkbladig fonteinkruid en doorschijnend glanswier verdwenen. Vermoedelijk door de belasting van het toestromende grondwater met sulfaat en ammonium wordt de afbraak van organisch materiaal in beide vennen gestimuleerd en is het water donker gekleurd door humuszuren. Dit beperkt de groeimogelijkheden van ondergedoken waterplanten verder. Mogelijk kan de grondwaterkwaliteit verbeteren indien een deel van het bos op de aangrenzende zandruggen wordt gekapt.



Afbeelding 4.37: Verspreiding van oeverkruid (Littorella uniflora) in het Beuven in 2007, inclusief de Lobeliabaai (noordwestkant) en Beuven-zuid.

Bijzonder spectaculair is de ontwikkeling van de vegetatie in delen van de Bergvennen en vooral het Eilandven (afbeelding 4.39). De Bergvennen worden gevoed door regenwater en door zuur, zeer ionenarm, oppervlakkig grondwater vanuit de heide. Daarnaast vindt in het Eilandven enige buffering plaats door de aanvoer van zwak gebufferd, tamelijk voedselarm water uit het Rietven.

In het Eilandven is een massavegetatie van waterlobelia tot ontwikkeling gekomen, zoals deze de afgelopen 40 jaar niet meer is waargenomen in Nederland. Momenteel lijkt de kolonisatie nog steeds te vorderen. Er staat ook veel oeverkruid, maar het is vooral waterlobelia die steeds dieper het ven in kruipt. Bij een bezoek in augustus 2008 bleken al begroeiingen met waterlobelia aanwezig te zijn tot een diepte van 60 centimeter, ongeveer 80 centimeter beneden de hoogwaterlijn. Op deze diepte worden behalve zandbodems ook oude veenlagen gekoloniseerd. In mindere mate doet deze ontwikkeling zich ook voor in het Ronde ven. De ontwikkeling wordt waarschijnlijk mogelijk gemaakt door de combinatie van een grofzandige bodem, aanvoer van ionenarm grondwater, enige buffering via grondwater of waterinlaat, een heide-omgeving die

windwerking mogelijk maakt en bladinwaai uitsluit en een niet al te hoge stikstofdepositie. Mogelijk dat bij lagere depositieniveaus een dergelijke ontwikkeling ook weer mogelijk wordt in iets minder voedselarme systemen.

In het Rietven is de uitbreiding van isoetiden blijven steken in grote delen van de oeverzone. In de diepere delen staat vooral veel pilvaren. De haperende uitbreiding is hier vooral een gevolg van de bovengenoemde combinatie van te sterke buffering met een te geringe peilfluctuatie.

Witven, doelvegetatie

Echinodorus spec.

v Carex oederi

+ Luronium natans

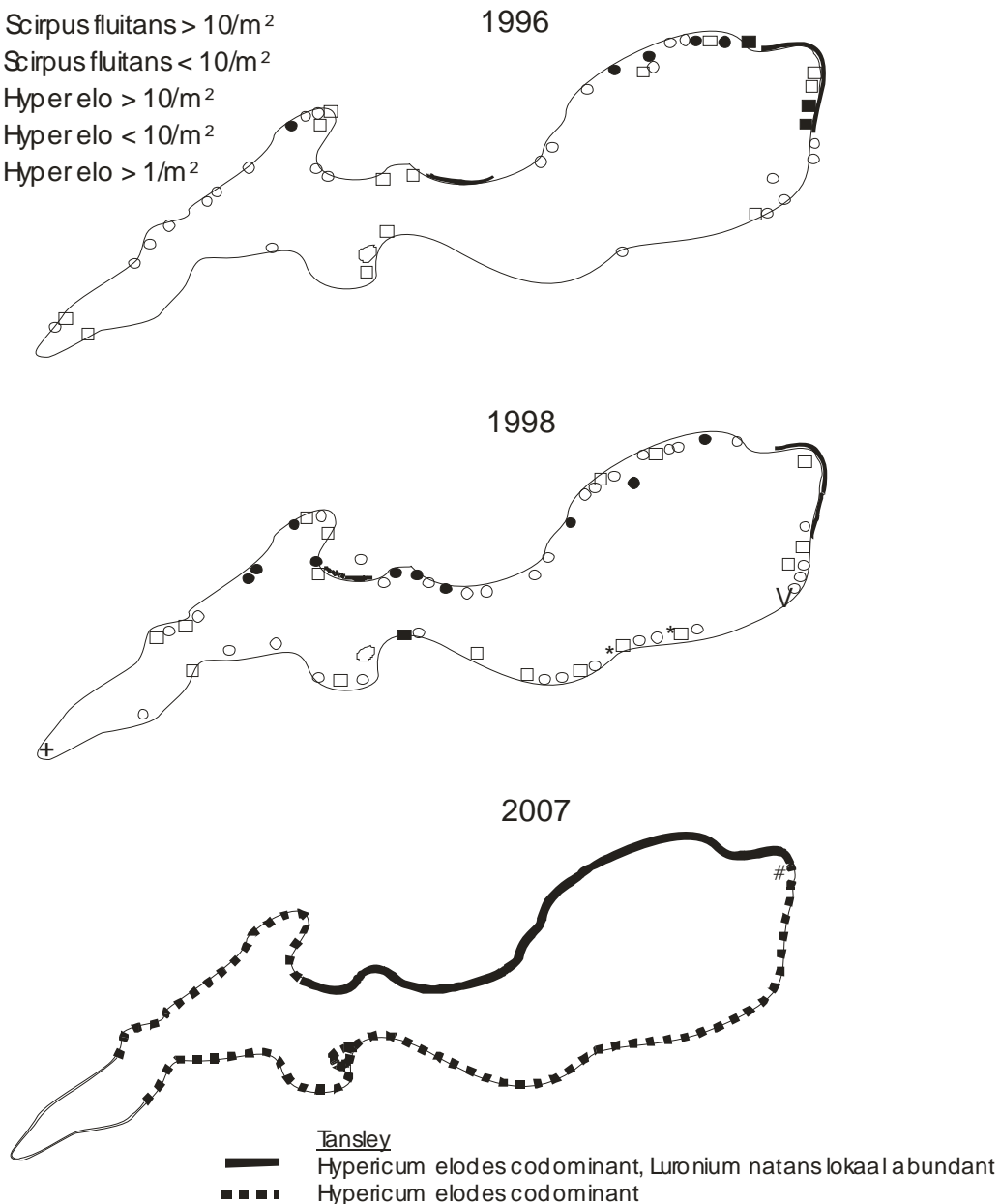
■ Scirpus fluitans > 10/m²

□ Scirpus fluitans < 10/m²

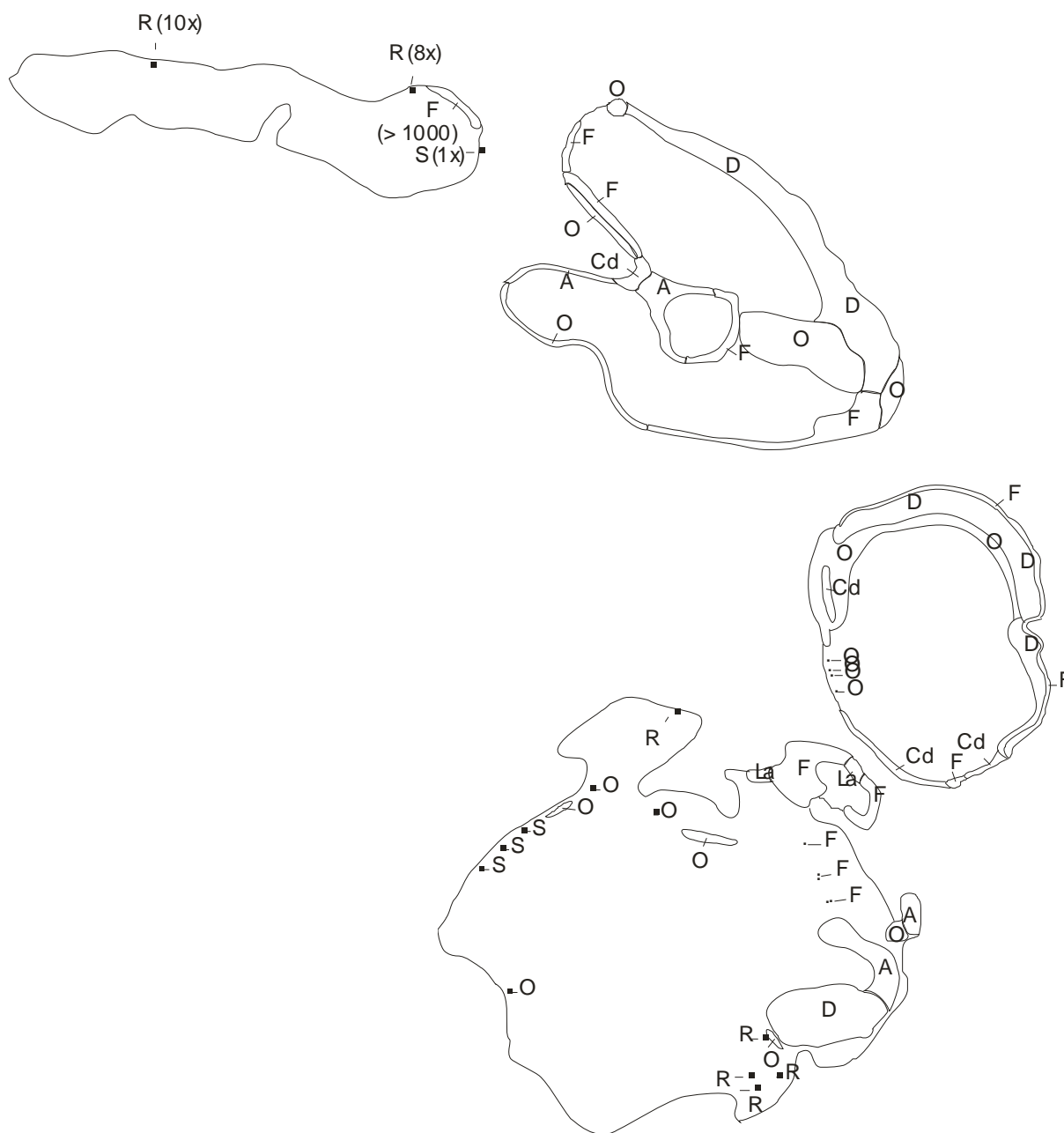
● Hyper elo > 10/m²

○ Hyper elo < 10/m²

■ Hyper elo > 1/m²



Afbeelding 4.38: Verspreiding van plantensoorten van gebufferde vennen in het Witven (Oisterwijkse vennen) in verschillende jaren na opschonen in begin 1996. De vegetatiekaart vertoont grote overeenkomsten met die van het Voorste Goorven. Hyper elo = moerashertshooi (Hypericum elodes), Scirpus fluitans = vlottende bies (Eleogiton fluitans)



Afbeelding 4.39: Verspreiding van waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) in de Bergvennen (Denekamp) in 2007. D = dominant, C = codominant, A = Abundant, F = frequent, O = occasional, R = rare.

Ter afsluiting nog enkele opmerkingen over de vegetatie-ontwikkeling in vennen waar gebufferd, maar voedselrijk water wordt ingelaten. Ten eerste Beuven Zuid. De aanvoer van fosfaat, stikstof, zwavel, bicarbonaat en slibdeeltjes hebben zoals verwacht geleid tot vermessing en verlandig. Maar, er is ook een interessante gradient ontstaan die doet denken aan de gradienten in laagveenvennen. Rond het inlaatpunt domineren grote helofyten zoals riet en lisdodde. Ook richting het centrum van het ven zijn grote rietvelden ontstaan. Het centrale deel van het ven bevat nog open water en hierin komen onder andere oeverkruid, gesteeld glaskroos, kruipende moerasweegbree en ongelijkbladig fonteinkruid voor. Aan de zuidelijke oever is sprake van aanvoer van (zwak) zuur, voedselarm en ijzerhoudend grondwater vanuit de aangrenzende heide. Hier zijn tamelijk grote velden draadzegge tot ontwikkeling gekomen, met daartussen veelstengelige

waterbies en diverse veenmossoorten. Op de overgang naar het ven zijn zelfs enkele galigaanveldjes tot ontwikkeling gekomen. Ondanks 22 jaar inlaat van voedselrijk water is er dus toch een interessante gradient tot stand gekomen. Daarbij moet wel worden agetekend dat er de laatste jaren nauwelijks nog water wordt ingelaten en dat het Beuven-zuid na herstel eenmalig beijzerd is. Op dit moment vormt de vegetatie in Beuven zuid een waardevolle toevoeging aan de vegetatie van het Beuven zelf. Zo zijn galigaan (*Cladium mariscus*) en ongelijkbladig fonteinkruid in 2007/2008 vooral waargenomen in Beuven zuid. Midden jaren negentig kwamen zelfs waterlobelia en stekelbiesvaren nog voor in Beuven zuid.

Groot Meer (west) Ossendrecht

Het Groot Meer west is een groot en ondiep ven met een geleidelijk oplopende oever. In de zomer van 2007 bevatte het ven vrij weinig water. Alleen in het laagst gelegen gedeelte stond water. In het Groot Meer zijn eind 1995 herstelmaatregelen genomen. Momenteel wordt er via een inundatiesloot water ingelaten (afkomstig uit landbouwgebied). Het ven heeft een minerale bodem, en in het open water is plaatselijk oeverkruid dominant aanwezig. Ook groeit er plaatselijk veel gesteeld glaskroos en vensikkelmos. In het diepere gedeelte (uitmonding sloot) is veel flab aanwezig. Ook groeit hier plaatselijk veel pitrus en klein kroos. De oeverzone is op sommige plaatsen vrij breed (10-30 meter). In deze zone komt plaatselijk overkruid dominant voor. Ook soorten als knikkend tandzaad (*Bidens cernua*), snavelzegge (*Carex rostrata*), kleine zonnedauw (*Drosera intermedia*), bleekgele droogbloem (*Gnaphalium luteo-album*), grondster (*Illecebrum verticillatum*), waterpostelein (*Lythrum portula*), heelblaadjes (*Pulicaria dysenterica*) en schildereprijs (*Veronica scutellata*) zijn hier waargenomen. Opmerkelijk waren de zeer vele dennenboompjes aanwezig in de oeverzone aan de westzijde van het ven. Het aandeel oeverkruid is sinds de opschoning significant toegenomen. Ook een soort als gesteeld glaskroos heeft geprofiteerd van deze maatregel. Het inlaatwater is blijkbaar nutriëntrijk. Vooral bij de monding van de inlaatsloot (laagste gedeelte) zijn soorten waargenomen die horen bij een geëutrofiëerd vegetatietype (pitrus, klein kroos en flab).

Tabel 4.9: vegetatie in de waterlaag van het Groot Meer west in 2007. Bedekkingen in procenten.

naam	Grootmeer, west
pH	7.11
soort	
Drepanocladus fluitans	15
Elatine hexandra	15
FLAB	22
Iris pseudacorus	3
Juncus bulbosus	3
Juncus effusus	15
Lemna minor	9
Littorella uniflora	22
Lycopus europaeus	8
Mentha aquatica	8
Persicaria hydropiper	3
Polygonum amphibium	8

De ontwikkelingen in Beuven-zuid vormen een contrast met de ontwikkelingen in het westelijk deel van het Groot Meer in Ossendrecht. Het oostelijk deel, waar evenals in Beuven-zuid water dat vervuild is door de landbouw zonder voorzuivering wordt ingelaten, is zelfs nog veel eutrofer geworden. De uiteenlopende ontwikkelingen als gevolg van de de inlaat van voedselrijk, gebufferd water zijn waarschijnlijk het gevolg van verschillen in hydrologie. Het Groot Meer is verdroogd en

inlaat van water wordt hier niet alleen gebruikt om verzuring te voorkomen, maar ook om het ven langer water te laten houden. Er is vrijwel permanent sprake van een inzijgsituatie, alleen in hele natte jaren treden tijdelijk lokale kwelstromen op. Er wordt vrijwel geen ijzer aangevoerd en er is dus ook geen ijzer aanwezig om het aangevoerde fosfaat te binden. Het Beuven-zuid wordt aan de zuidkant wel gevoed met kwelwater; dat blijkt uit de goed ontwikkelde vegetatiezonering met veelstengelige waterbies, draadzegge en galigaan. Met het grondwater wordt ijzer aangevoerd dat fosfaat en zwavel kan binden. De delen die het verste van de waterinlaat af liggen blijven daardoor relatief voedselarm. Aanvoer van grondwater kan dus ook op de middellange termijn een belangrijk tegenwicht bieden tegen de inlaat van voedselrijk water.

4.4.d Fauna in vennen met waterinlaat

Baggeren verzuurde vennen met waterinlaat

in deze vennen is de soortenrijkdom sterk toegenomen. Eutrafente soorten en soorten uit zure wateren zijn als gevolg van de maatregelen sterk afgenomen. Er zijn geen grote abundantieverschuivingen waargenomen van karakteristieke soorten, maar wel relatief hoge soortenaantallen in 2004/2007 waaronder twee sterk bedreigde soorten (*Hygrotus novemlineatus* en *Pagastiella orophila*). Soorten van mesotrofe verlanding zijn vrijwel niet aangetroffen na herstel.

Witven

Al hoewel in het Witven eutrafente soorten (m.n. *Glyptotendipes spec.* en *Callicorixa praeusta*) sinds 1983 sterk zijn afgenomen, heeft dit niet geleid tot een toename van de abundantie van macrofauna van zwakgebufferde vennen. Weinig kritische soorten, zoals de dansmug *Polypedilum sordens* zijn in dit ven toegenomen. Deze ontwikkeling is vergelijkbaar met die in andere herstelde Oisterwijkse vennen (Van Esschenven en Voorste Goorven) en mogelijk een gevolg van het geringe aandeel glooiende droogvallende oevers.

Lokaal is de zeldzame waterkever *Laccophilus poecilus* aangetroffen. Deze soort is tijdens dit onderzoek ook in aangetroffen dezelfde microhabitats in het Voorste Goorven, Leikeven, Plakkeven en Munven. Deze soort is sterk afhankelijk van de aanwezigheid van zeer dichte vegetatiestructuren en kan in Nederland worden aangetroffen aan de rand van veenmospakketten, in dichte pitrusgordels of in opgeschoonde vennen tussen dichte vegetaties van Veelstengelige waterbies.

Verder zijn er geen grote aantallen bijzondere libellen, amfibieën of vogels in of op het ven aangetroffen.

Staalbergven

In het Staalbergven is de abundantie van macrofauna van zwakgebufferde vennen met 6% afgenomen. Dit is echter te wijten aan een bijzondere hoge abundantie van deze soorten in 1983, terwijl de recente abundantie van deze soorten van 27% in dezelfde orde van grootte ligt als in andere herstelde vennen. De bedreigde karakteristieke waterwants *Glaenocoris propinqua* lijkt uit dit ven verdwenen. Deze soort is ook uit het Voorste Goorven verdwenen. Imago's van *Glaenocoris propinqua* hebben meestal zeer slecht ontwikkelde vliegspieren en zijn slecht in staat herstelde vennen te bereiken. Het is mogelijk dat deze soort als gevolg van de intensieve maatregelen uit deze vennen verdwenen is.

Eilandven

Soorten karakteristiek voor zwakgebufferde vennen zijn met een abundantie van 13% relatief talrijk in dit ven. Hieronder bevinden zich de zeldzame waterkever *Hygrotus novemlineatus* en de dansmug *Pagastiella orophila*. Ook is in dit ven een kleine populatie heikikkers aangetroffen. Bijzondere of karakteristieke libellen en vogels zijn niet aangetroffen.

Rietven

De sterke buffering en gering peilfluctuatie heeft ook gevolgen voor de fauna. Vooral dansmuggen reageren sterk op waterkwaliteit. In 2007 werd tijdens de voorjaarsbemonstering in het Rietven een pH van 9 gemeten en de abundantie van macrofauna van zwakgebufferde vennen bedroeg op dat moment 2%. In de nazomer was de pH gedaald tot 5,3 en de abundantie van deze soorten toegenomen tot 17%. In het ven plant zich een kleine populatie heikikkers voort, maar bijzondere of karakteristieke libellen en vogels zijn niet aangetroffen.

Baggeren gebufferde vennen met waterinlaat

Beuven

De totale soortenrijkdom in het Beuven is sterk toegenomen. Ven-karakteristieke soorten zijn sterk in abundantie toegenomen en vertoonden in 2004/2007 een hoge presentie. In dit ven zijn ook grote populaties aangetroffen van de heikikker en de poelkikker. De abundantie verschuivingen van diverse ongewervelden duiden op een sterke oligotrofiëring. Tevens herbergt het ven een grote populatie heikikkers. Daarentegen, *Limnephilus subcentralis*, een soort van mesotrofe verlandingsituaties, is sterk in abundantie afgenomen en recent niet aangetroffen, wat duidt op een mogelijk nivellerend effect van maatregelen. De late vestiging van de speerwaterjuffer in het Beuven (ontdekt 16 jaar na herstel) is een teken dat de vestiging van “verlandingssoorten” op de lange termijn in herstelde vennen een reële mogelijkheid is. Waarschijnlijk duurt het lang voordat dit type habitat zich in herstelde vennen heeft ontwikkeld.

Voorste Goorven

De ontwikkeling in het Voorste Goorven is vergelijkbaar met die in het Witven en Van Esschenven. Een herstel van een karaktersitieke waterfaunagemeenschap wordt ook in dit ven waarschijnlijk gehinderd door de veelal steile oevers. Wel is recent is de zeer zeldzame dansmug *Nanocladius balticus* aangetroffen, welke afhankelijk is van zandbodems en een goede waterkwaliteit. Er zijn geen bijzondere libellen, amfibieën of vogels waargenomen. Wel is het ven rijk aan ontsnapte vogelsoorten (canadese gans, carolinaeend, nijlgans en soepeend).

4.4.e Samenvatting baggeren en waterinlaat

Vennen en venreeksen met waterinlaat behoorden vroeger tot de soortenrijkste vensystemen, vanwege gradienten in voedselrijkdom, buffering en koolstofbeschikbaarheid. De mate waarin dergelijke complexe gradienten weer tot leven konden worden gebracht varieert sterk.

Met de combinatie van baggeren en waterinlaat kon vermessing effectief worden bestreden en verzuring worden tegengegaan danwel voorkomen. De kiezelwiergemeenschap wordt op de middellange termijn weer gedomineerd door doelsoorten (afbeelding 3.10). Isoetidenvegetaties hebben zich vervolgens in de loop van 10-20 jaar weer op grote schaal gevestigd in de vennen, vooral oeverkruid. In de voor Nederlandse begrippen uiterst voedselarme delen van de Bergvennen heeft vooral waterlobelia zich goed ontwikkeld. Ook is een macrofauna teruggekeerd die karakteristiek is voor zeer voedselarme vennen. In iets voedselrijkere systemen, zoals het Beuven en het soms te sterk gebufferde Rietven zijn vooral oeverkruid en gesteeld glaskroos dominant geworden. De ontwikkeling van isoetiden is zeer matig in de Oisterwijkse vennen. De steile, beboste oevers zorgen er zowel voor dat er weinig plaats is voor vegetaties en anderzijds beïnvloeden ze de waterkwaliteit negatief door de invang van ammonium en sulfaat en door bladinwaaier. Ook de ontwikkeling van de macrofauna en algenflora is in deze vennen zeer matig.

Mits goed uitgevoerd is de combinatie van waterinlaat en opschonen in verzuurde of verzuringsgevoelige vennen zeer succesvol voor isoetidenvegetaties, ook op de middellange termijn. Gemiddeld 15 jaar na herstel is de situatie op veel plekken zelfs nog aanzienlijk gunstiger dan na 5

jaar. Wanneer isoetiden eenmaal grote oppervlakten van de venbodem bedekken, dragen zij in aanzienlijke mate bij aan stabilisatie van het systeem. Het heeft er alle schijn van dat dergelijke vennen nog vele tientallen jaren hun huidige karakter kunnen behouden zonder hernieuwd menselijk ingrijpen.

Een goed ontwikkelde flora van ondergedoken zachtwaterplanten blijkt met de genomen maatregelen moeilijker te herstellen. Enkele jaren na slibverwijdering daalt de koolzuurbeschikbaarheid in de vennen sterk, waardoor plantensoorten die kooldioxide opnemen uit de waterlaag worden teruggedrongen naar de schaarse delen met enige slibophoping en dus productie van kooldioxide.

Het herstel van verlandingsvegetaties verloopt traag. In veel vennen is deze nog niet echt op gang gekomen, met uitzondering van het Beuven. In de punt van de Lobeliabaai is ook een veelbelovende veenmosontwikkeling op gang gekomen. In de rest van het Beuven ontwikkelen zich momenteel velden met riet, mattenbies, draadzegge en veenmos. Deze verlandingen zijn vooral belangrijk voor fauna, maar behalve de speerwaterjuffer zijn hierin nog geen karakteristieke soorten aangetroffen. In het Beuven zuid, waar de successie door de aanvoer van voedselrijkwater het snelste verloopt, zijn de benodigde vegetatiestructuren het best ontwikkeld. Waardevolle verlandingsgradienten ontwikkelen zich in het Beuven-systeem het beste op plekken waar lokaal, zuur grondwater het ven in stroomt. Ook onder wat voedselrijkere condities kunnen dan toch op het oog waardevolle vegetatiestructuren ontstaan.

4.5 Baggeren gebufferde vennen & duinplassen

Het herstellen van niet verzuringsgevoelige voedselarme wateren is theoretisch eenvoudiger dan het herstellen van verzuringsgevoelige wateren. Er zijn geen extra maatregelen tegen verzuring nodig. En ook hoeven in de niet verzuringsgevoelige wateren geen goed ontwikkelde gradienten in zuurgraad te worden hersteld. Aan de andere kant speelt koolstoflimitatie in de niet verzuringsgevoelige vennen vaak een veel kleinere rol en kan dus minder als instrument voor herstel worden gebruikt. Ook zijn de wateren meer grondwater gevoed en dus nog meer afhankelijk van een goed functionerend grondwatersysteem. In de duinen gaat het enerzijds om zwak gebufferde duinplassen in de kalkarme duinen, in dit geval de Badhuiskuil en Gritjeplak op Terschelling. Anderzijds gaat het om kalkrijke, voedselarme duinplassen in de kalkrijke duinen. Hiervoor zijn enkele duinplassen op Voorne bestudeerd: de Paddenpoel, het Vissenpitje en het Pitje van Jan van Louis. Vanwege de geringe afmetingen worden die in het vervolg duinpoeltjes genoemd.

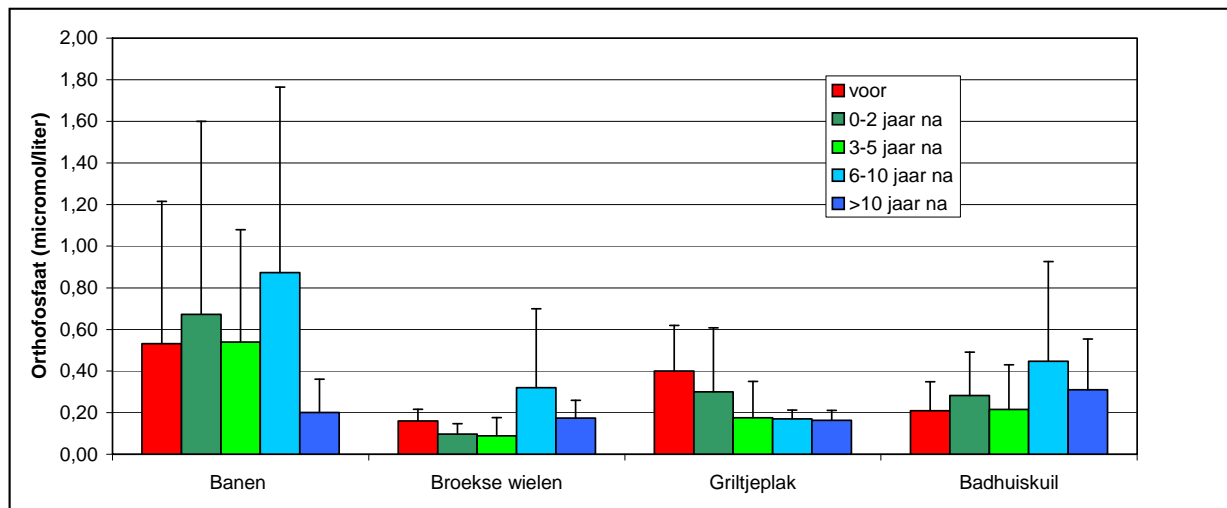
Op het vasteland gaat het vooral om vennen die gevoed worden met zwak gebufferd grondwater, zoals de Broekse Wielen op de rand van het Kempens plateau en het Maasdal, de Banen in een slenk op het Kempens plateau en het Teeselinkven in de boog van een fossiel paraboolduin in Twente.

4.5.a Water-en bodemkwaliteit

De twee belangrijkste problemen voor de flora en fauna van niet verzuringsgevoelige vennen waren de aanwezigheid van een vaak dikke sliblaag en de verlanding. Beide problemen zijn aangepakt door de sliblaag en verlandingsvegetaties te verwijderen. De blootkomende zandondergrond was veel voedselarmer dan de sliblaag. De beschikbaarheid van fosfaat was ook voor het herstel meestal vrij laag en dit is zo gebleven na hersel. Ook al omdat niet verzuurde vennen meestal nog een goede zaadbank bevatten, was het opschonen van dergelijke wateren daarom een tamelijk eenvoudige en succesvolle maatregel op de korte termijn.

Ook op de middellange termijn blijven deze wateren fosfaatarm (afbeelding 4.40). Wel zijn er onderlinge verschillen. Met name in de Banen is de fosfaatbeschikbaarheid regelmatig aan de hoge

kant. Hier zijn ook verschillende mogelijke eutrofiëringsbronnen aanwezig. Het sediment is nog altijd vrij zwavelrijk, een erfenis uit de tijd van de aanvoer van sulfaatrijk oppervlaktewater. Een deel van het ven is niet opgeschoond. Er bevinden zich regelmatig grote aantallen watervogels op het ven. En het ven ontvangt nog door landbouw beïnvloed grondwater. Verder is ook de fosfaatbeschikbaarheid in de Badhuiskuil iets verhoogd, waarschijnlijk als gevolg van nalevering uit de sliblaag die ontstaan is in de tijd dat het ven als overnachtingsplaats werd gebruikt door enkele honderden mantelmeeuwen. In het Gritjeplak zijn eutrofiëringsbronnen afwezig en blijft de fosfaatbeschikbaarheid laag. Ook in de Broekse Wielen is vrijwel geen sprake van fosfaatbelasting.



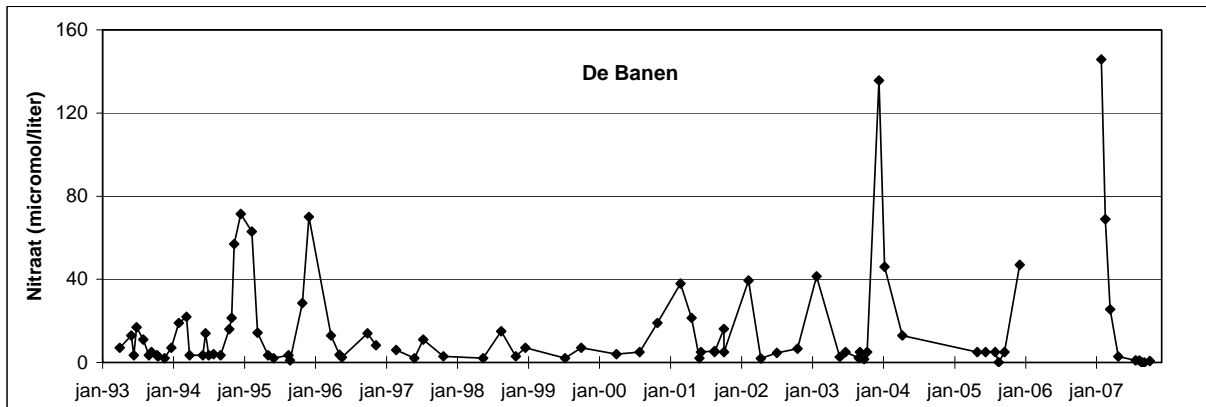
Afbeelding 4.40: Gemiddelde concentratie orthofosfaat gedurende 5 perioden in 2 gebaggerde vennen en 2 gebaggerde duinplassen.

In tegenstelling tot de lage fosfaatbelasting, is er wel sprake van een hoge stikstofbelasting in veel zwak gebufferde wateren. Een deel daarvan bereikt het ven via atmosferische depositie. Maar veel van deze wateren ontvangen door landbouw beïnvloed grondwater. Dit bevat vaak hoge concentraties nitraat. Deze instroom van nitraatrijk grondwater is vaak het hoogste in de winter. Bovendien vindt er dan nauwelijks nitraatopname plaats door planten en nauwelijks denitrificatie door bacteriën. Het resultaat is dat in dergelijke vennen elke winter een forse piek in de nitraatconcentraties optreedt (afbeelding 4.41 & 4.42). Deze piek treedt niet op in wateren die geen door landbouw beïnvloed water ontvangen, bijvoorbeeld Gritjeplak (afbeelding 4.43).

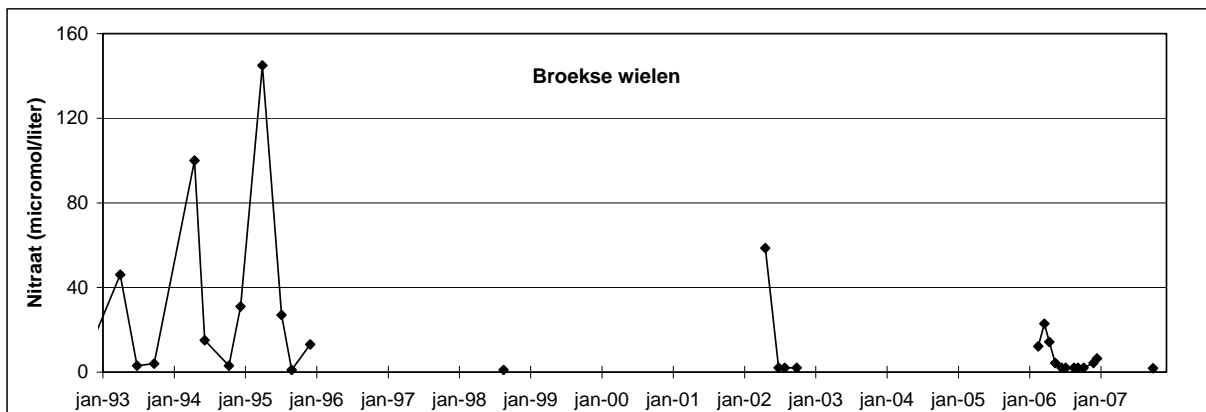
De toestroom van nitraat heeft allerlei consequenties voor de betreffende wateren. Nitraat is een voedingsstof en zal dus bijdragen aan vermesting. Aan de andere kant kan nitraat na diffusie in het sediment ijzer oxideren, waardoor fosfaat beter gebonden blijft aan ijzer. Opname van nitraat of denitrificatie draagt weer bij aan buffering, omdat hierbij zuur geconsumeerd wordt. En tenslotte kan nitraatreductie in de bodem waarschijnlijk de methaanproductie remmen en dus sterk negatief werken op de drijftilvorming. Omdat zwak gebufferde wateren vaak wat meer gerijpt grondwater ontvangen, is juist dit type ven dus zeer sterk beïnvloed door nitraatuitspoeling vanuit de landbouw. Behalve door directe nitraatuitspoeling kan dit ook gebeuren door sulfaatmobilisatie in het inrijgebied als gevolg van nitraatuitspoeling. Op dit moment vormt nitraatuitspoeling, evenals voor veel andere grondwaterafhankelijke systemen, een van de belangrijkste hindernissen voor een gezond functioneren.

Evenals in de zuurdere ventypen, worden zwak vennen en wielen ook beïnvloed door de natte zomers van de afgelopen jaren. Er treedt enige alkalinisatie van het sediment op, maar deze is naar

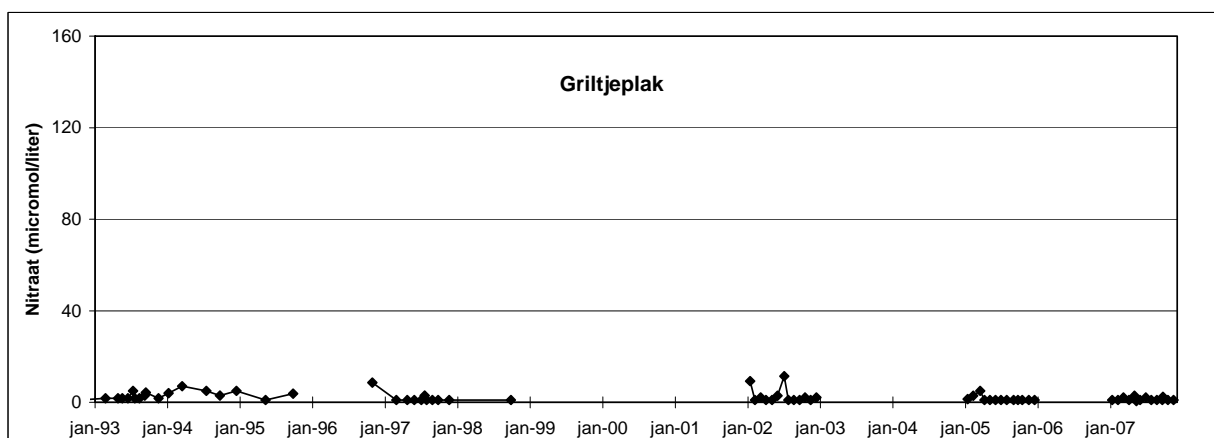
verhouding gering (tabel 4.4). De mobilisatie van fosfaat en ammonium ligt echter in dezelfde orde van grootte als in de zuurdere vennen (tabel 4.5).



Afbeelding 4.41: Verloop van de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater van de Banen (Nederweert) sinds het herstel in 1993.



Afbeelding 4.42: Verloop van de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater van de Broekse wielen (Grave) sinds het herstel in 1992.



Afbeelding 4.43: Verloop van de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater van de duinplas Griltjeplak (Terschelling) sinds het herstel in 1992

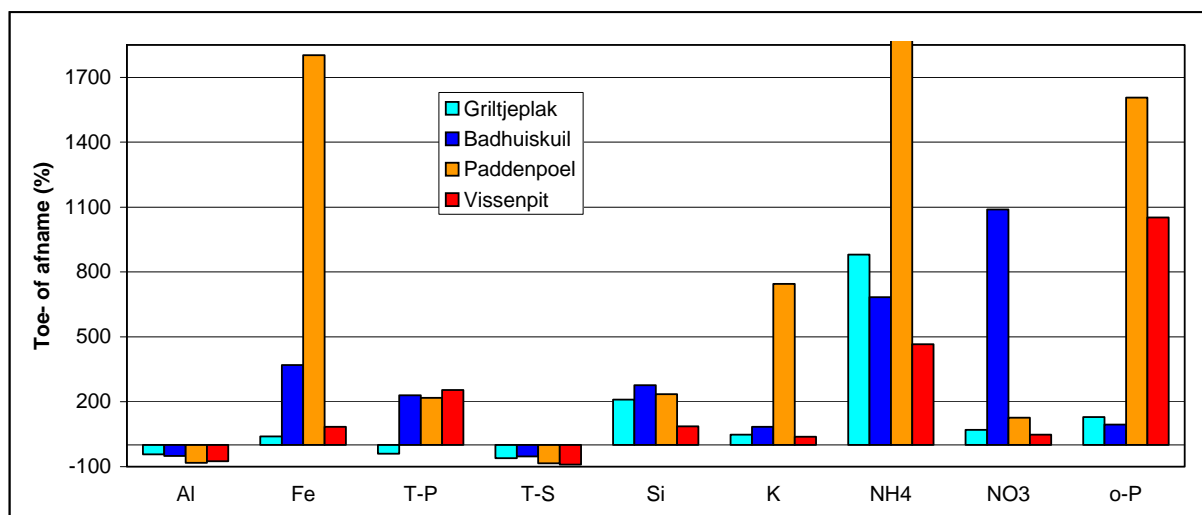
Wanneer we de wijzigingen in het bodemvocht in het sediment van gebufferde vennen en duinplassen onderling vergelijken, worden er onderlinge verschillen zichtbaar. Allereerst zijn de aangetroffen concentraties zeer variabel. In de tijd en ruimte treden onregelmatige pieken op. In tabel 4.10 zijn daarom de maximum aangetroffen concentraties van twee perioden met elkaar vergeleken. In de periode 1994-1998, dus over het algemeen 2 tot jaar na herstel, zijn de maximum ammoniumconcentraties in het sediment laag en ook de totale fosforconcentratie is laag. De orthofosfaatconcentratie is nog wat constanter en vertoont minder pieken. In de periode 2005-2007, dus ongeveer 15 jaar na herstel, is de beschikbaarheid van ammonium in alle systemen toegenomen. Dit geldt het sterkste voor de duinpoelen op Voorne en voor het door meeuwen vermoste deel van de Badhuiskuil. Ook de maximum fosforconcentraties zijn hier toegenomen, in tegenstelling tot in de Broekse wielen, de Banen en het Griltjeplak.

Tabel 4.10: Maximum concentraties totaal fosfor (T-P) en ammonium (NH₄) in het bodemvocht van 2 zwak gebufferde vennen en 4 duinplassen. De periode enkele jaren na herstel is vergeleken met de periode ongeveer 15 jaar na herstel. In totaal zijn 74 monsters bekeken.

	1994-1998		2005-2007	
	T-P max	NH ₄ max	T-P max	NH ₄ max
Broekse Wielen	2,8	74	1,4	109
Banen	9,5	78	5,7	144
Griltjeplak	9,1	20	3,6	245
Badhuiskuil	9,9	72	23,1	819
Paddenpoel	13	6	22,4	1166
Vissenpit	10	71	26,5	494

Wanneer we de veranderingen in de gemiddelde samenstelling van het bodemvocht bekijken voor de duinplassen, zien we voor alle duinplassen dezelfde trend (afbeelding 4.44). De concentraties aluminium en zwavel nemen af, terwijl de concentraties ijzer, fosfor, silicium, kalium, ammonium en nitraat toenemen. De redoxpotentiaal van de bodem lijkt dus af te nemen; sulfaat wordt vastgelegd als gereduceerd zwavel, ijzer wordt gereduceerd en lost op, waarbij ook fosfaat oplost en de gereduceerde stikstofvorm (ammonium) neemt veel sneller toe dan de geoxideerde stikstofvorm (nitraat). Ook de geleidelijke ophoping van organisch materiaal draagt waarschijnlijk bij aan de vermosting van de onderwaterbodem. Dat zou een verklaring kunnen zijn voor de toegenomen kaliumconcentratie.

Een opvallend onderling verschil is de veel sterkere toename van de concentratie orthofosfaat in de duinpoelen op Voorne. Dit kan een gevolg zijn van de kalkrijkere omstandigheden, die de afbraak en daarmee de anaerobie stimuleren. Het kan echter ook het gevolg zijn van het kleine formaat, waardoor de windwerking geringer is en het sediment sneller anaeroob wordt. Ook vindt er in deze kleine poelen relatief veel bladinwaai plaats. In ieder geval vallen de waargenomen stijgingen in de beschikbaarheid van voedingsstoffen goed samen met de ontwikkeling van de vegetatie. De ontwikkeling van met name helofyten is het snelste in de duinpoelen van Voorne en het traagste in Griltjeplak.



Afbeelding 4.44: Toename of afname van de gemiddelde concentratie van een aantal stoffen in het bodemvocht van 4 duinplassen. De periode enkele jaren na herstel is vergeleken met de periode ongeveer 15 jaar na herstel. In totaal zijn 36 monsters bekeken.

4.5.b Kiezelwieren en sialgalen

Kiezelwieren gebufferde vennen

Kiezelwierenanalyses uit dit type zijn beschikbaar uit De Banen en de Broekse Wielen. De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.9 en 3.10.

De negen monsters uit de boorkern van De Banen zijn allemaal niet erg goed te dateren (Joosten e.a. 1992). Vermoedelijk zijn ze afgezet in de 19^e en 20^e eeuw. Alhoewel er grote verschillen zijn tussen de monsters van oude (1929-1939) kiezelwierenmonsters en de boorkern liggen ze in het diagram van Afbeelding 6 toch niet ver uit elkaar. De monsters uit periode 3 (kort voor het baggeren) uit De Banen en de Broekse Wielen hebben een groter aandeel van soorten uit voedselrijk en (organisch) verontreinigd water dan die uit de boorkern en de oude monsters van De Banen. Na het baggeren neemt in de Banen het aandeel van de doelsoorten sterk toe (van 7% voor tot 47% na het baggeren), maar op den duur neemt dit weer af (tot 19%). De EKR, die steeg van 0,45 voor het baggeren tot 0,67 kort erna is vervolgens weer gezakt tot 0,57. In de Broekse Wielen steeg de EKR van 0,63 acht jaar voor de maatregelen tot 0,67 dertien jaar na de maatregelen. Er zijn in beide plassen nog steeds veel soorten uit (neutraal tot alkalisch) voedselrijk water aanwezig.

Het baggeren in De Banen heeft dus geleid tot een substantiële vermindering van de eutrofië- en storingsindicatoren. In de Broekse Wielen is het moeilijk om wezenlijke veranderingen vast te stellen.

Sialgalen gebufferde vennen

Alleen in De Banen zijn de sialgalen onderzocht (Tabel 3.3). Aan het eind van de jaren tachtig was de natuurwaarde van de sialgalen van De Banen gelijk aan 5. Kort na het uitvoeren van de maatregelen werden twee nieuwe soorten voor de Nederlandse flora ontdekt (*Cosmarium bireme* en *Roya closterium*). Hoewel het ven op de natuurwaardeschaal voor sialgalen 8 van de 10 te behalen punten kreeg toebedeeld, waren daar toch kanttekeningen bij, omdat complete genera, die in 1929 wel aanwezig waren bij de bemonstering van 1998 ontbraken, terwijl een aantal indicatoren voor verhoogde voedselrijkdom, die eertijds niet werden gevonden, in 1998 wel werden aangetroffen. Dat zou kunnen duiden op een instabiele overgangstoestand (Coesel 1998b). Hoewel in 2005 weer een aantal Rode-Lijstsoorten werd aangetroffen, lag de natuurwaarde toen gemiddeld op 6,5.

Net als bij de kiezelwieren is er dus bij de sialgen kort na het baggeren een sterke verbetering van de kwaliteit, die naderhand weer wat terugvalt.

Kiezelwieren gebaggerde duinplassen

Kiezelwierenanalyses uit dit type zijn beschikbaar uit Gritjeplak en Badhuisplak. De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.8 en 3.10.

De monsters uit de duinplassen verschillen sterk van die van de vennen, voornamelijk door het optreden van de ubiquist (en zuurstofindicator) *Achnanthes minutissima* en het (vrijwel) ontbreken van verzuringsindicatoren en triviale soorten uit zuur water. Daarentegen zijn er meer storingssoorten (soorten uit wateren met veel afbreekbaar organisch materiaal) en voedselrijke wateren aanwezig, vooral in de monsters van 1972. In de Badhuiskuil is dat in sterkere mate het geval dan in het Gritjeplak.

Tussen 1972 en 1986 lijkt, op grond van de ligging van de monsters in Afbeelding 3.8, de alkaliniteit van beide plassen iets te zijn afgenomen, bij gelijkblijvende voedselrijkdom. In de Badhuiskuil neemt kort na het baggeren de voedselrijkdom iets toe, maar niet in het Gritjeplak. In het Gritjeplak is er dan op de langere termijn nog een sterke verandering, voornamelijk door de toename van de ubiquist *A. minutissima*, maar ook van een doelsoort als *Cymbella cesatii*.

In beide plassen samen is er een afname van het gemiddelde aantal soorten, van 23-24 voor en kort na de maatregelen tot 14 op de langere termijn. Ook het aantal bijzondere soorten lijkt te zijn afgenomen, van meer dan drie vóór de maatregelen, tot minder dan twee erna. De EKR vertoont een zwalkend patroon.

De maatregelen in de Badhuiskuil hebben dus uiteindelijk niet veel effect op de kiezelwieren. In het Gritjeplak lijken de kiezelwieren een verbetering van de kwaliteit te indiceren, vooral wat betreft de zuurstofhuishouding en afname van de voedselrijkdom.

Sialgen gebaggerde duinplassen

Uit de twee onderzochte duinmeren zijn slechts sialgenmonsters beschikbaar uit 1972 en 1979, dus betrekkelijk lang voor het uitvoeren van de maatregelen. De natuurwaarde was toen slechts matig. De Badhuiskuil lijkt gemiddeld soortenrijker, maar dat kan goed komen doordat die toen door ervaren onderzoekers is bezocht, terwijl het monster uit het Gritjeplak door een beginnend studente is geanalyseerd.

Kiezelwieren gebaggerde duinpoelen

Kiezelwierenanalyses uit dit type zijn beschikbaar uit Vissepitje, Paddepoel en het Pitje van Jan van Louis. De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.8 en 3.10.

De monsters onderscheiden zich van de overige locaties door het optreden van grotere hoeveelheden van *Navicula cryptotenelloides*, een soort van kalk- en voedselrijke wateren. Bijzonder voor de duinpoelen zijn soorten als de reeds genoemde *Cymbella cesatii*, maar ook kleine hoeveelheden van *Epithemia adnata*, *Rhopalodia gibba*, *Amphipleura pellucida* en *Mastogloia smithii*, die vroeger algemeen waren in (niet overmatig) voedselrijke Nederlandse oppervlaktewateren, zoals meren in de Hollandse duinen (Londo 1967), maar tegenwoordig zeldzaam zijn.

Uit de ecologische spectra (Afbeelding 3.9) zijn geen grote veranderingen af te leiden tussen de tijdvakken voor en na het baggeren, maar de ordinatie geeft een beter beeld. In de Paddepoel toont de ordinatie eveneens weinig verandering, maar in het Vissepitje is die er wel degelijk. De afname van de score op de tweede as indiceert een verslechtering van de waterkwaliteit (toename voedselrijkdom, minder hoge zuurstofconcentraties), wat in overeenstemming is met de vertroebeling van het water door de vis, zoals die ook tijdens de bemonstering werd geconstateerd

(Van Dam 2007). Uit het Pitje van Jan van Louis zijn geen monsters van vóór het baggeren bewaard gebleven, maar het recente monster geeft een uitstekende waterkwaliteit aan.

De soortenrijkdom en de EKR van de poeltjes vóór en na het baggeren verschillen nauwelijks van elkaar.

De diatomeeën uit goed onderhouden duinpoelen van Voorne zijn karakteristiek voor schoon, voedsel- en kalkrijk water. Bij introductie van vis vertroebelt het water en zijn deze karakteristieke soorten minder talrijk

4.5.c Vegetatie

Niet verzuurde wateren bezitten over het algemeen een goede zaadbank van lang levende zaden. Veel van deze wateren zijn dan ook al in de eerste jaren na herstel gekoloniseerd door een mozaik van soorten uit de doelvegetatie. Ook hier valt weer op dat soorten die kooldioxide opnemen uit de waterlaag vooral in de eerste jaren na herstel op de voorgrond treden. De Badhuiskuil stond in de eerste jaren na herstel vol met donker glanswier (*Nitella opaca*), en is daarna niet meer waargenomen. In de Banen waren vlottende bies, teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*), doorschijnend glanswier, brokkelig kransblad (*Chara globularis*) en ondergedoken moerasscherm vooral in de eerste jaren massaal aanwezig. In de Broekse Wielen gold dit voor waterpostelein (*Lythrum portula*), waterviolier (*Hottonia palustris*), vlottende bies, ondergedoken moerasscherm en doorschijnend glanswier. Daarna is in veel wateren een min of meer stabiel vegetatiepatroon ontstaan, waarin isoetiden een grotere rol gekregen hebben. Alleen in de wateren met een buffercapaciteit van meer dan 1 milli-equivalent per liter zijn bicarbonaat gebruikende soorten dominant geworden en gebleven, met name kranswieren in de duinpoelen met hard water op Voorne.

Duinwateren

De onderzochte duinpoelen op Voorne zijn maximaal enkele tientallen meters in doorsnede. Ondanks de geringe afmetingen is de vegetatie soortenrijk. In de waterlaag kwamen kranswieren al snel na het opschonen tot dominantie en dat is in veel poeltjes nog steeds zo. Vooral stekelharig kransblad (*Chara major*) en ruw kransblad (*C. aspera*) zijn vaak dominant aanwezig. De groei van hogere planten blijft vaak beperkt tot ongelijkbladig fonteinkruid, een kleinbloemige variant van fijne waterranonkel (*Ranunculus aquatilis* var. *diffusus*) en soms weegbreefonteinkruid (*Potamogeton coloratus*). Op de oevers heeft zich een gevarieerde vegetatie van natte duinvalleien gevestigd, die aanvankelijk ook veel fragmenten van de dwergbiezengemeenschappen bevatte. Door de relatief voedselrijke bodem, de inwaai van bladmateriaal en de aanvoer van mest door grote grazers vindt een snelle groei van helofyten plaats. Daar waar deze niet door begrazing of maaien in toom wordt gehouden, vindt snelle verlanding plaats. In de Vissenspit zat tijdens een veldbezoek inderdaad vis, waardoor er ook algenbloei optrad in de waterlaag (van Dam, 2007).

Pitje van Jan van Louis

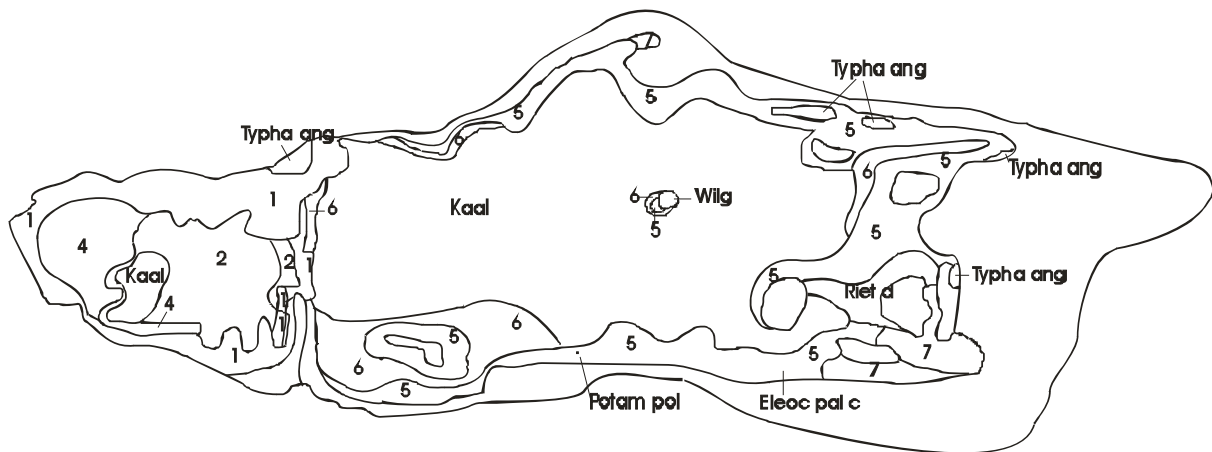
Het Pitje van Jan van Louis is een kleine duin poel gelegen in de duinen van Oostvoorne. De poel bestaat uit twee delen; de zuidelijke poel en de noordelijke poel. De poelen zijn in 1991 geschoond. *Chara hispida* is in de watervegetatie van de zuidelijke poel een dominante soort, en *Drepanocladus fluitans*, *Lemna trisulca* en *Phragmites australis* zijn hier talrijk. Op de geleidelijk oplopende oeverzone staan ondermeer *Berula erecta*, *Bolboschoenus maritimus*, *Pulicaria dysenterica*, *Carex oederi oederi* en *Samolus valerandi*. De noordelijke poel wordt gedomineerd door *Lemna trisulca*. *Chara hispida* komt hier ook voor maar niet zo talrijk als in de zuidelijke poel. Aan de noordzijde groeit veel *Phragmites australis* en *Typha latifolia* in het water. De oevervegetatie is vergelijkbaar met die van de zuidelijke poel. Ook in 1986 was *Chara hispida* de dominante soort van de zuidelijke poel. In dat jaar werd ook *Potamogeton gramineus* waargenomen. Deze is echter in 2007 niet meer

aangetroffen. De zuidelijke poel werd in 1986 totaal gedomineerd door Zygnematales spec (draadalg). Deze is inmiddels helemaal verdwenen.

In 2007 waren de duinplassen op Terschelling voor meer dan de helft begroeid met doelvegetaties (afbeelding 4.45 & 4.46). De diepste delen waren nagenoeg vegetatieloos en waren tijdens de kartering ongeveer een meter diep. In Griltjeplak zijn de iets minder diepe delen begroeid met kranswiervegetaties. Daar waar golfslag een rol speelt was oeverkruid dominant van een halve meter diep tot tegen de hoogwaterlijn. De wat luwere en niet te diepe delen waren het terrein van ongelijkbladig fonteinkruid en en stijve moerasweegbree (*Echinodorus ranunculoides*). In al deze vegetatietypen was de slibophoping minimaal. In de noordpunt waren luwe delen met wat slibophoping begroeid met een min of meer eutrafente vegetatie, waarin o.a. heen (*Bulboschoenus maritimus*) en ruwe bies (*Schoenoplectus tabernaemontani*) veel voorkwamen. In de zuidpunt heeft zich op zeer luwe plekken met enige slibophoping pilvaren gevestigd. De ondiepe delen worden vrijwel overal vrij snel door riet gekoloniseerd. Dit riet wordt met enige regelmaat gemaaid, waardoor bijvoorbeeld waterpunge (*Samolus valerandi*) en enkele exemplaren noordse rus (*Juncus balticus*) en knopbies (*Schoenoplectus lacustris*) zich hier weten te handhaven.

In de Badhuiskuil bevindt zich in de diepste delen vrij veel slib. Het heeft zich al in de eerste jaren na herstel gevormd. Als gevolg van de uitwerpselen van enkele honderden overnachtende mantelmeeuwen kende de plas vrijwel voortdurend algenbloei. Die algenbloei is vrij snel opgehouden nadat de meeuwen zich na enkele jaren hebben verspreid over diverse (vaak opgeschoonde) duinplassen. Dit slib bestaat nog steeds uit een losse massa van dode algen, die zich door windwerking tamelijk makkelijk verplaatst. Het meeste slib komt zo behalve in de diepe delen ook in de luwe oosthoek terecht, achter enkele eilandjes. Hier domineren helofyten en eutrafente waterplanten. De slibarme delen zijn grotendeels begroeid met dezelfde doelvegetatie als in Griltjeplak, maar de kranswieren ontbreken grotendeels.

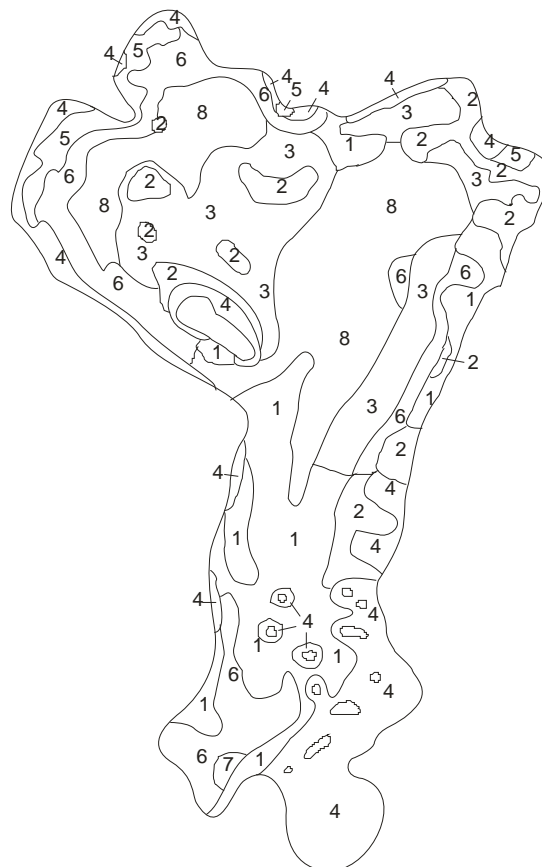
Een zeer bijzonder aspect van de Badhuiskuil is de goed ontwikkelde dwergbiezengemeenschap op oevers van de ondiepe westhelft. Tussen een mat van oeverkruid staan hier al vele jaren dwergzegge (*Carex oederi*), dwergglas (*Radiola linoides*), dwergrus (*Juncus pygmaeus*), dwergbloem (*Anagallis minima*), draadgentiaan (*Cicendia filiformis*), waterpostelein, liggende vetmuur (*Sagina procumbens*), greppelrus (*Juncus bufonius*), moerasdroogbloem (*Gnaphalium uliginosum*) en borstelbies (*Isolepis setacea*). Ook is een keer koprus (*Juncus capitatus*) waargenomen. De groeiplaats wordt jaarlijks sterk betreden door maaimaterieel en staat minstens de helft van het jaar onder water. In Griltjeplak is de dwergbiezengemeenschap zeer fragmentair te vinden aan de hoogste randen van de geplagde delen. Het ontbreekt hier aan voldoende hooggelegen oevers en ook de betreding en maaifrequentie is hier minder. Ook is het water in Griltjeplak fosfaatarm en zijn er veel meer plekken met kwel van ijzerhoudend grondwater dat fosfaat kan vastleggen. De meest karakteristieke soorten uit de dwergbiezengemeenschap kunnen met zeer weinig stikstof toe, maar hebben wel enig fosfaat nodig (Brouwer e.a., 2001).



- 1 = Littorella met Nanocyperion
- 2 = ijl Echinodoro-Potametum
- 4 = Eleocharis palustris/Potamogeton gramineus
- 5 = Littorella/Phragmites
- 6 = ijl en iets vermeerst Echinodoro-Potametum
- 7 = Helofytenvegetatie

Afbeelding 4.45: Vegetatiekaart van de Badhuiskuil, gemaakt in september 2007. *Typha ang* = veldjes met kleine lisdodde (*Typha angustifolia*). De m.n. aan de oostkant brede buitenrand bestaat uit struweel en hoge helofyten. Vegetatie-opnamen zie bijlage 12.

Griltjeplak 21-9-07



- 1 = Phragmites/Potamogeton gramineus
- 2 = Littorella uniflora, ondergedoken
- 3 = Chara aspera (& C. Globularis)
- 4 = Littorella uniflora, drooggevallen
- 5 = Helofyten
- 6 = Echinodoro-Potametum
- 7 = Flularia globulifera
- 8 = Vegetatieeloos

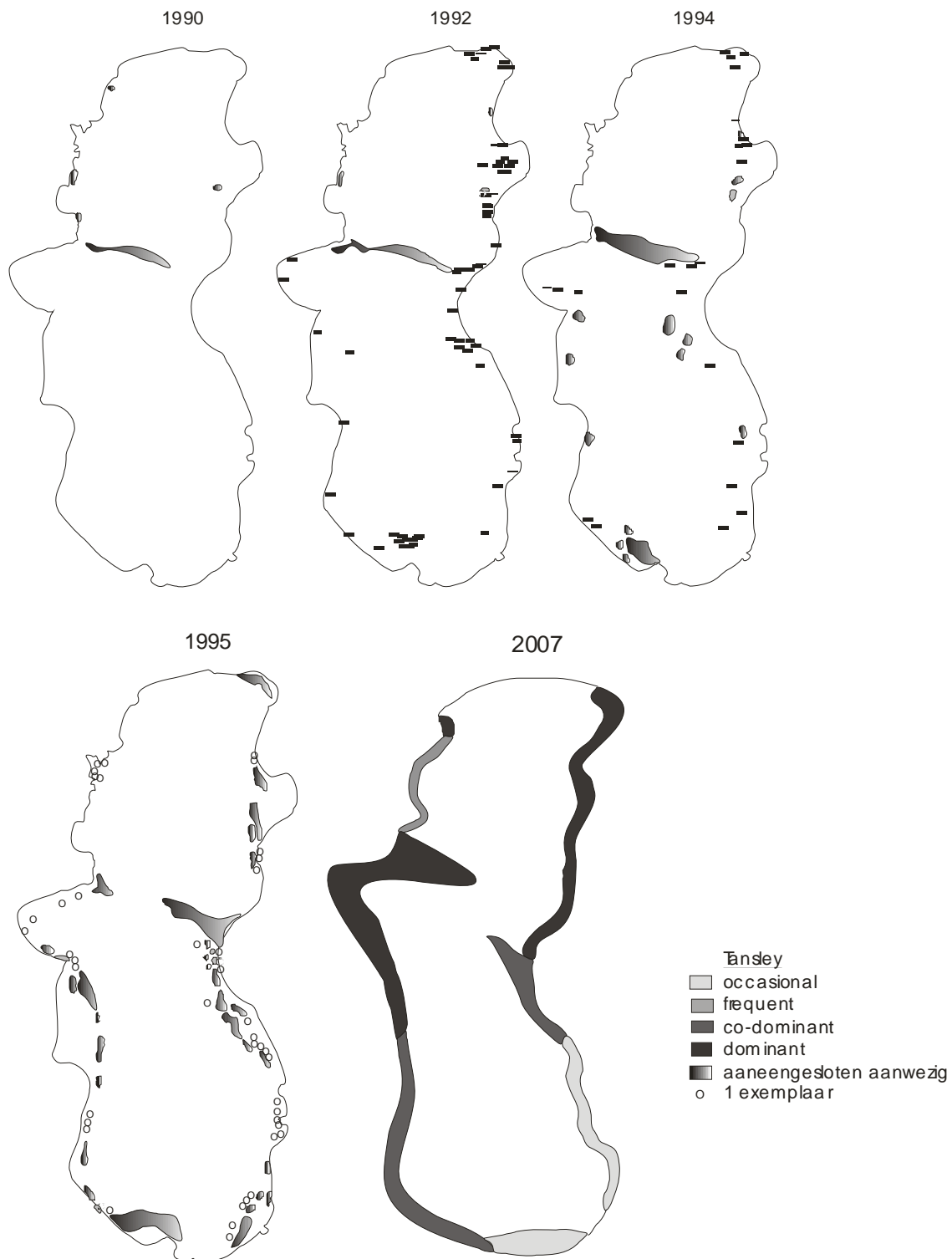
Afbeelding 4.46: Vegetatiekaart van Griltjeplak. Vegetatie-opnamen zie bijlage 12.

Zwak gebufferde vennen

De zwak gebufferde vennen zijn gemiddeld iets voedselrijker dan de typische, zeer zwak gebufferde, oeverkruidvennen. In de bodem is soms veen of leem aanwezig. Er stroomt meer en ouder grondwater toe, waardoor o.a. iets meer fosfaat en kooldioxide aanwezig is. En in veel vennen is er een aanzienlijke vervuiling met nitraat (afbeelding 4.41 & 4.42). De iets hogere trofiegraad zorgt ervoor dat isoetiden niet ver afdalen in de waterlaag. Zo heeft zich rond de Broekse Wielen in de loop van ruim tien jaar een bijna gesloten ring van oeverkruid gevestigd, ongeveer vanaf de hoogwaterlijn tot iets onder de laagwaterlijn (afbeelding 4.47). In de Banen groeit in plaats van oeverkruid een brede gordel van kruipende moerasweegbree in deze zone. Ook de andere zachtwatersoorten bevinden zich in deze gordel; moerashertshooi en stekelbiesvaren in de Banen en drijvende waterweegbree, vlottende bies, waterpostelein en ondergedoken moerasscherm in beide wateren. De laatste drie vertonen daar een voorkeur voor wat slibbigere plaatsen, waar ze tijdens inundatie koolzuur ontvangen door slibafbraak en tijdens droogvallen kunnen profiteren van koolzuur uit de lucht. Ook het bedreigde veenmosvuurzwammtje (*Hygrocybe coccineocrenata*) is vaak talrijk in deze zone, niet alleen in de zwak gebufferde vennen maar ook in het Beuven, het Rietven, de Keyenhurk en de Badhuiskuil.

Dieper in het water valt de bodem vrijwel nooit droog en is deze aanzienlijk voedselrijker. Ook is er hier door troebeling van het water (algenbloei, humuszuren, zwevende deeltjes) periodiek erg weinig licht. De rijke vegetatie van waterlaag vullende planten uit de eerste jaren na herstel is ingestort en grotendeels weggebleven. Teer vederkruid is zeer verspreid aanwezig. Doorschijnend glanswier wordt nog maar incidenteel waargenomen. De minder diepe plaatsen in de Banen worden wel vaak bedekt met gesteeld glaskroos.

Broekse Wielen verspreiding *Littorella uniflora*



Afbeelding 4.47: Verspreiding van oeverkruid (Littorella uniflora) in de Broekse wielen voor herstel (1990) en in de jaren na herstel.

Doorschijnend glanswier is in 2007 alleen aangetroffen in een klein wiel van de Broekse wielen dat in 1992 slechts voor de helft is opgeschoond en waar deels nog bomen overheen hangen. Na herstel

werd hier o.a. waterlepelkje (*Ludwigia palustris*) ontdekt, maar dit verdween al vrij snel door oprukkende helofyten. Ook de successie in de waterlaag verliep snel. Een flinke plek met doorschijnend glanswier werd in 2007 aangetroffen tussen ijle en vrij diep groeiende helofyten. Het zeer beschutte water was hier helder en de bodem was bedekt met een flinke sliblaag, waardoor de waterlaag waarschijnlijk vrij rijk was aan kooldioxide. Het lijkt er dus op dat zachtwatersoorten die hun koolstof uit de waterlaag betrekken zijn aangewezen op de wat slibrijkere plekken, en dat geldt vooral voor soorten die niet tegen uitdroging kunnen. Amfibische soorten vinden een uitwijkplaats op droogvallende oevers, maar zijn ook daar vrijwel beperkt tot de wat slibbiger delen, waarschijnlijk als gevolg van de vele natte zomers van de afgelopen jaren.

Stelkampsveld (Beekvliet) Littorellaven

Het Stelkampsveld in Beekvliet omvat twee venachtige laagten. De venachtige laagte (Littorellaven) het dichtst aan de weg gelegen is vrij zuur (pH 4.66) en soortenarm. De oeverzone bestaat uit een zone met veelstengelige waterbies en oeverkruid. Het ven is in 1984/1985 geschoond en de oever geplagd. Het terrein wordt gemaaid, waardoor oeverkruid zich hier dus al meer dan 20 jaar kan handhaven.

Rauwven

Het Rauwven is een ondiep ven gelegen in een bos waarvan het maaiveld hoger ligt dan het ven zelf. Het ven is in 1992 geschoond. Twee jaar geleden is 1/4 deel van de oever geplagd. Een groot gedeelte van het ven heeft een minerale bodem. Het ondiepe en droge deel van het ven heeft een organische bodem. Aan de randen van het ven komen hier en daar verlandingsituaties voor. Op het moment van het bezoek stond er weinig water in het ven. In het open water is alleen *Eleocharis palustris* waargenomen. In het centrale deel (droog) en langs de randen zijn verder kleine zonnedauw (*Drosera intermedia*), veelstengelige waterbies, veenpluis (*Eriophorum angustifolium*), moerashertshooi (*Hypericum elodes*) en witte snavelbies (*Rhynchospora alba*). Daar waar er een verlandingsituatie voorkomt groeit duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), wateraardbei (*Potentilla palustris*), vlottende bies (*Eleogiton fluitans*) en Plat blaasjeskruid (*Utricularia intermedia*). Vergeleken met 2004 is er in het ven wat vegetatie betreft weinig veranderd. Zie verder ook: IWACO, Herstelplan voor het Rauwven.

De Snep

De Snep is een langs de Noordervaart in Midden-Limburg gelegen ven. Het ven is in 1994 geschoond. De venbodem bestaat uit mineraal zand. In het water komt massaal brokkelig kransblad (*Chara globularis*) voor. Plaatselijk groeit er ook veel gesteeld glaskroos (*Elatine hexandra*) en haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*) op de venbodem. Aan de randen van de Snep staan plantenrijke helofytenzones waar in het totaal 44 plantensoorten zijn waargenomen. Aan de zuidoost zijde van het ven komt in de oever plaatselijk veel moersertshooi voor. Daarnaast staat hier ook vrij vensikkelmos en veelstengelige waterbies. Verspreid staan er ook ondergedoken moerasscherm (*Apium inundatum*), galigaan (*Cladium mariscus*), drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) en vlottende bies. In 1997 werd in het ven plaatselijk nog veel duizendknoopfonteinkruid aangetroffen, deze is in 2007 niet meer waargenomen. De planten diversiteit van het ven is in 10 jaar tijd flink toegenomen. Wel moet aangemerkt worden dat in 1997 niet het hele ven is opgenomen en het dus mogelijk is dat er toen soorten zijn gemist.

Tabel 4.11: vegetatie in de waterlaag van enkele herstelde duinplassen en zwak gebufferde vennen in 2007. Bedekking in procenten van het totale oppervlak.

naam	Kroonpolders	Teeslinkven	De Snep	Rauwven	Stelkampsveld	Stelkampsveld
pH	8.31	7.59	7.65	5.78	4.66	8.57
opm					Littorella ven	Chara ven
soort						
Apium inundatum		3				
Carex versicaria		1				
Chara globularis v virgata			60			
Chara ingata						8
Chara sp	3					
Cladium mariscus		3				
Draadalg sp	8					
Drepanocladus fluitans			3			
Drosera intermedia		1				
Elatine hexandra			15			
Eleocharis multicaulis		60			15	60
Eleocharis palustris pal.		3		3		15
Fontinalis antipiretica	22					
Gallium palustre						3
Glyceria fluitans			8			
Hippuris vulgaris	3					
Hydrocotyle vulgaris		3			3	3
Hypericum elodes		3				9
Iris pseudocoris		3				
Juncus articulatus					1	
Juncus bulbosus		8	8		8	8
Lemna minor	1	1				
Lemna trisulca	3		1			
Littorella uniflora		1			1	9
Lycopus europaeus		3				
Lysimachia vulgaris						8
Molinia caerulea					3	
Myriophyllum spicatum	8					
Phragmites australis		3	3			60
Pilularia globulifera		8				3
Potamogeton gramineus						60
Potamogeton natans			3			
Potamogeton pectinatus	8					
Potamogeton trichoides	8		15			
Pseudocalliergon lycopodioides						9
Ranunculus baudotii	3					
Ranunculus flammula		3				8
Samolus valerandi						3
Scirpus fluitans			1			3
Scirpus lacustris			3			3
Sparganium erectum	1					
Sphagnum cuspidatum					60	
Sphagnum denticulatum					1	
Succisa pratensis						3
Utricularia vulgaris/australis	1	15				
Zannichellia pal. pedicellata	8					

Teeslinkven

Het Teeselinkven is een klein ven, te midden van intensief gebruikte landbouwgronden. Het ven is in het verleden aangelegd en gebruikt als ijsbaan. In de jaren tachtig (1982 en 1988) zijn delen van het ven tot op de minerale laag afgeschoven. De ondiepe, opgeschoonde delen zijn deels dichtgegroeid met riet. Plaatselijk heeft ook de galigaanvegetatie zich uitgebreid. De vegetatie gegevens in dit rapport hebben echter betrekking op het diepere, opgeschoonde deel van het ven aan de westkant. De natuurwaarden van dit deel van het ven is hoog. Naast de dominant aanwezige veelstengelige waterbies komen soorten voor als ondergedoken moerasscherm, moerassmele (*Deschampsia setacea*), moerashertshooi, oeverkruid en pilvaren. In en op de oever zijn verder nog snavelzegge, galigaan, veenpluis, moeraswolfsklauw en vlottende bies waargenomen. Ook in 1992

waren deze soorten, in dit gedeelte van het ven, al aanwezig. Ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamogeton gramineus*) die in 1992 nog wel is waargenomen, is in 2007 niet meer aangetroffen. Het opgeschoonde ven is rijk aan macrofauna, met o.a. de habitatrichtlijnsoort gevlekte witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*).

Aan de oostkant ligt een opgeschoond deel dat later nog eens is uitgediept. Hierin is weinig watervegetatie aanwezig. De oever is vooral dichtgegroeid met riet. Aan de oostkant grenst een hoge rug, die in landbouwkundig gebruik is. Vanuit deze rug komt nitraatrijk water naar het ven toestromen. Voor een uitgebreide beschrijving van het ven zie: Natura 2000-gebied 59.

Stelkampsveld (Beekvliet) Charaven

Het Stelkampsveld in Beekvliet omvat twee venachtige laagten. Wat verder van de weg gelegen ligt het *Chara*-ven, een aantal laagten met een dijkje er door heen. Het *Chara*-ven is gebufferd en niet zuur (pH 8.57). In het *Chara*-ven komt de *Rompgemeenschap van Oeverkruid* over een groot oppervlak voor. Riet groeit er overal door heen. In het *Chara*-ven komt veelstengelige waterbies voor met waterpunge (*Samolus valerandi*). Deze begroeiing is bestendig op plagplekken over een periode van ca. 10 jaar. In de loop van deze periode treedt successie op en na 10 jaar is waterpunge verdwenen. Andere soorten die in deze vegetatie voor komen zijn knolrus, gewone waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*), moerasstruisgras (*Agrostis canina*), gewone waterbies (*Eleocharis palustris*) en egelboterbloem (*Ranunculus flammula*). De moslaag wordt gedomineerd door wolfsklauwmos (*Pseudocalliergon lycopodioides*). Het ven is in 1984/1985 geschoond en de oever geplagd. Het terrein wordt gemaaid

4.5.d Fauna

Baggeren gebufferde vennen zonder waterinlaat

Broekse wielen

Venkaracteristieke fauna (mn. *Pseudochironomus prasinatus*) is in de opgeschoonde wielen toegenomen, vooral in het ondiepere zuidelijke deel van het ven. In twee nabijgelegen niet-herstelde wielen is de toename van karakteristieke veel minder. Hier is een kleine toename van de dansmug *Telmatopelopia nemorum* waargenomen, welke ook voor kan komen in broekbossen.

In de opgeschoonde wielen zijn enkele zeldzame soorten aangetroffen, die indicatief zijn voor plassen met een goede waterkwaliteit. Dit zijn de watermijt *Frontipoda musculus* en waterkever *Haliplus varius*.

Echter ook in de niet-opgeschoonde wielen zijn diverse zeldzame soorten aangetroffen, waaronder de waterkever *Hydrochus elongatus*, watermijt *Piersigia intermedia*, en dansmug *Schineriella schineri*. Deze soorten komen elders vooral in laagvenen voor.

In de Broekse wielen komen diverse soorten amfibieën voor, waaronder de kleine watersalamander, alpenwatersalamander en kamsalamander. Echter, de opgeschoonde wielen bevatten ook grote aantallen vis (baars, snoek, rietvoorn, kleine modderkruiper) waardoor voortplanting van amfibieën weinig succesvol is. De niet-herstelde wielen, die een veel lagere visstand hebben, zijn voor deze salamandersoorten wel geschikte voortplantingswateren.

Banen

Abundantieverschuivingen in de Banen gaan twee richtingen op. Allereerst is er ten opzichte van 1983 een 12 % toename van soorten van oligotrofe vennen. Anderzijds zijn eutrafente soorten ook met 14% toegenomen, wat te wijten is aan de bovenbeschreven vermesting van het ven. Het ven herbergt een grote populatie medicinale bloedzuigers. Tevens is hier de kempische heidelibel (*Sympetrum depressiusculum*) aangetroffen. Het is echter onduidelijk deze soort zich hier ook voortplant. De Banen is een belangrijk broedgebied is voor diverse water- en moerasvogels (o.a. Bruine Kiekendief, Georde Fuut, Zomertaling), doordat bij de uitvoering van maatregelen een

groot deel van de rietgordel gespaard is. Echter, er broeden en pleisteren op het ven ook grote aantallen grauwe ganzen, welke een belangrijke vermestingsbron vormen (zie hoofdstuk 5).

Rauwven

In het Rauwven zijn in de loop der tijd populaties van kamsalamander en knoflookpad verdwenen. Waarschijnlijk is dit het gevolg van een zonnebaarsinvasie. Begin jaren negentig is het ven dieper gemaakt om te voorkomen dat het ven in perioden van droogte droog zou vallen, waardoor het voortbestaan van beide amfibieën bedreigd zou worden (RAVON ongepubliceerd). Zeer waarschijnlijk heeft de zonnebaars van deze ingreep geprofiteerd en zich sterk kunnen uitbreiden.

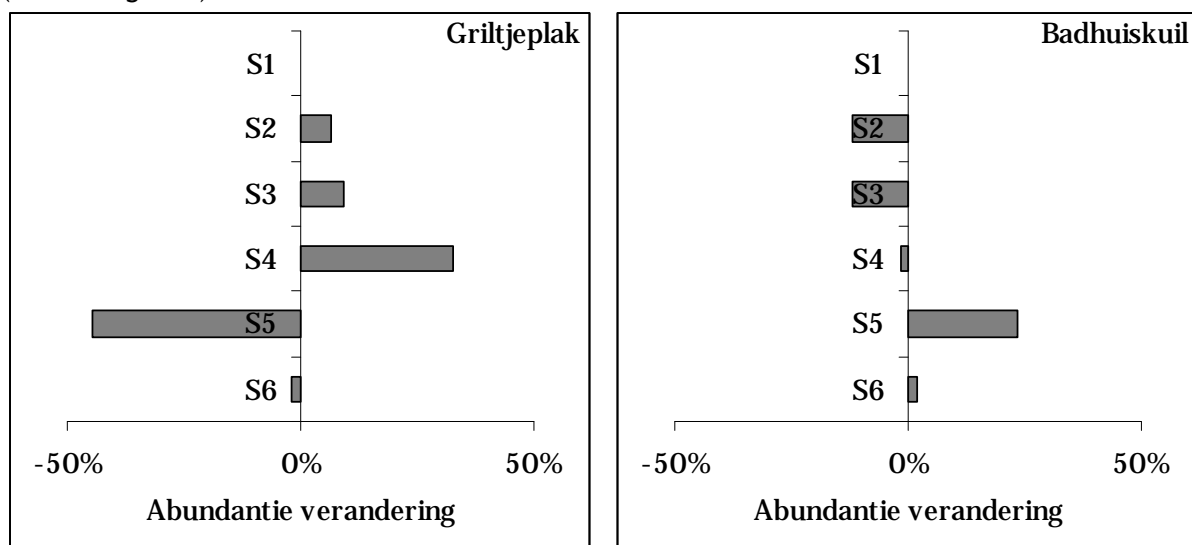
Snep, Stelkampsveld, Teeselinkven

In deze gebaggerde vennen zonder waterinlaat zijn geen opmerkelijke waarnemingen van libellen verricht. Alleen in de Snep zijn veel soorten waargenomen. Dit is echter een artefact van het nabijgelegen kanaal waar een groot deel van deze soorten vandaan komt (o.a. de kanaaljuffer, bruine korenbout en breedscheenjuffer)

Baggeren duinplassen

In tegenstelling tot de onbeheerde Kroonpolders is in de gebaggerde duinplassen de soortenrijk toegenomen. Abundantieverschuivingen in de Gritjeplak zijn vergelijkbaar met die in gebaggerde vennen en duiden op een sterke oligotrofiëring. De ontwikkeling in de Badhuiskuil daarentegen wijst op vermesting. In de opgeschoonde plassen zijn meer karakteristieke soorten aangetroffen dan in de onbeheerde plas, waaronder de zeldzame watermijt *Hydryphantes planus* en de waterkever *Hygrotus novemlineatus*.

Het baggeren van vennen heeft geleid tot een toename van strategieën die duiden op een constant milieu (S2 en S4) met hooguit geringe abiotische stress (S4). Oligotrofiëring wordt duidelijk uit de afname van S5 (afbeelding 3.15). Door de eutrofiëring van de Badhuiskuil zijn verschuivingen optreden vergelijkbaar met de onbeheerde Kroonpolders. Dit wordt goed geïllustreerd met de sterke toename van S5, die bestaat uit soorten die zijn aangepast aan het leven in zuurstofarme wateren. De veranderingen in de overlevingsstrategieën in de Gritjeplak vertonen een tegengesteld beeld en komen overeen met verschuivingen die in gebaggerde vennen zijn waargenomen (Afbeelding 4.47).



Afbeelding 4.47: Gemiddelde abundantie verschuivingen van overlevingsstrategieën in de duinplassen Gritjeplak en Badhuiskuil.

4.5.e Samenvatting baggeren gebufferde vennen en duinplassen

Het slagen van herstel van niet verzuringsgevoelige, voedselarme wareren is vooral afhankelijk van de mate waarin vermessing kon worden bestreden en de mate waarin hernieuwde vermessing kon worden voorkomen. In veel wateren waren na herstel nog vermessingsbronnen aanwezig; nitraatrijk grondwater in de Banen en de Broekse Wielen, bladinwaai in het Vissenpitje, veel watervogels in de Badhuiskuil en de Banen en nalevering uit niet opgeschoonde delen in de Banen en de Broekse wielen. Ook is er langs de gebufferde wateren meer sprake van helofytengroei en boomopslag, waardoor een intensiever vervolgbeheer nodig is: begrazing in de Broekse Wielen en op Voorne, maaien in de Banen en op Terschelling.

In de Badhuiskuil zijn lokaal dikke sliblagen aanwezig als gevolg van de algenbloei uit de tijd dat er veel meeuwen op de duinplas overnachtte. Macrofyten, macrofauna en microflora zijn in die tijd sterk achteruit gegaan. Sindsdien is weer een flink herstel opgetreden in de vegetatie. Ook in het Gritjeplak is lokaal sprake van slibontwikkeling, vooral na jaren met een weinig fluctuerende waterstand. Woekering van met name Gewoon sikkelmos (*Drepanocladus aduncus*) en Bronmos (*Fontinalis antipyretica*) vond plaats in de Banen. Deze is weer gestopt door de peilfluctuatie in het ven te vergroten en het bos verder terug te zetten. Op dit moment vormt de permanente aanwezigheid van 100-200 grauwe ganzen een belangrijke bron van vermessing. Het Vissenpitje kent recent perioden met algenbloei, vermoedelijk als gevolg van het uitzetten van vis en van bladinwaai van nabije bomen. Ook in de Broekse wielen treedt tijdens perioden met hoge waterstanden algenbloei op.

Niettemin is er ook op de middellange termijn sprake van een duidelijk en soms spectaculair herstel. Dit is het duidelijkst in de wateren met de minste (hernieuwde) vermessing; het Gritjeplak en de Paddenpoel. De voormalige vegetatie heeft zich hier al snel vrijwel compleet hersteld en handhaaft zich tot op heden. De macrofauna en in mindere mate de microflora indiceren voedselarmere omstandigheden en het aantal doelsoorten heeft zich engszins hersteld. In het referentiewater voor de duinen, de Kroonpolderplas, heeft in dezelfde periode een duidelijke voortgang plaatsgevonden van slibophoping en verlanding en zijn karakteristieke flora en fauna van duinplassen achteruit gegaan. Er zijn geen referentiesituaties bestudeerd voor zwak gebufferde vennen, maar de vegetatie in niet opgeschoonde Broekse Wielen is of verder achteruitgegaan of zeer slecht gebleven. Ondanks de waargenomen problemen, kunnen we dus concluderen dat de herstelmaatregelen in belangrijke mate hebben bijgedragen aan het behoud van karakteristieke flora en fauna.

4.6 Zwavelproblematiek in vennen: Venkoelen

De Venkoelen is pas aan het einde van het jaar 2000 gebaggerd, maar is toch opgenomen in deze evaluatie omdat de in veel vennen spelende zwavelproblematiek hier erg duidelijk naar voren is gekomen. Het ven ontvangt grote hoeveelheden ijzer- en sulfaatrijk grondwater (Smolders e.a., 2004). Daarnaast was een veenbodem aanwezig, die eind vorige eeuw sterk aan het afbreken was. In het ven bevond zich een grote drijftil, met onder andere holpijp (*Equisetum fluviatile*), waterdriehblad (*Menyanthes trifoliata*), slangenwortel (*Calla palustris*) en waterscheerling (*Cicuta virosa*). Langs de randen was een hoogveenvegetatie aanwezig met o.a. kleine veenbes en diverse veenmossen.

Onder de zure tot zwak gebufferde omstandigheden was de afbraaksnelheid van organisch materiaal laag en kon veenvorming plaatsvinden. Vermoedelijk is lokaal afbraak van veen op gang gekomen door de bekalking die ten behoeve van de visvangst werd toegepast (Smolders e.a., 2004). Deze afbraak maakt ook sulfaatreductie mogelijk, waarbij extra buffering gegenereerd wordt. Vooral onder de drijftil heeft dit zichzelf versterkende proces geleid tot interne eutrofiering en alkalinisatie. Aan de andere kant vond na droge zomer extreme verzuring plaats als gevolg van pyrietoxidatie.

In het jaar 2000 was de veenbodem en de drijftil al grotendeels omgezet in slib. De boven genoemde plantensoorten waren sterk achteruitgegaan of al verdwenen. Geconstateerd werd dat vanwege de hoge sulfaatbelasting het risico op voortgaande veenafbraak erg groot zou blijven, ook na verwijdering van slib en van afgetakelde drijftillen. Er is daarom gekozen om te streven naar het doeltype zwak gebufferd ven met een grotendeels minerale bodem. Alle afgebroken organisch materiaal, inclusief het restant van de drijftil, is verwijderd; plaatselijk zijn intacte veenresten op de bodem achtergebleven. Het waterpeil werd iets minder hoog opgestuwd, zodat de invloed van zuur, lokaal grondwater werd verminderd en de invloed van gebufferd, regionaal grondwater iets kon toenemen.

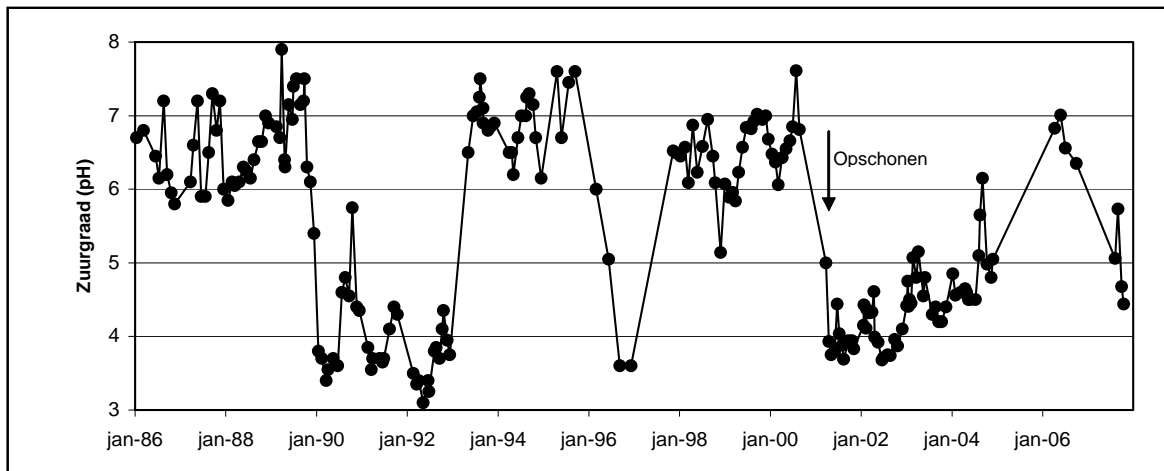
4.6.a Water- en bodemkwaliteit

In de droge jaren 1976, 1991 en 1996 vond een sterke verzuring plaats (afbeelding 4.49). Dit ging gepaard met een enorme mobilisatie van sulfaat (afbeelding 4.50). Het slib, dat plaatselijk voor 40% uit ijzer bestond, had grote hoeveelheden sulfaat vastgelegd in de vorm van pyriet. Dit pyriet zorgde voor extreme afwisselingen van gebufferde perioden met een pH van ongeveer 7 en zeer zure perioden met een pH van 3 tot 4. Tijdens natte perioden steeg de zuurgraad en de buffercapaciteit zeer snel. De buffering was dikwijls meer dan 1 milli-equivalent per liter en was er dus sprake van (matig) hard water.

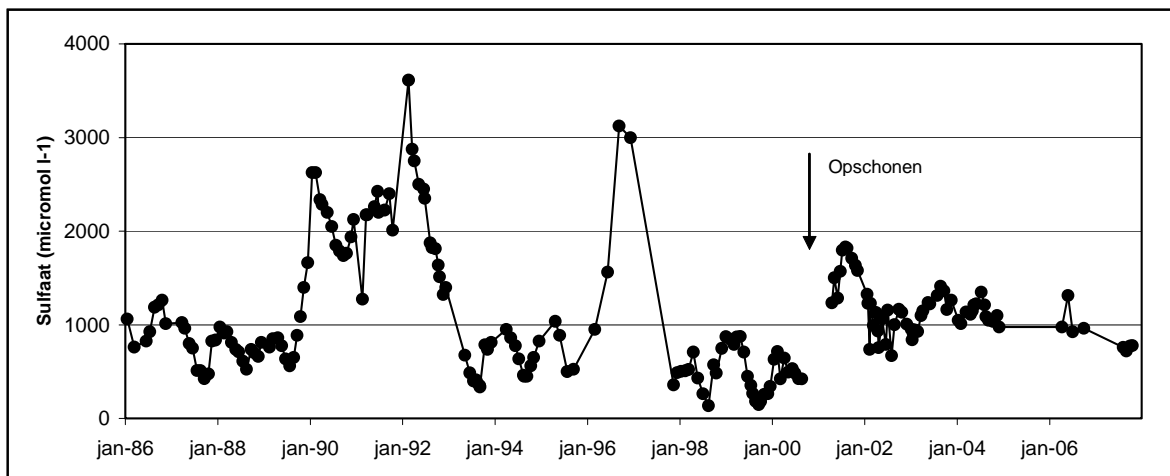
Het slib werd verwijderd nadat het water uit het ven was afgelaten. Na verwijdering van het slib in 2000, vond daarom een soortgelijke verzuring plaats als in droge zomers. De gevormde hoeveelheden sulfaat waren echter belangrijk lager, de piekconcentratie bleef beneden de 2 millimolair, terwijl in de jaren 1991 en 1996 concentraties boven de 3 millimolair werden bereikt. Een tweede opvallend aspect is het zeer geleidelijke herstel van de pH. Dit kon geen gevolg zijn van een tekort aan zwavel, want met het grond- en oppervlaktewater werden nog steeds grote hoeveelheden aangevoerd. De remmende factor was zeer waarschijnlijk de beschikbaarheid van afbreekbaar organisch materiaal.

In 2006 is de zuurgraad weer gestegen naar pH 7, maar is de buffercapaciteit nog slechts 0,2 millimol per liter. Na het opschonen is de pH en buffercapaciteit stabiel en is er sprake van zwak tot zeer zwak gebufferd water. In 2006/2007 is een opvallende daling van de pH opgetreden, die niet samenvalt met de mobilisatie van sulfaat. De verzuring was een gevolg van de natte omstandigheden en het iets te hoog opstuwen van het ven. Hierdoor is er vooral lokaal, zuur grondwater naar het ven toegestroomd.

Ondanks de hoge waterstanden, zakt de sulfaatconcentratie niet meer terug naar de waarden van natte perioden voor het opschonen. De snelheid van de sulfaatreductie is door het verwijderen van het slib dus langdurig geremd.



Figuur 4.49: pH van de waterlaag van de Venkoelen in de periode 1986-2007. Het ven is eind 2000 opgeschoond (pijl).



Figuur 4.50: Sulfaatconcentraties in de waterlaag van de Venkoelen in de periode 1986-2007. Het ven is eind 2000 opgeschoond (pijl).

Dankzij de toestroom van ijzerrijk grondwater is de fosfaatbeschikbaarheid in de Venkoelen vrijwel voortdurend laag gebleven, zowel voor als na de hersteloperatie. De ammoniumconcentratie is net als in andere vennen sterk teruggelopen. Eind jaren tachtig en begin jaren negentig van de vorige eeuw werden regelmatig concentraties gemeten van meer dan 200 micromol per liter, meestal tegelijk met hoge sulfaatconcentraties. Na opschonen komen deze pieken niet meer boven de 50 micromol per liter.

4.6.b Kiezelwieren

Kiezelwierenanalyses uit dit type zijn beschikbaar uit de Venkoelen (natuurgebied Zwart Water). De ontwikkelingen zijn vermeld in de Bijlagen 9-11 en de Afbeeldingen 3.9 en 3.10.

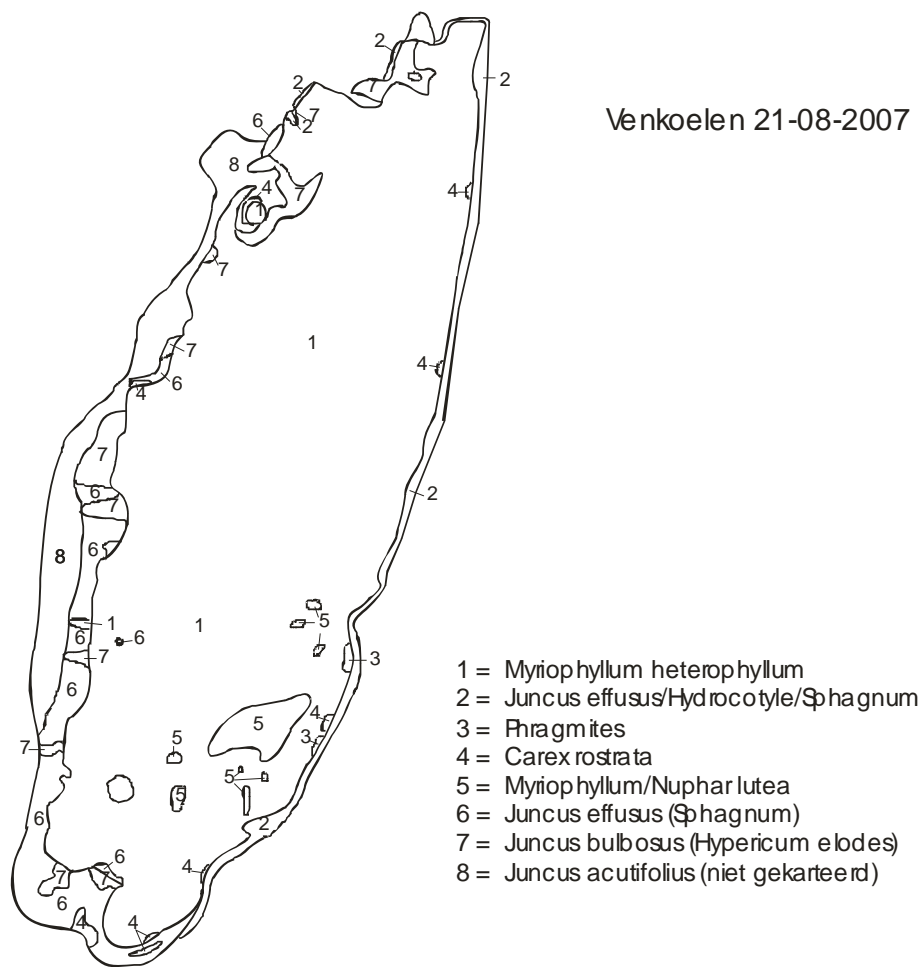
Het ven is pas in 2001 gebaggerd, zodat eventuele duurzame ontwikkelingen nog niet kunnen worden waargenomen. Kort voor het baggeren waren er naast de gewone soorten uit zuur water in verhouding veel soorten uit voedselrijke en organisch belaste wateren aanwezig. Kort na de ingreep ontstond een sterk verzuurde situatie (80% van de verzuringsindicator *Eunotia exigua*). In dit ven komen gemiddeld 1,3 soorten voor die uniek zijn in het onderhavige bestand. Dat is in verhouding veel, maar dat betekent niet dat dit ven een bijzondere waterkwaliteit heeft. Het gaat vooral om *Navicula riparia*, die kenmerkend is voor zure wateren met een hoge belasting van organisch afbreekbaar materiaal.

Vóór het baggeren was de soortenrijkdom (16) vergelijkbaar met die in de referentievennen. Na het baggeren was deze lager (gemiddeld 10). Het gemiddeld aantal bijzondere soorten lijkt iets te zijn toegenomen (van 2,3 naar 3,0). De kwaliteit volgens de EKR is gedaald van 0,53 (matig) naar 0,32 (ontoereikend).

De diatomeeën uit de Venkoelen indiceren op alle fronten na het treffen van maatregelen een afname van de kwaliteit, die daarvoor ook al slecht was.

4.6.c Vegetatie

Een groot deel van het wateroppervlak in de Venkoelen bestond voor herstel uit een sterk afgetakelde drijftil. Deze aftakeling was het gevolg van interne eutrofiering op gang gebracht door alkalinisatie en de aanvoer van sulfaatrijk grondwater. Een dergelijke ontwikkeling is in veel meer vennen opgetreden, bijvoorbeeld de Banen en het Moseven (Verbeek e.a., 2006). De drijftil is in zijn geheel verwijderd, waarna een groot open water ontstond. In de eerste jaren na herstel was knolrus dominant, vooral in de zuidelijke helft van het ven. Ook werd al snel weer een niet bloeiend vederkruid aangetroffen, dat ook net voor het opschonen al eens was waargenomen. Deze bloeide uitbundig in 2003 en werd toen herkend als een exoot: ongelijkbladig vederkruid (*Myriophyllum heterophyllum*) (Peeters, 2004). In de daarop volgende jaren is dit vederkruid in staat gebleken om het hele ven te koloniseren. De soort is zo dominant geworden dat in 2007 verder alleen nog gele plomp (*Nuphar lutea*) is aangetroffen in het diepere water (afbeelding 4.51).



Afbeelding 4.51: Vegetatiekaart van de Venkoelen (Venlo) in 2007. Vegetatie-opnamen zie bijlage 12.

Op de oever zijn nog twee andere exoten aangetroffen: watercrassula (*Crassula helmsii*) en breed pijlkruid (*Sagittaria latifolia*). De enkele polletjes watercrassula die zijn aangetroffen zijn in hun geheel van de oever verwijderd: ook deze soort kan erg dominant worden, zoals bijvoorbeeld gebleken is in het Padvindersven, waar de soort nu gelukkig verdwenen is, en het naburige Flesven. Karakteristieke plantensoorten van zachte wateren zijn dus aangewezen op de oever. Deze is voor een deel volgegroeid met pitrus en hogerop ook veldrus. Er is een smalle strook overgebleven die voor pitrus te nat is en voor ongelijkbladig vederkruid te vaak droogvalt. In het zuiden is deze zone zeer smal en voornamelijk begroeid met knolrus. In het noorden is deze strook breder en zijn ook moerashertshooi, gesteeld glaskroos en enkele planten drijvende waterweegbree en vlottende bies aanwezig. Helaas is dit tevens de favoriete rustplek voor een groep grauwe ganzen, waardoor de oever ernstig vermet is.

Naast exotische planten zijn ook exotische dieren aanwezig: onder andere roodwangschildpad, goudvis en karper. Ook zijn langs de oever korven met zegges gevonden die zo uit een tuincentrum afkomstig leken. En in het ven dreven enkele planten glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*), een zeer onwaarschijnlijke soort voor de nogal zure Venkoelen. Behalve door zwavelproblematiek wordt het ven dus ook zwaar geplaagd door exoten die door de mens aangevoerd worden. Dit heeft waarschijnlijk alles te maken met de nabijheid van Venlo, de ligging langs een doorgaande, verharde weg, de aanwezigheid van een picknickplek en van een wandelroute rond het ven. De ontwikkeling van levensgemeenschappen van zwak gebufferde vennen in de Venkoelen is tot nu toe teleurstellend verlopen. De doelvegetatie is matig ontwikkeld op een klein deel van de oever.

De microflora is weinig karakteristiek voor vennen en weerspiegelt zowel verzuring als vermisting. De macrofauna is niet onderzocht, maar de rijkelijke aanwezigheid van allerlei vissen en het gebrek aan interne variatie doet vermoeden dat de macrofauna er niet op vooruit is gegaan door het herstel.

Het is onbekend waardoor ongelijkbladig vederkruid zo dominant kan worden, mogelijk heeft dit te maken met de combinatie van een (zwak) zure, voedselarme waterlaag en een gebufferde, tamelijk voedselrijke bodem. Ook de voortdurende aanvoer van kwelwater dat rijk is aan kooldioxide draagt waarschijnlijk bij aan de snelle groei.

Door het verwijderen van het overgrote deel van de zwavelvoorraad is de pH van het ven aanzienlijk stabiel geworden. Maar de venbodem is nog steeds zeer gevoelig voor verzuring bij droogval en er worden nog steeds grote hoeveelheden sulfaat aangevoerd met grond- en oppervlaktewater.

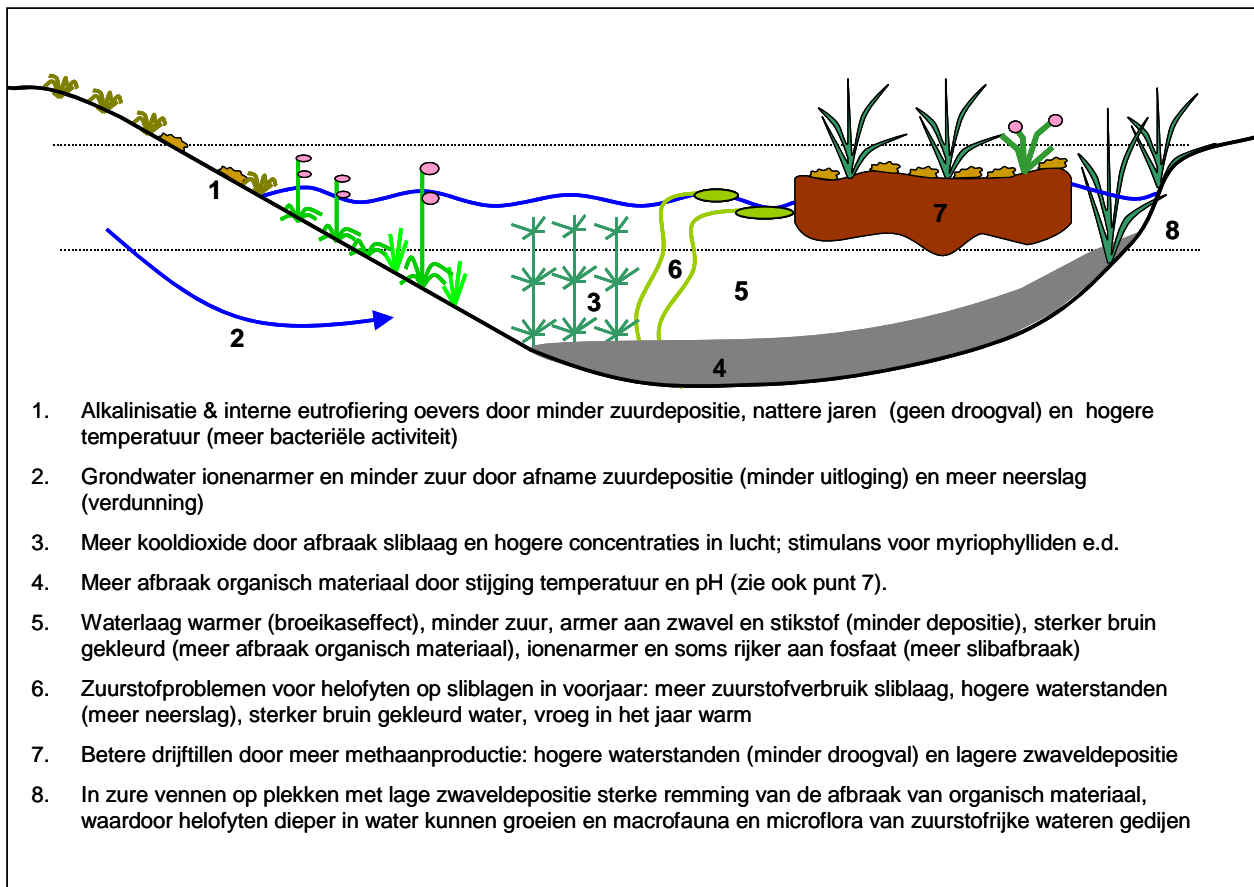
De ontwikkelingen in de Venkoelen laten zien dat het zeer moeilijk is om de afbraak van organisch materiaal te stoppen wanneer zich eenmaal grote hoeveelheden zwavel in een ven hebben opgehoopt. Bij (gedeeltelijke) droogval worden grote hoeveelheden zwavel gemobiliseerd, wat in natte perioden weer leidt tot versnelde afbraak van organisch materiaal. De bijkomende alkalinitasie versterkt dit proces. Na droogval vindt sterke verzuring van de waterlaag plaats, waardoor de afbraak theoretisch weer sterk geremd zou moeten worden. Na vernatting vindt echter weer zeer snel alkalinitasie en sulfaatreductie plaats. Dit wijst er op dat ook na droogval de bodem plaatselijk nog sterk alkalisch is, zodat vanuit deze plekken weer snel alkalinitasie van de waterlaag plaatsvindt.

Het verwijderen van vrijwel alle organisch materiaal is een zeer drastische methode om dit proces te stoppen, maar is wel effectief gebleken. Na de ingreep is de beoogde waterkwaliteit voor een (zeer) zwak gebufferd ven min of meer bereikt. Helaas vindt de bijbehorende vegetatieontwikkeling niet plaats, omdat ongelijkbladig vederkruid de groei van alle andere waterplanten onmogelijk heeft gemaakt. De constante aanvoer van grondwater dat rijk is aan kooldioxide draagt in de Venkoelen bij aan de groei van een exoot, maar zou evengoed de groei van ondergedoken waterplanten als vlottende bies, duizendknoopfonteinkruid en doorschijnend glanswier mogelijk kunnen maken, in ieder geval op minerale (zwavelarme) bodem. Op de oever is bemesting door ganzen een bijkomend probleem.

5 Herstelmogelijkheden

5.1 Ontwikkelingen in referentievennen

In de afgelopen 20 jaar is er ook in de niet herstelde vennen heel veel veranderd. Om het effect van herstelmaatregelen te kunnen doorgronden is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in de invloed van onder andere klimaatverandering en een verminderde depositie op het functioneren van vennen. Dit is niet uitputtend onderzocht, waardoor er vele onzekerheden overblijven. In het hierna volgende worden de dominante processen op een rijtje gezet, inclusief de meest voor de hand liggende interacties (afbeelding 5.1).



Afbeelding 5.1: Enkele mogelijke gevolgen voor vennen van de wijziging in milieu-omstandigheden die de afgelopen 20 jaar zijn opgetreden: stijging van temperatuur, meer neerslag, meer kooldioxide in de lucht, afgenomen depositie van zwavel en stikstof, afname zuurdepositie.

De organische fractie van het sediment speelt een belangrijke rol in de waargenomen veranderingen in de referentievennen. Helaas wordt er erg weinig gemeten in onderwaterbodems van vennen en duinplassen. Het sediment van opgeschoonde vennen heeft in 2007 een duidelijk verhoogde buffercapaciteit in vergelijking met de jaren 1994-1998. De waterlaag van niet opgeschoonde vennen is minder zuur geworden en uit herhaalde metingen in een groot aantal Noord-Brabantse vennen blijkt tevens dat de hoeveelheid humuszuur en orthofosfaat in de waterlaag is toegenomen (van Kleef e.a., in voorbereiding). Dit duidt er op dat de afbraak van organisch materiaal sneller verloopt. In niet opgeschoonde vennen gaat zuurstofminnende macrofauna achteruit en gaan

saprotrofe kiezelwieren vooruit. Ook dit duidt op een versnelde afbraak en een verhoogd zuurstofverbruik.

Aan de andere kant zijn de sulfaatconcentraties in de waterlaag van vennen sterk afgenomen. Sulfaatreductie is een bacterieel proces, waarbij tevens afbraak van organisch materiaal plaatsvindt. Een lagere sulfaatconcentratie remt dus de afbraak van organisch materiaal.

In de Noord-Brabantse vennen lijkt het effect van een hogere temperatuur en pH te overheersen; de afbraak verloopt hier waarschijnlijk sneller. De sulfaatconcentraties zijn hier nog altijd vrij hoog. In de Drentse vennen, de Bergvennen en de Gerritsfles zijn de sulfaatconcentraties erg laag geworden. Vooral in de zuurdere vennen in de noordhelft van Nederland lijkt het remmende effect van een zeer lage sulfaatconcentratie te overheersen. De microflora heeft zich hier goed hersteld. Verder groeien helofyten als snavelzegge en gewone waterbies hier opvallend diep in het water op sterk organische bodems, iets wat waarschijnlijk alleen mogelijk is in bodems die niet te veel zuurstof verbruiken. Tussen deze diep groeiende helofyten is de concentratie kooldioxide hoger omdat de waterbeweging hier zeer gering is. Ook heeft de beginnende veenmosvegetatie hier houvast aan de helofyten en vindt geen droogval plaats. Zo kan aquatische veenmosgroei op gang komen; bijvoorbeeld in de Ganzenpoel. In Kliplo en de Gerritsfles zijn dergelijke vegetaties ook aanwezig, maar lijken ze de afgelopen decennia stabiel.

De afgenomen zwavelconcentraties zijn waarschijnlijk ook gunstig voor drijftillen. Bij sulfaatconcentraties in de waterlaag van meer dan 300 micromol/liter wordt sulfaatreductie dominant over methaanproductie (Smolders e.a., 2002). Deze drempelwaarde wordt tegenwoordig zelden meer gehaald, enerzijds door de lage zwaveldepositie en anderszijds doordat als gevolg van de nattere zomers vennen minder vaak droogvallen. Dat laatste remt de drijftilvorming sowieso heel sterk. En omdat de zwavelophoping in het sediment is afgenomen, leidt droogval ook tot minder hoge sulfaatpieken in de waterlaag. Verminderde zwaveldepositie en nattere zomers zijn dus gunstig voor drijftilvorming.

In opgeschoonde vennen is de organische fractie klein geworden en is ook een zeer groot deel van de totale zwavelvoorraad verdwenen. Door het gebrek aan organisch materiaal vindt geen drijftilvorming plaats en is de bodem te voedselarm voor uitbundige groei van helofyten. De hierboven beschreven gevolgen van milieuveranderingen treden in opgeschoonde vennen in veel mindere mate op.

5.2 Effectiviteit van de gevolgde herstelmaatregelen

In deze evaluatie zijn de volgende herstelmaatregelen onderzocht:

- Verwijderen van sliblagen
- Plaggen en vrijstellen van oevers
- Verhogen van de waterstand
- Bekalken van vennen
- Inlaat van gebufferd water

In deze paragraaf wordt de effectiviteit van elke afzonderlijke maatregel besproken. Ook wordt gekeken naar de effectiviteit in combinatie met andere maatregelen, in de diverse watertypen en in de verschillende regio's van Nederland.

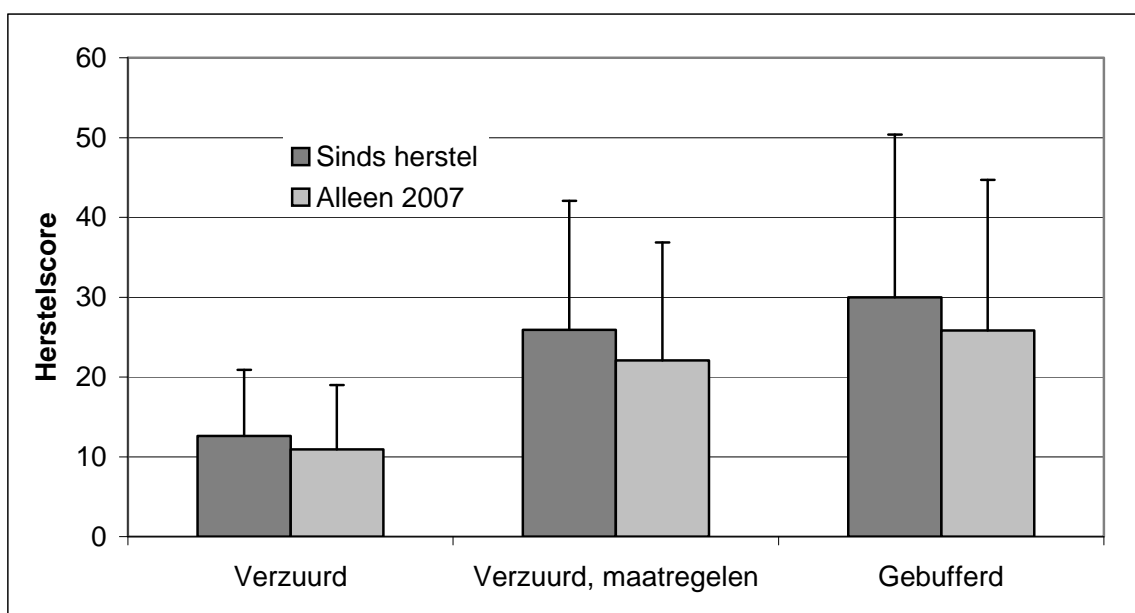
Tabel 5.1 geeft een overzicht van de mate waarin hogere planten reageren op de herstelmaatregelen. Omdat alleen de hogere planten in beschouwing zijn genomen komen de duinpoeltjes op Voorne slecht uit de verf. Deze worden vaak gedomineerd door meerdere soorten kranwieren en hier is dus wel degelijk sprake van succesvol herstel, ook op de middellange termijn. Iets dergelijke geldt ook voor de hoogveenvennen. Deze worden plaatselijk gedomineerd door fraaie veenmosvegetaties. Bovendien waren enkele typische hoogveenbewoners als kleine veenbes

(*Oxycoccus palustris*), lavendelheide (*Andromeda polifolia*) en ook klein blaasjeskruid (*Utricularia minor*) in 1990 nog niet op de rode lijst geplaatst en is natte heide hier vaak goed ontwikkeld.

Tabel 5.1: Ontwikkeling van de vegetatie na de genomen herstelmaatregelen in vennen en duinplassen. Per water is bekeken hoe veel soorten van de rode lijst uit 1990 (ten tijde van de uitgangssituatie) zijn teruggekomen en in welke mate. Soorten van de hogere oever, b.v. van natte heide, zijn niet meegenomen. Zowel de totale score als de in 2007 vastgestelde score (dus zonder de rode cijfers) is weergegeven. Baggeren zuur = opschonen van zure of verzuringsgevoelige wateren. Rode lijst waarde: 4 = ernstig bedreigd, 3 = bedreigd, 2 = kwetsbaar, 1 = gevoelig.

		Bruin cypegras	Canadees hertshooi	Dradgentiaan	Drijvende egestkop	Drijvende waterweegbree	Duizendknoopfonteinkruid	Dwergbloem	Dwergrus	Enarig wollegras	Galliaan	Gesteeld glaskroos	Grondster	Kleinste egestkop	Koprus	Kruipende moerasweegbree	Loos blaasjeskruid	Moerasrertshooi	Moerassmele	Moerasruid	Ondergedoken moerasscherm	Ongelijkladig fonteinkruid	Pilvaren	Plat blaasjeskruid	Dwergglas	Riemplies	Stekelbesvaren	Slijve moerasweegbree	Teer vederkruid	Waterlobelia	Wegbreefonteinkruid	Wijdloeiende rus	Witbloemige watterranonkel	Herstelscore totale periode	Herstelscore 2007			
Maatregel	Rode lijst 1990	1	4	4	4	2	2	3	4	2	2	1	2	2	4	2	2	2	4	3	2	2	2	4	3	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3		
Baggeren & inlaat	Beuven				2						2	3		1		2	2	3	1	4	1	2	2				2								69	61		
Baggeren gebufferd	Badhuiskuil		2			2	2	2							1						3	1	2													66	60	
Baggeren gebufferd	Griltjeplak					2	1	1			2											3	1	3	2	1											54	42
Baggeren gebufferd	Banen				2						3					4	1	3			1	2	2	2			2									52	47	
Baggeren gebufferd	Broekse wielen	2			2			1													3	2									1					41	34	
Baggeren gebufferd	Teeselinkven										3					3	3	2			2	3														38	38	
Baggeren & inlaat	Beuven-zuid									2	2					2		1		3	2					1			1							33	23	
Baggeren & inlaat	Eilandven			2																	3									4						33	33	
Baggeren & inlaat	Keyenhurk					1										3		4					3										2			32	30	
Baggeren & inlaat	Rietven				1						2										3	1	3							2						31	25	
Baggeren gebufferd	Stelkampsveld 2															3		3			3	4	2													27	27	
Baggeren zuur	Ronde ven	1																			3															25	21	
Baggeren & inlaat	Groot Meer west										3	2									4					1	1										25	19
Baggeren zuur	Leikeven				2						3					3		3			4								1							29	25	
Baggeren gebufferd	De Snep				2	1					2	3					3		1	2																26	21	
Baggeren zuur	Esschenven				3						3						3					1	2													21	19	
Baggeren & inlaat	Voorste Goorven				2	1					2					2		3				1														20	16	
Baggeren gebufferd	Rauwven						3											3						2													20	20
Baggeren & bekalken	Scherpven																	3			3															19	19	
Baggeren gebufferd	Paddenpoel							1														3															18	11
Baggeren zuur	Pluzenven																				3																17	17
Baggeren zuur	Ganzenpoel																				3																17	17
Baggeren & aflaat	Venkoelen				2	1						2				2	2					3															16	14
Baggeren & bekalken	Schapedobbe				1	2															2																14	10
Baggeren & inlaat	Witven					2										2		3																			14	14
Baggeren zuur	Grenspoel			2																	2																14	14
Baggeren zuur	Brunstingerplas																				4																12	12
Baggeren zuur	Padvindervan																				3																12	9
Baggeren gebufferd	Vissenspit																					2						1									10	4
Baggeren & bekalken	Bieze						3																														9	6
Baggeren zuur	Langepoel																				3																9	9
Baggeren zuur	Steenhaarplas																				1																7	0
Vernatten	Echtenerzand										3																										6	6
Baggeren zuur	Meeuwenpoel																				2																6	6
Baggeren zuur	Stelkampsveld 1																				2																6	6
Baggeren zuur	Oortven																				1																7	0
Baggeren gebufferd	Pitje Jan Louis																					1															2	0
Vernatten	Diepveen																																				0	0
Baggeren zuur	Davidsplassen																																				0	0
Bekalken	Munven																																				0	0

Met deze kanttekeningen in het achterhoofd ontstaat een heel duidelijk beeld. Op de middellange termijn is in het merendeel van de wateren sprake van succesvol herstel. Een groot deel van de oorspronkelijke plantengroei is teruggekeerd, en vaak ook over aanzienlijke oppervlakten en voor vele jaren. De meeste soorten hebben ruimschoots zaad gezet en waarschijnlijk is er weer een aanzienlijke zaadbank opgebouwd. Ook al zou de doelvegetatie binnen afzienbare tijd verdwijnen, dan nog kan deze de komende 50 jaar weer vrij eenvoudig hersteld worden door de ingreep te herhalen. De oorspronkelijke doelstelling, het “overleven”, is hiermee ruimschoots gehaald.



Afbeelding 5.2: Gemiddelde herstelscore van 3 typen maatregelen: opschonen van verzuurde/verzuringgevoelige wateren, opschonen en weer bufferen van verzuurde of verzuringgevoelige wateren en opschonen van niet verzuurde/verzuringgevoelige wateren. Voor berekening van de herstelscore, zie tabel 5.1. De categorie verzuurd verschilt significant ($P < 0,01$) van de beide overigen.

Wanneer we de soortensamenstelling in 2007 afzetten tegen het totaal aan rode lijst soorten dat na herstel is gevonden, ontstaat voor de verschillende watertypen een zelfde beeld (afbeelding 5.2). In 2007 is 80-90% van de in de hele periode genoteerde bedreigde vegetatie aanwezig. Soorten die in 2007 niet meer waargenomen zijn, zijn in tabel 5.1 met het cijfer 1 gewaardeerd.

Oververtegenwoordigd zijn notoir onregelmatige soorten, zoals drijvende egelskop en stekelbiesvaren. Ook de soorten van het dwergbiezenverbond zijn relatief vaak vrij snel weer vertrokken. En opvallend is dat ook waterplanten die kooldioxide uit de waterlaag gebruiken vrij vaak verdwijnen; zoals duizendknoopfonteinkruid, ongelijkbladig fonteinkruid en ondergedoken moeras scherm. Dit gebeurt nog het meest in duinwateren. De tabel laat ook weer zien dat enkele vennen door vermisting of verzuring hun isoetiden zijn verloren, bijvoorbeeld waterlobelia in Beuven-zuid, het Leikeven en de Steenhaarplas.

Aan de andere kant zijn veel soorten nog steeds bezig met uitbreiding in de onderzochte wateren en zijn deze juist in 2007 het meest gevonden. Bijvoorbeeld oeverkruid in Giltjeplak, de Badhuiskuil, de Keyenhurk, het Scherpven, het Padvindersven, de Ganzenpoel, de Brunstingerplas, het Beuven, het Ronde ven en het Eilandven, waterlobelia in enkele Bergvennen, gesteeld glaskroos in het Van Esschenven, de Snep, de Venkoelen en het Leikeven en kruipende moerasweegbree in de Banen en het Van Esschenven. Deze opsomming geeft al aan dat het herstel van de isoetiden in veel vennen nog steeds gaande is, waarschijnlijk geholpen door de verminderde atmosferische depositie.

Verwijderen van sliblagen

De ontwikkelingen in de referentievennen laten zien dat de aanwezigheid van sliblagen herstel van de vegetatie tegengaat en een negatieve invloed kan hebben op de macrofauna. Verwijdering heeft vrijwel onmiddellijk positieve effecten, die deels ook het gevolg zijn van de drooglegging die vaak wordt toegepast om slib te kunnen verwijderen. De oorspronkelijke plantengroei, voor zover nog

aanwezig in de zaadbank, keert terug. De drooglegging en slibverwijdering kan wel gedurende enkele jaren leiden tot een geringe verzuring.

Op de middellange termijn blijven de effecten van slibverwijdering zeer positief. De zuurdip verdwijnt en er vindt geen hernieuwde slibophoping plaats indien er geen lokale vermistingsbronnen zijn. In verzuurde vennen keren voornamelijk isoetide plantensoorten terug, mits de vennen niet te sterk verzuurd zijn. In gebufferde systemen is de soortenrijkdom vaak groter, maar vindt eerder weer slibophoping plaats. Op de middellange termijn hebben de waterplanten die hun koolstof opnemen uit de waterlaag het soms moeilijk en zijn dan beperkt tot de wat slibrijkere delen.

Omdat slib zich makkelijk door de waterlaag verspreid, is het lang niet altijd mogelijk om verwijderen van sliblagen gefaseerd uit te voeren.

Plaggen en vrijstellen van oevers

Het plaggen en vrijstellen van oevers is een waardevolle, en in veel wateren noodzakelijke, aanvullende maatregel op de verwijdering van slib. In veel wateren is juist de oevervegetatie zeer waardevol. Daar waar alleen het lage deel van de oever is opgeschoond, komen sommige soorten in moeilijkheden in natte jaren. Daar waar nauwelijks een droogvallende, zonnige oever aanwezig is, zijn de bijbehorende vegetaties vrijwel afwezig.

Bij het plaggen en vrijstellen is het voor de fauna gunstig om gefaseerd te werk te gaan. Ook voor de flora biedt dit waarschijnlijk voordelen, omdat er dan diverse successiestadia naast elkaar aanwezig zijn en de aanwezige zaadbank over een reeks van jaren kan worden aangesproken. De redenen om niet gefaseerd te werken zijn vooral praktisch van aard; een eenmalige subsidie of kostenbesparing door alles tegelijk uit te voeren.

In sommige wateren is wel de oever geplagd, maar is de sliblaag achtergebleven. Ook dit kan een effectieve maatregel zijn, zoals blijkt uit de uitbreiding van drijvende egelskop in de Gerritsfles of de ontwikkeling van mooie natte heide langs zure vennen. Ook in de Broekse Wielen is een groot deel van de sliblaag achtergebleven, maar toch zijn de opgeschoonde oeverzones 16 jaar later nog steeds fraai ontwikkeld.

Grond- en oppervlaktewater vasthouden

Maatregelen tegen verdroging zijn op veel plekken genomen zijn, maar de effectiviteit is slechts op weinig plaatsen gevolgd. In het Diepveen en in het Echtenerzand heeft de waterkwaliteit en de vegetatie zich na vernatting goed ontwikkeld. Vooral omdat perioden met langdurige uitdroging niet meer voorkwamen, is afbraak van organisch materiaal voorkomen. Zeer waarschijnlijk is ook de methaanproductie gestimuleerd door de vernatting, en daarmee ook de drijftilvorming. In beide vennen komen nu goed ontwikkelde drijftillen voor. In het Groot Meer bij Ossendrecht konden geen maatregelen tegen verdroging worden genomen en dit heeft het herstel vrijwel zeker geremd. Tijdens droogteperioden kan in het hele ven boomopslag plaatsvinden en het ontbreken van de aanvoer van ijzerrijk grondwater maakt het ven veel gevoeliger voor vermisting dan bijvoorbeeld het Beuven-zuid. Aan de andere kant zien we in o.a. het Beuven, de Banen en in Grilteplak dat water vasthouden ook kan leiden tot onvoldoende droogval, interne eutrofiëring en achteruitgang van doelvegetaties.

Bekalken van vennen

Op de middellange termijn zijn er geen positieve effecten van het bekalken van niet opgeschoonde vennen. Al binnen een jaar treedt complete herverzuring op en dat blijft daarna zo. Bekalken van een opgeschoond en regelmatig doorgvallend ven, het Scherpven, blijkt op middellange termijn positiever uit te pakken dan op korte termijn. De op korte termijn optredende vermistingseffecten blijken na enkele jaren te verminderen. Het lijkt er hiermee op dat bekalken van minerale, droogvallende delen van vennen een goede herstelmaatregel kan zijn.

In veel gevallen zal er echter een beter alternatief zijn en dat is de bekalking van minerale delen van het inzigsgebied. De buffering van het ven is dan meer geleidelijk en tijdelijke bijwerkingen als sterke bruinkleuring van de waterlaag en fosfaatmobilisatie treden in veel mindere mate op. Wel moet een voldoende groot deel van het inzigsgebied worden bekalkt, omdat anders vanuit de niet bekalkte delen weer herverzuring optreedt. Waarschijnlijk is bekalking van het inzigsgebied ook een goede aanvullende maatregel op de inlaat van gebufferd water. Dit is momenteel toegepast in de Lobeliabaai, een zure hoek van het Beuven, en heeft daar in combinatie met het contact met gebufferd water in het Beuven geleid tot een verminderde verzuring. Deze maatregel zou bijvoorbeeld ook goed kunnen worden toegepast in door waterinlaat gebufferde venreeksen zoals de Bergvennen en de centrale Oisterwijkse vennen. Door instroom van zuur grondwater treedt hier nu vanaf het tweede ven een te sterke verdunning op van het zwak gebufferde water uit het eerste ven.

Inlaat van gebufferd water

Het gecontroleerd inlaten van kalkrijk, voedselarm grond- of oppervlaktewater is een goede maatregel tegen verzuring gebleken, ook op de middellange termijn. De mate van buffering kan, indien de buffercapaciteit van het water met enige regelmaat wordt gemeten, vrij goed worden geregeld. Er zijn soms wel praktische problemen. De inlaat in het Beuven is soms problematisch omdat er onvoldoende niveauverschillen zijn tussen de beek (Peelrijt), de voorzuivering (Beuven zuid) en het Beuven. Soms moet erg diep geboord worden om een goede kwaliteit grondwater te verkrijgen.

Door de verminderde zuurdepositie en doordat de bodem van de verzuurde vennen weer opgeladen raakt met calcium, is op middellange termijn veel minder waterinlaat nodig dan op de korte termijn. De laatste jaren is niets meer ingelaten of slechts een hoeveelheid die enkele procenten van het venvolume bedraagt. Bij de Oisterwijkse vennen is de waterkwaliteit van het Kolkven mogelijk op afzienbare termijn goed genoeg om de inlaat van opgepompt grondwater te vervangen, bijvoorbeeld wanneer de sliblaag uit het Kolkven wordt verwijderd en het ven niet meer als viswater wordt gebruikt. Dit zou dan het eerste gebied zijn waar het "infaas" definitief kan worden verwijderd.

5.3 Oorzaken voor onvoldoende herstel

5.3.a Ongunstig peilbeheer

Van de laatste 10 zomerperioden (juni-aug) waren er 8 aan de natte kant. In dezelfde periode is er bij waterbeheerders en terreinbeheerders een groeiende aandacht geweest voor verdroging, die ertoe heeft geleid dat ook in veel vennen meer water wordt vastgehouden. De combinatie van natte zomers en anti-verdrogingsmaatregelen pakt echter slecht uit voor vennen met vegetaties uit de Oeverkruidklasse (Brouwer e.a., 2008). In deze vennen wordt ophoping van slib en voedingsstoffen van nature voorkomen door periodieke, gedeeltelijke droogval. Ook is deze droogval een bestaansvoorwaarde voor veel venplanten. De afgelopen 5 jaar is het waterpeil in veel vennen niet of nauwelijks beneden de gemiddelde hoogwaterlijn gezakt. Na vijf natte zomers op rij wordt de onderwaterbodem duidelijk voedselrijker en dreigt er een moeilijk omkeerbare vegetatieverandering op gang te komen. De investeringen die zijn gedaan om de voorheen verzuurde en vermeste vennen met succes te herstellen dreigen nu, mede door een onjuist peilbeheer, verloren te gaan.

Voor de schotelvormige vennen met vegetaties uit de Oeverkruidklasse hebben peilfluctuaties nodig. Dit zijn vennen met isoetide waterplanten, zoals oeverkruid (*Littorella uniflora*), waterlobelia (*Lobelia dortmanna*), moerasweegbree (*Echinodorus* spp) en drijvende waterweegbree

(*Luronium natans*), of amfibische venplanten zoals vlottende bies (*Scirpus fluitans*), ondergedoken moerasscherm (*Apium inundatum*) en witbloemige waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*). Speciaal wanneer in deze vennen een stuw aanwezig is om het waterpeil te regelen, kan het van groot belang zijn om in natte jaren water af te laten. Indien de waterstanden aan het begin van de zomer nog zeer hoog zijn, verdient het aanbeveling om na 1 juli zo veel water af te laten dat minstens een derde van de venbodem enkele weken droogvalt. Eventueel kan ook 1x per twee of drie jaar water worden afgelaten, bijvoorbeeld wanneer hoge waterstanden in de zomer nodig zijn voor andere natuur in het ven.

5.3.b Bosgroei op oevers

Zowel in de referentievennen als in de herstelde vennen zijn de ontwikkelingen in wateren met veel omringende bomen minder gunstig. In de twee referentievennen in het bos, het Achterste Goorven en het Diaconieven, ligt een zeer dikke sliblaag. In het Diaconieven is een uitgebreide vegetatie van nymphaeïden vrijwel verdwenen. De slibvorming in vennen die door bos omringd zijn, verloopt vaak snel. Uit enkele Oisterwijkse vennen is rond 1960 alle slib verwijderd; tijdens de slibverwijdering in de jaren negentig was weer een enkele decimeters dikke sliblaag gevormd. Ook het beboste Taamven, waar in 1976 nog oeverkruid en waterlobelia voorkwamen, was in 2007 geheel bedekt met een decimeters dikke sliblaag (Brouwer & van Kleef, 2008). Nog een voorbeeld is het Ganzenven of Galderse Moer, wat door bladinwaai sterk vermest is (van Dam, 2007).

Van de herstelde vennen zijn vooral de centrale Oisterwijkse vennen omzoomd door bomen, alhoewel langs het Voorste Goorven de afgelopen jaren wat bomen gekapt zijn. De inwaaiende bladeren worden waarschijnlijk vooral naar de diepere delen van de vennen afgevoerd; de oeverzone is nog steeds tamelijk mineraal. Wel liggen in enkele luwe hoeken dikke lagen blad. Tot op heden lijkt de aanvoer van blad nog geen grote gevolgen te hebben voor de slibvorming. Wel een punt van zorg is de sterke bruinkleuring van de waterlaag door humuszuren. Deze humuszuren kunnen ontstaan bij de afbraak van ingewaaid blad. Ook is het grondwater mogelijk rijk aan humuszuren die uitspoelen uit het omringende bos. De verhoogde zwavel- en ammoniumconcentraties in de waterlaag zijn mogelijk ook een gevolg van deze bladafbraak of spoelen ook uit uit het omringende bos. De afbraak van organisch materiaal is waarschijnlijk nog versneld door de buffering van de vennen die plaatsgevonden heeft na waterinlaat of via spontaan herstel. De matige waterkwaliteit heeft grote gevolgen voor de flora, zowel voor de macrofyten als de microflora. Zeker wanneer er maatregelen tegen verzuring worden genomen, lijkt het dus noodzakelijk om bladinwaai tot een minimum te beperken.

Bladinwaai heeft waarschijnlijk ook bijgedragen aan eutrofiering in het Vissenpitje en in de Banen. In dit laatste water liep aan de oostkant geregeld een strook berkenbos onder water en experimenteel is aangetoond dat de stroosillaag van dit bos grote hoeveelheden fosfaat nalevert aan de waterlaag. Effecten van een verminderde windwerking zijn in deze evaluatie niet duidelijk aangetroffen, maar zeker niet uit te sluiten.

5.3.c Ganzen

Vennen vormen een belangrijk biotoop voor sommige vogelsoorten. Omdat vennen voedselarm zijn en van oorsprong in een voedselarme omgeving liggen, zijn de dichtheden echter nooit hoog. Met name door verandering van het landschap vindt er in een deel van de vennen tegenwoordig echter een duidelijke guanotrofiering plaats; vermesting door uitwerpselen van grote hoeveelheden vogels. In de periode 1960-1990 betrof dit vooral kokmeeuwen. Door het toegenomen aantal vuilnisbelten kon de kokmeeuwendstand sterk toenemen. De kokmeeuwen vonden op vennen een veilige broedplaats, en vooral in vennen met drijftillen en verspreid in het water staande zeggenpollen. Binnen enkele tientallen jaren zijn veel vennen en hoogveenwatertjes op die manier zeer sterk

vermest geraakt. Na de opkomst van het gescheiden inzamelen van keukenafval en het afdekken van vuilnisbelten is de kokmeeuwenpopulatie gedecimeerd en behoort dit probleem grotendeels tot het verleden.

De laatste 10 jaar is er een nieuw vogelprobleem opgekomen; de sterk toegenomen populatie ganzen. Met name grauwe ganzen en lokaal ook canadese ganzen gebruiken de vennen in toenemende mate als broedgebied, rustgebied, overnachtingsplaats en ruigebied. In ons onderzoek is speciaal aandacht besteed aan dit snel groter wordende probleem.

Totale slibophoping

In veel van de onderzochte vennen is de fosfaatrijke sliblaag volledig verwijderd, tot op de oorspronkelijke en niet met fosfaat verrijkte minerale ondergrond. De dunne laagjes slib die in 2007 zijn aangetroffen, zijn nieuw gevormd na de hersteloperatie. De samenstelling en totale hoeveelheid van dit slib weerspiegelen in hoeverre weer vermesting heeft plaatsgevonden. Wanneer we vennen met grote vogeldichtheden vergelijken met de andere vennen, valt op dat de fosfaathoeveelheden in de vogelvennen hoger zijn (afbeelding 5.3). Gemiddeld leveren vogels in deze vennen dus een zeer significante bijdrage aan hernieuwde vermesting.

In 2007 is geschat wat de bijdrage van watervogels is aan deze vermesting voor de Waterplak, een duinplas op Terschelling die verder niet in het onderzoek is betrokken, maar vlak bij de Badhuiskuil ligt en een vergelijkbare recente historie kent. Geschat wordt dat uitwerpselen van meeuwen, aalscholvers en ganzen verantwoordelijk zijn voor ruim tweederde van de fosfaatvoorraad die na 18 jaar weer is opgebouwd in de plas (tabel 5.2 & 5.3). De plas is ernstig vermest en kent lange perioden met algenbloei. In enkele geïsoleerde delen zijn nog typische duinplasplanten aanwezig zoals ongelijkbladig fonteinkruid, stijve moerasweegbree en oeverkruid.

Vermesting waterlaag

In vier vennen is een jaar rond de dichtheid aan ganzen bijgehouden en is de waterkwaliteit intensiever gevolgd. In twee vennen was de ganzendichtheid laag en traden er geen pieken op in de fosfaatconcentratie in de waterlaag. Het meest ganzenarm was het Voorste Goorven, waar ganzen regelmatig verstoord worden doordat er veel paden langs de oevers lopen. Maar ook de Keyenhurk kende lage ganzendichtheden. Dit ven is gelegen op de Landschotse heide, tamelijk ver weg van grote ganzenpopulaties. Twee andere vennen, de Banen en de Venkoelen, zijn gelegen in Midden-Limburg; een gebied met een grote populatie grauwe ganzen.

Rond de Banen was jaarrond een groep van meer dan honderd grauwe ganzen aanwezig, die foerageren op de omringende akkers en weilanden en af en toe komen rusten in het ven (afbeelding 5.4). Omdat het ven groot is en de ganzen slechts een deel van de tijd in het ven doorbrengen, is er een groot deel van het jaar geen meetbaar effect op de waterkwaliteit (afbeelding 5.5). Echter, in de ruitijd zoeken de ganzen een geïsoleerd deel van het ven op aan de noordkant. Ook wordt de groep dan groter, deels door de jonge aanwas en deels door aanvulling van buitenaf. In deze periode treedt een duidelijke verslechtering van de waterkwaliteit op aan de noordkant (afbeelding 5.5). In het water treedt algenbloei op en er liggen overal veren en uitwerpselen. Deze vermesting treedt niet op in het dan ganzenarme centrale deel van het ven. In de late herfst ontstaat een neerslagoverschot, wordt het fosfaatrijke water verdund met regenwater en toestromend grondwater, en verdwijnt de algenbloei.

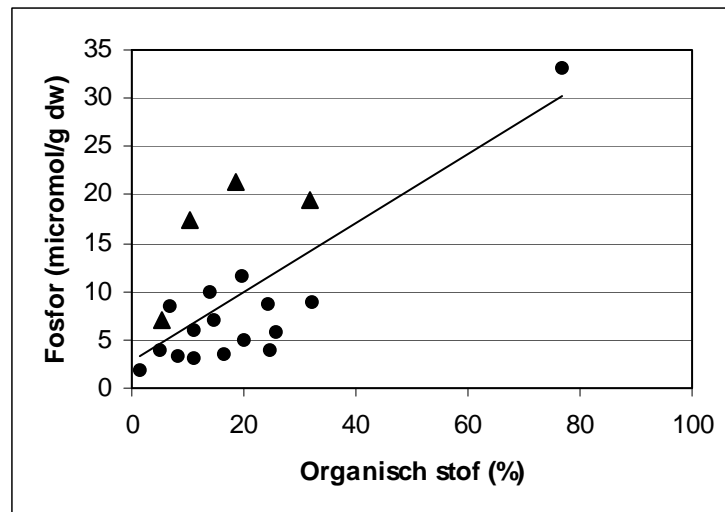
Rond de Venkoelen is ook permanent een groep grauwe ganzen aanwezig, maar deze is kleiner (afbeelding 5.6). Meestal werden 20-50 vogels waargenomen. Het water kent een flinke doorstroming en dus een hoge turnover. Hierdoor is er een groot deel van het jaar geen vermestende invloed van de ganzen waarneembaar (afbeelding 5.7). In de ruitijd komen er echter grote aantallen ganzen van elders ruien, vooral op de droogvallende oevers aan de noordkant van het ven. In deze periode is er een lichte verhoging van de fosfaatbeschikbaarheid meetbaar aan de noordkant.

Vermesting oevers

Een groot deel van de karakteristieke vegetatie van vennen is te vinden in de oeverzone die af en toe droogvalt. Dit zijn juist ook de plekken die interessant zijn voor ganzen. Vooral schiereilandjes en eilandjes zijn favoriet, vermoedelijk vanwege het overzicht en de goede vluchtmogelijkheden. Juist deze plekken worden sterk belast met uitwerpselen. De exacte locatie van vermisting verschilt echter van jaar tot jaar, afhankelijk van de waterstand in het ven.

Toch zijn ook deze piekbelastingen terug te meten in de bodem (afbeelding 5.8). Fosfaat is weinig mobiel en bindt ter plekken aan de bodem. De ganzenoevers zijn dan ook zeer significant fosfaatrijker dan de niet door ganzen bezochte delen. Ook de vegetatie is sterk verschillend. Op de vermeste oevers nemen akkeronkruiden, waternavel en soorten uit de tandzaadklasse zeer sterk toe. De ammoniumconcentratie op dergelijke plekken is gemiddeld ook hoger, maar vanwege het geringe aantal metingen is deze verhoging niet significant.

Een jaar later, wanneer de ganzenbelasting zich verplaatst heeft naar andere oeverdelen, is de fosfaatbeschikbaarheid nog steeds even hoog maar is de ammoniumbeschikbaarheid gedaald tot het oorspronkelijke niveau. Wel kan er dan een sterke uitbreiding hebben plaatsgevonden van overblijvende, eutrafente plantensoorten. Bijvoorbeeld duinriet (*Calamagrostis epigejos*) op Terschelling en pitrus (*Juncus effusus*) in de Venkoelen. Wanneer zich eenmaal een dergelijke eutrafente vegetatie heeft gevestigd, verdwijnt deze maar zeer moeilijk. Lokale vermisting van venoevers is geconstateerd in een groot aantal van de onderzochte vennen, inclusief succesvol herstelde vennen zoals de Bergvennen, de Keyenhurk en het Beuven (afbeelding 5.9). Op veel van deze plekken vertonen de aantallen bezoekende ganzen een stijgende trend.



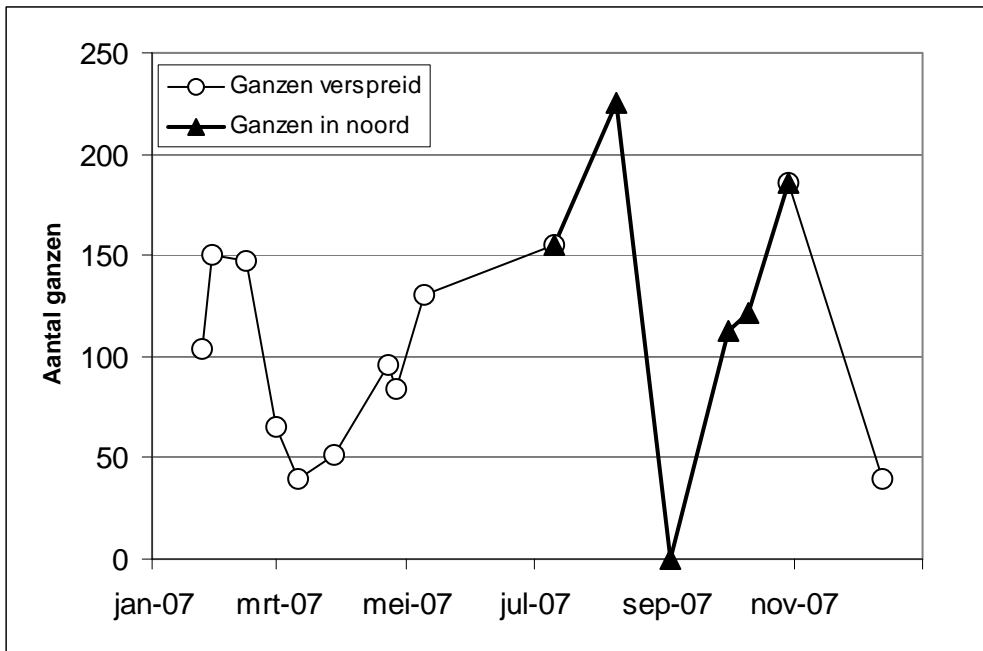
Afbeelding 5.3: Verband tussen het percentage organisch stof en de fosforhoeveelheid in het slib van 20 vennen en duinplassen. De driehoeken zijn wateren met veel ganzen (Banen) of meeuwen (Grenspoel, Beuven, Badhuiskuil)

Tabel 5.2: Schatting van de fosfaataanvoer in de 18 jaar na opschonen van de Waterplak (Terschelling), afgezet tegen de berekende totale fosfaatvoorraad in de nieuw gevormde sliblaag. Zie tabel 5.3 voor verdere toelichting.

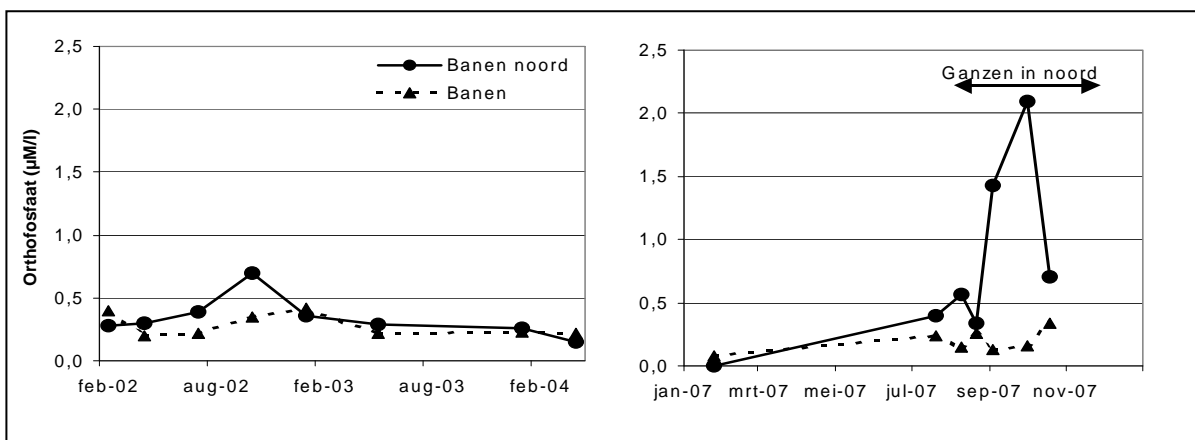
	Aanvoer (geschat) mol P	Afvoer (geschat) mol P	Netto aanvoer (geschat) mol P	Netto aanvoer (gemeten) mol P
Grondwater	90	450	-360	
Atmosferische depositie	379		379	
Bladinwaai	109		109	
Mest meeuwen	353		353	
Mest aalscholwers	509		509	
Mest ganzen	353		353	
Totaal	1793	450	1343	1229

Tabel 5.3: Enkele waarden gebruikt voor de schatting van de fosfaathuishouding in de Waterplak.

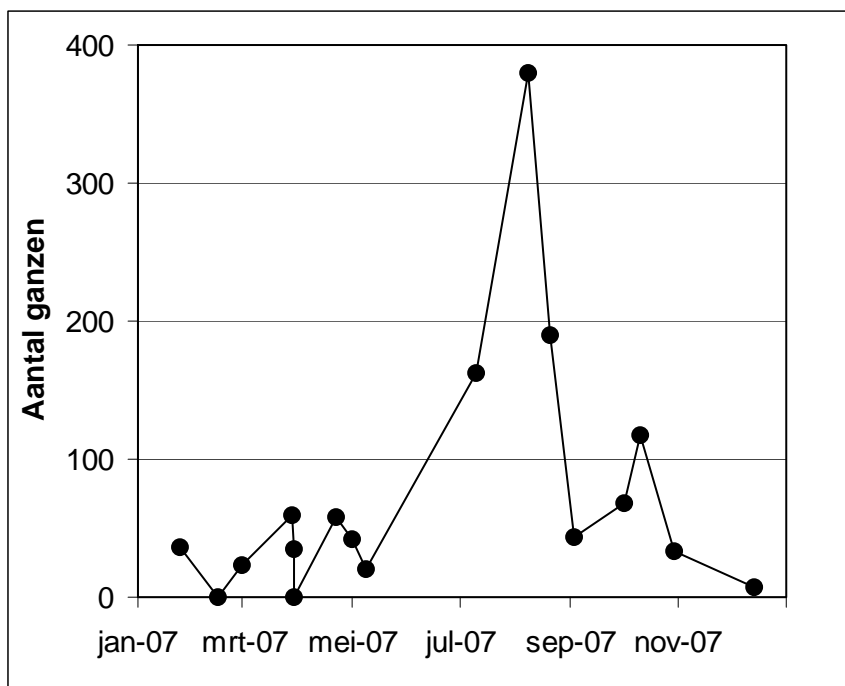
Factor	Motivering
Totaal fosfaat (slib)	Opgemeten op 15 september 2008: 354 m ³ . 6 destructies: Totaal P = 3,465 mmol/m ³
Totaal fosfaat (water)	10.000 m ³ x 0.3 mmol/m ³
Grondwateraanvoer	0.5 micromol P in grondwater, aanvoer 10.000 m ³ /jaar
Wegzijging	Badhuiskuil, 8 metingen; gemiddeld 7,6 micromol P/l Dikke sliblagen hebben minder wegzijging; daarom gemiddeld 5 micromol/l aangenomen. Wegzijging = 250 mm/jaar
P-depositie lucht	Aanname: 1 kg p/ha/jaar (in werkelijkheid waarschijnlijk minder)
Bladinwaai	325 meter oever begroeid met laag wilgenstruweel
Meeuwen	Eerste 5 jaar 200 kokmeeuwen, helft v.d. tijd aanwezig; vooral broedseizoen 0,06 gram P/meeuw/dag
Aalscholwers	Hele periode gemiddeld 20 Aalscholwers overnachtend in wilgen. 0,24 gram P/aalscholwer/dag
Grauwe gans	Laatste 5 jaar toenemend van 0 naar 400 (gemiddeld 200). Kwart van de tijd op plas. 0,12 gram P/gans/dag



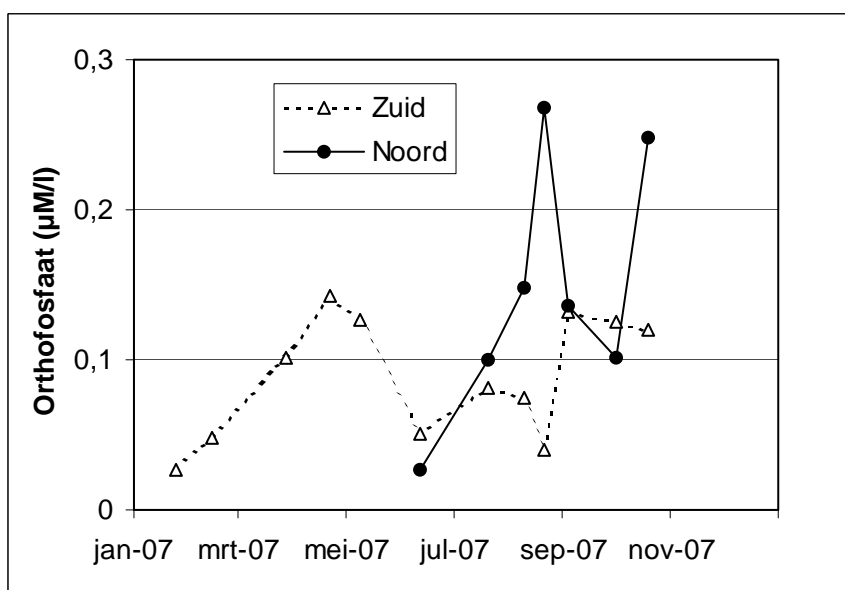
Afbeelding 5.4: Aantallen grauwe gans (*Anser anser*) in het ven de Banen en op de omliggende landbouwgronden in 2007. In het najaar zitten de ganzen in het geïsoleerde noorddeel van het ven. In september 2007 zijn geen ganzen waargenomen omdat er die dag maaiwerkzaamheden plaatsvonden in het ven.



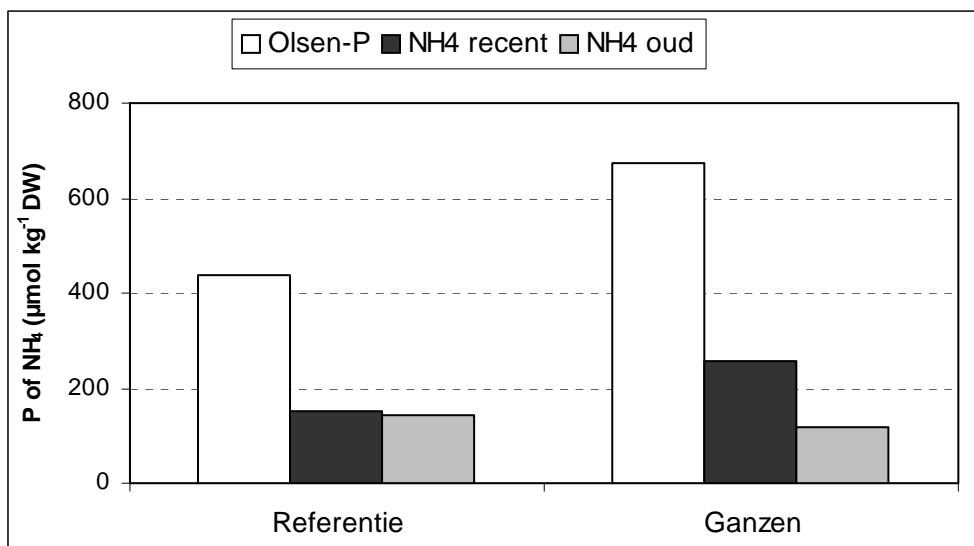
Afbeelding 5.5: Concentratie orthofosfaat in het ven de Banen en in het geïsoleerde noordelijk deel. Tussen mei 2004 en december 2006 zijn geen metingen verricht in het noordelijk deel.



Afbeelding 5.6: Aantallen ganzen in 2007, waargenomen in de Venkoelen en in de aangrenzende graslanden. Meer dan 80% is grauwe gans (*Anser anser*), de rest is canadese gans (*Branta canadensis*) en nijlgans (*Alopochen aegyptiacus*).



Afbeelding 5.7: Hoeveelheid beschikbaar fosfaat in de waterlaag van de Venkoelen in 2007. Er is gemeten op twee punten; iets ten zuiden van de instroom/parkeerplaats (zuid) en enkele tientallen meters ten zuiden van de noordpunt (noord).



Afbeelding 5.8: Beschikbaarheid van fosfaat (Olsen-extract) en ammonium (zoutextract) op delen van de oever met ganzenuitwerpselen en een eutrafente vegetatie, vergeleken met dichtbij gelegen, onvermeste bodems. De ammoniumbeschikbaarheid is gemeten op plekken met veel vogelmest (recent) en op plekken waar het jaar daarvoor veel vogelmest aanwezig was (oud). Het verschil in fosfaatbeschikbaarheid is significant (gepaarde t-test $P = 0,009$). Ammonium recent is slechts op 5 van de 15 locatieparen gemeten; hierdoor is het verschil niet significant ($P = 0,134$).



*Afbeelding 5.9: Oever van het Rietven in 2008, met een door ganzen vermeste plek temidden van een vegetatie met veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*), oeverkruid (*Littorella uniflora*) en pilvaren (*Pilularia globulifera*). Foto: E. Brouwer.*

5.3.d Exotische vissen: zonnebaars en hondsviis

In de onderzochte wateren zijn vrijwel geen zonnebaarzen aanwezig (slechts in drie vennen, Tabel 5.4). Echter, sinds omstreeks 1990 is het aantal bevolkte vennen sterk toegenomen. Invasies van deze soort worden gefaciliteerd door herstelmaatregelen, waardoor vooral in opgeschoonde vennen bijzonder hoge dichtheden worden bereikt (Van Kleef et al. 2008). Zo zijn de aantallen zonnebaarzen ook hoog in de Schaopedobbe en het Teeselinkven. In het Schaapsloopven, waar geen herstelmaatregelen zijn genomen, zijn de aantallen laag. Tevens is de zonnebaars een opportunistische alleseter, die in combinatie met hoge dichtheden de abundantie van ongewervelden kan decimeren. In de Schaopedobbe is in 2005 getracht alle zonnebaars weg te vangen. Weliswaar is dit niet geheel gelukt (in 2006 zijn voor onderzoek nog 50 zonnebaarzen gevangen), maar de aantallen zijn in ieder geval tijdelijk verlaagd.

De Amerikaanse hondsviis is vaker aangetroffen (16 vennen). Het voorkomen van deze soort is tot op heden hoofdzakelijk beperkt tot het zuiden van het land. Sinds de jaren tachtig heeft de soort zich kunnen handhaven in de vennen waar hij destijds door Leuven & Oyen (1987) is aangetroffen. Recentelijk heeft hij zich gevestigd in vennen in de omgeving van Tilburg (Oisterwijkse vennen en Leikeven). Leuven et al. (1984) meldden dat het dieet van de hondsviis vooral bestaat uit microfauna en dansmuggen. Echter, uit dit onderzoek blijkt dat deze soort een veel gevariëerder dieet heeft. Naast dansmuggen worden ook waterkevers (imago's en larven), pluimmuggen, slakken, wantsen, libellen en kokerjuffers gegeten (tabel 5). De verhouding waarin prooien worden gegeten komt slechts ten dele overeen met de talrijkheid van de prooien. Dit komt enerzijds doordat de vis een relatief kleine bek heeft en dus niet alle (alleen kleine) prooien aankan en anderzijds lijkt er voedselspecialisatie op te treden. Dit was vooral het geval in het ven de Banen, waar waterkeverlarven een belangrijk aandeel in het dieet hadden, maar waar deze bij de bepaling van het prooiaanbod niet zijn aangetroffen. Na 7 weken in enclosures in de aanwezigheid van 4 of 6 hondsvissen waren de aantallen slakken en dansmuggen sterk afgenomen (factor 3 en 2, Tabel 5.6). In de abundantie van de andere diergroepen konden geen duidelijke veranderingen worden waargenomen, mogelijk ook als gevolg van de lage aantallen van deze groepen. Kale zandbodems worden door de hondsviis vermeden en de soort houdt zich met name op in dichtbegroeide oevers. De effecten van deze soort op vengemeenschappen zullen zich dan ook beperken tot predatie op oeverbewonende organismen. Het is echter nog niet duidelijk in welke mate predatie van ongewervelden door hondsviis plaatsvindt.

Tabel 5.4: Presentie van zonnebaars (*Lepomis gibbosus*) en Amerikaanse hondsviis (*Umbra pygmaea*) in herstellende en onbeheerde vennen en duinplassen in 2004/2007. (z): zuur, (vz): verzuurd, (z/vz) zuur of verzuurd.

Uitgangssituatie	Gebufferd			(Ver)zuur(d)						Duinplas		
	(z/vz)	(z)	(vz)	(z/vz)	(z)	(vz)	(vz)	(vz)	(vz)	(vz)		
Beheer												
Geen	x			x							x	
Baggeren		x	x		x	x	x	x	x			x
Waterinlaat			x				x					
Bekalking in zijgebied								x				
Bekalking									x	x		
N	5	5	1	8	1	8	5	1	1	1	1	2
Zonnebaars	0,2	0,2						1,0				
Hondsviis	0,2	0,4	1,0	0,6	1,0	0,3	0,6		1,0			

Tabel 5.5: Prooiaanbod van watermacrofauna (relatieve abundantie) en abundantie van macrofauna in hondsvissenmagen (gemiddelde abundantie van 10 vissen) in de Banen en de Peel.

	Banen		Peel	
	Prooiaanbod	Maaginhoud	Prooiaanbod	Maaginhoud
Waterkever lrv. (<i>Coleoptera</i>)	0,00	0,50	0,06	0,02
Waterkevers (<i>Coleoptera</i>)	0,05	0,19	0,17	0,07
Slakken (<i>Mollusca</i>)	0,70	0,10	0,00	0,00
Dansmuggen (<i>Chironomidae</i>)	0,03	0,08	0,21	0,54
Wantsen (<i>Hemiptera</i>)	0,10	0,07	0,06	0,01
Libellen (<i>Odonata</i>)	0,02	0,04	0,13	0,00
Kokerjuffers (<i>Trichoptera</i>)	0,00	0,03	0,00	0,00
Pluimmuggen (<i>Chaoboridae</i>)	0,00	0,00	0,00	0,23
Watermijten (<i>Acaridae</i>)	0,02	0,00	0,03	0,07
Knutten (<i>Ceratopogonidae</i>)	0,01	0,00	0,06	0,06
Bloedzuigers (<i>Hirudinea</i>)	0,00	0,00	0,00	0,00
Borstelwormen (<i>Oligochaeta</i>)	0,00	0,00	0,01	0,00
Overige tweevleugeligen (<i>Diptera</i>)	0,00	0,00	0,09	0,00
Pissebedden (<i>Crustacea</i>)	0,02	0,00	0,00	0,00
Spinnen (<i>Arachnidae</i>)	0,03	0,00	0,02	0,00
Steekmuggen (<i>Culicidae</i>)	0,00	0,00	0,15	0,00

Tabel 5.6: Watermacrofauna abundantie (gemiddeld aantal individuen per enclosure) voor en na 49 dagen blootstelling aan verschillende dichtheden hondsvissen.

Dag	0	49	49	49	49
Aantal hondsvissen	0	0	2	4	6
Slakken (<i>Mollusca</i>)	143	101	110	33	34
Borstelwormen (<i>Oligochaeta</i>)	4	7	0	1	0
Pissebedden (<i>Crustacea</i>)	2	0	0	3	6
Watermijten (<i>Acaridae</i>)	7	4	7	10	4
Pluimmuggen (<i>Chaoboridae</i>)	0	0	2	0	0
Dansmuggen (<i>Chironomidae</i>)	131,5	168	227	116	125
Knutten (<i>Ceratopogonidae</i>)	8	2	2	2	2
Wantsen (<i>Hemiptera</i>)	9,5	11	1	20	2
Kokerjuffers (<i>Trichoptera</i>)	23,5	6	3	1	3
Waterkevers (<i>Coleoptera</i>)	0	1	0	0	0
Libellen (<i>Odonata</i>)	11,5	23	7	13	8
Haften (<i>Ephemeroptera</i>)	6,5	1	1	1	0

5.4 Veranderingen in fauna in herstelde en niet herstelde wateren

Vogels

Voor water- en moerasvogels zijn van weinig vennen gegevens voorhanden zijn (Bijlage 15). Tevens worden de gemiddelde aantallen vooral bepaald door uitschieters. De grootste soortenrijkdom is aangetroffen in de grote vennen (Leikeven: 18 soorten, Banen: 20 soorten, Voorste Goorven: 11 soorten). Deze vennen zijn in de voorgaande hoofdstukken afzonderlijk besproken. De meeste gebaggerde vennen zijn echter niet interessant voor watervogels. De vennen zijn vaak klein, waardoor verstoring door recreanten groot is en bieden weinig beschutting en broedgelegenheid vanwege de lage oevervegetatie.

Op vennen worden steeds vaker uitheemse ganzen (en eenden) waargenomen, in dit onderzoek Canadese gans, brandgans, nijlgans, soepeend en carolinaeend. Vooral ontsnapte ganzen, maar ook

de inheemse grauwe gans komen in flinke aantallen tot broeden. In deze vennen vormen zij een belangrijke bron van nutriënten (zie paragraaf 5.2). Ook kokmeeuwenkolonies zijn een oorzaak van vermessing. Tegenwoordig zijn veel binnenlandse kolonies verdwenen. In dit onderzoek bleek op een klein eilandje in de Grenspoel nog een kleine populatie van deze soort te broeden.

Amfibieën

In bijna alle wateren waar gegevens voor beschikbaar waren, zijn redelijke aantallen amfibieënsoorten aangetroffen (Tabel 5.7). Uitzondering is het gebufferde Schaapsloopven waar geen beheer is uitgevoerd. Hier zijn slechts drie soorten aangetroffen, wat waarschijnlijk het gevolg is van de diverse soorten vissen die daar zijn uitgezet. In alle wateren is de middelste groene kikker waargenomen. Ook de gewone pad en de heikikker worden vrijwel overal aangetroffen. De gewone pad is het meest talrijk in vennen die gebufferd zijn of waar buffering wordt gerealiseerd door waterinlaat. Vier rode lijst soorten zijn aangetroffen in de onderzochte vennen (heikikker, poelkikker, kamsalamander en vinpootsalamander). Goede populaties van de heikikker zijn aangetroffen zowel in gebaggerde als onbeheerde vennen. Door de afname van verzuring kan de soort zich tegenwoordig ook in zure vennen voortplanten. De poelkikker is vooral waargenomen in gebaggerde vennen. Daar zijn de aantallen van deze soort ook het grootst. De kleine watersalamander is vooral in zure vennen aangetroffen.

Tabel 5.7: Gemiddelde abundantie (%) van amfibieën in herstelde en onbeheerde vennen in 2000/2001.

Beheer						
Verzuurd, geen beheer	X					
Baggeren, verzuurd		X				
Bekalken			X			
Baggeren, waterinlaat				X		
Gebufferd, geen beheer					X	
Baggeren, gebufferd						X
N	2	8	2	5	1	2
Gewone pad	13%	19%		46%	98%	48%
Rugstreepad		0%				
Heikikker	40%	6%	44%	11%	0%	3%
Bruine kikker	5%	4%	5%	2%		15%
Middelste groene kikker	28%	49%	45%	17%	1%	20%
Grote groene kikker		1%				
Poelkikker	1%	14%	3%	6%		11%
Kamsalamander	0%	0%				0%
Alpenwatersalamander						3%
Kleine watersalamander	12%	6%		0%		
Vinpootsalamander		0,0%				

Libellen

De waargenomen aantallen libellensoorten in onbeheerde vennen zijn aanzienlijk lager dan in vennen waar herstelmaatregelen zijn genomen (tabel 5.8). De grootste libellenrijkdom is waargenomen in gebaggerde vennen met waterinlaat. Tot deze groep vennen behoort het Beuven waar grote delen van de oorspronkelijke vegetatie gespaard en het heeft van alle vennen de meeste tijd gehad om zich te herstellen.

Tabel 5.8: Presentie en soortenrijkdom van libellen in herstelde en onbeheerde vennen.

Beheer								
Verzuurd, geen beheer	X							
Baggeren, verzuurd		X						
Bekalken			X					
Baggeren, waterinlaat				X				
Vernatten					X			
Gebufferd, geen beheer						X		
Baggeren, gebufferd							X	
Duinplas, gebaggerd								X
N	7	5	3	2	2	2	5	2
Vennen								
<i>Lestes dryas</i>		0,8	0,7	0,5	0,5	1,0	0,6	
<i>Aeshna juncea</i>	0,1	0,4	0,3		0,5			
<i>Coenagrion lunulatum</i>	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5			
<i>Leucorrhinia dubia</i>	0,4	0,6	0,3	0,5	1,0	0,5		
Hoogveenverlandig								
<i>Ceriagrion tenellum</i>				0,5	1,0			
<i>Enallagma cyathigerum</i>	0,3	0,6	1,0	1,0	1,0		0,8	0,5
<i>Leucorrhinia rubicunda</i>	0,7	0,4		1,0	1,0		0,2	0,5
<i>Sympetrum danae</i>	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0
Duinplassen								
<i>Lestes barbarus</i>		0,4	0,7	0,5		0,5	0,6	0,5
Mesotrofe verlandig								
<i>Coenagrion hastulatum</i>				0,5				
<i>Brachytron pratense</i>				0,5			0,2	
<i>Lestes virens</i>	0,6	0,8	0,7	0,5	1,0	0,5	0,6	
<i>Sympecma fusca</i>	0,1	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	
<i>Sympecma paedisca</i>			0,3					
Overig Rode Lijst								
<i>Sympetrum depressiusculum</i>							0,2	
<i>Sympetrum pedemontanum</i>					0,5			
Totaal waargenomen soorten	10	17	18	24	19	13	18	12

Libellen die als karakteristiek voor vennen kunnen worden aangemerkt zijn in alle onderscheiden groepen vennen waargenomen, maar ontbreken van de duinplassen. In de verzuurde vennen, waar geen herstelmaatregelen zijn genomen worden deze soorten relatief weinig aangetroffen. De presenties van deze soorten zijn ook laag in de gebufferde vennen. In de zuurdere vennen (kolommen 2-5) worden zij vaker aangetroffen. Er zijn maar weinig soorten, die echt karakteristiek zijn voor duinplassen. Hiertoe behoort de zwervende pantserjuffer (*Lestes barbarus*) welke ook regelmatig bij andere watertypen is waargenomen.

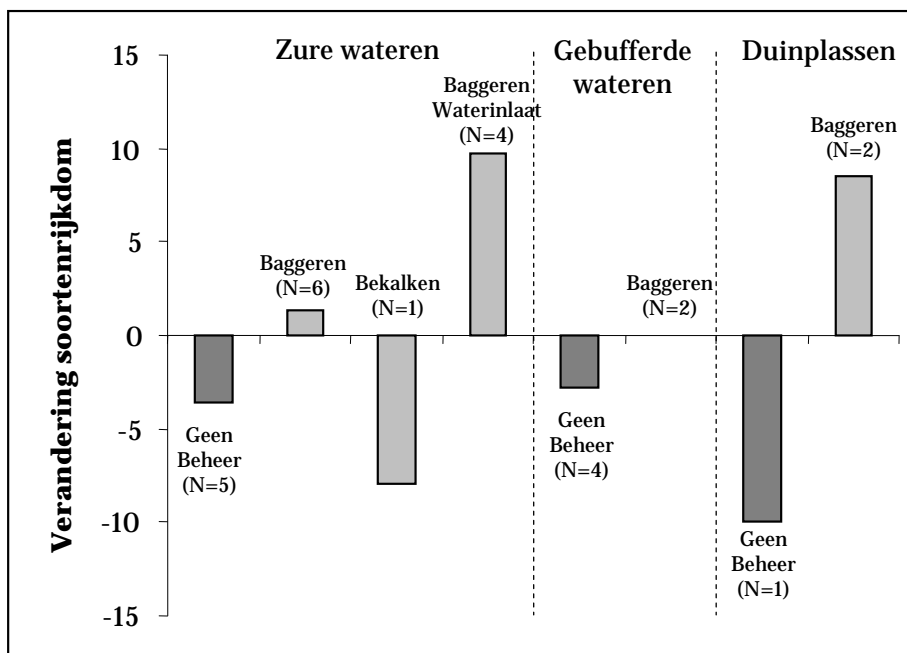
Zandbodenvennen zijn voor libellen niet de meest interessante gebieden. De libellenrijkdom van vennen wordt vooral bepaald door de aanwezigheid van verlanding onder (matig) voedselarme omstandigheden. Dit kan verlanding zijn met veenmossen, wat habitat levert voor de koraaljuffer (*Ceriagrion tenellum*), noordse witsnuitlibel (*Leucorrhinia rubicunda*) en de venwitsnuitlibel (*Leucorrhinia dubia*). Beide soorten witsnuitlibellen zijn zowel in beheerde als herstelde vennen waargenomen. De koraaljuffer daarentegen is alleen aangetroffen in vernatte hoogveenvennen en de opgeschoonde Oisterwijkse vennen. Verlanding door lisdodde, zegges en riet levert het voortplantingsbiotoop voor een andere set aan bedreigde soorten, zoals de speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*), glassnijder (*Brachytron pratense*), bruine winterjuffer (*Sympecma fusca*) en tengere pantserjuffer (*Lestes virens*). De eerste twee zijn waargenomen in gebaggerde gebufferde vennen. De late vestiging van de speerwaterjuffer in het Beuven (ontdekt 16 jaar na herstel) is mogelijk een teken dat de vestiging van deze “verlandingssoorten” op de lange termijn in herstelde vennen een reële mogelijkheid is. Waarschijnlijk duurt het lang voordat dit type habitat zich in herstelde vennen heeft ontwikkeld. Een deel van de vegetatiestructuur, namelijk de

nymphaeïde waterplanten en de waterplanten die kooldioxide uit de waterlaag gebruiken, ontwikkelen zich namelijk het beste op een organische bodem. Deze moet na slibverwijdering weer opnieuw gevormd worden. De bruine winterjuffer en tengere pantserjuffer zijn duidelijk minder kritisch en ook aangetroffen bij niet herstelde vennen. De eerste van deze twee soorten kan zich zelfs voortplanten in een pitrusvegetatie.

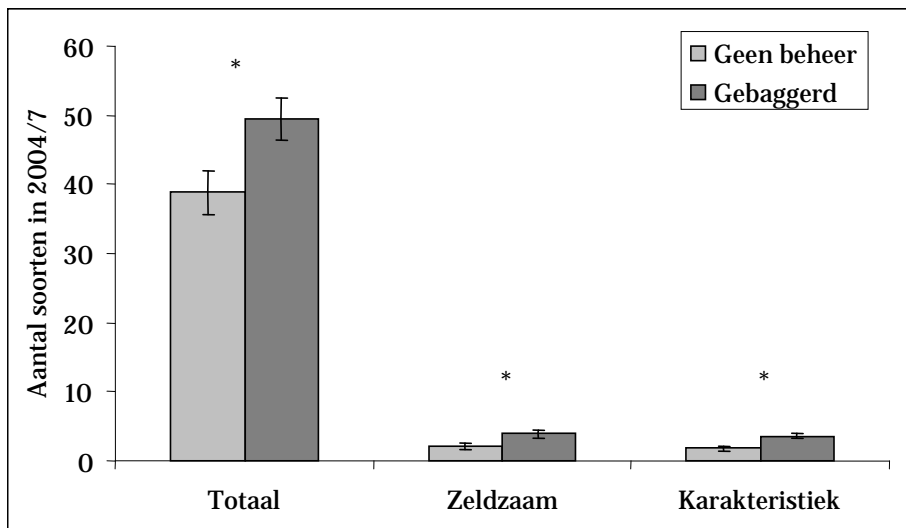
Macrofauna, alle groepen

De gemiddelde veranderingen in soortenrijkdom in beheerde en onbeheerde vennen is weergegeven in afbeelding 5.10 (op basis van libellenlarven, kokerjuffers, dansmuggen en waterwantsen). Zowel in onbeheerde als gebaggerde vennen en duinplassen is het gemiddelde aantal soorten niet significant veranderd (Wilcoxon signed ranks tests, $P = 0,125$ en $P = 0,096$ respectievelijk). Dit geldt ook voor de aantallen waargenomen zeldzame soorten. Wel, is het aantal waargenomen soorten ongewervelden, karakteristiek voor zwakgebufferde wateren, significant toegenomen in gebaggerde vennen en duinplassen ($P = 0,007$ Wilcoxon signed ranks test). Echter, indien alle soortgroepen worden meegenomen (libellenlarven, kokerjuffers, dansmuggen en waterwantsen, watermijten en waterkevers) blijken de gebaggerde vennen tegenwoordig soortenrijker te zijn en tevens meer zeldzame en karakteristieke soorten te huisvesten dan onbeheerde vennen (afbeelding 5.11).

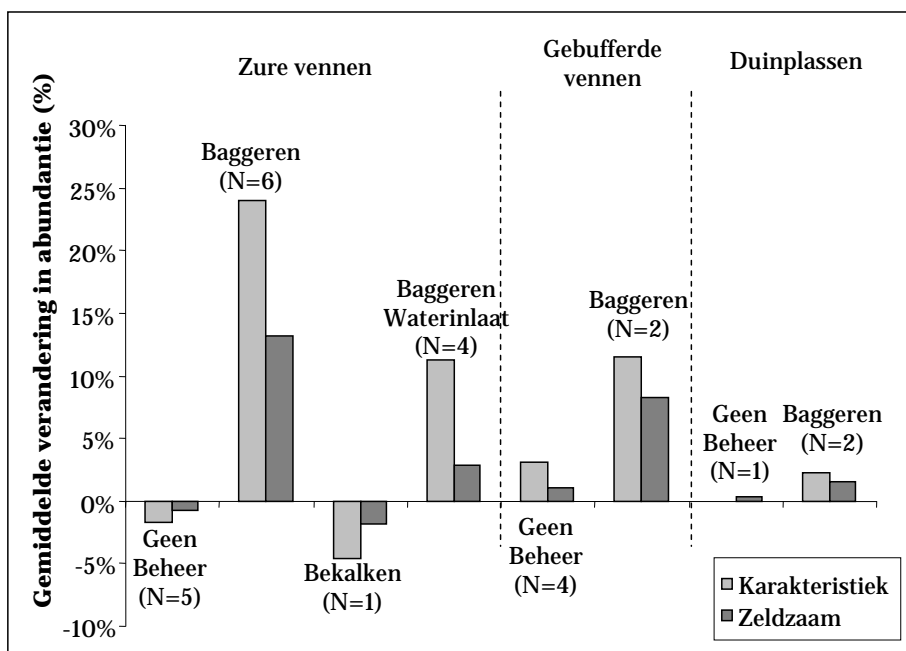
De abundantie van zeldzame en karakteristieke ongewervelden is in de gebaggerde wateren significant toegenomen (Wilcoxon signed ranks tests, $P = 0,003$ en $P = 0,009$ respectievelijk) en in de onbeheerde vennen niet significant veranderd (afbeelding 5.12). In het bekalkte Munven is de soortenrijkdom en de abundantie van zeldzame en karakteristieke soorten sinds 1983 afgenomen.



Afbeelding 5.10: Gemiddelde verandering in soortenrijkdom van beheerde en onbeheerde vennen en duinplassen (libellenlarven, kokerjuffers, dansmuggen en waterwantsen).



Afbeelding 5.11: Gemiddelde soortenrijkdom van onbeheerde (N=10) en gebaggerde (N=18) wateren (libellenlarven, kokerjuffers, dansmuggen, waterwantsen, watermijten en waterkevers). *: $P < 0,05$; Mann-Whitney U tests.



Afbeelding 5.12: Gemiddelde veranderingen in de abundantie van zeldzame en karakteristieke ongewervelden (libellenlarven, kokerjuffers, dansmuggen, waterwantsen, watermijten en waterkevers) in onbeheerde (N=10) en gebaggerde (N=18) wateren.

Tabel 5.9: Gemiddelde abundantie veranderingen van 1983 tot 2004/2007 van watermacrofaunasoorten (libellenlarven, kokerjuffers, dansmuggen en waterwantsen) in herstelde en onbeheerde vennen en duinplassen. Weergegeven zijn soorten waarvan de gemiddelde abundantie in één of meerdere watertypen een verandering van meer dan vijf procent heeft vertoond. Vet gedrukt: veranderingen groter dan 5%.

Beheer								
Verzuurd, geen beheer	X							
Baggeren, verzuurd		X						
Bekalken			X					
Baggeren, waterinlaat				X				
Gebufferd, geen beheer					X			
Baggeren, gebufferd						X		
Duinplas, geen beheer							X	
Duinplas, gebaggerd								X
N								
Eutrofe wateren								
<i>Callicorixa praeusta</i>	-2%	-3%	-1%	-6%	-3%	1%		0%
<i>Chironomus spec.</i>	3%	-7%		-8%	5%	5%	18%	-5%
<i>Endochironomus gr. dispar</i>	8%	0%		1%	0%	-1%	20%	-1%
<i>Glyptotendipes spec.</i>	-1%	-7%	0%	-25%	5%	-10%	-6%	4%
<i>Procladius s.l.</i>	1%	0%	3%	-3%	7%	10%	-3%	2%
<i>Sigara striata</i>	-1%	-1%	-1%	-1%	0%	-7%	-1%	0%
Totaal	9%	-18%	1%	-42%	15%	-2%	28%	0%
Oligotrofe wateren								
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	1%	4%	30%	1%	0%	1%		-1%
<i>Agrypnia obsoleta</i>		0%	-5%	0%				
<i>Cladotanytarsus spec.</i>				2%	1%	-2%	-5%	8%
<i>Polypedilum uncinatum</i>	7%	4%	3%	5%	-2%	5%	-2%	-9%
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	0%	8%	4%	3%	0%			
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>	-1%	12%	-2%	4%	1%	9%		
Totaal	8%	28%	30%	16%	1%	13%	-7%	-3%
Zure wateren								
<i>Enallagma cyathigerum</i>	-1%	4%	-27%	-5%	-1%	0%	-7%	-4%
<i>Holocentropus stagnalis</i>	-1%	-1%		0%	-1%		-1%	-7%
<i>Libellula quadrimaculata</i>	-1%	0%	-8%	0%	0%			0%
<i>Limnophyes spec.</i>	-9%	-7%	-1%	-7%	-2%			
<i>Psectrocladius platypus</i>	-3%	3%	-8%	1%	-12%			
Totaal	-15%	-1%	-44%	-10%	-16%	0%	-8%	-11%
Submerse vegetatie								
<i>Agrypnia pagetana</i>				-1%	-1%		4%	11%
<i>Cymatia coleoprata</i>	-11%	-6%		1%	0%	-3%		
<i>Holocentropus picicornis</i>	0%	0%					-8%	-1%
<i>Leucorrhinia dubia</i>	0%	1%	8%					
<i>Oecetis furva</i>	0%				0%	0%	-3%	-6%
<i>Plea minutissima</i>	6%	4%		4%	0%	-4%		17%
<i>Sympetrum danae</i>	-1%	0%	12%					
<i>Trienodes bicolor</i>	-2%	0%		5%	-1%	-2%	-1%	-14%
Totaal	-7%	-2%	20%	10%	-2%	-9%	-7%	7%
Oevervegetatie vegetatie								
<i>Gerris odontogaster</i>	1%	-1%	11%	0%	0%	-2%	-1%	-1%
<i>Lestes sponsa</i>	0%	-6%	-14%		-6%			-16%
Totaal	1%	-7%	-3%	0%	-6%	-2%	-1%	-17%

Het oligotrofiërende effect van baggeren is goed terug te zien in de abundantie verschuivingen van de watermacrofauna (Tabel 5.9). In gebaggerde vennen zijn de eutrafente soorten (*Chironomus spec.*, *Glyptotendipes spec.*, *Sigara striata* en *Callicorixa praeusta*) afgenomen, terwijl soorten van voedselarme wateren (*Cladotanytarsus spec.*, *Polypedilum uncinatum*, *Psectrocladius psilopterus*, en *Pseudochironomus prasinatus*) zijn toegenomen. Deze ontwikkeling is in de opgeschoonde duinplassen niet opgetreden, omdat beide duinplassen een sterk uiteenlopende ontwikkeling van de faunagemeenschap laten zien welke toegeschreven kan worden aan het optreden van guanotrofiëring in de Badhuiskuil (zie voorgaande hoofdstukken). Abundantie verschuivingen in onbeheerde vennen en duinplassen wijzen op eutrofiëring.

Soorten uit zure wateren (*Psectrocladius platypus*, *Limnophyes spec.*, *Enallagma cyathigerum* en *Libellula quadrimaculata*) zijn in alle watertypen afgenomen, ook in de onbeheerde wateren. Alleen in opgeschoonde verzuurde vennen waar geen waterinlaat plaatsvindt, blijft de abundantie van deze soorten onveranderd. De dominantie van veenmossen en knolrus in het bekalkte ven heeft

geleid tot een sterke toename van enkele diersoorten (*Leucorrhinia dubia*, *Sympetrum danae* en *Gerris odontogaster*), die hier schuilplaatsen en voortplantinggelegenheid vinden.

Zoals eerder beschreven heeft het baggeren van vennen geleid tot een toename en vestiging van karakteristieke soorten. Er zijn echter lokaal ook enkele soorten verdwenen (*Coenagrion lunulatum*, *Notonecta reuteri*, *Glaenocoris propinqua*, *Limnephilus subcentralis*). Wat de precieze reden is voor het verdwijnen van deze soorten kan niet met zekerheid gezegd worden. Mogelijk zijn voor sommige soorten de maatregelen te ingrijpend of grootschalig uitgevoerd, waardoor ze deze niet hebben overleefd (Van Kleef et al. 2006). Daarom blijft het in vennen waar relictpopulaties van bedreigde karakteristieke soorten van groot belang dat maatregelen worden uitgevoerd op een wijze waarbij deze soorten gespaard blijven. Hoe dit het beste gerealiseerd kan worden, is maatwerk en afhankelijk van de betrokken soorten (Van Kleef et al. 2006).

Tevens is er een groot aantal karakteristieke soorten dat niet in de herstelde vennen is aangetroffen (Tabel 5.10). Een aantal van deze soorten zal over het hoofd zijn gezien. Echter, het grootste deel van de niet-waargenomen soorten is afhankelijk van matig voedselarme verlandingsvegetaties. Daar waar deze milieus nog voorkomen wordt geadviseerd om deze te sparen bij de uitvoering van maatregelen (Van Kleef & Esselink 2006, Vanderhaeghe et al. 2008).

Een bijzondere vorm van faunarijke verlandingsvegetaties is de combinatie van grote helofyten, zoals riet en galigaan en kleine open wateren met bijvoorbeeld plat blaasjeskruid (*Utricularia intermedia*). Op een grotere schaal is een gradiënt aanwezig van zuur, voedselarm water naar matig of sterk gebufferd, tamelijk voedselrijk water.

De bedoelde verlanding kan in vennen alleen gedurende lagere tijd aanwezig zijn indien inlaat plaatsvindt van niet te fosfaat- en sulfaatrijk is. Nog belangrijker is waarschijnlijk dat er ijzerrijk, zuur of zwak zuur grondwater naar het ven stroomt. Dit ijzer voorkomt eutrofiëring en sulfidevorming. Tevens houdt het grondwater de bodem zwak zuur, waardoor de afbraaksnelheid en hiermee het zuurstofverbruik geremd wordt. Onder voedsel- en sulfaatarme condities kan bovendien methaanvorming plaatsvinden, waardoor drijftilvorming wordt gestimuleerd. Voorwaarde is dan wel dat de waterstand in de zomer niet te ver weg zakt. Tenslotte wordt met het grondwater ook kooldioxide aangevoerd, waardoor ook een rijke onderwatervegetatie kan ontstaan.

Dergelijke verlandingen zijn in de herstelde vennen niet ontstaan. In vrijwel geen enkel ven is voldoende buffering aangevoerd om de genoemde gradiënt te laten ontstaan, met uitzondering wellicht van het Beuven-zuid. Hier lijken ook inderdaad de vereiste vegetatiestructuren te zijn ontstaan maar de ontwikkeling is nog vrij recent en wordt bovendien bedreigd door de hoge voedselrijkdom van het inlaatwater. Niettemin lijkt deze ontwikkeling aan te geven dat de bedoelde verlandingen nog steeds opnieuw kunnen ontstaan en zelfs bewust ontwikkeld kunnen worden. Het is echter de vraag in hoeverre de momenteel zeldzame, karakteristieke diersoorten dergelijke plekken kunnen bereiken.

Tabel 5.10: Voor vennen en duinplassen karakteristieke ongewervelden die niet tijdens dit onderzoek zijn aangetroffen.

Taxa	Vennen in het algemeen	(Zeer) zwak gebufferde zandbodemvennen	Duinplassen	Verlanding	Zeldzaamheid
Agabus melanocornis	X				Vrij algemeen
Gerris gibbifer	X				Zeldzaam
Hydroporus melanarius	X				Zeldzaam
Notonecta reuteri	X				Zeer zeldzaam
Limnephilus elegans		X			Zeer zeldzaam
Arrenurus compactus		(X)			Zeldzaam
Zalutschia humphriesiae		X			Zeldzaam
Glaenocoris propinqua		X			Zeldzaam
Holocentropus insignis		X			Uitgestorven
Limnephilus nigriceps		X			Zeer zeldzaam
Molanna albicans		X			Zeer zeldzaam
Limnephilus griseus		X		X	Zeer zeldzaam
Limnephilus stigma		X		X	Zeldzaam
Limnephilus luridus			X	X	Zeer zeldzaam
Hydrachna geographica			(X)		Zeer zeldzaam
Ochthebius marinus			X		Vrij algemeen
Psectrocladius barbimanus			X		Vrij zeldzaam
Leucorrhinia pectoralis				X	Zeer zeldzaam
Zschokkea oblonga				X	Zeer zeldzaam
Aeshna isosceles				X	Zeldzaam
Erotesis baltica				X	Zeldzaam
Grammotaulius nitidus (?)				X	Zeer zeldzaam
Grammotaulius submaculatus (?)				X	Zeer zeldzaam
Graptodytes granularis				X	Zeldzaam
Hagenella clathrata				X	Zeer zeldzaam
Hydroporus glabriusculus				X	Zeer zeldzaam
Hydroporus neglectus				X	Vrij zeldzaam
Hydroporus notatus				X	Zeer zeldzaam
Hydroporus rufifrons				X	Zeer zeldzaam
Ilybius guttiger				X	Zeldzaam
Limnephilus binotatus (?)				X	Zeldzaam
Limnephilus subcentralis				X	Zeldzaam
Nartus grapii				X	Vrij algemeen
Somatochlora flavomaculata				X	Zeer zeldzaam
Thyas dirempta				X	Vrij zeldzaam
Tiphys pistillifer				X	Zeldzaam

5.5 Beheer, successiesnelheid en vestigingskansen

Het doel van herstelbeheer is meestal herstel van een bepaalde levensgemeenschap met bijbehorende standplaatscondities. Zoals betoogd in de inleiding komen de levensgemeenschappen van vennen en duinplassen echter zelden allen tegelijk voor, maar volgen ze elkaar in een min of meer vaste volgorde op. Alleen wanneer na herstel ook weer een dergelijke successie optreedt, kunnen de levensgemeenschappen van vennen en duinplassen over de volle breedte worden hersteld.

De herhaalde karteringen in bijvoorbeeld de Gerritsfles laten zien dat de vegetatie van de grotere en diepere heidevennen slechts zeer langzaam verandert. Tussen 1952 en 2007 treden geen grote veranderingen op. Ook in diepe vennen die in het bos liggen, zoals het Achterste Goorven, het Diaconieven en het Staalbergven, treedt nauwelijks verlanding op. Ondiepere wateren groeien veel sneller dicht, vooral wanneer er eutrofiering plaatsvindt. Zo is het ven de Banen in enkele tientallen jaren vrijwel geheel dichtgegroeid (Bellemakers e.a., 1993). De levensduur varieert grofweg van

enkele tientallen jaren voor kleine duinpoeltjes tot vele honderden jaren voor de grotere hoogveenvennen en oeverkruidvennen. In deze periode vindt een opeenvolging van levensgemeenschappen plaats. De soorten van deze levensgemeenschappen moeten in de korte periode ook in staat zijn om de geschikte wateren te bereiken. Voor een goed ontwikkelde successie is zowel een geschikte abiotiek nodig als een landschappelijke inbedding die migratie van soorten mogelijk maakt.

In vrijwel alle onderzochte vennen komen nog steeds soorten uit de doelvegetaties voor. Ook is in heel veel vennen nog geen sprake van ernstige slibophoping. De kleine duinpoelen op het kalkrijke zand van Voorne groeien het snelste dicht met helofyten. Het Pitje van Jan van Louis groeit in enkele jaren vrijwel dicht met riet. Door aanvullend maai- of begrazingsbeheer blijkt het echter goed mogelijk om ook in deze kleine poeltjes meer dan 15 jaar doelvegetaties te laten groeien. De hoogveenvennen in het onderzoek verlanden slechts zeer langzaam. Met de huidige verlandingsnelheid duurt het zeker nog vele tientallen jaren voordat deze vennen dichtgroeien. In de goed herstelde oeverkruidvennen vindt momenteel nog steeds uitbreiding van de isoetidenvegetatie plaats. Ook hier zal het zeker nog vele tientallen jaren duren voordat deze vegetaties worden opgevolgd door oudere successiestadia. De goed herstelde vennen met een goed vervolgbeheer zijn vrijwel allemaal duurzaam hersteld. Mogelijk benadert de successiesnelheid weer de oorspronkelijke waarde.

Aan de andere kant is er waarschijnlijk wel een verspreidingsprobleem. De plantensoorten die in 2007 zijn aangetroffen, zijn bijna allemaal soorten die voor herstel al in de zaadbank aanwezig waren. En eenmaal verdwenen soorten keren ook niet terug, bijvoorbeeld ongelijkbladig fonteinkruid in het Rietven, Voorste Goorven en Van Esschenven en waterlobelia en oeverkruid in de Steenhaarplas. Alleen gesteeld glaskroos lijkt zich de laatste jaren goed te verspreiden. Ook voor een deel van de macrofauna is verspreiding een probleem. Het gebrek aan grote, stabiele bronpopulaties en mogelijk ook aan verspreidingsmechanismen leidt er toe dat de natuurlijke migratie weliswaar niet afwezig is, maar wel te laag om de huidige successiesnelheid in vennen bij te kunnen houden.

6 Conclusies

In dit hoofdstuk worden puntsgewijs de belangrijkste effecten opgesomd van de geëvalueerde herstelmaatregelen. Daarna wordt de wisselwerking met het reguliere beheer beschreven. Verder wordt aangegeven welke factoren een effectief herstel in de weg (hebben) gestaan en tenslotte worden mogelijke aanpassingen voor het beheer van vennen aangegeven.

Tabel 6.1: Overzicht van de effectiviteit van de onderzochte herstelmaatregelen. - = Lichte verslechtering, 0 = stabiel, + = lichte verbetering, ++ = duidelijke verbetering. Bij sterk variabele effecten is een range weergegeven; de variatie is meestal het gevolg van een verminderd succes in niet optimaal uitgevoerde herstelprojecten.

Type maatregel	Maatregel	Water	Bodem	Microflora	Flora	Macrofauna	Vogels	Ecosysteem
Brongericht	Vermindering atmosferische depositie	+	0	++/- ¹	0/+	0/-	?	-/++
Effectgericht	Vernatten hoogveenven	+	0	+/++	+	?	?	+
	Baggeren verzuurd ven	+	++	+	0/++ ²	+	?	+
	Direct bekalken (Munven)	0	0	?	0/+	0	?	0
	Baggeren en bekalken (Scherpven)	++	++	?	++	?	?	++
	Baggeren, bekalken in zijgebied	+/++	++	?	+/++	?	?	+
	Baggeren, waterinlaat	++	++	+	+/++	+/++	0	+/++
	Baggeren gebufferd water	+	+/++	+/++	+/++	+	0	+/++
	Alle effectgerichte maatregelen	+	+	+	+	+	0	+

¹ = voor sieraalgen en ++ voor kiezelwieren

² = alleen herstel bij spontane buffering

In tabel 6.1 zijn de effecten van herstelmaatregelen in vennen en duinplassen samengevat. In de afgelopen decennia blijkt er een licht, maar duidelijk herstel te zijn opgetreden in de waterkwaliteit, waarvan met name de algenflora heeft geprofiteerd. Daarnaast blijken alle geëvalueerde maatregelen, met uitzondering van het direct bekalken van een niet opgeschoond ven, gemiddeld tot extra positieve ontwikkelingen te leiden op de lange termijn. Verzuurde vennen hebben het meeste baat bij de combinatie van opschonen en gedoseerde inlaat van gebufferd water. Het opschonen van gebufferd water is ook heel vaak succesvol. Wel betreft het hier vaak iets minder voedselarme systemen, waarbij een intensiever vervolgebheer (regulier beheer) nodig is om de successie af te remmen.

Op de middellange termijn zijn de effecten van herstelbeheer nog duidelijker dan op de korte termijn; er heeft verder herstel plaatsgevonden. Bij het juiste reguliere beheer kan het herstel naar verwachting verder gestalte worden gegeven, zowel in de tijd (successiereksen) als in de ruimte (stimuleren vitale metapopulaties). Het ziet er dus naar uit dat hiermee het oorspronkelijke doel, het laten overleven van gevoelige natuur, voor vennen en duinplassen kan worden waargemaakt.

Ondanks het overduidelijke succes van goed uitgevoerd herstelbeheer, is er meestal geen sprake van volledig herstel. Elke winter is nog sprake van te hoge stikstofconcentraties in de vennen. De fijnproevers onder de algenflora, die sterk reageren op de waterkwaliteit, keren nog maar mondjesmaat terug. De levensduur van dwergbiezengemeenschappen en van de plantengroei van wat koolstofrijkere wateren is vaak nog kort. Ook de fauna van gradienten die ontstaan onder invloed van voedselarm grondwater is in de onderzoeksperiode niet vooruit gegaan. Een gebrekkig herstel treedt vooral op in gebieden waar de atmosferische depositie nog hoog is. Voor de lange termijn overleving van de meest kritische soorten blijft het halen van op zijn minst de kritische depositiewaarden waarschijnlijk een vereiste.

6.1 Autonome ontwikkelingen

In deze paragraaf staan puntsgewijs de belangrijkste ontwikkelingen genoemd die de afgelopen decennia hebben plaatsgevonden in de niet herstelde vennen en duinplassen die in het onderzoek zijn betrokken.

- Een aantal recente ontwikkelingen hebben waarschijnlijk grote invloed gehad op de bodem- en waterkwaliteit van herstelde en niet herstelde vennen en duinplassen: afname van zwavel- en stikstofdepositie, toename atmosferische CO₂ concentratie, toename temperatuur, gemiddeld nattere zomers
- Doordat deze ontwikkelingen gelijktijdig plaatsvonden, is de afzonderlijke bijdragen van deze ontwikkelingen moeilijk te bepalen
- De waterkwaliteit in vennen is de laatste 20 jaar sterk verbeterd. De concentratie sulfaat is met meer dan 80% afgenomen. De hoeveelheid beschikbaar mineraal stikstof (ammonium en in mindere mate nitraat) is vooral in de zomer sterk afgenomen tot vaak niet meer aantoonbare niveaus. De pH van de waterlaag van de zuurdere vennen is ongeveer een halve eenheid gestegen
- De gehalten zwavel en stikstof zijn in Noord-Nederlandse vennen beduidend lager dan in Zuid-Nederlandse vennen
- De zwavelvoorraad in het sediment is sterk afgenomen; na droge zomers wordt er steeds minder gemobiliseerd
- De dikte van de sliblaag in vennen is niet merkbaar toe- of afgenomen. Slibvrije bodem is vrijwel afwezig, evenals de bijbehorende flora en fauna. In de enige niet herstelde duinplas lijkt de dikte van de sliblaag te zijn toegenomen, maar harde gegevens ontbreken
- De kiezelwieren laten een duidelijk herstel zien als gevolg van de verbeterde waterkwaliteit, maar de meest kritische soorten blijven vaak nog weg
- In onbeheerde wateren treedt geen herstel van de macrofauna op. In de gebufferde vennen en de duinplas wijzen de veranderingen in soortensamenstelling van aquatische ongewervelden op voortschrijdende vermesting. Ongewervelden die gevoelig zijn voor zuurstofstress, gaan achteruit.
- Slechts enkele plantensoorten weten soms te profiteren van de verbeterde waterkwaliteit, bijvoorbeeld drijvende egelskop en klein blaasjeskruid. Aan de andere kant heeft ook geen verdere achteruitgang plaatsgevonden van de vegetatie, met uitzondering van de bekeken duinplas

6.2 Effectiviteit maatregelen op de middellange termijn

In deze paragraaf staan de belangrijkste conclusies opgesomd over de effectiviteit van herstelmaatregelen in vennen en duinplassen op middellange termijn.

Algemeen

- De mate van herstel is op middellange termijn (10-25 jaar) meestal groter dan op korte termijn (5 jaar)
- Voor een matig of slecht herstel op middellange termijn zijn vrijwel altijd redenen aanwijsbaar, zoals bladinaai, aanvoer eutroof oppervlaktewater of vervuild grondwater, grote aantallen watervogels of een niet optimaal peilbeheer

- Op middellange termijn speelt het reguliere (vervolg-)beheer een grotere rol in het herstel

Water- en bodemkwaliteit

- De waterkwaliteit in herstelde vennen is duidelijk verbeterd. Deze verbetering is echter niet aanwijsbaar groter dan in niet herstelde vennen. De nalevering van voedingsstoffen vanuit de sliblaag is kennelijk minimaal
- Het opschonen van vennen en duinplassen leidt tot een zeer sterke verbetering van de bodemkwaliteit; er ontstaat weer een grotendeels minerale, geoxideerde en voedselarme bodem. Op de middellange termijn is de mate van hernieuwde slibophoping zeer beperkt, behalve wanneer nog eutrofiëringsbronnen aanwezig zijn
- Slib verwijderen en plaggen zijn weinig zinvol indien bronnen van vermisting niet zijn uitgeschakeld
- De aanvoer van voldoende en schoon grondwater is een basisvoorwaarde voor een volledig herstel van levensgemeenschappen van vennen. Dit grondwater is, afhankelijk van het watertype, jong, oppervlakkig en lokaal of meer gerijpt.

Flora

- De herstelmaatregelen hebben hun nut als overlevingsmaatregel meer dan bewezen. Vrijwel alle doelsoorten onder de hogere planten, ook de meest kritische, hebben in 1 of meerdere herstelde wateren een periode met hoge atmosferische depositie, verdroging en versnippering overleefd.
- Het plaggen en vrijstellen van de hele oevergradient is een zeer belangrijke aanvulling op het verwijderen van slib. Vooral in natte jaren vinden veel soorten een uitwijkmogelijkheid op de hoge oever. Wanneer deze ontbreekt, kunnen soorten verdwijnen
- Hoogveenvegetaties herstellen op middellange termijn goed, zowel op drijftillen als aan de oever. Het herstel is vooral afhankelijk van een goede hydrologie en het juiste vervolgbeheer
- Ook vegetaties van koolstof gelimiteerde vennen herstellen goed en op middellange termijn vindt in veel vennen nog steeds verdere uitbreiding plaats. Massavegetaties van isoetiden dragen in hoge mate bij aan het in stand houden van voedselarme, minerale condities in de opgeschoonde vennen
- Het verwijderen van organisch materiaal leidt tot een versterkte koolstoflimitatie, waardoor waterplanten die koolzuur uit de waterlaag opnemen het relatief moeilijk hebben in opgeschoonde vennen. Zij zijn alleen te vinden op plekken met enige slibontwikkeling of grondwateraanvoer, of op droogvallende oevers
- Een afwisseling van goed ontwikkelde vegetatiestructuren, van bijvoorbeeld drijftillen, isoetidenvegetaties, kranswiervegetaties, amfibische vegetaties en helofytenverlandingen, komt slechts hier en daar op gang. De ontwikkeling lijkt vooral afhankelijk van het verder verminderen van de atmosferische depositie, een optimale hydrologie en een optimaal vervolgbeheer
- De dwergbiezengemeenschap is op de middellange termijn alleen nog te vinden in herstelde duinplassen met een vervolgbeheer van maaien of begrazen

Fauna

- De macrofaunagemeenschap in herstelde wateren is op de middellange termijn meer karakteristiek voor voedselarme wateren dan in niet herstelde wateren. Er zijn meer doelsoorten aanwezig en relatief minder soorten die in allerlei typen water kunnen voorkomen. Ook is er een verbetering ten opzichte van de situatie vlak voor herstel

- Een klein deel van de macrofauna lijkt gevoelig voor grootschalige herstelmaatregelen en de ongunstige omstandigheden in de eerste jaren na herstel. Diverse soorten uit deze groep zijn na herstel niet meer waargenomen
- Mesotrofe verlandingsvegetaties van lisdodde, riet, draad- en snavelzegge in vennen herbergen een faunagemeenschap met een groot aantal bedreigde soorten. Soorten uit deze gemeenschap zijn vooral aangetroffen in niet herstelde vennen. Restanten van dergelijke vegetaties zijn soms verwijderd met herstelwerkzaamheden
- Herstel van gradientsituaties en mesotrofe verlandingsvegetaties is nog maar in weinig vennen gerealiseerd, waarschijnlijk omdat deze in hoge mate afhankelijk zijn van de aanvoer van schoon grond- en oppervlaktewater en de afwezigheid van bronnen van vermisting
- Vennen waar bij de uitvoering van herstelmaatregelen grote delen van de aanwezige rietvelden gespaard zijn, zijn belangrijke broedgebieden voor water- en moerasvogels. Hier komen nog soorten voor als bruine kiekendief, geoorde fuut, waterral, kleine karekiet, zomertaling en roerdomp.

Afzonderlijke maatregelen

- Het vasthouden van water in hoogveenvennen leidt tot een betere waterkwaliteit, waarschijnlijk doordat er geen langdurige droogval van veenbodems meer plaatsvindt en het veen goed geconserveerd wordt door het zure water.
- Het vasthouden van water is echter ongunstig voor de ontwikkeling van vegetaties van zwak gebufferd water. Vooral in duinplassen en minder voedselarme vennen zoals het Beuven, de Banen en Gritjeplak. In het gebufferde water kan alkalinisatie en versterkte afbraak van organisch materiaal plaatsvinden. Bovendien bevatten bodems van gebufferde vennen en duinplassen doorgaans meer fosfaat, dat aan ijzer gebonden is en kan vrijkomen bij vernatting.
- Het baggeren van vennen en duinplassen heeft een langdurig positief effect op de bodemkwaliteit en de vegetatie. Ook de effecten voor de fauna zijn duurzaam positief, indien er voldoende rekening wordt gehouden met de voor herstel aanwezige fauna. De mate van hernieuwde slibophoping is vaak minimaal; de maatregel hoeft voorlopig nog niet herhaald te worden
- Door de afgenomen depositie zijn ook herstelde, verzuurde vennen na verloop van tijd weer iets meer gebufferd geraakt. Plantensoorten die in de zure periode na herstel verdwijnen, keren echter niet meer terug
- Het bekalken van droogvallende delen van opgeschoonde vennen leidt tot de gewenste buffering, maar heeft op de korte termijn enkele neveneffecten; afbraak van organisch materiaal en bruinkleuring van het water. Het is op de korte termijn waarschijnlijk nadelig voor zuurstofminnende macrofauna en begunstigt waarschijnlijk de microflora van een saproob milieu
- Het bekalken van inziggebieden van opgeschoonde vennen kan voor minstens 10 jaar een zeer zwakke buffering tot stand te brengen in vennen, mits een voldoende groot deel van het verzuurde inziggebied bekalkt wordt. Ook het inziggebied profiteert van de bekalking.
- Inlaat van grondwater of voorgezuiverd oppervlaktewater is ook op de middellange termijn een goede manier om de verzuring te bestrijden. In opgeschoonde vennen waar gebufferd water wordt ingelaten is de soortenrijkdom het sterkste toegenomen en zijn na herstel de meeste soorten van zwakgebufferde vennen aangetroffen



Afbeelding 6.1: Oever van het Leikeven in 2007, met o.a. moerashertshooi (Hypericum elodes) en snavelzegge (Carex rostrata). Foto: D. Belgers.



Afbeelding 6.2: Het Pitje van Jan van Louis (Voorne) in 2007, met onder water een vrijwel gesloten kranswierbegroeiing. Foto: D. Belgers.

Regulier beheer

- Begrazing van de oevers kan voorkomen dat oevers en ondiep water dichtgroeien met helofyten en broekbos. Hierdoor blijven amfibische vegetaties langer behouden. Wel moet eutrofiering door uitwerpselen worden voorkomen. Vooral langharige koeien hebben bij warm weer de neiging langdurig in het water te staan
- Jaarlijks maaien van helofyten op oevers en het maaien van dieper groeiende helofyten in droge jaren kunnen bijdragen aan het langdurig in stand houden van een soortenrijk pioniermilieu



Afbeelding 6.3: Oever van de Badhuiskuil in 2005. De rode kleur is van een massavegetatie van dwerggras (Juncus pygmaeus) die hier vrijwel jaarlijks optreedt. De donkergroene kleur langs de waterlijn is van oeverkruid (Littorella uniflora). Foto: E. Brouwer.

6.3 Voetangels en klemmen bij venherstel

De conclusies uit de vorige paragraaf zijn gebaseerd op resultaten van goed uitgevoerd herstelbeheer waarbij zich verder ook geen complicaties hebben voorgedaan. In een vrij grote minderheid van de gevallen doen dergelijke complicaties zich helaas wel voor. De belangrijkste zijn hieronder opgesomd.

- De verspreiding van de flora en fauna van vennen verloopt zeer moeizaam in het huidige landschap en houdt geen gelijke tred met de successie. Vooral in vennen die geïsoleerd in het landschap liggen en een beperkte zaadbank hebben, komt een relatief soortenarme vegetatie tot ontwikkeling
- De nattere zomers en de gestegen aandacht voor verdroging werken het gevaar in de hand dat water te lang wordt vastgehouden in vennen met een van nature wisselend peil
- In een aanzienlijk deel van de vennen en duinplassen vormen te grote aantallen watervogels de dominante fosfaatbron. In het verleden waren dat vooral meeuwen, momenteel zorgen vooral ganzen voor veel overlast. Vermesting door ganzen, met name grauwe en Canadese gans, is een toenemend probleem in vennen en andere voedselarme wetlands (Van der jeugd et al. 2006). Hierdoor kan het wenselijk zijn om de populatieomvang te beperken. Uit onderzoek van Van der jeugd et al. (2006) blijkt dat actieve bestrijding van ganzen (met uitzondering van afschot) vaak niet effectief zijn en een constante grote inspanning

- De invasieve exotische zonnebaars en Amerikaanse hondsvij zijn beide carnivoren en kunnen een effect op populaties van ongewervelden. Vooral de zonnebaars is in staat om de aantallen van ongewervelden te decimeren. De effecten van hondsvij zijn waarschijnlijk beperkt tot oeverbewonende evertelaten, aangezien deze soort zich met name ophoudt in dichtbegroeide oevers. Beide soorten hebben weinig effect gehad op het herstel van faunagemeenschappen in de wateren die in deze studie zijn onderzocht, aangezien zij vrijwel niet aanwezig waren in de vennen (zonnebaars) of doordat het geschikt habitat meestal ontbrak (hondsvij).
- Op sommige locaties worden doelvegetaties nagestreefd van droogvallende oevers, maar is verzuimd om oevers voldoende hoog op te schonen, aangrenzende bomen te verwijderen of oevers voldoende af te vlakken
- Regelmatig is er nog sprake van vermestingsbronnen na het voltooiën van de hersteloperatie; bijvoorbeeld vervuild grond-of oppervlaktewater of inwaaiend blad
- In sommige vennen is er na herstel nog onvoldoende droogvallende oever aanwezig
- Er wordt nog onvoldoende gebruik gemaakt van de mogelijkheden om met name oevers gefaseerd op te schonen

6.4 Kennishiaten

Onder meer dankzij 20 jaar OBN-onderzoek is er heel veel bekend over het functioneren van vennen en de daarbij horende levensgemeenschappen. In de meeste gevallen is dit ruim voldoende om een gedegen beheer te kunnen voeren. Maar met name van de meest complexe en hierdoor ook vaak meest soortenrijke systemen zijn nog hier en daar gaten in de kennis aanwezig. Een andere bron van onzekerheid vormt de voortdurende wijziging in milieu-omstandigheden. Hieronder staan enkele belangrijke kennishiaten opgesomd.

- Het is nog onvoldoende bekend onder welke omstandigheden zich mesotrafente verlandingsvegetaties ontwikkelen in vennen, hoe lang deze stand kunnen houden en onder welke condities dit gebeurt
- De variatie in vegetatietypen en vegetatiestructuren is in veel vennen achteruit gegaan en met herstelbeheer meestal niet op het oude peil teruggekomen. Waarschijnlijk is een ruimtelijke afwisseling in standplaatscondities nodig, die vooral geschapen wordt door afwisseling van kwel en inzijging. Het is nog onvoldoende bekend hoe combinaties van verschillende vegetaties met verschillende standplaatsseisen weer in één ven tot ontwikkeling kunnen worden gebracht
- Sommige exoten kunnen zich zeer goed ontwikkelen in vennen. De omstandigheden waaronder ze zich sterk uitbreiden en de invloed hiervan is niet altijd goed bekend. Dit geldt bijvoorbeeld voor de standplaatscondities van ongelijkbladig vederkruid en voor de invloed van Amerikaanse hondsvij op bedreigde ongewervelden
- De invloed van peilfluctuaties in vennen en duinplassen op de bodem, het water, de flora en fauna is nog lang niet altijd duidelijk. Bovendien zijn er complexe interacties met klimaatverandering (temperatuur, neerslag), het grondwater (zowel kwaliteit als kwantiteit), het beheer (opstuwen, wateraflaat) en de potentiële hoeveelheid droogvallende oever
- De eigenschappen van de sliblaag in niet opgeschoonde vennen en duinplassen zijn vaak bepalend voor de ontwikkeling van flora en fauna. De sliblaag kan sneller afbreken door een stijging van de pH en temperatuur. De afbraak kan ook minder snel verlopen door de daling van de stikstof- en zwavelconcentraties in het water. De afbraaksnelheid bepaalt ook het

- Waarschijnlijk verliezen vegetaties van koolstof gelimiteerde vennen in de toekomst een deel van hun concurrentievoordeel door de stijging van de concentratie kooldioxide in de atmosfeer. Daarmee zou een belangrijk instrument in het herstelbeheer op de tocht komen te staan
- Na de constatering dat ganzen een groot probleem kunnen zijn in vennen en duinplassen rijst de vraag hoe men hier in het beheer mee om kan gaan

6.5 Mogelijke consequenties voor beheer

In deze paragraaf zijn de belangrijkste aanbevelingen voor het beheer opgenomen die voortvloeien uit de kennisontwikkeling over vennen van de afgelopen 20 jaar en in het bijzonder de aanbevelingen die voortvloeien uit de uitgevoerde middellange termijn monitoring.

Toepassen van voorschrijdende inzichten

- De ontwikkeling van hoogveenvegetaties op venoevers kan baat hebben bij open schaduw, dus het laten staan van enkele grote bomen aan de zonzijde. Veenmos heeft dan minder last van uitdroging bij lage waterstanden
- Gefaseerd opschonen van een ven biedt belangrijke voordelen. Voor de flora omdat er dan verschillende successiestadia naast elkaar voorkomen, waardoor bijvoorbeeld gemeenschappen van het dwergbiezenverbond en waterplanten die koolstof opnemen uit de waterlaag zich beter kunnen handhaven. Voor de fauna is fasering belangrijk omdat er dan voldoende continuïteit in de vegetatiestructuur aanwezig blijft. Het gefaseerd verwijderen van sliblagen is niet aan te raden, omdat achtergebleven slib zich weer over de opgeschoonde delen verspreid
- Direct bekalken van regelmatig droogvallende delen van een ven met een minerale bodem kan ook een middel zijn om verzuring te bestrijden, vooral indien bekalken van het inziggebied niet mogelijk is.
- Het peilbeheer is een belangrijk instrument voor het in stand houden van voedselarme omstandigheden. Vooral in de meer gebufferde wateren is voldoende peilfluctuatie belangrijk en is aflat van water wenselijk in natte jaren
- Wanneer isoetide waterplanten zich terugtrekken op de oever is dit vaak een teken van vermesting (in gebufferde wateren) of verzuring (in zure wateren). In het laatste geval is het wenselijk om op korte termijn iets aan de buffering te doen
- Isoetide waterplanten kunnen gebruikt worden om een ven of duinplas voedselarm te houden. De aanplant van b.v. oeverkruid in nieuw gegraven wateren of in wateren waar de oorspronkelijke zaadbank verloren is gegaan, kan het succes van herstel- en inrichtingsmaatregelen langdurig verbeteren

Herstel van complexe situaties

- In veel herstelprojecten is een deel van het oorspronkelijke vensysteem, al of niet succesvol, hersteld. Veel vennen bezaten van oorsprong een grotere afwisseling dan in het hersteldoel is opgenomen, of er vond in de loop der tijd successie plaats van het ene waardevolle stadium naar het andere. Deze afwisseling in tijd en ruimte dient meer in het herstelbeheer te worden betrokken.
- Bijzondere gradiënten die meer aandacht verdienen zijn bijvoorbeeld de grondwater-gestuurde laagveenverlandingen in sommige vennen en de afwisseling van isoetidenvegetaties met drijftillen & hoogveenvegetaties.

Inspelen op gewijzigde milieu-omstandigheden

- Door de afgenomen zuurdepositie is de hoeveelheid buffering die in verzuurde systemen van buitenaf ter compensatie moet worden aangevoerd ook afgenomen. Dit betekent dat bekalking van inzigtgebieden of droogvallende delen van vennen langer werkt of dat er minder kalk gebruikt hoeft te worden.
- Bij waterinlaat hoeft er minder water ingelaten te worden en kan er daardoor worden volstaan met iets minder fosfaatarm en/of gebufferd water. De mogelijkheden voor waterinlaat zijn dus groter geworden, vooral in vennen die tevens gevoed worden door schoon grondwater. Nadat de bodem weer voldoende opgeladen is met kationen, is in sommige gevallen waterinlaat zelfs vrijwel overbodig geworden (b.v. Beuven, Keijenhurk).
- Ook de buffering door anaërobe afbraak leidt weer eerder tot zeer zwak gebufferde omstandigheden, wat bijvoorbeeld de kansen voor een combinatie van isoetiden met drijftillen in een ven vergroot
- Door de afgenomen zuurdepositie kunnen veel verzuurde vennen via een eenmalige bekalking van het inzigtgebied vermoedelijk weer voor een lange periode worden gebufferd
- De gestegen watertemperatuur stimuleert de afbraak van organisch materiaal, waardoor het nog meer noodzakelijk wordt om de concentraties van fosfaat, zwavel en stikstof laag te houden en alkalinisatie te voorkomen. Bijvoorbeeld door water af te laten in natte zomers
- Door regionale of lokale vernattingsmaatregelen en door de mogelijk natter wordende zomers kan in sommige vennen weer spontaan drijftilontwikkeling op gang komen. Deze moet tijdig worden herkend, zodat deze vennen niet abusievelijk worden opgeschoond
- De klimaatverwarming speelt de verbreiding van exoten in de kaart. Houdt hiermee rekening, vooral bij vennen die makkelijk bereikbaar zijn voor het publiek

7 Literatuur

- Alles, E., M. Nörpel-Schempp & H. Lange-Bertalot (1991): Zur Systematik und Ökologie charakteristischer *Eunotia*-Arten (Bacillariophyceae) in elektrolytarmen Bachoberläufen. *Nova Hedwigia* 53: 171-213.
- AquaSense (1997): Kieselwieren uit Drentse vennen als indicatoren voor beheer, verzuring en vermessing. Eindrapport 97.0994: 59p. + bijl.
- AquaSense (1999): Monitoring van verzuring in vennen 1995-1998. Rapport 99.1164. Amsterdam. 40p. + bijl.
- Aquasense (1996). Veluwse vennen en leemkuilen onder de loep: ontwikkeling van een beleidsvisie voor toekomstig onderzoek en beheer in opdracht van: Zuiveringsschap Veluwe. Rapport nr. 96.0675
- AquaSense (2000): Meerjarenrapportage van diatomeeën uit Limburgse vennen en veenwateren. Rapport 1507. Amsterdam. 52p. + bijl.
- AquaSense (2003): Monitoring vennen 1978-2002: effecten van klimaatsverandering en vermindering van verzuring. Rapport 03.1780. Amsterdam. 42p. + bijl.
- Arts, G.H.P., J.H.J. Schaminee & P.J.J. van den Munckhof, 1988. Human impact on origin, deterioration and maintenance of Littorelletea-communities. In> Proc. 5th Symposium on Synanthropic Flora and Vegetation (Chief Ed. M. Zaliberová), Martin, Czechoslovakia, 22-27 august 1988, p. 11-18.
- Arts, G.H.P. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 13, Vennen. Achtergronddocument bij het "Handboek Natuurdoeltypen in Nederland". Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede-Wageningen.
- Arts, G.H.P., P.W.M. van Beers, J.D.M. Belgers & F.G. Wortelboer, 2001. Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in vennen: onderbouwing en toetsing van kritische depositieniveaus en effecten van herstelmaatregelen op het voorkomen van isoetiden. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Alterra-rapport 262. 88 pp.
- Arts, G.H.P., H. van Dam, F.G. Wortelboer, P.W.M. van Beers & J.D.M. Belgers (2002): De toestand van het Nederlandse ven. Alterra-rapport 542, AquaSense-rapport 02.1715. Alterra, Wageningen / AquaSense, Amsterdam / RIVM, Bilthoven. 123p.
- Arts, G.H.P. & Smolders, A.F.M., 2008. Selectie van referentiepunten voor aquatische vegetatietypen voor het Staatsbosbeheer-porject terreincondities. Alterra-rapport 1802.
- Beers, P.W.M. van, van, 1996. Inventarisatie Noord-Brabantse vennen 1994. Rapport Provincie Noord-Brabant.
- Beers, P.W.M. van, M. van de Veen, G.H.P. Arts & G. Schmidt, 2004. Inventarisatie Overijsselse vennen. Een onderzoek naar de betekenis van Overijsselse vennen, ten aanzien van vegetatie, waterchemie en libellen en een evaluatie van herstelmaatregelen. In opdracht van Provincie Overijssel en Waterschap Regge en Dinkel. 85 pp. + bijlagen.
- Beijerinck, W. (1926): Over verspreiding en periodiciteit van de zoetwaterwieren in Drentsche heideplassen. *Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 25(2): 1-211.
- Bellemakers, M.J.S., 2000. Reversibility of the effects of acidification and eutrophication of shallow surface waters. Perspectives for restoration. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Bellemakers, M.J.S. & H. van Dam (1992): Improvement of breeding success of the moor frog (*Rana arvalis*) by liming of acid moorland pools and the consequences of liming for water chemistry and diatoms. *Environmental Pollution* 78: 165-171.
- Bellemakers, M.J.S., Maessen, M., Cals, M.J.R. & Roelofs, J.G.M. (1993): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma eerste fase. Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.

- In opdracht van Min. van LNV.
- Berg, M. van (red), m.m.v., H. Coops, R. Pot, W. Altenburg, R. Nijboer, T. van den Broek, M. Fagel, G. Arts, R. Bijkerk, H. van Dam T. Ietswaart, J. van der Molen, K. Wolfstein, D. de Jong & H. Hartholt (2004): Achtergronddocument referenties en maatlatten waterflora. Expertteam macrofyten en fytoplankton. STOWA, Utrecht / RIZA, / Lelystad. 116p.
- Bie, J.E.G.M. de & M.M.J. Maenen (1984): Een onderzoek naar de effecten van zure neerslag op microflora en -fauna in zwak gebufferde wateren op kalkarme zandgronden. Doctoraalverslag 178. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen. 179p.
- Bijkerk, R. (2002): Soortensamenstelling en natuurwaarde van sialgalen in enkele Twentse vennen en poelen in 2001, met een ecologische typering. Rapport 2002-24:Koeman & Bijkerk BV, Groningen. 30p.
- Bijkerk, R., G.J. Berg & A.M.J. Joosten (2004): Drentse vennen door de jaren heen: onderzoek naar de ecologische veranderingen in Drentse vennen tot 2003. Rapport 2004-32. Koeman & Bijkerk, Haren. 161p + CD-ROM.
- Braak, C.J.F. ter & H. van Dam (1989): Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. *Hydrobiologia* 178: 209-223.
- Braak, C.J.F. ter & P. Šmilauer (2002): CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Biometris, Wageningen and České Budějovice. 500p.
- Brouwer, E. (2001): Restoration of Atlantic softwater lakes and perspectives for characteristic macrophytes. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen : 133p.
- Brouwer, E., Backx, H. & Roelofs, J.G.M. (2001). Nutrient requirements of ephemeral plant species from wet, mesotrophic soils. *Journal of Vegetation Science* 12: 319-326
- Brouwer, E, Bobbink, R, Roelofs, J.G.M. & Verheggen, G.M. (1996): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma tweede fase. Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. In opdracht van Min. van LNV.
- Brouwer, E, Bobbink, R, Roelofs, J.G.M. & Verheggen, G.M. (1996): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma derde en laatste fase. Afdeling Aquatische Oecologie & Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. In opdracht van Min. van LNV.
- Brouwer, E. & H. van Kleef (2008). Natuurwaarden in het Taamven en mogelijkheden voor herstel. Onderzoekcentrum B-ware (rapport nr. 6.021) & Stichting Bargerveen. In opdracht van STARO Bosbeheer.
- Brouwer, E., Lucassen, E.C.H.E.T., Smolders, A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (2008). Vennen kunnen verzuipen. *H2O* 19: 89-91
- Bruinsma J., 1994.Vennen in middenBrabant, opnieuw bezocht in 1991 en 1992, Characeae Wergroep Eindhoven, excursieverslagen, rapport 3.
- Burgh, Y. van der & E. Brouwer (1993). De praktijk van een overlevingsstrategie. Evaluatie van het project "Effectgerichte Maatregelen in Natuurterreinen". Research voor Beleid b.v. & Katholieke Universiteit Nijmegen. In opdracht van Min. van LNV.
- Coesel, P.F.M. (1998a): Sialgalen en natuurwaarden. Wetenschappelijke Mededeling KNNV 224. 56p.
- Coesel, P.F.M. (1998b): De sialgalenflora van De Banen: een nieuwe start. *Natuurhistorisch Maandblad* 87: 214-218.
- Coesel, P.F.M. & J. Meesters (2007): Desmids of the lowlands: Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European lowlands. KNNV Publishing, Zeist. 352p. + CD-ROM.
- Coesel, P.F.M., R. Kwakkestein & A. Verschoor(1978): Oligotrophication and eutrophication tendencies in some Dutch moorland pools, as reflected in their desmid flora. *Hydrobiologia* 61: 21-31.
- Connell, J.H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.

- Dam, H. van (1973): Oecologisch onderzoek aan epifytische diatomeeëngemeenschappen in het Naardermeer, speciaal in relatie tot watervervuiling. Hugo de Vrieslaboratorium, Amsterdam / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 158p.
- Dam, H. van (1982): On the use of measures of structure and diversity in applied diatom ecology. *Nova Hedwigia*, Beihefte 73: 97-115.
- Dam, H. van (1987): Monitoring of chemistry, macrophytes and diatoms in acidifying moorland pools. RIN rapport 87/19. 91 pp. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Dam, H. van (2007): Excursierapport 11 juli 2007: duinpoelen op Voorne. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 4p.
- Dam, H. van, Oomen, E. & Zaaijer, E. (2007): Maatregelenplan herstel vennen, wielen en meanders met functie Waternatuur. Rapport 615.2, Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam.
- 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 (1989a): Kiezelwieren van oude en recente aquatische macrofyten uit het Beuven. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 11p.
- Dam, H. van & A. Mertens (1989b): Diatomeeën van oude en recente aquatische macrofyten uit het Beuven in relatie tot het beheer. *Diatomedelingen* 8: 15-23.
- Dam, H. van & A. Mertens (2004): Vennen in weer en wind: lange-termijneffecten van verzuring en klimaatsverandering op chemie en kiezelwieren. *De Levende Natuur* 105: 13-18.
- Dam, H. van & A. Mertens (2008a): Monitoring van vennen 1978-2006: effecten van klimaatverandering en vermindering van verzuring. Rapport 202542, Grontmij | AquaSense / Rapport 606, Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 100p. + bijl.
- Dam, H. van & A. Mertens (2008a): Vennen minder zuur maar warmer. *H2O* 41/12: blz 36-39.
- Dam, H. van & J.H. Wanink (2007): Trendanalyse hydrobiologische gegevens Friesland. Rapport 210455, Grontmij | AquaSense, Amsterdam / Rapport 2007-015, Koeman & Bijkerk, Haren / Rapport 605, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 175p.
- Dam, H. van B. van Geel, A. van der Wijk & M.D. Dickman (1988): Beheer van vennen in historisch perspectief. *De Levende Natuur* 89: 66-73.
- Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam (1994a): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28:, . 117-131.
- Dam, H. van, A. Mertens & H. Heijnis (1994 b): Retrospectieve monitoring van verzuring en eutrofie"ring in het Kolkven en het Van Esschenven bij Oisterwijk. IBN-rapport 100. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 76p.
- Dijk, J. van, F. de Graaf, W. Graafland, A.A. de Groot, J. Heimans, J.T. Koster, A.P.C. de Vos, H.F. de Vries, A. van der Werff & V. Westhoff (1960): Hydrobiologie van de Oisterwijkse Vennen. Publicatie 5. Hydrobiologische Vereniging, Amsterdam. 90p.
- Dorland, E., Bobbink, R., Brouwer, E., Peters, C.J.H., van der Ven, P.J.M., Vergeer, Ph., Verheggen, G.M. & Roelofs, J.G.M. (2000): Herintroductie en bekalking van het inzijsgebied. Leerstoelgroep Landschapsoecologie, Universiteit Utrecht en Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. In opdracht van IKC Natuurbeheer, Min. van LNV.
- Dresscher, T.G.N., F. de Graaf, A.A. De Groot, J. Heimans, G.P.H. van Heusden, J.T. Koster, W. Meyer, M.F. Mörzer Bruyns, H.J.W. Schimmel, A.P.C. de Vos, H.F. de Vries & A. van der Werff (1952): De Gerritsflesch bij Kootwijk. Publicatie 4. Hydrobiologische Vereniging, Amsterdam. 22p.
- Drost, M.B.P., H.P.J.J. Cuppen, E.J. van Nieukerken & M. Schreijer (red.) 1992. De waterkevers van Nederland. Uitgeverij KNNV, Utrecht.

- Duinen G.A. van, Brock AMT, Kuper JT, Leuven RSEW, Peeters TMJ, Roelofs JGM, Van der Velde G, Verberk WCEP, Esselink H (2003). Do restoration measures rehabilitate fauna diversity in raised bogs? A comparative study on aquatic macroinvertebrates. *Wetlands Ecology and Management* 11: 447-459.
- Eeken RLJ (1985) Effecten van verzurende depositie op de bodemkwaliteit en de bodemfauna van aquatische oecosystemen. Doctoraalverslag 197. Afdeling Aquatische ecologie, Universiteit Nijmegen.
- Evans, C.D., Monteith, D.T., Cooper, D.M., 2005. Long-term increases in surface water dissolved organic carbon: Observations, possible causes and environmental impacts. *Environmental Pollution* 137, 55-71.
- Grontmij / AquaSense en Alterra, 2005. Veldinventarisatie Brabantse vennen 2004. Onderdeel van "Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse vennen". In opdracht van Provincie Noord-Brabant. AquaSense Rapport 05.2184. 80 pp.
- Grontmij / AquaSense en Alterra, 2005. Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse vennen. In opdracht van Provincie Noord-Brabant. AquaSense Rapport 05.2184.2. Alterra Rapport 1200. 91 pp + 18 Bijlagen.
- Heimans, J. (1925): De desmidiaceëenflora van de Oisterwijkse Vennen. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 34: 245-262.
- Higler, B. 2005. De Nederlandse kokerjufferlarven. Determinatie en ecologie. KNNV-Uitgeverij Utrecht.
- Hofman, K. & Janssen, M., 1986. Historische ontwikkelingen van vennen in Middenbrabant, qua vegetatie en waterchemie en een beschrijving van de huidige toestand. Verslag nr. 210, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U. Nijmegen.
- Huston, M. (1979): A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist* 113: 81-101.
- Iwaco, 2001. Herstelplan voor het Rauwven bij erp, nr 37432.
- Janssen, S.N., P.F.M. Verdonchot & G.H.P. Arts (1998): Typologie van zoete duinwateren gebaseerd op macrofauna, macrofyten, diatomeeën en milieuv variabelen. IBN-rapport 390. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 74p. + bijl.
- Joosten, J.H.J., J.A.A. Bos & H. van Dam (1992): Palaeo-ecologisch onderzoek aan oude en recente afzettingen in het ven "De Banen" (gemeente Nederweert). Laboratorium voor Palaeobotanie en Palynologie, Utrecht. 28p. + bijl.
- Jeugd H.P., van der, Vos Lambert B, Van turnhout C, Sierdsema H, Feige H, Nienhuis J & Koffijberg K (2006) Overzomerende ganzen in Nederland: grenzen aan de groei? SOVON-onderzoeksrapport 2006/2. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Katwijk, M.M. van & C.J.F ter Braak (2003): Handleiding voor het gebruik van multivariate analysetechnieken in de ecologie. Afdeling Milieukunde, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen / Afdeling Biometrics, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen. 30p.
- Kimnai, F. 2006. De ecologie van Chironomidae-larven (*Diptera: Chironomidae*) en hun reactie op de effecten van verzuring en restoratiewerkzaamheden in vennen. Doctoraalverslag. Stichting Bargerveen, Afdeling Dierecologie en ecofysiologie, Radboud universiteit Nijmegen.
- Kleef H. van, Verberk WCEP, Leuven RSEW, Esselink H, van der Velde G & van Duinen GA (2006) Biological traits successfully predict the effects of restoration management on macroinvertebrates in shallow softwater lakes. *Hydrobiologia* 565: 201-216.
- Kleef, H. van & H. Esselink 2006. De Entomofauna van het Greveschutven, Valkenswaard. Onderzoek ten behoeve van het behoud en herstel van het Greveschutven. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Kleef H. van, van der Velde G, Leuven RSEW & Esselink H (2008) Pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*) invasions facilitated by introductions and nature management strongly reduce macroinvertebrate abundance in isolated water bodies. *Biological Invasions* 10: 1481-1490.

- Klink A (1986) Geschiedenis van de verzuring in Nederland. Een paleolimnologische studie naar de invloed van verzuring op levensgemeenschappen in enige zwakgebufferde wateren. Rapporten en mededelingen 27. Hydrologisch adviesbureau Klink BV, Wageningen, The Netherlands (In Dutch).
- Kobayasi, H. & T. Nagumo (1988): Examination of the type materials of *Navicula subtilissima* Cleve (Bacillariophyceae). Botanical Magazine (Tokyo) 101: 239-254.
- Krammer, K. (1992): *Pinnularia*. Eine Monographie der Europäischen Taxa. Bibliotheca Diatomologica 26. Cramer, Berlin. 353p.
- Krammer, K. (1997a): Die cymbelloiden Diatomeen: eine Monographie der weltweit bekannten Arten. Teil I. Allgemeines und *Encyonema* Part. Bibliotheca Diatomologica 36. Cramer, Berlin. 382p.
- Krammer, K. (1997b): Die cymbelloiden Diatomeen: eine Monographie der weltweit bekannten Arten. Teil II. *Encyonema* Part., *Encyonopsis* and *Cymbelloopsis*. Bibliotheca Diatomologica 37. Cramer, Berlin. 469p.
- Krammer, K. (2000): The genus *Pinnularia*. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. 1. Gantner, Ruggell. 703p.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1986-1991): Bacillariophyceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1-4. Fischer, Stuttgart.
- Lange-Bertalot, H. (1993): 85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Vol. 2/1-4. Bibliotheca Diatomologica 27. Cramer, Berlin. 454p.
- Lange-Bertalot, H. & G. Moser (1994): *Brachysira*-Monographie der Gattung. Wichtige Indikator-Species für das Gewässer-Monitoring und *Naviculadicta* nov. gen. Ein Lösungsvorschlag zu dem Problem *Navicula* sensu lato ohne *Navicula* sensu stricto. Bibliotheca Diatomologica 29. Cramer, Stuttgart. 212p.
- Lenzenweger, R. (1996): Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 1. Bibliotheca Phycologica 101. Cramer, Berlin. 162p.
- Leuven, R.S.E.W., 1988. Impact of acidification on aquatic ecosystems in the Netherlands. PhD thesis University of Nijmegen, Nijmegen.
- Leuven, R.S.E.W., Oyen F.G.F., Geelen J.F.M. (1984). De Oost-Amerikaanse hondsviis. Natura, 81e jaargang no.9 (921).
- Leuven RSEW & Oyen FGF (1987) Impact of acidification and eutrophication on the distribution of fish species and lentic soft waters of The Netherlands: an historical perspective.
- Londo, G. (1967): The diatoms of three dune waters in the Netherlands: Quackjeswater, Breede Water and Vogelmeer. Hydrobiologia 30: 113-128.
- Lucassen, E.C.H.E.T., Smolders, A.J.P. & J.G.M. Roelofs (2002). Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as a diagnostic tool. Environmental Pollution 120: 635-646.
- Maier-van Haagen, B. (1976): Een onderzoek naar de verspreiding en oecologie van desmidiaceeën en diatomeeën op Terschelling. 135p + bijl.
- Moller Pillot, HKM & Buskens RFM (1990) De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Deel C: Autoecologie en verspreiding. Nederlandse faunistische mededelingen 1C. Stichting European Invertebrate Survey-Nederland
- Molen, D.T. van der (red.) (2004): Referenties en concept-maatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn Water. Rapport 2004/42. STOWA, Utrecht. 450p.
- Mulderij, G., B.W. Ibelings & R. Bijkerk (2007): Sieralgen en biodiversiteit: bijdrage, functioneren en beheer: state of the art rapportage. Rapport DK 2007/dk081-O. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede. 61p.
- Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie, 2002. De Nederlandse libellen (Odonata). Nederlandse Fauna 4. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV-Uitgeverij en EIS-Nederland, Leiden.

- Nobel WT de, Bouwman JH, van Kleef HH & Lemaire AJJ (2001) Beleidsmonitoring OBN-fauna 2001. Vereniging Onderzoek Flora en Fauna, Nijmegen.
- Peeters, G.M.T., 2004. Een vreemd vederkruid in het Zwartwater: *Myriophyllum heterophyllum* Michx. Natuurhistorisch Maandblad 93: 251-252.
- Raaijmakers, M., 1993. Vegetatiekarteringen en experimenteel onderzoek voor uitvoering van Effectgerichte Maatregelen in oppervlaktewateren van Nederland. Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. Doctoraalverslag nr. 355.
- Roelofs, J.G.M. (2003): Venherstel in Nederland. Natuurhistorisch Maandblad 92: 80.
- Roelofs, J.G.M., E. Brouwer, R. Bobbink (2002): Restoration of aquatic macrophyte vegetation in acidified and eutrophicated shallow soft water wetlands in The Netherlands. *Hydrobiologia* 478: 171-180.
- Roulet, N., Moore, T.R., 2006. Browning the waters. *Nature* 444, 283-284.
- Sierdsema H, van Kleunen A, Bouwman J, Spikmans F, Koese B, Smit JT, van Kleef HH & Lemaire AJJ (2002) Beleidsmonitoring OBN-Fauna 2002. Vereniging Onderzoek Flora en Fauna, Nijmegen.
- Smit, H & Van der Hammen, H (2000) Atlas van de Nederlandse watermijten. Nederlandse faunistische mededelingen 13. Stichting European Invertebrate Survey-Nederland
- Smit, H.D.W. (1976): Desmidiaceeën in zuid-west Drenthe. Intern rapport Hugo de Vries laboratorium, Amsterdam 35. 106p. + bijl.
- Smolders, A.J.P., Brouwer, E., Lucassen, E.C.H.E.T. & Roelofs, J.G.M., 2004. Herstel van de Venkoelen: hydrochemische en vegetatiekundige monitoring. B-ware rapport nr. 2004.03.
- Smolders, A.J.P., Tomassen, H.B.M., Lamers, L.P.M., Lomans, B.P. & J.G.M. Roelofs (2002): Peat bog restoration by floating raft formation: the effects of groundwater and peat quality. *Journal of Applied Ecology* 39: 391-401.
- Tooren, B.F. van & A.J. van Tooren (1981): Desmidiaceeën van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. *De Levende Natuur* 83: 37-44.
- Tooren, B.F. van (1997a). Botanische monitoring Oisterwijkse vennen in 1996. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. 8p.
- Tooren, B.F. van (1997b). Botanische monitoring drie Oisterwijkse vennen in 1997. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. 7p.
- Tooren, B.F. van & A.J. van Tooren (1999). Desmidiaceeën in drie Oisterwijkse vennen tot en met 1998 - Voorste Goorven, Witven en Van Esschenven. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. 8p + bijl.
- Tooren, B.F. van & A.J. van Tooren (2000). Sieralgen in enkele terreinen van Natuurmonumenten in 1999. 1. Reeënberg. 2. Ankeveense Plassen. 3. Leikeven, Huis ter Heide. 4. Laegieskamp. 5. Oisterwijk. B.F. van Tooren & A.J. van Tooren, april 2000.
- Tooren, B.F. van & A.J. van Tooren (2001a). Sieralgen in enkele terreinen van Natuurmonumenten in 2000. 1. Leggelderveld. 2. Dwingelderveld. 3. Mantingerzand. 4. Korenburgerveen. 5. Dal van de Ruiten Aa. 6. Velhorst. 7. Laegieskamp. 8. Vlietlanden. 9. Oisterwijkse vennen. 8p. + bijl.
- Tooren, B.F. van & A.J. van Tooren (2001b). Sieralgen in enkele terreinen van Natuurmonumenten in 2001. 1. Holtigerveld. 2. Dwingelderveld. 3. Vechtpassen. 4. Kamerikse Nessen. 5. Empesche en Tondensche Heide. 6. Oldenaller. 7. Stippelberg. 8. Groote Meer. 9. De Haak (Nieuwkoopse Plassen). 10. De Wieden. 11. Oisterwijkse vennen. 1p. + bijl.
- Tooren, B.F. van, A.J. van Tooren & J. Meesters (2002). Sieralgen in enkele terreinen van Natuurmonumenten in 2002. 1. De Plateaux. 2. Witteveen. 3. Buurserzand. 4. Oldenaller. 5. Schiermonnikoog. 6. Laegieskamp. 7. De Wieden. 8. Oisterwijkse vennen. 1p. + bijl.
- Tooren, B.F. van & A.J. van Tooren (2003). Sieralgen in enkele terreinen van Natuurmonumenten in 2003. 1. Laegieskamp. 2. Veluwemeerkust. 3. Oldenaller. 4. Oisterwijkse vennen. 5. Kampina. 6p. + bijl.
- Tooren, B.F. van & A.J. van Tooren (2008). De sieralgen in Voorste Goorven, Witven en Van Esschenven vanaf 1996. Ongepubliceerde notitie. 4p.

- Vanderhaeghe F, Brouwer E, Van Kleef H, Van Den Broeck S, Vercoutere B (2008). Expertenadvies prioritair venherstel Turnhouts Vennengebied-West Bestek N4TV02/venherstel. Vlaamse Landmaatschappij i.s.m. Agentschap voor Natuur en Bos.
- Vanhemelrijk JAM (1985) Een onderzoek naar de effecten van verzurende depositie op de macrofauna in zwak gebufferde wateren op kalkarme zandgronden. Doctoraalverslag 186. Afdeling Aquatische ecologie, Universiteit Nijmegen.
- Verbeek, P.J.M., Brouwer, E. & M.C. Scherpenisse-Gutter, 2006. Vooronderzoek OBN Moseven. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen & Bware BV. Nijmegen.
- Verbeek, P.J.M., M.C. Scherpenisse-Gutter, Brouwer, E & Boonman, M., 2005. Vooronderzoek OBN Herperduin, flora, fauna en hydrologie. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen & Bware BV. Nijmegen.
- Verberk WCEP (2008) Matching species to a changing landscape : aquatic macroinvertebrates in a heterogeneous landscape. PhD thesis University of Nijmegen, Nijmegen.
- Verdonschot PFM & Janssen SN (2000) Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 12, Zoete duinwateren. Achtergronddocument bij het "Handboek Natuurdoeltypen in Nederland". Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede-Wageningen.

Bijlage 1: Wateranalyses

Alleen data die voor de evaluatie verzameld zijn. Concentraties in micromol per liter.

Locatie	Datum	pH	alk	co2	turb	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	T-P	T-S	Si	Zn	Na	K	NH4	NO3	o-P	Cl
Achterste Goorven	23-jul-07	4.51	35.1	160	3.4	16	47	37	35	1	1	52	12	0.2	230	23	34	4	0.31	263
Achterste Goorven	3-sep-07	5.48	334	114	1.6	13	40	33	35	1	1	48	22	0.1	202	16	23	1	0.09	253
Badhuis kuil	10-mei-07	6.97	385			2	215	210	4	0	1	121	3	0.1	1666	45	3	9	0.71	2003
Badhuis kuil	21-sep-07	7.28	900			1	272	265	2	0	1	134	3	-0.2	1655	38	1	2	0.27	2444
Banen	18-dec-06	5.41	72			5	183	109	0	1	1	243	12	0.3						
Banen	20-jul-07	5.40	96			4	179	131	1	1	1	197	0	0.4	549	139	4	1	0.24	746
Banen	9-aug-07	4.62	41.5	41	0.9	4	165	114	2	0	1	189	1	0.3	547	129	5	1	0.15	759
Banen	21-aug-07	5.47	316		1.0	5	178	119	1	0	1	195	1	0.4	504	106	2	0	0.26	679
Banen	3-sep-07	4.90	183	6	1.0	4	152	107	1	0	1	189	1	0.4	477	102	0	0	0.13	654
Banen	1-okt-07	4.80	64.2	107	1.4	4	146	89	1	0	1	175	0	0.7	433	131	0	1	0.16	603
Banen	19-okt-07	5.56	448		2.2	7	185	115	0	0	1	216	1	0.9						
Banen Noord	18-dec-06	6.10	155			4	361	169	2	4	2	520	26	0.3						
Banen Noord	20-jul-07	6.00	68			12	234	141	6	2	3	208	4	0.3	727	90	7	2	0.39	938
Banen Noord	9-aug-07	5.23	201	31	8.2	12	195	120	6	1	2	181	14	0.3	659	92	6	1	0.57	886
Banen Noord	21-aug-07	5.49	120		4.0	9	210	129	4	2	3	174	5	0.7	563	68	0	0	0.34	770
Banen Noord	3-sep-07	5.83	534	28	19.2	17	187	105	8	2	3	172	27	0.4	530	72	8	0	1.42	758
Banen Noord	1-okt-07	5.06	113	230	30.3	22	215	108	13	3	7	192	19	0.5	558	82	12	2	2.09	771
Banen Noord	19-okt-07	4.77	67		8.2	17	211	114	5	1	2	202	9	0.7						
Beekvliet	24-sep-07	8.35	2213	17	2.3	2	846	140	3	0	2	53	4	0.0	362	5	1	2	5.06	398
Beuven lobeliabaai	14-May-07	5.28	73	123	1.0	6.82	53	48	10	0.29	0.41	63	0	1.6	260	68	13	8	0.12	290
Beuven lobeliabaai	9-Oct-07	5.32	58	169	1.2	4.31	42	40	8	0.41	0.58	49	0	2.1	243	48	23	4	0.35	275
Beuven noordwest	14-May-07	6.27	95	31	1.8	2.8	89	57	1	0.1	0.5	76	0	1.1	291	57	8	22	0.10	312
Beuven noordwest	9-Oct-07	6.04	124	77	1.9	4.2	79	47	3	0.2	0.8	61	0	2.0	260	58	3	3	0.23	283
Bieze 1	5-sep-07	4.88	73.3	476		9	25	35	8	1	1	31	12	0.0	190	13	2	1	0.06	139
Bieze 2	5-sep-07	5.07	62.8	366		2	11	19	21	0	1	11	3	0.0	206	14	1	2	0.05	166
Bieze 3	5-sep-07	4.82	68.1	1266		6	12	21	24	2	1	21	20	0.0	182	21	8	2	0.01	134
Bieze 4	5-sep-07	4.45	26.2	969		4	20	22	29	1	0	22	16	0.0	198	9	1	2	0.01	181
Bieze 5	5-sep-07	5.30	57.6	370		9	18	28	85	1	1	18	7	0.0	248	17	0	1	0.29	224
Broekse Wielen	24-sep-07	6.70	681	136	18.2	1	317	109	4	2	1	203	5	0.0	374	58	4	2	0.44	413
Diaconieven	9-jul-07	5.17	94.2	60	10.1	6	15	22	10	1	1	24	0	0.3	137	13	3	1	0.11	153
Diepveen	16-jul-07	4.13	0		3.9	3	9	24	12	0	0	14	0	0.1	199	10	0	1	0.12	235
Diepveen	27-aug-07	4.50	34.3	57	2.4	3	13	25	17	0	1	18	9	0.1	180	17	0	0	0.18	218
Eilandven	29-May-07	5.24	61	62	0.8	7.13	76	35	1	0.42	0.38	61	0	1.1	214	14	7	28	0.08	228
Eilandven	6-sep-07	4.57	40			7	52	27	1	0	0	67	4	0.0	193	0	4	0	0.17	218
Eilandven	5-Nov-07	4.86	52	87	2.9	6.91	64	34	1	0.41	0.27	65	0	1.3	214	15	12	29	0.10	239
Ganzenpoel	16-jul-07	3.87	0		5.6	6	7	33	1	1	0	47	0	0.2	206	13	1	1	0.25	241
Ganzenpoel	27-aug-07	4.26	30	20	2.3	5	5	34	1	1	0	46	3	0.3	236	12	4	0	0.12	270
Ganzenven Kampina	9-jul-07	4.70	85.3	326	6.1	5	31	34	18	1	2	33	12	0.5	108	6	0	1	0.38	155
Gerritsfles	8-okt-07	4.05	0		0.7	4	11	19	1	1	2	44	7	0.3	150	2	0	1	0.12	145
Grenspoel	16-jul-07	4.13	0		0.8	4	16	30	5	0	1	45	0	0.2	288	20	20	7	0.13	324
Grenspoel	27-aug-07	4.58	361	40	3.3	4	16	31	5	1	1	45	3	0.3	292	20	3	0	0.14	329
Gritlje plak	10-mei-07	7.59	1399			1	585	298	16	0	1	51	17	0.1	1548	39	3	1	0.28	1925
Gritlje plak	21-sep-07	8.22	1030			1	515	304	4	0	1	59	10	0.0	1793	54	2	2	0.36	2701
Groot Huisven	9-jul-07	4.03	0	39	1.6	20	59	47	6	2	2	163	16	1.0	239	13	3	3	0.13	231
Groot meer Ossendrecht	8-okt-07	6.48	709		3.4	2	142	117	1	0	1	68	1	0.4	194	144	1	3	0.09	298
Hoogveenven Echtenerz	16-jul-07	4.49	335		13.4	9	16	21	44	0	1	19	0	0.3	248	20	2	1	0.49	291
Hoogveenven Echtenerz	27-aug-07	5.08	578	137	3.9	8	12	23	34	0	1	18	4	0.1	186	17	0	0	0.28	202
Keyenhurk	18-dec-06	4.87	26			4	158	66	0	1	0	240	8	0.6						
Keyenhurk	14-May-07	4.58	33	70	0.9	13.8	232	117	2	2.4	0.35	312	0	2.8	281	21	9	52	0.06	294

Vervolg Bijlage 1

Locatie	Datum	pH	alk	co2	turb	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	T-P	T-S	Si	Zn	Na	K	NH4	NO3	o-P	Cl
Keyenhurk	20-jul-07	4.50	13			8	168	80	1	2	1	227	0	1.1	280	10	3	5	0.13	279
Keyenhurk	11-sep-07	4.71	414	27	0.8	9	160	77	1	2	0	237	3	0.9	259	20	5	4	0.09	264
Keyenhurk	16-Oct-07	4.95	43	92	1.0	10.2	216	108	1	2.28	0.34	269	0	2.0	295	20	4	9	0.06	319
Keyenhurk	19-okt-07	4.40	50		0.5	10	165	75	1	2	0	244	2	1.1						
Kliploo	16-jul-07	4.12	0		1.9	2	16	25	13	1	0	16	0	0.2	171	1	0	1	0.15	179
Kliploo	27-aug-07	5.13	167	47	2.5	2	17	26	9	0	1	16	3	0.2	220	15	0	0	0.18	236
Kliploo	23-nov-07	4.95	73	143		1	19	25	1	1	0	28	7	0.9	224	18	6	9	0.14	240
Leikeven	9-jul-07	4.80	72.8	25	1.7	6	126	62	1	1	0	196	5	0.4	364	67	2	2	0.16	385
Munven	25-sep-07	4.24	0	325	0.6	65	204	216	0	6	1	574	52	0.9	538	71	3	55	0.06	582
Noordelijke Davidsplas	27-aug-07	4.15	0	25	1.8	7	14	31	2	1	1	56	2	0.4	255	29	8	0	0.15	288
Oortven	24-sep-07	4.73	198	39	126.0	58	13	11	8	1	3	81	37	0.0	305	70	206	4	2.24	453
Peetersven	11-sep-07	4.75	171	107	8.3	5	32	25	4	1	1	61	11	0.5	75	0	18	1	0.82	84
Pluzenvan	29-May-07	4.60	40	84	1.0	7.3	48	34	0	0.8	0.2	60	0	1.1	182	14	6	15	0.08	182
Pluzenvan	6-sep-07	4.13	0			9	32	29	1	1	0	75	4	0.1	202	9	9	1	0.30	193
Pluzenvan	5-Nov-07	4.66	43	123	3.3	8.9	49	38	1	0.9	0.3	76	0	1.0	198	18	8	26	0.08	191
Rauwven Erp	11-sep-07	4.74	77.1	35	9.3	8	15	19	16	1	1	32	14	-0.1	257	44	28	0	0.54	398
Rietven	29-May-07	6.88	671	123	1.1	3.64	388	86	6	0.28	0.4	42	25	0.7	239	25	11	13	0.62	327
Rietven	6-sep-07	6.42	290			5	181	54	2	0	0	53	0	-0.1	217	0	5	0	0.12	312
Rietven	5-Nov-07	6.76	357	77	1.3	2.08	250	61	0	0.03	0.19	44	0	1.9	228	10	9	5	0.10	315
Ronde ven	29-May-07	4.94	58	97	1.0	6.7	72	36	1	0.4	0.3	52	0	1.1	197	14	14	36	0.08	243
Ronde ven	6-sep-07	4.28	0			7	40	28	1	0	0	56	1	0.0	149	0	9	0	0.14	178
Ronde ven	5-Nov-07	4.81	47	123	2.2	8.9	58	40	1	0.6	0.4	61	0	2.1	216	16	22	25	0.42	256
Schaopedobbe	23-nov-06	4.31				12	21	39	10	1	2	36	5	0.1	322	4	12	4	0.37	339
Schaopedobbe	27-aug-07	4.11	0	3	0.7	5	19	51	2	1	0	90	1	0.4	342	4	0	0	0.01	352
Scherpven	18-dec-06	4.93	51			17	41	31	1	1	0	64	25	0.4						
Scherpven	14-May-07	6.73	134	35	3.6	10.6	127	49	2	1.17	0.53	77	0	1.8	148	25	10	52	0.21	160
Scherpven	11-sep-07	4.19	0	119	1.4	8	36	34	2	1	0	71	3	0.3	87	4	7	0	0.17	93
Scherpven	16-Oct-07	4.57	38	194	0.9	10.3	46	50	1	1.42	0.28	79	0	2.7	163	29	3	5	0.37	162
Snep	11-sep-07	6.67	759	175	1.3	4	415	183	2	0	1	274	9	-0.1	1386	25	7	0	0.28	1442
Steenhaarplas	24-sep-07	4.63	231	12	13.4	17	28	27	3	1	1	63	16	0.1	230	21	1	4	0.18	186
Teeselinkven	24-sep-07	5.44	150	44	1.5	8	108	39	1	0	1	45	2	0.0	247	52	1	1	0.12	281
Van Esschenven	14-mei-07	5.48	68	57	0.8	4.04	153	112	2	0.98	0.47	193	0	1.9	368	35	19	36	0.08	397
Van Esschenven	3-sep-07	4.90	107	30	1.6	3	86	66	1	0	0	135	1	0.2	316	22	3	0	0.00	337
Van Esschenven	16-okt-07	5.41	66	51	0.7	3.31	122	98	2	0.55	0.65	150	0	1.0	348	31	4	4	0.06	379
Voorne Paddenpoel	23-jul-07	8.57	1613	695	2.4	0	731	254	5	1	1	109	16	0.0	826	42	2	5	1.12	970
Voorne Pitje van JvL	12-sep-07	7.84	2772												1226	50	4	49.66	0.20	1311
Voorne Vissenpitje	23-jul-07	8.22	2941	30	11.8	1	1514	249	6	1	2	108	20	0.3	902	72	0	5	0.46	1087
Voorste Goorven	14-mei-07	6.14	110	48	1.9	5.16	201	134	15	2.68	0.75	258	19	0.7	413	41	69	39	0.10	445
Voorste Goorven	20-jul-07	5.30	66			3	143	92	7	2	1	184	3	0.2	420	57	37	11	0.09	433
Voorste Goorven	3-sep-07	6.27	882	22	2.0	3	125	80	9	2	1	171	5	0.1	354	35	22	4	0.02	375
Voorste Goorven	16-okt-07	5.95	103	82	1.5	3.8	181	118	10	3.27	0.54	221	2	0.6	386	39	36	11	0.08	413
Voorste Goorven	19-okt-07	5.75	347			1.8	6	137	81	7	2	1	194	5	0.2					
Witven	14-mei-07	6.02	110	70	0.7	3.68	158	115	5	0.99	0.55	208	23	0.6	408	39	50	27	0.15	445
Witven	3-sep-07	5.98	308	64	1.9	2	97	74	4	1	0	127	2	0.1	340	26	2	0	0.07	362
Witven	16-okt-07	6.04	120	92	0.8	3.02	141	115	5	2.04	0.66	156	1	0.4	369	36	18	5	0.23	401
Zwart water midden	9-aug-07	5.06	154	43	1.1	0	522	267	1	1	0	760	21	0.1	622	88	3	1	0.08	730
Zwart water midden	3-sep-07	5.73	254	119	7.6	2	492	262	17	1	1	720	38	0.0	529	79	2	0	0.13	618
Zwart water midden	1-okt-07	4.68	55	131	6.3	2	521	272	17	2	1	773	24	0.1	604	95	-1	1	0.13	684
Zwart water midden	19-okt-07	4.44	14			8.5	1	507	279	17	3	1	778	25	0.1					
Zwart water noord	9-aug-07	4.49	50.2	34	6.6	1	532	272	8	4	0	777	6	0.1	603	89	2	1	0.15	697
Zwart water noord	21-aug-07	5.04	111		2.5	0	565	289	4	1	0	719	13	0.1	541	72	0	0	0.27	616
Zwart water noord	3-sep-07	5.81	555	95	2.5	1	488	261	9	1	0	734	19	0.0	525	79	1	0	0.14	610
Zwart water noord	1-okt-07	4.38	0	85	4.7	1	525	267	9	4	0	776	10	0.1	650	98	0	1	0.10	740
Zwart water noord	19-okt-07	4.73	63			4.7	1	514	275	9	6	1	785	14	0.3					
Zwart water zuid	21-aug-07	5.90	145		4.1	1	554	282	12	2	0	740	32	0.1	532	74	0	0	0.04	602

Bijlage 2: Analyses porievocht

Alleen data die voor de evaluatie verzameld zijn. Concentraties in micromol per liter.

Locatie	Datum	pH	Alk	CO2	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	T-P	T-S	Si	Zn	Na	K	NH4	NO3	o-P	Cl
Achterste Goorven slib	23-jul-07	5.91	812.900	1989	12	163	55	4	0.4	5.9	53	283	0.1	372	56	258	2.2	4.4	440
Achterste Goorven slib	23-jul-07	5.58	590.800	2457	14	96	73	17	0.6	3.9	31	306	0.4	452	47	266	2.6	2.9	631
Achterste Goorven slib	3-sep-07	5.95	845.100	1912	15	157	54	126	4.4	1.3	30	178	1.1	269	23	150	0.0	0.9	332
Achterste Goorven zand	3-sep-07	6.04	722.300	1039	25	125	71	79	4.8	2.5	30	304	1.0	329	35	183	0.0	1.4	418
Badhuiskuil slib 1	10-mei-07	6.753	3816.000		4	1077	465	275	5.7	23.1	36	278	2.1	1792	222	819	7.0	2.2	1863
Badhuiskuil slib 2	10-mei-07	6.571	3068.000		3	936	322	160	5.8	14.5	33	267	1.3	1957	158	36	93.0	0.8	361
Badhuiskuil zand 1	10-mei-07	6.646	1418.000		5	681	133	121	2.2	0.9	39	157	2.0	1377	49	136	4.7	1.2	1541
Badhuiskuil zand 2	10-mei-07	6.563	1453.000		5	526	203	86	2.6	11.2	29	159	2.3	1373	112	213	12.3	0.2	1932
Bieze ven	5-Apr-97	6	323		13	46	56	85	1.7	8	71	60	3.3	461	71	373	4.5	1.8	676
Broekse Wiel 2 zand	25-sep-07	6.57	1370.000	1768	3	423	125	51	37.7	1.1	23	54	1.1	340	80	109	4.4	0.1	431
Broekse Wielen 1 zand	25-sep-07	6.73	1025.000	1042	3	328	123	11	6.3	1.4	181	22	0.2	341	57	51	0.9	1.2	478
De Banen noord zand	1-okt-07	5.63	515.800	877	15	543	214	13	7.9	2.6	706	198	6.9	759	146	144	63.4	1.0	929
De Banen zand	1-okt-07	5.77	747.400	1470	33	295	100	13	5.4	2.1	84	110	4.7	474	84	48	4.2	0.9	763
Diaconieven slib	9-jul-07	5.76	643.600	3436	5	52	32	68	1.1	2.2	21	354	0.8	200	54	374	1.3	1.3	156
Diaconieven slib	9-jul-07	5.71	600.900	3621	7	32	33	58	0.6	1.0	22	365	1.0	200	50	423	0.6	0.6	166
Diepveen slib	16-jul-07	5.89	743.900	970	60	303	75	4	0.8	16.4	68	445	5.0	338	89	294	5.6	1.0	346.2
Diepveen slib	27-aug-07	5.62	1052.000	3968	10	287	108	9	5.3	1.8	20	157	3.6	205	50	59	0.2	0.6	245
Diepveen zand	16-jul-07	6.24	575.900	472	8	61	33	93	1.7	3.3	17	86	4.3	203	45	215	6.29	2.45	298.1
Diepveen zand	27-aug-07				20	132	34	33	4.4	2.3	37	301	12.3	243	33	140	4.4	1.1	297
Eilandven slib	6-sep-07	6.16	730.000		21	377	44	1	0.6	1.9	48	126	19.2	231	48	14	0.0	1.3	239
Eilandven zand	6-sep-07	5.76	340.000		21	108	29	3	0.9	1.3	52	89	20.9	201	24	13	0.0	0.7	359
Ganzenven slib	9-jul-07	5.53	417.800	2283	22	177	94	56	3.4	3.2	129	575	4.1	239	61	29	4.9	1.9	217
Ganzenven slib	9-jul-07	5.77	573.200	2655	20	244	66	18	1.1	1.7	114	347	8.6	81	31	12	1.3	1.1	67
Gerritsfles slib	8-okt-07	6.23	1158.000	1260	6	258	40	6	4.0	0.8	33	244	1.4	219	74	207	6.6	0.5	259
Gerritsfles zand	8-okt-07	5.80	670.100	661	14	135	43	8	3.5	0.9	51	150	1.8	197	63	63	2.3	0.3	214
Grenspoel slib	16-jul-07	5.91	649.900	921	15	64	31	58	1.1	0.9	34	90	4.1	325	40	327	0.77	0.35	369.9
Grenspoel slib	27-aug-07	5.85	1045.000	2651	16	66	50	89	2.3	3.2	99	123	10.7	303	47	487	0.0	0.9	354
Grenspoel zand	16-jul-07	5.75	1039.000	2245	10	91	44	124	1.1	1.5	30	153	13.1	305	47	468	1.72	0.8	358.3
Grenspoel zand	27-aug-07	5.54	578.100	2163	6	67	38	80	1.5	0.9	11	80	2.7	232	45	73	0.6	0.2	345
Gritteplak slib 1	10-mei-07	6.749	2103.000		10	823	331	52	3.1	1.0	35	240	3.5	1609	77	65	7.0	0.9	1912
Gritteplak slib 2	10-mei-07	6.903	2699.000		2	962	377	134	7.9	3.6	29	383	2.1	1823	120	245	6.4	2.3	1846
Gritteplak zand 1	10-mei-07	7.12	2396.000		5	1017	293	111	2.9	2.5	26	114	1.7	1726	62	80	4.7	0.3	1986
Gritteplak zand 2	10-mei-07	6.896	2392.000		2	1066	313	278	5.5	1.5	21	205	2.5	1607	76	23	4.2	0.1	1561
Groot Huisven slib	9-jul-07	5.70	2475.000	5456	19	68	59	129	1.4	0.9	75	339	4.5	289	52	908	0.9	0.6	283
Groot Huisven slib	9-jul-07	6.04	1341.000	4955	13	514	147	31	1.9	4.7	128	291	1.8	663	109	721	####	4.2	874
hoogveenven Echterzand slib	16-jul-07	5.94	944.500	1245	60	239	79	15	0.4	8.6	69	378	7.8	309	80	422	2.64	1.65	305.9
hoogveenven Echterzand slib	27-aug-07	6.34	1339.000	1715	38	461	96	13	4.1	5.6	75	445	7.4	316	84	284	16.6	3.5	390
h'veenven Echterzand zand	16-jul-07	5.95	693.600	952	30	289	50	11	0.8	5.5	31	104	11.0	228	51	109	2.4	3.34	274.1
h'veenven Echterzand zand	27-aug-07	5.95	965.000	1497	61	276	61	56	0.8	3.5	32	164	37.4	231	64	77	0.7	0.9	268
Keijenhurk slib	11-sep-07	5.60	591.000	1126	20	170	103	8	2.4	1.9	173	88	3.6	311	57	144	9.0	1.1	381
Keijenhurk zand	11-sep-07	5.02	142.700	754	9	154	71	50	1.6	0.6	213	62	4.6	235	32	28	0.0	0.2	270
Keyenhurk zuid	22-Apr-97	4.7	67		15	106	56	128	0.8	2.9	187	24		199	23	33	1.0	0.5	349
Keyenhurk zuid	7-Oct-97	4.74	61		11	360	123	63	1.3	1.8	452	49	2.1	414	27	37	1.1	0.2	496
Kliploos slib	16-jul-07	6.22	1644.000	2542	3	324	125	85	2.0	8.4	29	241	4.0	374	118	564	0.71	3.16	270
Kliploos slib	27-aug-07	6.17	1250.000	2050	6	91	61	115	2.3	1.5	13	241	4.3	289	106	485	0.0	0.4	198
Kliploos zand	16-jul-07	6.22	699.000	773	6	187	59	14	0.7	0.8	14	36	7.4	249	37	23.5	0.94	0.37	109.6
Kliploos zand	27-aug-07	5.90	722.300	19	5	72	41	75	1.5	1.1	9	54	5.5	214	54	89	0.0	0.2	247
Leikeven zand	9-jul-07	5.49	131.800	408	4	128	79	26	1.7	0.7	211	73	3.9	350	93	14	44.6	0.3	367
Leikeven zand	9-jul-07	5.49	151.800	467	4	122	57	36	0.8	0.2	203	75	1.6	341	72	28	1.5	0.2	396
Paddenpoel Oostvoorne slib	23-jul-07	6.92	11900.000	17283	2	5357	562	313	69.5	22.4	22	984	0.1	1490	982	1166	4.4	11.8	2272
Paddenpoel Oostvoorne zand	23-jul-07	7.23	4133.000	5372	1	2017	250	5	4.8	2.4	128	199	0.1	602	40	10	4.6	1.4	655
Pluzenven slib	6-sep-07	5.69	230.000		9	83	25	2	1.2	1.7	43	30	29.4	161	29	12	0.0	1.0	169
Pluzenven zand	6-sep-07	6.34	780.000		20	409	46	2	0.1	1.8	67	151	7.1	219	39	12	0.4	1.1	210
Poel NO	5-Apr-97	6.17	541		8.8	57	58	232	2.3	5	44	44	3.5	332	62	328	1.1	0.7	356
Poel W	5-Apr-97	5.87	684		10	245	147	1544	15	11	106	80	9.4	541	106	184	97	0.8	930
Poel ZW	5-Apr-97	6.06	635		7.7	45	56	616	2.6	6.6	39	25	4.9	283	18	60	7	0.3	349
Rietven slib	6-sep-07	4.98	200.000		25	117	52	12	0.4	1.1	132	90	6.8	230	26	7	0.0	0.3	81
Rietven zand	6-sep-07	5.71	530.000		18	167	37	6	2.7	1.0	11	46	41.0	207	34	19	0.0	0.6	321
Ronde ven slib	6-sep-07	4.95	170.000		33	57	28	23	0.5	0.9	28	61	9.9	194	20	9	0.0	0.3	67
Ronde ven zand	6-sep-07	5.36	220.000		12	76	28	11	0.9	1.1	57	34	19.4	185	23	12	0.0	0.4	243
Schapedobbe kwel op pad	#####	5.6	444	1896	5	97	47	48	5	1.54	44	74	0.25	286	37	46	3	1.26	314
Schapedobbe noordoever	#####	6.0	633	1307	7	259	91	9	5	4.88	107	36	0.10	659	71	23	6	5.69	720
Schapedobbe zuidoever	#####	5.6	356	1407	6	165	80	12	10	0.36	33	45	2.56	568	45	26	4	0.69	879
Scherpven slib	11-sep-07	5.16	254.100	1227	22	73	29	20	1.0	1.3	43	84	2.0	78	43	15	0.0	1.0	55
Scherpven zand	11-sep-07	5.35	401.100	1021	34	110	49	25	1.4	0.9	90	105	3.1	141	34	17	0.0	0.3	102
Van Esschenven slib	3-sep-07	6.08	1425.000	3040	12	145	78	55	3.4	2.1	28	133	0.5	336	49	1159	0.0	1.5	371
Van Esschenven zand	3-sep-07	6.15	1226.000	1699	6	132	95	10	2.0	1.1	52	54	1.0	334	53	188	1.0	0.4	346
Vissenpitje Oostvoorne slib	23-jul-07	7.08	6841.000	8862	1	3101	318	85	12.6	26.5	18	519	0.2	1221	103	494	6.3	14.5	1514
Vissenpitje Oostvoorne zand	23-jul-07	7.16	3974.000	4876	1	1994	273	18	4.3	8.2	21	100	0.3	982	85	51	5.2	3.1	1258
Voorste Goorven slib	3-sep-07	6.23	2424.000	5432	9	664	199	408	15.4	1.7	28	309	7.3	508	60	493	0.0	0.5	684
Voorste Goorven zand	3-sep-07	6.01	967.800	1891	19	240	106	93	7.1	1.4	32	346	8.3	446	58	1124	0.0		

Bijlage 3: Analyses totale samenstelling zand en slib

Alleen data die voor de evaluatie verzameld zijn. Concentraties in micromol per gram drooggewicht

Code	Datum	fractie org stof	Al µm/g dw	Ca µm/g dw	Fe µm/g dw	K µm/g dw	Mg µm/g dw	Mn µm/g dw	P µm/g dw	S µm/g dw	Si µm/g dw	Zn µm/g dw
Kliploos slib	26-2-08	0.32	137	32	74	7.6	15	0.6	9.0	199	10	2.9
Ganzen poel slib	26-2-08	0.17	143	24	31	2.6	13	0.4	3.6	46	12	0.9
Schaape dobbe slib ven	26-2-08	0.07	177	13	66	10.2	16	0.3	8.5	30	7	0.5
Echteren zand (slib)	26-2-08	0.24	113	28	71	-0.6	13	0.3	8.8	58	11	0.8
Grens poel slib	26-2-08	0.32	242	33	76	15.3	25	0.5	19.6	96	9	1.6
Slib Badhuiskuil	27-2-08	0.05	32	27	26	2.4	14	0.3	7.1	23	9	0.3
Slib Grittsjeplak	27-2-08	0.01	21	12	17	-0.9	8	0.2	1.8	4	9	0.2
Zwart water slib	28-2-08	0.40	158	173	466	5.0	54	5.5	8.5	685	17	11.4
Beuven slib	28-2-08	0.10	93	44	22	11.6	17	0.5	17.5	85	10	6.1
Broekse Wielen slib	28-2-08	0.05	67	34	40	6.2	13	1.3	3.9	19	8	0.8
Banen slib	28-2-08	0.19	210	83	55	20.1	30	2.6	21.2	131	8	5.4
PLUZEN VEN SLIB 1	20-2-08	0.15	214	34	21	7.4	8	0.2	7.0	48	13	0.7
EILAND VEN SLIB 2	20-2-08	0.11	108	24	16	5.7	7	0.1	3.1	20	10	0.4
RONDE VEN SLIB 3	20-2-08	0.25	109	33	17	9.3	7	0.1	4.0	29	11	0.8
RIET VEN SLIB 4	20-2-08	0.20	197	88	28	8.3	15	0.6	5.0	37	10	0.9
ESSCHEN VEN SLIB	20-2-08	0.77	778	86	52	10.0	23	1.2	33.2	330	41	2.2
WIT VEN SLIB	20-2-08	0.14	219	130	61	4.3	29	3.1	9.9	158	14	2.0
GOOR VEN SLIB	20-2-08	0.26	96	122	84	3.7	30	6.3	5.9	94	12	1.0
KEYEN HVRK SLIB	20-2-08	0.20	259	30	83	11.9	15	0.2	11.6	81	10	1.0
SCHERP VEN SLIB	20-2-08	0.11	241	19	29	12.1	13	0.2	5.9	17	8	0.7
Gerritsfles Slib	20-3-08	0.08	73	7	13	5.3	5	0.1	3.4	13	12	0.2

Bijlage 4: Zoutextracten van venbodems

Alleen data die voor de evaluatie verzameld zijn. Concentraties in micromol per gram drooggewicht

Locatie	Datum	pH _{zout}	Org stof % DW	Al µm/g dw	Ca µm/g dw	Mg µm/g dw	Fe µm/g dw	Mn µm/g dw	S µm/g dw	Si µm/g dw	Zn µm/g dw	K µm/g dw	NH ₄ µm/g dw	NO ₃ µm/g dw
Pluizenven zand 1	20-2-08	3.989	5.15	0.8421	2.8166	0.8661	0.0018	0.0334	0.0499	0.0122	0.0459	0.1227	0.063	0.0293
Eilandven zand 2	20-2-08	3.92	4.57	1.2056	2.3954	0.5671	0.0045	0.0124	0.0407	0.0111	0.028	0.1138	0.072	0.0207
Rondeven zand 3	20-2-08	4.079	5.63	1.4173	0.7501	0.241	0.0037	0.006	0.0772	0.0118	0.0894	0.136	0.0736	0.0285
Rietven zand 4	20-2-08	5.163	1.21	0.021	2.5372	0.5144	0.0007	0.0614	0.0326	0.0072	0.0074	0.4599	0.0464	0.0171
Goorven zand	20-2-08	5.103	2.36	0.0218	4.7712	1.4603	0.0372	0.1643	0.0952	0.0567	0.0068	0.2005	0.3874	0.0138
Witven zand	20-2-08	4.942	3.07	0.1059	4.2432	1.07	0.1774	0.0816	0.0876	0.035	0.0073	0.0896	0.2207	0.016
Keyenhurk zand	20-2-08	4.347	2.69	0.8444	1.1757	0.4382	0.0039	0.0107	0.1265	0.0438	0.0347	0.2063	0.0722	0.0231
Scherpven zand	20-2-08	4.496	2.13	0.0933	0.8663	0.4396	0.0272	0.0151	0.0561	0.004	0.0137	0.2907	0.2618	0.0087
Esschenven zand	20-2-08	4.439	1.66	0.2409	1.3021	0.5144	0.3992	0.0166	0.147	0.099	0.0106	0.1198	0.4565	0.012
Banen	27-02-'08	4.975	0.62	0.0259	0.8822	0.3212	0.0019	0.0269	0.0648	0.0118	0.0105	0.3326	0.0959	0.0114
Beuven	27-02-'08	4.796	0.89	0.037	0.5327	0.1485	0.0013	0.0065	0.0517	0.0155	0.0234	0.2641	0.1321	0.001
Zwarte Water	27-02-'08	4.569	0.93	0.1567	1.8684	0.6774	0.0717	0.0428	0.6733	0.0755	0.0299	0.3995	0.0766	0.0022
Broekse Wielen	27-02-'08	5.617	0.27	0.0017	1.5527	0.2687	2E-05	0.0068	0.203	0.0184	0.009	0.1994	0.0584	0.0121
Badhuiskuil	27-02-'08	5.923	0.91	0.0005	1.4982	0.6573	0.0012	0.008	0.1458	0.0104	9E-05	0.3367	0.0712	0.0018
Griltjeplak	27-02-'08	6.414	0.77	0.0031	2.0562	0.6695	0.0026	0.008	0.0368	0.0288	0.0002	0.1577	0.0514	0.0008
Bieze 1 ref hei 1	14-03-'08	3.85	2.17	0.9228	0.4584	0.2248	0.002	0.0066	0.0381	0.0101	0.0078	0.0044	0.0193	0.0002
Bieze 2 ref hei 2	14-03-'08	4.13	2.22	1.0678	0.1386	0.0972	0.0028	0.0034	0.0322	0.0129	0.0039	0.0625	0.0061	0.0068
Bieze 3 ref hei 3	14-03-'08	4.26	6.07	1.3079	0.2577	0.124	0.0031	0.0028	0.0416	0.015	0.0066	0.0587	0	0.0007
Bieze 4 kalk stuif 1	14-03-'08	5.47	4.95	0.0055	1.7206	0.7352	0.0006	0.0004	0.0261	0.0194	0.0003	0.0721	0.0045	5E-05
Bieze 5 kalk stuif 2	14-03-'08	3.63	5.07	0.4131	1.871	1.2917	0.0086	0.0672	0.0568	0.0174	0.0263	0.1667	0.1503	0.1009
Bieze 6 ref stuif 1	14-03-'08	3.74	2.17	0.6778	0.3405	0.1724	0.0025	0.0089	0.0287	0.0025	0.0059	0.089	0.0355	0.0026
Bieze 7 ref stuif 2	14-03-'08	3.97	1.22	0.6482	0.1293	0.0658	0.0024	0.0022	0.0307	0.0025	0.0027	0.162	0.0853	0.0116
Bieze 8 kalk hei 1	14-03-'08	4.66	13.17	0.0154	6.8364	2.8904	0	0.0965	0.0906	0.0247	0.0168	0.0691	0.0342	0
Bieze 9 kalk hei 2	14-03-'08	4.3	2.16	0.6357	0.5999	0.2949	0.0028	0.0268	0.0268	0.0096	0.0042	0.0262	0.0476	0.0016
Bieze 10 kalk hei 3	14-03-'08	4.27	1.03	1.0913	0.2156	0.1442	0.0131	0.0164	0.0609	0.0176	0.005	0.0764	0.04	0.001
Gerritsfles Zand	20-03-'08			1.1862	0.3425	0.1654	1.6773	0.0038	0.029	0.0199	0.0415	0.0717	0.1372	0.0656
Kliploozand	26-02-'08	4.748	0.57	0.04	0.8182	0.4466	0.0019	0.0156	0.734	0.0238	0.0123	3.8416	0.2804	0.0158
Ganzen poel zand	26-02-'08	4.607	14.35	0.6807	2.9388	3.8547	0.0111	0.0164	0.1716	0.0787	0.0308	0.3752	0.1967	0.05
Schaape dobbe zand ven	26-02-'08	4.759	0.91	0.645	0.2678	0.1832	0.0054	0.005	0.2758	0.0377	0.0032	0.2397	0.1512	0.1784
Echteren zand (zand)	26-02-'08	4.66	4.57	0.9116	1.754	1.5247	0.0688	0.0278	0.1158	0.0237	0.0695	0.2748	1.3529	0.1137
Diepveen zand	26-02-'08	4.215	1.41	1.5149	4.0422	1.7336	0.1754	0.0865	-0.0139	0.1889	0.0131	3.2817	0.9443	0.0176
Grens poel zand	26-02-'08	4.353	0.51	0.3441	0.2153	0.0875	0.0036	0.0036	-0.0103	0.0464	0.0045	0.1922	0.0225	0.229
Schaape dobbe zand links (w)	26-02-'08	4.89	4.64	1.8153	0.9113	0.4407	0.0209	0.0032	0.0009	0.0626	0.0322	0.3272	0.0878	0.0045
Schaape dobbe zand rechts (o)	26-02-'08	5.822	3.72	0.7471	0.9675	0.7466	0.0007	0.007	0.0736	0.0166	0.023	0.3827	0.0887	0.008
Schaape dobbe stuifkop zand	26-02-'08	5.846	0.80	0.2068	1.3089	0.5968	0.0027	0.0043	-0.0281	0.0187	0.022	0.4155	0.0753	0.4452

Bijlage 5. Lijst van gebruikte diatomeeënanalyses

Voor monsternemers (Mon.), collecties (Coll.), determineerders en literatuurreferenties (Lit.) zijn de afkortingen uit de volgende tabellen gebruikt:

Afkorting	Monsternemer, collectie of determineerder	Lit.	Referentie
AKL	A.W. Kloos jr	1	AquaSense (1997)
ALT	Alterra	2	AquaSense (2000)
AME	A. Mertens	3	Bijkerk e.a. (2004)
ATO	A. van Tooren	4	De Bie & Maenen (1984)
AWE	A. van der Werff	5	Van Dam & Mertens (1989a)
B&M	J.E.G.M. De Bie & M.M.J. Maenen	6	Van Dam & Mertens (1989b)
BHA	B. van Haagen	7	Van Dam & Arts (1993)
BSA	B.Z. Salome	8	Van Dam (2007)
BUS	R.F.M. Buskens	9	Joosten e.a. (1992)
CBE	C.N. Beljaars	10	Maier-van Haagen (1976)
GRO	Grontmij AquaSense	11	Van Dam & Mertens (2008)
GSU	G. Suurmond	12	Van Dam e.a. (1994b)
GWL	Gemeenschappelijk Waterlaboratorium	13	Van Dam & Wanink (2007)
HDV	Hugo de Vrieslaboratorium (bij NHL)		
HVD	H. van Dam		
JBR	J. Bruinsma		
JHE	J. Heimans		
JRA	J. van Raam		
JSI	J.A. Sinkeldam		
JSL	J. Sloff		
JWA	J. van der Wal		
K&B	Koeman en Bijkerk		
MGIJ	M. van Gijzen		
MHA	M. Habets		
MTH	M. Thannhauser		
NHL	Nationaal Herbarium Leiden		
NNI	N. Nieser		
NOT	E. Notenboom-Ram		
PEX	H.J.G. Pex		
PJS	P.J. Schroevers		
PLE	P. Leentvaar		
PPD	PPD Drenthe		
RBIJ	R. Bijkerk		
RKW	R. Kwakkestein		
WFR	WS Fryslân		
WMO	W. Mommersteeg		
WPM	Waterschap Peel & Maasvallei		
WRD	Waterschap Regge & Dinkel		
ZSD	Zuiveringsschap Drenthe		

Met de Ecolimsnummers zijn de oorspronkelijke analyses terug te vinden in de bestanden van Grontmij | AquaSense

Bijlage 5: vervolg

Nr	Monster-code	Samengesteld monster	Provincie	Naam locatie	Nadere aanduiding	Locatienr waterbeheerder	X-coord	Y-coord	Datum monster	Aard	Monsternermer	Collectie	Oorspronkelijk monsternr	Determinerend	Eco-limsnummer	Literatuur
1	BP72n	BP2	Fr	Badhuiskuil		302	146.5	601.4	11-07-1972	netplankton	BHA	HDV	72.364	AME	347631	10
2	BP86a	BP3	Fr	Badhuiskuil	Midden N-oever	302	164.30	601.20	04-05-1986	bronmos, vederkruid, riet	HVD	ALT	D 2461	MTH		
3	BP90a	BP3	Fr	Badhuiskuil	Midden N-oever	302	164.30	601.20	17-04-1990	wortelstokken riet en lisdodde met veel draadalg	HVD	ALT	D 3602	MTH		
4	BP97a	BP4	Fr	Badhuiskuil	N-oever	302	146.25	601.18	17-03-1997	aangroeiisel rietstengels	MTH	WFR		MTH		13
5	BP02a	BP5	Fr	Badhuiskuil	N-oever	302	146.25	601.18	02-04-2002	aangroeiisel rietstengels	MTH	WFR		MTH		13
6	BP07a	BP5	Fr	Badhuiskuil	N-oever	302	146.25	601.18	03-04-2007	aangroeiisel rietstengels	MTH	WFR		MTH		10
7	GP72n	GP2	Fr	Griltjeplak		301	143.5	600.0	08-07-1972	netplankton	BHA	HDV	72.361	AME	347630	10
8	GP86a	GP3	Fr	Griltjeplak	NW-oever	301	143.65	600.40	08-05-1986	bronmos, gageltakjes en -blaadjes van bodem	HVD	ALT	D 2466	MTH		
9	GP90a	GP3	Fr	Griltjeplak	W-oever bij hoge duin	301	143.5	600.3	18-04-1990	(ongelijkbladig?) fonteinkruid, drijvende waterweegbree?, gageltakjes	HVD	ALT	D 3607	MTH		
10	GP97a	GP4	Fr	Griltjeplak	ZO-deel	301	143.18	599.47	17-03-1997	aangroeiisel rietstengels	MTH	WFR		MTH		13
11	GP02a	GP5	Fr	Griltjeplak	ZO-deel	301	143.18	599.47	02-04-2002	aangroeiisel rietstengels	MTH	WFR		MTH		13
12	GP05a	GP5	Fr	Griltjeplak	ZO-deel	301	143.18	599.47	21-04-2005	aangroeiisel rietstengels	MTH	WFR		MTH		13
13	GP07a	GP5	Fr	Griltjeplak	ZO-deel	301	143.18	599.47	03-04-2007	aangroeiisel rietstengels	MTH	WFR		MTH		10
14	VP90a	VP3	ZH	Vissepijle			64.65	436.44	26-05-1990	Chara globularis, C. hispida	JBR	JRA	CWE90091 + 90092	AME	348814	
15	VP07a	VP5	ZH	Vissepijle			64.65	436.44	11-07-2007	gewone waterbies, lidsteng, stijve wateranonkel	HVD	HVD		AME	347637	8
16	PP90a	PP3	ZH	Paddepoel			64.49	436.86	26-05-1990	Chara aspera, C. vulgaris	JBR	JRA	CWE90089 + 90144	AME	348815	
17	PP07a	PP5	ZH	Paddepoel			64.49	436.86	11-07-2007	Chara cf. contraria, weegbreefonteinkruid, gewone waterbies	HVD	#N/A		AME	347638	8
18	PJ07a	PJ5	ZH	Pijle van Jan van Louis	Z-deel		64.74	435.30	11-07-2007	riet	HVD	HVD		AME	347657	8
19	SW93a	SW4	Fr	Schaope(wasker)dobbe	ZO-oever	313	213.54	551.94	05-04-1993	aangroeiisel snavelzegge	MTH	WFR		MTH		13
20	SW00a	SW5	Fr	Schaope(wasker)dobbe	ZO-oever	313			26-04-2000	aangroeiisel snavelzegge	MTH	WFR		MTH		13
21	SW07a	SW5	Fr	Schaope(wasker)dobbe	ZO-oever	313			23-04-2007	aangroeiisel snavelzegge	MTH	WFR		MTH		
22	GR81m	GR3	Dr	Grenspoel	ZO-zijde		216.16	549.05	25-07-1981	netplankton met uitknijpsel	ATO	ATO	VT3681	AME	300882	7
23	GR91n	GR3	Dr	Grenspoel	W-zijde		215.98	549.16	20-08-1991	netplankton met veel bodemmodder	HVD	ALT	D 4006	AME	104006	7
24	GR91a	GR3	Dr	Grenspoel	W-zijde		215.98	549.16	20-08-1991	uitknijpsel detritus van pitrus	HVD	ALT	D 4007	AME	104007	7
25	GR91o	GR3	Dr	Grenspoel	ZO-zijde		216.16	549.05	20-08-1991	netplankton met veel bodemmodder	HVD	ALT	D 4008	AME	104008	7
26	GR91u	GR3	Dr	Grenspoel	ZO-zijde		216.16	549.05	20-08-1991	uitknijpsel detritus, pitrus, snavelzegge	HVD	ALT	D 4009	AME	104009	7
27	GR93v	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	19-05-1993	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106158	1
28	GR93a	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	29-10-1993	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106159	1
29	GR94v	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	26-05-1994	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106160	1
30	GR94a	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	28-09-1994	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106161	1
31	GR95v	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	22-05-1995	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106162	1
32	GR95a	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	09-10-1995	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106163	1
33	GR96v	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	25-04-1996	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106164	1
34	GR96a	GR4	Dr	Grenspoel	Z-zijde	1315	216.1	549.1	01-10-1996	pitrus	ZSD	ZSD		AME	106165	1
35	GR03m	GR5	Dr	Grenspoel		1315			00-08-2003	mengmonster	K&B	K&B		RBIJ		3
36	KL24n	KL1	Dr	Kliplo		8KLIP5RO			21-08-1924	netplankton	JHE	HDV	HR 687	GSU	102099	11
37	KL29n	KL1	Dr	Kliplo		8KLIP5RO			08-06-1929	netplankton	AWE	HDV	W 1075	CBE	102100	11
38	KL48n	KL1	Dr	Kliplo		8KLIP5RO			20-05-1948	netplankton	JHE	HDV	HR 923	CBE	102101	11
39	KL64n	KL1	Dr	Kliplo		8KLIP5RO			07-05-1964	netplankton	NNI	ALT	K 7564	CBE	102104	11
40	KL78n	KL2	Dr	Kliplo	N-oever	8KLIP5RO	225.91	539.10	14-11-1978	netplankton	GSU	ALT	D 399	GSU	102108	11
41	KL82n	KL3	Dr	Kliplo	midden W-oever	8KLIP5RO	225.84	539.10	09-11-1982	netplankton over bodem	CBE	ALT	D 1438	CBE	102114	11
42	KL86n	KL3	Dr	Kliplo	midden W-oever	8KLIP5RO	225.84	539.10	11-11-1986	netplankton over bodem	WMO	ALT	D 2446	AME	102198	11
43	KL90n	KL4	Dr	Kliplo	midden W-oever	8KLIP5RO	225.84	539.10	07-11-1990	netplankton	AME	ALT	D 3802	AME	102200	11
44	KL94n	KL4	Dr	Kliplo	midden W-oever	8KLIP5RO	225.84	539.10	15-11-1994	netplankton over bodem	AME	GRO	105405	AME	105405	11
45	KL98n	KL4	Dr	Kliplo	midden W-oever	8KLIP5RO	225.84	539.10	10-11-1998	netplankton over bodem en door snavelzegge	HVD	GRO	106644	AME	106644	11
46	KL02n	KL5	Dr	Kliplo	midden W-oever	8KLIP5RO	225.84	539.10	04-11-2002	netplankton over bodem en door drijvend fonteinkruid en snavelzegge	HVD	GRO	326946	AME	326946	11
47	KL06n	KL5	Dr	Kliplo	midden W-oever	8KLIP5RO	225.84	539.10	13-11-2006	netplankton over bodem en door drijvend fonteinkruid en snavelzegge	HVD	GRO	342346	AME	342346	11
48	GA62n	GA1	Dr	Genzenpoel		1313			16-08-1962	netplankton	PJS	ALT	1049	AME	300878	7
49	GA80n	GA3	Dr	Genzenpoel	ZO-oever, bij begin slurf	1313	216.55	547.13	08-08-1980	netplankton	MGJ	PPD	80409NE	AME	300879	7
50	GA81n	GA3	Dr	Genzenpoel	ZO-oever, bij begin slurf	1313	216.55	547.13	25-07-1981	netplankton en uitknijpsel	ATO	ATO	VT3881	AME	300880	7
51	GA83n	GA3	Dr	Genzenpoel		1313	216.5	547.2	07-07-1983	netplankton	B&M	NHL	11	AME	300881	7
52	GA91n	GA4	Dr	Genzenpoel	ZO-oever, bij begin slurf	1313	216.55	547.13	20-08-1991	ingedroogd organ. mater., knolrus, zand	HVD	ALT	D 4002	AME	104002	7
53	GA03m	GA5	Dr	Genzenpoel		1313			00-08-2003	mengmonster	K&B	K&B		RBIJ		3
54	EC33n	EC1	Dr	Ven in Echterezand		8VECH5RO			19-08-1933	netplankton over bodem	JHE	HDV	HR 840	GSU	300875	11
55	EC60n	EC3	Dr	Ven in Echterezand		8VECH5RO			08-07-1960	netplankton over bodem	PLE	ALT		AME	300876	11
56	EC78n	EC3	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	14-11-1978	netplankton open water	GSU	ALT	D 410	CBE	100410	11
57	EC82n	EC3	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	29-09-1982	netplankton over veenmos	JSI	ALT	D 1287	AME	101287	11
58	EC86n	EC3	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	30-09-1986	netplankton over bodem met wat detritus en veenmos	HVD	ALT	D 2503	AME	102503	11
59	EC90n	EC3	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	26-09-1990	netplankton over bodem	HVD	ALT	D 3745	AME	888888	11
60	EC94n	EC4	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	28-09-1994	netplankton over bodem	HVD	GRO	105365	AME	105365	11
61	EC98n	EC4	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	29-09-1998	netplankton	HVD	GRO	106607	AME	106607	11
62	EC02n	EC5	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	23-09-2002	netplankton	HVD	GRO	326545	AME	326545	11
63	EC06n	EC5	Dr	Ven in Echterezand	midden O-oever	8VECH5RO	222.65	526.56	28-09-2006	netplankton over bodem met kikkerdrilwier en veenmos	HVD	GRO	342194	AME	342194	11
64	DI24n	DI1	Dr	Diepveen		8DIEP5RO			21-08-1924	netplankton met klein netje	JHE	HDV	HR 691	GSU	300873	11
65	DI29n	DI1	Dr	Diepveen	ZO-oever	8DIEP5RO			08-06-1929	netplankton over bodem	JHE	HDV	HR 770	CBE	300874	11
66	DI78n	DI3	Dr	Diepveen	midden O-oever	8DIEP5RO	225.95	537.30	14-11-1978	netplankton met bodemmateriaal	GSU	ALT	D 403	GSU	100403	11
67	DI82n	DI3	Dr	Diepveen	midden O-oever	8DIEP5RO	225.95	537.30	29-09-1982	netplankton met veel detritus door veenmos getrokken	JSI	ALT	D 1282	CBE	101282	11
68	DI86n	DI4	Dr	Diepveen	midden O-oever	8DIEP5RO	225.95	537.30	30-09-1986	netplankton over bodem	HVD	ALT	D 2505	AME	102505	11
69	DI90n	DI4	Dr	Diepveen	midden O-oever	8DIEP5RO	225.95	537.30	26-09-1990	netplankton door snavelzegge	HVD	ALT	D 3746	AME	103746	11
70	DI94n	DI4	Dr	Diepveen	midden O-oever	8DIEP5RO	225.95	537.30	28-09-1994	netplankton over bodem door snavelzegge	HVD	GRO	105367	AME	105367	11
71	DI98n	DI5	Dr	Diepveen	midden O-oever	8DIEP5RO	225.95	537.30	29-09-1998	netplankton over bodem door snavelzegge	HVD	GRO	106609	AME	106609	11
72	DI02n	DI5	Dr	Diepveen	midden O-oever	8DIEP5RO	225.95	537.30	23-09-2002	netplankton over bodem	HVD	GRO	326541	AME	326541	11
73</																

Nr	Monstercode	Samengesteld monster	Provincie	Naam locatie	Nadere aanduiding	Locatiennr waterbeheerder	X-coörd	Y-coörd	Datum monster	Aard	Monsternemer	Collectie	Oorspronkelijk monsternr	Determinerend	Eco-limsnummer	Literatuur
77	EI62n	EI1	Ov	Eilandven (VI)	punt 9: midden O-oever		265.16	494.99	00-06-1962	netplankton	PJS	ALT		AME	347643	
78	EI83n	EI3	Ov	Eilandven (VI)			265.2	494.6	07-07-1983	netplankton	B&M	#N/A	13	AME	347656	4
79	EI07n	EI5	Ov	Eilandven (VI)	punt 9: midden O-oever		265.16	494.99	17-07-2007	netplankton	HVD	#N/A		AME	347642	
80	RV62n	RV1	Ov	Ronde ven (IV)	punt 6: midden O-oever		265.32	494.64	00-06-1962	netplankton	PJS	ALT	951	AME	347645	
81	RV95a	RV4	Ov	Ronde ven (IV)			265.25	494.70	13-06-1995	aangroeiisel	K&B	WRD	1271	RBU		
82	RV95b	RV4	Ov	Ronde ven (IV)			265.25	494.70	28-11-1995	aangroeiisel	K&B	WRD	1331	RBU		
83	RV01a	RV4	Ov	Ronde ven (IV)			265.25	494.70	31-05-2001	aangroeiisel	K&B	WRD	1628	RBU		
84	RV07n	RV5	Ov	Ronde ven (IV)	punt 6: midden O-oever (open terrein)		265.32	494.64	17-07-2007	netplankton over bodem en door knolrus	HVD	#N/A		AME	347644	
85	PL62n	PL1	Ov	Pluzenven (VII)	punt 12: midden O-oever		264.802	494.958	00-06-1962	netplankton	PJS	ALT		AME	347647	
86	PL07n	PL5	Ov	Pluzenven (VII)	punt 12: midden O-oever (redelijk open)		264.802	494.958	17-07-2007	netplankton door knolrus (met veel draadwieren erop) en over bodem	HVD	HVD		AME	347646	
87	GE16n	GE1	Ge	Gerritsfles		27430			29-06-1916	netplankton	JHE	HDV	HR 137	GSU	102129	11
88	GE18n	GE1	Ge	Gerritsfles		27430			19-06-1918	netplankton	JHE	HDV	HR 493	CBE	102130	11
89	GE50n	GE1	Ge	Gerritsfles		27430			30-09-1950	netplankton?	JHE	HDV	HR 950	CBE	102134	11
90	GE58n	GE1	Ge	Gerritsfles		27430			10-10-1958	netplankton, veenmos, detritus	PLE	ALT	52/17	AME	102174	11
91	GE60n	GE2	Ge	Gerritsfles		27430			29-07-1960	netplankton	PLE	ALT		HVD	102137	11
92	GE65n	GE2	Ge	Gerritsfles		27430			13-10-1965	netplankton	BSA	ALT	G20465N	CBE	102141	11
93	GE73n	GE2	Ge	Gerritsfles		27430			16-06-1973	netplankton	NOT	ALT	150/24 N	CBE	102143	11
94	GE78n	GE2	Ge	Gerritsfles		27430			21-11-1978	netplankton	GSU	ALT	D 417	GSU	102148	11
95	GE82n	GE3	Ge	Gerritsfles	boven schiereiland W-oever	27430	184.48	463.60	09-11-1982	netplankton over bodem	CBE	ALT	D 1441	CBE	102158	11
96	GE86n	GE3	Ge	Gerritsfles	schiereiland W-oever	27430	184.48	463.60	11-11-1986	netplankton over bodem en veenmos	WMO	ALT	D 2518	AME	102168	11
97	GE90n	GE4	Ge	Gerritsfles	schiereiland W-oever	27430	184.48	463.60	07-11-1990	netplankton	AME	ALT	D 3805	AME	102206	11
98	GE94n	GE4	Ge	Gerritsfles	schiereiland W-oever	27430	184.48	463.60	15-11-1994	netplankton over bodem	AME	GRO	105406	AME	105406	11
99	GE98n	GE4	Ge	Gerritsfles	schiereiland W-oever	27430	184.48	463.60	01-12-1998	netplankton door wak in ijs	AME	GRO	106678	AME	106678	11
100	GE02n	GE5	Ge	Gerritsfles	schiereiland W-oever	27430	184.48	463.60	04-11-2002	netplankton door drijvende egelskop, veenmos en over bodem	HVD	GRO	326949	AME	326949	11
101	GE06n	GE5	Ge	Gerritsfles	schiereiland W-oever	27430	184.48	463.60	13-11-2006	netplankton over bodem, door veenmos en gewone waterbies	HVD	GRO	342344	AME	342344	11
102	AG20a	AG1	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	22-08-1920	klodders	JHE	HDV	HO 207	CBE	102062	11
103	AG22n	AG1	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	21-10-1922	netplankton	JHE	HDV	HO 307	GSU	102066	11
104	AG24n	AG1	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	19-04-1924	netplankton	JHE	HDV	HO 324	CBE	102068	11
105	AG26n	AG1	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	10-04-1926	netplankton	JHE	HDV	HO 379	CBE	102069	11
106	AG28n	AG1	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	25-08-1928	netplankton	JHE	HDV	HO 410	CBE	102070	11
107	AG75n	AG2	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	17-09-1975	netplankton	RKW	HDV	75.17	CBE	102071	11
108	AG78n	AG2	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	09-11-1978	netplankton	GSU	ALT	D 381	GSU	102072	11
109	AG82n	AG3	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	10-11-1982	netplankton	CBE	ALT	D 1444	CBE	102084	11
110	AG86n	AG3	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	12-11-1986	netplankton over bodem	WMO	ALT	D 2527	AME	102092	11
111	AG90n	AG4	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	06-11-1990	netplankton over bodem	JSI	ALT	D 3800	AME	102190	11
112	AG94n	AG4	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	14-11-1994	netplankton over bodem	AME	GRO	105404	AME	105404	11
113	AG98n	AG4	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	16-11-1998	netplankton over bodem met veenmos en kikkerdrijwier	HVD	GRO	106645	AME	106645	11
114	AG02n	AG5	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	14-05-2002	netplankton door waterlelie en over bodem	HVD	GRO	326947	AME	326947	11
115	AG06n	AG5	NB	Achterste Goorven	oostzijde bij kom	245813	142.98	397.23	02-11-2006	netplankton	JWA	GRO	342343	AME	342343	11
116	VG19n	VG1	NB	Voorste Goorven	ZO-oever		142.67	397.27	19-06-1919	netplankton	JHE	HDV	HO 134	AME	347632	
117	VG80n	VG3	NB	Voorste Goorven	punt 1: ZO		142.53	397.26	09-08-1988	netplankton over bodem	HVD	ALT	D 3051	AME		
118	VG88n	VG3	NB	Voorste Goorven	punt 4: NW-oever bij gedenkbank		142.36	397.31	09-08-1988	netplankton over bodem	HVD	ALT	D 3054	AME		
119	VG07n	VG5	NB	Voorste Goorven	punt 4: NW-oever bij gedenkbank		142.36	397.31	24-08-2007	netplankton over bodem, aangroeiisel drijvend fonteinkruid en uitknijpsel moerashertschooi	#N/A	HVD		AME	347909	
120	WI19n	WI1	NB	Witven	iets W. van midden Z-oever		142.77	397.67	19-06-1919	netplankton	JHE	HDV	HO 125	AME	347634	
121	WI88n	WI3	NB	Witven	punt 9: N-zijde bij sloot naar V. Esschenven		142.86	397.66	09-08-1988	netplankton over bodem en door knolrus	HVD	ALT	D 3057	AME		
122	WI88o	WI3	NB	Witven	punt 10: NW-oever		142.59	397.58	10-08-1988	netplankton over bodem	HVD	ALT	D 3060	AME		
123	WI07n	WI5	NB	Witven	punt 9: N-zijde bij sloot naar V. Esschenven		142.86	397.66	24-08-2007	netplankton over bodem met takje en uitknijpsel moerashertschooi	HVD	HVD		AME	347910	
124	ESS70	ESB	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 70-71 cm dp	JSI	ALT	B446	MHA		12
125	ESS65	ESB	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 65-66 cm dp	JSI	ALT	B441	MHA		12
126	ESS60	ESB	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 60-61 cm dp	JSI	ALT	B436	MHA		12
127	ESS55	ESB	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 55-56 cm dp	JSI	ALT	B431	MHA		12
128	ESS50	ESB	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 50-51 cm dp	JSI	ALT	B426	MHA		12
129	ESS45	ESB	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 45-46 cm dp	JSI	ALT	B421	MHA		12
130	ESS40	ESC	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 40-41 cm dp	JSI	ALT	B416	MHA		12
131	ESS35	ESC	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 35-36 cm dp	JSI	ALT	B411	MHA		12
132	ESS30	ESC	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 30-31 cm dp	JSI	ALT	B406	MHA		12
133	ESS25	ESC	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 25-26 cm dp	JSI	ALT	B401	MHA		12
134	ESS20	ESC	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 20-21 cm dp	JSI	ALT	B396	MHA		12
135	ESS15	ESD	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 15-16 cm dp	JSI	ALT	B391	MHA		12
136	ESS10	ESD	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 10-11 cm dp	JSI	ALT	B386	MHA		12
137	ESS05	ESD	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 5-6 cm dp	JSI	ALT	B381	MHA		12
138	ESS03	ESD	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 3-4 cm dp	JSI	ALT	B379	MHA		12
139	ESS00	ESD	NB	van Esschenven	oost, boorkern E3		142.93	397.96		sediment, 0-1 cm dp	JSI	ALT	B376	MHA		12
140	ES22n	ES1	NB	van Esschenven	bij bank NW-zijde		142.67	397.87	21-08-1922	netplankton	JHE	HDV	HO 134	AME	347633	
141	ES88o	ES3	NB	van Esschenven	punt 6: NW-zijde		142.64	397.81	09-08-1988	netplankton over bodem	HVD	ALT	D 3063	AME		
142	ES88n	ES3	NB	van Esschenven	punt 2: landtong O-zijde		143.01	397.95	09-08-1988	netplankton over bodem	HVD	ALT	D 3066	AME		
143	ES07n	ESS	NB	van Esschenven	punt 2 iets aan O-zijde van landtong		143.04	397.94	24-08-2007	netplankton door waterlelie en over bodem, aangroeiisel takje	HVD	HVD		AME	347911	
144	KE57n	KE1	NB	Keyenhurk			144.34	383.40	16-10-1957	netplankton	PLE	ALT	24/19	AME	347639	
145	KE07m	KE5	NB	Keyenhurk	W-oever, Z-deel		144.34	383.40	16-10-2007	planktontrek over veenmos en door modder, uitknijpsel veenmos, knolrus, oeverkruid	HVD	HVD		AME	348817	
146	BW83n	BW3	NB	Broekse wielen		349747	181.0	415.6	13-07-1983	netplankton	B&M	NHL	25	AME	347655	4
147	BW02a	BW5	NB	Broekse wielen	NO-oever	349747	181.05	415.70	16-04-2002	aangroeiisel	#N/A	K&B		RBU		
148	BW06a	BW5	NB	Broekse wielen	NO-oever	349747	181.05	415.70	26-06-2006	aangroeiisel	#N/A	GWL	9297	JWA		

Nr	Monstercode	Samengesteld monster	Provincie	Naam locatie	Nadere aanduiding	Locatiennr waterbeheerder	X-coord	Y-coord	Datum monster	Aard	Monsternemer	Collectie	Oorspronkelijk monsternr	Determinerend	Eco-limsnummer	Literatuur
149	BE42a	BE1	NB	Beuven					02-10-1942	kleine biesvaren	AKL	NHL		AME		5,6
150	BE38a	BE1	NB	Beuven	Z-rand				01-08-1938	kleine biesvaren	JSL	NHL		AME		5,6
151	BE38b	BE1	NB	Beuven	O-rand				01-08-1938	kruipende moerasweegbree	JSL	NHL		AME		5,6
152	BE83n	BE3	NB	Beuven			173.9	378.9	20-06-1983	netplankton	B&M	NHL	34	AME	347654	4
153	BE88a	BE4	NB	Beuven	Beuven-Noord bij geul		172.88	378.96	28-10-1988	drijvende waterweegbree	BUS	ALT		AME		5,6
154	BE88b	BE4	NB	Beuven	Beuven-Noord bij geul		172.92	378.99	29-10-1988	drijvende waterweegbree	BUS	ALT		AME		5,6
155	BE88c	BE4	NB	Beuven	Beuven-Noord ZO-hoek		173.26	378.96	30-10-1988	drijvende waterweegbree	BUS	ALT		AME		5,6
156	BE07a	BE5	NB	Beuven	O-oever, buiten rietkraag		173.36	379.02	16-10-2007	oeverkruid, riet	HVD	HVD		AME	348816	
157	ZW89a	ZW3	Li	Zwarte W. / Venkoelen	ZO-oever	OVENKO10	210.71	379.42	01-05-1989	rus	WPM	WPM		PEX		
158	ZW94a	ZW3	Li	Zwarte W. / Venkoelen		OVENKO10	210.71	379.42	19-08-1994	steen, rus, zand	WPM	WPM	P664	PEX		
159	ZW95b	ZW3	Li	Zwarte W. / Venkoelen		OVENKO10	210.71	379.42	27-04-1995	rus, zand	WPM	WPM	P833	PEX		
160	ZW95a	ZW3	Li	Zwarte W. / Venkoelen		OVENKO10	210.71	379.42	31-07-1995	rus	WPM	WPM	P820	PEX		
161	ZW02a	ZW4	Li	Zwarte W. / Venkoelen		OVENKO10	210.71	379.42	26-06-2002	rus, zand	WPM	WPM	P1409	PEX		
162	ZW03a	ZW4	Li	Zwarte W. / Venkoelen		OVENKO10	210.71	379.42	22-07-2003	rus, vederkruid, zand	WPM	WPM	P1486	PEX		
163	ZW05a	ZW4	Li	Zwarte W. / Venkoelen		OVENKO10	210.71	379.42	17-05-2004	rus, vederkruid, zand	WPM	WPM	P1536	PEX		
164	BAA03	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2B		183.75	364.50		sediment, 2.4-2.7 cm dp	HVD	ALT	B603 - 2B04	MHA		9
165	BAA08	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 7.5-8 cm dp	HVD	ALT	B546 - 2A09	MHA		9
166	BAA07	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 6.5-7 cm dp	HVD	ALT	B544 - 2A08	MHA		9
167	BAA06	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 5.5-6 cm dp	HVD	ALT	B542 - 2A07	MHA		9
168	BAA05	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 4-5 cm dp	HVD	ALT	B540 - 2A06	MHA		9
169	BAA04	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 3-4 cm dp	HVD	ALT	B539 - 2A05	MHA		9
170	BAA03	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 2-3 cm dp	HVD	ALT	B538 - 2A04	MHA		9
171	BAA02	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 1-2 cm dp	HVD	ALT	B537 - 2A03	MHA		9
172	BAA01	BAA	Li	De Banen	centrum, boorkern 2A		183.75	364.50		sediment, 0-1 cm dp	HVD	ALT	B536 - 2A02	MHA		9
173	BA29n	BA1	Li	De Banen					28-07-1929	netplankton door waterplanten	JHE	HDV	HR 780	MHA		9
174	BA29a	BA1	Li	De Banen					28-07-1929	bodemmateriaal, aangroeiwaterplanten	JHE	HDV	HR 781	MHA		9
175	BA29b	BA1	Li	De Banen					28-07-1929	wortelmodder van biesvaren	JHE	HDV	HR 782	MHA		9
176	BA36n	BA1	Li	De Banen					01-08-1936	netplankton	JHE	HDV	HR 868	MHA		9
177	BA89a	BA3	Li	De Banen	ZO-oever		183.90	364.43	11-04-1989	riet	HVD	ALT	D 3307	MHA		9
178	BA89b	BA3	Li	De Banen	ZO-oever		183.90	364.43	11-04-1989	netplankton tussen riet	HVD	ALT	D 3308	MHA		9
179	BA89c	BA3	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	26-10-1989	riet	WPM	WPM		PEX		2
180	BA91a	BA3	Li	De Banen	NO-oever		183.75	364.71	26-06-1991	riet	HVD	ALT	D 3948	MHA		9
181	BA91b	BA3	Li	De Banen	midden ven		183.75	364.50	26-06-1991	lisdodde	HVD	ALT	D 3949	MHA		9
182	BA91c	BA3	Li	De Banen	ZO-oever		183.90	364.43	26-06-1991	riet	HVD	ALT	D 3950	MHA		9
183	BA92a	BA3	Li	De Banen	ZO-oever		183.90	364.43	18-05-1992	riet, lisdodde	AME	ALT	D 4489	MHA		9
184	BA92c	BA3	Li	De Banen	ZO-oever		183.90	364.43	18-05-1992	netplankton over bodem	AME	ALT	D 4488	MHA		9
185	BA93a	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	06-04-1993	riet, munt	WPM	WPM	P582	PEX		2
186	BA94a	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	31-05-1994	riet, munt	WPM	WPM	P662	PEX		2
187	BA94b	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	30-08-1994	riet, zand	WPM	WPM	P682	PEX		2
188	BA95a	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	02-05-1995	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P835	PEX		2
189	BA96a	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	16-04-1996	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P877	PEX		2
190	BA96b	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	24-06-1996	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	A339	PEX		2
191	BA97b	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	19-08-1997	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P1002	PEX		2
192	BA99a	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	13-04-1999	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P1176	PEX		
193	BA99b	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	31-08-1999	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P1154	PEX		
194	BA01a	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	18-04-2001	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P1273	PEX		
195	BA01b	BA4	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	02-10-2001	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P1306	PEX		
196	BA05a	BA5	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	27-04-2005	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P1657	PEX		
197	BA05b	BA5	Li	De Banen	midden O-oever	OBANEN10	183.85	364.55	12-09-2005	riet, uitknijpsel mos, zand	WPM	WPM	P1650	PEX		

Bijlage 6: Indeling ecologische indicatiegetallen diatomeeën\

Uit: Van Dam e.a. (1994)

R pH	1	Acidobiont	optimaal bij pH < 5,5
	2	acidofiel	voornamelijk bij pH < 7
	3	circumneutraal	voornamelijk bij pH ~ 7
	4	alkalifiel	voornamelijk bij pH > 7
	5	alkalibiont	uitsluitend bij pH > 7
	6	indifferent	geen duidelijk pH-optimum

H Zoutgehalte		Cl ⁻ (mg/l)	Saliniteit (‰)	
	1	zoet	< 100	< 0,2
	2	zoetbrak	< 500	< 0,9
	3	brakzoet	500 - 1000	0,9 - 1,8
	4	brak	1000 - 5000	1,8 - 9,0

N Stikstofopname	1	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor zeer geringe concentraties organisch gebonden stikstof	
	2	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor hogere concentraties organisch gebonden stikstof	
	3	facultatief stikstofheterotrofe soorten, hebben periodiek hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig	
	4	obligaat stikstofheterotrofe soorten, hebben voortdurend hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig	

O Zuurstofbehoefte	1	voortdurend hoog (ca 100% verzadiging)	
	2	vrij hoog (boven 75% verzadiging)	
	3	matig (boven 50% verzadiging)	
	4	laag (boven 30% verzadiging)	
	5	zeer laag (ca 10% verzadiging)	

S Saprobie		waterkwali- teitsklasse	O ₂ - verzadi- ging (%)	BOD ₅ ²⁰ (mg/l)	
	1	oligosaproob	I, I-II	> 85	< 2
	2	β-mesosaproob	II	70- 85	2 - 4
	3	α-mesosaproob	III	25 - 70	4 -13
	4	α-meso-/ polysaproob	III-IV	10 - 25	13- 22
	5	polysaproob	IV	< 10	> 22

T Trofie	1	oligotrafent
	2	oligo-mesotrafent
	3	mesotrafent
	4	meso-eutrafent
	5	eutrafent
	6	hypereutrafent
	7	indifferent

M Vocht	1	nooit of slechts zeer zelden buiten het water voorkomend	
	2	voornamelijk in het water, maar soms ook op vochtige plaatsen voorkomend	
	3	voornamelijk in het water, maar regelmatig ook op natte en vochtige plaatsen voorkomend	
	4	voornamelijk op natte en vochtige of tijdelijk droogvallende plaatsen voorkomend	
	5	bijna uitsluitend buiten het water voorkomend	

Bijlage 7: Nieuw verrichte diatomeeënanalyses

In de tabel zijn de aantallen getelde schalen van diatomeeën vermeld, met in de kop het totaal aantal getelde schalen per monster. De letters en cijfers uit de eerste twee kopregels komen overeen met de monstercodes van Bijlage 1. De namen van de analisten zijn aangegeven met de letters A (Adrienne Mertens, Grontmij | AquaSense) en M (Marianne Thannhauser-Douwma, Wetterskip Fryslân). De aangegeven namen zijn zoals opgegeven door de analisten en nog niet geharmoniseerd, met uitzondering van enkele kleine verschrijvingen en de aanduiding van infraspecifieke taxa. Een – betekent dat de soort in het betreffende monster niet in de telling is aangetroffen.

Bijlage 4: Soortenlijst diatomeeën

De lijst omvat alle in de 197 monsters aangetroffen 332 soorten (inclusief infraspecifieke taxa).

B	een 1 betekent dat de soort bijzonder is voor Nederland
E	ecologische groep volgens Tabel 3
R, H, N, O, S, T, M	ecologische indicatiegetallen volgens Bijlage 2
pH	pH-optimum volgens Ter Braak & Van Dam (1989)
M22	positieve (p) en negatieve (n) indicatorsoorten van de soorten uit het type M22 volgens Van der Molen (2004), die in de onderzochte duinwateren zijn aangetroffen
*	zie taxonomische opmerking aan het einde van de bijlage
Soort	geharmoniseerde soortnaam
N	aantal monsters waarin de soort is aangetroffen
A	gemiddelde procentuele hoeveelheid per monster

B	E	R	H	N	O	S	T	M	pH	M22	Soort	N	A
1	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Navicula seibigiana	1	0.00
	S	3	2	3	4	4	5	3	-	n	Navicula seminulum	24	0.23
	S	4	3	2	2	2	5	3	-	n	Navicula slesvicensis	1	0.00
1	D	2	1	1	1	1	1	4	-	-	Navicula soehrensii var. hassiaca	4	0.01
	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	* Navicula spec.	4	0.01
1	O	4	2	-	1	-	-	4	-	-	Navicula stroemii	3	0.01
1	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Navicula subalpina	1	0.01
	S	4	2	4	4	4	5	3	-	-	Navicula subminuscula	3	0.01
1	D	2	1	-	-	-	-	-	-	-	Navicula submolesta	1	0.01
1	D	1	1	1	1	1	1	1	4	-	* Navicula subtilissima-groep	59	3.03
1	D	4	2	1	1	1	5	4	-	-	Navicula tenelloides	5	0.01
	E	4	2	2	2	2	5	3	-	-	Navicula tripunctata	2	0.01
	O	5	2	-	2	-	1	-	-	-	Navicula tuscula	4	0.01
1	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Navicula vaneii	1	0.01
	S	4	3	2	4	4	5	3	-	n	Navicula veneta	8	0.11
1	D	3	1	-	-	1	3	-	-	-	Navicula vitiosa	1	0.01
1	O	4	2	-	-	2	-	-	-	-	Navicula wildii	8	0.06
	E	3	2	1	1	1	4	1	-	-	Neidium affine	20	0.04
1	D	2	1	1	1	1	1	3	-	-	Neidium affine var. longiceps	8	0.03
1	D	2	1	-	-	1	1	3	-	-	Neidium alpinum	1	0.00
	E	3	2	-	-	2	3	-	-	-	Neidium ampliatum	33	0.19
1	D	1	1	1	1	1	1	1	-	-	Neidium densestriatum	14	0.04
1	E	3	2	1	1	2	4	1	-	p	Neidium dubium	1	0.00
1	D	2	2	-	-	-	-	-	-	-	Neidium hercynicum	5	0.06
	E	3	2	1	1	2	3	1	-	-	Neidium iridis	2	0.00
1	O	2	1	-	-	-	-	-	-	-	Neidium productum	2	0.01
	E	4	2	4	4	3	5	1	-	-	Nitzschia acicularis	1	0.00
1	D	3	1	1	1	2	3	3	-	-	Nitzschia acidoclinata	20	0.21
	S	4	2	3	3	3	5	3	-	n	Nitzschia amphibia	3	0.02
	S	3	2	2	2	2	-	-	-	-	Nitzschia archibaldii	14	0.10
	S	4	2	2	1	3	-	4	-	-	Nitzschia debilis	2	0.04
	E	4	2	2	2	2	4	3	-	p	* Nitzschia dissipata	14	0.07
1	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ni. dissipata ssp. oligotrphanta	2	0.04
	O	-	2	-	-	5	-	-	-	-	Nitzschia draveillensis	2	0.00
	E	4	2	2	2	2	4	1	-	p	* Nitzschia fonticola	21	0.33
	S	4	3	4	3	2	5	3	-	n	Nitzschia frustulum	5	0.05
	E	4	2	-	-	2	5	-	-	-	Nitzschia graciliformis	3	0.02
	E	3	1	-	2	2	-	1	-	-	Nitzschia gracilis	36	0.38
	T	3	1	1	1	1	3	4	-	-	Nitzschia hantzschiana	4	0.01
	S	4	3	3	3	3	5	3	-	n	Nitzschia inconspicua	1	0.00
1	D	4	2	1	1	1	3	-	-	p	Nitzschia lacuum	8	0.07
	O	5	4	-	-	-	-	-	-	-	Nitzschia liebetruthii	1	0.00
	S	4	2	4	3	3	5	1	-	-	Nitzschia microcephala	2	0.00
1	O	3	2	-	1	2	3	3	-	-	Nitzschia nana	15	0.20
	S	3	2	4	4	5	6	3	-	n	Nitzschia palea	70	1.19
1	O	3	1	-	-	1	1	3	-	-	Nitzschia palea groep debilis	5	0.07
	S	4	2	4	3	3	5	2	-	n	Nitzschia paleacea	17	0.32
	S	1	2	2	2	2	-	3	-	-	* Nitzschia paleaeformis	42	0.67
1	D	4	2	1	1	1	2	3	-	-	Nitzschia perminuta	20	0.18
	S	5	5	-	-	-	-	-	-	-	Nitzschia perspicua	1	0.00
1	E	3	2	-	-	5	4	-	-	-	Nitzschia pseudofonticola	3	0.02
	S	3	2	2	2	2	7	3	-	p	Nitzschia pusilla	1	0.00
	E	4	2	2	2	2	-	1	-	p	Nitzschia recta	15	0.14
	E	4	2	2	3	2	5	2	-	p	Nitzschia sigmoidea	1	0.00
	O	4	2	1	1	2	4	4	-	-	Nitzschia sinuata var. delognei	2	0.01
1	O	3	1	1	1	2	3	3	-	-	Nitzschia sinuata var. tabellaria	8	0.02
	S	4	7	-	-	-	-	-	-	-	Nitzschia socialis	1	0.01
	O	2	2	-	-	-	-	-	-	-	Nitzschia subtilis	2	0.01
	S	3	2	3	2	3	5	4	-	n	Nitzschia supralitorea	2	0.00
	S	4	3	3	4	5	6	2	-	-	Nitzschia tubicola	1	0.05
	S	4	4	-	1	-	-	4	-	-	Nitzschia valdestrata	7	0.05
	E	4	2	-	1	2	7	2	-	-	Nitzschia vermicularis	1	0.00
1	D	2	1	1	1	1	2	3	-	-	Peronia fibula	17	0.06
1	T	2	2	-	4	2	4	4	-	-	Pinnularia acoricola	1	0.00
	T	3	2	2	1	2	2	4	-	-	Pinnularia borealis	5	0.01
	O	-	2	-	-	-	-	-	-	-	Pi. borealis var. rectangularis	1	0.00
1	D	1	1	-	1	1	-	-	-	-	Pinnularia braunii	1	0.00
1	D	3	1	-	-	1	1	3	-	-	Pinnularia divergens	1	0.00
	T	2	1	-	-	1	4	-	-	-	Pinnularia divergentissima	5	0.02
	T	3	2	2	3	3	7	2	4.7	-	* Pinnularia gibba s.l.	28	0.26
	N	3	1	1	1	1	2	3	4.6	-	* Pinnularia interrupta	69	0.36
1	D	3	1	1	-	1	1	3	-	-	Pinnularia legumen	1	0.00
	E	3	2	2	2	2	4	2	-	-	* Pinnularia maior	6	0.01
	T	3	2	2	3	2	-	3	5	-	* Pinnularia microstauron-groep	45	0.46
1	D	3	2	1	1	1	-	4	-	-	Pinnularia obscura	7	0.09
	T	2	1	1	1	1	2	4	4.9	-	* Pinnularia perirrorata	12	0.04
1	D	2	1	1	1	1	1	2	-	-	Pinnularia polyonca	1	0.00
1	D	2	1	1	1	1	1	4	-	-	Pinnularia stomatophora	4	0.01
	T	2	2	2	3	2	2	3	-	-	Pinnularia subcapitata	14	0.07
	T	1	1	2	3	2	1	3	3.5	-	Pinnularia subcapitata var. hilseana	12	0.07
	T	1	1	1	1	2	7	4	-	-	* Pinnularia subinterrupta	6	0.05
1	O	2	-	-	-	-	-	-	-	-	Pi. substomatophora var. 1 PIRLA	3	0.01
	T	3	2	2	3	2	-	3	-	p	* Pinnularia viridis	27	0.16
	E	4	2	2	2	2	5	2	-	p	Rhoicosphenia abbreviata	5	0.03
	E	5	2	1	3	2	5	3	-	p	Rhopalodia gibba	6	0.03
1	D	5	1	1	1	1	1	3	-	-	Rhopalodia gibba var. parallela	1	0.00
1	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	* Sellaphora sardiniensis	12	0.08
1	O	-	-	-	-	-	-	4	-	-	Stauroneis agrestis	1	0.01
	E	3	2	2	2	2	4	2	-	-	* Stauroneis anceps	26	0.09
1	D	3	2	-	-	-	-	-	-	-	Stauroneis anceps var. siberica	1	0.00
1	D	2	2	-	2	1	-	2	-	-	* Stauroneis gracilior	7	0.04
	E	3	2	2	2	2	4	3	-	p	Stauroneis kriegeri	20	0.13
	E	3	2	1	1	-	4	2	-	-	Stauroneis legumen	1	0.00
	E	3	2	2	3	2	4	2	-	-	Stauroneis phoenicenteron	19	0.07
	O	4	3	-	-	-	-	3	-	-	Stauroneis producta	2	0.01
	O	3	2	2	1	2	7	4	-	-	Stauroneis thermicola	1	0.00
1	D	2	1	1	1	1	1	2	-	-	Stenopteroberia curvula	1	0.00
1	D	2	1	1	1	1	1	1	-	-	Stenopteroberia delicatissima	5	0.05
	S	5	2	3	4	4	6	2	-	-	Stephanodiscus hantzschii	5	0.01
1	E	4	4	-	-	2	5	3	-	-	Surirella amphioxys	17	0.17
	E	4	2	2	2	2	5	3	-	-	Surirella angusta	7	0.02
	O	3	2	-	-	2	2	3	-	-	Surirella linearis	7	0.01
1	D	2	2	1	1	1	1	-	-	-	Surirella roba	1	0.00
1	D	1	1	1	1	1	1	2	-	-	Tabellaria binialis	5	0.01
1	D	1	1	1	1	1	1	2	-	-	Tabellaria binialis var. elliptica	12	1.16
	E	3	1	1	1	2	2	-	-	-	Tabellaria fenestrata	13	0.26
	D	2	1	1	1	2	3	3	5	p	Tabellaria flocculosa	105	3.09
	T	1	1	1	1	1	1	2	4.6	-	Tabellaria quadrisepitata	92	2.30

Bijlage 5: Algemene soorten diatomeeën per type per periode

m = aantal monsters, n = gemiddeld aantal schalen per monster

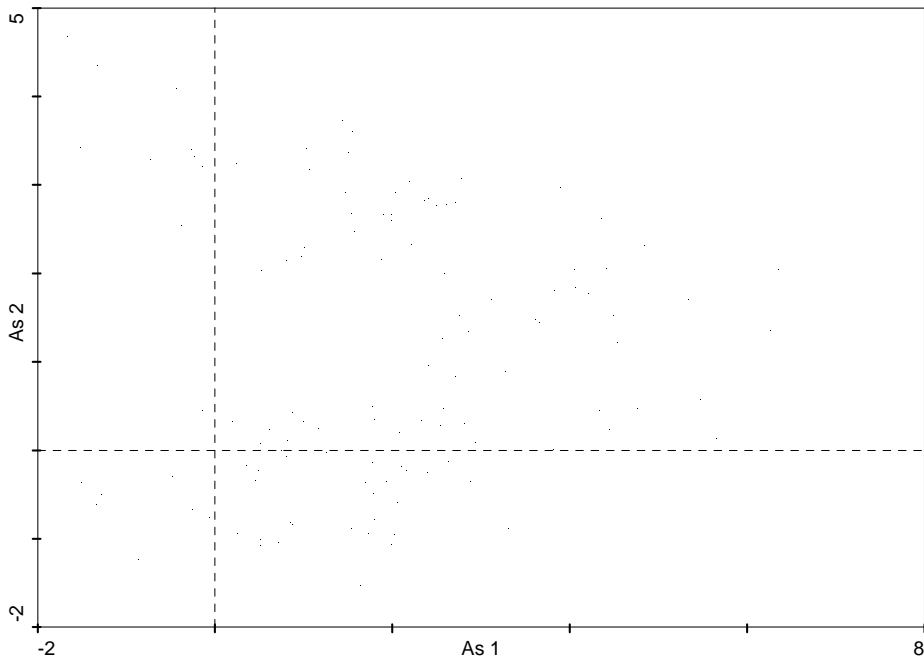
- = niet aangetroffen, + = < 0.05%.

Soort	Type Periode	Referentievennen m n	Referentievennen				Gebaggerde zure vennen					Gebagg. gebuf. venn.					Gebagg. duinpl.			Geb. dpo		Geb. zw.		Geb. kalk			Gebagg. waterlinl			Vernatte vennen										
			1	2	3	4	5	B	C	D	1	3	4	5	A	1	3	4	5	2	3	4	5	3	5	3	4	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5			
<i>Eunotia exigua</i>	106	14.0	1	52	51	17	6	-	+	+	2	25	31	-	-	-	7	+	-	-	-	-	-	-	-	7	80	45	1	1	37	1	2	+	63	25	7			
Subtotaal verzuringsindicatoren	14		1	52	51	17	6	-	+	+	2	25	31	-	-	-	7	+	-	-	-	-	-	-	-	7	80	45	1	1	37	1	2	+	63	25	7			
<i>Eunotia bilunaris</i> s.l.	145	5.7	9	1	2	4	4	+	1	3	30	9	14	+	+	+	11	14	+	-	+	-	1	-	-	13	+	2	+	1	1	5	1	26	4	4	8			
<i>Eunotia implicata</i>	42	0.5	+	-	-	-	-	+	1	2	+	-	+	-	+	+	-	-	1	-	1	-	1	-	-	14	+	1	-	1	-	+	2	-	-	-				
<i>Eunotia incisa</i>	115	5.8	19	3	2	16	12	1	1	1	7	6	1	5	+	-	+	+	23	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7	2	3	+	6	29	1	12	33			
<i>Eunotia paludosa</i>	31	0.3	+	+	-	+	+	-	-	-	3	+	2	2	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Eunotia rhomboides</i> s.l.	122	6.6	7	12	6	24	18	-	1	2	6	11	9	19	1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Frustulia saxonica</i> s.l.	126	7.8	15	4	14	12	14	3	+	1	20	21	17	32	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	2	10	3	3	2	2	27	10	19	6		
<i>Pinnularia gibba</i> s.l.	28	0.3	+	+	+	+	+	+	+	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Pinnularia microstauron</i> -groep	45	0.5	+	3	+	+	+	+	+	2	1	1	+	+	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	+	1	1	+	1	+	-			
<i>Pinnularia viridis</i>	27	0.2	+	-	-	-	-	+	+	+	1	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	4	-	-	-	-	+	+	+	-	-			
<i>Tabellaria quadriseptata</i>	92	2.3	11	7	5	7	6	+	1	1	-	1	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	+	1	5	2	7
overige	0.9		+	+	+	+	+	2	1	1	-	1	+	+	-	-	+	+	1	1	-	1	-	+	-	-	14	1	-	2	1	1	+	1	-	+	+			
Subtotaal triviale srten uit zuur water	31		60	31	30	63	55	6	6	11	68	54	45	59	1	1	12	17	27	+	3	-	2	-	-	-	49	8	25	54	18	19	19	18	85	24	47	68		
<i>Achnanthes pusilla</i> *	40	0.3	-	-	-	-	-	1	2	1	1	+	-	-	1	1	+	-	-	2	1	-	+	-	-	-	-	-	-	2	+	+	-	-	-	-	-			
<i>Achnanthes subatomoides</i> *	24	0.3	-	-	-	-	-	2	4	2	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	+	+	-	-	-	-	-			
<i>Brachysira neoexilis</i> *	66	2.1	+	+	+	+	+	6	2	4	1	+	-	4	+	3	+	10	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	+	18	14	-	-	-	-			
<i>Brachysira procera</i> *	85	2.1	5	1	2	2	3	11	4	4	1	+	+	2	1	8	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	4	13	-	-	-	-	-			
<i>Cymbella cesatii</i> *	49	1.0	+	-	-	-	-	12	3	4	2	+	+	-	1	5	+	+	1	-	+	-	1	-	6	1	-	-	1	+	-	2	-	-	-	-	-	-		
<i>Cymbella microcephala</i> *	33	0.7	-	-	-	-	-	8	2	2	-	-	-	-	+	9	+	+	-	-	-	-	4	-	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Eunotia naegelii</i>	57	1.9	+	-	-	1	3	-	+	1	3	+	2	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	+	-	1	+	12	9	12	-			
<i>Fragilaria brevistriata</i>	27	0.7	-	-	-	+	-	1	4	2	1	+	-	-	+	-	-	-	-	7	-	1	+	7	18	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>F. capucina</i> (incl. v. <i>gracilis</i>)	37	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	+	4	1	-	11	26	4	-	-	-	-	+	+	4	1	1	-	+	-	-	-			
<i>Fragilaria exigua</i> *	55	1.4	2	1	+	+	+	5	6	9	-	-	-	-	2	13	+	+	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	6	-	-	-	-	-			
<i>Navicula leptostriata</i> s.l.*	31	1.1	10	4	2	2	3	1	-	+	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+			
<i>Navicula mediocris</i> *	30	0.2	+	+	+	+	1	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-			
<i>Navicula subtilissima</i> -groep*	59	3.0	6	4	12	5	21	1	+	+	-	+	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Pinnularia interrupta</i>	69	0.4	+	1	1	1	+	+	+	1	-	+	1	+	+	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	2	+	+	+	+	+	+		
<i>Tabellaria flocculosa</i>	105	3.1	6	1	1	6	3	+	+	+	-	+	13	2	+	1	+	12	1	-	+	+	+	-	-	3	-	26	20	3	+	1	4	+	+	+	+			
overige	7.0		5	4	1	2	3	7	7	10	6	6	6	21	4	8	7	16	12	1	6	1	4	1	1	1	3	5	4	3	12	13	11	27	1	1	3	2		
Subtotaal doelsoorten	26		36	16	19	20	38	56	35	40	14	8	21	37	10	50	10	44	16	11	19	32	10	17	27	7	5	30	25	47	19	38	72	10	13	28	26			
<i>Achnanthes minutissima</i>	114	10.1	1	+	+	-	-	15	20	14	7	+	+	+	8	32	20	6	31	2	56	16	75	55	45	7	-	-	4	21	2	3	3	1	+	-	+			
Subtotaal ubiqvisten	1		1	+	+	-	-	15	20	14	7	+	+	+	8	32	20	6	31	2	56	16	75	55	45	7	-	-	4	21	2	3	3	1	+	-	+			
<i>Cocconeis placentula</i> s.l.	51	0.5	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	5	+	2	+	4	-	1	+	1	1	-	-	-	-	1	+	1	+	-	+	+	+	-			
<i>Fragilaria construens</i>	29	0.9	-	-	-	-	-	1	15	12	1	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	4	1	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	52	3.9	+	-	-	-	-	-	3	3	1	1	-	-	47	6	11	+	+	5	-	-	+	-	-	-	-	-	3	11	12	-	-	-	-	-	-			
<i>Fragilaria pinnata</i>	43	0.5	-	-	-	-	-	+	4	2	1	-	-	-	1	2	2	+	2	-	+	1	-	+	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Navicula cryptocephala</i>	44	0.4	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	3	1	1	+	+	+	2	1	+	-	+	-	-	-	+	+	3	-	-	-	-	-	-			
<i>Navicula pupula</i>	48	0.3	-	-	-	-	-	1	+	+	-	+	+	+	3	+	1	+	-	1	+	+	+	-	1	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Navicula radiosa</i>	29	0.2	-	-	-	-	-	3	2	2	+	-	-	-	+	+	-	-	+	1	+	+	+	-	1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Neidium ampliatum</i>	33	0.2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>Nitzschia gracilis</i>	36	0.4	2	+	+	+	+	-	-	-	1	+	1	+	+	1	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	+	+	2	-	-	-			
<i>Stauroneis anceps</i>	26	0.1	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
overige	3.8		+	-	+	-	-	9	8	4	1	+	+	-	12	1	5	10	2	5	8	16	5	10	16	21	+	-	1	2	2	5	+	2	+	-				
Subtotaal srtn van eutrofe wateren	11		2	+	1	+	1	15	32	28	7	4	2	1	71	11	21	12	9	11	12	23	6	11	23	22	+	-	4	10	16	21	2	3	1	+				
<i>Gomphonema parvulum</i>	67	1.5	+	-	-	-	-	+	+	-	3	+	+	+	+	2	14	4	3	+	1	7	1	-	-	6	-	-	2	+	+	3	-	+	+	-				
<i>Navicula minima</i>	47	0.8	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2	1	2	1	3	1	4	+	1	4	-	-	-	2	1	3	5	-	+	+	-	-				
<i>Navicula seminulum</i>	24	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	1	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-				
<i>Nitzschia palea</i>	70	1.2	-	-	-	-	-	3	2	1	1	+	+	-	5	2	8	2	+	1	1	3	+	-	+	1	-	-	+	1	3	-	-	-	-	-	-			
<i>Nitzschia paleaeformis</i>	42	0.7	+	-	-	1	+	+	+	1	-	3	+	3	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	-	+	+	1	2	+			
overige	2.3		+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	2	+</																								

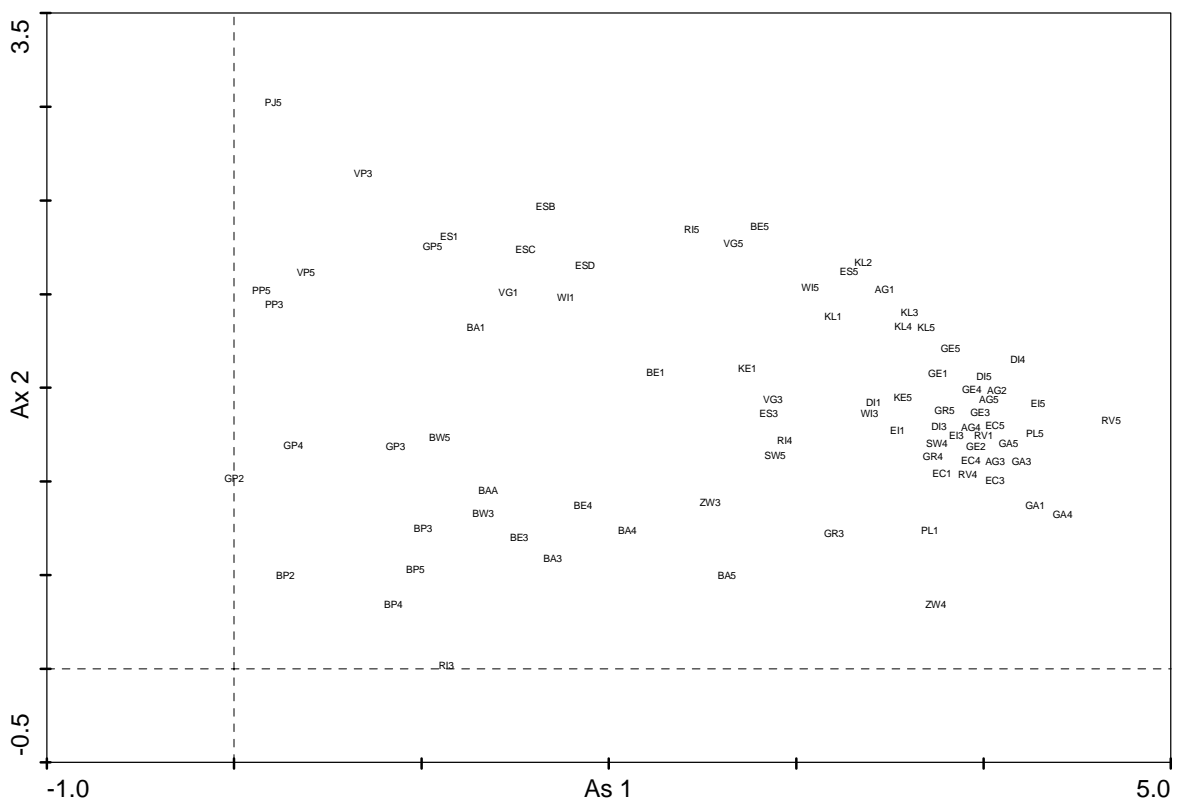
Bijlage 10: Resultaten ordinaties diatomeeën

Tabel 10.1. Scores van soorten en monsters op de eerste twee assen

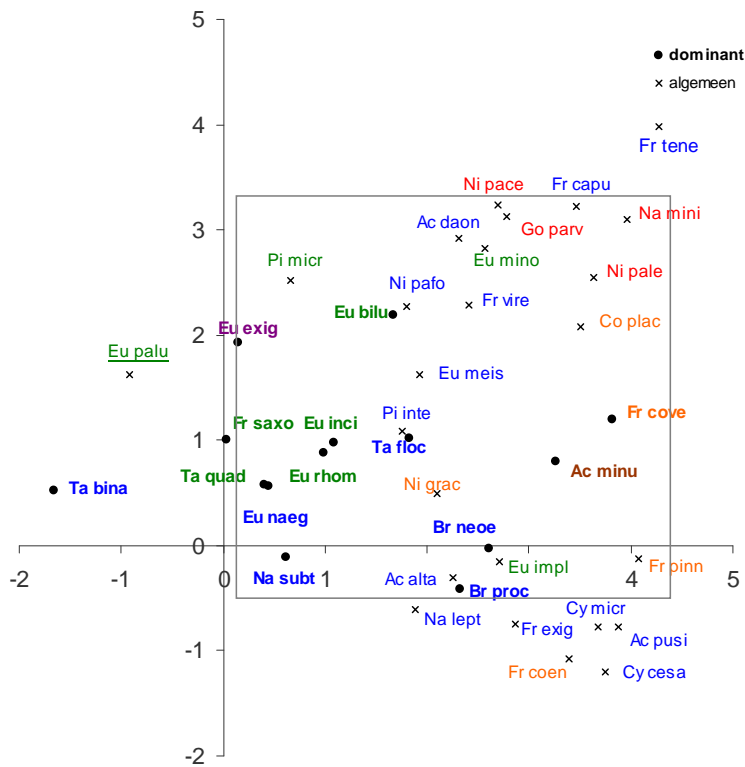
Afk	Soort	Vennen en duinwateren			Alleen vennen			Afk	Soort	Vennen en duinwateren			Alleen vennen		
		As 1	As 2	Gew.	As 1	As 2	Gew.			As 1	As 2	Gew.	As 1	As 2	Gew.
Fr saxo	Frustulia saxonica s.l.	4.54	1.22	122.9	0.03	1.00	122.9	Na diff	Nauvula difficillima	4.44	0.23	0.9	0.40	2.34	0.9
Eu rhom	Eunotia rhomboides s.l.	3.86	1.45	115.3	0.99	0.88	115.3	Go papa	Gomph. parvulum var. parvulus	2.02	-0.95	0.9	2.78	3.29	0.9
Ac minu	Achnanthes minutissima	1.01	2.30	104.1	3.26	0.80	61.9	Rh abbr	Rhoicosphenia abbreviata	2.08	0.20	0.8	2.35	1.48	0.6
Eu exig	Eunotia exigua	4.34	0.45	103.4	0.15	1.93	103.4	Nii pede	Nitzschia palea groep debilis	2.16	-0.22	0.8	2.64	2.89	0.6
Eu inci	Eunotia incisa	3.61	1.48	94.1	1.09	0.97	94.1	De kuet	Denticula kuetzingii	1.55	3.61	0.8	3.81	-1.45	0.8
Eu bilu	Eunotia bilunaris s.l.	2.81	0.51	86.7	1.67	2.18	84.7	Ma smit	Mastogloia smithii	-1.33	4.35	0.8			
Ta flocc	Tabellaria flocculosa	2.76	1.52	54.9	1.83	1.02	54.1	Br seri	Brachysira serians	6.35	2.04	0.7	-1.53	0.33	0.7
Br proc	Brachysira procera	2.41	2.84	51.4	2.33	-0.42	51.4	Se sard	Sellaphora sardiniensis	2.04	2.91	0.7	2.83	-0.53	0.7
Ta quad	Tabellaria quadriseptata	4.21	1.77	51.0	0.41	0.57	51.0	Nii frus	Nitzschia frustulum	-0.49	-0.30	0.6			
Na subt	Nauvula subtilissima-groep	4.36	2.62	45.2	0.61	-0.11	45.2	Ac helv	Achnanthes helvetica	1.80	0.36	0.6			
Br neoe	Brachysira neoxilis	2.23	2.60	40.1	2.61	-0.02	40.1	St deli	Stenopterobia delicatissima	4.84	2.32	0.6	-0.21	0.13	0.6
Fr cove	Fragilaria construens f. venter	1.16	0.24	38.4	3.82	1.20	31.3	Ni nana	Nitzschia nana	1.78	-0.14	0.5	3.14	3.11	0.4
Eu naeg	Eunotia naegelii	4.07	1.85	38.4	0.45	0.56	38.4	Eu eleg	Eunotia elegans	2.56	1.27	0.5	2.03	0.80	0.5
Fr exig	Fragilaria exigua	1.98	2.60	30.5	2.86	-0.74	28.9	Na evan	Nauvula evanida	1.64	-1.53	0.4	3.59	3.48	0.4
Go parv	Gomphonema parvulum	1.78	-0.49	26.7	2.78	3.13	20.5	Na atom	Nauvula atomus	1.80	-0.78	0.4			
Na mini	Nauvula minima	0.75	0.00	26.5	3.96	3.09	18.5	Am pedi	Amphora pediculus	2.41	0.96	0.4			
Fr capu	Frag. capucina (incl. var. gracilis)	0.49	-0.23	24.6	3.46	3.22	9.9	Go angm	Gomphonema angustatum	2.06	-0.59	0.3	2.70	3.27	0.3
Cy cesa	Cymbella cesatii	1.04	3.42	24.3	3.74	-1.21	18.3	Ac cate	Achnanthes catenata	0.25	-0.93	0.3	4.87	3.46	0.3
Ni pale	Nitzschia palea	1.26	-0.02	24.2	3.63	2.55	18.6	Ac bior	Achnanthes bioretii	1.98	-1.07	0.2	2.84	3.54	0.2
Ni pafu	Nitzschia paleaeformis	2.81	0.31	21.8	1.80	2.28	21.8								
Fr brev	Fragilaria brevistriata	-0.38	2.54	21.1	3.51	-1.30	4.9								
Na lept	Nauvula leptostriata s.l.	2.78	3.07	20.6	1.89	-0.60	20.6								
Pi micr	Pinnularia microstauron-groep	3.81	0.01	20.2	0.86	2.52	20.2	AG1	REF Acht. Goorven	3.38	1.96	23.3	1.27	0.46	22.9
Cy micr	Cymbella microcephala	-0.14	3.21	19.4	3.68	-0.78	5.0	AG2	REF Acht. Goorven	3.98	1.37	16.8	0.63	1.02	16.8
Fr pinn	Fragilaria pinnata	0.80	2.15	19.0	4.07	-0.12	15.0	AG3	REF Acht. Goorven	3.98	1.04	11.1	0.58	1.35	11.1
Co plac	Cocconeis placentula s.l.	1.27	0.46	18.8	3.51	2.08	14.0	AG4	REF Acht. Goorven	3.85	1.23	19.7	0.75	1.18	19.7
Eu impl	Eunotia implicata	1.99	2.67	18.6	2.71	-0.15	16.1	AG5	REF Acht. Goorven	3.94	1.37	20.1	0.67	1.01	20.1
Fr coen	Fragilaria construens	1.57	2.48	17.1	3.39	-1.08	10.8	GE1	REF Gerritsfles	3.67	1.51	23.1	0.98	0.91	22.8
Pi inte	Pinnularia interrupta	2.86	1.34	17.1	1.76	1.09	17.1	GE2	REF Gerritsfles	3.87	1.12	17.3	0.71	1.29	17.2
Eu palu	Eunotia paludosa	5.47	0.57	16.9	-0.92	1.62	16.9	GE3	REF Gerritsfles	3.89	1.31	16.6	0.71	1.05	16.6
Ni grac	Nitzschia gracilis	2.58	2.00	16.9	2.09	0.49	16.9	GE4	REF Gerritsfles	3.85	1.43	21.0	0.76	0.96	20.9
Ac alta	Achnanthes altaica	2.50	2.77	15.0	2.25	-0.31	15.0	GE5	REF Gerritsfles	3.74	1.65	21.2	0.93	0.77	21.2
Ac pusi	Achnanthes pusilla	0.98	2.19	13.6	3.88	-0.78	9.3	KL1	REF Kliplo	3.12	1.82	28.4	1.53	0.62	28.2
Na crce	Nauvula cryptocephala	0.61	0.24	12.8	4.17	2.03	8.9	KL2	REF Kliplo	3.28	2.11	24.8	1.42	0.27	24.6
Go paes	Gomph. parvulum var. exilissimum	1.00	0.32	10.6	3.58	2.80	5.2	KL3	REF Kliplo	3.52	1.84	21.9	1.16	0.60	21.9
Fr coss	Fragilaria construens f. subsalina	-1.51	-0.36	10.0				KL4	REF Kliplo	3.49	1.76	24.1	1.19	0.68	24.1
Ta bina	Tabellaria binialis var. elliptica	6.26	1.36	9.7	-1.65	0.52	9.7	KL5	REF Kliplo	3.59	1.75	26.9	1.08	0.69	26.9
Pi gibb	Pinnularia gibba s.l.	3.08	0.56	9.7	1.48	2.02	9.7	GA1	BVV Ganzenpoel	4.19	0.81	15.6	0.35	1.55	15.6
Ne ampl	Neidium ampliatum	3.12	1.71	9.6	1.47	0.20	9.6	GA3	BVV Ganzenpoel	4.06	1.02	13.4	0.42	1.36	13.2
Na medi	Nauvula mediocris	2.61	2.78	9.5	2.07	-0.35	9.5	GA4	BVV Ganzenpoel	4.34	0.76	13.5	0.20	1.59	13.5
Eu nyma	Eunotia nymniana	5.34	1.71	9.3	-0.63	0.90	9.3	GA5	BVV Ganzenpoel	4.05	1.14	8.4	0.51	1.18	8.4
Na radi	Nauvula radiosa	0.24	3.25	9.1	4.02	-1.42	3.3	GR3	BVV Grenspoel	3.11	0.66	26.4	1.46	1.83	26.1
Fr tene	Fragilaria tenera	0.46	-0.34	8.6	4.28	3.98	3.1	GR4	BVV Grenspoel	3.64	1.07	18.4	0.91	1.38	18.3
Na pupu	Nauvula pupula	0.82	0.12	8.4	3.68	1.86	4.9	GR5	BVV Grenspoel	3.70	1.31	12.7	0.91	1.05	12.7
Ni acid	Nitzschia acidoclinata	0.88	0.43	8.2	4.20	3.16	5.1	PL1	BVV Pluzerven (VII)	3.63	0.68	9.0	0.87	1.81	9.0
Eu inte	Eunotia intermedia	4.42	2.06	7.7	0.34	0.32	7.7	PL5	BVV Pluzerven (VII)	4.19	1.19	18.2	0.42	1.13	18.2
Cy grac	Cymbella gracilis	2.71	2.80	7.3	1.99	-0.26	7.3	RV1	BVV Ronde ven (IV)	3.90	1.16	17.8	0.88	1.25	17.8
Ac suat	Achnanthes subatomoides	1.88	2.16	7.2	3.15	0.53	7.2	RV4	BVV Ronde ven (IV)	3.80	0.99	20.3	0.71	1.30	20.1
Pi viri	Pinnularia viridis	2.63	-0.12	7.1	1.74	2.50	6.2	RV5	BVV Ronde ven (IV)	4.60	1.26	12.0	0.00	0.98	12.0
Ni pace	Nitzschia paleacea	1.72	-0.93	6.9	2.70	3.24	3.3	ESB	BVV Van Esschenven	1.66	2.41	31.8	2.83	0.00	29.0
Eu meis	Eunotia meisteri	2.72	0.83	6.5	1.93	1.63	6.5	ESC	BVV Van Esschenven	1.55	2.17	33.4	3.02	0.11	30.3
Fr cava	Frag. capucina var. vaucheriae	-0.25	-0.66	6.4	4.01	2.64	1.4	ESD	BVV Van Esschenven	1.87	2.09	36.2	2.70	0.21	33.3
St ance	Stauroneis anceps	2.54	0.28	5.6	2.11	2.36	5.6	ES1	BVV Van Esschenven	1.14	2.19	25.3	3.44	1.04	22.9
Eu mino	Eunotia minor	2.10	-0.18	5.3	2.57	2.82	4.2	ES3	BVV Van Esschenven	2.77	1.34	29.9	1.88	1.05	29.9
Na crte	Nauvula cryptotenella	-0.44	4.09	5.2	3.71	-1.26	1.1	ES5	BVV Van Esschenven	3.20	2.06	22.2	1.53	0.41	22.2
Fr vire	Fragilaria virescens	2.33	0.34	5.0	2.42	2.28	5.0	BW3	BGV Broekse wielen	1.24	0.77	19.8	3.32	1.80	17.4
St krie	Stauroneis kriegei	0.51	-1.01	5.0	4.10	4.26	1.6	BW5	BGV Broekse wielen	1.10	1.17	19.8	3.45	1.55	18.4
Na semi	Nauvula seminulum	1.53	-0.88	4.6	3.56	3.94	3.1	BAA	BGV De Banen	1.27	0.89	24.5	3.41	1.29	22.4
Ni arch	Nitzschia archibaldii	0.51	0.08	4.3	3.91	3.43	2.5	BA1	BGV De Banen	1.29	1.76	28.5	3.26	0.68	26.4
Ep adna	Ephemia adnata	-0.73	2.29	4.3				BA3	BGV De Banen	1.62	0.52	25.3	2.95	1.89	23.6
Pi subc	Pinnularia subcapitata	2.88	-0.35	4.1	1.65	2.80	4.1	BA4	BGV De Banen	2.02	0.68	27.4	2.51	1.91	25.5
Ni perm	Nitzschia perminuta	2.20	3.04	4.1	2.58	-0.44	4.1	BA5	BGV De Banen	2.55	0.43	16.2	2.04	2.02	15.4
Na vene	Nauvula veneta	-1.28	-0.49	4.1				BP2	BGD Badhuiskuil	0.27	0.44	12.2			
Eu glac	Eunotia glacialis	4.76	0.48	4.0	-0.35	1.83	4.0	BP3	BGD Badhuiskuil	0.92	0.69	21.7			
Na psve	Nauvula pseudoventralis	1.51	3.37	3.9	3.94	-1.51	3.9	BP4	BGD Badhuiskuil	0.77	0.28	21.6			
Cy sile	Cymbella silesiaca	1.54	2.68	3.7	3.27	-0.68	2.0	BP5	BGD Badhuiskuil	0.88	0.47	19.0			
Ni font	Nitzschia fonticola	3.47	2.92	3.4	3.66	-1.02	2.6	GP2	BGD Grtjeplak	0.00	0.95	15.1			
Na grega	Nauvula gregaria	-0.06	-0.76	3.4				GP3	BGD Grtjeplak	0.86	1.13	18.5			
Ne affi	Neidium affine	2.78	0.38	3.3	1.84	2.22	3.3	GP4	BGD Grtjeplak	0.72	1.13	16.0			
Fr deli	Fragilaria delicatissima	1.07	3.18	3.3	4.21	-1.40	2.4	GP5	BGD Grtjeplak	1.06	2.19	9.1			
Ne dens	Neidium densistriatum	4.05	2.05	3.2	0.66	0.18	3.2	VP3	BGP Vissepitje	0.69	2.58	6.1			
Br breb	Brachysira brebissonii	3.83	1.81	3.1	0.75	0.74	3.1	VP5	BGP Vissepitje	0.38	2.06	15.1			
Ni vald	Nitzschia valdestriata	-0.87	-1.23	2.6				PP3	BGP Paddepoel	0.21	1.88	20.0			
Fr fame	Fragilaria famelica	0.35	-0.17	2.3	4.11	3.08	0.5	PP5	BGP Paddepoel	0.14	1.96	17.3			
Ta fene	Tabellaria fenestrata	1.77	0.50	2.2	2.69	2.27	0.9	PJ5	BGP Pitje v.J.v. Louis	0.21	2.96	13.3			
Am pell	Amphipleura pellucida	-0.													



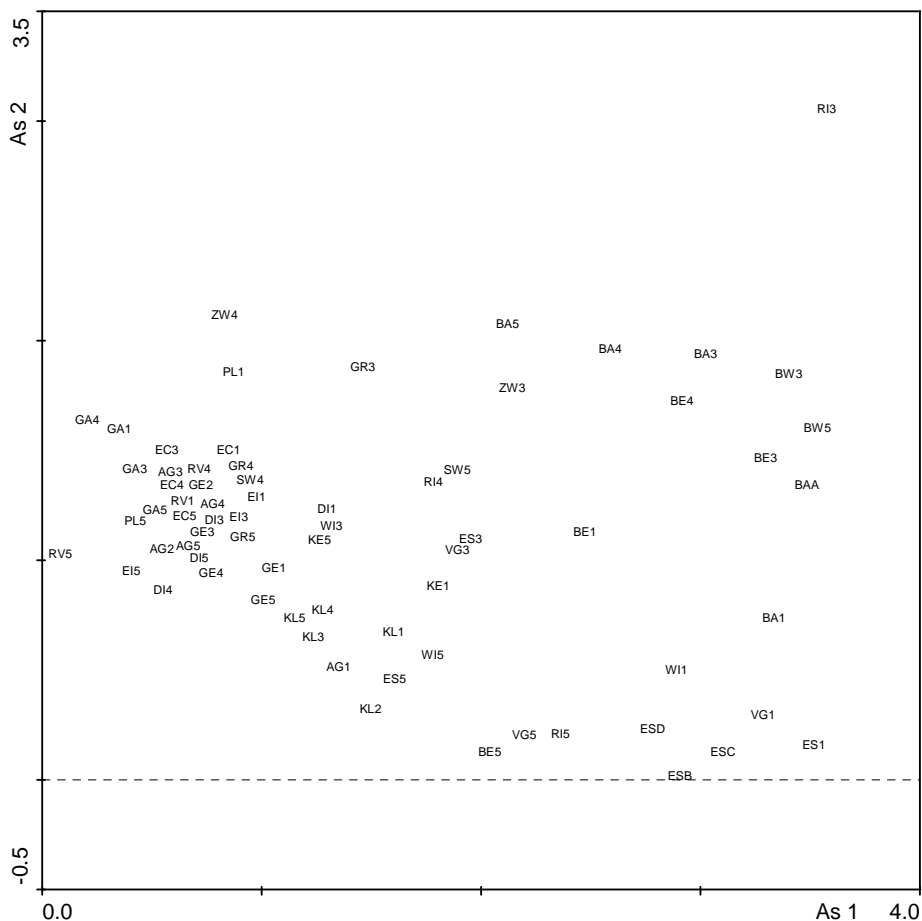
Figuur 10.1. Scores van de belangrijkste soorten in de ordinatatie van vennen en duinwateren (afkortingen als in Tabel 6.1).



Figuur 10.2. Scores van de samengestelde monsters in de ordinatatie van vennen en duinwateren. Verklaring van de afkortingen in Bijlage 1 (steeds twee letters voor de locatie en een cijfer voor de periode). Dit figuur is samen met Figuur 6.1 een z.g. biplot. De eerste as verklaart 15,0% van de totale variatie in de monsters, de eerste twee assen verklaren samen 20,5 %.



Figuur 10.3
Scores van de belangrijkste soorten in de ordinatatie van aalleen de vennen (afkortingen als in bovenstaande tabel). Dominante soorten (**vet**) : gemiddelde hoeveelheid > 2,5%, algemene soorten: gemiddelde hoeveelheid 0,25 – 2,5%. De kleur geeft de ecologische groep volgens Tabel 3 aan. **Violet**: verzurings-indicator, **groen**: triviale soorten van zuur water, **blauw**: doelsoorten, **bruin**: ubiquitousen, **oranje**: soorten van voedselrijke wateren, **rood**: soorten van organisch belaste en brakke wateren.



Figuur 10.4
Scores van de samengestelde monsters in de ordinatatie van alleen de vennen. Verklaring van de afkortingen in Bijlage 1 (steeds twee letters voor de locatie en een cijfer voor de periode). Dit figuur is samen met Figuur 6.3 een z.g. biplot. In Figuur 6.2 is het deel van de assen weergegeven dat overeenkomt met de grijs omliggende uitsnede in Figuur 6.1 (er zijn geen monsters met scores buiten deze uitsnede).

De eerste as verklaart 16,0% van de totale variatie in de monsters, de eerste twee assen verklaren samen 23,2%.

Bijlage 11: Indicatorwaarden diatomeeën

Type	zie Tabel 6
Locper	afkorting locatie (Tabel 6) met periode (Tabel 2)
monst.	jaar van monstername
maatr.	jaar van maatregelen
na mr	aantal jaren na maatregelen,
N	aantal getelde schalen diatomeeën
S	aantal soorten in de telling
Dom	procentuele hoeveelheid van de meest voorkomende soort (dominantie)
pHwa	pH berekend volgens de gewogen gemiddelden van pH-optima van soorten
pHmr	pH berekend volgens multiële regressie pH-groepen
B	aantal bijzondere soorten
B%	aantal bijzondere soorten als percentage van het totale aantal soorten
U	aantal unieke soorten
R ... M	gewogen gemiddelde ecologische indicatiegetallen (Bijlage 2)
X...E	ecologische groepen Tabel 3
EKR	ecologische kwaliteitsratio volgens KRW

Berekende pHwaarden en ecologische indicatiegetallen die zijn gebaseerd op minder dan 20% van het aantal schaaltes zijn **lichtgrijs** en die gebaseerd zijn op 20-50% van het aantal schaaltes zijn **middelgrijs** gedrukt.

De getallen zijn gemiddelden per periode.

Bijlage 11-1. Indicatiewaarden per locatie per periode

Type	per	n	monst.	maatr.	na mr	N	S	Dom	B	B%	U	pHwa	pHmr	R	H	N	O	S	T	M	X	T	D	N	A	E	S	O	X	T	D	N	A	E	S	O	EKR
REF	KL1	4	1941	1980	-39	400	20	25	6.5	34	0.0	5.2	5.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.4	2.0	2.5	0	6	8	1	1	3	1	-	1	35	55	0	1	6	1	-	0.76
REF	KL2	1	1978	1980	-2	400	22	29	11.0	50	0.0	5.1	4.7	1.8	1.1	1.0	1.1	1.1	1.5	2.6	1	6	11	2	-	1	1	-	0	21	76	3	-	0	0	-	0.87
REF	KL3	2	1984	1980	4	400	18	36	6.5	36	0.0	4.5	4.4	1.5	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	2.8	1	6	8	2	1	2	-	-	0	49	49	1	0	1	-	0.84	
REF	KL4	3	1994	1980	14	400	17	28	7.3	43	0.0	4.9	4.7	1.5	1.7	1.1	1.1	1.1	1.3	2.7	1	5	7	2	-	1	-	-	1	63	32	3	-	1	-	0.78	
REF	KL5	2	2004	1980	24	400	18	22	7.5	42	0.0	5.0	4.6	1.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	2.6	1	6	8	3	-	1	1	-	0	60	33	5	-	1	2	-	0.77
REF	GE1	4	1936	1980	-45	400	17	50	6.0	33	0.0	4.9	4.6	1.7	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	2.5	1	7	6	2	0	1	0	-	3	80	16	1	0	0	0	-	0.75
REF	GE2	4	1969	1980	-11	400	11	71	2.8	19	0.0	4.3	4.2	1.3	1.7	1.7	1.8	2.4	1.1	2.9	1	6	4	1	1	-	-	-	64	31	5	0	0	-	-	0.48	
REF	GE3	2	1984	1980	4	400	14	64	4.0	29	0.0	4.2	4.0	1.1	1.7	1.7	1.7	2.3	1.2	2.9	1	6	4	1	-	2	-	-	64	29	5	0	-	2	-	0.40	
REF	GE4	3	1994	1980	14	400	14	40	4.3	31	0.0	4.7	4.5	1.6	1.2	1.2	1.2	1.5	1.4	2.8	1	6	4	2	-	1	-	-	17	62	17	4	-	0	-	0.68	
REF	GE5	2	2004	1980	24	400	16	53	5.0	31	0.0	4.2	4.1	1.3	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	2.9	1	6	4	4	-	2	-	-	9	27	59	4	-	1	2	-	0.67
REF	AG1	5	1924	1980	-56	400	13	30	6.6	50	0.2	4.9	4.5	1.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	2.5	0	4	6	1	0	0	-	-	0	64	34	2	0	0	-	0.83	
REF	AG2	2	1977	1980	-4	400	14	56	5.0	32	0.0	4.4	4.1	1.2	1.6	1.6	1.6	2.2	1.1	2.8	1	7	3	3	-	-	1	-	56	36	4	5	-	-	0	-	0.53
REF	AG3	2	1984	1980	4	400	8	87	3.0	38	0.0	4.1	4.0	1.1	1.9	1.9	1.9	2.8	1.0	2.9	1	3	2	2	-	-	-	-	87	11	1	1	-	-	-	0.40	
REF	AG4	3	1994	1980	14	400	12	52	2.3	16	0.0	4.5	4.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	1.0	2.6	1	6	2	2	-	0	-	-	32	63	1	4	-	0	-	0.52	
REF	AG5	2	2004	1980	24	400	13	42	4.0	30	0.0	4.6	4.4	1.6	1.1	1.1	1.2	1.2	1.0	2.7	1	6	3	2	-	1	-	-	9	78	2	11	-	0	-	0.89	
BVV	GR3	5	1989	1992	-3	400	20	45	2.4	11	0.2	4.4	4.7	1.7	1.6	1.8	1.9	2.3	2.0	2.9	1	9	2	2	-	3	4	0	34	43	2	6	-	4	11	0	0.45
BVV	GR4	8	1995	1992	3	138	6	62	0.3	3	0.1	4.5	4.4	1.5	1.6	1.6	1.5	2.1	1.6	3.0	1	3	1	1	0	0	0	0	35	42	19	3	1	0	0	0	0.57
BVV	GR5	1	2003	1992	11	400	8	49	2.0	25	0.0	4.8	4.5	1.7	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	2.9	-	3	3	1	-	-	1	-	93	6	0	-	-	1	-	0.77	
BVV	GA1	1	1962	1989	-27	400	10	62	1.0	10	0.0	4.3	4.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.0	3.0	1	6	2	-	-	1	-	-	7	86	7	-	-	0	-	0.63	
BVV	GA3	3	1981	1989	-8	400	8	74	0.7	8	0.0	4.1	4.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.6	1.0	3.0	1	5	0	1	-	1	0	-	28	71	0	1	-	0	0	-	0.50
BVV	GA4	1	1991	1989	2	400	11	67	1.0	9	0.0	4.2	4.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.0	3.0	1	7	1	1	-	-	1	-	17	83	0	0	-	-	0	-	0.43
BVV	GA5	1	2003	1989	14	400	9	94	0.0	0	0.0	4.2	4.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	-	6	-	2	-	1	-	-	98	-	2	-	0	-	-	0.70	
BVV	RV1	1	1962	1994	-32	200	10	33	3.0	30	0.0	4.5	4.6	1.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.0	2.8	1	5	3	1	-	-	-	-	2	86	2	11	-	-	-	0.77	
BVV	RV4	3	1997	1994	3	201	19	50	3.0	16	0.3	4.1	4.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	1.3	2.8	1	5	4	1	1	4	3	-	25	40	23	2	0	8	1	-	0.52
BVV	RV5	1	2007	1994	13	200	10	70	5.0	50	0.0	4.5	4.1	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.3	-	4	5	1	-	-	-	-	25	74	2	-	-	-	-	0.57	
BVV	PL1	1	1962	1994	-32	200	6	84	0.0	0	0.0	4.2	4.0	1.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.0	3.0	1	5	-	-	-	-	-	-	1	100	-	-	-	-	-	0.63	
BVV	PL5	1	2007	1994	13	200	14	33	5.0	36	0.0	4.6	4.3	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	2.8	-	6	4	2	-	-	1	1	-	65	20	4	-	2	11	-	0.70
BVV	ESB	6	1750	1996	-246	400	38	19	17.7	47	0.0	6.5	6.4	3.1	1.6	1.5	1.3	1.5	2.5	2.4	-	5	16	2	1	9	2	3	-	6	55	1	15	15	4	3	0.73
BVV	ESC	5	1925	1996	-71	400	43	24	17.0	40	0.0	6.6	6.7	3.3	1.7	1.5	1.2	1.7	2.9	2.2	0	6	15	2	1	12	3	3	0	6	34	1	20	32	3	4	0.65
BVV	ESD	5	1970	1996	-26	400	53	16	22.8	43	0.0	6.2	6.6	3.2	1.6	1.4	1.3	1.6	2.5	2.2	1	8	19	3	1	15	2	4	0	11	38	2	14	28	3	5	0.66
BVV	ES1	1	1922	1996	-74	200	41	29	21.0	51	5.0	7.2	6.7	3.3	1.9	1.7	1.4	1.9	2.9	2.5	-	1	20	1	1	14	3	1	-	1	36	1	29	29	5	1	0.63
BVV	ES3	2	1988	1996	-8	400	39	25	14.0	36	0.5	5.0	5.2	2.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.7	2.8	1	11	12	4	1	8	2	2	1	58	17	4	1	10	9	2	0.63
BVV	ES5	1	2007	1996	11	200	16	37	7.0	44	1.0	4.6	5.2	2.1	1.2	1.1	1.3	1.1	1.6	2.3	-	4	8	1	1	1	1	-	-	17	75	3	1	3	2	-	0.77
BVG	BAA	9	1900	1993	-93	367	30	47	8.0	26	0.1	6.2	7.2	3.6	2.0	2.0	1.7	2.2	4.0	1.8	-	3	7	-	1	14	5	1	-	1	10	-	8	71	9	0	0.51
BVG	BA1	4	1931	1993	-62	400	30	38	14.3	48	0.8	6.9	6.6	3.2	1.7	1.6	1.2	1.7	2.7	2.5	-	3	15	1	1	7	3	1	-	1	50	0	32	11	5	1	0.73
BVG	BA3	8	1991	1993	-3	380	21	51	3.9	17	0.0	5.8	6.6	3.2	2.0	2.3	2.3	2.7	4.6	2.7	0	1	4	0	1	9	6	0	7	13	7	1	18	21	1	1	0.45
BVG	BA4	11	1997	1993	4	299	20	41	5.0	27	0.5	5.2	6.2	3.0	1.8	1.7	1.8	2.0	3.2	2.9	0	4	4	1	1	5	3	1	0	17	42	2	6	12	18	5	0.67
BVG	BA5	2	2005	1993	12	243	22	48	4.5	20	0.5	5.2	5.8	2.7	1.4	1.7	1.7	1.7	2.2	2.0	-	5	4	-	1	6	6	1	-	52	19	-	0	3	24	2	0.57
BVG	BW3	1	1983	1991	-8	200	33	37	13.0	39	4.0	7.3	6.3	3.0	1.7	2.0	1.4	1.8	3.0	2.7	-	3	12	1	1	12	3	1	-	2	22	1	37	21	5	13	0.63
BVG	BW5	2	2004	1991	13	248	16	62	4.0	26	0.0	7.5	6.5	3.2	1.9	2.0	1.7	2.4	3.8	2.9	-	3	5	-	1	5	3	1	-	2	13	-	62	14	8	0	0.67
BGD	BP2	1	1972	1990	-18	200	17	70	2.0	12	0.0	6.1	7.7	3.9	2.8	1.9	1.3	1.4	3.9	1.2	-	-	3	-	1	5	8	-	-	6	-	1	16	78	-	-	0.73
BGD	BP3	2	1988	1990	-3	213	25	45	3.0	12	0.0	7.5	6.4	3.2	1.9	1.9	1.6	2.1	3.4	2.8	-	3	5	-	1	8	8	2	-	2	24	-	45	14	14	1	0.77
BGD	BP4	1	1997	1990	7	207	24	22	0.0	0	0.0	6.1	7.2	3.6	2.3	2.1	2.5	2.7	4.4	2.7	-	-	1	-	1	9	11	2	-	-	14	-	7	40	38	2	0.33
BGD	BP5	2	2005	1990	15	226	21	49	1.5	7	0.0	7.4	6.5	3.2	2.0	2.0	1.6	2.1	4.0	2.8	-	1	3	-	1	6	9	1	-	2	18	-	49	16	15	0	0.79
BGD	GP2	1	1972	1992	-20	200	28	50	4.0	14	1.0	6.8	7.6	3.9	2.7	1.5	1.5	1.6	4.1	1.7	-	1	4	-	1	10	10	2	-	1	16	-	4	7	66	9	0.93
BGD</																																					

Bijlage 11-2. Indicatiewaarden per type locatie per periode

Type	Periode	Aantal		Ecologische indicatietallen						Diversiteit			Bijz. soorten			Berekend		Aant. soorten per ecol. gr.						Hoeveelheid (%) per ecol. gr.						EKR					
		loc.	monst	R	H	N	O	S	T	M	N	S	Dom	B	B%	U	pHwa	pHmr	X	T	D	N	A	E	S	O	X	T	D		N	A	E	S	O
Referentie-vennen	1916 - 1963	3	13	1.8	1.1	1.1	1.1	1.2	1.5	2.5	400	17	35	6.4	39	0.1	5.0	4.7	0	6	7	1	1	1	-	1	60	35	1	1	2	0	-	0.78	
	1964 - 1982	3	7	1.5	1.4	1.4	1.5	1.9	1.2	2.8	400	16	52	6.3	34	0.0	4.6	4.4	1	6	6	2	0	0	1	-	40	29	28	3	0	0	0	0.63	
	1980 - 1990	3	6	1.2	1.5	1.5	1.5	2.1	1.2	2.9	400	13	62	4.5	34	0.0	4.3	4.1	1	5	5	1	0	1	-	51	30	18	1	0	1	-	0.55		
	1991 - 2000	3	9	1.6	1.2	1.2	1.2	1.4	1.2	2.7	400	14	40	4.7	30	0.0	4.7	4.5	1	6	4	2	-	1	-	17	63	17	4	-	0	-	0.66		
	2001 - 2006	3	6	1.5	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	2.7	400	16	39	5.5	34	0.0	4.6	4.4	1	6	5	3	-	1	0	-	6	55	31	7	-	1	1	0.71	
Gebaggerde zure vennen	16 ^e - 19 ^e eeuw	1	6	3.1	1.6	1.5	1.3	1.5	2.5	2.4	400	38	19	17.7	47	0.0	6.5	6.4	-	5	16	2	1	9	2	3	-	6	55	1	15	15	4	3	0.73
	ca 1900 - 1950	1	5	3.3	1.7	1.5	1.2	1.7	2.9	2.2	400	43	24	17.0	40	0.0	6.6	6.7	0	6	15	2	1	12	3	3	0	6	34	1	20	32	3	4	0.65
	ca 1950 - 1990	1	5	3.2	1.6	1.4	1.3	1.6	2.5	2.2	400	53	16	22.8	43	0.0	6.2	6.6	1	8	19	3	1	15	2	4	0	11	38	2	14	28	3	5	0.66
	referentietoestand	4	4	1.9	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	2.8	250	17	52	6.3	23	1.3	5.1	4.9	1	4	6	1	0	4	1	0	2	68	11	3	7	7	1	0	0.67
	<10 jr vóór maatr	3	10	1.7	1.4	1.5	1.5	1.7	1.6	2.9	400	22	48	5.7	19	0.2	4.5	4.6	1	8	5	2	0	4	2	1	21	57	6	3	0	5	7	1	0.53
<10 jaar na maatr	3	12	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	1.3	2.9	246	12	60	1.4	9	0.2	4.3	4.3	1	5	2	1	0	1	1	0	26	55	14	2	0	3	1	0	0.51	
>10 jr na maatr	5	5	1.5	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	2.6	280	11	57	3.8	31	0.2	4.5	4.4	-	5	4	1	0	1	1	-	-	59	35	2	0	1	3	-	0.76	
Gebaggerde gebufferde vennen	boekern	1	9	3.6	2.0	2.0	1.7	2.2	4.0	1.8	367	30	47	8.0	26	0.1	6.2	7.2	-	3	7	-	1	14	5	1	-	1	10	-	8	71	9	0	0.51
	referentietoestand	1	4	3.2	1.7	1.6	1.2	1.7	2.7	2.5	400	30	38	14.3	48	0.8	6.9	6.6	-	3	15	1	1	7	3	1	-	1	50	0	32	11	5	1	0.73
	<10 jr vóór maatr	2	9	3.1	1.9	2.0	1.8	2.3	3.8	2.7	290	27	44	8.4	28	2.0	6.5	6.4	0	2	8	1	1	10	5	1	4	8	14	1	27	21	18	7	0.54
	<10 jaar na maatr	1	11	3.0	1.8	1.7	1.8	2.0	3.2	2.9	299	20	41	5.0	27	0.5	5.2	6.2	0	4	4	1	1	5	3	1	0	17	42	2	6	12	18	5	0.67
>10 jr na maatr	2	4	2.9	1.6	1.8	1.6	1.9	3.0	2.5	245	19	55	4.3	23	0.3	6.4	6.1	-	4	4	-	1	5	4	1	-	27	16	-	31	9	16	1	0.62	
Gebaggerde duinplassen	Oude toestand	2	2	3.9	2.7	1.9	1.4	1.5	4.0	1.5	200	23	60	3.0	13	0.5	6.4	7.6	-	1	4	-	1	8	9	1	-	0	11	-	2	11	72	4	0.61
	<10 jr vóór maatr	2	4	3.1	1.9	1.9	1.4	2.0	3.1	2.8	212	24	56	4.5	19	0.5	7.5	6.3	-	2	5	-	1	8	6	2	-	3	19	-	56	12	10	1	0.85
	<10 jaar na maatr	2	2	3.5	2.2	1.8	1.9	2.2	3.7	2.8	212	24	30	2.0	9	0.5	6.8	6.9	-	4	-	1	7	10	3	-	-	32	-	16	23	27	2	0.54	
	>10 jr na maatr	2	5	3.1	2.0	2.0	1.3	2.0	2.9	2.9	219	14	71	1.6	13	0.0	7.5	6.4	-	1	3	-	1	3	5	1	-	2	11	-	71	8	8	1	0.90
Gebaggerde duinpoelen	<10 jr vóór maatr	2	2	3.3	2.0	1.9	1.4	2.0	3.5	2.7	200	18	55	5.0	41	0.0	7.6	6.7	-	3	-	1	8	4	2	-	-	17	-	55	11	11	7	0.91	
	>10 jr na maatr	3	3	3.5	2.0	1.7	1.1	1.7	3.9	2.6	200	16	57	4.3	26	0.3	7.4	7.0	-	4	-	1	9	2	1	-	-	27	-	45	23	5	1	1.00	
Gebaggerd ven met zwavelprobl.	<10 jr vóór maatr	1	4	2.5	1.5	2.0	2.1	2.1	3.4	2.9	232	16	42	2.3	14	0.5	5.2	5.6	1	5	2	1	1	4	3	0	7	49	6	1	7	22	9	0	0.53
	<10 jaar na maatr	1	3	1.2	2.0	1.9	2.0	2.8	2.3	3.1	294	10	80	3.0	26	1.3	4.0	4.2	1	5	1	-	-	1	1	1	80	8	5	-	-	0	6	1	0.32
Gebaggerd en bekaakt ven	<10 jaar na maatr	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	2.2	2.0	3.0	200	13	45	4.0	31	0.0	4.6	4.4	1	6	3	2	-	-	1	-	45	25	28	2	-	-	1	-	0.57
	>10 jr na maatr	1	2	2.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.9	2.8	206	17	40	2.0	7	0.0	5.1	5.1	1	4	3	1	1	3	4	2	1	54	23	2	4	4	9	4	0.69
Gebaggerde vennen met waterinlaat	referentietoestand	5	7	2.7	1.5	1.4	1.2	1.5	2.1	2.6	240	27	43	9.7	34	0.2	5.8	5.8	0	5	10	1	1	6	2	1	1	21	25	18	18	14	3	0	0.69
	<10 jr vóór maatr	5	7	2.3	1.7	1.7	1.7	2.2	2.4	2.5	300	23	53	6.7	29	0.2	4.9	5.4	1	5	6	1	1	5	3	1	31	18	19	1	2	20	9	0	0.53
	<10 jaar na maatr	2	4	2.9	1.6	1.5	1.7	1.7	2.6	2.6	300	38	31	10.2	27	0.5	5.3	6.1	1	7	12	1	1	9	6	2	2	28	29	9	2	18	13	1	0.62
>10 jr na maatr	6	6	2.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.7	2.4	233	19	38	9.0	48	0.5	5.4	5.4	1	5	9	2	1	2	1	0	2	18	69	3	3	2	2	0	0.74	
Vernatte vennen	referentietoestand	2	3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	2.7	400	18	58	3.0	18	0.3	4.5	4.4	1	6	3	1	1	4	2	1	0	87	8	0	1	2	1	0	0.66
	<10 jr vóór maatr	2	7	1.3	1.6	1.6	1.6	2.1	1.2	2.9	400	13	68	1.3	7	0.0	4.2	4.2	1	5	2	1	0	1	2	-	48	29	1	20	0	1	1	-	0.49
	<10 jaar na maatr	2	5	1.3	1.4	1.4	1.4	1.7	1.0	2.8	400	11	53	1.6	15	0.0	4.3	4.2	1	6	2	2	-	0	-	-	30	46	16	9	-	0	-	-	0.61
	>10 jr na maatr	2	5	1.7	1.2	1.2	1.2	1.3	1.0	2.5	400	10	45	0.8	9	0.0	4.7	4.5	1	6	1	2	0	-	-	-	8	70	10	12	0	-	-	-	0.70
Alle wateren	1600 - 2007	83	197	2.2	1.5	1.5	1.4	1.7	2.1	2.6	304	19	48	5.8	27	0.3	5.4	5.3	1	4	6	1	1	4	2	1	12	32	24	4	11	9	7	1	0.67

Hoogveenven Echtenerzand 14 augustus 2007						
Kaarteenheid	1	2	3	4	5	
Totale bedekking (%)	60	100	5	60	100	
Slib (cm)	0-10		0-30	0-10		
Waterdiepte (cm)	0-30		30-60	10-40		
Andromeda polifolia					f	Lavendelhei
Betula pubescens		r				Zachte berk
Calluna vulgaris		r				Struikhei
Carex nigra	o					Zwarte zegge
Carex rostrata				ld		Snavelzegge
Drosera intermedia		o		f	f	Kleine zonnedauw
Drosera rotundifolia		a			a	Ronde zonnedauw
Eleocharis multicaulis				o		Veelstengelige waterbies
Eleocharis palustris	lc					Gewone waterbies
Empetrum nigrum		r				Kraaihei
Erica tetralix		f			o	Gewone dophei
Eriophorum angustifolium		f		ld	r	Veenpluis
Eriophorum vaginatum	r	lc				Eenaarig wollegras
Glyceria fluitans	r					Mannagras
Juncus bulbosus	f		f	f		Knolrus
Juncus effusus	c			o		Pitrus
Molinia caerulea	o			r	r	Pijpenstrootje
Oxycoccus palustris		a			f	Kleine veenbes
Pinus sylvestris		o			s	Grove den
Potamogeton natans			f			Drijvend fonteinkruid
Rhamnus frangula		r				Sporkehout
Rhynchospora alba		c		o	c	Witte snavelbies
Sphagnum cuspidatum	c			c	ld	Waterveenmos
Sphagnum fallax	f	c			a	Fraai veenmos
Sphagnum magellanicum		ld			c	Hoogveenveenmos
Sphagnum palustre	r					Gewoon veenmos
Sphagnum papillosum		a			c	Wrattig veenmos

Schaapedobbe Elsloo, 15 augustus 2007							
Kaartenheid	1	2	3	4	5	6	
Totale bedekking (%)	95	60	70	80	90	80	
Slib (cm)	0-2	0-2	0-2				
Waterdiepte (cm)	0-40	20-100	60-120				
Agrostis canina				f			Moerasstruisgras
Amelanchier lamarckii				r			Amerikaans krentenboompje
Arnica montana					s		Valkruid
Betula pubescens				f	o		Zachte berk
Bidens frondosa				s			Zwart tandzaad
Bryum argenteum					s		Zilvermos
Bryum species					o		Knikmos (G)
Calluna vulgaris				f	d	d	Struikhei
Campylopus introflexus					lc	c	Grijs kronkelsteeltje
Carex echinata				o			Sterzegge
Carex oederi s. oederi				o			Dwergzegge
Carex panicea				o			Blauwe zegge
Carex pilulifera					o	o	Pilzegge
Carex rostrata	c			r			Snavelzegge
Drosera intermedia				f			Kleine zonnedaauw
Drosera rotundifolia				f			Ronde zonnedaauw
Eleocharis multicaulis	c			f			Veelstengelige waterbies
Eleocharis palustris		lc					Gewone waterbies
Eleogiton fluitans		s					Vlottende bies
Erica tetralix				c	r	r	Gewone dophei
Eriophorum angustifolium	a			f			Veenpluis
Festuca ovina					f		Genaald schapengras
Genista anglica				r	o		Stekelbrem
Genista pilosa					s		Kruipbrem
Gentiana pneumonanthe				r			Klokjesgentiaan
Hieracium laevigatum					r		Stijf havikskruid
Hieracium umbellatum					o		Schermhavikskruid
Hydrocotyle vulgaris	f			o			Gewone waternavel
Hypnum cupressiforme s.l. species				s	r	r	Gewoon klauwtjesmos (G)
Hypochaeris radicata				o	f	o	Gewoon biggenkruid
Juncus acutiflorus				r			Veldrus
Juncus bulbosus		c	a	a			Knolrus
Juncus effusus				s			Pitrus
Juncus squarrosus				f			Trekrus
Luronium natans		f	f				Drijvende waterweegbree
Lycopodiella inundata				f			Moeraswolfsklauw
Molinia caerulea				c	f	f	Pijpenstrootje
Pedicularis sylvatica				r			Heidekartelblad
Pinus sylvestris				f	o		Grove den
Pogonatum aloides					r		Gewone viltmuts
Polytrichum commune				a			Gewoon haarmos
Polytrichum piliferum						f	Ruig haarmos
Potentilla erecta				o	s		Tormentil
Potentilla palustris	o			f			Wateraardbei
Quercus robur				r		r	Zomereik
Rhamnus frangula				o	r		Sporkehout
Rhynchospora alba				f			Witte snavelbies
Rhynchospora fusca				o			Bruine snavelbies
Rubus fruticosus ag.					o	r	Gewone braam
Rumex acetosella					o	o	Schapenzuring
Salix aurita				r			Georde wilg
Salix repens				o			Kruipwilg
Sparganium angustifolium			o				Drijvende egelskop
Sphagnum compactum				o			Kussentjesveenmos
Sphagnum cuspidatum	c	r		f			Waterveenmos
Sphagnum denticulatum	c	c	d	c			Geoord veenmos
Sphagnum papillosum				lc			Wrattig veenmos
Succisa pratensis				o			Blauwe knoop
Taraxacum species				r	r	r	Paardenbloem (G)

Badhuiskuil 21 september 2007

Kaarteenheid	1	2	4	5	6	7	
Totale bedekking (%)	80	10	70	80	5	90	
Slib (cm)	2	5	10	2	10	5	
<i>Agrostis stolonifera</i>			f	r		o	Fioringras
<i>Anagallis minima</i>	o						Dwergbloem
<i>Brachythecium rutabulum</i>						r	Gewoon dikkopmos
<i>Bulboschoenus maritimus</i>				r		a	Heen
<i>Calamagrostis epigejos</i>						o	Duinriet
<i>Calliergonella cuspidata</i>			a	o		f	Gewoon puntmos
<i>Carex oederi</i> s. <i>oederi</i>	f						Dwergzegge
<i>Carex pseudocyperus</i>					s	f	Cyperzegge
<i>Carex trinervis</i>	f		f	f			Drienvervige zegge
<i>Chara globularis</i>				o			Brokkelig kransblad
<i>Cicendia filiformis</i>	f						Draadgentiaan
<i>Echinodorus ranunculoides</i>	f	f		f		o	Stijve moerasweegbree
<i>Eleocharis palustris</i>	la	o	c	o		a	Gewone waterbies
<i>Fontinalis antipyretica</i>				o	o		Bronmos
<i>Galium palustre</i>						f	Moeraswalstro
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	f		a	r		a	Gewone waternavel
<i>Juncus articulatus</i>				o			Zomprus
<i>Juncus bufonius</i>	o						Greppelrus
<i>Juncus bulbosus</i>	o		f			r	Knolrus
<i>Juncus effusus</i>			f				Pitrus
<i>Juncus pygmaeus</i>	a						Dwergrus
<i>Lemna minor</i>						o	Klein kroos
<i>Littorella uniflora</i>	d	f	f	a		f	Oeverkruid
<i>Lycopus europaeus</i>			f	o			Wolfspoot
<i>Lythrum portula</i>						r	Waterpostelein
<i>Lythrum salicaria</i>	o		o	o			Grote kattenstaart
<i>Mentha aquatica</i>	o			r		o	Watermunt
<i>Myosotis laxa</i>				r			Zompvergeetmijnietje
<i>Myrica gale</i>				r			Wilde gagel
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		r			o		Teer vederkruid
<i>Nitella flexilis</i>		f			r		Buigzaam glanswier
<i>Oxycoccus macrocarpos</i>	o						Grote veenbes
<i>Persicaria amphibia</i>				r			Veenwortel
<i>Phragmites australis</i>	o	la		c		c	Riet
<i>Potamogeton gramineus</i>		la	c	o	o	f	Ongelijkbladig fonteinkruid
<i>Potamogeton polygonifolius</i>				r			Duizendknoopfonteinkruid
<i>Potamogeton pusillus</i>		s			r		Tenger fonteinkruid
<i>Potentilla palustris</i>				r		o	Wateraardbei
<i>Radiola linoides</i>	o						Dwergvlas
<i>Ranunculus flammula</i>	o			r		o	Egelboterbloem
<i>Rumex palustris</i>				r		f	Moeraszuring
<i>Salix repens</i>	f		f	r			Kruipwilg
<i>Schoenoplectus tabernaemontanii</i>				o			Ruwe bies
<i>Solanum dulcamara</i>						o	Bitterzoet
<i>Typha angustifolia</i>						f	Kleine lisdodde

Griltjeplak 21 september 2007								
Kaarteenheid	1	2	3	4	5	6	7	
Totale bedekking (%)	40(-95)	60	40	70	90	20	60	
Slib (cm)	5-30	0-5	0-10	0-2	0-20	5-20	10-20	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>					r			Grote waterweegbree
<i>Aneura pinguis</i>				r				Echt vetmos
<i>Bolboschoenus maritimus</i>					ld			Heen
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>				r				Veenknikmos
<i>Carex flacca</i>				r				Zeegroene zegge
<i>Carex oederi s. oederi</i>				f				Dwergzegge
<i>Carex pseudocyperus</i>					r			Hoge cyperzegge
<i>Carex trinervis</i>		r	r	a				Drienvervige zegge
<i>Chara aspera</i>		lc	c			f		Ruw kransblad
<i>Chara globularis</i>	r	f	f	f	f	o	r	Breekbaar kransblad
<i>Cladium mariscus</i>				o	ld			Galigaan
<i>Echinodorus ranunculoides</i>	r	f	r	o	o	r	r	Stijve moerasweegbree
<i>Eleocharis multicaulis</i>				s				Veelstengelige waterbies
<i>Eleocharis palustris</i>	o	la		f	ld		ld	Gewone waterbies
<i>Equisetum fluviatile</i>	r							Holpijp
<i>Fontinalis antipyretica</i>	r	o	o					Gewoon bronmos
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>				f	o			Gewone waternavel
<i>Juncus alpinoarticulatus s. atricapillus</i>				o				Duinrus s.s.
<i>Juncus articulatus</i>				o				Zomprus
<i>Littorella uniflora</i>	o	c	f	c	f	r		Oeverkruid
<i>Lythrum salicaria</i>				o	o			Grote kattenstaart
<i>Mentha aquatica</i>				f	f			Watermunt
<i>Myriophyllum spicatum</i>						r		Aarvederkruid
<i>Oxycoccus macrocarpos</i>				r				Grote veenbes
<i>Persicaria amphibia</i>						r		Veenwortel
<i>Phragmites australis</i>	c	a	f	f	ld	r	o	Riet
<i>Pilularia globulifera</i>							c	Pilvaren
<i>Potamogeton gramineus</i>	c	a	o	r	a	c	c	Ongelijkbladig fonteinkruid
<i>Potamogeton pusillus</i>						s		Tenger fonteinkruid
<i>Potentilla anserina</i>				o				Zilver schoon
<i>Ranunculus flammula</i>				o	o			Egelboterbloem
<i>Riccardia chamedryfolia</i>				r				Gewoon moerasvorkje
<i>Salix repens</i>				f				Kruiwilg
<i>Samolus valerandi</i>				f				Waterpunge
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>					r			Ruwe bies
<i>Schoenus nigricans</i>				s				Knobbies
<i>Typha angustifolia</i>		r			ld			Kleine lisdodde

Venkoelen 21 augustus 2007							
Kaarteenheid	1	2	3	4	5	6	7
Totale bedekking (%)	80	80	70	80	90	95	60
Slib (cm)	0-5(-30)		0-2	0-20	?		
Waterdiepte (cm)	0-150		0-30	0-40	50-150		
Agrostis canina		f		a		a	f
Agrostis stolonifera		o					o
Alisma plantago-aquatica		s					
Bidens cernua							o
Bidens frondosa		o				o	r
Bidens tripartita		r					r
Bryum tenuisetum							o
Calamagrostis canescens		o					
Calligon stramineum				o			
Calligonella cuspidata		f					
Callitriche hamulata							r
Callitriche stagnalis		o					
Caltha palustris				s			
Carex nigra		s					
Carex rostrata		o		c		f	
Cicuta virosa		s				s	
Conyza canadensis							s
Crassula helmsii		s					
Digitaria sanguinalis							r
Elatine hexandra							la
Eleocharis acicularis		r					f
Eleocharis palustris		f					f
Eleogiton fluitans		s					
Epilobium tetragonum							r
Equisetum fluviatile		r					r
Fossombronia species							r
Galium palustre		f				f	o
Glyceria fluitans		r					
Gnaphalium uliginosum		r					o
Hydrocotyle vulgaris		lc	o	lc		lc	f
Hypericum elodes		f		o		o	f
Juncus acutiflorus		f		f			
Juncus articulatus		r					
Juncus bufonius		o					la
Juncus bulbosus		a				f	d
Juncus effusus		c		f		d	o
Lemna minor		r				r	
Lycopus europaeus		f		r		f	f
Lysimachia thyriflora		f		f		o	
Lysimachia vulgaris		r					o
Lythrum portula		s				r	
Lythrum salicaria							s
Myriophyllum heterophyllum	d	a	c	o	d	o	lc
Nuphar lutea					c		
Persicaria amphibia							s
Persicaria hydropiper							r
Persicaria minor							o
Peucedanum palustre		r					
Phragmites australis			d				
Plantago major							o
Poa annua							o
Polygonum aviculare							s
Polytrichum commune						r	
Potamogeton natans						s	
Prunella vulgaris		r					
Ranunculus flammula		o		r		r	o
Ranunculus repens							s
Riccia canaliculata							r
Riccia fluitans		o					
Riccia species							r
Rorippa palustris							r
Salix cinerea		r					
Schoenoplectus lacustris			r				
Scutellaria galericulata		o					o
Senecio vulgaris							r
Sparganium emersum		o					r
Sparganium erectum							r
Sphagnum denticulatum		lc		f			o
Sphagnum fallax		f		c			f
Sphagnum palustre						s	
Sphagnum squarrosum		r				r	
Stellaria uliginosa							r
Trifolium dubium							r
Utricularia australis				o			r
Veronica scutellata							r
Warnstorfia fluitans		c		f			a
Moerasstruisgras							
Fioringras							
Grote waterweegbree							
Knikkend tandzaad							
Zwart tandzaad							
Veerdelig tandzaad							
Oranjeknolknikmos							
Hennegras							
Sliertmos							
Gewoon puntmos							
Haaksterrenkroos							
Gevleugeld sterrenkroos							
Dotterbloem							
Zwarte zegge							
Snavelzegge							
Waterscheerling							
Canadese fijnstraal							
Watercrassula							
Harig vingergras							
Gesteeld glaskroos							
Naaldwaterbies							
Gewone waterbies							
Uitlopende bies							
Kantige basterdwederik s.l.							
Holpijp							
Goudkorrelmos (G)							
Moeraswalstro							
Mannagrass							
Moerasdroogbloem							
Gewone waternavel							
Moerashertshooi							
Veldrus							
Zomprus							
Greppelrus							
Knolrus							
Pitrus							
Klein kroos							
Wolfspoot							
Moeraswederik							
Grote wederik							
Waterpostelein							
Grote kattenstaart							
Ongelijkbladig vederkruid							
Gele plomp							
Veenwortel							
Waterpeper							
Kleine duizendknoop							
Melkeppe							
Riet							
Grote en Getande weegbree							
Straatgras							
Gewoon varkensgras							
Gewoon haarmos							
Drijvend fonteinkruid							
Gewone brunel							
Egelboterbloem							
Kruipende boterbloem							
Smal watervorkje							
Gewoon watervorkje							
Landvorkje (G)							
Moeraskers							
Grauwe en Rossige wilg							
Mattenbies							
Blauw glidkruid							
Klein kruiskruid							
Kleine egelskop							
Grote en Blonde egelskop							
Geoord veenmos							
Fraai veenmos							
Gewoon veenmos							
Haakveenmos							
Moerasmuur							
Kleine klaver							
Loos blaasjeskruid							
Schildereprijs							
Vensikkelmos							

Bijlage 13: Karakteristieke watermacrofauna van vennen en duinplassen.

Deze lijst is gebaseerd op Arts (2000) en Verdonshot & Jansen (2000): soorten gemarkeerd met “X”. Aanvullingen zijn gebaseerd Moller Pillot & Buskens (1990), Drost et al. (1992), Smit & Van der Hammen (2000), Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie (2002) en Higler (2005): soorten gemarkeerd met “(X)”.

	Vennen in het algemeen	Zure vennen	Hoogveen- vennen	(Zeer) zwak gebufferde zandbodemvennen	Duinplassen
Waterkevers					
<i>Agabus labiatus</i>	X				
<i>Agabus melanocornis</i>	X				
<i>Berosus luridus</i>	X				
<i>Cyphon hilaris</i>	X				
<i>Gyrinus minutus</i>	X				
<i>Helochares punctatus</i>	X				
<i>Hydroporus melanarius</i>	X				
<i>Hydroporus pubescens</i>	X				
<i>Rhantus suturellus</i>	X				
<i>Hydroporus gyllenhalii</i>		X			
<i>Hydroporus obscurus</i>		X			
<i>Bidessus grossepunctatus</i>			X		
<i>Ilybius aenescens</i>			X		
<i>Agabus congener</i>			X		
<i>Graphoderus zonatus</i>			X		
<i>Dytiscus lapponicus</i>			X		
<i>Hygrotus novemlineatus</i>				X	
<i>Gyrinus paykulli</i>					X
<i>Ochthebius marinus</i>					X
Waterwantsen					
<i>Corixa dentipes</i>	X				
<i>Cymatia bondsdorffii</i>	X				
<i>Gerris gibbifer</i>	X				
<i>Notonecta obliqua</i>	X				
<i>Notonecta reuteri</i>	X				
<i>Notonecta viridis</i>	X				X
<i>Hesperocorixa castanea</i>		X			
<i>Hebrus pusillus</i>			X		
<i>Sigara limitata</i>			X		
<i>Glaenocoris propinqua</i>				X	
<i>Sigara scotti</i>				X	
<i>Arctocoris germari</i>				X	X
<i>Sigara distincta</i>					X
<i>Corixa panzeri</i>					X
<i>Corixa affinis</i>					X
<i>Notonecta glauca</i>					X
Dansmuggen					
<i>Polypedilum uncinatum</i>	X				
<i>Psectrocladius platypus</i>		X			
<i>Acamptocladus cf. submontanus</i>		(X)	(X)		
<i>Paratendipes nudisquama</i>			X		
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>				X	
<i>Dicrotendipes tritonus</i>				X	
<i>Psectrocladius psilopterus</i>				X	
<i>Pagastiella orophila</i>				X	
<i>Telmatopelopia nemorum</i>				X	
<i>Zalutschia humphriesiae</i>		(X)	(X)	X	
<i>Parakiefferiella bathophila</i>				X	
<i>Psectrocladius barbimanus</i>					X

Bijlage 13 (Vervolg):

	Vennen in het algemeen	Zure vennen	Hoogveen- vennen	(Zeer) zwak gebufferde zandbodemvennen	Duinplassen
Kokerjuffers					
Holocentropus dubius	X				
Limnephilus griseus		X		X	
Limnephilus luridus		X			X
Limnephilus elegans		X	X	X	
Agrypnia obsoleta			X	X	
Oligostomis reticulata			X		
Oligotricha striata			X		
Rhadicoleptus alpestris			X		
Agrypnia varia			X		
Holocentropus insignis				X	
Limnephilus nigriceps				X	
Limnephilus stigma				X	
Trichostegia minor				X	
Molanna albicans				X	
Limnephilus vittatus					X
Libellen					
Coenagrion lunulatum	X				
Enallagma cyathigerum		X	X		
Ceriagrion tenellum			X		
Leucorrhinia rubicunda			X		
Coenagrion hastulatum			X		
Leucorrhinia pectoralis			X		
Somatochlora arctica			X		
Sympetrum danae			X		
Ischnura pumilio				X	
Lestes dryas				X	
Lestes barbarus					X
Watermijten					
Oxus ovalis	(X)				
Piona longipalpis	(X)				
Arrenurus bicuspidator	(X)				
Arrenurus neumani	(X)				
Arrenurus affinis	(X)				
Oxus nodigerus		(X)	X	(X)	(X)
Arrenurus affinis		(X)	X	(X)?	
Arrenurus leuckarti			X	(X)	
Arrenurus stecki			X		
Limnochares aquatica			X		
Panisopsis vigilans			X		
Zschokkea oblonga			X		
Arrenurus compactus			X	(X)	
Hydrachna geographica					(X)
Hydryphantes parmulus					(X)
Hydryphantes placationis					(X)
Hydryphantes planus					(X)
Piona clavicornis					(X)
Arrenurus ornatus					(X)

Bijlage 14: Watermacrofauna karakteristiek voor mesotrofe verlandingsvegetaties.

Soort	Zeldzaamheid
Waterkevers	
<i>Agabus uliginosus</i>	Zeldzaam
<i>Agabus unguicularis</i>	Zeer zeldzaam
<i>Graptodytes granularis</i>	Zeldzaam
<i>Hydraena palustris</i>	Zeldzaam
<i>Hydrochus brevis</i>	Zeldzaam
<i>Hydroporus glabriusculus</i>	Zeer zeldzaam
<i>Hydroporus neglectus</i>	Vrij zeldzaam
<i>Hydroporus notatus</i>	Zeer zeldzaam
<i>Hydroporus rufifrons</i>	Zeer zeldzaam
<i>Hydroporus scalesianus</i>	Vrij zeldzaam
<i>Hygrotus decoratus</i>	Vrij algemeen
<i>Ilybius guttiger</i>	Zeldzaam
<i>Nartus grapii</i>	Vrij algemeen
Libellen	
<i>Aeshna isosceles</i>	Zeldzaam
<i>Brachytron pratense</i>	Vrij zeldzaam
<i>Ceriagrion tenellum</i>	Zeldzaam
<i>Coenagrion hastulatum</i>	Zeer zeldzaam
<i>Lestes virens</i>	Vrij zeldzaam
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Zeer zeldzaam
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	Zeer zeldzaam
<i>Sympecma fusca</i>	Zeer zeldzaam
Kokerjuffers	
<i>Erotosis baltica</i>	Zeldzaam
<i>Grammotaulius nitidus</i> (?)	Zeer zeldzaam
<i>Grammotaulius submaculatus</i> (?)	Zeer zeldzaam
<i>Hagenella clathrata</i>	Zeer zeldzaam
<i>Limnephilus binotatus</i> (?)	Zeldzaam
<i>Limnephilus griseus</i>	Zeer zeldzaam
<i>Limnephilus luridus</i>	Zeer zeldzaam
<i>Limnephilus stigma</i>	Zeldzaam
<i>Limnephilus subcentralis</i>	Zeldzaam
Watermijten	
<i>Limnesia connata</i>	Vrij algemeen
<i>Piersigia intermedia</i>	Zeldzaam
<i>Thyas dirempta</i>	Vrij zeldzaam
<i>Tiphys ensifer</i>	Zeldzaam
<i>Tiphys pistillifer</i>	Zeldzaam
<i>Zschokkea oblonga</i>	Zeer zeldzaam

