

Maatregelenplan herstel vennen, wielen en meanders met functie Waternatuur

In het gebied van het Waterschap Brabantse Delta

Rapport 615.2

Herman van Dam

Adviseur Water en Natuur

REFERAAT

H. van Dam, E. Oomen & E. Zaaijer (2007). Maatregelenplan herstel vennen, wielen en meanders in het gebied van het Waterschap Brabantse Delta. In opdracht van: Waterschap Brabantse Delta. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Xxx p.

Het Waterschap Brabantse Delta wil de ecologische kwaliteit van een aantal vennen, wielen en meanders herstellen. Voor onderbouwing van noodzakelijke maatregelen worden kansrijke locaties geselecteerd op grond van draagvlak bij de eigenaren, haalbaarheid, ecologische kwaliteit en urgentie. Voor 30 locaties is een systeemanalyse uitgevoerd, zijn knelpunten geanalyseerd en is een maatregelenpakket geformuleerd. Tien locaties liggen in natuurgebieden met een status als natte natuurparel. De overige wateren maken veel meer deel uit van watersystemen die zich ook ver buiten de natuurgebieden uitstrekken. Bij de natte natuurparels zijn de knelpunten verzuring en eutrofiëring door de neerslag, inval van boomblad en toevoer van landbouwwater en in mindere mate verdroging. Behalve verzuring kunnen de meeste problemen door niet erg kostbare (ca € 4 000 per locatie), maatregelen worden opgelost, waarvan de effecten binnen enkele jaren meetbaar zullen zijn binnen het bestaande meetnet van het waterschap. Voor de overige wateren is herstel complexer, omdat deze veel meer deel uitmaken van watersystemen die zich ook ver buiten de natuurgebieden uitstrekken. Bijkomende knelpunten zijn o.a. zware metalen in bodem en slib, eutrofiëring (door overstroming met beekwater, toevoer van sulfaatrijk water, Canadese ganzen en brasem), verdroging (door grondwateronttrekkingen en beekkanalisaties) en uitzetten van zonnebaars. Maatregelen zijn o.a. visstandsbeheer, verwijderen van verontreinigde bodems en slib, omleiden van sloten, vermindering van grondwateronttrekkingen, aanpassing van de regionale waterhuishouding en uit productie nemen van landbouwgronden. De kosten zijn, exclusief de laatste drie maatregelen, gemiddeld bijna € 40 000 per locatie. De effecten zullen voor een deel pas over enkele tientallen jaren goed meetbaar zijn.

Trefwoorden: vennen, meanders, wielen, herstel, Noord-Brabant, verzuring, verdroging, eutrofiëring, plaggen, opschonen, baggeren, visstandsbeheer, integraal waterbeheer, grondwaterbeheer, oppervlaktewaterbeheer, monitoring, waterkwaliteit, macrofyten, fytoplankton, diatomeeën, fyto benthos, macrofauna, libellen, amfibieën, vissen, ecologische toestand

Status	definitief
Datum	29 augustus 2007
Auteurs	Dr. H. van Dam (Adviseur Water en Natuur) , ir. E. Oomen (Grontmij) ir. E. Zaaijer (Grontmij)

Herman van Dam
Adviseur Water en Natuur
Postbus 37777
1030 BJ Amsterdam
tel. 020 – 77 23 295
E-mail herman.vandam@waternatuur.nl
URL www.waternatuur.nl

KvK 34248191
BTW NL0532.98.160.B01

Inhoudsopgave

Samenvattend overzicht	1
1. Inleiding	5
2. Methoden	7
2.1. Selectie.....	7
2.2. Herstelplannen.....	8
3. Resultaten selectie.....	11
4. Herstelplannen natte natuurparels	15
4.1. Cluster 1. Oude Buissche Heide	15
4.2. Cluster 2. Landgoed Groote Meer	21
4.3. Cluster 9. Wielen Binnenpolder Capelle.....	29
4.4. Cluster 12. Goudberg.....	35
4.5. Cluster 19. Ganzenven	37
4.6. Cluster 20. Wielen Haagse Dijk	43
5. Herstelplannen overige wateren.....	51
5.1. Cluster 1. Moergat	51
5.2. Cluster 4. Vennen Vliegveld Woensdrecht	56
5.3. Cluster 6. Zwarte Wiel.....	69
5.4. Cluster 7. Wielen bij Hoeve Willem-Alexander	75
5.5. Cluster 8. Leemputten bij Dorst	84
5.6. Cluster 10. Regte Heide	102
5.7. Cluster 15. Vennen in het Mastbosch.....	107
5.8. Cluster 16. Stroomdalven Krabbebossen	115
5.9. Cluster 19. De Krochten	126
5.10. Cluster 21. Meeven	138
5.11. Cluster 22. Vennen bij Waalwijk.....	150
5.12. Cluster 23. Meander Blauwe Hoef	166

6. Dankwoord.....	171
7. Literatuur	173
Bijlagen	181
Bijlage 1. Overzicht alle wateren	183
Bijlage 2. Selectie van wateren voor herstel.....	185
Bijlage 3. Fysisch-chemische gegevens	189
Bijlage 4. Diagram elektrisch geleidingsvermogen – IR.....	193
Bijlage 5. Zware metalen en bestrijdingsmiddelen	195

Samenvattend overzicht

In het kader van diverse beleidsopgaven, zoals WB21, de Kaderrichtlijn Water en het provinciaal Waterhuishoudingsplan wil het Waterschap Brabantse Delta een aantal vlakvormige wateren (vennen, wielen, meanders) met de functie water-natuur herstellen. Voor de onderbouwing van de hiervoor benodigde maatregelen worden in dit rapport kansrijke locaties geselecteerd. Voor elk van deze locaties wordt een systeemanalyse uitgevoerd, worden de knelpunten geanalyseerd en wordt een daarop toegesneden pakket maatregelen geformuleerd. De resultaten dienen voor Prioritering van de uitvoering en worden ingebracht in de Integrale Gebiedsanalyses (IGA's), die in opdracht van het waterschap worden verricht.

Selectie van wateren

Uit een lijst van 23 clusters van vennen met in totaal ca 90 wateren zijn 10 natte natuurparels (waterparels) en 20 andere wateren met een natuurfunctie geselecteerd voor het opstellen van een maatregelenpakket (Hoofdstuk 3).

Criteria voor de selectie van wateren zijn de aanwezigheid van draagvlak bij eigenaren/beheerders, de stand van zaken met betrekking tot eerder uitgevoerde/geplande maatregelen, de ecologische kwaliteiten, de haalbaarheid van maatregelen en de ecologische urgentie ervan.

Systeemanalyse, formuleren van knelpunten en maatregelen

Per cluster wordt de eigendomssituatie en ligging aangegeven, terwijl ook de veranderingen in bodem en waterhuishouding, omgeving, beheer, waterkwaliteit, plantengroei (algen en andere planten) en fauna (ongewervelde waterdieren, vissen, amfibieën, vogels) in beeld worden gebracht. Deze analyse is gebaseerd op literatuur en monitoringsgegevens, die door of in opdracht van het Waterschap Brabantse Delta binnen het meetnet Waternatuur zijn verzameld (Hoofdstukken 4 en 5).

Op grond hiervan wordt voor elk cluster een systeemanalyse, met een streefbeeld en de knelpunten voor het realiseren van het streefbeeld gepresenteerd.

Vervolgens zijn (in overleg met de betreffende eigenaren) maatregelen geformuleerd om de huidige toestand zoveel mogelijk in overeenstemming met het streefbeeld te brengen. Bij die maatregelen is een globale raming van de kosten en een inschatting gegeven van de monitoringsactiviteiten om het effect van de te treffen maatregelen te toetsen.

Natte natuurparels

In Hoofdstuk 4 komen de geselecteerde natte natuurparels (waterparels) aan de orde. De belangrijkste knelpunten zijn hier verzuring en eutrofiëring door de neerslag, inval van boomblad en toevoer van landbouwwater. Daarnaast speelt verdroging, voornamelijk door bosaanplant in de buurt van de betreffende locaties een rol.

Verzuring van de natte natuurplekkan kan moeilik regionaal worden opgelost. Voor het oplossen van de overige knelpunten worden voornamelijk interne beheersmaatregelen geadviseerd, zoals baggeren, opschonen en plaggen van venoeveren, het verwijderen van hakhout en bos in de nabije omgeving, het plaatsen van veekeringen en het plaatsen van stuwtjes.

Tabel 1 geeft daarvan een overzicht. De meeste maatregelen zullen op betrekkelijke korte termijn (enkele jaren) al een positief effect hebben. Om deze effecten te constateren is adequate monitoring noodzakelijk.

Indicatief zijn de totale kosten voor de natte natuurplekkan minimaal ongeveer € 34 000 en maximaal ongeveer € 44 000 voor negen locaties samen. De kosten zijn hier in verhouding gering, omdat de noodzakelijke maatregelen vaak in de normale bedrijfsvoering kunnen worden ingepast. In Tabel 2 zijn de benodigde monitoringsactiviteiten samengevat. Deze zijn niet apart begroot, omdat deze vrijwel geheel ingepast kunnen worden in het bestaande meetnet Waternatuur van het waterschap.

Overige wateren

De plannen voor de overige wateren komen aan de orde in Hoofdstuk 5. Veel van deze wateren maken, meer dan de waterplekkan, deel uit van grond- en oppervlaktewatersystemen die zich ook ver buiten de betreffende natuurplekkan uitstrekken. Het beheer en het herstel hiervan is complexer, daar ook externe herstelmaatregelen, in het omringende landelijke gebied, moeten worden genomen.

Naast de knelpunten die al genoemd zijn voor de waterplekkan zijn hier nog van belang: steile oevers, zware metalen in bodem en slib, eutrofiëring door overstroming met beekwater en toevoer van sulfaatrijk¹ grond- en oppervlaktewater, eutrofiëring door Canadese ganzen, interne eutrofiëring door brasem en de achteruitgang van libellen en amfibieën door het uitzetten van de exotische zonnebaars. Voorts is verdroging, met name door grondwateronttrekkingen en beekkanalisaties hier een veel belangrijker probleem dan bij de onderzochte natte natuurplekkan. Hierdoor vermindert ook de toevoer van gebufferd grondwater naar sommige verzuringsgevoelige wateren.

Voordat zinvolle maatregelen kunnen worden gepland en uitgevoerd is door de grotere complexiteit veel meer onderzoek nodig dan bij de waterplekkan het geval is. Het betreft karteringen van water- en slibdiepte, onderzoek van grondwaterpeilen en –kwaliteit, onderzoek naar buffercapaciteit, opstellen van water- en stofbalansen, onderzoek naar de kwaliteit van bodem en slib en paleolimnologische (historische) waarde van het sediment en het maken van een vegetatiekaart.

De geadviseerde maatregelen voor de overige wateren omvatten hier, naast de al bij de natte natuurplekkan genoemde afvissen, visstandsbeheer, staken van bevising, voorkómen van uitzetten van vis (met name de exoot zonnebaars), afvlakken van oeverdelen, afgraven en afvoeren van verontreinigde bodem, afdammen, om- en afleiden van sloten die vervuild water aanvoeren, aanleggen van sloten voor

¹ De aanwezigheid van veel sulfaat is hier een gevolg van de reductie van sulfiden door uit mest afkomstige stikstofverbindingen.

aanvoer van zwak gebufferd water, rapen van eieren van Canadese ganzen en in een enkel geval het niet uitvoeren van geplande maatregelen, zoals het ruimen van puin, omdat dit juist de vereiste buffercapaciteit van het naar het ven opwellende grondwater geeft. In een aantal gevallen zijn verminderingen van

Tabel 1. Overzicht van knelpunten, maatregelen en kostenindicaties voor de geselecteerde wateren. Bij de kostenindicaties betekent x een getal van 1, 2 of 3; p.m. betekent dat de te maken kosten verhoudingsgewijs gering zijn en passen binnen de normale exploitatiebegroting van de terreinen.

Cluster	Locatie	Knelpunten	Maatregelen	Kostenindicatie
<i>Natte natuurparels</i>				
1	Oude Buissche Heide-W	verzuring, misschien verdroging	verwijderen bos, plaggen	€ 1 000 - 3 000
1	Adamsven	verzuring, misschien verdroging	verwijderen bos, plaggen	€ 1 000 - 3 000
1	Oude Buissche Heide-O	verzuring, misschien verdroging	verwijderen bos, plaggen	€ 1 000 - 3 000
1	Stekven	verzuring, verdroging	verwijderen bos, dempen sloten, plaggen	€ 1 000 - 3 000
2	Zwaluwmeer	verzuring, hydrologische isolatie	kappen strook om ven, plaggen	€ 1 000 - 3 000
2	Ven t.ZO van Zwaluw.	verzuring, bladval	kappen strook om ven, plaggen	€ 1 000 - 3 000
9	Labbegat	eutrofiëring, vast peil	beperken bladval, verschraling omgeving, weren vee, dam in sloot	€ 1 000 - 3 000
12	Goudbergven *	ongewenste boomopslag op drijvend eiland	afzetten en afvoeren bomen in vroege voorjaar	ca € 4000
14	Ganzenven	verdroging door bosaanplant, verzuring en eutrofiëring door neerslag en bladval	verwijderen bomen en slib, plaggen oever	€ 1 000 - 3 000 ?
20	Romme's wieltje	eutrofiëring door bladval	afzetten hakhout, baggeren, dempen en afdamming sloten, weren vee	€ 10 000 - 20 000
<i>Overige wateren</i>				
1	Moergat (Oude Zoek)	toevoer voedingsstoffen uit landbouwgrond	baggeren	€ 1 000 - 3 000
4	Afgelaten ven	zware metalen in slib, in verleden eutrofiëring	voortzetten huidig beheer (plaggen, verwijderen opslag bomen en struiken)	p.m.
4	Mosven	eutrofiëring (destijds door uitgezette karpers)	gefaseerd opschonen	€ 1 000 - 3 000
6	Zwarte Wiel	eutrofiëring door landbouwwater en bladval	verschrallen omgeving, kappen bomen, baggeren, onderzoek: kwaliteit en dikte slib, paleolimnologie, nutriëntenbalans	€ 150 000
7	Gat van de Ham	interne eutrofiëring door brasem (in geringe mate door bladval)	afvisen, visstandsbeheer, bomen en struiken kort houden	€ 5 000 - 10 000
7	De Karekiet	misschien eutrofiëring door bladval	bomen en struiken kort houden	p.m.
8	Noordelijke leemput Dorst	verdroging, verzuring	vermindering grondwateronttrekkingen, onderzoek verlies buffercapaciteit, beleming? voorkomen uitzetten van vis!	€ 10 000 - 30 000**
8	Zwembad Surae	plaatselijk steile, beboste oevers, aanwezigheid vis (o.a. zonnebaars). In toekomst verzuring?	gedeeltelijk verwijderen bos, staken bevissing	€ 1 000 - 3 000
8	Lelievijver	steile oevers, beschaduwing, bladval. In toekomst verzuring?	verwijderen bos, voorkomen uitzetten van vis!	€ 1 000 - 3 000
8	Roeivijver	zeer steile, beschutte oevers, aanwezigheid vis, o.a. zonnebaars. In toekomst verzuring?	gedeeltelijk afvlakken oevers, staken bevissing, gedeeltelijk verwijderen bos	€ x0 000
10	Halve Maan	verzuring en vermeting, Canadese ganzen	gefaseerd plaggen oeverdelen, ganzeneieren rapen	€ 1 000 - 3 000
15	Kogelvanger ven 1	verzuring, zonnebaars, Canadese ganzen	ganzeneieren rapen	p.m.
15	Kogelvanger ven 2	zonnebaars, Canadese ganzen	ganzeneieren rapen, puin laten liggen (buffering)	p.m.
16	Stroomdalven Krabbebossen (N en Z)	bebossing, verdroging, overstroming met beekwater (nutriënten) verontreiniging zware metalen	aanpassing regionale waterhuishouding, aanleggen dam, kappen bos, maken vegetatiekaart, onderzoek locale waterhuishouding, t.z.t.	€ 55 000"
			onderzoeken, afgraven en afvoeren bodem aangrenzend weiland	€ 20 000 - 100 000
19	De Krochten-W (grote ven)	steile oevers, dikke sliblaag, eutrofiëring door toevoer sulfaatrijk grond- en oppervlaktewater en landbouw en mogelijk invallend blad, vertroebeling	afvlakken oeverdelen, slibonderzoek, opstellen water en stofbalans, quickscan effect peilverandering op broekbos, baggeren, afsluiten en omleiden toevoersloten, kappen bomen	€ 55 000 - 120 000
21	Meeven	sterke eutrofiëring door bladval en/of onvolledig baggeren	onderzoek oorzaken eutrofiëring, slibonderzoek, onderzoek buffercapaciteit, baggeren, verwijderen bomen en struiken	€ 40 000
22	Kikkerwiel	eutrofiëring door bladval, afname grondwaterinvoer	verbeteren regionale waterhuishouding, onderzoek grondwaterkwaliteit en -peil, kappen bos, plaggen oeverstroken, kartering waterdiepte en slibdikte, onderzoek slibkwaliteit, baggeren, eventueel toevoer zwak gebufferd water uit Galgenwiel	€ 45 000"
22	Galgenwiel	verdwijnen open vegetaties door toename bos, eutrofiëring door bladval en toevoer landbouwwater, verzuring, afgenomen grondwatertoevoer	verbeteren regionale waterhuishouding, analyse grondwaterstandsgegevens, ophogen dam en plaatsen regelwerk, kappen bos, plaggen oeverstroken, kartering waterdiepte en slibdikte, onderzoek slibkwaliteit, baggeren	€ 200 000"
23	Meander Blauwe Hoef	eutrofiëring door landbouw, slibophoping	huidige toestand in beeld brengen	p.m.

**exclusief kosten vermindering wateronttrekkingen

"exclusief aanpassing regionale waterhuishouding

grondwateronttrekkingen en aanpassingen van de regionale waterhuishouding en het uit productie nemen van landbouwgronden (vershraling omgeving) noodzakelijk om de negatieve beïnvloedingen te verminderen (Tabel 1).

Indicatief zijn de totale kosten voor de overige wateren minimaal ongeveer € 700 000 en maximaal ongeveer € 800 000 voor 20 locaties samen, ofwel een bedrag van gemiddeld € 35 000 tot € 40 000 per locatie. De spreiding is echter groot: van enkele duizenden euro's tot € 200 000 per locatie. Hier zijn de kosten van noodzakelijke aanpassingen in de regionale waterhuishouding en vermindering van grondwateronttrekkingen dan nog buiten gehouden, omdat dergelijke maatregelen, zo ze al mogelijk zijn, vaak uit andere budgetten kunnen worden betaald.

Sommige maatregelen kunnen al op korte termijn worden uitgevoerd en zullen over enkele jaren al een positief effect hebben. Voor het uitvoeren van andere maatregelen, met name die welke betrekking hebben op aanpassingen van de regionale waterhuishouding of het vershralen van de omgeving, zijn vele jaren nodig en het eventuele effect zal pas over enkele tientallen jaren goed traceerbaar zijn. Om de effecten te constateren is adequate monitoring noodzakelijk. De monitoringsactiviteiten zijn weer samengevat in Tabel 2. De kosten hiervan zijn niet apart begroot, omdat deze voor het grootste deel goed kunnen worden ingepast in het bestaande meetnet Waternatuur van het waterschap.

Tabel 2. Overzicht van de benodigde monitoringsinspanningen. 4: eens per 4 jaar, 4-8 eens per 4 tot 8 jaar. Voor sommige parameters, o.a. chemie en fytoplankton, zijn meerdere bepalingen in een meetjaar nodig, voor andere, zoals de macrofyten, volstaat één bepaling per meetjaar, conform de gebruikelijke methoden en frequenties bij het Waterschap Brabantse Delta. Cl. = cluster, chem = waterchemie (inclusief chlorofyl-a), fypl = fytoplankton, kiez = kiezelwieren, sier = sialgen, mafy = macrofyten (vegetatie), mafa = macrofauna (kleine waterdieren), lib = volwassen libellen, amf = amfibieën.

Cl. Locatie	chem	fypl	kiez	sier	mafy	mafa	lib	vis	amf
<i>Natte natuurpleis</i>									
1 O. Buissche Heide-W	4-8				4				
1 Adamsven	4-8				4				
1 O. Buissche Heide-O	4-8		4-8		4-8	4-8	4-8		
1 Stekven	4-8				4				
2 Zwaluwwier	4-8		4-8		4-8	4-8	4-8		
2 Ven t.ZO Zwaluwm.	4-8		4-8		4-8	4-8	4-8		
9 Labbegat	4-8	4-8	4-8		4-8	4-8	4-8		
12 Goudbergven*					4*				
14 Ganzenven	4-8		4-8		4-8	4-8	4-8		
20 Romme's wieltje	4-8'				4-8'			4	
<i>Overige wateren</i>									
1 Moergat	4-8		4-8		4-8	4-8	4-8		4-8
4 Afgelaten ven	4-8	4-8	4-8		4-8	4-8	4-8		4-8
4 Mosven	4-8	4-8	4-8		4-8	4-8	4-8		4-8
6 Zwarte Wiel	4-8	4-8	4-8		4-8	4-8		10-12	
<i>Overige wateren</i>									
7 Gat van de Ham	4	4	4		4	4		4	
7 De Karekiet	4-8	4-8	4-8		4-8	4-8		4-8	
8 Noord. leemput Dorst	2	4	4	4	4	4	4	4	4
8 Zwembad Surae	2'	4	4	4	4'	4	4	4'	4
8 Lelievijver	2'	4	4	4	4'	4	4	4'	4
8 Roeivijver	2'	4	4	4	4'	4	4	4'	4
10 Halve Maan	4		4		4'				
15 Kogelvanger ven 1	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
15 Kogelvanger ven 2	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
16 Krabbewossen-N	4-8		4-8		4-8	4-8	4-8		4-8
16 Krabbewossen-Z	4-8		4-8		4-8	4-8	4-8		4-8
19 De Krochten-W	4'	4'	4		4'	4	4		4
21 Meeven	4'	4'	4		4'	4	4'		4'
22 Kikkerwiel	4'	4'	4		4'	4	4-8		4-8
22 Galgenwiel	4'	4'	4	4	4'	4	4-8	4-8	4-8
23 Meander Bl. Hoef	4-8	4-8	4-8		4-8	4-8	4-8	4-8	4-8

*alleen ten behoeve van het volgen van de genoemde maatregel; voor andere doelen zijn meer gegevens nodig
 'na het uitvoeren van maatregelen de eerste 4 jaren vaker

1. Inleiding

Het Waterschap Brabantse Delta is aan de slag om de beleidsopgaven (WB21, KRW, provinciaal Waterhuishoudingsplan) te realiseren. Eén van de onderdelen is het herstellen van een aantal vlakvormige wateren met de functie water-natuur. De provincie Noord-Brabant heeft een uitvoeringsplan 2006-2012 opgesteld met als doel het verder verbeteren van de Brabantse vennen (Geujen & Van der Linden 2006). Het herstellen van vennen wordt gefaseerd aangepakt. De aanpak die in dat uitvoeringsplan staat beschreven is uitgangspunt voor dit onderzoek. Het Waterschap wil aan de slag met het herstel van kansrijke vennen om zo te voldoen aan de afspraken die gemaakt zijn en geen kansen op herstel verloren te laten gaan. Hetzelfde geldt voor een aantal kansrijke wielen met de functie waternatuur in het gebied.

Het Waterschap voert momenteel in zijn hele gebied gebiedsgerichte studies uit, de Integrale GebiedsAnalyses (IGA's). Hierin wordt onderbouwd welke maatregelen nodig zijn om aan de verschillende aan water gerelateerde doelstellingen (bijvoorbeeld met betrekking tot verdroging, waterberging, waterkwaliteit, ecologie) te voldoen. In principe vallen hierin ook de maatregelen voor herstel van vennen en wielen, maar hiervoor is specialistische kennis nodig en is besloten om aanvullend onderzoek hiernaar te doen.

Vennen en wielen hebben eigen specifieke eigenschappen en voor het uitvoeren van zinvolle herstelmaatregelen is inzicht in die eigenschappen van groot belang. Om tot uitvoering van venherstel over te kunnen gaan heeft het waterschap behoefte aan een ven- en wielspecifiek maatregelplan. Naar veel vennen is al onderzoek gedaan, zowel door het waterschap zelf als in provinciaal verband. Zo is in 2005 in opdracht van de provincie Noord-Brabant in een aantal water-natuur-vennen door Grontmij|Aquasense en Alterra onderzoek uitgevoerd naar de huidige situatie. Het onderzoeksrapport "Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse vennen", en specifieke kennis bij het waterschap en de terreinbeheerders instanties van de vennen en wielen, vormen de belangrijkste bron om te komen tot een gebiedspecifiek maatregelplan voor het herstel van de vlakvormige waternatuurelementen.

De voor u liggende studie geeft aan hoe vennen, wielen en enkele meanders voor het treffen van maatregelen zijn geselecteerd. Verder bevat het de maatregelpakketten voor de geselecteerde natte natuurplekjes. Over de maatregelplannen voor de overige wateren zal later worden gerapporteerd.

Het resultaat van de studie, de maatregelpakketten per cluster van vennen, worden als input ingebracht in de IGA's.

2. Methoden

2.1. Selectie

Door het waterschap is een lijst van 27 clusters van wateren opgesteld, met 49 vennen, 15 wielen, 8 leemputten en 7 (oude) meanders. Door het waterschap zijn via het kadaster de eigenaren en beheerders van de wateren en de onmiddellijk aangrenzende gronden achterhaald.

Alle eigenaren zijn aangeschreven en uitgenodigd voor een startbijeenkomst. Het betreft niet alleen institutionele beheerders zoals Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, het Brabants Landschap, Defensie en diverse gemeenten, maar, vooral bij de wielen en meanders, ook particulieren.

De respondenten kregen gelegenheid om vóór, tijdens en kort na de startbijeenkomst lijsten met vragen over de toestand van hun wateren, het daar gevoerde beheer en wensen met betrekking tot het beheer in te vullen. Tijdens de startbijeenkomst werd het belang van venbeheer en het doel van het onderzoek kort uiteengezet.

Op grond van de informatie die van de eigenaren werd ontvangen, specifieke gebiedskennis bij de opdrachtgever en kennis bij de opdrachtnemers is een prioritering van de aan te pakken wateren gemaakt. De volgende factoren wogen daarbij mee:

1. Is er draagvlak bij eigenaren?
2. Zijn er in het recente verleden al herstelmaatregelen uitgevoerd of zijn die al gepland (bijvoorbeeld het Nieuwe Provinciale Venherstelplan)?
3. Wat zijn de huidige ecologische kwaliteiten (bijvoorbeeld volgens STOWA of volgens het voorkomen van doelsoorten)?
4. Is ecologische verbetering haalbaar op korte termijn (kunnen de Hydrologische en landschappelijke omstandigheden snel worden aangepast aan de gewenste situatie)?
5. Is het uitvoeren van herstelmaatregelen ecologisch urgent (betekent uitstel van maatregelen het onomkeerbaar verloren gaan van ecologische waarden)?

Het is niet zinvol in het kader van dit plan maatregelen uit te voeren als er geen draagvlak is bij de eigenaren en als er al herstelmaatregelen uit anderen hoofde worden uitgevoerd. Als er geen ecologische verbetering op korte termijn is te verwachten (omdat de hydrologische omstandigheden of intensief grondgebruik in de omgeving dat verhinderen) heeft het voorlopig ook geen zin herstelmaatregelen uit te voeren. In het geval dat ecologische waarden verloren dreigen te gaan is herstel urgent.

Niet voor elk water of complex van wateren kunnen al deze vragen even goed worden beantwoord. In zulke gevallen zijn in samenspraak tussen opdrachtgever en opdrachtnemers de redelijkerwijze beste oplossingen gezocht.

2.2. Herstelplannen

Per (cluster van) water(en) is de ligging en eigendomssituatie aangegeven. Voorzover er gegevens uit de (grijze) literatuur, kaarten en bestanden aanwezig zijn per (cluster van) water(en) bodem, waterhuishouding, omgeving, beheer, waterchemie, flora en fauna in verleden en heden in beeld gebracht.

Op grond hiervan is een systeembeschrijving gemaakt, wordt een streefbeeld geformuleerd en zijn de knelpunten aangegeven. Het streefbeeld moet aansluiten op het abiotisch milieu en moet passen binnen de maatschappelijke ontwikkelingen. Er is daarvoor zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de staalkaarten van de Brabantse vennen (Grontmij | AquaSense & Alterra 2005)².

Mogelijke maatregelen zijn getoetst op kansrijkdom. Hiervoor is o.a. gebruik gemaakt van de brochure 'Sleutelen aan vennen' (Arts & Van Duinhoven 2000). Vervolgens zijn de aan te geven maatregelen aangegeven, zonodig op kaart.

De kosten van de maatregelen worden globaal aangegeven, waarbij zoveel mogelijk de tarieven uit het Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2006 van Van Raffe & De Jong (2006) zijn gehanteerd³.

Niet bij elk water is aangegeven hoe de verdeling van kosten en de verantwoordelijkheden voor beheer en onderhoud liggen. In het algemeen geldt dat de eigenaar/beheerder van het terrein verantwoordelijk is voor het verwijderen van organisch materiaal uit de omgeving (maaien, plaggen, kappen) en het aanleggen van kleine voorzieningen van het vertragen van de waterafvoer (dammetjes etc.). De waterbeheerder en de Provincie zijn verantwoordelijk voor het beheer van respectievelijk het oppervlaktewater en het grondwater. Voor het (groot-schalig) baggeren in natuurterreinen zijn de verantwoordelijkheden niet altijd geheel duidelijk en dient per locatie naar een oplossing te worden gezocht.

² Hierin worden voor drie typen onderscheiden: M12ZZ (zeer zwak gebufferde vennen), M12Z (zwak gebufferde vennen en wielen) en M13 (kleine, ondiepe, van nature zure vennen). De gebufferde wielen worden daarin niet behandeld.

³ Normtarieven voor kleinschalig plaggen en baggeren van vennen worden in dit boek niet genoemd, omdat ze sterk van de locale omstandigheden afhankelijk zijn. De kosten voor kleinschalig plaggen (met graafmachine) bedragen vanaf € 4000 per ha bij 800 m³ plagsel per ha, exclusief kosten van transport en verwerking. De kosten van het baggeren van vennen liggen tussen € 15 000 en € 20 000 per ha (J.J. de Jong, Alterra, pers. med.)

Tenslotte is aangegeven hoe de monitoring en evaluatie van de maatregelen moet plaatsvinden en welke kennis over de huidige toestand nog nodig is voor het uitvoeren van doeltreffende maatregelen. Hierbij wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de huidige activiteiten in het kader van het meetnet van het Waterschap Brabantse Delta.

3. Resultaten selectie

Alle wateren zijn vermeld in Bijlage 1, ingedeeld in de Fasen 1 (Natte natuureparels) en 2 (Overige wateren). Zoveel mogelijk zijn daarbij ook de nummers volgens het provinciale waterhuishoudingsplan en het rapport 'De vennen verkend', de coördinaten volgens de topografische kaart, de eigenaren en de betreffende IGA's vermeld.

In Bijlage 2 is voor alle wateren, voor zover bekend de stand van zaken met betrekking tot herstelplannen volgens de offerte-aanvraag en het Nieuwe Provinciaal Herstelplan vermeld, samen met de meningen van de deskundigen van het waterschap en de opdrachtnemers over herstel mogelijkheden. Ook is aangegeven of er volgens de eigenaren/beheerders herstel heeft plaatsgevonden en of er draagvlak is bij de eigenaren voor herstel van de wateren. Er is ingeschat of verbetering haalbaar is op korte termijn. Daarbij is onder meer rekening gehouden met het bodemgebruik in de omgeving en, gezien de gebiedsontwikkelingen (o.a. IGA's, reconstructieplannen) de mogelijkheden hier veranderingen in aan te brengen. Tenslotte is ook de ecologische urgentie van belang voor het beoordelen of herstel zinvol is: kunnen de maatregelen wachten of gaan ecologische waarden voorgoed verloren als er niet snel wordt gehandeld.

Tabel 3. Overzicht van de te onderzoeken maatregelen op de geselecteerde locaties.

Fase	Cluster	Naam locatie	X-coörd	Y-coörd	Te onderzoeken maatregelen
1 Natte natuureparels					
	1	Oude Buijsche Heide-W	97.8	387.3	Onderzoek hydrologisch functioneren en aangeven herstel mogelijkheden hydrologie
	1	Adamsven	97.8	387.0	Onderzoek hydrologisch functioneren en aangeven herstel mogelijkheden hydrologie
	1	Ven Oude Buijsche Heide	98.9	387.4	Onderzoek hydrologisch functioneren en aangeven herstel mogelijkheden hydrologie
	1	Stekven	97.7	386.7	Perspectief voor verhogen grondwaterstand. Meenemen in samenhang met vorige ven
	2	Zwaluwmeer	85.5	380.2	Bomen langs rand kappen
	2	Ven t.ZO van Zwaluwmeer	84.8	380.1	Bomen langs rand kappen
	9	Labbegat	129.4	411.3	Knelpunten en ontwikkelingsmogelijkheden nagaan
	12	Goudbergven (Patersmoer)	114.9	390.2	Onderzoeken hoe hout op drijfijl met spoed kan worden verwijderd
	14	Ganzenven	111.3	392.3	Nader onderzoek maatregelen
	20	Romme's wietje	104.6	402.8	Onderzoeken hoe eutrofiering door bladval kan worden gestopt
2 Overige wateren					
	1	Moergat (Oude Zoek)	97.36	388.55	Heeft potenties voor ontwikkeling als landbouw eromheen wordt geëxtensiverd. Overlevingsplan maken
	4	Afgelaten ven (noordelijk ven, ven 2)	82.30	384.69	Literatuurgegevens bestuderen en noodzaak maatregelen bekijken
	4	Mosven (zuidelijk ven, ven 1)	82.21	384.20	Literatuurgegevens bestuderen en noodzaak maatregelen bekijken
	6	Zwarte Wiel	79.68	397.17	Onderzoeken welke mogelijk. er zijn voor extensiveren landbouw in omgeving en herstel (baggeren, verwijderen opslag). Onderzoek hydrologie
	7	Wiel Alex. Hoeve 1 - Gat vd Ham	110.01	412.54	Nader onderzoek knelpunten en oplossingsmogelijkheden uitvoeren
	7	Wiel Alex. Hoeve 2 - De Karekiet	110.09	412.83	Nader onderzoek knelpunten en oplossingsmogelijkheden uitvoeren
	8	Noordelijk ven Nieuwe Leemputten (ven 1)	119.31	401.81	Onderzoek noodzaak uitbaggeren
	8	Zwembad Surae	119.80	400.90	Vis afvangen; oevers aanpassen, bos terugzetten
	8	Lelievijver	119.95	400.85	Vis afvangen; oevers aanpassen, bos terugzetten
	8	Roeivijver	119.90	400.70	Vis afvangen; oevers aanpassen, bos terugzetten
	10	Halve maan	129.79	388.93	Nog navragen bij Noord-Brabants Landschap?
	15	Kogelvanger ven 1	112.39	396.28	Oevers plaggen; afvangen zonnebaars
	15	Kogelvanger ven 2	112.54	396.07	Sanering van puin; plaggen oevers; afvangen zonnebaars
	16	Stroomdalven Krabbenbosschen-N	109.56	394.70	Anti-verdrogingsmaatregelen nodig
	16	Stroomdalven Krabbenbosschen-Z	109.42	394.68	Anti-verdrogingsmaatregelen nodig
	19	De Krochten-W (grote ven)	104.20	384.06	Potenties worden onvoldoende uitgebuit. Vermindering eutrofiering landbouw
	21	Meeven	80.60	386.20	Nader onderzoek i.v.m. waterkwaliteit
	22	Plantloon, ven 2 (Kikkerven)	134.50	409.50	Herstelplan herzien
	22	Galgenwiel	134.00	409.40	Herstelplan herzien
	23	meander Blauwe Hoef	103.90	382.80	

In de laatste kolom van Bijlage 2 is het eindoordeel vermeld. Nog niet eerder uitgevoerde herstelmaatregelen, draagvlak bij de eigenaren, haalbaarheid op korte termijn en ecologische urgentie hebben een positieve invloed op de beslissing om maatregelen te treffen.

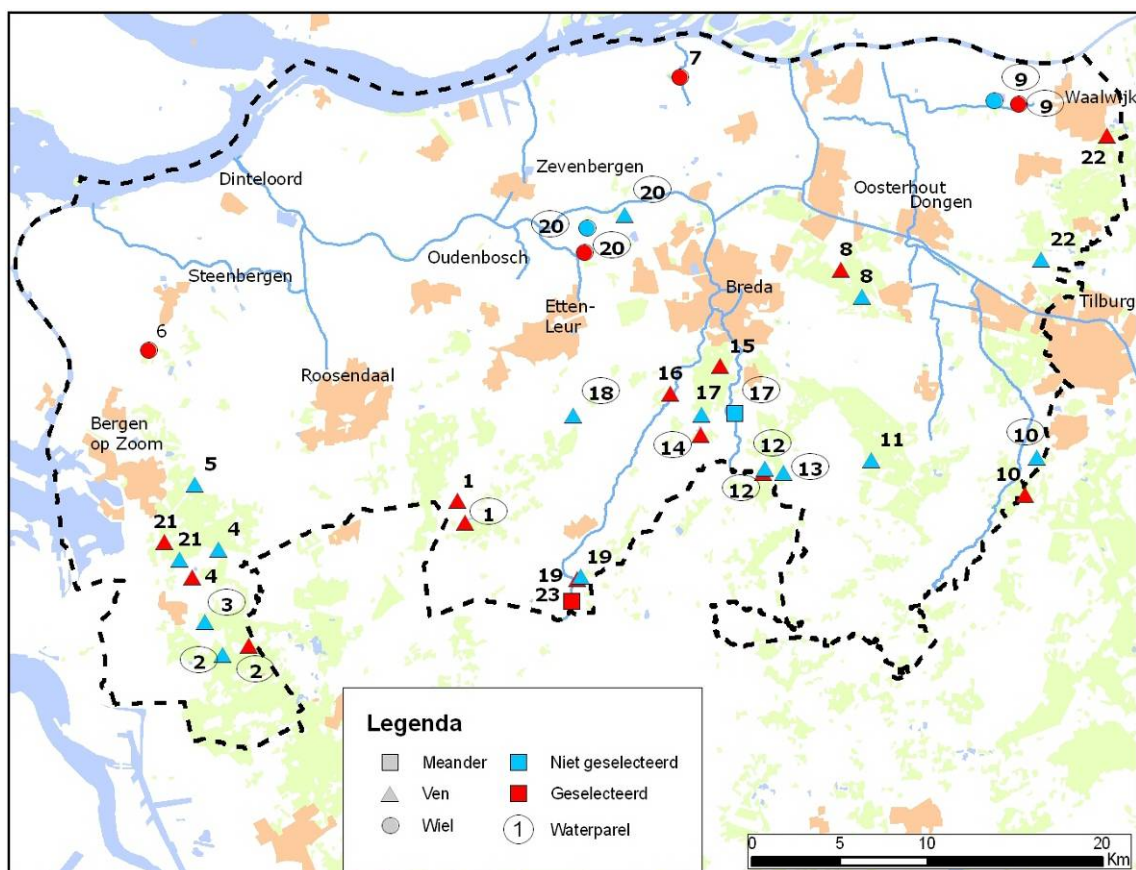
In Tabel 3 zijn de wateren opgesomd waarvan verder zal worden onderzocht of het treffen van maatregelen zinvol is en aan welke maatregelen dan wordt gedacht.

Tabel 4 laat zien waarom de betreffende wateren voorlopig niet voor het treffen van extra beheersmaatregelen zijn uitgekozen.

De verspreiding van de clusters met alle wateren is aangegeven in Figuur 1.

Tabel 4. Overzicht van de voorlopig niet nader te onderzoeken locaties en de daarvoor gebruikte overwegingen.

Fase	Cluster	Locatie	x-coörd	y-coörd	Motivering
1 Natte natuurplekels					
2		Moseven	82.5	380.6	Maatregelplan al voldoende
2		(Water)ranonkelven	83.4	380.3	Nog niet. In verband met plannen Grenspark aanpak pas in 2008 mogelijk
2		Leemputten Ossendrecht	83.4	381.0	
2		Kleine Meer	83.9	379.7	
2		Ven ten ZO van Kleine Meer	83.9	380.6	
2		Ven ten N van Zwaluweer	83.5	380.3	
2		Groote Meer	83.7	380.1	
2		Zwarte Duin	84.0	380.1	Niets doen is volgens beheerder het beste
3		Kortenhoeff-W (Wasven, ven 1)	82.9	381.6	Reeds voldoende maatregelen genomen
3		Kortenhoeff-O (Bronven)	83.4	381.7	
9		Wielen Capelle	128.43	411.37	Deze wielen liggen in een gebied met waarschijnlijk hoge ecologische potenties (voedselarme kwel). Ontwikkeling van de ecologische waarden is alleen goed mogelijk als er niet meer of zeer beperkt gevist gaat worden en als het agrarisch gebruik wordt geëxtensiveerd
9		Wielen Capelle	128.0	411.4	
9		Wielen Capelle	130.6	411.1	
9		Wielen Capelle	130.9	411.1	
10		Rietven	130.5	391.0	Weinig kansrijk zuur ven
12		Goudbergven, ten O van	114.9	390.4	In 2004 opgeschoond en uitgebaggerd; voorlopig geen aanvullende maatregelen nodig
13		Rondven	115.99	390.19	Op langere termijn bos in omgeving zoveel mogelijk verwijderen en beperken van verblijf Canadese ganzen
13		Rondven, ten N van	114.81	392.16	
13		Langven-W	115.70	391.42	
13		Langven-O	114.76	391.67	
13		Zwarte Goor	114.90	391.37	
17		Meander Notsel	113.20	393.54	Heeft al een goede kwaliteit
18		Padvindervsven	103.99	393.43	Volgens beheerder geen aanvullende maatregelen noodzakelijk
20		Wielen Haagse Dijk	104.91	404.72	Deze wielen liggen mogelijk in een gebied met hoge ecologische potenties, maar de kwaliteit is nu vaak slecht door bemesting en bevissing. Ontwikkeling van de ecologische waarden is alleen goed mogelijk als er niet meer of zeer beperkt gevist gaat worden en als het agrarisch gebruik wordt geëxtensiveerd.
20		Wielen Haagse Dijk	104.85	404.40	
20		Wielen Haagse Dijk	104.58	403.91	
20		Wielen Haagse Dijk (Zandwiel)	104.76	404.15	
20		Wielen Haagse Dijk	104.50	403.44	
20		Wielen Haagse Dijk	104.44	402.49	
20		Veenput Weimeren	106.9	404.9	Eerst het omringende gebied hydrologisch op orde brengen
20		Veenput Weimeren	107.1	405.2	
2 Overige wateren					
4		Ven Moerkantse Baan (Fonteinven)	83.7	385.8	Wordt door beheerder al steeds goed in conditie gehouden
5		Zoomland-N	82.2	390.4	Volgens beheerder geen aanvullende maatregelen nodig
5		Ven ten N van de Zeezuiper	81.4	390.2	
5		Zeezuiper	82.4	389.5	Maatregelen uitgevoerd, er is nog verdroging door diepe grondwateronttrekkingen, maar deze zijn moeilijk aan te pakken
5		Zoomland-Z			Volgens beheerder geen aanvullende maatregelen nodig
5		Keutelmeer, ten NW van (Heideven)	82.2	389.7	
5		Keutelmeer	82.4	389.4	
8		Z van Nieuwe Leemputten (ven 2)	119.7	401.3	Reeds hersteld
8		Put St. Petrus	120.5	400.3	Volgens beheerder geen aanvullende maatregelen nodig
11		Putven	121.0	390.9	Zuur ven met weinig ontwikkelingsmogelijkheden
17		Meander Krabbobossen	113.2?	394.3	Verbetering van deze meanders heeft alleen zin als agrarisch gebruik omgeving wordt geëxtensiveerd
17		Meander Krabbobossen	109.8	394.5	
17		Meander Krabbobossen	109.2	394.4	
17		Meander Krabbobossen	109.4	394.7	Er zijn recent maatregelen uitgevoerd
17		Meer a/d Zwaantjesweg	111.3	393.5	Volgens waterbeheerder niet noodzakelijk
19		De Krochten-O	104.4	384.2	Volgens beheerder geen aanvullende maatregelen nodig
19		De Krochten-Z	104.2	383.9	
21		Bloempjesven	81.5	385.2	Geen maatregelen toegestaan
22		Lange Wiel	135.8	409.8	Ligt buiten gebied van Waterschap Brabantse Delta
22		Hoefven, Zwembad	134.8	409.7	Misschien maatregelen nodig, maar volgens beheerder niet prioritair
22		Ijsbaan Loonsche Duinen	133.0	407.3	Weinig kansrijke, zure infiltratieplas met recreatie (o.a. honden)
22		Lobeliaven / Leikeven	130.8	402.4	Ontwikkelt zich goed, voorlopig geen extra maatregelen nodig



Figuur 1. *Overzicht van de clusters met al dan niet geselecteerde wateren. Een cluster kan meerdere wateren omvatten. **1:** Moergat en vennen Oude Buissche Heide, **2:** Groote Meer e.o., **3:** Vennen Kortenhoeff, **4:** Vennen Vliegveld Woensdrecht, **5:** Vennen Zoomland, **6:** Zwarte Wiel, **7:** Wielen bij Hoeve Willem-Alexander (Gat van Ham, Karekiet), **8:** Leemputten bij Dorst, **9:** Wielen Binnenpolder Capelle, **10:** Ven Regte Heide (Halve Maan), **11:** Putven, **12:** Goudbergven, **13:** Vennen Strijbeekse Heide, **14:** Ganzenven, **15:** Vennen Mastbosch (Kogelvanger), **16:** Stroomdalven Krabbepossen, **17:** Meanders Krabbepossen, Schoondonk, Notsel en Meer aan Zwaantjesweg, **18:** Padvindersven, **19:** De Krochten, **20:** Wielen Haagse Dijk, en Veenputten Weimeren, **21:** Meeven en Bloempjesven, **22:** Vennen (wielen) bij Waalwijk, **23:** Meander Blauwe Hoef.*

4. Herstelplannen natte natuurplels

4.1. Cluster 1. Oude Buissche Heide

4.1.1. Ligging, eigendom

De vennen in de Oude Buissche Heide liggen in een landgoed van 205 ha in de gemeente Zundert, tussen Schijf en Achtmaal (Figuur 2). Het terrein is eigendom van de Vereniging Natuurmonumenten.

Het noordelijk deel van de Oude Buissche Heide bestaat uit heide met vennen, zoals:

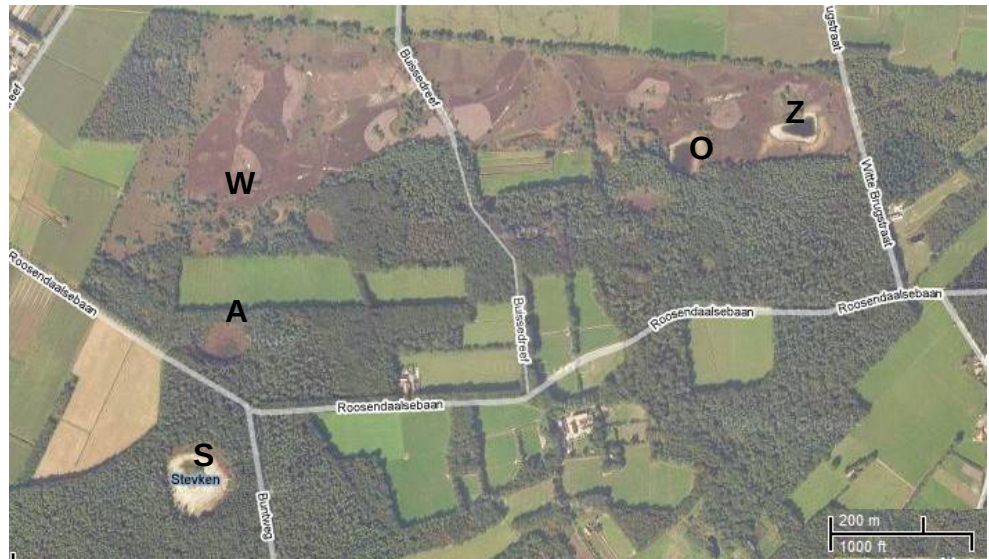
- Oude Buissche Heide Oost (ven 2, O) of Jean Dikke Ven
- Zandwasserij
- Oude Buissche Heide West (W)
- Ven ten noorden van Roosendaalse Baan of Adamsven (A)
- Stekven (S).

4.1.2. Bodem en waterhuishouding

Van de Oude Buissche Heide is recent een ecohydrologische systeemverkenning verschenen (Loeb & Jalink 2004), waaraan de onderstaande gegevens grotendeels zijn ontleend.

De Oude Buissche Heide en omgeving worden gekenmerkt door een dun freatisch pakket op slecht doorlatende lagen en veel reliëf. Regenwater stagneert boven deze lagen en stroomt als jong, lokaal grondwater lateraal af naar lagere delen, zoals vennen of het dal van de Turfvaart. Het grootste deel is daardoor te beschouwen als vochtige inzigggebieden met lokale kwel en beekdalsystemen met lokale kwel.

Ten zuiden van de hoogste rug ligt een veldpodzol met lemig fijn zand (Grondwatertrap V). Op 40-120 cm onder het maaiveld van deze podzol bevindt zich een “oude Kleilaag” van tenminste 20 cm dik. Dit is de laag van Wouw, een leemlaag die tot de Formatie van Twente behoort. Op deze bodem liggen het bosgebied met enkele landbouwpercelen en enkele vennen. De zuidelijker gelegen veld- en laarpodzolen (Gt VI) zijn in agrarisch gebruik of zijn bebost. De bebossing is al meer dan een eeuw oud (Figuur 3). De Laag van Wouw is ook aanwezig onder deze bodems en onder de veldpodzolen in het noorden van het gebied, maar ligt door de aanwezigheid van een dikkere zandlaag op meer dan 1,20 m diepte. In het zuidelijke bos ligt een laagte met veldpodzol (Gt V), hier ligt het Stekven. Deze gronden zijn kenmerkend voor inzijgend regenwater.



Figuur 2. Satellietopname (najaar 2005) door Google Earth van de Oude Buissche Heide. A = Adamsven, O = oostelijk ven (Jean Dikke Ven), S = Stekken, W = westelijk ven, Z = Zandwasserij



Figuur 3. De Oude Buissche Heide in 1908.

Een veldpodzolgrond met Gt VII vormt de waterscheiding tussen noord en zuid. Het open heideterrein in het noorden ligt op een veldpodzolgrond met leem-arm/zwak lemig fijn zand (Gt V). Hier liggen ook enkele vennen. Deze gronden zijn kenmerkend voor inzijgend regenwater.

De vennen in het noorden en de natte laagten liggen alle waar de leemlaag van Wouw dicht aan het oppervlakte komt. De leemlaag is hier ook dikker dan elders. Op deze leemlaag stagneert regenwater. Het hele noordelijke gebied functioneert hierdoor als één schijnspegel, waarbij binnen dit systeem gevallen regenwater als lokaal grondwater lateraal kan afstromen. Mogelijk zijn meer

vennen op de Oude Buissche Heide waterscheidingsvennen, maar deels kunnen ze ook gevoed zijn door het zeer lokale grondwater boven de Laag van Wouw. Het is niet bekend of zich in de Nuenen Groep onder de vennen afzonderlijk nog extra ondoorlatende lagen bevinden.

Het peil in de vennen is de laatste decennia aanzienlijk gedaald. Dit kan wijzen op een afname van de invloed van lokale kwel. De landbouwgronden die de Oude Buissche Heide omringen, trekken mogelijk het grondwater weg, waardoor de Oude Buissche Heide verdroogt en geen aanvoer van bufferend materiaal naar het ven plaatsvindt.

Al in 1957 werd door Van der Voo verdroging als bedreiging van de vennen genoemd. Het oostelijke ven valt 's zomers meestal droog.

4.1.3. Beheer

In 1996 zijn het oostelijk ven 2 (Jean Dikke Ven), de Zandwasserij en het Stekven in het kader van het OBN (Overlevingsplan Bos en Natuur) opgeschoond en geplagd. Met het Adamsven en de westelijke vennejes is dat niet geschied (Gilissen 1997).

4.1.4. Waterchemie

In het oostelijke ven op de Oude Buissche Heide zijn in 1195, 2003 en 2007 uitgebreide chemische analyses verricht (Bijlage 3). Het gaat hier steeds om zuur (pH rond 5), ionenarm en betrekkelijk voedselarm water, dat niet verontreinigd is. Het is het meest regenwaterachtige van de vennen die door Aqua-Sense (1998) zijn bestudeerd. Loeb & Jalink (2004) halen nog enkele verspreide waarnemingen uit 1997 aan van andere auteurs in de overige vennen, zoals het Stekven, waar een pH van 3,3 en een geleidbaarheid van 51 $\mu\text{S}/\text{cm}$ werd vastgesteld tijdens een vegetatieonderzoek van 1997. In de Zandwasserij werd toen een pH van 2,6(!) en een geleidbaarheid van 116 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten. Dit zijn wel zeer zure omstandigheden. Zulke waarden zijn niet uitgesloten, maar het is goed voorstelbaar dat ongeschikte of niet goed geijkte elektroden zijn gebruikt.

4.1.5. Plantengroei

Door verdroging zijn in het gebied soorten als beenbreek, klokjesgentiaan en gevlekte orchis sterk achteruitgegaan (Loeb & Jalink 2004).

Oostelijk ven (2) of Jean Dikke Ven

Het oostelijk ven (Figuur 4) werd in september 1957 bezocht door Van der Voo. Op een stevig venige bodem (10-20 cm dik) bevond zich een laag van ca 1 dm open water, waarin naast moerasstruisgras, knolrus (frequent) en waterveenmos (subdominant) werden aangetroffen. Buiten het water nog veelstengelige waterbies en weinig watervanel. Rondom een ca 20 m brede gordel pijpenstrootje en vervolgens heide. Dit is een typische begroeiing van zure of verzuurde vennen, die niet door grondwater worden gevoed.

Hahn & Melgers (1979) noemen veenpluis voor dit ven. In de periode 1980-1989 werden langs de vennen in het oostelijk deel van de Oude Buissche Heide enkele minder algemene heideplanten gezien, zoals kleine zonnedauw en witte snavelbies (Oranjewoud 1998).

In 1993 werden hier door medewerkers van de Provincie Noord-Brabant de aandachtsoorten witte snavelbies, kleine zonnedauw, waternavel, en veelstengelige waterbies gezien⁴. In 1998 werd het ven zeer globaal door AquaSense geïnspecteerd en werden slechts veel voorkomende soorten als knolrus en veenmos genoteerd. Deze begroeiing is in wezen nog steeds hetzelfde als die uit 1957. In 2003 werden naast deze soorten ook veelstengelige waterbies en kleine zonnedauw gezien (Klink 2004). De snavelbies en zonnedauw zullen tijdelijk zijn teruggekeerd na het uitvoeren van plagwerkzaamheden.

Zandwasserij

In 1997 was het ven (na de opschoning van 1996) vrij kaal, op de grens van droog en nat stond veel knolrus en hogerop enkele exemplaren van veelstengelige waterbies en kleine zonnedauw (Gilissen 1997).

Westelijk ven

Het westelijk ven werd in september 1957 eveneens door Van der Voo bezocht. Boven een zandige bodem groeide in het ca 2 dm diepe water vrijwel overal gewone waterbies, waterveenmos en (minder frequent) mannagras, langs de oever overgaand in een zone met knolrus en waterveenmos. Buiten het water waren deze twee soorten aspectbepalend en werden daarnaast waternavel en veelstengelige waterbies genoteerd. Daarop volgde een gordel met pijpenstroom-



Figuur 4. Ven 2 op de Oude Buissche Heide in 2003 (Klink 2004).

⁴ Bij deze vegetatiekartering worden van alle in Noord-Brabant voorkomende vaatplanten kranswieren planten slechts de 372 meest bijzondere en/of informatieve soorten opgenomen, waarvan er ruim 50 in vennen voorkomen

tje (waarin pitrus, moerasstruisgras en vensikkelmos) die overging in een heidevegetatie.

In de periode 1980-1989 werden langs de vennen in het westelijk deel van de Oude Buissche Heide enkele minder algemene heideplanten gezien, zoals kleine zonnedaauw en witte snavelbies (Oranjewoud 1998). In 1993 werd het ven wel bezocht door medewerkers van de Provincie Noord-Brabant, maar aandachtssoorten werden niet gevonden.

Volgens R. Ketelaar (pers. med.) zijn in dit ven en in het grasland ten zuiden daarvan recent klokjesgentiaan en witte waterranonkel aangetroffen. In vergelijking met de inventarisaties uit voorgaande jaren vallen deze soorten – vooral de laatste – nogal uit de toon. De witte waterranonkel is een soort van ondiepe, vaak droogvallende, zwak gebufferde wateren, waarin meestal wel sprake is van een of andere vorm van kwel. Volgens Hermans (2003) is de aanwezigheid van deze soort sterk afhankelijk geworden van graafwerk, waardoor soms nieuwe, maar tijdelijke vestigingsmogelijkheden ontstaan.

Adamsven

Tijdens zijn bezoek in september 1957 trof Van der Voo hier een ven, bestaande uit twee plasjes van 2 dm diepte, op een stevig venige bodem aan, met veel waterveenmos en knolrus en plaatselijk met moerasstruisgras. Langs de oever stond pitrus, met op één plek veenpluis. Verder pijpenstrootje en meer landinwaarts vergezeld van dop- en struikheide en langs de rand van het naaldbos een eiken- en berkensingel.

Veenpluis werd voor het laatst in 1979 gesignaleerd (Hahn & Melgers 1979). In de periode 1980-1989 werd het ven gekarakteriseerd als zuur en ongebufferd, met een lage floristische waarde (Oranjewoud 1998).

Bij de provinciale inventarisatie van 1993 werden geen aandachtssoorten gescoord. In 1997 kwamen hier volgens Jalink & Loeb (2004) de rompgemeenschap van knolrus en veenmos en de rompgemeenschap⁵ van pitrus en veenmos) voor, met de hiervoor kenmerkende soorten als pitrus, veenmos, knolrus, pijpenstrootje,

Volgens K. Akkermans (pers. med.) heeft het ven een zeer sterk wisselende waterstand en komt er veel pijpenstrootje voor.

Stekven

In de periode 1980-1989 werd het ven gekarakteriseerd als zuur en ongebufferd, met een zeer lage floristische waarde (Oranjewoud 1998).

Loeb & Jalink (2004) citeren een inventarisatie uit 1997, waarbij (een jaar na uitvoeren van plagwerkzaamheden) de rompgemeenschap van knolrus en veenmos werd aangetroffen met de soorten knolrus, veelstengelige waterbies (in voormalige greppels), pitrus en kleine zonnedaauw. De laatste soort is een 'plagvolger'. De recente begroeiing komt hier ongeveer mee overeen (Figuur 5).

⁵ Een rompgemeenschap is een plantengemeenschap waarin slechts een beperkt aantal algemene soorten voorkomt en waarin meer karakteristieke soorten ontbreken.

4.1.6. Systeembeschrijving en knelpunten

De vier hier beschouwde vennen op de Oude Buissche Heide worden gevoed door regenwater en/of zeer jong lateraal afstromend grondwater, zoals blijkt uit het verrichte hydrologisch en chemisch onderzoek. Het zijn 'waterscheidingsvennen'. Samen met de historische gegevens over de plantengroei wijst dit erop dat de vennen van nature al zuur en ongebufferd zijn (Type M13). Ze hebben een sterk wisselende waterstand, wat de ontwikkeling van hoogveen belemmert.

De atmosferische depositie heeft nog verdere verzuring (knolrus) en vermesting (moerasstruisgras) veroorzaakt. Het lijkt erop alsof de vennen de laatste halve eeuw vaker droogvallen dan vroeger, maar harde gegevens hierover zijn er niet.

In sommige jaren, waarschijnlijk na het uitvoeren van plagwerkzaamheden, komen pioniersoorten als kleine zonnedauw en witte snavelbies voor. Het recente optreden van witte waterranonkel, een soort die over het algemeen kenmerkend is voor tijdelijk droogvallende, zwak gebufferde wateren, bij een van de vennen kan waarschijnlijk worden toegeschreven aan locale plag- of graafwerkzaamheden.



Figuur 5. Stekven in augustus 2005, vrijwel uitgedroogd, op een diepere, gegraven poel na (www.nev.nl/everts/foto/bergenoz/foto0015.html)⁶

⁶ Bij het oorspronkelijk onderschrift staat dat massaal *Bidessus unistriatus* voorkomt. Dit is een waterkever, die vooral voor in kleine zwak zure tot zure oligo- en mesotrofe vennen voorkomt, maar pas in hoge dichtheden als de vegetatie goed ontwikkeld is.

4.1.7. Maatregelen

De Natuurvisie Turfvaart-Bijloop voorziet in Verondieping van de Turfvaart en het plaatsen van stuwen stroomopwaarts en stroomafwaarts van de Oude Buissche Heide (Braat e.a. 1997). Daarbij blijft de bestaande detailontwatering op de Oude Buissche Heide behouden.

Volgens Loeb & Jalink (2004) is het waarschijnlijk zinvol om ook de greppels in het gebied te dichten, aangezien de helling in het terrein toch zal zorgen voor laterale afstroming. Voor de hoger gelegen delen met heide en vennen achten zij maatregelen die zich richten op herstel van het freatisch grondwatersysteem, zoals het omzetten van bos naar heide en het dempen van sloten en greppels waarschijnlijk zeer effectief. De door Loeb & Jalink voorgestane maatregelen zullen op de lange duur misschien leiden tot een wat minder frequent droogvallen van de vier beschouwde vennen, maar niet tot een wezenlijk andere waterkwaliteit en levensgemeenschap.⁷

Voor deze vier vennen kan worden volstaan met het continueren van het normaal al uitgevoerde kleinschalig beheer, zoals plaggen. Baggeren is niet erg zinvol in deze van nature zure vennen. Bovendien zal de sliblaag in de noordelijke vennen, die in een meer open landschap liggen en droogvallen, niet dik zijn. In de zomer wordt het sediment hier door de wind verwijderd.

Wel is het zinvol het bos dat direct aan de vennen grenst tot een afstand van ten minste dertig meter, liefst meer, te verwijderen. Deze dertig meter wordt dan gerekend vanaf de lijn waar geen vochtindicerende plantensoorten meer voorkomen.

De kosten van het verwijderen van het bos zijn sterk afhankelijk van de doorsneden van de stammen (nog niet bekend), de gebruiksmogelijkheden van het te oogsten materiaal en de totale oppervlakte van de te oogsten percelen. De orde van grootte is ten hoogste enkele duizenden euro's per ven.

Voor de monitoring van de effecten van de maatregelen kan worden volstaan met de huidige activiteiten binnen het meetnet 'Waternatuur' van het waterschap.

4.2. Cluster 2. Landgoed Groote Meer

4.2.1. Ligging, eigendom

Het landgoed Groote Meer ligt ongeveer tussen de dorpen Hoogerheide, Ossendrecht en Putte. Het noordelijke deel van het landgoed bestaat uit licht geaccidenteerde zandgronden met daarop plantages van voornamelijk naaldbout met hier en daar stukjes landbouwgrond en enkele natuurlijke vennen: het Groote

⁷ Het verder opzetten van de waterstand in het gebied zal waarschijnlijk een grotere invloed hebben op vennen die gevoed worden door ondiep grondwater, zoals het Struikven, ruim 500 m ten zuidoosten van het Stekven.

Meer, Kleine Meer en het Zwaluwmoer. De zuidelijke helft bestaat uit dennenbos, heide en zandverstuivingen. Het landgoed is in het bezit van de familie Cogels - De Wilde D'Estmael en maakt deel uit van het Natura 2000-gebied 'Brabantse Wal' (deelgebied Ossendrecht) en sluit aan op het grensoverschrijdende natuurpark 'De Zoom – Kalmthoutse Heide' (www.grensparkzk.nl).

In het kader van dit onderzoek zijn het Zwaluwmoer (Swalmmoer, Zwalmmoer, Zwaluwmeer) en een vlak ten zuiden daarvan gelegen randven geselecteerd (Figuur 6). Volgens de systematiek van Natura 2000 behoort het Zwaluwmoer tot habitattype H3160 (dystrofe natuurlijke poelen en meren). Het instandhoudingsdoel is behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit. Dit habitattype komt voor in het merendeel van de vennen van de Brabantse Wal. Deels is de kwaliteit matig ontwikkeld door eutrofiëring en verdroging.



Figuur 6. Satellietopname (najaar 2005) door Google Earth van het Zwaluwmoer

4.2.2. Omgeving en beheer

In de huidige situatie wordt het Zwaluwmoer, met het zuidelijke randven omgeven door naaldbos, dat tot vlak op de venoevers staat (Figuur 6). Oorspronkelijk was het Zwaluwmoer door heide omgeven, maar al in het begin van de 20^e eeuw kwamen er opslag van naaldbos voor aan de rand van het ven (Figuren 6 en 7).

Het Zwaluwmoer is, zoals de naam al aangeeft, oorspronkelijk een met veen gevulde kom, die is uitgegraven. Op een oude ansichtkaart (Figuur 8) is zichtbaar dat het bos tot aan de venrand reikt, dat er nog onvergraven stukjes veen zijn en dat er een kokmeeuwenkolonie op het veen huist. Van Heusden & Meyer (1948) en Van der Voo (1957b) noemen de aanwezigheid van een grote kokmeeuwenkolonie op een eilandje. In 1961 waren er 1200 broedparen (Higler 1961). De laatste waarnemingen dateren van 1987 of 1988. Er waren toen ook vijf tot tien paren van de zwartkopmeeuw (J.B. Cogels, pers. med.).

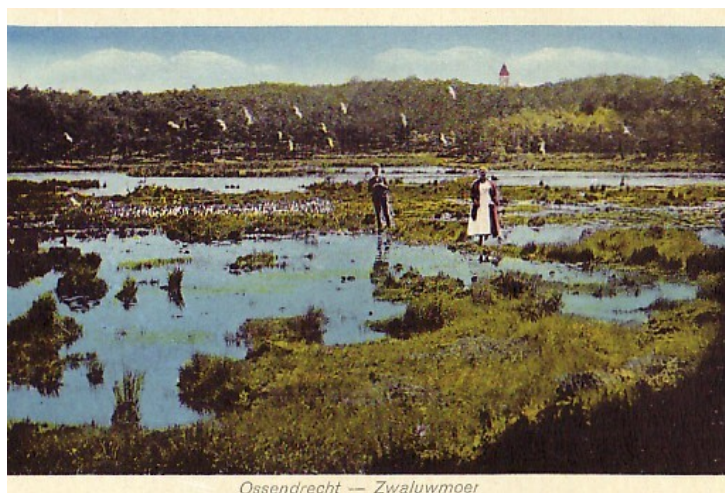
De oppervlakte van het Zwaluwmoer met randven bedraagt circa 6 ha.

4.2.3. Bodem en waterhuishouding

Het Zwaluwmoer wordt begrensd door veld- en haarpodzolen en aan de noordzijde door voormalig stuifzand (Damoiseaux 1982). Naar bodem en waterhuishouding van het Groote Meer en omgeving is veel onderzoek verricht, zie bijvoorbeeld Van Wezel (1998) en Stuurman & De Louw (2002).



Figuur 7 Topografische kaarten van 1908 en 2005 van het Zwaluwmoer en omgeving (afstand tussen lijnen is 1 km).



Figuur 8 Prentbriefkaart (waarschijnlijk uit 1936). Let op de talrijke meeuwen.

Figuur 9. De stuifduinen zijn tot dicht bij de oever begroeid met dennen (Provincie Noord-Brabant 2004).



Het Zwaluwmoer was oorspronkelijk een veengebied, maar al vroeg is er sprake van de aanwezigheid van water. Van oudsher zijn het Kleine Meer en het Groote Meer gebruikt voor visvangst en viskweek, maar het waterpeil in deze meren was altijd al onderhevig aan sterke fluctuaties. Al in 1686 werd er tussen deze twee meren een verbinding gegraven via het altijd water bevattende Zwaluwmoer, dat nog steeds veel veen bevatte, maar ook zeer visrijk was. In elk geval tussen 1694 en 1706 werd het peil van het Zwaluwmoer door een molentje geregeld om de veenwinning te vergemakkelijken. Zowel op de oude als de nieuwe kaarten van Figuur 7 zijn de verbindingssloten tussen het Zwaluwmoer en de beide Meren nog te zien. Aan de westzijde mondt er een sloot uit het bosgebied uit in het Zwaluwmoer (Van den Bussche 1997).

Het Groote en Kleine Meer zijn sterk - vooral door waterwinning - verdroogd wat duidelijk te zien is uit de vergelijking van oude en recente topografische kaarten (Figuur 7), maar het Zwaluwmoer heeft zijn oppervlakte aan open water behouden, waarschijnlijk doordat dit ven op een schijnspiegel ligt (Stuurman & De Louw 2002).

De venbodem bestaat uit turf, met hier en daar een laagje zand (Van Kalmthout 1998). In het ven ligt een dikke sliblaag, die mogelijk is verontreinigd met zware metalen (Geujen e.a. 2004).

4.2.4. Waterchemie

De beschikbare chemische gegevens van het Zwaluwmoer zelf en het randven zijn samengevat in Bijlage 3. Van het ven zelf zijn betrekkelijk weinig gegevens beschikbaar, hoewel er nog wel een (globale) pH-meting uit 1928 is.

Opvallend zijn de voor vennen hoge waarden van chloride, calcium en magnesium in 1947 en 1985. De oudste waarnemingen zijn van 19 augustus 1947 en waarschijnlijk het gevolg van indamping, midden in de warmste zomer en tevens een van de droogste zomers sinds het begin van de metingen in 1706 (www.knmi.nl). De precieze reden voor de hoge waarden uit 1985 is niet geheel duidelijk. Door de eveneens zeer warme en droge zomer van 1976 waren de concentraties chloride en calcium in veel vennen in de late jaren zeventig en de vroege jaren tachtig verhoogd, maar in 1985 was dit wel voorbij (AquaSense 2003). In 1985 was de sulfaatconcentratie met 74 mg/l zeer hoog en de pH met 3,9 zeer laag, hetgeen wijst op sterke verzuring. Verzuring van vennen heeft ook een verhogende invloed op de kationen als gevolg van uitspoeling (Vangenechten 1981). De chemische samenstelling van het water in dit jaar wijst op een sterke invloed van verzuring. De wat hogere pH en het lagere elektrisch geleidingsvermogen in 2005 wijzen op enige afname hiervan.

Het water van het randven lijkt minder door de verzuring te worden beïnvloed dan het ven zelf: de pH is weliswaar 4,5, maar het geleidingsvermogen ligt met 86 $\mu\text{S}/\text{cm}$ op een voor vennen meer normaal niveau. In de periode 1999-2005 is de verzuring duidelijk afgenomen (minder sulfaat en ammoniumstikstof). Daarnaast dalen de concentraties van chloride en kationen, mogelijk als gevolg van nattere jaren in de periode. De zuurstofconcentraties zijn soms laag. Waarschijnlijk als gevolg van de aanwezigheid van veel organisch materiaal (veen).

4.2.5. Plantengroei

Het Zwaluwmoer en het randven zijn sinds 1947 door botanici bezocht. In het randven zijn de met * in Tabel 5 aangegeven soorten aangetroffen. Dopheide, aangegeven met (*) komt in het hoofd- en het randven voor.

De plantengroei weerspiegelt de historie van het ven. De oorspronkelijke hoogveenvegetatie was in 1947 al lang uit het ven verdwenen. Door de vroegere toe-

Tabel 5. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in het Zwaluwmoer en het Ven ten zuiden van het Zwaluwmoer (gemarkeerd met *). X = aanwezig, 1 = weinig, 2 = matig veel, 3 = veel, >3 = dominant.

Ecologische groep	Jaar	1947	1957	1985	1998	Ecologische groep	Jaar	1947	1957	1985	1998
Soort	Bron*	1	2	3	4	Soort	Bron*	1	2	3	4
<i>Hoogveensoorten</i>						<i>Soorten van verzuurde en/of geëutrofiëerde wateren</i>					
(*)Dopheide		x			x	Moerasstruisgras		x		1	
*Veenpluis					x	Gewone waterbies		x	3		
*Kleine veenbes		x			x	Gewone waternavel		x	3	2	3
*Slank veenmos		x		2		Knolrus		x		1	
*Hoogveenveenmos		x				Pitrus		x	3	2	3
<i>Pioniersoorten</i>						Pijpenstrootje		x	>3	2	3
IJl stompmos		x				Waterveenmos			3	3	3
Kleine zonnedaauw		x				Vensikkelmos		x		3	
<i>Soorten van (zeer) zwak gebufferde wateren</i>						<i>Soorten van geëutrofiëerde wateren</i>					
Oeverkruid		x				Stijve zegge		x		1	
Veelstengelige waterbies		x				Wolfsfoot		x			
<i>Indifferentie soort</i>						Veenwortel				2	
Witte waterlelie		x				Waterpeper		x		2	
						Moeraszuring			3		
						Bitterzoet			3	2	

* 1. Van Heusden & Meyer (1947), 2. Van der Voo (1957b), 3. Smits & Tromp (1985), 4. Van Kalmthout (1998).

voer van water uit het Groote en het Kleine Meer en door de aanwezigheid van de kokmeeuwenkolonie ontstond een zwakgebufferd ven, waarin het oeverkruid kon voorkomen. Daarnaast waren soorten uit voedselrijk water als waterpeper en wolfsfoot aanwezig. Het ven was toen vrij sterk begroeid. In 1957 werd oeverkruid niet meer gezien, maar wel waren de soorten uit verzuurde en/of geëutrofiëerde wateren, o.a. waterveenmos en waternavel algemeen. In 1985 was de situatie in hoofdtrekken nog hetzelfde. In 1998 was er een grote floristische verarming opgetreden en resteerden in aan de rand van het open water nog maar vier soorten uit verzuurde/geëutrofiëerde wateren. Behalve de soorten uit Tabel 5 kwam in de laatste periode ook nog knolrus voor (Oranjewoud 1998), die precies in dit plaatje past.

In het randven komt nog steeds een voedselarme verlandingsvegetatie met o.m. kleine veenbes voor (Oranjewoud 1998, Waterschap Brabantse Delta 2005). Dit hoogveentje is bijna dichtgegroeid. Er zijn hoge horsten van pijpenstrootje en veenmos, begroeid met dopheide en plaatselijk kleine veenbes. In nattere delen staat veenpluis (Van Kalmthout 1998, Bijkerk & Cuppen 1999, Klink 2003).

4.2.6. Fauna

De Brabantse Wal kwalificeert als speciale beschermingszone onder de Vogelrichtlijn omdat het gebied behoort tot één van de vijf belangrijkste broedgebieden voor wespandief, nachtzwaluw, zwarte specht en boomleeuwerik in Nederland. Daarnaast is het aangewezen gebied ook van betekenis voor een aantal andere vogelsoorten die er in behoorlijke aantallen voorkomen. De in het gebied gelegen vennen en (open) bossen zijn van voorts belang als broedgebied voor geoorde fuut en dodaars (<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000>).

Uit Tabel 6 blijkt dat van de genoemde soorten alleen de dodaars op het ven broedt. De overige soorten zijn recent niet waargenomen in een zone van 50 m rond het ven. De zwarte specht is in 2006 wel gesignaleerd op ca 150 m oostelijk van het Zwaluwmoer, vlak tegen een daar gelegen drassig terrein.

Tabel 6. Overzicht van de aangetroffen aantallen broedvogels in en langs het Zwaluwmeer (maximaal 50 m uit de oever) in 2006 (I. Ledegen, pers. med.). Habitatgegevens uit Sierdsema (1995).

Groep	Aantal	Habitat
Soort		
<i>Watervogels</i>		
Canadese gans	2	open water
kuifeend	4	open water
dodaars	2	ondiep (matig) voedselarm open water
Nijlgans	1	open water, (konijs)holen, grasland
<i>Overige bosvogels</i>		
boompieper	3	open bos, bosranden, boomgroepen
boomklever	2	bos, dikke loofbomen
kuifmees	4	bos, naaldbomen
<i>Holenbroeders</i>		
groene specht	1	oud opgaand bos met open plekken, mieren, dikke loof- en dode naaldbomen
gekraagde roodstaart	3	open bos, bosranden, open holten (vliegdennen, berken)
bonte vliegenvanger	2	overvloed holten, nestkasten, dode berken

De waarnemingen van de volwassen libellen in 2004 en 2006 zijn vermeld in Tabel 7. De libellenfauna wordt gedomineerd door soorten uit zure en verzuurde vennen. Rode-Lijstsoorten komen met bescheiden aantallen voor. Daarnaast zijn soorten uit voedselrijke wateren en overal voorkomende soorten met redelijke aantallen aanwezig. Zeer zeldzame of ernstig bedreigde soorten werden niet gezien.

Van de amfibieën werden in 2005 waargenomen: groene en bruine kikker, heikikker en alpenwatersalamander, steeds maar met een of enkele exemplaren (I. Ledegen, pers. med.). Dit zijn soorten van open terrein, maar de alpenwatersalamander heeft een voorkeur voor terreinen met bos- en houtwallen, vooral in zuid- en oost-Nederland (www.ravon.nl).

4.2.7. Systeembeschrijving en knelpunten

Nog tot ongeveer een eeuw geleden lag het Zwaluwmoer in een open landschap van heide en stuifzand, maar nu komen de dennen op veel plaatsen vlak aan de oever. In de huidige situatie wordt het ven gevoed door regenwater en misschien

Tabel 7. Overzicht van het aantal waarnemingen en het aantal individuen van libellen tijdens acht bezoeken in 2004 en twee bezoeken in 2006 in en langs het Zwaluwmeer (I. Ledegen, pers. med.). Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermessing, verdroging en indicatorsoorten volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding. * = kwetsbare Rode-Lijstsoort.

Habitat	Aant. waarn		Aant. indiv.		gevoeligheid			positieve indicator	
	soort	2004	2006	2004	2006	verzur.	vermest.		verdro.
Zure, voedselarme vennen									
	gewone pantserjuffer	2		9		+	-	-	
	koraaljuffer	1	1	1	150	0/-	--	--	+
	*tengere pantserjuffer	1		3		0/-	-	-	+
	*venwitsnuitlibel	1	2	1	20	+	--	-	+
	watersnuffel	7	2	1630	3500	++		0	
	zwarte heidelibel	3	1	8	1	+			
Matig zure, matig voedselrijke vennen									
	azuurwaterjuffer	1		1		-	0/-	0	
Voedselrijke vennen									
	bloedrode heidelibel	3	1	8	2		++	-	
	vuurjuffer	2		2		-	0	-	
Ubiquisten (overal)									
	gewone oeverlibel	5	2	12	29			-	
	grote keizerlibel	5	1	8	1		-	-	
	houtpantserjuffer	2	1	31	750		+	0	
	viervlek	5	2	32	105	+		-	
	kleine roodoogjuffer	1		2					

door zeer lokaal jong grondwater. Het veen is voor het grootste deel lang geleden verwijderd en al in de 17^e eeuw bestonden er verbindingen tussen het Zwaluwmoer en het Groote en Kleine Meer. Al die drie vennen waren toen rijk aan vis. Nu functioneert het Zwaluwmoer hydrologisch meer als een gesloten systeem. Door de aanwezigheid van een schijnspiegel is het minder door verdroging aangetast dan het Groote en Kleine Meer.

Doordat er geen bufferend materiaal van elders meer in het ven terecht komt, is het ven sterk beïnvloed door verzuring als gevolg van atmosferische depositie. Daar kwam nog de bemestende invloed bij van een kokmeeuwenkolonie, die zeker tot 1987 of 1988 op het ven aanwezig was.

In 1947 had het ven nog een dichte begroeiing, met o.a. oeverkruid, een soort uit zwak gebufferde wateren. Later is deze soort niet meer waargenomen. In de huidige situatie zijn er nauwelijks waterplanten: naar de oever komen slechts soorten van zure en/of verzuurde wateren voor, met nog enkele soorten die op de vroegere bemesting door vogels wijzen. De meeste libellen zijn gewone soorten van zure, voedselarme vennen, maar er zijn ook enkele kwetsbare soorten uit dit milieu. Aan de zuidrand van het ven ligt een geïsoleerd, grotendeels dichtgegroeid plasje, waar nog hoogveenelementen voorkomen.

Grootste knelpunten voor het ven zijn de verzuring en de aanwezigheid van nutriënten in de sliblaag. Het verwijderen van de sliblaag is echter niet zinvol, zolang er geen mogelijkheid is om in buffering te voorzien (de sliblaag levert nu behalve nutriënten ook nog buffercapaciteit).

Daarnaast is het bos dat op de meeste plaatsen tot aan de venrand staat een belemmering voor een goede ontwikkeling van de levensgemeenschap van het ven, o.a. door versterking van verzuring en eutrofiëring door de neerslag, lichtinterceptie, vergroting van verdamping en toename van accumulatie van organisch materiaal door afgenomen windwerking.

Op grond van de huidige hydrologische omstandigheden ligt het voor de hand om voor dit ven het streefbeeld voor van nature zure vennen (M13) te kiezen. Als op den duur door herstel van verbindingen met Groote Meer en Kleine Meer toevoer van meer gebufferd water mogelijk zou worden komt het streefbeeld voor zeer zwak gebufferde wateren (M12ZZ) weer in het vizier.

4.2.8. Maatregelen

Het is zinvol om de dennen en andere bomen tot op een afstand van 30-50 meter vanuit de venoever te verwijderen, behalve aan de overzijde van de weg aan de noordkant van het ven (Figuur 10). Er dient echter geen rücksichtsloze kaalslag plaats te vinden. Het beste is om dat over een periode van 3-5 jaar geleidelijk te doen, steeds hier en daar een stukje en om, vanwege het voorkomen van holenbroeders, hier en daar een oude boom en voor de libellen een enkele struik te laten staan. De wortels van de bomen kunnen in de grond blijven zitten.

De kosten hiervan zijn moeilijk in te schatten en sterk afhankelijk van de afzetmogelijkheden en het eventuele hergebruik van het te oogsten hout.

Aanvullend kunnen de oevers op de in Figuur 10 aangegeven delen worden geplagd, het beste in kleine stukken, in verschillende jaren. Hierbij moet rekening moeten gehouden worden met de bestaande vegetatie, die indien waardevol (zoals dopheide, veenpluis, snavelbiezen), moet worden uitgespaard.

Voor de monitoring van de effecten van de maatregelen is het wenselijk het Zwaluwmoer zelf, naast het ZO-randven, op te nemen in het meetnet 'Water-natuur' van het waterschap.



Figuur 10. Uitvoeringsplan voor het Zwaluwmoer en het ven ten zuiden ervan.

4.3. Cluster 9. Wielen Binnenpolder Capelle

4.3.1. Ligging, eigendom

De meeste wielen in de Binnenpolder van Capelle maken deel uit van het Natura 2000-gebied Langstraat (529 ha), dat ligt in de 'Naad van Brabant'. De streek is bij natuurbeschermers vanouds bekend om zijn grote afwisseling in bodemgesteldheid en hydrologische omstandigheden, waardoor een rijke vegetatie ontstond (Caspers & Post 1996, Van Haperen e.a. 2002).

Het Natura- 2000-gebied bestaat uit een aantal natuurterreinen, eigendom van het Staatsbosbeheer, waaronder een genaamd het Labbegat (s.l.), op de grens van zandgronden, het rivierkleigebied en zeekleigronden (Figuur 11), westelijk van Waalwijk. In het verleden traden inundaties op, waardoor nu nog wielen aanwezig zijn in het gebied.

Het wiel Labbegat (s.s.) of Wiel van Zuidewijn (Figuur 12) ligt in een uitsparing in het Natura 2000-gebied en is eigendom van W. Ermers, die ook woont aan de Winterdijk bij het wiel. Die dijk werd aangelegd na 1440, als gevolg van de Sint-Elisabethsvloed (1421). Er bleven toen enkele wielen over, o.a. die van Zuidewijn (<http://members.home.nl/marf/Sprang.html>).

Het wiel van Zuidewijn is als enige wiel in de binnenpolder Capelle geselecteerd om nader te bekijken. Bij de andere wielen zal eerst de landbouw geëxtensiverend moeten worden en mag niet meer of zeer beperkt gevisd worden.

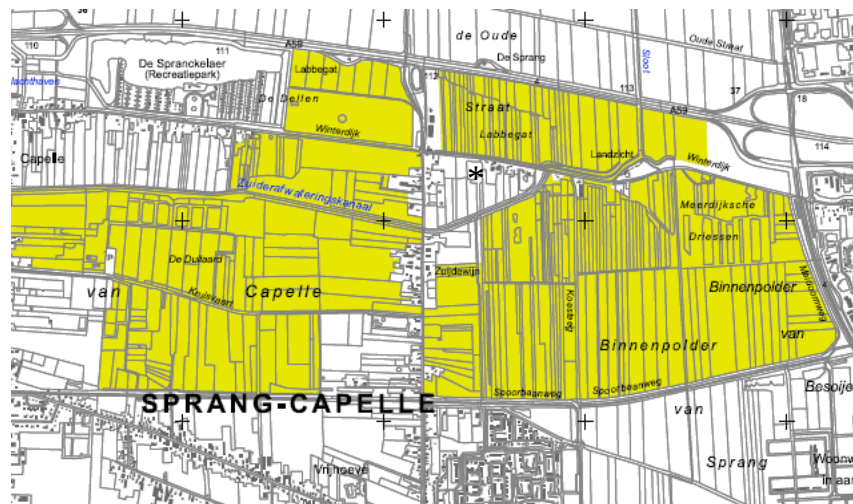
4.3.2. Bodem en waterhuishouding

Het Labbegat (s.l.) is een ontgonnen laagveenvlakte en een restant van een oud slagenlandschap met zeer lange en smalle graslanden begrensd door elzenhagen. Het bestaat uit petgaten, sloten, trilvenen, schrale, soortenrijke graslanden, zeggenmoerassen en plaatselijk vochtige heide. Er zijn gradiënten van zand naar veen, van basenarme lokale kwel naar basenrijke regionale kwel.

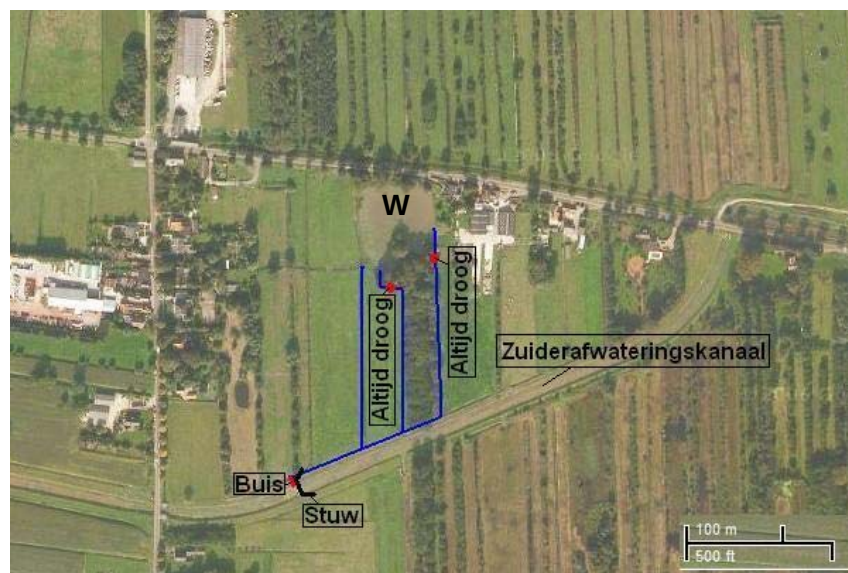
Het Wiel van Zuidewijn ligt tegen de zuidzijde van de Winterdijk in de Binnenpolder van Capelle. De Binnenpolder is een weidegebied op veen met de zandgrond ondieper dan 1,2 m. Vlak ten noorden van het wiel wigt de klei tegen het zand uit (Harbers 1990).

Het Wiel van Zuidewijn wordt gevoed door diepe kwel (Grontmij 1996). In de zomer voelt dit koud aan. Rond 1998 is de waterstand in het wiel ongeveer 4 dm gestegen, doordat de waterstand in het Zuiderafwateringskanaal (op ca 200 m ten zuiden van het wiel) toen is verhoogd. Het winterpeil is 20-25 cm hoger dan het zomerpeil (W. Ermers, pers. med.)

De Binnenpolder wordt gekenmerkt door een dicht slotenstelsel. Er monden drie sloten in het wiel uit: twee ter weerszijden van het bosje aan de zuidzijde en een aan de zuidwestzijde van het wiel. De twee eersten staan (vrijwel) altijd droog. De meest westelijke (zie Figuur 12) is een afvoersloot, die uitmondt in een parallelsloot van het Zuiderafwateringskanaal, die benedenstrooms van een



Figuur 11. Ligging van het Wiel van Zuidewijn () temidden van het Habitatrichtlijn-gebied Langstraat (geel). De afstand tussen de kruisjes bedraagt steeds 1 km (naar ontwerpbesluit Natura 2000-gebied Langstraat).*



Figuur 12. Satellietopname (najaar 2005) door Google Earth van het Wiel van Zuidewijn (W). De blauwe lijnen zijn sloten/greppels, waarvan de twee oostelijke greppels altijd droog staan en de westelijke de afvoer uit het wiel verzorgt..

stuw via een duiker met terugslagklep in het kanaal uitkomt (W. Ermers, pers. med.)

De oppervlakte bedraagt circa 0,6 ha en de maximale diepte is ca 3,5 meter, maar grote stukken zijn minder dan 1 meter diep. Aan de zuidzijde is een eilandje. Het wiel heeft een zandige bodem met alleen plaatselijk tussen de oevervegetatie een dikke sliblaag. Volgens Grontmij (1996) is de zandbodem slap en bevat veen. Volgens W. Ermers (pers. med.) is er in het hele wiel geen of slechts een dunne laag bagger. De oevers zijn plaatselijk afgekalfd, waarschijnlijk van intrappen door het vee.

4.3.3. Omgeving en beheer

Langs de noordelijke oever, op het talud van de Winterdijk groeien bomen en struiken. De oostelijke, beschoeide oever is onderdeel van een tuin (Figuur 13). De westelijke oever is onderdeel van een weiland. Het vee kan daar ongehinderd bij en in het water komen. De zuidoever grenst aan een bosperceel. Aansluitend op de natuurontwikkelingsprojecten in het gebied van de westelijke Langstraat wordt het grasland om het wiel verschraald (W. Ermers, pers. med.).



Figuur 13. Gezicht vanaf de NO-oever van het Wiel van Zuidewijn in 2003 (Klink 2004).

4.3.4. Fysische en chemische analyses

De resultaten van de chemische analyses van het oppervlaktewater zijn vermeld in Bijlage 3. In verhouding tot de vennen zijn de concentraties van de meeste stoffen hier hoger, omdat het wiel niet alleen door regen-, maar ook door grondwater wordt gevoed. Hier duidt de hoge ionenverhouding IR ook op.

Het water is rijk aan voedingsstoffen: de concentratie van totaal stikstof is steeds tussen 2,5 en 3,0 mg/l, maar de beperkende factor is hier duidelijk fosfaat, waarvan de totale concentratie afneemt van 0,23 mg/l in 1995 tot 0,09 mg/l in 2006. Dat is een gunstige ontwikkeling, want beneden een concentratie van ongeveer 0,07 tot 0,08 mg/l is helder water met een goede ontwikkeling van waterplanten mogelijk. Toch is de hoeveelheid algen, afgemeten aan de concentratie van chlo-rofyll-a tussen 1995 en 2006 niet afgenomen (steeds rond 50 µg/l).

De gemiddelde zuurstofverzadiging aan het wateroppervlak van het Labbegat ligt rond 70% (Bijlage 3), maar vooral in de zomer kunnen waarden beneden 40% (gemeten minimum 14%) optreden. In augustus 1995 is vanaf het midden van het wiel een diepteprofiel van zuurstof gemeten. Bij het wateroppervlak was de verza-diging bijna 100%, maar op 1,5 m diepte was deze nog maar minder dan 10%

(Grontmij 1996). Zulke lage waarden zijn schadelijk voor waterdieren en kunnen snel aanleiding geven tot sterfte van vis.

4.3.5. Fytoplankton en helderheid

Uit de gegevens van AquaSense (1996) en Grontmij (1996) blijkt dat het fytoplankton in 1995 werd gedomineerd door groenwieren, flagellaten en sialgalen. Bijkerk en Cuppen (1996) troffen ook veel flagellaten en daarnaast veel kiezelwieren aan. Opvallend is in alle onderzoeken het geringe aantal blauwwieren, hetgeen een gunstig uitgangspunt is voor eventuele maatregelen.

Door de algengroei was het water altijd groen gekleurd, maar de laatste jaren is de kleur meer bruin, wellicht door humusverbindingen uit het veen. Het water is troebel; de zichtdiepte is vaak maar ongeveer een halve meter (W. Ermers, pers. med.), overeenkomend met de gemiddelde zichtdiepte van 0,4 m als vermeld in Bijlage 3).

4.3.6. Plantengroei

Van het Wiel van Zuidewijn zijn inventarisatiegegevens bekend van 1995 en 1999 (Tabel 8).



In het water is de gele plomp de meest opvallende soort, die in grote delen van het wiel voorkomt. De bedekking van het water was in 1996 niet meer dan ca 10% (Grontmij 1996), maar deze is inmiddels toegenomen tot ca 60% (Figuur 14). Waterlelie, veenwortel en waterpeper zijn minder algemeen. Opmerkelijk is de relatief grote hoeveelheid kroos bij een van de bezoeken in 1996. Later is geen of veel minder kroos gezien. De aangetroffen waterplanten zijn kenmerkend voor voedselrijk water.

Figuur 14. Bedekking van de gele plomp in 2006 (W. Ermers).

Het onderscheid tussen oever-, moeras- en landplanten is vaak arbitrair. De oeverbegroeiing is redelijk soortenrijk en bestaat uit soorten van voedselrijke omstandigheden, vooral riet en kleine lisdodde. Ze nemen ongeveer 40% van de oeverlengte in beslag (Grontmij 1996). Onder de moerasplanten zijn de egelboterbloem en de bruine snavelbies opmerkelijk. De egelboterbloem is wat meer kenmerkend voor matig voedselrijke omstandigheden, terwijl de bruine snavelbies hier echt uit de toon valt: het is een soort van voedselarme milieus. Beide soorten geven duidelijk de potenties aan van het wiel voor meer voedselarme omstandigheden.

Tabel 8. Vegetatieopnamen van het open water en de oevers van het Wiel van Zuidewijn. De hoeveelheid van elke soort is aangegeven volgens de aangepaste schaal van Tansley (1 = zeer weinig 9 = overheersend). Bronnen: 1 = AquaSense 1996, 2 = Grontmij 1996, 3 = Bijkerk & Cuppen 2000).

Levensvorm		1995		1999	Levensvorm		1995		1999
Soort	Bron	1	2	3	Soort	Bron	1	2	3
<i>Waterplanten</i>					<i>Oeverplanten</i>				
draadwier		2			blaartrekkende boterbloem		2	2	3
smalle waterpest		2			slanke + witte waterkers		2		1
bultkroos + klein kroos		6			waterzuring			2	
klein kroos				1	grote egelskop		2		3
gele plomp		9	7	9	grote lisdodde		4		
witte waterlelie			2	2					
veenwortel		2		1	<i>Moeras- en landplanten</i>				
waterpeper		2	4	2	fioringras		2		
					geknikte vossesstaart		2		
<i>Oeverplanten</i>					pinksterbloem			2	1
kalmoes		4	5	4	tweerijge zegge		2		
grote waterweegbree		2	1		ruige zegge			2	2
veerdelig tandzaad				3	harig wilgeroosje		2	2	
moeraszegge				2	rood zwenkgras		2		
oeverszegge		4	2	2	gestreepte witbol		2		2
waterscheerling		2	2	1	zomprus		2		
waterbies			2	2	greppelrus		2		1
moerasspirea			2		padderus			2	
mannagras			2		Engels raaigras		2		
liesgras		4	6	3	egelboterbloem		2	4	1
gele lis		2	3	2	kruipende boterbloem				1
pitrus		2	2	1	bruine snavelbies				1
wolfspoot		2	2	2	braam			7	
grote kattestaart		2	2	1	krulzuring		2		
watermunt		4	4	2	geoord helmkruid			2	
riet		4	5	4	bitterzoet			4	

4.3.7. Fauna

Het wiel is rijk aan kleine waterdieren, die kenmerkend zijn voor voedselrijke omstandigheden (AquaSense 1996, Grontmij 1996). Opmerkelijk zijn het kevertje *Hydrochus carinatus*, de smurfslak, de geelvlekslak en de muggenlarf *Cladotanytarsus lepidocalcar*.

Op het wiel bevinden zich vaak (tamme) watervogels, zoals (Canadese) ganzen en wilde eenden. Vooral de ganzen zijn talrijk; soms zijn er meer dan honderd. In het wiel bevindt zich vis, waaronder voorn, kolblei (bliek), snoek, paling en baars. Brasem is niet aangetroffen. In 1998 was er een massale karperssterfte. De oorzaak hiervan is niet bekend (W. Ermers, pers. med.). Af en toe zijn er hengelaars (het wiel is niet verpacht als viswater). Regelmatig zijn er vijf tot acht aalscholvers te zien.

4.3.8. Systeembeschrijving en knelpunten

Het Wiel van Zuidewijn is een voedselrijke plas op de overgang van zand- naar veen- en kleigrond, die gevoed wordt door regen- en grondwater en wellicht ook oppervlaktewater uit het omringende gebied, dat bestaat uit weiland, tuinen en erven en een bosje. Het weiland was eerst in normaal agrarisch gebruik, maar wordt de laatste jaren verschaald.

Voedingsstoffen (o.a. fosfaten) worden toegevoerd door het grondwater, ganzen en eenden en wellicht ook oppervlaktewater. Daarnaast wordt het wiel belast door invallende boombladeren (o.a. van elzen, populieren en essen, die zeer snel verteren). Door de aanwezigheid van voedingsstoffen is er wel algengroei, maar blauwwieren zijn er weinig. Doordat het water troebel is zijn er geen onderwaterplanten, maar wel waterplanten met drijfbladeren, zoals gele plomp. De afgestorven algen en plantenresten zinken naar de bodem en werden daar steeds weer opgewerveld door karpers (resuspensie), waardoor het water voedselrijk bleef. Het is opmerkelijk dat na een massale karpersterfte rond 1998 de fosfaatconcentratie is afgenomen, wat wijst op een vermindering van de resuspensie.

De lagere fosfaatconcentraties hebben nog niet geleid tot een verminderde algengroei. De veranderde kleur van het water (van meer groen naar bruin) doet echter vermoeden dat de algengroei wel is afgenomen. De huidige troebelheid van het water, waarschijnlijk veroorzaakt door humus, verhindert vooralsnog de ontwikkeling van onderwaterplanten.

Het realistische *streefbeeld* voor de Brabantse wielen wordt door Grontmij (1996) geformuleerd als: *een wiel, gevoed door schoon grond- en/of oppervlaktewater, met een natuurlijk peilverloop, een goede zuurstofhuishouding en omgeven door een natuurlijke begroeiing.*

De belasting van het wiel door het grondwater is niet bekend, en evenmin die door het oppervlaktewater. Het peilverloop is maar tot op zekere hoogte natuurlijk. De fluctuatie is klein, doordat het water uit het wiel als het peil te hoog komt weg kan stromen richting afwateringskanaal. De zuurstofhuishouding laat te wensen over, terwijl de oeverbegroeiing deels goed ontwikkeld is.

4.3.9. Maatregelen

Het verwijderen van voedingsstoffen door baggeren is hier niet in de eerste plaats een goede maatregel, omdat de baggerlaag afwezig of dun is. Bovendien kan ook de daaronder liggende veengrond voedingsstoffen aan het water afstaan. De afnemende fosfaatconcentraties zijn al een positieve tendens. Gezien de huidige samenstelling van de visstand (ontbreken van brasem en waarschijnlijk ook karper, aanwezigheid van een roofvis als snoek) zullen ingrepen in de visstand waarschijnlijk weinig effect hebben op de waterkwaliteit.

Indien de toevoer van voedingsstoffen groter is dan de vastlegging in de bodem zal de algengroei niet verminderen en de helderheid niet toenemen. Voortzetting van de verschraling van de omgeving en het belemmeren van de toevoer van oppervlaktewater zijn daarom noodzakelijk. Ook de vrije toegang voor het vee, de aantallen watervogels en de bladinvall dienen te worden verminderd. Hiervoor is o.a. het kappen of inboeten van bomen langs de oever noodzakelijk, maar dat stuit op landschappelijke bezwaren bij de eigenaar.

Zelfs indien de bovenvermelde maatregelen worden uitgevoerd is toename van de helderheid (waardoor het milieu geschikt zou worden voor onderwaterplanten) niet verzekerd. De toevoer van voedingsstoffen door grondwater of het gehalte aan humusstoffen van het water kunnen nog te groot zijn. Daarover kan slechts nader onderzoek wellicht uitsluitsel over geven.

Het verhogen van de peilfluctuaties ('s winters ongeveer een halve meter hoger dan's zomers) zal de ontwikkeling van een rietgordel ten goed komen, hetgeen gunstig is voor de waterkwaliteit en de ontwikkeling van de visfauna. Indien de westoever wordt afgeschermd voor het vee zal de rietgordel zich daar beter kunnen ontwikkelen.

Aanbevolen wordt om in de droge greppels een dammetje aan te brengen, zodat er geen oppervlakkige toestroom van water via de greppels naar het wiel plaatsvindt.

De directe kosten van de vershraling van de omgeving zijn nihil. Voor het weren van vee volstaat een eenvoudig hekwerk en de peilfluctuaties kunnen worden verhoogd door het afsluiten van het wiel met een dammetje in plaats van stuw. Het waterpeil fluctueert dan met het grondwater en als het echt te hoog komt, stroomt het over het dammetje weg naar de bestaande afvoersloot. De kosten van de maatregelen bedragen ten hoogste enkele duizenden euro's.

Voor het monitoren van het effect van de maatregelen volstaat het huidige meetnet 'Waternatuur'.

4.4. Cluster 12. Goudberg

4.4.1. Ligging, eigendom

Het gebied Goudberg maakt deel uit van het natuurreservaat Strijbeekse Heide (ca 200 ha), dat eigendom is van het Staatsbosbeheer. Meer in het bijzonder gaat het hier om het Goudbergven of Patersmoer, dat op 500 m ten oosten van Strijbeek ligt.

4.4.2. Bodem en waterhuishouding

Het gebied binnen het paraboolduin is voormalig stuifzand (duinvaaggrond), daarbuiten komen voornamelijk veldpodzolen in leemarm tot zwak lemig fijn zand voor (Van Oosten 1964). Uit het zeer uitvoerige onderzoek van De Louw e.a. (2000) blijkt dat het ven op een schijnspiegel ligt en uitsluitend gevoed wordt door regenwater.

4.4.3. Plantengroei

Het Patersmoer is oorspronkelijk een voedselarm veenmoeras in de natte heide, dat is omgeven door een paraboolduin. Om het veen te ontginnen is een ontwateringssloot gegraven, die in 1959 werd afgedamd. Het waterpeil is toen een meter gestegen, waardoor zich een drijftil losmaakte van de omgeving. Sindsdien is er sprake van een drijvend veeneiland met een oppervlakte van ca 1,5 ha in een zogenaamd 'ringven' (Figuur 15) (Van Haperen e.a. 2002).

Er zijn in Nederland maar enkele vennen met zo'n drijvend veeneiland. Doordat er voor de planten op het eiland een constant waterpeil is ontwikkelt zich dan vaak een hoogveenflora, met verschillende soorten veenmossen en planten als lavendelheide, veenbes en eenarig wollegras. Deze soorten zijn ook in het Patersmoer aangetroffen, naast veenpluis en ronde zonnedauw. Vooral vroeger kwam er ook veel beenbreek op het veen eiland voor, maar tegenwoordig is de verspreiding ervan zeer beperkt.



Figuur 15. Het drijvend veeneiland in het Goudbergven (Google Earth, najaar 2005).

4.4.4. Beheer

Van nature ontwikkelt zich in een gezond hoogveen geen bos. Door de hoge atmosferische depositie van stikstofverbindingen is er echter een voortdurende ontwikkeling naar veenberkenbroek met zachte berk en gagel (Van Haperen e.a. 2002). Door medewerkers van het Staatsbosbeheer wordt de bosopslag daarom regelmatig verwijderd, als in de winter het ijs voldoende dik is en het materiaal daarover kan worden afgevoerd. In een kwakkelwinter is in 2002 of 2003 tijdens ijsbedekking de helft (ca 0,25 ha) van de opslag verwijderd. De andere helft is blijven staan omdat het inmiddels was gaan dooien. De scharrige bomen zijn nu 3-4 m hoog.

4.4.5. Maatregelen

Een beproefde methode voor verwijderen is om in voor- of najaar naar de drijftil te varen en gehuld in waadpak met een kettingzaag de bomen om te zagen en in mootjes te verdelen. De mootjes kunnen dan worden afgevoerd. Als de bomen worden gezaagd in het vroege voorjaar, als de sapstroom al op gang is, 'bloeden ze dood' en lopen niet meer opnieuw uit.⁸

⁸ Als de werkzaamheden niet in deze periode kunnen worden uitgevoerd kunnen de stompjes worden ingesmeerd met glyfosfaat (Roundup) om uitlopen te voorkomen (J.G.M. Roelofs, pers. med.). Het middel is weliswaar toegestaan, maar toepassing in natuurgebieden moet toch zoveel mogelijk worden vermeden.

Er bestaan geen normtarieven voor het verwijderen van opslag van drijvende eilanden. Het meest in de buurt komt het afzetten van een doorgeschoten griend en het uitdragen van het geoogste hout. Hiervan zijn de kosten samen ongeveer € 8200 per hectare. Rekening houden met het moeilijke terrein en de afvoer over het water bedragen de kosten hier snel het dubbele. Voor 0,25 ha betekent dat ca € 4100.

De monitoring van de effecten kan simultaan plaatsvinden met de activiteiten in het huidige meetnet Waternatuur, eens in de vier-vijf jaar. Er moet daarbij expliciet een Tansley-opname van de vegetatie van het drijvend eiland worden gemaakt. Het verdient aanbeveling zo'n opname ook voor de uitvoering van de werkzaamheden te maken (dus nog in de zomer van 2007).

4.5. Cluster 19. Ganzenven

4.5.1. Ligging, eigendom

Het Ganzenven (of Galderse Moer) ligt ca 1,5 km ten westen van Galder (gemeente Alphen-Chaam), tussen de Galderse Meren en de Galderse beek (Figuur 16), en is in het bezit van de heer A. Rommens (Meerseweg 1, Hoogstraten, België).

4.5.2. Omgeving en beheer

Het Ganzenven lag in een open heide, die in de eerste helft van de 20^e gedeeltelijk is bebost met grove dennen en gedeeltelijk in agrarisch gebruik is genomen (Figuur 16). De bomen staan vrijwel tot de rand van het ven (Figuren 17 en 18). Vlak langs het ven staan behalve grove dennen ook berken en eiken. Tussen het bos en het ven is een strook pijpenstrootjesgras van ca 5 m breed.

Op enkele tientallen tot honderden meters van het ven liggen enkele graslandjes. Tweehonderd meter noordelijk van het ven ligt de zandwinplassen Galderse Meren, die tegenwoordig als recreatiegebied worden gebruikt.

Er is geen informatie over menselijk gebruik van het ven, maar bij een bezoek in oktober 1982 zagen wij blikjes en borden aan de oostkant van het ven.

De afmetingen van het Ganzenven zijn gering: de oppervlakte is niet meer dan 0,5 ha.

4.5.3. Bodem en waterhuishouding

Het Ganzenven ligt in een voormalig stuifzandgebied (duinvaaggrond) met een diepe grondwaterstand (grondwatertrap VII) (Van Oosten 1964).

Het ven maakt deel uit van een reconstructiegebied 'Balleman', waarvoor door Jansen e.a. (2006) berekeningen zijn gemaakt van de grondwaterstand voor en



Figuur 16. Het Ganzenven (♦) en omgeving in 1904 (links) en 2005 (rechts). De afstand tussen de rechte lijnen bedraagt 1 km.

Figuur 17.

De grove dennen staan vrijwel tot de rand van het Ganzenven (Google Earth, oktober 2005).



na het uitvoeren van de plannen. Het gebied van het Ganzenven is te klein om goed te kunnen doorrekenen en op grond van een expertoordeel formuleren zij het onderstaande.

De maaiveldhoogte van het gebied rondom het Galgeven varieert tussen circa 5 m+NAP in dal van de Galderse Beek en bij de oever van de Galderse Meren en 7 m+NAP tot 9 m+NAP in het bosgebied. De berekende gemiddeld hoogste grondwaterstand ligt op 1 tot 2 m onder maaiveld. Het ven wordt voornamelijk gevoed door toestromend neerslagwater over een ondiepe slecht doorlatende laag. Mogelijk is tijdens maximale grondwaterstanden ook sprake van dagzomend grondwater.

Het Ganzenven is hydrologisch geïsoleerd. Rond het ven is een schijngrondwaterspiegel aanwezig in de vorm van een regenwaterlens, die het ven voedt.



Figuur 18. Het Ganzenven op 3 april 2007.

Door de aanplant van naaldbos is de toestroming van neerslagwater naar het ven afgenomen. Door interceptie (en extra verdamping) is de gemiddelde grondwateraanvulling van naaldbos circa 25% lager dan van het oorspronkelijke heidegebied.

De waterdiepte is gering, meestal maar enkele decimeters. Begin april 2007 was het ven vermoedelijk rond 1 m diep. In droge zomers zal het ven waarschijnlijk droog vallen. Volgens Van der Voo (1957c) was hier een dikke modderlaag, maar in 1982 was er een sliblaag van slechts enkele centimeters dikte (H. van Dam, ongepubl.). In april 2007 zagen wij een laag vrij grof bruin (niet stinkend) detritus van 1-2 dm dikte.

4.5.4. Waterchemie

Redeke en De Vos (1932) geven een $\text{pH} \pm 6,0$ voor een 'Tümpel auf der Galderschen Heide', gemeten in augustus 1928, wat waarschijnlijk op dit ven betrekking heeft.

De overige beschikbare chemische gegevens zijn vermeld in Bijlage 3. Hieruit blijkt dat de chemische samenstelling van het water uit het Ganzenven veel overeenkomst vertoont met die van regenwater. Het water is daarbij sterk humeus, zoals blijkt uit de donkerbruine kleur die we in april 2007 waarnamen.

Sinds 1964 is het ven duidelijk minder zuur geworden: de pH is gestegen van 3,9 naar 6,1. Ammoniumstikstof was in 1964 met 0,02 mg/l laag en in 1982 met 4,17 mg/l extreem hoog. In 2002 werden aanzienlijk lagere waarden gemeten (0,22 mg/l). Sulfaat is met een daling van 18,1 mg/l in 1964 tot 13,5 mg/l in 2002 niet zeer sterk afgenomen. De gemiddelde concentratie totaal-fosfaat in

2002 is met 0,21 mg/l voor een ven erg hoog. In combinatie met het hoge gehalte aan totaal-stikstof betekent dit dat het ven voedselrijk is.

In Tabel 9 zijn enkele fysisch-chemische waarnemingen van het ven uit 2002 apart vermeld. Daarin zijn de hoge waarden van sulfaat in mei en van bicarbonaat uit september opmerkelijk. Hoge waarden voor sulfaat worden in vennen vooral gemeten na droge perioden, als het in de bodem aanwezige sulfide wordt geoxideerd (Van Dam 1988). In mei 2002 is de temperatuur van het venwater sterk gestegen en vond ook indamping plaats, gezien de stijging van chloride. Binnen een maand was sulfaat weer op een normaal peil, dankzij reductieprocessen. In die reducerende omgeving zijn veel fosfaten vrijgekomen. In die periode steeg ook de concentratie van organische gebonden (Kjeldahl-) stikstof sterk. In september was er door de reductieprocessen zoveel alkaliniteit geproduceerd dat er een piek was van bicarbonaat.

De eutrofiëring van het Ganzenven wordt dus, althans voor een deel, sterk bepaald door de invloed van atmosferische depositie van in de modderlaag geaccumuleerde zwavelverbindingen.

Tabel 9. Geselecteerde fysisch-chemische waarnemingen van het Ganzenven uit 2002.

Datum	T °C	O ₂ mg/l	pH	N-Kjeld. mg/l	N-tot mg/l	P-tot mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l
05 feb	9.0	8.3	6.0	2.0	2.1	0.1	4	4	5
06 mrt	6.0	6.3	5.5	1.4	1.5	0.1		4	4
08 apr	8.5	6.6	5.7	1.6	1.8	0.1	2	4	3
06 mei	11.0	7.5	6.4	1.9	2.3	0.1	4	95	7
04 jun	17.5	5.5	5.4	6.0	6.1	0.6	5	4	11
03 jul	16.5	7.6	5.8	2.9	3.2	0.2	2	8	6
06 aug	19.0	5.3	6.0	7.4	7.5	0.7	6	4	8
05 sep	19.0	9.9	5.7	2.4	2.6	0.1	160	8	6
30 sep	14.5	7.5	7.0	2.8	2.9	0.2		5	5
31 okt	10.0	3.1	6.3	1.9	2.1	0.1	3	10	7
04 dec	6.5	1.4	7.0	2.5	2.6	0.1		3	6

4.5.5. Plantengroei

Macrofyten

De beschikbare gegevens over de plantengroei zijn samengevat in Tabel 10. Van der Voo (1957b) constateerde een duidelijke zonering met veel waterveenmos en vensikkelmos in het toen 0,5 m diepe water. Meer naar de oever was er veel veenpluis, waarop een gordel met veel pijpenstrootje volgde. De vegetatie maakte nog een gave indruk op Van der Voo en hij achtte het ven landschappelijk van belang. Hij kon toen nog niet weten dat de begroeiing eigenlijk al karakteristiek was voor verzuurde vennen. Volgens Nieser (1964) zou het hoogveen in deze voormalige turfplas weer regenereren.

Tabel 10. Plantengegevens uit het Ganzenvan. De soorten zijn gerangschikt in ecologische groepen. =: aanwezig met onbekende hoeveelheid.

Ecologische groep	Jaar	1957	1982	2002
Soort	Bron*	1	2	3
<i>Soorten van verzuurde en/of geëutrofiëerde wateren</i>				
vensikkelmos		veel		
waterveenmos		+	veel	
knolrus		+	veel	
pijpenstrootje		+	veel	weinig
gewone waterbies		veel	vrij veel	
pitrus			+	weinig
waternavel		+	+	
<i>Soorten van (zeer) zwak gebufferde wateren</i>				
veelstengelige waterbies		+	+	
<i>Overige soorten</i>				
dopheide		weinig	+	
veenpluis		veel	vrij veel	
Totaal aantal soorten		9	9	2

*1: Van der Voo (1957b), 2: H. van Dam (ongepubl.), 3: AquaSense (2004)

In 1982 was deze zonering in hoofdzaak nog intact. Er werd toen ook nog veel kikkerdrilwier (*Batrachospermum*) aangetroffen, dat in sterk verzuurde vennen niet voorkomt. In 2002 werd een dramatische verslechtering geconstateerd: er komen geen waterplanten en echte oeverplanten meer voor. Langs de oever staan dan alleen nog pitrus en pijpenstrootje. In april 2007 zagen op een vlak gedeelte van de oostelijke oever nog gele lis, een duidelijke indicatie van de toegenomen voedselrijkdom van het ven.

Fytoplankton

Nieser (1964) onderzocht enkele malen de samenstelling van het fytoplankton. Hij trof vooral de kolonies van het goudwier *Dinobryon divergens* aan. Dit is een soort van voedselarme meertjes (Reynolds 2006). Verder vond hij nog enkele sialgalen uit voedselarme, zure omgeving, zoals *Closterium striolatum* en *Micrasterias truncata* (Coesel 1998).

In 2002 was de fytoplanktongemeenschap totaal veranderd. Sialgalen werden niet meer gevonden. De gemeenschap werd gedomineerd door de flagellaat *Cryptomonas erosa*⁹, die karakteristiek is voor kleine, geëutrofiëerde meren Reynolds (2006). Daarnaast vond AquaSense (2004) hier nog veel andere flagellaten, zoals de 'beruchte' slijmalg *Gonyostomum semen*, een plaagalg uit humeuze, licht zure en eutrofiërende meren (Koskamp 2003).

Kiezelwieren

Er zijn gegevens van de kiezelwieren uit netplanktonmonsters van 1950, 1982 en 2002 (H. van Dam ongepubl., AquaSense 2004). In het oudste monster waren

⁹ *C. erosa* is een fagotrofe soort, dat wil zeggen dat hij kleine deeltjes, zoals bacteriën kan verteren.

13 soorten, waaronder soorten uit zure, humeuze, droogvallende wateren, maar ook veel *Nitzschia paleaeformis*, die karakteristiek is voor zure wateren met een hoge aanvoer van nutriënten. In de tellingen van de andere jaren werden maar drie of vier soorten gevonden. In 1982 was dit vooral de verzuringsindicator *Eunotia exigua* voor en in 2002 *E. bilunaris*, een soort die een zeer brede ecologische range heeft in het zure tot zwak alkalische gebied en ook bij verhoogde nutriëntenconcentraties kan voorkomen.

4.5.6. Systeembeschrijving en knelpunten

Het Ganzenven is een hydrologisch geïsoleerd plasje van ten hoogste een halve hectare oppervlakte op een schijnspegel in een voormalige heide- en stuifzandgebied. Door de aanplant van grove dennen, die thans vrijwel tot aan de rand van het ven staan, is de toestroom van water naar het ven verminderd en zijn de wisselingen in waterstand waarschijnlijk vergroot. Het ven is ondiep en valt in droge zomers waarschijnlijk droog.

In de chemische samenstelling is de regenwaterherkomst duidelijk herkenbaar. In de sliblaag is veel zwavel in gereduceerde vorm aanwezig, dat tijdens droge perioden wordt geoxideerd en daarna geleidelijk weer wordt gereduceerd. In dit milieu komen de nutriënten die in het slib zitten (ten minste voor een deel strooisel van de omringende bomen) vrij, wat tot eutrofiëring van het ven heeft geleid. Die is duidelijk herkenbaar in een achteruitgang van het aantal soorten hogere planten en grote verschuivingen in de samenstelling van het fytoplankton en de kiezelwieren.

Gezien de ligging in het landschap is het Ganzenven van nature een zuur en ongebufferd ven (type M13). Dat was tot voor enkele decennia nog duidelijk herkenbaar in de levensgemeenschap, maar thans is deze sterk verarmd door een combinatie van toevoer van sulfaat en nutriënten uit de atmosfeer en het omringende bos.

4.5.7. Maatregelen

Om de toevoer van nutriënten uit het sediment en de omgeving te stoppen is het nodig om het bos in de naaste omgeving van het ven, ten minste in een zone van 30 m uit de venoever en zo mogelijk meer (50 tot 100 m), te verwijderen. Daardoor wordt ook de interceptie van het water verminderd en kan meer water oppervlakkig naar het ven toestromen. Omdat de grootte van het gebied met de schijnspegel niet bekend is kan niet precies worden aangegeven tot hoever verwijdering van het bos in hydrologisch opzicht zinvol is. Om de windwerking op het ven te vergroten, en daardoor de accumulatie van organisch materiaal te verminderen, is een zo open mogelijke omgeving het beste.

Voorts dienen het slib uit het ven en een deel van de pijpenstrootjespollen langs de oever te worden verwijderd.

Het ven is en blijft zeer gevoelig voor verzuring. Het is daarom zinvol om na het verwijderen van de bomen en het slib te monitoren hoe het ven zich herstelt.

Misschien gaat dat best goed want de atmosferische depositie is de laatste jaren

steeds verder afgenomen en de verzuring van vennen neemt daardoor af (Aqua-Sense 2003).

Indien na twee tot vijf jaar nog onvoldoende verbetering optreedt is lichte bekal-king van de omgeving van het ven te overwegen. Deze maatregel is effectief gebleken in enkele kleine vennen (Dorland 2000) en wordt momenteel getest in het wat grotere Groot Huisven bij Boxtel.

De kosten van het kappen van het bos zijn in dit stadium moeilijk in te schatten; ze zijn sterk afhankelijk van de afzetmogelijkheden van het geoogste hout. De kosten zouden volgens voetnoot 2 tegen de € 10 000 bedragen, maar dit zou wel eens mee kunnen vallen omdat het om een in verhouding langgerekt ven gaat, waar de bagger (inclusief een deel van de pijpenstrootjespollen) , als de bomen verwijderd zijn, betrekkelijk eenvoudig vanaf de kant machinaal verwijderd kan worden. Dan zou wellicht met enkele duizenden euro's kunnen worden volstaan. Er dient hierbij wel voorzichtig te werk worden gegaan, want de ondoordring-bare laag waarop de schijnspiegel ligt, mag niet worden beschadigd.

Voor het monitoren van de effecten volstaat het huidige meetnet 'Waternatuur'.

4.6. Cluster 20. Wielen Haagse Dijk

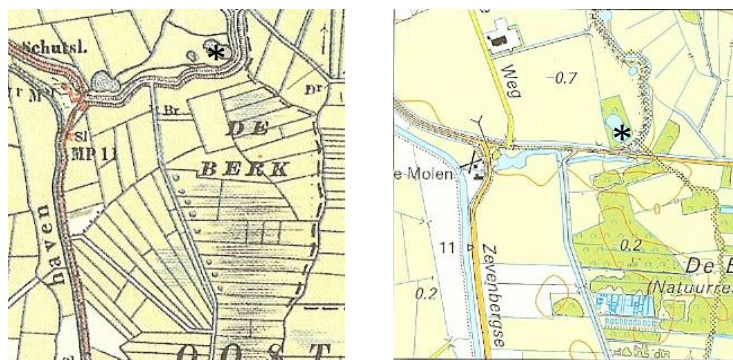
4.6.1. Ligging en eigendom

Aan weerszijden van de bijna drie km lange Haagse Dijk, ongeveer vijf km wes-telijk van Breda, liggen zes grotere en kleinere doorbraakkolken of wielen. Ze zijn waarschijnlijk bij ontstaan tijdens de Sint-Elisabethsvloed van 1421 bij overstromingen van de beneden-Mark (Damoiseaux en Vos 1987).

Enkele van deze wielen, waaronder het grootste (Zandwiel), zijn in het bezit van het Staatsbosbeheer, dat gaandeweg bezig is hier een groot moerasreservaat, de Haagse Beemden, te ontwikkelen (Van Haperen e.a. 2002).

Het door ons geselecteerde wiel, lokaal bekend als Romme's wieltje of weeltje, ligt in de Zwartenbergse Polder en is het op één na grootste (0,33 ha) in de reeks (Figuur 19). Anders dan in het Zandwiel is het visrecht hier niet verpacht, hoewel de eigenaar (de heer W.B.M. Vermunt) de leden van de hengelsportvere-niging 'De Kleine Voorn' hier heeft toegestaan te vissen. Een andere reden voor de selectie van dit wiel is de aanwezigheid van kwel uit het nabijgelegen natuur-gebied 'De Berk', hetgeen een goed uitgangspositie is voor natuurherstel- en ontwikkeling.

Het grasland ten westen van het wiel is in normaal agrarisch gebruik bij de heer M.B.R. Vermunt, het taps toelopende perceel aan de noord- en oostzijde van het wiel is sinds 1995 niet bemest, doordat er subsidie werd verkregen op grond van de Verordening Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer Provincie Noord-Bra-bant (SAN). Omdat deze regeling in 2006 is opgezegd is dit perceel in 2007 weer bemest. De gronden in het natuurgebied 'De Berk', ten zuiden van de



Figuur 20. Het Romme's weeltje (*) met omgeving in 1894 (links) en 2005 (rechts). Het geselecteerde gebied is steeds 1 km².

Strijpenseweg, die vlak langs het wiel loopt, en ten oosten van de Haagse Dijk worden niet bemest.

4.6.2. Omgeving en beheer



Figuur 20. Het Romme's weeltje met omgeving in het najaar van 2005.

Vanouds is het wiel omgeven door grasland, dat al naar gelang de ligging meer of minder intensief in agrarisch gebruik was. In de Haagse Beemden was vooral hooiland. 's Winters stonden de hooilanden grotendeels onder water (Caspers & Post 1996).

In het kader van de ruilverkaveling zijn er in 1973 bomen om het wiel geplant. In 1985 zijn de bomen verwijderd en is er 0,66 ha hakhout (van diverse soorten) voor in de plaats gekomen (W.B.M. Vermunt, pers. med.).

Vóór de ruilverkaveling werd er op het wiel gevist, maar in de eerste jaren daarna niet. In de eerste helft van de jaren tachtig is er vis uitgezet. Om te voorkomen dat de vis het wiel zou verlaten is door de heer W. B.M. Vermunt toen een tenen vlechtwerk gemaakt dat in de sloot aan de zuidkant van het wiel is geplaatst.

4.6.3. Bodem en waterhuishouding

Net als de wielen bij Capelle liggen de wielen langs de Haagse Dijk in de 'Naad van Brabant', het overgangsgebied van de hogere zandgronden en de lager gelegen klei- en veengebieden (Caspers & Post 1996). Volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Damoiseaux & Vos 1987) ligt het wiel te midden van veen-

gronden met een kleidek van enkele decimeters en met het zand ondieper dan 1,2 m. Ten oosten van de Haagse Dijk en ten zuiden van de Strijpenweg ligt een complex van veengronden met en zonder kleidek, met 's winters nog steeds hoge grondwaterstanden (minder dan 4 dm vanaf het maaiveld).

De bodem van het westelijk gelegen landbouwgebied wordt getypeerd als kleiig veen met een grondwatertrap III*. De maaiveldhoogte varieert volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland (5x5m) van -0,50 tot 0,00 m NAP.

Doordat de gronden ten oosten en ten zuiden van het wiel 0,5-1 m hoger liggen dan het wiel is er sprake van kwel naar het wiel, dat in een slootje tussen het hakhout en het taps toelopende perceel aan de oostkant ook zichtbaar is in de vorm van ijzerneerslag.

Het Romme's wiel staat aan de zuidzijde in open verbinding (via het vervallen vlechtwerk) met een sloot tussen de Haagse Dijk en het hakhout. Deze sloot staat weer in verbinding met de sloten in de rest van de Zwartenbergse Polder. Het peil van Romme's wiel gaat mee met het polderpeil, dat tegennatuurlijk fluctueert ('s-zomers -1,60 m NAP en 's-winters -1,80 m NAP).

De bodem van het wiel is een vaste zandbodem, die waarschijnlijk ongeveer 16 m beneden het waterpeil ligt. Daarop heeft zich een dik pakket zwarte modder ontwikkeld, die een zeer slappe consistentie heeft en waar de peilstok (3,5 m lang) tijdens een veldbezoek in april 2007 moeiteloos geheel kon worden ingedrukt.

De oevers van het wiel zijn zeer steil: al op enkele meters van de oever ligt de vaste zandbodem al meters diep.

De waterdiepte bedraagt gemiddeld maar ongeveer 5 dm en plaatselijk ca 8 dm, hoewel dit moeilijk is te bepalen door de slappe van de modder. Volgens de heer W. Donkers (secretaris van de HSV 'De Kleine Voorn') bedroeg de diepte 15 jaar geleden in het midden nog 2 – 2,5 m, zodat de dikte van de modderlaag elk jaar ongeveer 1 dm toeneemt.

Door het Waterschap Brabantse Delta zijn in december 2005 fosfaatbepalingen in de bovenste tien centimeter van de modderlaag verricht. De gehalte lagen tussen 0,49 en 1,35 mg P per g droge stof, hetgeen zeer hoog is. Het slib kan dus veel voedingsstoffen naleveren. In december 2004 zijn ook door het waterschap bepalingen van o.a. metalen, PAK's, organochloorverbindingen en PCB's verricht. Het slib behoort tot klasse 0 en is dus schoon. Het kan zonodig in de omgeving worden verspreid.

4.6.4. Waterchemie

De gemiddelde zuurstofverzadigingspercentages in de periode 1995-2006 zijn gemeten door de HSV 'De Kleine Voorn'. De resultaten zijn vermeld in Tabel 11. Omdat er een groot verschil bleek in de metingen in de perioden tot en met 2000 en daarna zijn de gemiddelden van de perioden afzonderlijk vermeld, maar zuurstofloosheid treedt pas voor het eerst in augustus 2001 op. Sindsdien zijn er in de periode juni-september meestal maanden met zuurstofloosheid en ligt de zuurstofverzadiging dan nooit hoger dan 6%. Zulke lage percentages zijn

dodelijk voor veel vissen. Meestal gaan lage zuurstofconcentraties gepaard met een sterke ontwikkeling van giftige sulfiden en vrij ammonium.

Tabel 11. Gemiddelde zuurstofverzadigingspercentages (maandelijkse metingen W. Donkers).

Maand	95-'00	01-'06
Januari	70	97
Februari	78	85
Maart	77	100
April	67	52
Mei	67	23
Juni	62	8
Juli	53	6
Augustus	50	3
September	49	5
Oktober	52	69
November	69	64
December	64	59
Gemiddeld	65	45

Tot en met 2000 zijn de zuurstofgehalten in de zomer weliswaar vrij laag (gemiddeld rond 50%),

Overige fysisch-chemische parameters zijn niet bekend, maar zonder meer mag worden aangenomen dat het water rijk is aan voedingsstoffen.

Het water is wel altijd betrekkelijk helder.

4.6.5. Plantengroei

Sinds de aanplant van bomen en hakhout heeft zich in het wiel een steeds dikkere krooslaag ontwikkeld. De laatste jaren is het wiel van medio april tot in oktober met een centimeters dikke laag kroos bedekt (Figuur 21). Vooral vanaf 2000 is de ontwikkeling van de krooslaag sterk toegenomen (W. Donkers, pers. med.). Op een enkele plek komt daarnaast nog waterlelie en gele lis voor.

4.6.6. Fauna

In augustus 2003, toen het zuurstofverzadigingspercentage (niet voor het eerst) nul procent bedroeg, is massale vissterfte opgetreden, waarbij de volledige visstand om het leven is gekomen.

In het najaar van 2005 is de visstand uitvoerig onderzocht door Van Giels & Vernooij (2006). Zij schrijven 'De ecologische gesteldheid van het Romme's wiel is goed ten opzichte van de natuurlijke referentie (M11, kleine ondiepe gebufferde plassen). Er is geen brasem aangetroffen in het wiel. Het aandeel zeelt resulteert in een goede score voor de deelmaatlaten plantminnende en zuurstoftolerante vis. De uiteindelijke score van de concept-maatlat is echter discutabel, omdat de slechte rekrutering en leeftijdsopbouw en het geringe aantal soorten een slechte ecologische toestand voor vis aangeeft'.

De omvang van het visbestand werd geschat op totaal 66,9 kg/ha, waaronder blankvoorn (11,2 kg/ha, driedoornige stekelbaars (13,0), karper (14,0), tiendoornige stekelbaars (16,2) en zeelt (11,5). Roofvissen werden niet gevangen. Zeelt is de enige soort die lage zuurstofgehalten goed kan verdragen. De leeftijdsopbouw is onevenwichtig: grotere vissen ontbreken, waarschijnlijk als gevolg van de vissterfte van 2003.

In de lange zomerse perioden van zuurstofloosheid kunnen vissen niet overleven. Het visbestand in 2005 bestaat daarom waarschijnlijk uit dieren uit de

omringende (plantenrijke) poldersloten die het wiel hebben weten te bereiken door de verbindingssloot. (W. Donkers, pers. med.)



Figuur 21. Rommes' wiel vanaf de zuidzijde gezien in de zomer. Het hele wateroppervlak is met kroos bedekt (W. Donkers).

Op het wiel bevinden zich regelmatig meerkoeten en eenden (W.B.M. Vermunt en W. Donkers, pers. med.). In de bosjes rond het wiel werden in 2003 bij een inventarisatie door de Provincie Noord-Brabant (ongepubl.) algemene struweelsoorten als staartmees, zwartkop en tuinfluiter broedend aangetroffen.

4.6.7. Systeembeschrijving en knelpunten

Het Romme's wiel is van oorsprong een diepe plas in een open landschap, gevoed door oppervlaktewater uit het agrarisch gebied van de Zwartenbergse Polder en kwelwater uit aangrenzende natuurgebieden. Hoewel het licht vrij toegang tot de plas had zal er vanwege de steile oevers in het verleden geen uitgebreide zonering van water- en oeverplanten zijn geweest.

Na het planten van bomen en hakhout rond de plas in het begin van de zeventiger jaren van de vorige eeuw is de beschaduwing toegenomen en wordt de plas bovendien belast met de voedingsstoffen die bij het verteren van het blad vrijkomen. Door de beschutting en de grote hoeveelheid voedingsstoffen kon zich hier een dikke krooslaag ontwikkelen, die vanaf 2000 in de zomermaanden een gesloten dek vormt.

Onder het kroosdek wordt het zuurstof 's zomers geheel verbruikt, waardoor in de zomer van 2003 totale vissterfte is opgetreden. Sindsdien zijn slechts vijf soorten aangetroffen, o.a. zeelt, die bestand is tegen grote zuurstoffluctuaties, terwijl roofvissen afwezig zijn. De aangetroffen vissen zijn waarschijnlijk het wiel ingezwommen vanuit naburige (plantenrijke) poldersloten. De zuurstof-

huishouding is sinds 2003 echter niet verbeterd, waardoor de kans op vissterfte nog steeds groot is.

Door de vallende bladeren en het kroos wordt jaarlijks ca 1 dm bagger gevormd, waardoor de gemiddelde diepte nu nog maar 5 dm is.

4.6.8. Maatregelen

Alleen al om het voortbestaan van het wiel als oppervlakte te waarborgen moet het aangroeien van de baggerlaag worden tegengegaan. Daartoe dient het hakhout op zijn minst te worden afgezet en beter nog, geheel te worden verwijderd, inclusief de stobben.¹⁰ Het voormalige hakhoutperceel dient vervolgens jaarlijks te worden gemaaid en niet te worden bemest.

Door het wiel uit te baggeren wordt de aanwezige sliblaag verwijderd en het water weer op diepte gebracht. Daardoor zullen watertemperatuur en zuurstofgehalte minder gaan fluctueren, waardoor de overlevingskansen voor vis zullen toenemen (Van Giels & Vernooij 2006).

Door het baggeren worden tevens de voedingsstoffen verwijderd, wat vermindering van de krooslaag tot gevolg kan hebben. Door in de winter te baggeren wordt tevens het, op de bodem overwinterende, kroos verwijderd (Scheffer & Cuppen 2005).

Het is de vraag tot welke diepte moet worden gebaggerd. Het is waarschijnlijk niet zinvol de modder tot op de zandbodem te verwijderen. Dit is niet alleen veel werk, maar bovendien wordt hiermee het paleoecologisch archief¹¹ vernietigd. In eerste instantie kan worden uitgebaggerd tot een diepte van ongeveer vijf meter om af te wachten hoe de situatie zich dan verder ontwikkelt. Het is de moeite van het overwegen waard om op die diepte van vijf meter voorzichtig een zandlaag van ongeveer een decimeter dikte aan te brengen. Op die manier kan wellicht worden voorkomen dat voedingsstoffen uit het sediment worden nageleverd naar het open water.

Hoewel er geen water(kwaliteits)balans van het wiel beschikbaar is mag worden aangenomen dat er via de sloten tamelijk voedselrijk water in het wiel komt en via het kwelwater voedselarm water. Daarom verdient het aanbeveling de verbinding met het polderwater te verbreken door het leggen van een dammetje. Hierdoor zullen ook de fluctuaties van het waterpeil toenemen, wat een gunstig effect kan hebben op de levensgemeenschap.

¹⁰ Voor het verwijderen van het bosje is in verband met de Boswet toestemming nodig van de Dienst Uitvoering Regelingen (DUR). Er dient ontheffing te worden verleend of er moet compensatie worden gezocht door aanplant elders. De DUR overlegt met de bij de Provincie Noord-Brabant werkzame ambtenaar die belast is met het toezicht op de uitvoering van de Boswet. Het verdient aanbeveling eerst te overleggen met deze ambtenaar.

¹¹ Vooral in diepere wateren, maar zelfs in vennen van 1-2 m diep, wordt jaarlijks een sediment van gedeeltelijk verteerde resten van organismen (slib) afgezet. In de loop der jaren ontstaat een steeds dikker pakket aan informatie over het verleden, die kan worden ontcijferd met biologische en chemische technieken (zie bijv. Van Dam e.a. 1988, Teunissen 1996). Daarom dient voor het uitvoeren van ingrijpende baggerwerkzaamheden toestemming te worden verkregen van de provinciaal archeoloog.

Aanbevolen wordt om de sloot aan de oost- en de zuidzijde van het wiel te dempen. Deze sloten vangen een gedeelte van de kwel af die richting het wiel stroomt. Bovendien liggen de sloten zo dicht op het wiel, dat ze als het wiel geïsoleerd wordt met behulp van een dam, het waterpeil in het wiel nog sterk bepalen. Als het twee dagen niet regent is het waterpeil in het wiel naar verwachting gelijk aan het waterpeil in de sloten. Dat betekent dat ondanks de isolatie van het wiel, de waterpeilen op het wiel nog steeds tegennatuurlijk zullen zijn (hoog in de zomer en laag in de winter).

Het vee heeft door de sloten om de plas nu geen toegang tot het wiel. Als er sloten worden gedempt of afgedamd dient het vee, bijvoorbeeld door het plaatsen van een eenvoudig hekwerk, van het wiel te worden geweerd, ter voorkoming van voedselverrijking en het intrappen van de oevers.

Het uitzetten van vis in het wiel is ecologisch gezien niet echt noodzakelijk. Indien er ten behoeve van de hengelsport vis wordt uitgezet moeten dat geen bodemwroetende vis zijn. Te denken valt aan blankvoorn, rietvoorn en roofvis.

De kosten van het vellen en opruimen van bomen en hakhout, inclusief stobben zijn sterk afhankelijk van de afvoer- en gebruiksmogelijkheden. Gedacht moet worden aan een bedrag in de orde van € 5 000 - 10 000. Door de bagger op te zuigen en het slib te verspreiden over de aangrenzende percelen (niet het taps toelopende perceel aan de oostzijde, dat zo schraal mogelijk moet blijven!¹²), kunnen de kosten van het baggeren beperkt blijven, wellicht tot een zelfde bedrag als voor het opruimen van het hakhout.

Het opwerpen van een dammetje in de afvoer kost niet meer dan enkele honderden euro's.

Het Romme's wiel is niet opgenomen in het meetnet 'Waternatuur'. Vóór het uitvoeren van de werkzaamheden dient ten minste een half jaar lang, liever nog een jaar, maandelijks een fysisch-chemische bemonstering te worden uitgevoerd pH, geleidbaarheid, helderheid, macro-ionen, zuurstof, biochemisch zuurstofverbruik, nutriënten). Dat dient een jaar na de uitvoering van de maatregelen te worden herhaald en vervolgens elke vier tot vijf jaar. Parallel hieraan dienen Tansley-opnamen van de water- en oevervegetatie te worden vervaardigd. Ongeveer vijf jaar na de uitvoering van de maatregelen dient ook de visstand weer te worden onderzocht.

¹² Voor het productieverlies door vershraling van het taps toelopende perceel dient de eigenaar schadeloos te worden gesteld, bijvoorbeeld door het hervatten van de SAN-subsidie. Het perceel aan de noordzijde van het wiel ligt in zandgrond en is daarom beter geschikt voor het bergen van de specie dan het perceel aan de westzijde, dat weinig is. De eigenaren van de plas en de aangrenzende gronden zijn in beginsel bereid om hier aan mee te werken, maar de details moeten nog nader worden overeengekomen.

Het is zeer zinvol als de maandelijkse bepalingen van het zuurstofgehalte door de HSV 'De Kleine Voorn' worden voortgezet en dat na het waarnemen van bijzonderheden contact wordt opgenomen met het waterschap om eventueel nader onderzoek te verrichten.

5. Herstelplannen overige wateren

5.1. Cluster 1. Moergat

5.1.1. Ligging en eigendom

Het Moergat is een geheel met bos omzoomd poeltje in een, relatief diep gelegen, onontgonnen restant in het landbouwgebied ten zuiden van Schijf (Gemeente Zundert), nabij de kruising van de Oude Zoek en de Zoekse Dijk (Figuur 22). Het plasje en het omringende bosje is in het bezit van de heer J.C.M.F. Van Loon en familie te Essen (B).



Figuur 22. Het Moergat (*) met omgeving in het najaar van 2005 (Google Maps, links) en in 1908 (Topografische Kaart, rechts)

5.1.2. Omgeving en beheer

In de 19^e eeuw was de Oude Zoek, de omgeving van het Moergat, met een oppervlakte van meer dan 200 ha het grootste ven van ons land, groter dan het Grootte Meer bij Ossendrecht (Braat e.a. 1997). In de jaren tachtig van de 19^e eeuw werd het gebied drooggemalen en grotendeels getransformeerd in landbouwgebied (Figuur 22). Het huidige Moergat is slechts een minuscule fragment open water op het diepste punt van het voormalige ven (Figuur 23).

Aan de randen van het Moergat komt hakhout op rabatten voor, met daartussen afwateringssloten. De structuur van het geheel wijkt sterk af van de omliggende landbouwpercelen. In het westelijk deel is de percelering grotendeels bewaard gebleven en zorgen bomenrijen voor een coulisse-effect. Op een aantal plaatsen wordt de rand van het venfragment gemarkeerd door een aarden kade, relict

van de werkzaamheden ten behoeve van de drooglegging. Op de oevers staan elzen en verspreide grauwe wilgen (Klink 2004).

Het plasje wordt beïnvloed door verdroging als gevolg van daling van de grondwaterstand (J.C.M.F. Van Loon, pers. med.). Ongeveer in 1970 is de plas uitgebaggerd. Toen is ook het eiland in het midden van het plasje aangelegd. De oevers worden jaarlijks gemaaid en af en toe wordt het wilgenstruweel uitgedund.

Het bosje (ca 2,5 ha) en het plasje (ca 0,25 ha) worden niet of nauwelijks door het publiek bezocht.



Figuur 23. Het Moergat in de zomer van 2003 (Klink 2004).

5.1.3. Bodem en waterhuishouding

Volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Damoiseaux 1982) ligt het Moergat nog juist in een gebied met een lemige veldpodzol, met een oude kleilaag van ten minste 4 dm dik op 0,4 – 1,2 m diepte. Vlak westelijk van het Moergat gaat de veldpodzol over in een moerige podzolgrond, ook met de oude kleilaag.

Het Moergat wordt getypeerd als een laagte op een terrasvlakte. Het ligt volgens geohydrologisch onderzoek van TNO (Stuurman e.a. 2001) in een intermediair gebied. Dit betekent dat er soms wat infiltratie en soms wat locale kwel kan optreden. Er zijn geen duidelijke sporen van kwel, maar wel indicatoren van toestromend (ijzerhoudend) grondwater. Naar verwachting is dit vooral grondwater uit het bosgebied zelf. De stijghoogte van het freatisch grondwater varieert van 10 m+NAP tot 11 m+NAP.

De maximale waterdiepte bedraagt ruim één meter. Het plasje heeft een wisselende waterstand en valt eens in de 2-5 jaar droog. Door middel van sloten heeft het plasje contact met de omgevende landbouwgrond (J.C.M.F. Van Loon, pers.

med.) . In september 1995 werd directe afstroming van landbouwwater in het plasje waargenomen (AquaSense 1995).

Het ven heeft een dikke sliblaag, waardoor het ecologisch slecht functioneert (IGA Turfvaart – Bijloop).

5.1.4. Waterkwaliteit

Uit chemische analyses (Bijlage 3) blijkt dat de concentraties aan totaal-stikstof (3,0 – 4,0) en totaal-fosfaat (0,38 – 0,43 mg/l) de grenswaarden van respectievelijk 2,2 en 0,15 mg/l in de jaren 1995, 2003 en 2007 fors overschrijden.

De zuurgraad (pH) ligt tussen 6,1 en 6,4 en het ven is daardoor licht zuur.

Het water is met een Ionic Ratio van rond de 0,55 en een geleidingsvermogen van rond de 200 µS/cm relatief sterk grondwaterachtig. Dat wijst erop dat het ven in belangrijke mate gevoed wordt door andere bronnen dan regenwater: grondwater en/of toestromend oppervlaktewater. De zuurstofhuishouding is slecht: er komen vaak lage zuurstofgehalten voor (verzadigingspercentage jaargemiddeld tussen 25 en 43% ('s zomers vaak lager dan 10%), hetgeen voor veel diersoorten schadelijk is.

5.1.5. Plantengroei

Macrofyten

De plantengroei van het Moergat is diverse malen meer of minder intensief onderzocht. De resultaten zijn vermeld in Tabel 12.

In 1957 was het open water over het gehele oppervlak begroeid met drijvend fonteinkruid, een soort van (matig) voedselrijke wateren en daaronder een dik pakket ven vensikkelmos, een indicator van (stik)stofverrijking in een oorspronkelijk voedselarm water. In 2003 was er in het water alleen nog wat klein

Tabel 12. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in het Moergat. 1 = weinig, 2 = matig veel, 3 = veel, >3 = dominant.

<i>Ecologische groep</i>	Jaar	1957	1993-'95	2003	<i>Ecologische groep</i>	Jaar	1957	1993-'95	2003
Soort	Bron*	1	2	3	Soort	Bron*	1	2	3
<i>Hoogveensoorten</i>					<i>Soorten van voedselrijke wateren en oevers</i>				
Veenpluis		1			Drijvend fonteinkruid		>3		
<i>Soorten van (matig) voedselarme wateren en oevers</i>					Waterviolier		1		
Snavelzegge		3			Gewoon watervorkje		3		
Wateraardbei		3	3	3	Grote/kleine lisdodde		3	3	3
Egelboterbloem		1			Mattenbies		2	1	
Zwarte zegge		1			Gewone waterbies		3	3	
Kruipwilg		1			Grote wederik		1	2	3
Geoorde/grauwe wilg		1	2	2	Hennegras		1		
<i>Soorten van zwakgebufferde wateren</i>					Zwarte els		3		3
Ondergedoken moerasscherm		1			<i>Soorten van overmatig voedselrijke wateren en oevers</i>				
Waterpostelein			3		Mannagras		1		
<i>Soorten van verzuurde/geëutrofiëerde wateren en oevers</i>					Klein kroos		1		1
Pitrus		1	2	3	Pijptorkruid		1		
Pijpenstrootje		1			Waterpeper				3
Vensikkelmos		>3			Bitterzoet			3	3
					Perzikkruid			2	
					Goudzuring			3	

*1. Van der Voo(1957d), 2. Provincie Noord-Brabant (ongep.) en AquaSense (1996), 3. Klink (2004)

kroos (een soort van zeer voedselrijke wateren) aanwezig. Ook het aantal soorten van het plasje en de over was sterk teruggelopen (23 in 1957 en 9 in 2003), maar dat kan deels ook het effect zijn van de grondiger inventarisatie in 1957.

In 1957 was er al een mengelmoes van soorten uit voedselarme en voedselrijke omgeving aanwezig, in 2003 lijkt de eutrofiëring van het plasje zich te hebben voortgezet.

Kiezelwieren

De kiezelwieren zijn kleine, microscopische algen, die vooral aangehecht op planten en bodemdeeltjes voorkomen. In 1995 werden veel soorten aangetroffen die kenmerkend zijn voor wateren die verontreinigd worden met organisch afbreekbaar materiaal (zoals boombladeren) en deels droogval kunnen verdragen. Slechts enkele soorten herinnerden nog aan het oorspronkelijk voedselarme en zure milieu (AquaSense 1996).

Ook in 2003 zijn de kiezelwieren onderzocht: zij indiceerden matig voedselrijke tot voedselrijke en pH-neutrale milieuomstandigheden. Enkele soorten zijn indicatief voor de verontreiniging met organisch afbreekbaar materiaal (Klink 2004).

5.1.6. Fauna

In 1995 bestond 83% van de macrofauna (kleine ongewervelde waterdieren) uit wormen en muggenlarven. Dat zijn dieren die kenmerkend zijn voor de voedselrijke en zuurstofarme omstandigheden. Er werden geen zeldzame soorten gevonden, hoewel de vondst van een enkel exemplaar van een voor stromende wateren karakteristieke steenvlieg wel opmerkelijk was (AquaSense 1996). Ook in 2003 waren er zeer veel muggenlarven uit zuurstofarm, voedselrijk water. Enkele soorten waren indicatief voor toestromend grondwater, terwijl er ook enkele meer bijzondere soorten, zoals *Einfeldia pagana*, werden gevonden. Dat is een soort uit kalkrijk water (T. van Haren, pers. med.). In 2003 werd er ook een tiendoornig stekelbaarsje gevangen (Klink 2004).

Volgens R. Ketelaar (pers. med.) komt hier de kamsalamander voor, een kwetsbare soort van de Rode Lijst. Dit plasje is een van de weinige plaatsen in Noord-Brabant waar deze soort is aangetroffen. De kamsalamander bewoont poelen in kleinschalige landschappen met bospercelen, heggen en struwelen. De poel mag niet geheel beschaduwd zijn en moet minstens tot de helft van september water bevatten en niet elk jaar droogvallen. Het dier plant zich voort in matig voedselrijke tot voedselrijke, wat grotere poelen met een goed ontwikkelde onderwatervegetatie, maar bij voorkeur met een dieper, weinig begroeid deel (Hanekamp 2004, Stumpel 2004, www.ravon.nl).

In het bosje rondom het water werden in 2003 algemene broedvogelsoorten voor genoteerd, zoals tuinfluiter, zwartkop, staartmees, Vlaamse gaai en waterhoen (Provincie Noord-Brabant, ongepubliceerd).

5.1.7. **Systeembeschrijving en knelpunten**

Het huidige Moergat is een bosplasje van 0,25 ha op het diepste punt van het voormalige ven Oude Zoek, dat met ruim 200 ha eens het grootste ven van Nederland was. Doordat de omgeving van het ven is getransformeerd in landbouwgebied is er een grote toevoer van voedingsstoffen, door afstroming en toestroom van oppervlaktewater en toestroming van grondwater.

Het plasje is daardoor letterlijk een afvalputje. Dat is duidelijk herkenbaar in de hoge gehalten aan voedingsstoffen en de slechte zuurstofhuishouding. De levensgemeenschap heeft daardoor nauwelijks meer iets van die van de oorspronkelijk voedselarme situatie.

De belangrijkste waarde van het plasje is het voorkomen van de kamsalamander. Daarnaast is het voorkomen van de wateraardbei, karakteristiek voor matig voedselarme wateren, vermeldenswaard.

5.1.8. **Maatregelen**

Gezien de ligging in het landschap en het intensieve agrarische gebruik van de omgeving is het uitgesloten dat de plas weer een voedselarm karakter zal krijgen.

Het is de moeite waard om de kwaliteit van het plasje als voorplantingsbiotoop voor de kamsalamander in stand te houden en te verbeteren.

De waterhuishouding hoeft daartoe niet veranderd te worden. Wel is het van belang dat het slib uit de plas verwijderd wordt. In verband met de voortplantingscyclus van de kamsalamander en eventueel andere aanwezige amfibiesoorten kan dat het beste eind september of begin oktober gebeuren. Omdat er geen andere plasjes in de buurt liggen en rekolonisatie bij eventuele ernstige verstoring van het biotoop moeilijk is verdient het aanbeveling het baggeren over enkele jaren te spreiden.

Voor de monitoring is het voldoende als het Moergat blijft opgenomen in de ecologisch meetnetten van het Waterschap en de Provincie en eens in de vier tot acht jaar wordt bezocht. In deze meetnetten wordt echter geen speciale aandacht aan de amfibieën besteed. Daarvoor moet dan nog speciaal opdracht worden gegeven, bijvoorbeeld door het Waterschap in het kader van het meetnet waternatuur.

5.2. Cluster 4. Vennen Vliegveld Woensdrecht

5.2.1. Ligging en eigendom

De vennen in het vliegveld Woensdrecht liggen ongeveer 2 km ten NO van het centrum van Hoogerheide (Figuur 24). Beide vennen zijn eigendom van de Staat der Nederlanden. Het zuidelijk ven staat ook bekend als Ven 1 op vliegveld Woensdrecht, Was(ch)ven, Kometenwaschven, Kometeewusche Ven, Meeuw-isse ven, Meeuwse Ven, Moseven of Mosven, het noordelijk ven ook als Ven 2 op vliegveld Woensdrecht of (Groot) Afgelaten ven. Het iets noordelijker gelegen Paardenven (Ven aan Moerkantse Baan), met een zeer waardevolle levensgemeenschap, blijft hier buiten beschouwing.



Figuur 24. De vennen op het vliegveld Woensdrecht (*) met omgeving in 1838 (links), 1908 (midden) en 2005 (rechts). De afstand tussen de roosterlijnen is 1 km.



Figuur 25. Het Mosven (links) en het Afgelaten ven (rechts) met omgeving in de zomer van 2003 (Klink 2004).

5.2.2. Omgeving en beheer

In de huidige situatie grenst het Mosven aan de zuidkant aan een rolbaan. Het is verder door bos omgeven. Het Afgelaten ven ligt op de grens van naaldbos en het open grasland van de vliegbasis. Op de kaart van 1908 (Figuur 24) lagen beide vennen geheel in de open heide. In de 19^e eeuw bestonden er visserijrechten op de vennen in dit gebied (Van Zunderd 2002-2003). Sinds 1932 zijn ze onderdeel van de vliegbasis Woensdrecht en niet meer toegankelijk voor het publiek.

Mosven

Van Zunderd vraagt zich over het Mosven of Waschven af: 'of in dit ven het zil-verwitte heidezand gewassen werd dat door onze voorouders op de tegelvloer in de "goeie kamer" als tapijt werd uitgestrooid'. Daar zou de naam 'Waschven' op kunnen duiden. De naam Wasven of Wasmeer wordt overigens in het hele land vaak gebruikt voor vennen waarin voor het scheren de schapen werden gewassen (Van Dam & Buskens 1993). De naam Mosven zou volgens Van Zunderd ook kunnen duiden op slijk of modder, mogelijk ook op een slechte kwaliteit turf, of op het verzamelen van mos, dat eertijds als breekwiel tussen de spanten van schepen werd gebruikt.

Het Mosven heeft in het verleden langere tijd water uit de het drainagestelsel van de startbanen en van de riolering van kamptoeilietten ontvangen (Van der Voo 1957e). Door de nabijgelegen galvaniseerinrichting zijn veel zware metalen in het ven terecht gekomen, met name zink en koper. Vanaf ca 1985 zijn de lozingen gestaakt en diende het ven tot 2004 alleen nog als overstort bij extreem hoog water. In 1993 is het ven uitgebaggerd. Hierbij is het verontreinigde slib volledig verwijderd, inclusief de onderliggende veenlaag. De zware metalen in het verontreinigde slib zijn door electroreclamatie verwijderd. Het ven werd bevestigd: in 1994 zijn daartoe karper en witvis uitgezet (Van der Zee 1994, AquaSense 1998, Schippers 2007).

Langs de oevers groeien elzen en wilgen, maar minder dan bij het Afgelaten ven (Pahlplatz & Haveman 2000). In 1994 is aan de noordzijde van het ven een strook bos verwijderd om meer beschijning door de zon mogelijk te maken. Verder zijn er door de jaren heen enkele ingrepen geweest in het bos en in de vegetatie op de venoeveren om verder dichtgroeien tegen te gaan (Schippers 2007).

In 2004 is op de vliegbasis een ton met een chroomhoudende stof omgevallen. De verontreiniging heeft het ven heeft bereikt via een overstortpijp. Daarna is het water door koolstoffiltering gesaneerd, maar de venbodem is ongeroerd gelaten omdat de verontreiniging beneden de streefwaarden bleef. De vis is elektrisch verdoofd en bemonsterd. Deze bleek zware verontreiniging te bevatten. Alle vis is daarom, voor zover technisch mogelijk, gevangen en vernietigd. Wellicht is er nog vis in het ven achtergebleven. De overstort is verwijderd (Schippers 2007).

Afgelaten ven

Op een kaart van 1743 staan met de naam 'Afgelate venne' twee kleine vennetjes aangegeven (Van Zunderd 2002-2003). In 1838 was er hier sprake van één ven (Figuur 24).

De naam 'Afgelaten Ven' suggereert dat het water van dit ven af en toe werd afgelaten, waarschijnlijk ten behoeve van het visstandsbeheer. Vanhecke e.a. (1981) laten een foto zien uit 1911 van een ven bij Genk (B) in een zelfde landschap als de

Woensdrechtse Heide destijds. Ze schrijven daarbij dat het water van het Belgische ven hier eens in de zes tot acht jaar werd afgelaten. In de volgende lente werd haver gezaaid en na de oogst werd weer water ingelaten en vis uitgezet. Van Zunderd (2002-2003) denkt dat het water werd afgelaten om de turfwinning mogelijk te maken.

Van der Voo (1957e) vermeldt dat de oeverbegroeiing was verbrand.

De bodem van dit ven is ernstig vervuild door zink en koper, afkomstig van een vroegere zinkfabriek en het dumpen van munitie aan het einde van de oorlog (zie § 5.2.4). De munitie bevindt zich waarschijnlijk nog in de venbodem (Spoelstra & Jacobse 2001). In verband met de hoge natuurwaarden is het ven nooit gesaneerd (Schippers 2007).

In 2001 is aan de zuidzijde, waar het ven grenst aan een grove-dennenbos, de ven-oever geplagd en verbreed. Het bos is daar zeer sterk uitgedund en de plagstroken zijn vanaf de oever in het gedunde bos doorgetrokken (Schippers 2007). Het ven is omgeven door een brede zone met opslag van wilgen en elzen. De elzen aan de noordzijde van het ven worden eens per drie tot vier jaar afgezet om vanuit de verkeerstoren goed uitzicht op de baan te kunnen houden (Pahlplatz & Haveman 2000).

5.2.3. Bodem en waterhuishouding

Bodem en grondwater

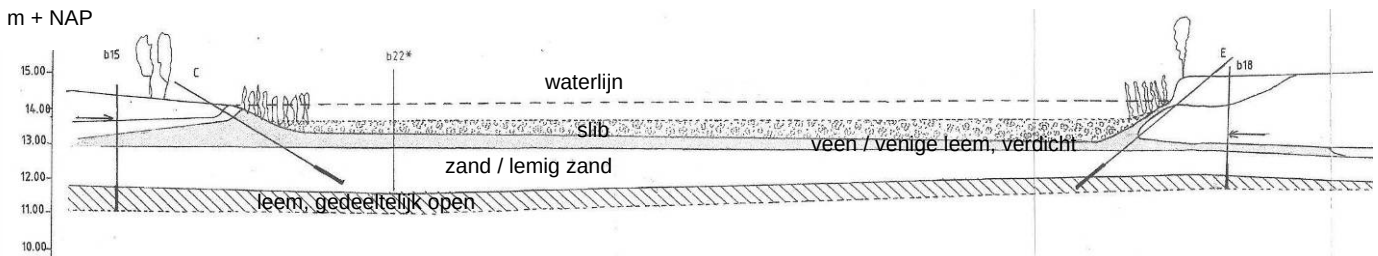
Volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1:50.000 (Rijks Geologische Dienst 1977) wordt het gebied rond het Mosven getypeerd als lage landduinen met bijbehorende vlakten/laagten en dat rond het Afgelaten ven als een niet moerassige laagte zonder randwallen omgeven door lage landduinen met bijbehorende vlakten en laagten en terrasafzettingsswelingen bedekt met dekzand. Volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Damoiseaux 1982) worden beide vennen omgeven door vergraven veldpodzolgronden in leemarm en zwak lemig fijn zand. Een paar honderd meter zuidoostelijk van de vennen liggen duinvaaggronden (voormalig stuifzand), die zo'n vijf meter hoger liggen dan de vennen.

Beide vennen liggen volgens Stuurman e.a. (2001) in een kwelgebied. Dat komt goed overeen met de positie van beide vennen in het diagram van de geleidbaarheid en Ionic Ratio in Bijlage 4, waar beide vennen (VWO1 en VWO2) halverwege het traject regenwater – grondwater liggen. Volgens Pahlplatz & Haveman (2000) zouden de vennen echter niet door kwel worden beïnvloed.

Uit onderzoek van de Heidemij (1982, fide Grontmij 1999) bleek dat het grondwater onder de vennen in noordoostelijke richting stroomt, met een verhang van ca 0,8%. Onder de vennen zijn geen aaneengesloten afsluitende lagen aanwezig, maar leemlagen in schollen¹³. Stagnerende grondlagen (veen) in de venbodems bemoeilijken het verticale transport van venwater naar de diepere ondergrond. Hydrologisch gezien zijn de vennen niet afgesloten van de omgeving.

¹³ Leemlagen zijn op de Brabantse Wal algemeen verbreid, in het bijzonder op en om de vliegbasis. Drie voormalige steenfabrieken getuigen daar nog van (J.C.M. Fleskens, Dienst Vastgoed Defensie, pers. med.).

Figuur 26 geeft een dwarsdoorsnede van het Afgelaten ven. In het Mosven was de situatie vergelijkbaar. Het Afgelaten ven heeft een oppervlakte van 1,3 ha. De gemiddelde slibdikte was hier in juli 1999 ca 0,35 m. Het volume van het slib was dus ca 4550 m³. Het slib is in het algemeen weinig van opbouw. Vrijwel overal komt daaronder een ca 0,5 m dikke veenlaag voor. Daaronder is de bodem opgebouwd uit leemarm tot zwak lemig, matig fijn, plaatselijk humeus zand (Grontmij 1999).



Figuur 26. Doorsnede door het Afgelaten ven van zuid (links) naar noord met de waterstand van februari 1987 (14,70 m +NAP) (Heidemij Adviesbureau 1989, ongepubl.)

Sloff (1928) rekent de twee vennen tot de heidevennen met modderbodem. Van der Voo (1957e) zag in het centrum en aan de oostoever van het Mosven een gasrijke, dikke veenmodderlaag en aan de west- en noordoever een zandige bodem, met een zeer dun laagje veen. In 1998 en 2003 was de bodem van dit ven zandig (AquaSense 1998, Klink 2004), die van het Afgelaten ven was bedekt met een sliblaag, aan de noordzijde met een venige afzetting (AquaSense 1998).

Uit de kartering van waterdiepte en slibdikte blijkt dat het Afgelaten ven betrekkelijk steile oevers heeft: op de meeste plaatsen ligt op 0-10 m uit de oever de minerale bodem al 1,5 m beneden het wateroppervlak (Grontmij 1999). Bij het Mosven lijkt dit niet wezenlijk anders te zijn (Heidemij Adviesbureau 1989). Zie ook Van der Voo (1957).

Oppervlaktewater

Al in 1772 werd het Afgelaten ven genoemd, samen met een aantal naburige vennen, waarmee het in verbinding stond. Het water werd afgelaten op de Koye Moeren en 't Korteven, die het teveel aan water dan via sloten afvoerden naar de Schelde (Van Zunderd 2002-2003). Op de topografische kaart van 1838 (Figuur 24) en de waterstaatskaart van 1875 (Figuur 27) is duidelijk te zien hoe het Mosven via een van diverse duikers voorzien slootje water ontving vanuit het gehucht Kooy ten zuidoosten van het huidige Zandvoort. Dit stroomde verder naar het Afgelaten Ven, dat via een sloot naar het westen kon afwateren naar het gehucht Korteven (op de kaart van 1908 is er ook nog een 'kortsluiting' naar het Mosven).

Vanuit het Afgelaten Ven stroomde het water vroeger via een lange, bochtige sloot, onder diverse duikers door verder naar het noorden de Woensdrechtse Heide in. Van der Voo (1957e) bezocht het Afgelaten ven in juni 1957 en nam een abnormaal hoge waterstand waar, doordat de drainage van de aanliggende gronden hierop uitkwam.

Tot 1985 waren beide vennen door een sloot verbonden, waardoor water van het Afgelaten ven naar het Mosven kon stromen. De sloot bestaat nog steeds, maar bij



Figuur 27. Fragment van de Waterstaatskaart van 1875

beide vennen zijn daarin dammetjes. In het Mosven mondt een sloot uit, die vanaf het gebouwencomplex aan de zuidoostkant van het ven afkomstig is (AquaSense 1998). Volgens Pahlplatz & Haveman (2000) wordt aan dit ven (gebufferd) regenwater toegevoerd.

De vennen hebben een sterk wisselend waterpeil. Zo is het Mosven in de zomer van 1990 drooggevallen¹⁴. Toen is ook de verontreinigde bodem verwijderd (Spoelstra & Jacobse 2001). Volgens Klink (2004) is het Mosven ven erg ondiep.

Van der Voo (1957e) nam in het midden van het Afgelaten ven een diepte van ca een meter waar. De gemiddelde diepte van het Afgelaten ven op 22 juli 1999 was ca 0,9 m (Grontmij 1999).

5.2.4. Kwaliteit van bodem en grondwater

Op veertig plaatsen verspreid in het Mosven zijn in juli 1999 slibmonsters genomen, die werden samengevoegd tot tien mengmonsters. Deze zijn geanalyseerd op zware metalen, PAK's, bestrijdingsmiddelen, PCB, EOX en minerale oliën. Vanwege verontreiniging met cadmium en in mindere mate chroom, nikkel, koper en zink werden de alle monsters ingedeeld in klasse 4. Alle oliegehalten overschrijden de streefwaarden (klasse 1) en alle EOX-gehalten de grenswaarden (klasse 2). In enkele monsters zijn tevens overschrijdingen van PAK's, PCB en DDT (klasse 2) (Grontmij 1999).

De geconstateerde verontreiniging leidt niet tot actuele humane risico's en er wordt ook niet vanuit gegaan dat er sprake is van actuele verspreidingsrisico's (Grontmij 1999). In de toplaag van de waterbodem zijn enkel zware metalen, PCB's en DDx-verbindingen aangetoond die de HC-50 waarde voor deze stoffen overschrijden. Grontmij (1999) concludeert dat deze concentraties, gezien de lage ecologische doelstelling (bestemming vliegbasis) niet tot actuele ecologische risico's leiden. De

¹⁴ In 1990 was de waterstand in veel vennen laag door een betrekkelijk lage neerslag en een hoge verdamping (AquaSense 2003).

DDx-verbindingen stammen waarschijnlijk af van DDT, dat tot 2002 op de vliegbasis als onkruidbestrijder werd gebruikt (J.C.M. Fleskens, pers. med.).

Omdat de vennen hydrologisch niet zijn afgesloten van de omgeving kan in beginsel verspreiding van verontreiniging uit de venbodem naar het grondwater kan plaatsvinden. De gehalten van zware metalen in het grondwater nabij de vennen waren daardoor plaatselijk licht tot sterk verhoogd, maar er trad geen duidelijke verspreiding op (Grontmij 1999).

5.2.5. Waterchemie

Mosven

Het elektrisch geleidingvermogen en de ionenverhouding IR (VWO1 in Bijlage 4) wijzen erop dat het venwater niet alleen afkomstig is van regenwater, maar dat er grondwater of oppervlaktewater van elders wordt toegevoerd. De pH is in alle recente meetjaren (1996, 2003, 2005) veel hoger (gemiddeld 7,6-8,3) dan de waarde van 5,0, die in juni 1930 is gemeten (Redeke & de Vos 1932). Van der Voo (1957e) mat in het ven een drainagegreppel van de startbaan een pH van 6,2 (met pH-papier). Het chloridegehalte was met 58 mg/l toen hoog voor vennen en veel hoger dan tegenwoordig (rond 18 mg/l).

De nutriëntengehaltes zijn tegenwoordig nog wel enigszins verhoogd ten opzichte van niet-verontreinigde vennen, maar wel beneden de MTR's van 2,2 mg/l voor N-totaal en 0,15 mg/l voor P-totaal 0,13, die voor veel voedselrijke systemen worden gehanteerd. De chlorofyl-concentraties zijn matig hoog en de zuurstofhuishouding is in orde. Er zijn geen gegevens over de nutriëntengehaltes voor de opschoning bekend. Maar wanneer in dit ven gedurende langere tijd de riolering is uitgekomen, mag gesteld worden dat de opschoning een positief effect heeft gehad op de chemie.

Hoewel de chroomconcentraties in 2004 en 2005 met respectievelijk 23 en 14 µg/l nog ruim onder de grens van 84 µg/l (Maximaal Toelaatbaar Risico) liggen zijn deze wel veel hoger dan in 1995 (het jaar na de opschoning) en dan in de meeste andere onderzochte locaties (Bijlage 5).

Afgelaten ven

In het EC-IR diagram neemt het ven wat betreft de IR een intermediaire positie in. Het geleidingsvermogen in 1995 is echter het hoogste van alle vennen. Er kwamen toen ook zeer hoge gehalten van chloride (144 mg/l) en calcium (60 mg/l) voor, mogelijk het gevolg van strooien van de naastgelegen startbaan. De pH in de recente jaren ligt rond 7, terwijl die in juni 1930 rond 4,8 lag (Redeke & de Vos 1932).

De concentratie van totaal-stikstof ligt steeds rond 2,2 mg/l, die van totaal-fosfaat heeft in 2003 een piek van 0,12 mg/l en valt daarna weer terug naar waarden van 0,04 mg/l. Volgens J.C.M. Fleskens (pers. med.) zijn de hoge fosfaat-gehalten het gevolg van zware mestgiftten in het vlieggebied tot 1996, om de grasmat groen te houden. De zuurstofhuishouding is redelijk in orde.

Zoals mag worden verwacht liggen de concentraties van de zware metalen in het Afgelaten ven hoger dan in de meeste andere vennen. Cadmium, chroom, kwik en lood blijven steeds beneden de MTR-waarden, maar voor koper zink en vooral nikkel zijn daarvan overschrijdingen (Bijlage 5).

5.2.6. Macrofyten

Van beide vennen zijn geen gegevens van voor 1957 bekend. Zeer waarschijnlijk hebben er in de eerste helft van de 20^e eeuw geen bijzondere plantensoorten, bijvoorbeeld uit het oeverkruidverbond gestaan. Deze zouden zeker zijn opgemerkt tijdens de excursie van de Hydrobiologische Club van 1 juni 1930 of door de florist Sloff (1928), die beide vennen noemt als het type 'heideven met modderbodem'. Voor dit type zijn wel (hoog)veenverlandingssoorten karakteristiek, zoals ronde zonnedaauw, witte snavelbies, moerasviooltje en snavelzegge en in het water knolrus en waterlelie, maar niet oeverkruid en waterlobelia's, die een zandige ondergrond nodig hebben.

Mosven

De plantengroei van het Mosven is diverse malen meer of minder intensief onderzocht. De resultaten zijn vermeld in Tabel 13.

Van der Voo (1957e) trof in het centrum een begroeiing aan van drijvend fontein-kruid en waterlelie en langs de oever vooral snavelzegge, riet, pijpenstrootje, veenpluis en veelstengelige waterbies. Dit duidt er al op dat er sprake is van een mengeling van soorten uit voedselarme en voedselrijke wateren. Dat komt ook naar voren uit de rest van het soortenassortiment (Tabel 13). Van der Voo schrijft dit toe aan de vervuiling van het ven, waardoor het oorspronkelijke (voedselarme) karakter van het ven steeds verder verloren gaat. Eigenlijk geldt dat ook voor de soortensamenstelling in de laatste 10-15 jaar, zij het dat nu ook bijzondere soorten uit 1957, zoals draadzegge en vlottende bies niet meer zijn aangetroffen. Het moerasviooltje, een vrij zeldzame plant van half beschaduwde, matig voedselarme, vochtige plaatsen, is wel 'weer terug van weg geweest'.

Na de opknapbeurt in 1993 was de bodem in 1997 nog vrij kaal. Qua macrofyten maakte het ven een eutrofe indruk, maar ook nog de vennensoorten snavelzegge en

Tabel 13. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in Mosven en Afgelaten ven.
1 = weinig, 2 = matig veel, 3 = veel, >3 = dominant.

Ecologische groep	Ven Jaar Bron*	Mosven				Afgelaten ven		Ecologische groep	Ven Jaar Bron*	Mosven				Afgelaten ven	
		1949	1957	1993-'98	2003-'05	1993-'98	2003-'05			1949	1957	1993-'98	2003-'05	1993-'98	2003-'05
Soort		1,2	3	4	5	4	5	Soort		1,2	3	4	5	4	5
<i>Hoogveensoorten</i>								<i>Soorten van verzuurde/geëutrofiëerde wateren en oevers</i>							
Ronde zonnedaauw			1					Watervanel					2	1	2
Veenpluis			2				1	Pitrus			2		2	1	2
								Pijpenstrootje			2				
<i>Soorten van (matig) voedselarme wateren en oevers</i>								<i>Indifferente waterplanten</i>							
Draadzegge			1					Witte waterlelie			2		2		
Snavelzegge			2	2	2		2								
Kleine zonnedaauw							2				2				
Naaldwaterbies				1				<i>Soorten van voedselrijke wateren en oevers</i>							
Moeraswolfsklauw							2	Grote waterweegbree			1				
Wilde gagel			1				2	Zwarte els			1		2	2	2
Melkeppe					2		1	Moeraswalstro			1				
Wateraardbei			1					Lidsteng						2	2
Grauwe wilg							2	Wolfsfoot					2		2
Veenmos			1				3	Grote wederik					2		2
Klein blaasjeskruid			1					Riet				3	3	3	2
Moerasviooltje			2				2	Drijvend fonteinkruid			2				2
								Kleine lisdodde					2		2
<i>Soorten van zwakgebufferde wateren</i>								<i>Soorten van overmatig voedselrijke wateren en oevers</i>							
Veelstengelige waterbies			2					Grote lisdodde					2	3	2
Moerashertshooi		3	1	2	2			Watervorkje				1			
Vlottende bies			1	1											
								Klein kroos			2	2			
<i>Soorten van verzuurde/geëutrofiëerde wateren en oevers</i>								<i>Bitterzoet</i>							
Watervanel				1	2	1	2								
Pitrus			2	2	2	1	2								
Pijpenstrootje			2												

*1. Moerashertshooi: Staatsbosbeheer (1949, volgens van der Voo 1957e), 2 Moerasviooltje: Van Zunderd (2002-2003), 3. Van der Voo (1957), 4. AquaSense 1998, Prov. N.-Brabant (ongepubl.), Pahlplatz & Haveman (2000), 5. Klink (2004, 2006).

moerashertshooi werden waargenomen (AquaSense 1998). Moerashertshooi stond in 1988 met een kleine populatie langs de noordoever en was ook in 2003 nog aanwezig. De oeverzone groeit snel dicht met pitrus. In 1998 en 2003 was het ven omzoomd door een rietkraag. Alleen waternavel wees nog op voedselarmere omstandigheden (Pahlplatz & Haveman 2000, Klink 2004).

Afgelaten ven

De plantengroei van het Afgelaten ven is sinds 1995 diverse malen meer of minder intensief onderzocht. De resultaten zijn vermeld in Tabel 13. Over de vroegere plantengroei zijn ons geen gegevens bekend.

Net als in het Mosven is er hier sprake van een mengeling van soorten uit voedselarm en voedselrijk milieu. De oevervegetaties zijn breed en vrij dicht tot ondoordringbaar. De vegetatie rond het ven vertoont een gradiënt van zuur en voedselarm hoog op de oevers naar kalk- en voedselrijkere omstandigheden in het ven zelf. Aan de zure kant staan veenmos, kleine zonnedauw, moeraswolfsklauw en veenpluis. Minder zuurminnend zijn het moerasviooltje, gagel, melkeppe en waternavel. De meest eutrafente soorten staan vlak langs het ven of in het water zoals wolfspoot, bitterzoet en grote lisdodde. In een ondiep deel in een arm van het ven staan velden met lidsteng: bij uitstek een soort is van kalkrijk water, die in Brabant zeer zeldzaam is (Pahlplatz & Havemann 2000, Klink 2004).

5.2.7. Microfyten

In beide vennen zijn diverse monsters genomen van de op de rietstengels levende kiezelwieren (diatomeeën).¹⁵

Mosven

In 1995 was het ven met 39 soorten kiezelwieren in de telling bijzonder rijk. Naast algemene soorten kwamen ook meer bijzondere soorten uit niet verontreinigde duin- en laagveenplassen en (zwak) gebufferde vennen (doelsoorten) voor (AquaSense TEC 1996). Ook in 2003 zijn dergelijke soorten nog aangetroffen, maar het totale aantal soorten was verminderd tot 27. De kiezelalgen indiceren een circum-neutrale pH en matig voedselarmwater (Klink 2004). Hoewel geen informatie bekend is over de diatomeeën van dit ven voor de recente opschoning lijkt het erop dat deze succesvol is verlopen.

Afgelaten ven

Met 15 soorten in de telling was de soortenrijkdom in 1995 betrekkelijk normaal voor vennen. Het meest (47%) kwam toen *Eunotia exigua* voor, die als verzuringsindicator ook resistent is tegen zware metalen, waarvan de aanwezigheid kan worden verwacht als gevolg van de vroegere beïnvloeding door de galvaniseerafdeling. De doelsoort *Tabellaria flocculosa*, die toen met 17% aanwezig was, verdraagt slechts geringe concentraties metalen als Cu, Pb, Ni, Zn en Cd. (AquaSense TEC 1996). In de monsters van 2003 en 2005 (Klink 2004, 2006) werd de verzuringsindicator niet of nauwelijks meer gevonden en domineerden soorten van neutraal

¹⁵ J. Heimans heeft op 1 juni 1930 in beide vennen monsters genomen, die eventueel nog onderzocht kunnen worden

en matig voedselrijk water. Er werden toen ruim 20 soorten in de tellingen gevonden. De specifieke doelsoorten zijn in deze monsters nauwelijks aanwezig.

5.2.8. Fauna

Als bijzonderheid noemen Redeke & De Vos (1932) de watervlo *Simocephalus vetulus* voor het Mosven en het roeipootkreeftje *Cyclops robustus* in het Afgelaten ven. In beide vennen vonden zij het roeipootkreeftje *Bryocamptus pygmaeus*.

Mosven

In 1930 kwam hier veel de weinigborstelige worm *Vejdovskyella comata* voor; een typische soort van voedselarme vennen (Redeke & De Vos 1932). Als bijzonderheid noemen zij het roeipootkreeftje *Bryocamptus pygmaeus* en de watervlo *Simocephalus vetulus*. Die watervlo is in vennen bijzonder omdat het een soort is uit voedselrijke wateren (Notenboom-Ram 1981).

In 1995 zijn in de macrofauna voornamelijk soorten gevonden van niet-zure, voedselrijke wateren. Het water lijkt door de macrofaunasamenstelling overigens wel minder sterk organisch belast te zijn dan het Afgelaten ven. De wants *Sigara limitata* is de enige soort die vooral in vennen voorkomt. Een venkarakter is dan ook nauwelijks aanwezig. Het aantal soorten en de diversiteit zijn niet erg hoog. Alle soorten zijn vrij algemeen tot zeer algemeen (AquaSense 1998). Ook in 2003 bestond de macrofauna uit algemene soorten van niet-zuur en voedselrijker water en omvatte slechts 33 soorten, waarvan alleen de muggenlarve *Stempellinella minor* zeldzaam is (Klink 2004).

In de zomers van 1998 en 2004 zijn de libellen onderzocht (Tabel 14). Er komen gewone soorten van zure, voedselarme vennen en voedselrijke vennen door elkaar voor, samen met soorten zonder specifieke voorkeur voor een bepaald type ven. Soorten van de Rode Lijst of indicatoren van een bijzonder milieutype zijn niet gevonden. De azuurwaterjuffer komt vooral in matig voedselrijke vennen met veel waterplanten voor, maar daarnaast ook nog in veel andere wateren op de pleistocene zandgronden.

In 1998 waren in het Mosven territoria van de bergeend en de meerkoet, in 2004 niet meer. Verder kwam de wilde eend voor en werden regelmatig andere soorten vogels voedselzoekend aangetroffen. Mogelijk is er ook een broedgeval van de kleine karekiet (Gilissen & Hornman 2004).

De faunistische waarde van het Mosven is duidelijk minder dan bij het Afgelaten ven (Gilissen & Hornman 2004).

Afgelaten ven

In 1930 kwam hier veel de weinigborstelige worm *Vejdovskyella comata* voor; een typische soort van voedselarme vennen (Redeke & De Vos 1932). Als bijzonderheid noemen deze auteurs nog de roeipootkreeftjes *Cyclops robustus* en *Bryocamptus pygmaeus*.

In een macrofaunamonster uit 1995 domineren algemene en zeer algemene soorten van voedselrijke, sterk organisch belaste wateren en zijn maar enkele soorten uit zure wateren aanwezig, doch geen enkele is een typische vennenbewoner. Het

Tabel 14. Overzicht van het aantal individuen van libellen in de zomer van 1998 en tijdens drie bezoeken in juli en augustus 2004 (Hornman & Van der Wijngaart 2006). Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermesting, verdroging volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding.

Habitat	soort	Mosven		Afgelaten ven		gevoeligheid		
		1998	2004	1998	2004	verzuring	vermesting	verdroging
Zure, voedselarme vennen								
	gewone pantserjuffer	10	50	20	20	+	-	-
	watersnuffel	5	500	50	500	++		0
	zwarte heidelibel	25	15	75	100	+		
Matig zure, matig voedselrijke vennen								
	azuurwaterjuffer	15				-	0/-	0
Voedselrijke vennen								
	bloedrode heidelibel	10	100	-	-		++	-
	lantaarntje	50	10	5	2		+	0
	paardenbijter	-	2	25	-	-		-
Ubiquisten (overal)								
	gewone oeverlibel	enkele	3	5	4			-
	grote keizerlibel	1	4	1	5		-	-
	houtpantserjuffer	35		1	4		+	0
	viervlek	enkele	2		1	+		-
	steenrode heidelibel		5					
	bruinrode heidelibel	25	10	1			+	0/+

aantal soorten en de diversiteit zijn nogal laag (AquaSense 1998). In 2003 was de situatie nauwelijks veranderd; alleen werd toen wel de vrij zeldzame kokerjuffer *Agrypnia varia* gevonden. Dat is een vrij zeldzame soort die juist meer in vennen voorkomt (Klink 2004).

In de zomers van 1998 en 2004 zijn de libellen onderzocht (Tabel 14). Er komen gewone soorten van zure, voedselarme vennen en voedselrijke vennen door elkaar voor, samen met soorten zonder specifieke voorkeur voor een bepaald type ven. Soorten van de Rode Lijst of indicatoren van een bijzonder milieutype zijn niet gevonden.

In de vochtige oeverzone komt de levendbarende hagedis voor. Het ven zelf is belangrijk als voortplantingswater voor kikkers en (alpenwater)salamanders. Voor de vogels is het ven waardevol door de concentratie van broedvogels van open water en moeras, zoals dodaars, tafeleend, kuifeend, waterral, kleine karekiet en rietgors. Voor de dodaars is er veel dekking en een groot voedselaanbod (Pahlplatz & Haveman 2000).

Voor de vogels, amfibieën en reptielen heeft het Afgelaten ven een hoge waarde (Pahlplatz & Haveman 2000).

5.2.9. Systeembeschrijving en knelpunten

Het Mosven en Afgelaten ven zijn oorspronkelijk voedselarme heidevennen met betrekkelijk steile oevers, die door middel van sloten eeuwenlang met elkaar en andere vennen in verbinding stonden. Zij kregen enigszins gebufferd en wat voedselrijker water toegevoerd uit de omgeving. Dit systeem werd in stand gehouden om viskweek mogelijk te maken.

In de loop van de 20^e eeuw zijn de verbindingen tussen de vennen verbroken, maar hydrologisch zijn de vennen nog niet geïsoleerd van hun omgeving, want er is nog steeds contact met het grondwater, dat nu voor enige buffering zorgt en voorkomt dat de vennen te veel verzuren door atmosferische depositie.

Het omringende heidegebied werd in 1932 gebruik genomen als vliegbasis. In de onmiddellijke omgeving van de vennen verschenen elzen en wilgen, die regelmatig worden afgezet.

De schaarse gegevens over flora en fauna uit het begin van de 20^e eeuw duiden erop dat er vroeger een levensgemeenschap was van zure, min of meer humeuze vennen met (hoog)veenverlanding. Mogelijk hebben er vroeger soorten uit het oeverkruidverbond gegroeid, maar deze waren dan al voor 1930 verdwenen.

Na 1930 zijn de vennen sterk beïnvloed door verrijking met voedingsstoffen (o.a. kamptoiletten, drainagewater startbanen) en vooral zware metalen uit een galvaniseerinrichting, die zich ophoopten in het slib. Naast de oorspronkelijke plantensoorten gingen soorten optreden die wijzen op eutrofiëring.

De bodem van beide vennen is bedekt met een veenlaag, waarop een laag ernstig verontreinigd slib (verontreinigingsklasse 4), die uit het Mosven in 1993 werd verwijderd. Na het uitbaggeren van het Mosven zijn daarin karpers uitgezet. Door de omwoeling van de bodem worden de daarin aanwezige voedingsstoffen steeds weer in de waterlaag gebracht, waardoor het ven voedselrijk blijft. In 2004 is de vis zoveel mogelijk verwijderd, waardoor het niet uitgesloten is dat in het Mosven de vertegenwoordigers van voedselarme levensgemeenschappen weer gaan toenemen, zeker doordat tegelijkertijd ook de toevoer van voedingsstoffen via een overstort is gestaakt. Als gevolg van een calamiteit in 2004 waren de chroomconcentraties in dit ven (tijdelijk) verhoogd.

Het Afgelaten ven is nog niet uitgebaggerd, waardoor de oevervegetaties plaatselijk breed en ondoordringbaar zijn. De faunistische waarde (vogels, amfibieën, reptielen) is mede daardoor groter dan bij het Mosven. De concentraties van zware metalen zijn in het water van het Afgelaten ven hoger dan in veel andere vennen. In het bijzonder voor koper, nikkel en zink zijn er soms overschrijdingen van het MTR.

Het Afgelaten ven ligt in een kritische zone in het vlieggebied. Voor de vliegveiligheid zou het daarom de beste oplossing zijn het om het ven te dempen. Daarmee wordt de kans voor aanvaringen met watervogels verkleind. In overleg met Dienst Vastgoed Defensie is door de leiding van de vliegbasis bepaald dat instandhouding op de huidige wijze geoorloofd is. Dit betekent dat de oevers aan de baanzijde dicht moeten begroeid blijven (Schipper 2007).

5.2.10. Maatregelen

Mosven

Volgens Pahlplatz & Haveman (2000) is de beheersdoelstelling voor het Mosven het natuurdoeltype 'zoetwatergemeenschap'. Op grond van de bevindingen uit de vorige paragrafen kan deze doelstelling wel worden aangescherpt tot die van 'zwak zure (matig) voedselarme vennen'.

De verontreinigde baggerlaag is al in 1993 uit dit ven verwijderd en sindsdien heeft er nieuwvorming van sediment plaatsgevonden, dat vermoedelijk rijk is aan stikstof- en fosfaatverbindingen (dat is trouwens in veel – overigens voedselarme – vennen het geval). Na het verwijderen van de vis in 2004 worden de nutriënten niet meer voortduren opgewerveld naar de waterlaag.

Op den duur zal het ven waarschijnlijk geleidelijk aan op natuurlijke wijze voedsel- armer worden en verzuring zal worden tegengegaan door toevoer van grondwater. Pahlplatz & Haveman (2000) melden dat de aanleg en het onderhoud van flauwe oevers nodig zijn om de waardevolle oevervegetaties van zwakgebufferde wateren in stand te houden en te ontwikkelen. Flauwe, zandige oevers zijn echter waarschijnlijk nooit in dit ven aanwezig geweest en de daarbij behorende begroeiing evenmin, met uitzondering van moerashertshooi.

De instandhouding van de groeiplaats van deze kwetsbare soort van de Rode Lijst is van groot belang. Het Mosven is een kansrijke locatie voor deze soort, gezien de toevoer van enigszins gebufferd grondwater. Het plaatselijk plaggen van de oever en het verwijderen van houtige opslag zijn gunstig voor het behoud van deze soort. Hierin voorziet reeds het huidige beheer: het eens in de paar jaar plaggen van gedeelten van de venoever en het vrijhouden van de oevers van opslag van bomen en struiken tot op enkele tientallen meters van het open water.

Het herstellen van de vroegere doorstroming van dit ven met oppervlaktewater is, gezien de transformatie van het voormalige heideterrein in vliegbasis niet realistisch. Het is waarschijnlijk ook niet noodzakelijk voor het realiseren en in stand houden van het beoogde watertype.

Afgelaten ven

Voor het Afgelaten ven bestaat de beheersdoelstelling uit de natuurdoeltypen ‘ven’ en ‘vochtige heide’, met o.a. plantensoorten uit zwakgebufferde wateren (Pahlplatz & Haveman 2000).

In de huidige situatie zijn deze soorten al aanwezig en voorts zijn er in het ven verlandingsvegetaties met o.a. riet en lidsteng, die van betekenis zijn voor de fauna. Bij het treffen van maatregelen moet daarmee rekening worden gehouden.

Om te grote voortschrijding van de verlanding tegen te gaan is het noodzakelijk om het ven op te schonen met een cyclus van 20-30 jaar. Elke 15 jaar wordt daartoe de helft van het ven opgeschoond. Het is belangrijk om de werkzaamheden uit te voeren in najaar en winter, zodat het gebied in het voorjaar en zomer weer als broedgebied gebruikt kan worden. Bij het dichtgroeien van de groeiplaats van de lidsteng met riet zal hier voorzichtig geschoond moeten worden.

De bodem van het ven is ernstig verontreinigd, vooral met zware metalen. Omdat er geen actuele risico's zijn voor de mens, het ecosysteem of de verspreiding is er geen directe reden tot saneren, hoewel dit op langere termijn wel wenselijk zou zijn (Spoelstra & Jacobse 2001).¹⁶

¹⁶ Verwijdering van de sliblaag uit het Afgelaten ven in den droge heeft de voorkeur boven het verwijderen van het slib. De mate van verwijdering is dan beter te controleren. Bovendien is dit de voordeligste mogelijkheid. De kosten ervan werden in 2001 door Spoelstra en Jacobse geraamd op ca. € 127 000. Zij beschrijven ook de te volgen aanpak voor de uitvoering.

Het voorstel is om binnen enkele jaren de helft van het Afgelaten ven op te schonen met behulp van een maaikorf, langs nog in het veld uit te zoeken oeversgedeelten. Hierbij dient rekening gehouden te worden met broedplaatsen van water- en moerasvogels. Het maaisel dient eerst op de kant te worden gegooid, zodat allerlei dieren weer naar het water terug kunnen gaan.

Monitoring

Voor de monitoring van de waterchemie, vegetatie, microfyten en macrofauna is het nodig om de metingen in het kader van het meetnet Waternatuur van het Waterschap Brabantse Delta voort te zetten, met een cyclus van drie of vier jaar.

In opdracht van de Dienst Vastgoed Defensie zijn in 1998 en 2004 tellingen van libellen uitgevoerd. Het verdient aanbeveling deze voort te zetten, eveneens in een cyclus van drie tot vier jaar.

Om een goed inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de avifauna is het volgens Pahlplatz & Haveman (2000) noodzakelijk eens in de vijf jaar een broedvogelonderzoek volgens de methode van Van der Zee (1998) uit te voeren. Wellicht is het zinvol om ook hier een herhalingsfrequentie van drie tot vier jaar te hanteren, die beter aansluit op de monitoringsfrequentie van het waterschap.

Het geeft de metingen een grote meerwaarde indien de verantwoordelijke instanties (Waterschap Brabantse Delta, Dienst Vastgoed Defensie) hun metingen synchroniseren.

5.3. Cluster 6. Zwarte Wiel

5.3.1. Ligging en eigendom

Het Zwarte Wiel ligt langs de weg Steenberg-Halsteren, twee km ten noordoosten van de kern van Lepelstraat, in het landgoed Dassenberg (Figuur 28). Dit maakt deel uit van een groot natuurkerngebied. Het landgoed behoort tot de onverdeelde boedel Cols en wordt beheerd door ir. H. Deckers (Lepelstraat).

5.3.2. Omgeving en beheer

De landschapsstructuur in de omgeving van het Zwarte Wiel is sinds 1840 weinig veranderd, zoals blijkt uit de topografische kaarten van ca 1840 (Wolters-Noordhoff Atlasproducties 1990) en 1908 (Figuur 28). Het landgoed heeft een afwisselend karakter (bos, weiden, water). Het deels oude bos heeft bijzondere natuurwaarden (flora, broedvogels, vleermuizen) en is niet toegankelijk voor het publiek.

Het wiel is omzoomd door bomen (Figuur 29), maar vooral aan de noordoostzijde is er bouwland op korte afstand van het open water. De weg van Bergen op Zoom naar Steenberg loopt aan de westzijde op minder dan tien meter langs de oever van het wiel.

De begroeiing met bomen (zwarte els, dennen, eiken) en struiken rond het wiel wordt regelmatig gedund. In 2003 is dat voor het laatst gebeurd (H. Deckers, pers. med.).

Er is zeker in de laatste vijftig jaar niet gebaggerd (H. Deckers, pers. med.).

Het wiel wordt bevestigd door de eigenaar en zijn familie. Doordat het wiel vlak langs de weg ligt is er regelmatig last van visstrokerij.

5.3.3. Bodem en waterhuishouding

Het Zwarte Wiel ligt volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1 : 50 000 (Rijks Geologische Dienst, 1977) op landduinen en dekzandruggen, welke zijn opgewaaid tot een hoogte van maximaal 5 meter. Ten noorden van het wiel komen, met dekzand bedekte, terrasafzettingsswellingen voor. Volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Alterra 2001) bestaat de bodem ten zuiden van het wiel uit een leemarme tot zwaklemige veldpodzolgrond. De bodem van het wiel bestaat uit zand (Grontmij 1996, H. Deckers pers. med.). In het noordwesten (bij het onderzoekspunt) is dat bedekt met takken en detritus (Klink 2006).

De grondwaterstand is matig diep, grondwatertrap VI tot VII. De omgeving ten zuidwesten van het Zwarte Wiel is gekenmerkt als intermediair gebied; hier is de kwel ongeveer gelijk aan de infiltratie. Ten noorden en oosten van het wiel treedt infiltratie op. De bodem bestaat hier uit leemarme vlakvaaggronden. Er monden twee sloten uit op het Zwarte Wiel (één aan de zuidzijde en één aan de noordzijde). Beide sloten voeren water vanuit het omringende gebied aan.



Figuur 28. Het Zwarte Wiel () met omgeving in 1908 en in het najaar van 2005 (Wieberdink 1991, Google Maps).*



Figuur 29. Het Zwarte Wiel in mei 2005 (Klink 2006)

Uit het diagram elektrisch geleidingsvermogen – IR (Bijlage 4) is af te leiden dat het water in het Zwarte Wiel voornamelijk bestaat uit regenwater. Het water heeft een gemiddelde elektrisch geleidingsvermogen van circa 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en een Ionic Ratio van circa 0,22.

De oppervlakte van het wiel bedraagt ca 0,7 ha en de maximale diepte is ongeveer drie meter. Hoewel deze diepte voor een wiel gering is, treedt er 's zomers toch een thermische gelaagdheid op: de temperatuur is bij de bodem ongeveer tien graden lager dan bij het oppervlak (Grontmij 1996). Volgens H. Deckers (pers. med.) is de maximale diepte acht meter. Over 80% van de lengte is de oever glooiend (Grontmij 1996).

5.3.4. Waterchemie

De jaargemiddelden van de chemische bepalingen zijn vermeld in Bijlage 3. In het diagram van het elektrisch geleidingsvermogen en de ionenverhouding $\text{Ca}/(\text{Ca} +$

Cl) (Bijlage 4) blijkt dat het Zwarte Wiel ten opzichte van de andere wateren een afwijkende positie inneemt. Die wijst erop dat het wiel gevoed wordt door regenwater en enigszins zeewaterachtig grondwater.

De gemiddelde concentraties van totaal-stikstof in de jaren 1995-2005 liggen tussen 1,7 en 2,4 en die van totaal-fosfaat tussen 0,11 en 0,21. Dergelijke concentraties zijn kenmerkende voor (zeer) voedselrijke omstandigheden. Dat uit zich niet direct in de gemeten chlorofylconcentraties, daar er in de zomer (wanneer deze het hoogst zijn) maar weinig bepalingen hiervan zijn gedaan. Als gevolg van de voedselrijkdom en door de vertering van invallend blad kan het zuurstofgehalte soms tot waarden beneden 20% van de verzadigingswaarde dalen: de gemiddelde zuurstofverzadigingswaarden liggen daardoor rond de 70%. Dichtbij de bodem is er in de zomer geen zuurstof meer aanwezig, zoals blijkt uit de metingen van Grontmij (1996).

De concentraties van zware metalen blijven steeds beneden het Maximaal Toelaatbaar Risico, maar die van (restanten van) sommige bestrijdingsmiddelen overschrijden het MTR in geringe mate (Bijlage 5).

5.3.5. Microfyten

Fytoplankton

Het fytoplankton in 2005 is kenmerkend voor voedselrijk water. De meeste soorten behoren tot de groenwieren. De flagellaten *Rhodomonas* en *Cryptomonas* en het kiezelwier *Stephanodiscus* en het goudwier *Syncrypta elaeochrus* zijn de uitzonderingen hierop. De laatste soort is in West-Brabant algemeen, maar zeldzaam in de rest van Nederland (Klink 2006).

Kiezelwieren

In 1996 waren er in dit wiel 36 soorten, waarvan 11 soorten uit verontreinigde wateren met een sterk wisselend zuurstofgehalte, die 35% van de relatieve hoeveelheid uitmaken, met *Gomphonema parvulum* als de meest voorkomende soort. Soorten van schoon, (matig) voedselrijk water kwamen slechts met geringe hoeveelheden voor (AquaSense TEC 1996). In 2005 was deze situatie niet wezenlijk veranderd (Klink 2006)

5.3.6. Macrofyten

De door verschillende auteurs aangetroffen plantensoorten zijn vermeld in Tabel 15. Het zijn vooral soorten uit voedselrijk milieu; alleen soorten als zachte berk en grauwe wilg herinneren aan een voedselarme uitgangssituatie.

Grontmij (1996) beschrijft de begroeiing als volgt: Langs het Zwarte Wiel komt een nat berkenbosje voor met soorten als zachte berk en een kruidlaag van pijpenstrootje, wolfspoot en oeverzegge. Daarnaast zijn er soorten uit het elzen-eikenbostype, zoals gele lis en grote wederik. Langs enkele procenten van de oeverlijn komt een gordel opgaande oeverplanten van 1,5 tot 2 m breedte voor., die minder dan 1% van het open water bedekken. In vergelijking met andere wielen zou volgens Grontmij (1996) de vegetatie van dit wiel meer kenmerkend voor matig voedselarme tot zure

Tabel 15. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in het Zwarte Wiel tussen 1996 en 2006. Schaal: 1 = weinig ... 9 = dominant. Bronnen: Grontmij (1996), Klink (2006) en Provincie Noord-Brabant (ongepubl.)

Groep Soort	Hoeveel- heid	Groep Soort	Hoeveel- heid	Groep Soort	Hoeveel- heid
<i>Waterplanten</i>		<i>Oeverplanten</i>		<i>Oeverplanten</i>	
gele plomp	2	wolfspoot	3	grote wederik	1
		watermunt	3	grote kattenstaart	1
<i>Oeverplanten</i>		oeverzegge	2		
grote waterweegbree	1	liesgras	2	<i>Bomen en struiken</i>	
riet	4	bitterzoet	2	boswilg	1
gele lis	3	kleine lisdodde	2	grauwe wilg	2
pitrus	3	moeraswalstro	1	zwarte els	3
				zachte berk	1

omgeving zijn, maar dat geldt dan eerder het omringende bos (koningsvaren) dan het wiel zelf.

In 2006 trof Klink langs de oever hier en daar wat riet en wolfspoot aan en in het water pluksgewijs wat liesgras en gele lis. Verspreid dreef er gele plomp in het water (Klink 2006). Vooral aan de noordzijde staat van het wiel staat riet, dat zich de laatste jaren heeft uitgebreid. Mede door bladval verlandt het wiel hier (H. Deckers, pers. med.).

5.3.7. Fauna

In 1995 werden hier 57 soorten ongewervelde waterdieren gezien. Het betrof algemene soorten van voedselrijke, deels plantenrijke wateren, waaronder de Tubificidae (een soort wormpjes) karakteristiek zijn voor zuurstofarme omstandigheden. Soorten (Grontmij 1996). In 2005 zijn slechts 24 soorten aangetroffen, die algemeen zijn in voedselrijk water, met daarbij ook soorten muggenlarven (*Chironomus*) die onder lage zuurstofgehalten kunnen overleven (Klink 2006). In de zomer vliegen er veel libellen (H. Deckers, pers. med.).

Volgens H. Deckers (pers. med.) komt er snoek, karper, voorn, paling en baars voor.

Verder worden er regelmatig eenden (o.a. bergeenden) en aalscholvers gesignaleerd.

5.3.8. Systeembeschrijving en knelpunten

Het Zwarte Wiel is een bijzonder wiel, doordat het grotendeels gevoed wordt door regenwater. Dat is een belangrijke voorwaarde voor het creëren van voedselarme milieumomstandigheden, die gepaard gaan met het optreden van bijzondere levensgemeenschappen.

In de huidige situatie is het Zwarte Wiel echter voedselrijk, wat het gevolg is van voedingsstoffen met grondwater uit het omringende landbouwgebied en inval van blad van de omringende bomen. Door de vertering van het ingevallen blad is er in de zomer bij de bodem geen zuurstof meer aanwezig. Uit de sliblaag vindt boven-

dien nog nalevering van voedingsstoffen naar de waterlaag plaats, o.a. door omwoeling van het bodemmateriaal door de aanwezige karpers (interne eutrofiëring). Het belang van elk van deze drie posten is niet bekend.

Door het intensieve landbouwkundige gebruik van de omgeving zijn er ook concentraties van bestrijdingsmiddelen boven het Maximaal Toelaatbaar Risico aangetoond in het oppervlaktewater.

In het wiel zelf komen tegenwoordig bijna alleen algemene soorten planten en dieren van voedselrijke wateren voor.

5.3.9. Maatregelen

Het herstellen van het Zwarte Wiel is een kwestie van lange adem. Het kan bovendien conflicteren met het in stand houden van landschappelijke waarden.

Vermindering toevoer voedingsstoffen

Voor het herstel van voedselarme omstandigheden is het noodzakelijk om de toevoer van voedingsstoffen te beperken. Die zijn deels afkomstig uit het landbouwgebied binnen het landgoed Dassenberg. De landbouwgronden zijn in het natuurgebiedsplan voor West-Brabant begrensd als beheersgebied met als doel behoud en/of ontwikkeling van bloemrijke graslanden (Provincie Noord-Brabant 2007) en zullen daarvoor niet meer bemest moeten worden. Dat zal de toevoer van voedingsstoffen naar het wiel verminderen, maar die effecten zullen naar verwachting pas over enkele decennia goed zichtbaar worden. Hiermee zal op zo kort mogelijke termijn mee begonnen moeten worden. De eigenaar is bereid hieraan mee te werken, indien voldoende compensatie voor de inkomstenderving kan worden verkregen.

De tweede belangrijke toevoer is via bladval van de omringende bomen. Die zullen daarom (grotendeels) gekapt moeten worden. Om de landschappelijke overgang niet al te abrupt te maken kan dat het beste gefaseerd gebeuren, bijvoorbeeld van nu af aan elke twee jaar ongeveer tien procent van de oeverlengte.

Verwijderen aanwezige voorraad voedingsstoffen

Tenslotte dienen de voedingsstoffen die nu in het slib liggen verwijderd te worden. Dat kan het beste gebeuren als de bovengenoemde maatregelen effectief zijn geworden, dus rond 2027.

Voordat dit gebeurt dient in de eerste plaats nog een kartering van de slibdikte en slibkwaliteit plaats te vinden. Er moet rekening mee worden gehouden dat vanaf het ontstaan van dit wiel zich jaarlijks slib heeft afgezet en dat zich een meters dik pakket van sediment heeft gevormd. Uit de restanten van organismen die zich nog in het sediment bevinden is de historie van het wiel en zijn omgeving te reconstrueren (zie bijvoorbeeld Klink 1989).

Vanwege de mogelijke wetenschappelijke waarde van het sediment is het daarom toestemming van de provinciaal archeoloog vereist om het wiel uit te baggeren. Deze zal daarom verlangen dat er onderzoek is verricht naar de mogelijke wetenschappelijke waarde van het sediment. De kans bestaat dat toestemming wordt geweigerd, zoals dat is geschied bij het Uddelermeer (Trommelen 1998).

Expertise voor het uitvoeren van zo'n paleolimnologisch onderzoek is in Nederland op diverse plaatsen aanwezig en kan, indien daar middelen voor beschikbaar komen, ruimschoots voor 2027 worden uitgevoerd.

Indien het sediment niet mag worden verwijderd is het de vraag of de overige maatregelen (verminderen bemesting omringende landbouwgebied en kappen bomen en struiken) de nutriëntenbelasting voldoende zal verminderen. Nader onderzoek naar de nutriëntenbalans is daarom wenselijk.

Kosten

De kosten van de verschraling van de omgeving (beperking bemesting omgeving) worden toch al gemaakt bij het omvormen van de huidige landbouwgrond naar bloemrijke graslanden en behoeven niet direct aan het herstel van het Zwarte Wiel te worden toegerekend.

De jaarlijkse kosten van het kappen van de bomen liggen in de buurt van drieduizend euro per jaar.

Het verwijderen van het slib is pas over twintig jaar aan de orde; op basis van het huidige prijspeil bedragen de kosten hiervan enkele tienduizenden euro's.

Voor het karteren van de waterdiepte, de slibdikte en de slibkwaliteit is een bedrag rond vijfduizend euro nodig.

Het paleolimnologisch onderzoek is in verhouding kostbaar. Wellicht kan aansluiting worden gezocht bij bestaande onderzoekprogramma's van universiteiten en instituten. Als dit het geval is zal toch zeker een eigen investering van minimaal € 50 000 moeten worden gedaan.

De kosten van het opstellen van een globale nutriëntenbalans zijn erg afhankelijk van de beschikbaarheid van gegevens. Ongeveer tienduizend euro is een laag richtbedrag.

Bij elkaar is dan in twintig jaar tijd op basis van de huidige prijzen ca € 150 000 nodig voor het herstel van het Zwarte Wiel.

Monitoring

Het is zinvol om de monitoring van waterchemie, fytoplankton, diatomeeën, macrofyten en macrofauna in het kader van het meetnet Waternatuur van het Waterschap Brabantse Delta voort te zetten met een cyclus van vier jaar.

Voorts is het gewenst een inventarisatie van het visbestand te maken, met speciale aandacht voor de dichtheid van bodemomwoelende vissoorten (karper, brasem) in verband met hun rol bij interne eutrofiëring.

5.4. Cluster 7. Wielen bij Hoeve Willem-Alexander

5.4.1. Ligging en eigendom

De wielen liggen pal ten oosten van de Willem-Alexander Hoeve (Figuur 30). Deze boerderij werd pas enkele tientallen jaren geleden gebouwd in de Nieuwe Zwaluwe Polder, ongeveer twee kilometer ten noorden van Hooge Zwaluwe, aan het einde van de Vierendeelseweg. Het zuidwestelijke wiel (wiel 1) staat plaatselijk bekend onder de naam Gat van de Ham, is eigendom van de heer A. Vos (Amsterdam) en wordt beheerd door de heer J.A.M. Oudendijk te Lage Zwaluwe. Het noordoostelijke wiel (wiel 2) staat plaatselijk bekend als De Karekiet en is eigendom van mevrouw A. Knoop (Hooge Zwaluwe) en L.P. Knoop (Enschede).



Figuur 30. De wielen Gat van de Ham (H) en de Karekiet (K) met omgeving in 1908 (Wieberdink 1991) en 2005 (Google Maps).

5.4.2. Omgeving en beheer

Aan de noordzijde van beide wielen bevindt zich een bosperceel van ca 2 ha (eigendom van het Staatsbosbeheer) en ook het deel tussen de wielen is langzamerhand



Figuur 31 . Links: Gat van de Ham in mei 2006 (Klink 2007), rechts: de Karekiet in november 2006 (Van Giels 2007).

geheel door bomen bezet. Aan de zuidzijde grenzen de wielen aan de Vierendeelseweg, terwijl de rest van de oevers aan grasland grenst. Tussen de weg en het grasland enerzijds en het wiel anderzijds zijn rijen bomen en struiken.

In het Gat van Ham zijn karpers uitgezet, waarop door een groep van tien personen wordt gevestigd. De gevangen vis wordt weer teruggezet. Voor het overige is vissen hier niet toegestaan. Het wiel is vrij toegankelijk, maar wordt weinig bezocht. Er zwemmen soms honden en mensen in het wiel en af en toe drinkt er vee uit. Voor zover bekend is er nooit gebaggerd (H.L.J. Eland, Waterschap Brabantse Delta, pers. med.). Veel oudere inwoners van Hooze Zwaluwe hebben zwommen vroeger in het wiel (J.A.M. Oudendijk, pers. med.).

De Karekiet is niet toegankelijk voor het publiek. Er zwemmen af en toe mensen en honden en er drinkt vee uit. De familie Knoop vist af en toe in de plas. Het visrecht is niet verpacht. Het weiland naast dit wiel wordt begrast door schapen.

5.4.3. Bodem en waterhuishouding

De oppervlakte van het Gat van de Ham is circa 0,5 ha en die van de Karekiet circa 0,9 ha. De minimale waterdiepte is in beide wielen een meter en de maximale waterdiepte is negen meter in het Gat van Ham en elf meter in de Karekiet. De bodem bestaat uit zand en het talud is steil (Klink 2007, Van Giels 2007). Door de grote diepte staat er altijd water in de plassen. Het hele jaar door wordt er uit het Gat van de Ham water afgevoerd door een drietal sloten. De Karekiet is volledig geïsoleerd en er komen dat ook geen sloten op de Karekiet uit.

De omgeving van de twee wielen wordt volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1:50.000 (Rijks Geologische Dienst, 1977) getypeerd als vlakte van gemoederde getijdenafzettingen. Volgens de bodemkaart schaal 1:50.000 (Alterra 2001) ligt het Gat van de Ham in een gebied met waardveengronden met zavel- of dekklei zonder minerale eerdlaag en/of humusrijke bovengrond <15 cm met een grondwatertrap II met in de directe omgeving drechtvaaggronden en polder-vaaggronden. De wielen (het Gat van de Ham en de Karekiet) zijn gelegen in intermediair gebied. Dit betekent dat er soms wat infiltratie en soms wat lokale kwel kan optreden. In de directe omgeving van de wielen vindt slootkwel plaats (Stuurman e.a. 2001).

Uit het diagram (Bijlage 4) waarin het elektrisch geleidingsvermogen uitgezet is tegen de ionic ratio kan geconcludeerd worden dat beide wielen (afkorting: WHA1 en WHA2) hoofdzakelijk met grondwater worden gevoed. Het Gat van de Ham heeft een gemiddeld geleidingsvermogen van circa 985 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en een Ionic Ratio van circa 0,69 en de Karekiet heeft een gemiddeld geleidingsvermogen van circa 741 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en een IR van circa 0,72.

De Karekiet kan via een duiker en een dichtgegroeide sloot afwateren op het Gat van Ham, maar waarschijnlijk is hierdoor nooit afvoer. Daarnaast kan De Karekiet via een duiker onder de Vierendeelseweg water afvoeren naar de polder, maar ook deze verbinding functioneert waarschijnlijk niet meer. Het peil van De Karekiet is tamelijk constant, alleen na perioden van hevige neerslag staat het peil enkele decimeters hoger dan normaal (pers. med. A. Knoop en H. Eland).

Het Gat van Ham heeft een afvoersloot aan de zuidwestzijde langs de Vierendeel-seweg. Ook aan de noordwestzijde van dit wiel is een afvoersloot, langs de bosrand. Iets voorbij het bos staat een stuw die het water in het wiel op een vast peil houdt. Beide sloten hebben altijd afvoer, wat duidt op kwel in het wiel (pers. med. J.A.M. Oudendijk).

5.4.4. Waterkwaliteit

De zichtdiepte in november 2006 was 0,6 m in het Gat van Ham en 1,5 m in de Karekiet (Van Giels 2007). De zichtdiepte lijkt in de laatste jaren te zijn afgenomen (H. Eland, pers. med.). Volgens Klink (2007) heeft het Gat van Ham helder water. Het water in het Gat van Ham is duidelijk minder helder dan in De Karekiet (pers. med. J.A.M. Oudendijk & H. Eland).

Uit het ionendiagram (Bijlage 4) blijkt dat beide wielen goed gebufferd, grond-waterachtig water bevatten.

Het Gat van de Ham heeft weliswaar hoge concentraties totaal-stikstof (gemiddeld groter of gelijk aan het maximaal toelaatbaar geacht risico van 2,2 mg/l), maar in verhouding is de totaal-fosfaatconcentratie met 0,05 mg/l vrij laag. Fosfaat is daarmee beperkend voor de algengroei en de chlorofylconcentraties (ca 28 µg/l) zijn daardoor ook niet erg hoog. Waarschijnlijk door de bladval in het najaar is de gemiddelde zuurstofconcentratie niet erg hoog (verzadiging rond 70%). In het najaar kan de zuurstofverzadiging zelfs dalen tot 20%. In het midden van het wiel was in augustus 1995 het water aan de oppervlakte met zuurstof verzadigd, maar op twee meter diepte was de zuurstof al geheel afwezig (Grontmij 1996).

In de Karekiet is de situatie nog iets gunstiger: daar ligt de gemiddelde stikstofconcentratie slechts op 1,1 mg/l en die van totaal-fosfaat op slechts 0,04 mg/l. Daardoor is de chlorofylconcentratie hier maar 16 µg/l. In het ene meetjaar zijn in het najaar geen lagere zuurstofverzadigingspercentages dan 54% waargenomen, maar dat kan in andere jaren best lager zijn (de meetfrequentie van zuurstof is te laag om goede conclusies te trekken uit één meetjaar).

De concentraties van enkele (in het verleden veel gebruikte) landbouwbestrijdingsmiddelen liggen, net als in veel andere waarden, rond het Maximaal Toelaatbaar Risico (Bijlage 5).

5.4.5. Microfyten

Het fytoplankton van het Gat van de Ham in 2006 werd gedomineerd door goudwieren, hetgeen een indicatie is voor een goede waterkwaliteit (Klink 2007)

In het Gat van de Ham werden in 1995 31 soorten kiezelwieren aangetroffen, waaronder *Cyclotella ocellata*, een zeldzame soort, die karakteristiek is voor niet-verontreinigde, matig voedselrijke, diepe plassen, o.a. wielen. Verder kwamen er behalve de zuurstofindicator *Achnanthes minutissima* veel doelsoorten uit zwakgebufferde en/of voedselarme kalkrijkere wateren voor, zoals *Eunotia arcus* (AquaSense TEC 1996). In 2006 was *A. minutissima* nog steeds veel aanwezig. Van

de bijzondere soorten kwam alleen *Fragilaria tenera* nog vrij veel voor. De 18 soorten kiezelwieren indiceerden licht voedselrijk water. (Klink 2007)

Uit de Karekiet is er een kiezelwierenmonster van 2006 in het gegevensbestand van het Waterschap Brabantse Delta. Er werden slechts 11 soorten gevonden, die voedselrijk water indiceren. Een kwart van het aantal bestond uit *Epithemia adnata*, die vroeger in Nederlandse oppervlaktewateren algemeen was, maar tegenwoordig niet veel meer voorkomt. Opmerkelijk is ook *Amphipleura pellucida*, een vrij zeldzame soort uit niet al te voedselrijk water.

5.4.6. Macrofyten

De in beide wielen waargenomen soorten zijn vermeld in Tabel 16. Door de steile oevers zijn er maar smalle gordels van oeverbegroeiing.

Langs de oevers van het Gat van Ham bevinden zich riet en lisdodde met een bedekking van 5%. In het water heeft de gele plomp een bedekking van 5% (Van Giels 2007).

De vegetatie in het Gat van de Ham is slecht ontwikkeld. Ondergedoken vegetatie is niet aangetroffen. De drijvende vegetatie bestaat uit enige veldjes gele plomp (bedekking ca 5%) en langs de oever komt een ijle vegetatie van riet en kleine lisdodde voor, ook met een bedekking van 5% (Van Giels 2007, Klink 2007). Volgens de heer Vos komt aan de westzijde van het Gat van Ham riet, lisdodde en waterlelie voor, aan de oostzijde is er geen oevervegetatie.

Langs de oevers van de Karekiet bevindt zich riet met een bedekking van 50%. In het water heeft de gele plomp een bedekking van 5% (Van Giels 2007).

Tabel 16. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in het Gat van Ham tussen 1996 en 2006. Schaal: 1 = weinig ... 9 = dominant. Bronnen: AquaSense (2002), Grontmij (1996), Klink (2006, 2007), Van Giels (2007), J.A.M. Oudendijk (pers. med.) en Provincie Noord-Brabant (ongepubl.)

Groep		Gat van Ham	Karekiet	Groep		Gat van Ham	Karekiet
Soort				Soort			
<i>Waterplanten</i>				<i>Oeverplanten</i>			
gele plomp	4	3		watermunt			3
witte waterlelie	1	3		rietgras	2		
watergentiaan		1		bitterzoet			1
				kleine lisdodde	3		3
<i>Oeverplanten</i>				koninginnekruid	3		
riet	6	2		duinriet			1
zegge	1	2		engels raaigras	2		
pluimzegge		2					
oeverzegge		2		<i>Bomen en struiken</i>			
liesgras		1		wilg	1		1
gele lis		1		zwarte els			1
pitrus		1		gewone es			1

5.4.7. Visstand

In november 2006 is een visstandbemonstering uitgevoerd in beide wielen. De resultaten zijn vermeld in Tabel 17.

In het Gat van de Ham werd de visstand geraamd op de vrij grote hoeveelheid van 195 kg/ha. Op basis van biomassa bestond ruim 60% uit grotere vissen (> 40 cm). Op basis van aantallen bestond 99% van de gevangen vis uit kleine (<16 cm) exemplaren. Opvallend zijn de grote aantallen van het vetje, een kwetsbare soort van de Rode Lijst. Door de geringe afmetingen is de bijdrage van de soort tot de biomassa gering. Het grootste deel hiervan bestaat uit brasem en karper, gevolgd

Tabel 17. Samenvatting van de visstandbemonstering in 2006 (Van Giels 2007)

groep soort	Gat van Ham		De Karekiet	
	kg/ha	aantal/ha	kg/ha	aantal/ha
<i>weinig kieskeurig</i>				
aal/paling			9.3	20
baars	1.0	44	1.3	345
blankvoorn	23.5	3 542	1.9	575
brasem	57.0	4 621		
karper	52.4	5	16.5	3
<i>plantminnend</i>				
rietvoorn/ruisvoorn	6.7	783	0.9	34
vetje	3.1	4 505		
zeelt	21.3	22		
totaal	195.0	13 522	29.9	977

door blankvoorn. Karper en brasem zijn bodemwoelers, die voedingsstoffen uit de bodem steeds weer in het water brengen. Snoek ontbreekt. Op de betreffende maatlat voor de Kaderrichtlijn Water heeft de visstand een matige kwaliteit, door het geringe aantal soorten en het lage aandeel van baars en blankvoorn (Van Giels 2007). Kenmerkend is het zeer kleine bestand van baars. Waarschijnlijk hebben de baarzen een slechte concurrentiepositie ten opzichte van brasem en blankvoorn en kunnen ze niet in aantal toenemen zolang dominantie van deze twee soorten gehandhaafd blijft. De lage roofvisstand (baars) en het lage aantal soorten verklaren tevens dat het vetje het zo goed doet in dit systeem, in tegenstelling tot De Karekiet (H.A. Rutjes, Grontmij | AquaSense, pers. med.). Het vetje¹⁷ komt hier al jarenlang in grote aantallen voor (J.A.M. Oudendijk, pers. med.).

In de Karekiet is de biomassa met 29,9 kg/ha veel lager dan in het Gat van Ham. Het is ook erg gering voor diepe wateren, waar de biomassa meestal enkele honderden kilogrammen per hectare bedraagt (Zoetemeyer & Lucas 2002). Buiten de vangst van een karper en enkele palingen werden vrijwel alleen kleine vissen (< 15 cm) aangetroffen. Meerjarige vis werd nauwelijks aangetroffen. Er werden maar vijf soorten aangetroffen. Ook hier ontbreekt de snoek. De kwaliteit van de visstand

¹⁷ Vetjes kunnen zich explosief ontwikkelen in pionierssituaties en kunnen hun hele levenscyclus in een jaar voltooien. In latere successiestadia worden ze door andere vissoorten in aantal teruggedrongen. Het vetje is een kwetsbare soort van de Rode Lijst. Er is in Nederland een neerwaartse trend in het aantal waarnemingen van vetjes (www.ravon.nl, Van Emmerik & De Nie 2006).

is hier volgens de maatlat van de Kaderrichtlijn Water ontoereikend, o.a. door het geringe aantal soorten, het lage aandeel van baars en blankvoorn en de afwezigheid van plantminnende soorten als zeelt in de bemonstering. Mevrouw A. Knoop (pers. med.) heeft hier echter ook zeelt gevangen en rond 2000 kwam hier ook nog snoek voor (H. Eland, Waterschap Brabantse Delta, pers. med.).

‘Elk nadeel heb zijn voordeel’: door de lage visdichtheid zijn er ook maar weinig illegale vissers (A. Knoop, pers. med.).

Het ontbreken van de snoek in beide wielen kan volgens Van Giels het gevolg zijn van een iets verhoogd zoutgehalte. Uit Bijlage 3 blijkt dat dit hier niet het geval is. Waarschijnlijk is het habitat hier ongeschikt (steile oevers, weinig ondiep water).

5.4.8. Overige fauna

In het Gat van Ham werden in 2001 en 2006 macrofaunamonsters verzameld (AquaSense 2002, Klink 2007). Opmerkelijk is de toename tussen beide jaren van de relatieve hoeveelheid van de muggenlarven van 26 naar 42% en die van de wormen van 1 naar 21%. Daarentegen nemen de percentages haften- en libellenlarven af van respectievelijk 14 en 11 naar 3 en 2%. Dat duidt op een verslechtering van de waterkwaliteit. In 2001 werden nog haften van de familie Baetidae aangetroffen, die meestal gebonden zijn aan de betere wateren. In 2006 kwamen naast de overigens (zeer) algemene soorten de zeldzame worm *Haemoneis waldvogeli* voor. Deze wordt verder vooral in kleine ondiepe wateren aangetroffen (Klink 2007).

In het bestand van het Waterschap Brabantse Delta bevinden zich de resultaten van een analyse van de macrofauna uit de Karekiet in 2006. Ook hier gaat het weer om merendeels (zeer) algemene soorten uit voedselrijkere wateren. Opmerkelijk is de grote schaatsenrijder (*Aquarius paludum*), een niet erg algemene soort van met bomen of struiken omgeven grotere wateren zonder waterplanten in het midden: een echte wielensoort dus (T. van Haaren, ongepubl.).

Door medewerkers van de Provincie Noord-Brabant (ongepubl.) werden in 2002 langs de oevers van het Gat van de Ham tuinfluiter en kleine karekiet gesignaleerd en langs de oever van de Karekiet kleine karekiet.

5.4.9. Systeembeschrijving en knelpunten

Beide wielen zijn vrij diep (9-11 m) en hebben steile oevers. Ze ontvangen geen oppervlaktewater uit de omgeving en soms worden ze gevoed door kwelwater. Chemisch gezien is het water grondwaterachtig en de concentraties van voedingsstoffen, vooral fosfaat, zijn betrekkelijk laag, waardoor het water vaak helder is. Er groeien daardoor weinig algen. Hieronder komen wel bijzondere soorten kiezelwieren voor.

Door de steile oevers zijn de gordels van oever- en waterplanten maar slecht ontwikkeld. Toch broeden er nog kleine karekieten in het riet. De meeste soorten kleine waterdieren komen algemeen voor in de Nederlandse voedselrijke wateren,

maar enkele soorten zijn karakteristiek voor (diepere) voedselrijke wateren, met een goede waterkwaliteit, zoals de grote schaatsenrijder.

De diversiteit van habitats in de beide wielen is gering. Er is daardoor weinig paai- en opgroeigebied voor de visstand. De biomassa in De Karekiet is erg laag en volgens de maatlat van de Kaderrichtlijn Water is de kwaliteit van de visstand slecht. Echter, gezien de aantalsverhoudingen is de visstand hier van het baars-blankvoortype, wat voor de Nederlandse diepe wateren het maximaal haalbare niveau is (Zoetemeyer & Lucas 2002).

In het Gat van Ham is er nog een vrij grote biomassa, vooral van karper en brasem. Van de karper komen maar enkele, grote exemplaren in de plas voor, maar van de brasem zijn er vooral jongere, kleinere exemplaren. Doordat de brasem de bodem opwoelt worden er steeds weer voedingsstoffen uit de bodem in het water gebracht. Hierdoor is er in het Gat van Ham ook meer algengroei dan in De Karekiet. Vermindering van de brasemdichtheid zou de waterkwaliteit hier zeker ten goede komen.

Door de geringe dichtheid van roofvis kan het vetje, een kwetsbare vissoort van de Rode Lijst, kan zich al jarenlang met grote aantallen in het Gat van Ham handhaven.

De bladeren die in het najaar van de bomen in de wielen vallen gaan onder water rotten, waardoor het zuurstofgehalte daalt en er voor waterdieren giftige stoffen vrij komen, zoals zwavelwaterstof. Bovendien komen er met de bladeren ook weer voedingsstoffen in het water. Voor de waterkwaliteit is het daarom gunstig om de invloed van bladval in de wielen te beperken.

5.4.10. Maatregelen

Oeverbeheer

Van Giels (2007) beveelt aan om meer ondiepe zones te creëren om zo de ontwikkeling van de vegetatie en de visstand te bevorderen. Wielen behoren tot de aardkundig waardevolle elementen in het Nederlandse landschap en het is van belang dat deze waarden niet worden aangetast (Baas & Wientjes 2004). Dat zou wel gebeuren als de wielen al of niet gedeeltelijk verondiept zouden worden.

Alhoewel het ecologisch wel wenselijk zou zijn is het vanuit aardkundig oogpunt niet wenselijk om bij de wielen ondiepe oeverzones te creëren. Wel moet de ontwikkeling van bomen en struiken langs de oevers van beide wielen in toom gehouden worden om de hoeveelheid invallend blad te beperken. Het is zelfs wenselijk de bomen en struiken langs de oever hier en daar af en toe terug te zetten.

Visstandsbeheer

Het is van belang om in het Gat van Ham te streven naar een duurzame stand van het vetje, omdat deze situatie niet vaak voorkomt. Over het beheer van het vetje is weinig bekend, maar ieder beheer dat is gericht op het verlagen van de voedselrijkdom van het water en de terugkeer en behoud van de waterplanten kan positief zijn voor het vetje (Van Emmerik & De Nie 2006).

Daarom moet in het Gat van Ham gestreefd worden naar een systeem zonder brasem, waardoor de helderheid van het water wordt vergroot. Daartoe moet de plas

aan het einde van de herfst of in de winter worden afgevisd om minimaal 80% van de brasemstand te verwijderen, waaronder liefst alle grote exemplaren (die zijn in de voortplanting het actiefst).

Omdat volledig afvissen van de brasemstand waarschijnlijk niet mogelijk is bestaat het gevaar dat het systeem op den duur toch weer door brasem gedomineerd gaat worden, temeer daar voedselrijk, diep en schaars begroeid water geschikt is voor brasem. Daarom is het aan te raden om in de lente na het afvissen een bestand aan roofvis aan te brengen dat zich wel met jonge brasems, maar niet met vetjes voedt. Dat kan door in het jaar na het afvissen al wat oudere snoek uit te zetten: in het hele wiel ongeveer vijf stuks met een lengte van 40 cm of iets meer.¹⁸ Door de steile oevers en de geringe hoeveelheid waterplanten maar moeizaam voortplanten, waardoor er niet veel gevaar zal zijn dat in een later stadium de vetjes alsnog door jonge snoekjes worden verorberd (H.A. Rutjes, Grontmij | AquaSense, pers. med.). De ontwikkeling van de visstand moet regelmatig worden bijgehouden. Indien na verloop van tijd de brasem toch weer sterk toeneemt dient de stand hiervan opnieuw te worden uitgedund. In ieder geval kan na een jaar of drie een zelfde uitzetting van snoek plaatsvinden om het bestand op peil te houden.

De aanwezigheid van karpers en het vangen daarvan is op de schaal waarop het gebeurt niet schadelijk voor de ecologie van het wiel. Wel schadelijk is het regelmatig strooien van lokvoer, daar dat bijdraagt tot de eutrofiëring van het wiel en daardoor tot vertroebeling.

De kosten van dit visstandsbeheer bedragen in de orde van vijf- tot tienduizend euro, maar moeten door een daarin gespecialiseerd bedrijf nauwkeuriger worden begroot.

Hoewel uit de baggerlaag voedingsstoffen in het water komen is baggeren is niet noodzakelijk, omdat de concentraties van stikstof- en fosfaat nu al in een traject liggen waarbij algengroei beheersbaar is. Zeer waarschijnlijk is het voorgestelde visstandsbeheer al voldoende voor vermindering van de algengroei.

Monitoring

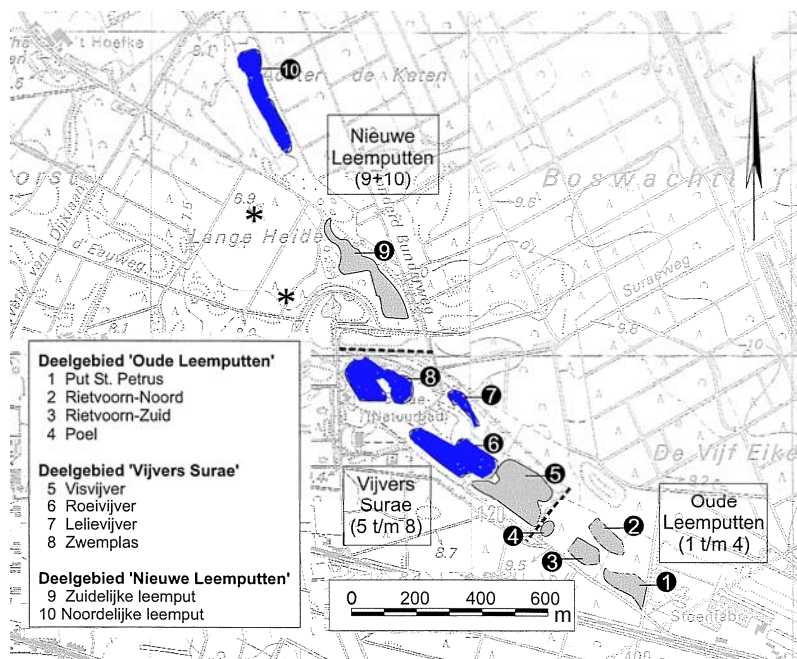
Het is van belang om de toestand van beide wielen te blijven volgen door middel van vierjaarlijkse bemonstering/opname van waterchemie, fytoplankton, kiezelwieren, water- en oeverplanten en macrofauna, zoals al min of meer gebeurt in het meetnet Waternatuur van het Waterschap Brabantse Delta. Als er in De Karekiet geen maatregelen worden genomen is bemonstering van de visstand eens per acht jaar voldoende om de vinger aan de pols te houden. In het Gat van Ham moet dit vaker gebeuren, zo eens in de vier jaar, om de ontwikkeling van brasem en het vetje te volgen. Bij het treffen van maatregelen is het zinvol om in de eerste jaren alle genoemde kwaliteitselementen jaarlijks of eens per twee jaar te bemonsteren en te rapporteren.

¹⁸ Vetjes (maximaal ca 5 cm lang) zijn 'gefundenes Fressen' voor de jonge snoek (0+), die net van een dieet van kleine ongewervelde overstapt op vis, maar niet meer voor snoeken van een paar jaar oud (35-40 cm), die o.a. azen op jonge brasem (8-20 cm). De dichtheid van de snoek is berekend door als uitgangspunt te nemen dat deze ongeveer 5% moet zijn van de visbiomassa in het wiel, zonder de karper, want die behoort niet tot het prooibestand van de snoek. Dat is dan 5 kilo snoek van 40 cm, ofwel 10 snoeken per ha. Dat komt voor het hele wiel (0,5 ha) neer op 5 snoeken.

5.5. Cluster 8. Leemputten bij Dorst

5.5.1. Ligging en eigendom

De leemputten bij Dorst liggen in de Boswachterij Dorst, ongeveer drie kilometer ten noordwesten van Rijen (Figuur 32). Ze zijn eigendom van het Staatsbosbeheer.



Figuur 32. De ligging van de vier geselecteerde leemputten (blauw) bij Dorst (Oranjewoud 1999). * = Salamanderpoel.

5.5.2. Omgeving en beheer

Op de topografische kaart van 1904 (Wieberdink 1991) bestond het gebied van de huidige leemputten vrijwel geheel uit onbegroeid stuifzand, heide en een klein stuk aangeplant dennenbos (Seterse Heide). Het bodemgebruik is sindsdien sterk veranderd.

Vijvers Surae

Het huidige open water van de 'Oude Leemputten' en de vijvers Surae ontstond pas in het eerste kwart van de twintigste eeuw, doordat ten behoeve van de steenfabricage leem werd gewonnen en de aldus ontstane kuilen in het toch al geaccidenteerde landschap zich met water vulden. De omgeving van de kuilen werd geheel met grove dennen beplant. Al spoedig gaf het Staatsbosbeheer deze leemputten in pacht bij de heer Van der Kuit (Latijn: Surae), die daar in 1927 een zwembad met vis- en roeivijvers stichtte, die tot in het najaar van 2005 als zodanig werden geëxploiteerd. Hierna werden de opstallen gesloopt. Op de meeste plaatsen staat het bos tot aan

de oevers van de oude leemputten en de vijvers van Surae, behalve bij de voormalige lig- en speelweiden en strandgedeelten.

De *Lelievijver* (Figuur 34) wordt gebruikt om te vissen. Het is een diep gelegen, smalle put met steile, dicht begroeide oevers, die dicht zijn begroeid met bos- en (wilgen) struweel en bladval veroorzaken in de plas (AquaSense 2002).

De *Roeivijver* (Figuur 35) heeft op het veelal steile oevertalud een dichte begroeiing van struweel en bomen, die beschaduwing en veel bladval in de vijver veroorzaken. Met uitzondering van enkele wilgenstruwelen heeft deze begroeiing een weinig natuurlijk karakter (Dorenbosch & Peeters 2002). Langs een deel van de noordelijke oever bevonden zich tot 2006 aanlegsteigers voor roeiboten. De Roeivijver vormde in het verleden één grote plas met de Visvijver. Ze zijn van elkaar gescheiden door een dam (Iwaco 1999a).

De *Zwemplas* (Figuur 35) heeft een zandige bodem en kunstmatige zandige oevers (ca. 10 jaar geleden van extra zand voorzien) met een betonnen rand. De zwemplas bestaat uit een diep deel (west) en een ondiep deel (oost). De zwemplas wordt grotendeels omringd door kaal zand. Tussen de Zwemplas en de Roeivijver bevindt zich grasland (Oranjewoud 1999).

Nieuwe leemputten

De 'Nieuwe Leemputten' zijn ontstaan tussen 1972 en 1976 door afgraving van leem en het zand dat er bovenop lag. Met dat zand zijn later hoogteverschillen in het terrein aangebracht.

De Noordelijke leemput (Figuur 33) is een langgerekte plas met vrij steile oevers en smalle oeverzone in een open ruimte van ten minste enkele tientallen meters breedte, met lage grazige en heischrale vegetatie (Oranjewoud 1999, Dorenbosch & Peeters 2001).

Bij de afwerking van de groeve is bewust gekozen voor een ondiepe plas, die af en toe moest droogvallen. Tegenwoordig valt deze put veel vaker droog dan in de jaren '70 voorzien was. Om de voortplantingsbiotoop voor aanwezige amfibieën te behouden, is de put in 1995/'96 op verschillende plaatsen verdiept (Oranjewoud 1999). Tijdens de afwerking van de groeve is een deel gebruikt als vuilstort. Deze is in het terrein herkenbaar als een smalle beboste wal even ten westen van de Noordelijke leemput (Iwaco 1999a).

Het gebied kreeg al snel de functie van natuurreservaat, wordt grotendeels begraaasd door Schotse Hooglanders en geiten en is vrij toegankelijk voor het publiek. Er staan verschillende vrij zeldzame plantensoorten van zwak gebufferde bodems, als grondster, hondsviooltje en echt duizendguldenkruid (Iwaco 1999a). Langs de zuidoever van het noordelijk ven zijn naaldbomen gekapt en is het talud geschoond (AquaSense 1996, Bijkerk en Cuppen 2001).

Waterwinning

Tussen de noordelijke leemputten en de vijvers 'Surae' loopt de Prise d'Eauweg. Dat geeft aan dat de putten in een waterwingebied liggen. Het pompstation Breda is gesticht in 1894 en ligt op ca 1,5 km ten zuidwesten van de leemputten, aan de rand van Dorst. In de loop der tijd geschieden de onttrekkingen uit steeds dieper



Figuur 33. Noordelijke leemput in noordelijke richting op 4 mei 2003 (links) en 1 mei 2006 (rechts) (Klink 2007).



Figuur 34. Roeivijver (links) en Lelievijver (rechts) op 5 juni 2001 (AquaSense 2002).



Figuur 35. De Zwemplas in 2003 (<http://angel.bndestem.nl/bndestem>)

liggende watervoerende pakketten. De gemiddelde grondwaterstand is daardoor sinds 1900 met 5-6 dm gedaald en de fluctuaties hiervan zijn sterk toegenomen, maar in welke mate is onbekend (Iwaco 1999a). Ook de toegenomen bebossing van het gebied speelt een rol bij de verdroging (Jansen 2001). De leemputten liggen binnen de zone waar de grondwaterstand in de toekomst door grotere waterwinning 4-10 cm kan dalen. Daarnaast zijn er nog andere winningen, maar de invloed hiervan is onbekend (Iwaco 1999a). Vooral de Noordelijke leemput (10 op het kaartje) heeft te lijden van verdroging door onttrekkingen uit de eerste en tweede watervoerende pakketten en de onttrekking

ten behoeve van het op peil houden van de vijvers 'Surae' (zie onder) (Jansen 2001).

Het meest noordelijke ven van de Leemputten is sterk verdroogd. De waterstand is tussen 2003 en 2006 naar schatting met 1 m gedaald en de gehele laagte staat droog: op twee poelen na, die nieuw zijn gegraven. Hierbij is de leem weer aan de oppervlakte gekomen, waardoor het voedselrijkere karakter van deze poel is teruggekeerd (Klink 2007).

5.5.3. Bodem en waterhuishouding

Aan het oppervlak ligt dekzand met een dikte van maximaal enkele meters. Vrijwel direct hieronder ligt de leemlaag (Formatie van Kedichem) van enkele meters tot ca 20 m dik. Deze 'Bavelse leem' is door de steenfabrieken gebruikt. In de meeste putten is na het uitgraven nog 0,05 – 1 m leem blijven zitten. De bodemopbouw is zeer heterogeen, door het voorkomen van diverse leem- en kleilagen (Jansen 2001). Onder de Bavelse leem ligt het eerste watervoerende pakket met een dikte van ongeveer 30 m, die bestaat uit grof zand en grind. Daaronder bevinden zich nog verdere weerstandsbiedende lagen en watervoerende pakketten (Iwaco 1999a).

Noordelijk ven

Het noordelijke ven ligt in een open plek omgeven door lage wallen. Volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1 : 50 000 (Rijks Geologische Dienst, 1977) wordt het ven getypeerd als een laagte die ontstaan is door afgraving omgeven door lage landduinen met bijbehorende vlakten en laagten. In noordelijke richting is sprake van een terrasafzettingenvlakte. De bodem bestaat hier volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Alterra 2001) met name uit vlakvaaggronden (voormalig stuifzand) met in de directe omgeving ook veldpodzolgronden en haarpodzolgronden, met grondwatertrap tussen VI en VIII*.

Volgens geohydrologisch onderzoek van TNO (Schuurman e.a. 2001) ligt deze plas in een kwelgebied. Het is een geïsoleerd water waar geen sloten uit ontspringen of in uitmonden. Het gemiddelde elektrisch geleidingsvermogen van het dit ven tussen 1995 en 2006 bedraagt circa 114 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en de ionic ratio bedraagt circa 0,55. Dat geeft aan dat dit ven zowel door grond- als regenwater wordt gevoed (Bijlage 4). Jansen (2001) geeft aan dat het ven mogelijk periodiek door grondwater wordt gevoed. In de noordwestelijke rand was er in 1994 kwel, zichtbaar aan een bacterievlies en roestkleurig aanslag op bodem en vegetatie (Van Beers 1997).

De oppervlakte is ca 2,3 ha (Dorenbosch & Peeters 2001). De noordelijke leemput is een vrij ondiepe, langgerekte plas, die in zeer droge zomers droog kan vallen. Aan de zuidzijde van de plas is een diepere put gegraven, waarin altijd water blijft staan (AquaSense 1996). De oevers zijn vrij steil en de oeverzone is daardoor smal (Van Beers 1997). De vorm van het talud is grillig. In september 2000 stond het ven grotendeels droog. In het noordelijk deel stond geen water, in het zuidelijk deel was de diepte 0,1 tot 1,3 m (Iwaco 2001). De zomer van 2000 was niet eens droog: in veel vennen was er een normale waterstand (AquaSense 2003). In het voorjaar was de waterstand volgens globale waarnemingen van het Staatsbosbeheer (ongepubl.) hoog; dat wil zeggen dat er ongeveer een halve meter water stond.

Er is overwegend zwak zandig, zwak tot sterk kalkhoudende leem aangetroffen en lokaal matig humeus slib (Iwaco 2001). Op de diepere plaatsen accumuleert afgestorven organisch materiaal (Van Beers 1997).

De vergravingen van de bodem en de aard van de bodem van deze put bevorderen de verdroging (Jansen 2001).

Vijvers Surae

Volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1:50.000 (Rijks Geologische Dienst, 1977) zijn de vijvers Surae als laagten ontstaan door afgraving en omgeven door terrasafzettingsswelingen bedekt met dekzand. De bodem in de omgeving van de drie vennen bestaat volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Alterra 2001) voornamelijk uit veldpodzolgronden en haarpodzolgronden met een bijbehorende grondwatertrap VII. In het zuiden, direct grenzend aan het Lelieven, ligt een klein gebied waar hoge zwarte enkeerdgronden voorkomen. Volgens geohydrologisch onderzoek (Stuurman e.a. 2001) liggen de drie plassen in een uitgestrekt kwelgebied.

De drie plassen worden gevoed door grond- en regenwater. Er is geen aanvoer van oppervlaktewater. Indien het gemiddelde elektrisch geleidingsvermogen uitgezet wordt tegen de gemiddelde ionic ratio (Bijlage 4) is duidelijk te zien dat Lelievijver (LEL1) en het Roeivijver (ROE1) hoofdzakelijk gevoed worden door grondwater. Van de Zwemplas ontbreken dergelijke gegevens.

De *watervoorziening* van de vijvers geschiedde behalve door regenwater ook door grondwater dat tussen 1993 en 2005 van mei tot augustus werd opgepompt uit het eerste en tweede watervoerende pakket. Het water kwam eerst in de ten zuiden van de Roeivijver gelegen Visvijver en stroomde vandaar naar de Roeivijver, vanwaar het verder werd gepompt naar de Zwemplas. Tenslotte kwam het terecht in de Lelievijver, die als bezinkingsbassin voor het vuile zwemwater fungeerde (Jansen 2001). Het oppompen van grondwater is ge-staakt toen het zwembad werd gesloten (M. Oonk, Staatsbosbeheer, pers. med.).

De oppervlakte van de *Zwemplas* is ca 1,7 ha. De plas wordt door een landtong bijna in tweeën verdeeld. De zuidzijde had een lichthellende oever met kale zandbodem en was in 2001 nog ingericht als strand. Langs de waterlijn was de oever verstevigd met betontegels (Dorenbosch & Peters 2002), die in 2006 zijn verwijderd. Aan de westkant van de landtong was het diepe bad en aan de oostkant het ondiepe gedeelte (Bijkerk & Bultstra 2001). Het verloop van het talud is grillig. Aan de zuidzijde is een vlakke oever; aan de noord- en westzijde is die steil. In het westelijk deel van de plas is zwak zandige, zwak tot sterk kalkhoudende leem aangetroffen; in het oostelijk deel is geen leem aangetroffen. Lokaal is steekvast slib aangetroffen. Plaatselijk was er een sterke dieselgeur en een sterke olie-waterreactie. In september 2000 varieerde de waterdiepte tussen 0,4 en 3,7 m (gemiddeld 1,7 m) (Iwaco 2001). In het voorjaar van 2007 bestond de indruk dat de waterstand hier 1,5 – 2 m lager was (Staatsbosbeheer, pers. med.).

De oppervlakte van de *Roeivijver* is ca 2,3 ha (Dorenbosch & Peters 2002). De waterdiepte varieerde in september 2000 van 1,2 tot 4,7 m en was gemiddeld 3,4 m. In het voorjaar van 2007 was de waterstand hier volgens waarneming van het Staatsbosbeheer 'normaal nat'. De oevers zijn steil: op dwarsdoorsnede heeft de plas een badkuipmodel. Aan de rand van de put is zwak zandige, zwak tot sterk kalkhoudende leem aangetroffen. In het midden was er sprake van sterk zandige, zwak tot sterk kalkhoudende leem. Aan de zuidzijde lag lokaal waterig slib (Iwaco 2001). Een jaar later stelde AquaSense (2002) vast dat er op de bodem een laagje bladeren van ten hoogste 1 cm dikte lag, met daaronder een laag reukloze zwarte modder van maximaal 15 cm (aan de westkant), meestal slechts 5-10 cm dikte, tot slechts enkele centimeters (aan de oostkant).

De waterdiepte van de *Lelievijver* was in september 2001 gemiddeld ca 1,8 m en maximaal 2,2 m. De waterstand was 6,5 m +NAP. De oevers zijn onder water steil (45°). De sapropeliumlaag was gemiddeld 0,35 m dik en maximaal 0,65 m (in het midden). Op deze sapropeliumlaag lag ca 1 cm grof bladafval en eronder grijs, organisch, plaatselijk riekend materiaal en daaronder leem (AquaSense 2002).

5.5.4. Waterchemie

Het water in de onderzochte plassen is helder; alleen aan de zuidzijde van hde Zwemplas is troebel water waargenomen (Dorenbosch & Peeters 2001). In de Roeivijver komen de voor Nederlands begrippen extreem hoge doorzichtwaarden van meer dan vijf meter voor (AquaSense 2001).

Dat alle onderzochte putten behalve door regenwater ook door grondwater werden gevoed en daardoor een hoge Ionic Ratio hebben (Bijlage 5) is hierboven al aangegeven.

De bicarbonaatconcentratie van de plassen varieert tussen 10 en 59 mg/l, wat correspondeert met een alkaliniteit van 0,2 – 1,0 meq/l. De plassen zijn dus (zeer) zwak gebufferd. In combinatie met de pH-waarden tussen 6 en 8 is dat een gunstige situatie voor de levensgemeenschappen van (zwak) alkalische wateren. In het Zwembad komen echter hogere pH-waarden dan 8 voor.

In de Noordelijke put is er tussen 1995 en 2006 een sterke afname van zowel het bicarbonaatgehalte als de pH, wat op verzuring kan duiden. Volgens Jansen (2001) is dit een zeer zwak gebufferd zandbodenvan, maar is het bufferend vermogen uitgeput. De oorzaak van de achteruitgang van het bufferend vermogen is onbekend (bodem of toestromend grondwater). In deze put zijn er tussen de jaren ook verschillen in de percentages van het dominante anion (Tabel 18). Daaruit blijkt ook de afgenomen rol van bicarbonaat ten gunste van andere anionen. Uit de Roeivijver en Lelievijver zijn alleen in 2001 bepalingen van de anionen verricht. Vanwege de grotere diepte van deze plassen en de toevoer van grondwater zal de samenstelling hier door de jaren heen minder variëren dan in de Noordelijke put. Deze vijvers behoren tot het sulfaatype, waarin planten uit het oeverkruidverbond zich goed thuis voelen (Bloemendaal & Roelofs 1988).

De concentraties van de nutriënten zijn over het algemeen laag tot zeer laag. Totaal-fosfaat is in de Lelievijver en de Roeivijver steeds 0,05 mg/l of lager, maar in het Noordelijk ven is er van 1999 naar 2001 een sprong van 0,05 mg/l naar 0,15 mg/l. Tegelijkertijd neemt het chlorofyl hier toe van de zeer lage waarde van 7 naar de zeer hoge waarde van 275 µg/l. Die stijging gebeurde van de ene op de andere dag (6/7 december 2001). In de jaren daarna gaat dat weer terug naar zeer lage waarden, samen met totaal-fosfaat. De totaal-stikstofgehalten zijn over het algemeen (zeer) laag, behalve in de Zwemplas, waar de concentratie af en toe zelfs boven de grenswaarde van 2,2 mg/l voor eutrofe plassen komt (urine!). Het nutriëntengehalte van de Zwemplas was in 2001 verhoogd ten opzichte van de Visvijver, waaruit het water van de Zwemplas werd aangevoerd (Bijkerk & Bultstra 2001).

Tabel 18. De concentraties van de belangrijkste anionen in de leemputten als percentages van de anionensom in verschillende jaren. Maxima zijn vet gedrukt (gegevens uit Bijlage 3).

	Noordelijke leemput					Roeivijver	Lelievijver
	1995	1999	2001	2003	2006	2001	2001
Bicarbonaat	48	27	33	26	20	28	30
Sulfaat	31	42	27	39	51	47	46
Chloride	21	31	40	35	29	25	25

In het Zwembad is er een duidelijke toename van het doorzicht van 1993 tot 2005 (0,6 – 1,4 m). In 2006 is er dan een sterke afname tot 0,4 m. In de diepe Roeivijver duidt het hoge zicht (1,4 – 2,4 m) op helder water. De doorzichtmetingen in de andere plassen zijn waarschijnlijk waterstandsmetingen (AquaSense 2002).

De zuurstofverzadigingswaarden liggen meestal in de buurt van 100%, maar in de Lelievijver zijn lagere waarden, tussen 50 en 60%, waargenomen, speciaal in de eerste helft van 2001. Het biochemisch zuurstofverbruik is over het algemeen laag (< 2 mg/l), maar in het Noordelijk ven is er in 2001 een plotselinge verhoging naar gemiddeld 10,6 mg/l, hetgeen voor vennen zeer opmerkelijk is.

5.5.5. Microfyten

Noordelijke put

In dit ven is zowel in 1995 als in 1999 onder de kiezelwieren de ubiquistische *Achnanthes minutissima* dominant. Andere kiezelwieren zijn voornamelijk storingssoorten. Deze soorten kunnen wijzen op een sterke organische verontreiniging. Doelsoorten uit typisch zwak zure vennen komen in beide jaren maar mondjesmaat voor. De ecologische indicatiewaarden geven voor beide jaren een vrijwel gelijk beeld: pH-neutraal, zuurstofrijk en licht eutroof water (AquaSense 2002). Ook in 2003 en 2006 was *A. minutissima* dominant, maar er kwamen steeds meer soorten uit voedselrijk water bij en het aandeel van storingssoorten nam toe. In 2006 werden o.a. twee soorten uit schoon, voedselrijk en wat harder water aangetroffen (*Epithemia adnata* en *Rhopalodia gibba*) (Klink 2004, 2007).

De sieralgen zijn bekeken in 1995 en 1999 (AquaSense 1996, Bijkerk en Cuppen 2001). In 1995 werden maar tien soorten gevonden, vooral van zwak zure tot pH neutrale wateren. In 1999 werden 24 soorten gevonden. In beide jaren was de natuurwaarde vrij hoog (AquaSense 2002).

Roeivijver

Zowel in het mei- en als in het septembermonster zijn ubiquistische soorten kiezelwieren dominant. Daarnaast komen in het voorjaar doelsoorten voor. De trofieindicatie is hoog. Toch komen er nog doelsoorten uit laag-alkaliene wateren voor (AquaSense 2002).

In verhouding tot de meeste andere onderzochte putten heeft de Roeivijver voor de sieralgen een betrekkelijk lage natuurwaarde. Er zijn maar weinig soorten, die voor

het merendeel een wijde tolerantie voor zuurgraad en voedselrijkdom hebben (AquaSense 2002)

Zwemvijver

Bijkerk & Bultstra (2001) onderzochten in 2001 behalve het fytoplankton van de Zwemplas ook dat van de Visvijver, waaruit het water van de Zwemplas via de Roeivijver werd aangevoerd. In de Zwemplas waren niet alleen de nutriëntenconcentraties hoger dan in de Visvijver, maar ook de concentraties fytoplankton. Bovendien was het aandeel van de blauwwieren in de Zwemplas met een gemiddelde van ca 35% van het biovolume hoger dan dat in de Visvijver (<2%). De maximale hoeveelheden van de potentiële toxische blauwwieren waren echter niet hoger dan de daarvoor geldende veiligheidsgrenzen.

Lelievijver

In september 2001 was er bloei van blauwwieren. Toch was de zichtdiepte nog meer dan een meter.

De plas was in 2001 een goed milieu voor sialgen, hetgeen blijkt uit het betrekkelijke hoge waarderingscijfer. De meeste van de 20 aangetroffen soorten zijn kenmerkend voor matig voedselrijke tot voedselrijke wateren voorkomt. Er zijn ook enkele Rode-Lijstsoorten aanwezig (AquaSense 2002)

De indicatiegetallen voor de kiezelwieren uit dat jaar wijzen op neutraal, matig voedselrijk water. Naast de ubiquist *Achnanthes minutissima* zijn vooral in het septembermonster veel doelsoorten uit (laag-)alkaliene wateren aanwezig (AquaSense 2002).

5.5.6. Macrofyten

De gegevens met betrekking tot de macrofyten zijn samengevat in Tabel 19.

Noordelijke put

Uit de verschillende onderzoeken van deze put blijkt dat ondanks het heldere water er over het algemeen weinig planten in het water zijn te vinden, maar in 1995 en 2001 werd er wel betrekkelijk veel doorschijnend glanswier aangetroffen: een soort die typerend is voor niet al te zure vennen. In 2001 kwam ook het in Nederland algemene breekbaar kransblad voor. Na 2001 zijn deze soorten niet meer gevonden.

In de jaren negentig was er langs de oever een begroeiing die kenmerkend was voor verzuurde vennen, met soorten als vensikkelmos, knolrus, veel waternavel en moerasstruisgras.

Na 2000 worden op de oever alleen de zuurminnende soorten knolrus en waternavel vermeld, naast een flink aantal soorten van voedselrijk milieu. De pioniersoorten van zwakgebufferde wateren en oevers, zoals gesteeld glaskroos en pilvaaren, die in de jaren tachtig zijn gezien, komen dan niet meer voor. De oevervegetatie is altijd betrekkelijk ijl, met een open karakter. Bijzonder is hierin nog de grondster, een gevoelige soort van de Rode Lijst.

Tabel 19. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in de leemputten bij Dorst. x = hoeveelheid onbekend, 1 = weinig ... 9 = dominant.

	Locatie	Noordelijke Leemput 1			Roei- vijver 5, 7	Lelie- vijver 5	Zwem- plas 7
	Bronnen* van tot	1	1-4	6, 8			
		1987 1988	1994 1999	2003 2006			
<i>Zure, ongebufferde wateren en moerassen</i>							
moerasstruisgras			4				
vensikkelmos		4	7				
waternavel			4	3	3	5	
grondster			x	3			
knolrus s.l.		4	3	3			
tengere rus			2				
pijpenstrootje			2				
grauwe wilg			2				
geoord veenmos			1				
veenmos			1				
draadwieren (ondergedoken)		4					
<i>(Hoog)veenverlanding</i>							
snavelzegge					3	2	
witte snavelbies			4				
<i>Zwak gebufferde/voedselarme wateren en moerassen</i>							
kranswier					7		
breekbaar kransblad			x		5		
doorschijnend glanswier			4				
glanswier					6	x	
pilvaren		4					
gesteeld glaskroos		x					
(duizendknoop)fonteinkruid			x				
borstelbies							2
<i>Voedselrijke/alkalische wateren</i>							
bronmos			7				
waterviolier					1		
aarvederkruid					7		
gele plomp				2			
witte waterlelie						4	
gekroesd fonteinkruid					1		
<i>Voedselrijke/alkalische wateren en moerassen</i>							
grote waterweegbree			4	2		1	
rosse vossestaart				2			
geknikte vossestaart			3	3			
veerdelig tandzaad				2			
ruige zegge			4				
waterbies			2	4		x	
smalle waterpest					1		
koninginnekruid					3	3	
moeraswalstro			2	3	3	3	
mannagras		2					
bleekgele droogbloem							1
moerasdroogbloem			2	2			
gele lis				2			
veldrus			2				
zomprus					3		
pitrus			2	4		3	
wolfspoot			2	3	3	3	
grote kattenstaart				1	2	3	
watermunt					2		
zomp- + moerasvergeet-mij-nietje			2	2		3	
riet		2			3	3	2
veenwortel					2		
waterpeper				1			
zilverschoon			2				
mattenbies		2	2		3		
kleine egelskop				3			
kleine lisdodde						6	
<i>onbekend</i>							
sterrenkroos			6				

* 1: Van Beers (1997), 2: AquaSense (1996), 3: Iwaco (1999), 4: Bijkerk & Cuppen (2001), 5: AquaSense (2002),

Zwemvijver

Van deze plas zijn weinig gegevens over de begroeiing. Volgens Oranjewoud (1998) kwam hier eertijds pilvaren voor. Echte waterplanten komen niet voor, wel is er aan de noordzijde wat riet op de oevers. Verder is er veel bos tot aan de oever. Hier en daar werden in 2001 nabij betontegels en op de landtong pioniersoorten gevonden, waarvan borstelbies en bleekgele droogbloem het meest bijzonder zijn.

Lelievijver

Behalve waterlelie en een plukje glanswier zijn hier niet veel waterplanten gezien. Ook de begroeiing langs de vrij steile oevers is niet erg uitbundig. Aan de noordkant is een helofytengordel met een breedte van ten hoogste enkele meters, met vooral kleine lisdodde. Het gaat om soorten uit voedselrijk water.

Roeivijver

Overal in het heldere water van de plas zijn er veel planten op de bodem: ruim de helft is bedekt met kranswieren (kransblad, glanswier) en in mindere aarvederkruid (vooral langs de oever), naast wat gekroesd fonteinkruid. Op de meeste plaatsen langs de oever is er een smalle gordel van helofyten, voornamelijk riet. De plantengroei komt overeen met wat mag worden verwacht in helder, niet al te voedselarm, niet-verzuurd water.

5.5.7. Fauna

Noordelijke leemput

De *macrofauna* werd in 1995 bemonsterd en is besproken in AquaSense (1996, 2002). De fauna is die van een zwak zuur ven, maar het aantal aangetroffen soorten (52) is niet erg groot. De fauna leek te zijn verstoord door de toen uitgevoerde graafwerkzaamheden in het zuidelijke deel, waar ook het monster werd genomen.

In 1999 werden 42 soorten gevonden. Opvallend was dat er relatief meer zuurminnende soorten waren dan in 1995 (Bijkerk & Cuppen 2001). In beide onderzoeksjaren was de natuurwaarde van de macrofauna vrij hoog, door het voorkomen van bijzondere soorten watermijten en kevers.

De macrofauna was in 2003 nog weer soortenarmer met slechts 33 soorten, door de afwezigheid van waterplanten en een vrij kale leembodem. De waterwants *Sigara scotti* en de muggelarve *Einfeldia dissidens* zijn vrij zeldzaam. De overige soorten zijn algemeen (Klink 2004).

In 2006 was het aantal soorten verder afgenomen tot 26. Bijna alle soorten zijn dan algemeen, met uitzonderingen van de vrij zeldzame kokerjuffer *Limnephilus vittatus* (een bewoner van vennen en plasjes) en nog steeds de vrij zeldzame *Einfeldia dissidens* (Klink 2007).

Van de *volwassen libellen* (Tabel 20) is hier de watersnuffel het meest talrijk. Dat is een algemene soort van zure vennen. Daarnaast zijn er soorten van voedselrijke vennen overal voorkomende soorten aanwezig.

In deze put is het hoogste aantal soorten amfibieën in het gebied aangetroffen: gewone pad, bruine kikker, middelste groene kikker, kleine watersalamander, kamsalamander (een bedreigde soort van de Rode Lijst). Alleen hier komen

Tabel 20. Overzicht van het aantal individuen van libellen in de zomer van 2001 (Doorenbosch & Peeters 2002)). Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermesting, verdroging volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding.

Habitat soort	Roeivijver	Zwemplas	Noordelijke put	gevoeligheid		
				verzuring	vermesting	verdroging
<i>Zure, voedselarme vennen</i> watersnuffel	25		450	++		0
<i>Matig zure, matig voedselrijke vennen</i> azuurwaterjuffer	100	50		-	0/-	0
*glassnijder	20			--	0	--
<i>Voedselrijke vennen</i> lantaarntje	3	50			+	0
paardenbijter	2	1	2	-		-
vuurjuffer	15		10	-	0	-
blauwe glazenmaker	1		3	0	+	-
<i>Droogvallende biotopen/pioniermilieus</i> platbuik			1			+
<i>Beken en zuurstofrijke kanalen</i> blauwe breedscheenjuffer	1		20			
<i>Ubiquisten (overal)</i> gewone oeverlibel	5	5	29			-
grote keizerlibel	1		1		-	-
viervlek	50	50	100	+		-
steenrode heidelibel			2			
smaragdlibel	25	5	10			
metaalglanslibel		10				-

*positieve indicatorsoort

salamanders voor omdat dit de enige put is *zonder vis* en met een redelijk ontwikkelde watervegetatie. De verzuring van deze put is een bedreiging voor de voortplanting van de salamanders (Oranjewoud 1999, Doorenbosch & Peeters 2002).

In september 1995 zag ik veel eenden op het toen geheel watervoerende ven.

Roeivijver

In 2001 zijn hier in in mei en september monsters genomen van de *macrofauna*. In vergelijking met de andere leemputten kwamen hier veel weekdieren voor. Het aantal soorten was in het voorjaarsmonster (63) vrij hoog, maar in het najaarsmonster (41) laag. In verhouding komen er in de Roeivijver weinig vergaarders¹⁹ en veel knippers voor. Dat komt goed overeen met de relatief dunne sliblaag in deze plas. Er zijn hier zeven bijzondere soorten aangetroffen: drie watermijten, een waterkever, twee muggenlarven en een kokerjuffer. Ze verkiezen bijna allemaal helder, schoon, vegetatierijke en licht basisch water. De macrofauna duidt op een systeem met een goede zuurstofhuishouding. Er is geen sprake van verstoring (AquaSense 2002).

Er komen *volwassen libellen* uit veel verschillende milieus voor: van voedselarm en zuur, tot voedselrijk. Bijzonder is hier de glassnijder, die eigenlijk meer op beken en door geboomte omzoomde, zuurstofrijke kanalen voorkomt (Dijkstra e.a. 2002). De diepe Roeivijver heeft daar wel kenmerken van.

¹⁹ Vergaarders (veel weinigborstelige wormen en muggenlarven) eten voornamelijk detritus (organisch slib), knippers (vooral kreeftachtigen en sommige waterkevers) fragmenteren het meestal plantaardige voedsel tot bruikbare propertes.

Van de *amfibieën* zijn hier gewone pad en bruine kikker aangetroffen (Doorenbosch & Peeters 2002).

De *visfauna* is geheel door de mens geïntroduceerd. Algemeen zijn blankvoorn en baars. Paling, snoek en brasem worden regelmatig gezien of gevangen, terwijl van rietvoorn en karper enkele waarnemingen bekend zijn. De zonnebaars, een zeer vraatzuchtige exoot, is hier ook uitgezet (Doorenbosch & Peeters 2002).

Lelievijver

In het voorjaar is er in de ondiepe delen van deze plas veel zoöplankton (AquaSense 2002).

Voor de macrofauna is deze vijver de soortenrijkste locatie (71 soorten in het voorjaar en 63 in het najaar). Er zijn opvallend veel kokerjuffers gevonden, wellicht vanwege het vele hout dat in het water ligt. Vooral de vergaarders uit de groep van de muggenlarven zijn hier soorten- en individuenrijk. De knippers doen het hier weer minder goed dan in bijvoorbeeld de Roeivijver. Dat kan ook worden verwacht bij de aanwezigheid van een dikke sliblaag. Er komen drie bijzondere soorten voor (een muggenlarve, een haft en een kokerjuffer), die indicaties zijn voor betere wateren. De levensgemeenschap heeft door de het dikke bladpakket eerder het karakter van die van een laagveenplas dan die van een leemput. Niettemin heeft de macrofauna een hoge natuurwaarde doordat deze schoon, zuurstofrijk water en een niet-verontreinigde bodem indiceert (AquaSense 2002).

Het voorkomen van vissoorten is niet onderzocht. In elk geval zijn er geen bodemwoelers als karper of brasem. Deze zouden de nutriënten uit de modder beschikbaar maken voor planktonalgen, waardoor de plas veel troebeler zou zijn dan is waargenomen.

Zwemplas

De *gewone pad* plant zich hier massaal voort. Er werden hier in 2001, als gevolg van het toen nog intensieve gebruik als zwemwater, relatief weinig libellensoorten gevonden. Het zijn ook betrekkelijk gewone soorten (Doorenbosch & Peeters 2002)

De *visfauna* is geheel door de mens geïntroduceerd. Algemeen zijn blankvoorn en baars. Brasem worden regelmatig gezien of gevangen, terwijl van paling en snoek enkele waarnemingen bekend zijn. Mogelijk komt ook rietvoorn voor. Verder is hier de zonnebaars, een agressieve exoot waargenomen (Doorenbosch & Peeters 2002).

5.5.8. Systeembeschrijving en knelpunten

De onderzochte leemputten zijn in te delen in twee groepen: de vijvers van het complex 'Surae' en het Noordelijk ven van de Nieuwe Leemputten. De vijvers 'Surae' (Roeivijver, Lelievijver en Zwemplas) werden in het eerste kwart van de 20^e eeuw gegraven om leem te winnen voor de steenfabricage. De Nieuwe Leemputten zijn rond 1974 gegraven.

De omgeving van de putten bestaat voornamelijk uit grove-dennenbossen, die na 1900 in de heide en het stuifzand werden geplant. Geleidelijk aan wordt het bos omgevormd naar een meer open en natuurlijker bostype. De omgeving van de Nieuw Leemputten wordt daarvoor begraasd en is toegankelijk voor het publiek. In

de overige plassen is vis uitgezet en de omgeving daarvan is vrij toegankelijk voor wandelaars en vissers.

Bodem en waterhuishouding

De 'Bavelse leem' lag in een laag met een dikte van maximaal 20 m enkele meters onder het oppervlakkige dekzand. Bij het uitgraven van de leem werd het (gebufferde) grondwater aangesneden en vulden de kuilen zich met een mengsel van regen- en grondwater. De leemrestanten in de ondergrond verlenen het oppervlaktewater een zwak bufferend vermogen, waardoor het niet (sterk) beïnvloed werd door verzuring van de neerslag. Het bufferend vermogen van het oppervlaktewater vermindert bij het verwijderen van de resterende leem en bij afnemende toevoer van grondwater.

De nabijgelegen drinkwaterwinning te Dorst heeft wel een significante invloed op de dieper gelegen grondwaterpakketten, maar niet op het eerste watervoerende pakket. Toch is de grondwaterstand, en daarmee ook het oppervlaktewaterpeil in de afgelopen decennia, en in het bijzonder in de laatste tien jaar gedaald. Dat is vooral de Noordelijke Leemput het geval. Daarvoor zijn de denenaanplant rond de putten en de peilverlagingen door ruilverkaveling en beregning in het omringende landbouwgebied verantwoordelijk, maar de grootte van de afzonderlijke posten is niet bekend. Ook de wateronttrekking in het gebied zelf, om de Roeivijver en Zwemplas op peil te houden, in de zomers van 1993 tot en met 2005 heeft geleid tot een daling van de grondwatertoevoer naar de leemputten, maar de mate waarin is eveneens onbekend.

Noordelijke leemput

De Noordelijke leemput is een ondiepe, langgerekte plas met (te) steile oevers, die steeds vaker droogvalt. Tussen 1995 en 2006 is hier een sterke afname van de alkaliniteit en de pH, als gevolg van verzuring door de neerslag en/of de verminderde toevoer van (licht gebufferd) grondwater. Er zijn niet veel planten in het water, maar er zijn tot 2001 wel kranswieren gevonden. In de jaren tachtig werden hier nog pioniersoorten van zwak gebufferde wateren gevonden, maar later niet meer. Na 2000 zijn er op de oever alleen nog maar plantensoorten uit verzuurde en geëutrofiëerde wateren. De soortenrijkdom van de macrofauna neemt hier sinds 1995 voortdurend af. Omdat dit de enige put is zonder vis en met enige ontwikkeling van waterplanten was deze put in 2001 in het gebied het rijkst aan amfibieën, waaronder de kamsalamander (een bedreigde soort van de Rode Lijst).

De plas lijdt onder droogtestress: door het droogvallen van de oevers mineraliseert het daar geaccumuleerde organische materiaal, waardoor eutrofiëring plaatsvindt. Bovendien is er verzuring.

Roeivijver

Het opgepompte grondwater kwam tussen 1993 en 2006 eerst in de Visvijver en vervolgens in de Roeivijver: een diepe plas (gemiddeld 3,4 m, maximaal 4,7 m), met zeer steile oevers en glashelder water. Het zicht is er tot de bodem, wat voor Nederland zeer uitzonderlijk is. Het water is zwak gebufferd, pH-neutraal en voedselarm en sulfaat is het dominante anion. Er komen bijzondere soorten kiezelwieren voor, maar geen bijzondere sieralgen. Langs de oever is een smalle rietgordel en meer dan de helft van de bodem is bedekt met kranswieren en aarvederkruid. De bodem onder de plantenmat bevat nog leemrestanten en slechts een dun laagje slib.

Onder de macrofauna zijn relatief veel weekdieren (een teken van aanwezigheid van kalk en buffering) en er zijn veel soorten van heldere, schone, vegetatie- en zuurstofrijke, licht basische wateren, o.a. de glassnijder (een libel). De visfauna is geheel door de mens geïntroduceerd, met o.a. snoek en brasem, maar ook de zonnebaars, een exoot, die ware slachtingen onder de overige fauna aanricht en een desastreuze invloed heeft op de amfibieënstand, die in en bij de Roeivijver dan ook zeer soortenarm is.

De waterkwaliteit van deze plas is uitstekend. Knelpunten zijn de zeer steile, beschutte oevers en de aanwezigheid van vis, in het bijzonder de zonnebaars. Op den duur kan ook het afnemen van de alkaliniteit door het staken van de toevoer van opgepompt grondwater leiden tot verzuringsproblemen, maar wellicht is de buffercapaciteit van de bodem de eerstkomende decennia toereikend.

Zwemplas

Van de Roeivijver stroomde het water naar de Zwemplas. De diepte was tot 2006 gemiddeld 1,7 m, maar nu waarschijnlijk wel een meter minder. Bij het voormalige zwemstrand zijn de oevers vlak, maar de overige oevers zijn betrekkelijk steil en de bomen staan er tot aan de oever. Plaatselijk komt nog leem voor in de bodem en het slib heeft zich ook slechts plaatselijk ontwikkeld. In de zwemperiode was het water hier alkalisch en zwak gebufferd en ten opzichte van de Visvijver was het gehalte aan voedingstoffen en daardoor ook de algenconcentratie hoger en het water troebel.

De plantengroei heeft zich enerzijds door de zwemactiviteiten en anderzijds door de bebossing van de oevers nauwelijks kunnen ontwikkelen. Ooit is de pioniersoort pilvaren hier gevonden, en meer recent naast wat riet ook de borstelbies: een tredssoort van matig voedselarme omgeving. De Zwemplas was, of is, nog wel een belangrijke voortplantingsplek van de gewone pad. Het is de enige pad die vaak talrijk is in bosgebieden. Bovendien zijn de larven nogal onsmakelijk voor vis, waardoor ze kunnen ontsnappen aan de vraatzucht van de zonnebaars, die – naast andere vissoorten – ook in deze plas is uitgezet.

Knelpunten voor een goede ontwikkeling van water- en oeverplanten in de Zwemplas zijn de betrekkelijk steile en beboste oevers in een groot deel van de plas. Een belangrijk knelpunt als het intensieve zwemmen en het gefixeerde waterpeil is opgeheven met de beëindiging van het zwemmen en de watertoevoer. De aanwezigheid van vis, in het bijzonder de zonnebaars, schijnt de padden nauwelijks te deren. Op den duur kan verzuring een probleem gaan vormen. Dat zal hier wegens de geringere diepte sneller het geval zijn dan bij de Roeivijver.

Lelievijver

Het door de zwemmers vervuilde water werd afgevoerd naar de Lelievijver, die fungeerde als bezinkingsbassin. Het is een diep gelegen, smalle put, met boven en onder water een steil talud. Het plasje is een soort vangput voor de bladeren van het bos en dichte struweel op de oevers. De maximale diepte is ruim twee meter en de baggerlaag is gemiddeld 3,5 dm dik. Over het leemgehalte en eventueel bufferend vermogen van de ondergrond zijn geen gegevens.

Het water is alkalisch, zwak gebufferd en grondwaterachtig en sulfaat is het dominante anion. De concentratie van totaal-fosfaat ligt op hetzelfde niveau als in de Zwemplas, maar die van totaal-stikstof is lager, waarschijnlijk door de denitrificatie

die hier goed verloopt, dankzij de lage zuurstofgehalten die optreden bij het rotten van de ingevallen bladeren. Soms is hier bloei van blauwalgen, maar het water blijft betrekkelijk helder.

Zowel onder de sialgen als de kiezelwieren komen bijzondere soorten uit matig voedselrijke tot voedselrijke wateren voor. Door de steile oevers, de weke modderbodem en beschaduwing zijn er maar weinig oeverplanten (lisdodde) en nauwelijks waterplanten (waterlelie, glanswier). De macrofauna is zeer soortenrijk en er zijn veel kokerjuffers, waarschijnlijk door het vele hout in het water. Door het dikke bladpakket lijkt de levensgemeenschap meer op die van een laagveenplas dan op die van een leemput. Er zijn diverse bijzondere soorten van schone, zuurstofrijke wateren. Er is ook veel zoöplankton. Over de gewervelde dieren van deze plas zijn geen gegevens bekend.

De voortdurende toevoer van bladeren en lichtinterceptie door bomen en struiken en de steile oevers zijn de grootste knelpunten voor de ontwikkeling van de water- en oeverplanten in deze plas. Bij nietsdoen zal de plas verder verlanden. Door de steile oevers zullen er geen interessante verlandingsgemeenschappen optreden. Op den duur bestaat wel gevaar voor verzuring.

5.5.9. Maatregelen

In een optimaal ontwikkelde leemput is er een natuurlijke dynamiek van seizoensgebonden peilfluctuaties en worden de (zwak) gebufferde omstandigheden in stand gehouden door voeding met lokaal grondwater en/of de aanwezigheid van kalkhoudend substraat, zoals leem of klei. In dit opzicht zijn de oude putten Sint Petrus, Rietvoorn-Noord en de Zuidelijke leemput (Figuur 32) het meest kansrijk (Jansen 2001). Met de Noordelijke leemput en de vijvers 'Surae' is dat minder het geval. Niettemin worden voor deze putten hieronder mogelijke verbeteringsmaatregelen besproken.

Vermindering wateronttrekkingen

Van de door Jansen (2001) genoemde maatregelen is het advies om de onttrekking bij Surae te beëindigen reeds uitgevoerd. Hierdoor wordt de verdroging van de Noordelijke put minder. Jansen beveelt ook aan om de onttrekkingen uit het eerste watervoerende pakket in een straal van drie kilometer in de directe omgeving van de Boswachterij Dorst voor zover mogelijk stop te zetten en de freatische grondwaterstanden te monitoren. Voor zover bekend zijn er inmiddels wel peilbuizen geplaatst, maar de onttrekkingen gaan nog steeds door.

Noordelijke leemput

In en om de Noordelijke leemput kunnen op dit moment niet veel maatregelen meer worden getroffen. Het belangrijkste is dat de put door vermindering van de wateronttrekkingen (in de omgeving van de boswachterij en bij Surae) weer het grootste deel van het jaar watervoerend wordt. Er moet voor worden gewaakt dat er opzettelijk of onopzettelijk vis in het ven wordt uitgezet, om de betekenis van de plas als habitat voor de amfibieën te handhaven, danwel te herstellen. De onmiddellijke omgeving van de plas heeft al een voldoende open karakter.

Er dient nog te worden onderzocht waarom de buffercapaciteit van deze plas is uitgeput; door vermindering van de grondwatertoevoer of door het opraken van de

buffercapaciteit van de leem. Als daar meer helderheid over is en het opzetten van de grondwaterstand niet voldoende soelaas biedt kan worden overwogen om leem uit de omgeving in de plas te verspreiden of (zwak) gebufferd (grond)water in de plast te pompen, zoals dat bijvoorbeeld bij de Oisterwijkse vennen al gebeurt (Roe-lofs e.a. 2002).

Roeivijver

De geschiktheid van de plas voor soorten uit het oeverkruidverbond kan worden vergroot door verlaging van de steilheid van de oevers. De oevers aan de noord-oostzijde zijn daarvoor het meest geschikt, met betrekking tot de expositie aan zon en wind. Het beste is om eerst het ter plaatse aanwezige bos te rooien en ter plekke van het huidige bos de grond zodanig te ontgraven dat een talud van ten minste 1 : 6, maar liever nog 1 : 10 of nog minder ontstaat.

Er kan worden afgewacht of hier soorten uit het oeverkruidverbond spontaan ontkiemen²⁰. De soorten van het oeverkruidverbond hebben een kale zandbodem nodig. Daarvoor zorgen dynamiek in de vorm van wind (afvoeren organisch materiaal) en waterstandschommelingen (oxidatie organisch materiaal). Nu de toevoer van grondwater naar de Roeivijver is weggefallen zijn er wel peilfluctuaties (de grootte is nog niet bekend). Wellicht geven die al voldoende dynamiek. Indien dat niet zo is zal het bos aan de zuidwestzijde over grotere afstanden (denk aan enkele honderden meters) verwijderd moeten worden. Dit sluit overigens aan op het voor-nemen van Staatsbosbeheer om alle leemputten door middel van een open vegeta-tie meer met elkaar te verbinden (M.M.A. Oonk, pers. med.).

Tot nu toe hebben zich geen ongewenste eutrofiëringsverschijnselen voorgedaan als gevolg van de activiteiten van bodemwoelende vis, zoals brasem. Uit dit oogpunt is daarom geen visstandsbeheer noodzakelijk.

De hier uitgezette zonnebaars heeft een desastreuze invloed op de amfibieënstand, maar er zijn op dit moment geen methoden beschikbaar om deze soort effectief te verwijderen (behalve dempen van de plas). Op langere termijn komen hiervoor wellicht chemische of biologische methoden beschikbaar, maar daarvoor is nog veel onderzoek noodzakelijk. Omdat de zonnebaars zijn broedkuilen graag maakt in kaal zand is de kans groot dat de hoeveelheid hiervan toeneemt als delen van de oe-ver worden afgevlakt (W. Verberk & H. van Kleef, Radbouduniversiteit, pers. med.).

Voorzover in deze put vis wordt gevangen dient dit te worden gestaakt. Behalve dat de vis de ontwikkeling van de amfibieën verhindert leidt het strooien van voer tot ongewenste eutrofiëring.

Zwemplas

Nu de zwemmers uit de plas zijn verdwenen en de opstallen zijn geruimd, het waterpeil fluctueert en het water (nog) zwak gebufferd is zijn er op de voormalige stranden van het Zwembad ideale omstandigheden voor de (gewenste) soorten uit het oeverkruidverbond, maar ook voor (ongewenste) opportunisten, die geen bijzondere natuurwaarde hebben. Onbegroeide, zandige delen van de oevers zijn

²⁰ Omdat er hier geen zaadbank voor deze soorten is kan worden overwogen om deze soorten te introduceren. Daarbij moeten wel de daarvoor geldende richtlijnen in aanmerking worden genomen. Door Rijks (2004) zijn die speciaal voor terreinen van het Staatsbosbeheer geformuleerd. Smulders e.a. (2006) doen dat ook voor andere gebieden.

overigens wel de locaties die de zonnebaars opzoekt voor het maken van broedkuilen.

De Zwemplas ligt al wat minder beschut dan de Roeivijver en wellicht is er al voldoende windwerking. Indien dat niet zo is zal vooral aan de zuidwestzijde bos moeten verdwijnen. Er kan dan een conflict optreden met de wens om de functie van de plas als voortplantingsbiotoop voor de gewone pad te handhaven. Daarom moet eerst nog worden nagegaan waar de padden de plas precies gebruiken.

Voor het visstandbeheer geldt hetzelfde als voor de Roeivijver.

Lelievijver

Bij de Lelievijver is het zinvol om de bomen en struiken tot op ongeveer dertig meter uit de waterlijn te verwijderen. Hier en daar moet een struik of boompje blijven staan, als rustpunt voor de fauna (o.a. libellen). Het slib kan voorlopig blijven liggen en er moet worden voorkomen dat er vis in deze plas terecht komt, in het bijzonder brasem en zonnebaars.

Kostenindicatie

De meeste maatregelen betreffen het verwijderen van het bos rond delen van de leemputten. De kosten hiervan zijn moeilijk aan te geven, omdat de kosten (gedeeltelijk) gedekt kunnen worden met de inkomsten uit het te oogsten hout. Die zijn sterk afhankelijk van de gebruiksmogelijkheden. Voor eventueel grondverzet om een zwak hellende oever bij de Roeivijver te creëren kan worden gerekend met een kostenpost van maximaal enkele tienduizenden euro's. De kosten van onderzoek naar de achteruitgang van de buffercapaciteit van de Noordelijke leemput bedragen enkele tienduizenden euro's. De kosten voor vermindering van wateronttrekkingen blijven buiten deze begroting.

Monitoring grond- en oppervlaktewaterstanden

De aanbeveling van Jansen (2001) om de vennen ten opzichte van NAP in te meten peilschalen te plaatsen, zodat het feitelijk verloop van het oppervlaktewater kan worden gevolgd, moet zo spoedig mogelijk nog worden uitgevoerd.²¹ De waterstand dient op zijn minst maandelijks, maar beter nog twee maal per maand te worden gemeten.

Voorts constateert Jansen dat er maar één grondwaterwaarnemingsput in de hele boswachterij is. Dat is te weinig om extrapolaties naar het hele gebied te kunnen maken. Het inrichten van een goed waarnemingsnet van grond- en oppervlaktewaterstanden is daarom zeer urgent. Hierbij kan aangesloten worden bij de bestaande grondwater- en verdrogingsmeetnetten van Staatsbosbeheer en de Provincie Noord-Brabant (<http://www.brabant.nl/upload/documentatie/m/meer%20achtergrond%20over%20grondwater.doc>).

Monitoring chemie oppervlaktewater en biologische kwaliteitselementen

In Tabel 21 is weergegeven welke biologische kwaliteitselementen en in welke frequenties deze moeten worden bemonsterd of opgenomen. In de tabel betekent 2 of 4 dat de locatie voor de betreffende parameter respectievelijk eens in de twee of

²¹ Doordat bijvoorbeeld bij de uitvoerige karteringen van waterdiepte en bodemeigenschappen van Iwaco (2001) de waterstand niet aan NAP-hoogten kon worden gerelateerd verliezen deze karteringen veel van hun potentiële waarden.

vier jaar moet worden bemonsterd. In een bemonsteringsjaar worden soms meerdere monsters genomen (bijvoorbeeld voor de waterchemie en het fytoplankton). Wanneer de 2 of 4 wordt voorafgegaan door 1/ betekent dit dat de bemonstering in de eerste twee tot vier jaren na het uitvoeren van de maatregelen jaarlijks moet geschieden. Wanneer de 4 wordt voorafgegaan door 1-2/ betekent dit dat de bemonstering in de eerste vier jaren na het uitvoeren van de maatregelen een- of twee jaarlijks moet plaatsvinden.

De aangegeven frequenties sluiten aan op de nu al in het meetnet Waternatuur van het Waterschap Brabantse Delta gevolgde frequentie en ook op de te verwachten responstijd van de parameters op ingrepen en van het ecologisch en maatschappelijk belang hiervan. De aangegeven frequenties zijn richtwaarden en moeten flexibel gehanteerd indien de ontwikkelingen in de leemputten heel anders lopen dan nu redelijkerwijze verwacht kan worden.

Voor de monitoring kunnen de methoden worden gebruikt die nu al in genoemd meetnet Waternatuur worden gebruikt.

Tabel 21. Monitoringsplan voor de onderzochte leemputten bij Dorst. Zie de tekst voor verklaring.

kwaliteitselement	Noordelijke put	Roeivijver	Zwemplas	Lelievijver
chemie en chlorofyl	2	1/2	1/2	1/2
fytoplankton (hoofdgroepen)	4	4	4	4
sieralgen	4	4	4	4
diatomeeën	4	4	4	4
macrofyten	4	1/4	1/4	1/4
macrofauna	4	4	4	4
libellen	4	4	4	4
herpetofauna	4	4	4	4
vis	4	1-2/4	1-2/4	1-2/4

5.6. Cluster 10. Regte Heide

5.6.1. Ligging en eigendom

De Halve Maan (Figuur 36) ligt ca 2 km ten zuidwesten van Goirle. Het ven is onderdeel van het aaneengesloten complex van natuurgebieden Regte Heide, Riels Hoefke, Halve Maan, Ooijevaarsnest, Nieuwkerk (876 ha), dat eigendom is van de Stichting het Brabants Landschap. Het grootste deel van dit gebied behoort tot het Natura 2000-gebied 'Regte Heide & Riels Laag', waarvan de grens ten zuiden van het ven loopt.

Het ven is van belang voor de instandhouding van het type H3160: dystrofe natuurlijke poelen en meren. Volgens het ontwerp-aanwijzingsbesluit hebben de zure vennen in het gebied grotendeels een matige kwaliteit. Maar verbetering hiervan is mogelijk (LNV 2007).

5.6.2. Omgeving en beheer

Op de topografische kaart van 1837 (Wolters-Noordhoff 1990) ligt het ven op de grens van natte tot vochtige heide (noordzijde) en een gebied dat in ontwikkeling is als bosgebied (zuidzijde). Op de kaart van 1916 (Figuur 36) is er aan de zuidzijde een gesloten bos. Later is er aan de noordzijde ook bos aangeplant (Figuur 37, 38).

In de laatste honderd jaar lijkt de grootte van het ven fors te zijn toegenomen, voornamelijk doordat er ten noorden van de randwal uit 1916 een stuk bij gekomen lijkt te zijn. De grootte van vennen kan toenemen door toename van de afmetingen van een ondoordringbare inspoelingslaag (zie bijv. Van Dam e.a. 1988).

Nadat de Gemeentebossen met het inliggende ven in 1992 door de Gemeente Goirle in 1992 aan de Stichting het Brabants Landschap zijn overgedragen is het ven in 1996 uitgebaggerd en heringericht, waarna zich een flinke kolonie Canadese ganzen vestigde (www.wandelpaden.com, www.natuurlijkbrabant.nl). Volgens W. de Jong (Brabants Landschap, pers. med.) is het aantal ganzen echter zeer beperkt.

5.6.3. Bodem en waterhuishouding

De Regte Heide ligt op een ongeveer een kilometer brede dekzandrug; de waterscheiding tussen de Oude en de Poppelsche Leij. De overgang van de Regte Heide naar het beekdal van de Oude Leij, het Riels Laag, is over een lengte van drie kilometer nauwelijks gestoord, wat een - voor Brabantse begrippen – spectaculair hoogteverschil oplevert. Het is een van de zeer zeldzame overgangen van een hoge, droge en voedselarme heide naar een laag, nat en voedselrijk beekdal (Tack & Jalink 2004).

Volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1 : 50 000 (Rijks Geologische Dienst, 1977) komen in de omgeving van de Halve Maan terrasafzettingsswelingen voor, bedekt met dekzand. Het dekzand is ten oosten en westen doorsneden



Figuur 36. Links: het ven Halve Maan () met omgeving in 1916 (Wieberdink 1991)) en rechts: hetzelfde ven in 2003 (<http://atlas.brabant.nl>). Het maatstreepje is ca 100m..*



Figuur 37. De Halve Maan (<http://gallery.zoom.nl>)

door beekjes. Volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Alterra 2001) komen op de dekzanden fijnzandige leemarme veldpodzolen en haarpodzolen voor. De omgeving van het ven is een intermediaire grondwaterzone, de kwel is nagenoeg gelijk aan de wegzijging.

De regionale helling in het gebied verloopt in noordoostelijke richting. Op de Regte Heide zelf infiltreert het regenwater. De Formatie van Sterksel heeft een hoge doorlaatbaarheid. Het water zijgt deels weg naar de diepere ondergrond en stroomt deels over de Kedichem/Tegelen-klei en eventueel aanwezige kleilensen in de richting van de aangrenzende beekdalen, waar het als lokale kwel uittreedt. De Halve Maan ligt waarschijnlijk op zo'n kleilens (Tack & Jalink 2004).

5.6.4. Waterchemie

Van dit ven zijn geen gegevens over de waterchemie bekend. Het is waarschijnlijk zuur en ongebufferd.

5.6.5. Flora en fauna

Bij gebrek aan meer wetenschappelijke beschrijvingen van vroeger halen we hier een artikel van Van Beek uit het Nieuwsblad van het Zuiden van 8 augustus 1972 aan:

“Voor de natuurminnaar betekent die Halve Maan het klapstuk van de Goolse Gemeentebossen. Het gaat om een aan drie kanten door dennebossen ingesloten ven met hier en daar de vrolijke toets van het wit en het groen van een berk. Vele jaren geleden sloten hoge dennen ook de zuidkant van het ven af totdat een bosbrand deze velde. De sporen daarvan zijn nog niet geheel verdwenen al vult thans zevenjarige aanplant de ontstane leegte op-nieuw enigszins op. Eigenlijk betreft het wel drie vennen, daar een dam het open water, waarin vele boomstammen liggen, van de meer moerassige of geheel drooggevalle gedeelten scheidt. Over een tweetal rustieke vondertjes van mastenknuppels bereikt ge ook in het natte jaargetijde gemakkelijk mysterieuze kronkelpaadjes. Ze laten raden waar ze heen voeren. Geen nood! Steeds komt ge wel ergens op een bredere weg uit. Wie het avontuur zoekt, komt hier aan zijn trekken.

De Halve Maan bezit eigenlijk alles wat ge van een heideven moogt verwachten: isolement, donker dreigend water, moerassige gedeelten waar de vegetatie steeds meer terrein op het water veroverd maar waar nog het veenpluis zijn witte vaantjes heft en op de slijkige bodem een van onze weinige vleesetende planten, de zonnedauw, zich thuis voelt. Tussen de sponsachtige pollens met bunt²² storen wij een rondscharrelende kluut, die - onder alarme-rend geschreeuw - rusteloos zijn kringen blijft trekken. Hij strijkt pas gekalmeerd neer als we ons achter een bosje verborgen hebben. Maar dan verraden kwakende kikvorsen weer hun aanwezigheid of houden jonge mezen er van berk tot berk hun vlieg oefeningen. Een kwik-staart laat dat niet op zich zitten en geeft een bravoerige demonstratie, waarbij hij voortdu-rend bijna het water raakt. Dat speelt zich hier allemaal af op een zomerse dag met een strakblauwe hemel er overheen gespannen. De Halve Maan biedt verschillende gezellige punten voor een zitje in zon of schaduw om dit alles met een gevoel van tijdloosheid te beleven. Mede door de rustigheid van de omgeving en een rust, die ge als moderne mens als onnatuurlijk ondergaat, worden de gedachten steeds verder teruggedrongen naar het verleden toen overal in onze Brabantse heiden de vennen te mediteren lagen. Tot de wer-kelijkheid geroepen wordt ge bij de Halve Maan echter wel meer door de sporen van achte-loze bezoekers, die het maar niet kunnen nalaten het papier van hun snoeperijen rond zich heen te smijten. Er schijnt, zo op zondag, hier nogal wat volk te komen - door de week daarentegen vindt de bezoeker er meestal alleen zichzelf en zijn gedachten. En is dat niet méér dan genoeg?”

In Oranjewoud (1998) wordt het ven op grond van gegevens uit de jaren tachtig getypeerd als een voedselarm, zuur en ongebufferd tot plaatselijk zwak gebufferd ven met natte heidevegetaties in de oevers (o.m. klokjesgentiaan, kleine en ronde zonnedauw)

Medewerkers van de Provincie Noord-Brabant (ongepubl.) troffen hier in 2001 twee vegetatietypen aan: de associatie van moeraswolfsklauw en snavelbies en de rompgemeenschap van veelstengelige waterbies en veenmossen. Daarnaast noemen zij de soorten: struikhei, dophei, wilde gagel, witte en bruine snavelbies, kleine zonnedauw, tormentil, grondster en trekrus. De klokjesgentiaan en ronde zonnedauw vermelden zij niet. Op de foto van Figuur 37 is ook de sterke ontwik-keling van het pijpenstrootje nog goed te zien. Dit plantenassortiment is karak-

²² Bunt is een andere naam voor pijpenstrootje.

teristiek voor een overgang van droge, via natte heide, naar zure vennen. Soorten als grondster en trekrus wijzen daarbij op betreding. Het optreden van de snavelbiezen en de zonnedaauw kan heel goed het gevolg zijn van de beheersmaatregelen uit 1996.

In en bij de Halve Maan zijn de libellen uit Tabel 22 aangetroffen. De aanwezigheid van de beide witsnuitlibellen is bijzonder. Zij zijn gebonden aan plantenrijke wateren met structuurrijk bos in de omgeving. Verdroging kunnen ze slecht verdragen. Aan de andere kant zijn er ook enkele soorten die het huist in tijdelijk droogvallende wateren goed doen. Kennelijk is er voldoende variatie in de diepte en structuur van dit ven voor een naar verhouding goed ontwikkelde libellenfauna.

Tabel 22. Overzicht van libellen die in de jaren negentig zijn aangetroffen bij de Halve Maan volgens gegevens van de Vlinderstichting (Ketelaar 2000) Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermesting, verdroging volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding. * = positieve indicatoren.

Habitat soort	gevoeligheid			Habitat soort	gevoeligheid		
	verzuring	vermesting	verdroging		verzuring	vermesting	verdroging
<i>Droogvallende biotopen/pioniermilieus</i>				<i>Voedselrijke vennen</i>			
platbuik			+	vuurjuffer	-	0	-
geelvlekheidelibel	0		+	blauwe glazenmaker	0	+	-
				paardenbijter	-		-
<i>Zure, voedselarme vennen</i>				<i>Ubiquisten (overal)</i>			
gewone pantserjuffer	+	-	-	houtpantserjuffer		+	0
*venwitsnuitlibel	+	--	-	viervlek	+		-
*noordse witsnuitlibel	+	--	-	gewone oeverlibel			-
zwarte heidelibel	+			bruinrode heidelibel		+	0/+
maanwaterjuffer	+	-	-	steenrode heidelibel		+	
watersnuffel	++		0	grote keizerlibel		-	-
<i>Matig zure, matig voedselrijke vennen</i>				smaragdlibel		+	-
azuurwaterjuffer	-	0/-	0				

5.6.6. Systeembeschrijving en knelpunten

De Halve Maan is een ven aan de zuidzijde van het infiltratiegebied van de Regte Heide, dat alleen door regenwater wordt gevoed. Het is daarom van nature zuur en ongebufferd en verzuurd door atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen. Daardoor heeft een soort als pijpenstrootje zich massaal ontwikkeld.

Door het opschonen van het ven hebben zich een aantal pioniersoorten, zoals snavelbies en zonnedaauw weten te handhaven of opnieuw te vestigen. Dit is niet het geval met de klokjesgentiaan. Het is ook niet mogelijk of zeer moeilijk deze soort terug te krijgen, daar het zaad van de klokjesgentiaan weinig mobiel en niet lang kiemkrachtig is (De Kruif e.a. 2002).

De libellenfauna wijst op variatie in waterdiepte en structuur in en om het ven (o.a. bos).

De aanwezigheid van grotere aantallen Canadese ganzen is ecologisch niet gewenst, daar zij de oorspronkelijk voedselarme situatie met hun uitwerpselen omzetten in een voedselrijkere toestand.

5.6.7. Maatregelen

Het verdient aanbeveling om regelmatig (eens in de paar jaar) nog nader te bepalen delen van de oevers te plaggen om de pioniersoorten de ruimte te geven.

De populatie van Canadese ganzen dient zoveel mogelijk te worden beperkt. Het consequent rapen van eieren bij nieuwe vestiging van solitaire paren van deze soort kan tot succes leiden door herhaalde ontmoediging. Voor grote, lang bestaande populaties is deze methode echter niet adequaat. Daarnaast geldt dat het onklaar maken van nesten, zoals alle niet duurzame maatregelen, effectief is zolang dat wordt vol gehouden uitgevoerd, maar stoppen is een onmiddellijke terugkeer naar af (Van der Jeugd 2006).

Het effect van de maatregelen kan worden gevolgd door eens in de paar jaar een Tansley-opname van de vegetatie van het hele ven met omringende oever te maken en eventueel het voorkomen van de beoogde (pionier)soorten afzonderlijk te karteren.

Om enig idee te krijgen van de mate van eutrofiëring door de ganzen is het wenselijk om in een jaar vier tot zes maal de chemische parameters uit Bijlage 3 te bepalen en in dat jaar ook een voor- en najaarsbemonstering van de kiezelwieren uit te voeren. Bij verontreiniging van zure wateren door organisch afbreekbaar materiaal gaan daarvan specifieke soorten optreden.

5.7. Cluster 15. Vennen in het Mastbosch

5.7.1. Ligging en eigendom

De vennen liggen in het voormalige schietterrein Mastbosch ('De Kogelvanger'), enkele kilometers ten zuiden van het centrum van Breda (Figuur 38). Vanouds zijn ze eigendom van het Ministerie van Defensie (al op de topografische kaart van 1838 staat het aangegeven als 'Exercitie Plaats'), maar ongeveer de laatste tien jaar zijn ze in beheer bij het Staatsbosbeheer. Ze zijn niet vrij toegankelijk voor het publiek.

Deze vennen worden in rapporten abusievelijk wel aangeduid als Valkeniersven 1 en 2. Het 'Valkeniersven' lag volgens de topografische kaarten van 1804 (Wolters-Noordhoff 1990) en 1904 (Wieberdink 1991) drie kilometer zuidelijker. Het is deels bedolven door de A27 en deels verzwoegen door de Galderse Meren.

De vennen kunnen daarom beter worden aangeduid als 'Vennen in het Mastbosch' of 'Vennen in de Kogelvanger'. In het laatste geval kan verwarring optreden met het Kogelvangersven op de Kampinase Heide (Oranjewoud 1998).

5.7.2. Omgeving en beheer

De vennen liggen in een gemengd bosgebied, genaamd Mastbosch, ten zuiden van Breda op het voormalige schietterrein aldaar. Het Mastbosch (ca 600 ha) is al sinds de 16^e eeuw productiebos en is sinds 1899 in beheer bij het Staatsbosbeheer.

De vennen liggen in een ingesloten heidegebiedje van circa 40 ha met enkele lage wallen. Ven 1 wordt omgeven door open moerassig terrein met pijpenstrootje. Door plaggen en hierna bekalken (2000 kg kalk per ha) wordt het pijpenstrootje langzamerhand teruggedrongen door een soortenrijke vegetatie van natte heide (T. Bakker, Staatsbosbeheer, pers. med.).

Ven 2 werd tot voor enige jaren aan de zuid- en oostoever door bomen begrensd (AquaSense 1998, Figuur 39), maar thans zijn die bomen grotendeels gekapt (Figuur 38). Ten zuiden van Ven 2 ligt als erfenis van de Defensietijd vlak onder het maaiveld een voormalige puinstortplaats (T. Bakker, Staatsbosbeheer, pers. med.).

5.7.3. Bodem en waterhuishouding

Volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1 : 50 000 (Rijks Geologische Dienst, 1977) worden de vennen getypeerd als laagten zonder randwal (moerassig) omgeven door, in het zuiden, een dalvormige laagte zonder veen en in het noorden door dekzandruggen al dan niet met oud-bouwlanddek met daarachter lage landduinen met bijbehorende vlakten en laagten.

De bodem in de omgeving van de vennen bestaat staat op de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Van Oosten 1964) niet aangegeven, vanwege het toenmalige militaire gebruik. Vlak buiten de Kogelvanger zijn er aan de zuidkant moerige podzolgronden met een moerige bovengrond en aan de overige zijden o.a. veldpodzolen op lemig fijn zand, met grondwatertrap VI (gemiddelde hoogste grondwaterstand



Figuur 38. De vennen 1 en 2 in de Kogelvanger met omgeving in 1904 (<http://atlas.brabant.nl>) en 2005 (Google maps) (rechts).



Figuur 39. De vennen 1 en 2 in de Kogelvanger met omgeving (Van Haperen e.a. 2002). De bomen op de voorgrond, ten zuiden van Ven 2, zijn inmiddels gekapt.

[GHG] 40-80 cm beneden maaiveld) en duinvaaggronden (stuifzand) met grondwatertrap VII (GHG > 80 cm).

Volgens geohydrologisch onderzoek (Stuurman e.a. 2001) liggen de vennen in een gebied met afwisselend kwel en infiltratie. Dit komt ook duidelijk naar voren uit het diagram in Bijlage 4 waarin het elektrisch geleidingsvermogen uitgezet is tegen de Ionic Ratio. Op basis van de gegevens van de jaren 1995-2007 kan de conclusie getrokken worden dat Ven 1 hoofdzakelijk gevoed wordt door regenwater en het Ven 2 hoofdzakelijk door grondwater.

Het Mastbosch zelf wordt gedraineerd door rabatsloten.

De vennen zijn geïsoleerde plassen, waar geen sloten op uitmonden. Ven 1 (oppervlakte ca 0,15 ha) is ondiep en zal wellicht in de zomer droogvallen (AquaSense 1998). Ven 2 is wat groter (ca 0,2 ha) en dieper dan Ven 1.

5.7.4. Waterchemie

Uit de pH, de sulfaat- en de ammoniumconcentraties blijkt dat Ven 1 is verzuurd door atmosferische depositie en dat Ven 2 een gebufferd ven is, waarschijnlijk door voeding met zwakgebufferd grondwater uit het Mastbosch. Het calciumgehalte van Ven 2 is met gemiddeld 15 mg/l hoog voor vennen en veel hoger dan in Ven 1, waar de concentratie slechts 2 mg/l is. Overigens lijkt de calciumconcentratie in Ven 2 af te nemen, van gemiddeld 23 mg/l in 1995 tot 14 mg/l in 2003 (Bijlage 3).

De concentraties van fosfaat en anorganische stikstofverbindingen zijn in beide vennen laag. De concentratie van totaal-stikstof is in Ven 1 soms zeer hoog, maar dat is het gevolg van organische stikstofverbindingen, die van nature vaak in vennen aanwezig zijn. Daardoor zijn er soms ook lage zuurstofgehaltes. In Ven 2 is het gemiddelde voor chlorofyl-a in 2003 met 51 µg/l hoog. Dat is het gevolg van een extreem hoge waarde van 225 µg/l in juli van dat jaar. Waarschijnlijk zijn deeltjes van planten meegekomen in dit monster.

5.7.5. Microfyten

In beide vennen zijn in 1995 en 2001 kiezelwierenmonsters genomen. Tabel 23 geeft een overzicht van de meest belangrijke soorten.

Goed te zien is dat in Ven 1 de invloed van de verzuring is afgenomen: de verzuringsindicator *Eunotia exigua* is verminderd, terwijl de meer gewone soorten uit zure wateren zijn toegenomen. In de tabel is overigens *E. denticulata* niet opgenomen. Dit is een zeldzame soort van hoogveenvennen, die in het monsters van 1995 uit dit ven weinig werd aangetroffen. De soorten uit ven 2 zijn meer karakteristiek voor de zwak gebufferde wateren: ook hier lijkt de invloed van verzuring te zijn afgenomen tussen 1995 en 2001, gezien het ontbreken van *E. exigua* in het recentste monster.

Tabel 23. De procentuele hoeveelheid van de belangrijkste soorten kiezelwieren in monsters uit de zomers van 1995 en 2001 van de vennen in het Mastbosch. - : niet aangetroffen, 0: < 0,5% (AquaSense TEC 1996, AquaSense 2002).

Ecologie	Soort	Ven 1		Ven 2	
		1995	2001	1995	2001
verzuurd	<i>Eunotia exigua</i>	29	0	3	-
zuur (humeus)	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	6	10	1	-
zuur - neutraal	<i>Eunotia bilunaris</i>	5	26	2	3
(licht) zuur	<i>Eunotia implicata</i>	-	-	4	4
overal	<i>Achnanthes minutissima</i>	1	2	10	6
(zwak) gebufferd	<i>Anomoeoneis vitrea</i>	-	-	4	13
(zwak) gebufferd	<i>Anomoeoneis vitrea</i> f. <i>lanceolata</i>	-	-	3	10
(zwak) gebufferd	<i>Nitzschia acidoclinata</i>	-	-	2	5
(zwak) gebufferd	<i>Nitzschia gracilis</i>	-	-	1	14
gebufferd	<i>Navicula cryptocephala</i>	-	-	6	3

5.7.6. Macrofyten

In 1995 en 2001 zijn in de twee vennen opnamen gemaakt, die in Tabel 24 zijn vermeld. Daarnaast vermeldt Oranjewoud (1998) uit de tachtiger jaren planten als witte waterranonkel en vlottende bies, soorten van een ongebufferd tot plaatselijk zwak gebufferd venmilieu. Wasscher (2002) zag in het gebied behalve een aantal soorten uit Tabel 22 klein blaasjeskruid en ronde zonnedaauw (karakteristiek voor veenputten) en daarnaast nog duizendknoopfonteinkruid en wateraardbei, die op enige buffering danwel voedselverrijking wijzen.

De dominante soorten uit beide vennetjes van Tabel 24 zijn kenmerkend voor een oorspronkelijk voedselarme, ongebufferde, zure omgeving. Soorten als pitrus en grote lisdodde duiden op enige voedselverrijking. Het duizendknoopfonteinkruid uit Ven 2 duidt op een wat sterkere buffering van dit ven. In 2007 trof T. Bakker (Staatsbosbeheer) hier loos blaasjeskruid aan, wat op iets voedselrijkere en/of meer gebufferde omstandigheden duidt. In de andere vennen van de Kogelvanger is veel klein blaasjeskruid aanwezig, een soort van ongebufferde wateren.

Tabel 24. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in de vennen in het Mastbosch (AquaSense 1998, 2002). 1 = weinig... 9 = dominant.

Groep Soort	Ven 1		Ven 2		Groep Soort	Ven 1		Ven 2	
	1995	2001	1995	2001		1995	2001	1995	2001
<i>Zure, ongebufferde wateren en moerassen</i>					<i>Eutrofe/alkalische wateren en moerassen</i>				
ruwe berk				1	veldrus				1
veelstengelige waterbies		4	3	2	pitrus	2	2		
veenpluis	2				wolfspoot				1
knolrus	7	8	3	6	duizendknoopfonteinkruid*			3	
pijpenstrootje		4	4	4	grote lisdodde				2
sporkenhout				2					
veenmos	2	9			<i>onbekend / indifferent</i>				
(hoog)veenverlanding					witte waterlelie	7	6	9	9
snavelzegge		2		4	zegge	3			
witte snavelbies	3				draadwieren (ondergedoken)				2
					rus			5	1

*door een anonieme waarnemer vermeld als drijvend fonteinkruid, die hier volgens T. Bakker (pers. med.) niet voorkomt

5.7.7. Fauna

Macrofauna

In 1995 en 2001 zijn in beide vennen monsters van de macrofauna genomen. De aantallen soorten en de percentages individuen per hoofdgroep zijn vermeld in Tabel 25. Doordat de monsters in beide jaren in verschillende seizoenen zijn genomen is het moeilijk om een eventuele verandering in de tijd vast te stellen.

In beide vennen bestaat de meerderheid van de ongewervelde waterdieren uit muggenlarven, die in allerlei watertypen algemeen voorkomen. Vooral in Ven 2 komen ook wel meer opmerkelijke soorten voor, zoals *Dixella amphibia* (de naam zegt het al), *Guttipelopia guttipennis* en *Zavreliella marmorata* (eigenlijk soorten van laagveengebieden) en een enkel exemplaar van *Zavreliomyia spec.* een typische bronbewoner. In Ven 1 komen minder algemene soorten muggenlarven van zure beken en vennen voor, zoals *Psectrocladius psilopterus* en *Tanytarsus eminulus*.

Tabel 25. Aantal soorten en percentage individuen per hoofdgroep in macrofauna-monsters van de vennen in de Kogelvanger. Gegevens uit AquaSense (1998, 2002). - = niet aangetroffen, 0 = <0,5%. Seizoen: v = voorjaar, z = zomer.

Groep	Locatie Jaar Seizoen	Aantal soorten				Percentage individuen			
		Ven 1		Ven 2		Ven 1		Ven 2	
		1995 z	2001 v	1995 z	2001 v	1995 z	2001 v	1995 z	2001 v
Weinigborstelige wormen		5	4	3	3	36	0	10	2
Bloedzuigers		-	-	1	2	-	-	0	1
Watermijten en -spinnen		3	2	7	-	1	23	8	-
Muggenlarven		13	16	24	31	44	42	38	32
Kevers		10	7	10	8	2	1	3	2
Waterwantsen		15	13	6	10	15	22	21	8
Haftelarven		-	-	1	1	-	-	9	16
Waterrupsen		1	-	1	-	0	-	0	-
Libellenlarven		4	5	4	6	2	11	2	3
Kokerjufferlarven		-	1	2	3	-	0	4	5
Slakken		-	-	3	8	-	-	3	31
Totaal		51	48	62	72	100	100	100	100

Slakken ontbreken in de meeste vennen, door een tekort aan kalk, maar in Ven 2 is dat niet het geval. Hier zijn acht soorten slakken gevonden, waaronder soorten uit kleine, vaak droogvallende wateren, zoals de spiraalschijfhoren en de moeras-hoornschaal, maar ook smurfslak, die vooral in grotere, voedselrijke wateren voorkomt (Gittenberger & Janssen 2004).

In Ven 2 komt de in allerlei watertypen algemene larve van de haft *Cloeon dipterum* veel voor, terwijl hier ook meer kokerjufferlarven zijn dan in Ven 1. Het gaat hier naast algemene soorten als *Triaenodes bicolor* ook om meer specifieke vennensoorten, bijvoorbeeld *Agrypnia varia* (Higler 2005).

Volwassen libellen

De waarnemingen van de volwassen libellen in het gebied van de Kogelvanger zijn samengevat in Tabel 26. Er kon hier geen onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende vennen in het gebied.

Totaal zijn 22 soorten aangetroffen, waarmee het gebied volgens de gegevens van Ketelaar (2000) meer dan 90% van de Brabantse vennen achter zich laat. De belangrijkste soorten zijn de venwitsnuitlibel (kwetsbare soort van de Rode Lijst) en, in wat mindere mate, de noordse witsnuitlibel. De venwitsnuitlibel is gebonden aan rijk begroeide, voedselarme en zure wateren. De larvendichtheid is laag in water met vis, vaak ontbreekt de soort hier (Dijkstra e.a. 2002).

Naast de witsnuitlibellen komen nog enkele soorten uit zure, voedselarme vennen voor, zoals de maanwaterjuffer. Ook de larven hiervan zijn slecht bestand tegen vispredatie (Dijkstra e.a. 2002). Er is maar één soort uit matig zure, matig voedselrijke vennen aangetroffen: de azuurwaterjuffer. Het aantal soorten uit voedselrijke vennen en ubiquisten is betrekkelijk groot, wat toch wijst op een zekere onevenwichtigheid.

Tabel 26. Overzicht van het aantal waarnemingen en het aantal individuen van libellen tussen 1990 en 2002 in de Kogelvanger volgens gegevens van Ketelaar (2000), Wasscher (2002) en K. Huskens, S. Haaij & G. de Rooij (pers. med.). Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermessing, verdroging en indicatorsoorten volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding. * = kwetsbare Rode-Lijstsoort.

Habitat soort	waarnemingen		gevoeligheden			posit. indic.	Habitat soort	waarnemingen		gevoeligheden			posit. indic.
	'90-'02	'07	verzur.	vermest.	verdro.			'90-'02	'07	verzur.	vermest.	verdro.	
<i>Droogvallende biotopen/pioniermilieus</i>							<i>Voedselrijke vennen</i>						
geelvlakheidelibel	x		0		+		blauwe glazenmaker	x		0	+	-	
zwervende heidelibel		x			0/+		bloedrode heidelibel	x			++	-	
geelvlakheidelibel		x	0		+		lantaarntje	x	x		+	0	
platbuik		x			+		paardenbijter	x		-		-	
							variabele waterjuffer	x		--	0/-	0/-	
<i>Zure, voedselarme vennen</i>							vuurjuffer	x	x	-	0	-	
*venwitsnuitlibel	x		+	--	-	+							
noordse witsnuitlibel	x	x	+	--	-	+	<i>Ubiquisten (overal)</i>						
koraaljuffer		x	0/-	--	--	+	bruinrode heidelibel	x			+	0/+	
gewone pantserjuffer	x	x	+	-	-		gewone oeverlibel	x	x			-	
maanwaterjuffer	x		+	-	-		grote keizerlibel	x	x		-	-	
watersnuffel	x	x	++		0		houtpantserjuffer	x			+	0	
zwarte heidelibel	x		+				metaalglandslibel	x				-	
							smaragdlibel	x			+	-	
<i>Matig zure, matig voedselrijke vennen</i>							steenrode heidelibel	x			+		
azuurwaterjuffer	x	x	-	0/-	0		viervlek	x	x	+		-	
							<i>Beken, kanalen</i>						
							blauwe breedscheenjuffer		x				

Gewervelde dieren

Tot voor kort waren er geen vissoorten uit de vennen van de Kogelvanger bekend. In 2006 is door T. Bakker in Ven 2 voor het eerst zonnebaars, een zeer vraatzuchtige exoot, waargenomen. Hij komt nu talrijk voor in veel van de vennetjes in de Kogelvanger. het minst in de meest zure vennen. Ven 2 was een goede vindplaats voor diverse soorten amfibieën, waaronder vinpootsalamander, alpenwatersalamander, kleine watersalamander, heikikker, gewone pad en een soort uit de groep van de groene kikkers. Dit is een typische fauna van niet al te zure, visloze kleine wateren van het Brabantse bos- en heidelandschap. De hoeveelheid van deze soorten is echter sterk verminderd door predatie door de zonnebaars (T. Bakker, Staatsbosbeheer, pers. med.)

Op en rond de vennen van de Kogelvanger broeden veel water- en moerasvogels, zoals wintertalingen, kuifeenden, dodaarzen, soms ook waterral en de laatste jaren ook Canadese ganzen. Rond de vennen komen soorten als ransuil, boomvalk, sperwer, groene specht, goudvink, gekraagde roodstaart en boompieper voor (Van Haperen e.a. 2002, Wasscher 2002).

5.7.8. Systeembeschrijving en knelpunten

De vennen 1 en 2 in het Mastbosch zijn kleine vennen in het voormalig schietterrein de Kogelvanger. Ze liggen in een open heide- en pijpenstrootjesveld, in de nabijheid van bos. De vennen worden hoofdzakelijk door regenwater gevoed, maar Ven 2 ontvangt ook grondwater, dat na het passeren van een voormalige puinstortplaats is verrijkt met kalk en bufferstoffen. Dit ven is heeft licht zuur tot neutraal water, terwijl Ven 1 altijd betrekkelijk zuur is. In beide vennen zijn de concentraties voedingsstoffen laag. Volgens mededelingen van T. Bakker (Staatsbosbeheer) hebben ook andere vennen in de buurt van Ven 2 een wat meer gebufferd milieu, zoals blijkt uit de aanwezigheid van vlottende bies en duizendknoopfonteinkruid.

In het bijzonder Ven 1 wordt beïnvloed door verzuring door atmosferische depositie. De kiezelwieren laten zien dat de invloed hiervan tussen 1995 en 2001 is verminderd, maar de begroeiing met hogere planten heeft nog steeds de kenmerken van verzuurde wateren (veel knolrus).

Uit de vegetatieopnamen van 1995 en 2001 lijkt het alsof Ven 2 een verzuurd ven is; alleen duizendknoopfonteinkruid wijst op enige buffering. Uit de kiezelwieren en macrofauna blijkt echter duidelijk dat dit ven meer gebufferd is dan Ven 1: van de kiezelwieren komen doelsoorten uit zwakgebufferde wateren voor en onder de ongewervelde waterdieren bevinden zich acht soorten slakken en een aantal soorten muggenlarven en haften van meer gebufferde wateren. Er zijn hier ook venspecifieke kokerjufferlarven.

Met 22 waargenomen soorten na 1990 zijn de vennen van de Kogelvanger zeer rijk aan volwassen libellen, waaronder de venwitsnuitlibel, een kwetsbare soort van de Rode Lijst. Recent is de exotische zonnebaars talrijk in Ven 2 en andere vennetjes in het gebied aangetroffen. De larven van de venwitsnuitlibel en andere libellen, zoals de maanwaterjuffer, ontsnappen niet aan de vraatzucht van dit visje, dat zich tevens voedt met de larven van amfibieën. Diverse bijzondere soorten, zoals de vinpootsalamander en alpenwatersalamander, die tot voor kort nog zeer algemeen in Ven 2 voorkwamen, dienen daar nu ook als visvoer. In andere, zure vennen, waar de zonnebaars ontbreekt, is de vinpootsalamander nog algemeen.

Op de vennen broeden diverse soorten vogels, zoals van oudsher de dodaars, die min of meer typerend is voor vennen. Sinds enkele jaren broeden er ook Canadese ganzen, die hier niet gewenst zijn, daar zij de oorspronkelijk voedselarme situatie met hun uitwerpselen omzetten in een voedselrijkere toestand. In het bos om de vennen broeden soorten, zoals de boomvalk, die jagen op de libellen langs het ven.

5.7.9. Maatregelen

Puinruimen

De voorgestelde maatregel om hier het (ondergrondse) puin te ruimen kan beter niet worden uitgevoerd. Het puin verrijkt het grondwater met bufferstoffen, die terecht komen in het oppervlaktewater van Ven 2. Dat wordt daardoor gevrijwaard van verzuring door atmosferische depositie. Er komen bijzondere soorten kiezelwieren, overige planten en macrofauna voor, die weer zullen verdwijnen als het puin wordt verwijderd.

Verwijderen zonnebaars

Het weren van vis uit de zwak gebufferde vennen is een belangrijke voorwaarde voor het behoud van de venwitsnuitlibel en de populaties van de bijzondere amfibiesoorten. Helaas zijn er op dit moment geen geschikte maatregelen voor het duurzaam verwijderen van de zonnebaars (behalve dempen van de plas)²³. Op langere termijn komen hiervoor wellicht chemische of biologische methoden

²³ H. van Kleef (Radbouduniversiteit) meldt dat hij van het tiental pogingen die intussen in Nederland zijn gedaan om de zonnebaars te verwijderen slechts één geslaagd geval kent. Het ging hier om een poel die in een droge zomer gortdroog was, op een wat dieper putje na. Dit is leeggepompt en opgevuld met zand.

beschikbaar, maar daarvoor is nog veel onderzoek noodzakelijk (W. Verberk, Radbouduniversiteit, pers. med.).

Het lijkt daardoor onafwendbaar dat de venwitsnuitlibel, andere soorten libellen en de meeste amfibiesoorten sterk in aantal achteruit zullen gaan. De gewone pad zal het minste last hebben van de zonnebaars, overleven, omdat de larven daarvan zeer onsmakelijk zijn voor vissen (Sparreboom 1981).

Zolang er geen grote ingrepen worden genomen in de vennen, blijft er waarschijnlijk genoeg schuilgelegenheid voor macrofauna als amfibieën om aan predatie door zonnebaars te ontsnappen. De aantallen zonnebaars worden vaak gelimiteerd doordat de oppervlakte voortplantingssubstraat (zand/grind) beperkt is. Deze limitatie wordt opgeheven bij veel maatregelen als baggeren en plaggen (H. van Kleef, Radbouduniversiteit, pers. med.)

Ganzenbestrijding

De populatie van Canadese ganzen dient zoveel mogelijk te worden beperkt om eutrofiëring van de vennen te voorkomen. Het consequent rapen van eieren bij nieuwe vestiging van solitaire paren van deze soort kan tot succes leiden door herhaalde ontmoediging. Voor grote, lang bestaande populaties is deze methode echter niet adequaat. Daarnaast geldt dat het onklaar maken van nesten, zoals alle niet duurzame maatregelen, effectief is zolang dat wordt vol gehouden uitgevoerd, maar stoppen is een onmiddellijke terugkeer naar af (Van der Jeugd 2006).

Monitoring

In 2007 zijn/worden door het waterschap metingen verricht van de oppervlakte-waterchemie en waarschijnlijk ook van diatomeeën, macrofauna en macrofyten. Het is zinvol deze metingen in de toekomst eens in de vier jaar te blijven doen, aangevuld met inventarisaties van de herpetofauna, volwassen libellen en de visfauna (zonnebaars). Verder is het wenselijk ook een keer de sialgalen te inventariseren, zoals ook wel bij andere vennen is gedaan (zie bijvoorbeeld AquaSense 1995), omdat daarvan in Ven 2 bijzondere soorten kunnen worden verwacht.

5.8. Cluster 16. Stroomdalven Krabbebossen

5.8.1. Ligging en eigendom

Het Stroomdalven Krabbebossen ligt in de Gemeente Breda, ongeveer 3 km ten noordwesten van Rijsbergen in het westelijk deel van Landgoed Krabbeboss(ch)en (105 ha), dat eigendom is van de Stichting 'Het Brabants Landschap'. Het ven bestaat uit een noordelijk en een zuidelijk deel, gescheiden door een smalle dam (Figuur 40). Op recente topografische kaarten is het ven niet als zodanig herkenbaar, doordat het grotendeels als bos en voor een klein deel als heide staat aangegeven. Het noordelijk deel is tegenwoordig een langgerekte laagte (ca 300 × 150 m) en het zuidelijk deel een open plek (ca 200 × 50 m) in het bos. Het gebied is rustgebied voor o.a. reewild en roofvogels en daarom niet vrij toegankelijk voor het publiek.²⁴

5.8.2. Omgeving en beheer

Het stroomdalven ligt in een landgoed met naaldbos, gemengd bos en cultuurland, dat aan de oostzijde wordt begrensd door de Aa of Weerijs. Deze is eind jaren '60 gekanaliseerd, met verdroging van de omgeving tot gevolg. Het stroomdalven wordt gezien als het restant van een zeer oude, op natuurlijke wijze afgesneden beekmeander (www.brabantslandschap.nl).

Vóór de kanalisatie van de Weerijs trad deze hier bijna maandelijks buiten de oevers en fungeerde het weiland aan de noordzijde van het ven en een deel van het noordelijk ven als een soort zinkput voor het beekslib (J. Martens, pers. med.). Bij de kanalisatie is ook grond uit de beek op dit weiland gebracht. Aan de noordzijde van het ven, tegen de Weerijs en het genoemde weiland ligt nog een afgesloten meander, die volgens Cuppen (1996) in elk geval potentieel betrekkelijk belangrijke natuurwaarden heeft.

Al op de topografische kaart van 1840 (Wolters-Noordhoff 1990) is de omgeving van het ven grotendeels bebost. Dat is ook het geval op de topografische kaart van 1899 (Figuur 40). Aan de westzijde bevindt zich dan opgaand naalddhout (waarschijnlijk grove den). Het zuidelijk ven staat hier aangegeven als heide en het noordelijk ven als moeras, dat in verbinding stond met de Aa. Tussen de beekdalgraslanden aan de oostzijde en het zuidelijk ven lag nog een stukje naaldbos, tussen het beekdal en het noordelijk deel lag kreupelhout of griendhout. Het noordelijk deel was dus duidelijk natter dan het zuidelijk deel.

Op de recente topografische kaart is geen open water zichtbaar: in het zuidelijk deel is er een stukje open heide: het noordelijk deel is moerasbos en eromheen staan weer verschillende naalddhout- (voornamelijk grove den) en loofbostypen. Aan de noordwestzijde bevindt zich nog een paardenweitje (AquaSense 1998).

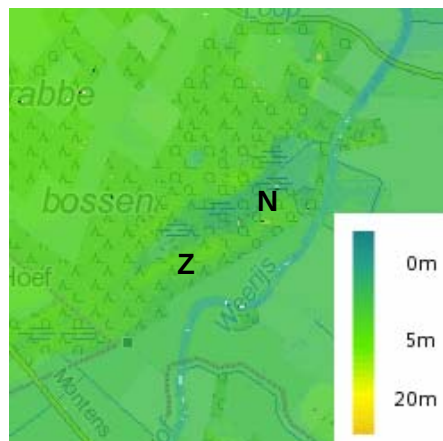
²⁴ Anders dan bij de meeste vennen zijn er over de stroomdalven en het gebied Krabbebossen nauwelijks gegevens uit rapporten, anders dan die van de water- en terreinbeheerders. Er werd geen enkele titel gevonden met de trefwoorden stroomdalven of Krabbe(n)boss(ch)en in <http://library.wur.nl/desktop/catalog>, het meest uitgebreide bestand van (grijze) literatuur over Nederlandse natuurgebieden. Het literatuuroverzicht van Mol (1986) geeft maar twee verwijzingen.

5.8.3. Bodem en waterhuishouding

Volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1:50 000 (Rijks Geologische Dienst 1977) worden de Krabbebossen getypeerd als lage landduinen met bijbehorende vlakten en laagten. In oostelijke richting gaat dit over in een beekdalbodem met meanderruggen en geulen en in westelijke richting in terrasafzettingen bedekt met dekzand. Het ven ligt in een laagte van de dekzandrug, die afhelt van zuidwest naar noordoost en uitkomt in het dal van de Aa of Weerijds (Figuur 41).



Figuur 40 Het Stroomdalven-noord (N) en -zuid (Z) in de Krabbebossen met omgeving in 1899 (links) en 2005 (rechts, Google Maps).



Figuur 41. Hoogteligging van het noordelijk (N) en zuidelijk (Z) deel van het stroomdalven in de Krabbebossen volgens de hoogtekaart (m + NAP) van www.edugis.nl

De bodem bij het ven bestaat volgens de bodemkaart schaal 1:50 000 (Van Oosten 1964) aan de westzijde uit haarpodzolgronden (grondwatertrap VII), naar de oostzijde overgaand in een complex van veldpodzolgronden, beekerdgronden en hoge zwarte enkeerdgronden, met grondwatertrap III/V. Volgens geohydrologisch onderzoek (Stuurman e.a. 2001) ligt het stroomdalven in een infiltratiegebied. Dit komt ook duidelijk naar voren uit het diagram in Bijlage 4 waarin het elektrisch geleidingsvermogen uitgezet is tegen de ionic ratio. Uit het diagram kan op basis van de gegevens uit de periode 1995-2007 de conclusie getrokken worden dat beide

vennen gevoed wordt door atmosferisch (regen)water. Het geïnfiltreerde water stroomt via het grondwater naar de Aa (Brabants Landschap 1997).

Entrop e.a. (1966) troffen in de winter op diverse plaatsen ijzerneerslag aan, wat indiceert dat er toen kwel in het gebied was.

In het noordelijk deel van het ven, vlak ten noorden van de scheidingsdam met het zuidelijk deel, mondt vanuit het noordwesten een sloot uit, die water afvoert van het cultuurland ten westen van het bosperceel. Dit land is ten dele in beheer bij het Brabants Landschap, maar ten dele bij een boer, die het terrein fors bemest (J. Schep, pers. med.).

De bodem van het zuidelijk deel ligt hoger dan die van het noordelijk deel. Door een duiker kan water van het zuidelijk naar het noordelijk deel stromen. Via een duiker en een sloot watert het noordelijk deel af op de Aa. Door de duikers al of niet af te sluiten kan het waterpeil in de vendelen enigszins worden geregeld (Brabants Landschap 1997). Uit de sloot ten noorden van het noordelijk vendeel kan bij hoog water ook water uit het weiland het ven in stromen (AquaSense 1998).

Het peil wordt niet geregistreerd, maar uit de maandelijkse bezoeken van de medewerkers van het waterschap in de bemonsteringsjaren uit Bijlage 3 blijkt dat het zuidelijk deel 0-2 maanden per jaar droog ligt en het noordelijk deel 3-6 maanden. De maximale waterdiepte op het zuidelijke bemonsteringspunt bedraagt 6 dm en die op het noordelijke punt 2 dm. Volgens Entrop e.a. (1966), die het gebied bij hoge waterstand in de winter bezochten, zou het zuidelijk deel ook 's zomers nog watervoerend zijn. Dit was toen een open plas, met enkele diepe putten. Het noordelijk deel stond destijds in februari al droog.

Het noordelijk deel van het ven wordt soms bij hoog water geïnundeerd met water van de Weerijs, dat afkomstig is uit een gebied met landbouw als hoofdfunctie (Provincie Noord-Brabant 2002).

5.8.4. Waterchemie

De jaargemiddelden van de beschikbare chemische analyses zijn vermeld in de Bijlagen 3 en 5.

Zoals boven al opgemerkt heeft de chemische samenstelling van het water in de beide vendelen met betrekking tot die van de macro-ionen een grote gelijkenis met die van regenwater. Daarom is het water (soms zeer) zuur en de alkaliniteit is laag. Het water is nauwelijks gebufferd.

De concentraties van chloride en sulfaat wisselen sterk, mede afhankelijk van de waterstand. De sulfaatconcentraties hangen ook af van de temperatuur: bij hoge temperaturen verloopt de sulfaatreductie sneller. De laagste sulfaatconcentratie was in het zuidelijk ven in juni 2002 (3 mg/l). Na een periode van droogval zijn de sulfaatconcentraties vaak hoog, door oxidatie van de in het sediment opgeslagen sulfiden. De maximale sulfaatconcentratie (100 mg/l) was in januari 2007 in het zuidelijk ven, in een koude periode (lage sulfaatreductie) en na een lange periode van droogval (tot november 2006). Door deze dynamiek zijn de gemiddelde sulfaatconcentraties hier hoger - en de pH-waarden lager - dan in de meeste andere vennen. Er is waarschijnlijk altijd wel veel zwavel in het gebied aanwezig geweest,

want Entrop e.a. (1966) zagen een wit laagje op waterplanten. Dat is vaak afkomstig van neergeslagen zwavelverbindingen.

De concentraties van totaal-fosfaat in het zuidelijk deel liggen gemiddeld rond 0,07 mg/l P en zijn daarmee betrekkelijk hoog voor voedselarme systemen. In het noordelijk deel zijn de concentraties nog bijna een factor twee hoger. De concentraties van totaal-stikstof zijn in beide vendelen hoog (gemiddeld 2,4 – 4,4 mg/l), maar veel hiervan is organisch gebonden (humus). De ammoniumconcentraties zijn hoog: in het zuidelijk deel gemiddeld tussen 0,5 en 1 mg/l N - wat wijst op zeer voedselrijke omstandigheden - en in het noordelijk deel vaak iets lager (<0,05 mg/l N), maar nog altijd goed voor matige voedselrijkdom (Arts e.a.2002). De hoge nutriëntenconcentraties worden waarschijnlijk deels veroorzaakt door toevoer van landbouwwater via de sloot aan de westzijde en deels door de voedselrijkdom van het aangrenzende weiland aan de noordzijde. De bodem hiervan bestaat deels uit voedselrijk slib van de Weerij. Ook zijn er soms inundaties met zeer voedselrijk beekwater (in 2000 waren de gemiddelde concentraties van totaal-stikstof en totaal-fosfaat in de beek hier respectievelijk 10,2 en 0,21 mg/l [AquaSense 2001]).

De grote hoeveelheid organisch materiaal in bodem en water legt een grote druk op de zuurstofhuishouding. Het water is vrijwel altijd onderverzadigd met zuurstof. Er is weinig verschil tussen beide plassen (Bijlage 3). De jaarlijkse gemiddelde zuurstofverzadiging bedraagt 39%, maar er is een groot verschil tussen de (vrijwel bladloze) periode januari t/m april, met een gemiddelde van 51%, en de periode met blad aan de bomen (mei-november), met een gemiddelde van 29%. Licht is hier duidelijk de beperkende factor voor de ontwikkeling van de (zuurstofproducerende) algen, waardoor de chlorofylconcentraties meestal slechts enkele tientallen microgrammen per liter bedragen, wat veel lager is dan bij de hoge nutriëntenconcentraties zou kunnen.

Zeer opvallend zijn de hoge concentraties van de metalen koper en nikkel in het noordelijk deel, die de MTR-waarden met ongeveer een factor twee overschrijden. Voor zink bedraagt de overschrijdingsfactor zelfs vijf (Bijlage 5). In het zuidelijk deel is er voor koper en nikkel (bijna) geen overschrijding en voor zink is de overschrijding afwezig of gering. De hoge concentraties zijn zeer waarschijnlijk het gevolg van (vroegere) inundaties van het noordelijk ven met beekwater. In de bodem van het weiland aan de noordzijde hebben zich waarschijnlijk veel metalen opgehoopt. Door de lage pH-waarden zijn de (zware) metalen in het ven ook goed oplosbaar.

De concentraties van chloorhoudende bestrijdingsmiddelen worden in geringe mate overschreden, zoals op de meeste locaties.

5.8.5. Microfyten

In beide venhelften zijn in het voorjaar en de zomer van 2001 diatomeeënmonsters genomen en geanalyseerd. In het zuidelijk deel werden maar weinig soorten gezien, gemiddeld slechts 7 per monster. Hiervan behoorde 90% tot één soort: *Eunotia exigua*, een echte verzuringsindicator, die ook resistent is voor vervuiling met zware metalen (Van Dam e.a. 1981). In de monsters van het noordelijk deel is de diversiteit met gemiddeld 17 soorten per monster hoger. In het voorjaarsmonster domi-

neert *Fragilaria capucina* var. *gracilis* (36%), een 'doelsoort' uit laag-alkaliene wateren. Daarnaast zijn met kleinere hoeveelheden nog enkele andere doelsoorten aanwezig. Vooral in het najaarsmonster is ook *Gomphonema parvulum* aanwezig, een soort die vooral bekend is uit organisch belaste wateren. Hier werden ook kleinere aantallen van *G. pumilum* en *Navicula menisculus* var. *grunowii* gevonden, die goede indicatoren zijn voor voedsel- en ionenrijkere wateren.

5.8.6. Macrofyten

De beschikbare gegevens zijn samengevat in Tabel 27. Ze zijn zeer heterogeen: de opnamen van 1966 zijn in februari gemaakt en de opnamen van 1995 en 2001 zijn waarschijnlijk slechts kwadraten van enkele tientallen vierkante meters en betreffen niet het hele noordelijke of zuidelijke vendeel. De soortenlijst van 1997 of daaromtrent is samengesteld uit een vegetatiebeschrijving van de twee vendelen en de verdere omgeving op het landgoed Krabbenbossen.

Het noordelijk deel was in 1966 een gagelwildernis, waarin geen open water meer te vinden was, maar wel een ondergroei van pijpenstrootje, snavelzegge, melkeppe, veenmos, etc. Aan de rand hiervan was een elzenbroekbosje met o.a. riet en gele lis in de ondergroei. Dat wijst op iets voedselrijkere omstandigheden. In 1996 stond het dit vendeel droog en bestond uit een wilgen-gagelstruweel met open plekken.

In 1966 was er in het zuidelijk deel nog een rijk gezoneerde begroeiing met een verlandingsserie van (matig) voedselarm open water naar een beekdalmoeras, waarin plaatselijk de massale groei van beenbreek opviel. Dit is een bedreigde soort van de Rode Lijst, die alleen in West-Europa voorkomt en zeer gevoelig is voor verdroging. Zoals ook hier het geval is wordt deze fraaie soort uit de Liefefamilie dan overwoekerd door gagel (Weeda e.a. 1991). De soort kan grotere fluctuaties van de waterstand dan 3 dm slecht verdragen (Aggenbach e.a. 1998, Vercoutere & De Becker 2004). Er waren hier ook veenmossen die vooral voorkomen bij kleine waterstandsfluctuaties, zoals het wrattig veenmos (*Sphagnum papillosum*). Naast de beenbreek is ook de wateraardbei, een soort uit matig voedselrijke verlandingen, hier later niet meer waargenomen. In 1996 leek de begroeiing van dit deel op die van het zuidelijk deel, maar was wat minder gedifferentieerd en voedselarmer (AquaSense 1998).

Volgens het Brabants Landschap (1997) is het ven grotendeels begroeid met gagel en wilgenstruweel. In het gagelstruweel komen ook sporkehout en geoorde wilg voor. In het wilgenstruweel staan grauwe wilg, geoorde wilg en zwarte els in wisselende samenstelling. Op open plekken komen witte snavelbies, blaas-, snavel- en moeraszegge voor. In de kruidlaag van het gagelstruweel zijn veenmos en pijpenstrootje aspectbepalend en in het wilgenstruweel zijn dit wolfspoot en pijpenstrootje. De begroeiing van het open water bestaat voornamelijk uit pijpenstrootje en veenpluis. De begroeiing van het stroomdalven is een mozaïek dat past bij de afwisseling van vochtige tot natte ongebufferde, door regenwater gevoede en wat meer gebufferde, door grondwater of toestroming van oppervlaktewater beïnvloede situaties. Uit deze beschrijving is echter niet goed op te maken welke begroeiing de verschillende vendelen precies hadden.

Tabel 27. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in het stroomdalven Krabbebossen. x = aanwezig, X = aspectbepalend, 1 = weinig, 2 = matig veel, 3 = veel. Bronnen: Entrop e.a. (1966), AquaSense (1998, 2002), Brabants Landschap (1997) en Oranjewoud (1998).

Groep	Noord (1)		Zuid (2)		N + Z	Groep	Noord (1)		Zuid (2)		N + Z
Soort	1966	'95-'01	1966	'95-'01	1997?	Soort	1966	'95-'01	1966	'95-'01	1997?
<i>(Hoog)veenverlandings</i>						<i>Eutrofe/alkalische wateren en moerassen</i>					
snavelzegge	2		x		x	zwarte els	1	1			X
waterdrieblad					x	sterrenkroos		1			
beenbreek			1			moeraszegge		2			x
wateraardbei			x			pitrus		3	x	2	x
witte snavelbies					x	wolfsfoot		1			X
veenpluis			x		x	moeraswederik		1			x
veenmos	2		x			bitterzoet		2			x
<i>Zure, ongebufferde wateren en moerassen</i>						hennegras					x
veenmos	2	2	x	2	X	pluimzegge		1			
vensikkelmos			x			blaaszegge					x
pijpestrooitje	3		x	2	X	kale jonker					x
zwarte zegge					x	moeraswalstro	1				x
knolrus s.l.			x	2		liesgras		2			
spokehout			x		X	gele lis	1	1			
grauwe/geoorde wilg	1	3	x		X	klein kroos		2			
<i>Zwak gebufferde wateren en moerassen</i>						grote kattenstaart		1			
melkeppe	1				x	riet	1				
moerasviooltje					x	kleine egelskop		1			
<i>Verlandings op zwak zure/zwak gebufferde zandbodem</i>						moerasvaren					x
wilde gagel	3	1	x	3	X	grote lisdodde	1				

5.8.7. Fauna

Er zijn in de twee vendelen macrofaunamonsters genomen in 1995 en 2001 (Tabel 28)²⁵.

In het zuidelijk deel zijn de larven van knutten (Ceratopogonidae) de meest algemene kleine waterdieren. Ze leven vooral op plaatsen waar veel andere dieren niet meer kunnen leven, zoals in tijdelijk opdrogende wateren. In het monster uit 1995 komen dan nog veel kleine duikerwantsen (Corixidae) voor. Door de snelle dispersie van de (vliegende) volwassen dieren komen die ook veel in tijdelijk droogvallende milieus voor. De kokerjuffer *Holocentropus stagnalis* is vrij talrijk in het monster van 2001. Het is een typische vennensoort (Higler 2005). Andere typische vennensoorten, zoals de wants *Sigara scottii* en het kevertje *Hydroporus umbrosus* zijn hier zeldzamer en daarom niet in de tabel vermeld.

Het monster van 1995 uit de noordelijke helft wordt gedomineerd door de (rode) muggenlarven van het geslacht *Chironomus*, die door het bezit van hemoglobine in staat zijn om in zeer zuurstofarme, meestal voedselrijke bodems te leven. Ook de meeste andere aangetroffen dieren stellen geen hoge eisen aan de waterkwaliteit. Schaars zijn nog aanwezig het kevertje *Hydrochus brevis*, dat zeldzaam is in zure, door regenwater gevoede moerassen (Drost e.a. 1992) en de in Nederland zeer zeldzame watermijt *Tiphys scaurus*, een soort van tijdelijk droogvallende, zure, enigszins geëutrofiëerde milieus (Smit & Van der Hammen 2000).

²⁵ Van Meer (1980) nam monsters van waterwantsen in een ven in de Krabbebossen, maar de exacte locatie is helaas niet meer te achterhalen.

Tabel 28. De procentuele hoeveelheden van de belangrijkste soorten macrofauna in het Stroomdalven. (z): zomer, (v): voorjaar. Bronnen: (AquaSense 1998, 2002). Taxa zonder ecologische opmerkingen komen algemeen in allerlei watertypen voor.

Groep	Naam	Noord		Zuid		Bijzonderheden ecologie en verspreiding
		'95(z)	'01(v)	'95(z)	'01(v)	
Wormen						
	Tubificidae	6.0	13.0	16.7		
	Lumbriculidae	2.8		6.4		
	<i>Lumbriculus variegatus</i>		4.7		16.2	
Kreeftachtigen						
	Asellidae		3.7			
	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>		34.4			Exoot, uit de Maas
	Gammaridae		3.2			Riviercontact
	<i>Proasellus meridianus</i>	0.1	21.0			Detritusrijke bodem
Muggenlarven						
	Ceratopogonidae	2.1	0.3	31.8	37.3	
	<i>Chironomus</i>	67.2		7.0	0.3	Organisch slib
	<i>Macropelopia</i>	2.2				Veel in beken
	<i>Mochlonyx culiciformis</i> agg				2.3	Zure bospoelen
	<i>Polypedilum</i>				2.8	
	<i>Procladius</i>	1.0			10.8	Organisch slib
	<i>Psectrocladius platypus</i>	0.5		1.6	6.0	Zure wateren
	Tanytopodinae	5.9		0.2		
Kevers						
	Hydrophorinae	4.8		3.6		
	<i>Hydrophorus umbrosus</i>			0.4	2.0	Zure, humeuze wateren
	<i>Noterus crassicornis</i>		1.7		0.6	
Wantsen						
	Corixidae	0.1		22.8	2.6	
Kokerjuffers						
	<i>Holocentropus stagnalis</i>				9.1	Vennen, duinmeren
Slakken						
	<i>Physa fontinalis</i>		11.2			Niet in zure vennen

Het monster van 2001 is totaal verschillend van dat uit 1995. De meest voorkomende soort is hier het vlokreeftje *Crangonyx pseudogracilis*. Deze exoot, afkomstig uit Noord-Amerika, is voor het eerst in 1979 in Nederland gevonden (www.wew.nu/exoten) en heeft zich sindsdien verder verspreid. De soort kan niet anders dan de route Volkerak – Dintel – Mark – Aa in het ven terecht zijn gekomen en is dus een indicator voor inundatie van het noordelijk deel van het stroomdalven met (het voedsel- en relatief kalkrijk) water uit de Aa. Andere indicatoren voor de overstrooming zijn o.a. de in Nederland algemene bron-blaashoren (*Physa fontinalis*) en kleine aantallen niet nader gedetermineerde visjes. Soorten die aangepast zijn aan de bladrijke, tijdelijk droogvallende venbodems zijn de kokerjuffer *Glyptotendipes* en de muggenlarven *Helius* spec. en *Telmatopelopia nemorum*.

Het oorspronkelijk venkarakter van de macrofauna is zowel in het noordelijk als het zuidelijk deel van het stroomdalven in sterke mate verloren gegaan.

De in het stroomdalven aangetroffen volwassen libellen zijn vermeld in Tabel 29. De vuurjuffer en de watersnuffel zijn als larven ook in de macrofaunamonsters gevonden. De libellenfauna is niet bijzonder soortenrijk. De meeste soorten komen algemeen in de Nederlandse vennen en overige wateren voor. De platbuik is een echte pionier, die tijdelijk droogvallen goed kan velen.

Het dichte gagel- en wilgenstruweel van het ven geeft schuilgelegenheid aan reeën (Brabants Landschap 1997).

Tabel 29. Overzicht van libellen die in de jaren negentig zijn aangetroffen bij het stroomdalven Krabbenbossen volgens gegevens van de Vlinderstichting (Ketelaar 2000). Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermessing, verdroging volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding.

<i>Habitat</i> soort	gevoeligheden			<i>Habitat</i> soort	gevoeligheden		
	verzur.	vermest.	verdro.		verzur.	vermest.	verdro.
<i>Droogvallende biotopen/pioniermilieus</i> platbuik			+	<i>Matig zure, matig voedselrijke vennen</i> azuurwaterjuffer	-	o/-	o
<i>Zure, voedselarme vennen</i> watersnuffel	++		o	<i>Beken en zuurstofrijke kanalen</i> blauwe breedscheenjuffer			
<i>Voedselrijke vennen</i> lantaarntje		+	o	<i>Ubiquisten (overal)</i> gewone oeverlibel			-
vuurjuffer	-	o	-	grote keizerlibel		-	-
				viervlek	+		-

5.8.8. Systeembeschrijving en knelpunten

Het stroomdalven in het Landgoed Krabbebossen is een moerassige laagte in een dekzandrug, die schuin op de Aa of Weerij staat en daar ook op uitkomt. Ooit zal de directe omgeving van het ven uit heidegrond hebben bestaan, maar die was al vroeg bebost: al op de kaart van 1840 staat dit als bos, hoofdzakelijk grove den, aangegeven. De laagte zelf was te nat voor bosaanplant.

Behalve door regenwater werd het ven gevoed door zeer locale kwel uit de dekzandrug. Het kwelwater zorgde waarschijnlijk voor demping van de waterstandschommelingen, die een amplitude van maar enkele decimeters hadden. Hierdoor kon zich een moerasje met enige veenvorming ontwikkelen, met soorten als beenbreek, die slecht bestand zijn tegen grotere peilfluctuaties.

Door de bosaanplant, maar waarschijnlijk nog meer door de ontwikkelingen van de landbouw - in het bijzonder de kanalisatie van de Aa of Weerij - is de regionale waterspiegel verlaagd, waardoor het locale kwelwater uit het ven werd weggetrokken naar het beekdal en de waterstandsfluctuaties in het ven toenamen tot meer dan een halve meter. Door de langduriger perioden van zomerdroogte konden de gagel- en wilgenstruwelen zich in het ven beter ontwikkelen dan voorheen en werden de bijzondere begroeiingen overwoekerd. Vóór de kanalisatie van de Weerij werd een deel van het noordelijk ven bijna maandelijks geïnundeerd door het beekwater. Waarschijnlijk hebben zich toen veel zware metalen uit de beek opgehoopt in de bodem van het noordelijk deel van het ven en het aangrenzende weiland.

In de huidige toestand wordt het ven bijna geheel door regenwater gevoed, waardoor het venwater zuur en vrijwel niet gebufferd is. Door de sterke waterstandschommelingen is er een voortdurende oxidatie van sulfaat, wat nog een extra verzurende werking heeft en metalen gemakkelijk in oplossing doet gaan.

Van nature is het noordelijk deel, waar het beekwater in hoogwaterperioden vrij toegang had, altijd voedselrijker geweest dan het zuidelijk deel van het ven. Dat verschil is er nog steeds enigermate, maar waarschijnlijk veel minder dan vroeger, nu het ingevallen blad op de bodem het water in het hele ven voedselrijk maakt.

Door de verteringsprocessen van het blad is er een voortdurend zuurstoftekort, vooral in de zomer.

Af en toe is er nog toevoer van beekwater, voornamelijk afkomstig uit landbouwgebied, naar het noordelijk deel van het ven. Het beekwater is nu veel voedselrijker dan vroeger en bovendien bevat het veel zware metalen, zoals koper, zink en nikkel. Deze komen in het noordelijk deel van het ven terecht, samen met exotische vlokreeftjes, die tegenwoordig veel voorkomen in de gekanaliseerde Brabantse beken.

De milieumstandigheden voor de levensgemeenschappen in het ven zijn dus zeer ingrijpend gewijzigd. Bijzondere plantensoorten zijn verdwenen en onder de waterfauna zijn de echte vennensoorten tegenwoordig buitengewoon schaars. Er komen nu in hoofdzaak soorten voor die ook in veel andere watertypen worden gevonden.

5.8.9. Oplossingsrichtingen

Verbetering waterhuishouding

Het belangrijkste knelpunt voor het stroomdalven is de waterhuishouding en maatregelen moeten daarop afgestemd worden. Dat zijn tamelijk complexe ingrepen, die passen bij de Integrale Gebiedsgerichte Aanpak (IGA) Aa of Weerijs. De opgave voor de IGA is om de waterstand zodanig op te zetten dat het stroomdalven niet langer dan een paar maanden per jaar droogvalt en de waterstandsfluctuatie in het ven terug te brengen tot enkele decimeters. De lokale kwel uit de dekzandrug naar het ven moet daardoor weer hersteld worden.

Het bovenstroomse gebied van de Weerijs heeft als hoofdfunctie landbouw en zal die ook houden. De belasting van de Weerijs met nutriënten zal daardoor, in tegenstelling tot vroeger, naar verwachting hoog blijven. Wellicht kan de belasting met zware metalen van de beek worden teruggebracht. Hoewel winterse inundatie van de noordelijke venhelft tot de natuurlijke dynamiek van het vensysteem behoort, is het in de gegeven omstandigheden toch beter om de inundaties te voorkomen door middel van een dam (met doorlaat voor overtollig water uit het ven zelf). Op die manier wordt ongewenste toevoer van nutriënten en zware metalen verhinderd. Als (in de verre toekomst) de kwaliteit van het beekwater het weer toelaat kan de dam weer worden geslecht.

Ook binnen het gebied is het mogelijk om maatregelen te treffen voor verbetering van de hydrologie: door omzetting van het aangrenzende naaldbos naar een open vegetatie naar heide of heischraal grasland kan de verdamping worden verminderd en zo de toevoer van lokaal kwelwater naar het ven worden bevorderd (Bakker 1984, Spieksma e.a. 1997, Meyus e.a. 2004).

Volgens het beheerplan van het Brabants Landschap (1997) zijn in het gebied zelf al eerder waterconserverende maatregelen genomen voor het verhogen van de vitaliteit en bedekkingsgraad van het gagelstruweel om verdere verbossing te voorkomen. Het wilgenstruweel wordt periodiek en gefaseerd afgezet, waardoor de schuilgelegenheid voor reeën intact blijft. Om te allen tijde open water in het ven te houden was het volgens het beheerplan de bedoeling om regelmatig houtgewas te kappen en te ontvenen, om de groeiplaats van kenmerkende planten en voortplantingsmogelijkheden voor amfibieën te behouden.

De te treffen maatregelen moeten niet los worden gezien van eventuele maatregelen voor het verbeteren van de kwaliteit van de meander op de grens van het noordelijk vendeel en het weiland ten noorden hiervan. De potentiële natuurwaarden van deze meander zijn betrekkelijk hoog (Cuppen 1996).

Verwijdering slib uit het ven

Deze maatregelen dienen te worden voortgezet. Pas als de hydrologie weer op orde is of verwacht mag worden dat dit binnen enkele jaren het geval zal zijn is het zinvol om verdergaande maatregelen te treffen in het ven zelf, zoals het verwijderen van de voedselrijke sliblaag in het ven en het gedeeltelijk verwijderen van het gagelstruweel om weer een begin van veenvorming mogelijk te maken. Het zuidelijk deel is in dit opzicht het meest kansrijk. Overigens mag niet worden verwacht dat een soort als beenbreek hier dan weer zal kiemen: de kiemkracht van de zaden vermindert al in de loop van één jaar sterk en ook bij optimale milieuomstandigheden zijn kiemplantjes van deze soort maar zelden te vinden (Summerfield 1974, Weeda e.a. 1991).

Sanering bodem van aangrenzend weiland

De bodem van het weiland aan de noordzijde van het ven is bij de kanalisatie van de Weerij opgehoogd met slib uit de beek. Waarschijnlijk is dit de bron van de zware metalen, zoals zink, die nu in het venwater worden teruggevonden. Daarnaast zullen de zware metalen afkomstig zijn uit de beek zelf, die vóór de kanalisatie dit deel van het ven en het weiland regelmatig overspoelde. Op de plaats van het weiland kan door afgraving van de bovenlaag van enkele decimeters dikte een moerassige, niet al te voedselrijke laagte worden gecreëerd, waarmee het oorspronkelijke milieu hier min of meer terugkeert. Een voorlopige schatting van de hoeveelheid is ca 2500 m³, uitgaande van een oppervlakte van ca 1 ha, waarvan driekwart moet worden afgegraven.

Onderzoek en monitoring

In 2007 worden er in het ven door en in opdracht van het Waterschap Brabantse Delta weer metingen verricht van waterchemie, diatomeeën, macrofauna en macrofyten, evenals in 1995 en 2001. Het is zinvol deze metingen in de toekomst voort te zetten.

Aanvullend is er nog behoefte aan een eenvoudige vegetatiekaart van het ven met aangrenzend broekbos (8-12 legenda-eenheden op schaal 1 : 2 500) en drie complete soortenlijsten van de macrofyten met abundantieschattingen volgens de schaal van Tansley, apart voor het noordelijke en zuidelijke deel en het aangrenzende broekbos. Kaart en opnamen kunnen worden gebruikt voor verdere planontwikkeling en latere evaluatie van het effect van de uitgevoerde maatregelen in en buiten het natuurgebied.

Voorts is het wenselijk om nader inzicht te hebben in de details van de hydrologie van het gebied, waartoe nog nader literatuuronderzoek moet worden gedaan en op verschillende plaatsen peilbuizen moeten worden geplaatst en opgenomen. Dit is een geschikt studentenonderwerp.

Voor het bepalen van de ontgravingsdiepte van het weiland aan de noordzijde en de bodemkwaliteit is nog nader onderzoek noodzakelijk.

Kostenindicatie

De kosten van het aanpassen van de regionale waterhuishouding zijn aanzienlijk, maar worden buiten deze indicatieve berekening gehouden.

De kosten van de constructie van een dam bedragen enkele tienduizenden euro's. De kosten van het verwijderen van een deel van het bos zijn moeilijk te begroten omdat er ook opbrengst is door houtoogst. Die is erg afhankelijk van de kwaliteit van het hout. Rekening moet worden gehouden van bedragen in de orde van enkele duizenden euro's. De kosten voor het maken van een vegetatiekaart bedragen ca vijfduizend euro. De bijdrage voor het hydrologisch detailonderzoek zal ongeveer op een zelfde bedrag komen. Bij elkaar is dit een bedrag van rond de dertigduizend euro.

Indien de grond van het weiland niet verontreinigd is komen de kosten van nader onderzoek en verwijdering van de bovenlaag op ca € 20 000. Indien de grond hier sterk is verontreinigd met zware metalen en naar een depot moeten worden afgevoerd zijn de extra kosten ca € 80 000 (gebaseerd op enkele vergelijkbare situaties in terreinen van het Brabants Landschap).

De kosten van het verwijderen van struweel en baggerslib worden pas over enkele decennia gemaakt. Die hangen sterk af van het onder handen te nemen oppervlak. Als dat in de orde van grootte van een hectare is moet worden gerekend op een bedrag rond € 25 000.

Voor de monitoringskosten is al een budget bij het waterschap.

5.9. Cluster 19. De Krochten

5.9.1. Ligging en eigendom

Het grote ven in De Krochten ligt in het beekdalreservaat Lange Gooren en Krochten (136 ha), dat eigendom is van het Staatsbosbeheer (Figuur 42). Het ligt aan de rand van het dal van de Weerij, op ongeveer 1,5 km ten zuidoosten van Wernhout in een afgelegen hoek, en grenst aan de es van Maalbergen²⁶. Het reservaat wordt doorsneden door de weg van dit dorp naar Wernhout. In het terrein liggen meerdere vennen, waarvan het onderhavige ven het grootste is en pal ten westen van de weg ligt. Door dichte bosschages is het ven van de weg af echter moeilijk toegankelijk (Figuur 43). Een voetpad ten westen van de plas is vrij toegankelijk.

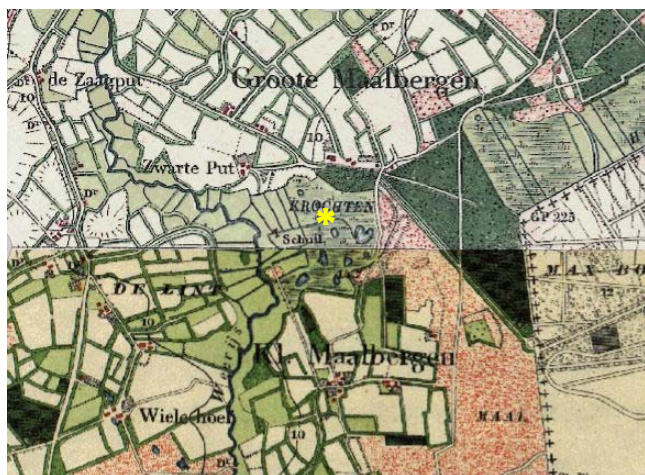
5.9.2. Omgeving en beheer

Het reservaat De Krochten ligt op de overgang van een voormalig geaccidenteerd heide- en stuifzandgebied (de Maalbergsche Heide) naar het dal van de Weerij. Op de kaart van 1894 (Figuur 42) wordt het gedeelte om het grote ven aangegeven als moerasgebied met een aantal kleinere vennen. Het grote ven is dus in de loop van de 20^e eeuw ontstaan door het steken van turf. Al in 1894 was het veenmoeras van De Krochten een ongecultiveerd nat refugium tussen enerzijds de droge (gedeeltelijk al in de 19^e eeuw beboste) heide en anderzijds de hooilanden langs de meanderende Weerij en de akkertjes op de es van Maalbergen.

In de huidige situatie is de voormalige heide op een klein gedeelte met zure vennetjes na, bebost met grove dennen en is de sterke relatie tussen de landschappelijke ligging van de agrarische percelen en het bodemgebruik grotendeels vervallen. Ten westen van het grote ven is grasland, maar elders in het gebied zijn veel boomkwekerijen en maïsakkers. De Weerij is rond 1970 gekanaliseerd, waardoor er in het ven verdroging zal zijn opgetreden. Door toevoer van water uit het landbouwgebied is het ven geëutrofiëerd (AquaSense 1996). Verlaging van de grondwaterstand is voorts opgetreden door een drinkwaterwinning bij Zundert en door onttrekkingen ten behoeve van beregning van de kwekerijgronden (Beets 2004).

Rond de plas staat elzenbroekbos, met vrij veel berken en plaatselijk ook grauwe wilgen, zomereik en lijsterbes, met in de ondergroei o.a. hop en smalle stekelvaren. Langs de oever is er verruiging met bramen. Plaatselijk is het elzenbroekbos zeer drassig en goed ontwikkeld, met o.a. de kwelindicator holpijp (Iwaco 1999, Klink 2004).

²⁶ De omgeving is rijk aan naargeestige veldnamen. Behalve het terrein zelf geldt dat de Zwarte Put, de Weduweweg en De Goorkens. Dan klinkt het kasteel Maxburg (met zijn prachtige rozentuinen) op 1,5 km naar de Belgische kant toch heel wat positiever.



Figuur 42. Het grote ven in De Krochten (*) met omgeving in 1894 (links, Wieberdink 1991) en 2003 (rechts, <http://atlas.brabant.nl>).



Figuur 43. (Links) De Krochten (grote ven) in 2003. De kleur van het water duidt op ijzerrijke kwel (Klink 2004).

Figuur 44. (Rechts). Plaatsen van een paddenscherm langs de Maalbergenstraat door vrijwilligers (www.vogelennatuurwerkgroepzundert.nl).

5.9.3. Bodem en waterhuishouding

De oppervlakte van de plas bedraagt ongeveer 1,9 ha. De plas is langgerekt van vorm en heeft deels onregelmatige, steile oevers. De diepte is niet precies bekend, maar bedraagt waarschijnlijk meer dan 1 meter (Van der Voo 1957e, Cuppen 1985).

Hydrogeologie

Volgens de geologische kaart van 1933 bevindt de Krochten zich ter plaatse van een 400 m lange en 350 m brede moerasveenafzetting, waar de plas is uitgegraven. De recht afgestoken westoever wijst op vervening (Van der Voo 1957e).

Op een diepte van ca 25 m tot 150 m –NAP (de grote plas ligt op ca 8m +NAP) liggen de kalkrijke, van oorsprong mariene afzettingen uit de Formaties van Breda, Oosterhout en Maassluis. Hierin bevindt zich het tweede watervoerende pakket,

dat hard (2-4 meq/l) water van het calciumbicarbonaattype bevat. Aan de bovenzijde is dit afgesloten door de slecht doorlatende afzettingen van rivierklei uit de Formatie van Tegelen. Daarboven bevinden zich diverse afzettingen, van vaak maar enkele meters dikte, uit het Pleistoceen (Nuenengroep) en Holoceen, waarin zich het eerste watervoerende pakket bevindt en dat matig hard (1-2 meq/l) water van het calciumbicarbonaattype, maar thans meestal sterk verontreinigd door landbouwinvloed (verhoogde chloride, sulfaat- en ijzergehalten) (Beets 2004).²⁷

De holocene afzettingen bereiken het maaiveld en betreffen de Formatie van Griendtsveen (de moerasveenafzetting waarin de plas is gegraven), de Formatie van Singraven (zand, zandige leem en veen langs de Weerij) en de voormalige stuifzanden uit de Formatie van Kootwijk, vooral ten oosten van de plas, aan de andere kant van de Maalbergenstraat (Beets 2004).

Op regionale schaal gezien helt het gebied in noordelijke richting. De regionale grondwaterstroming, in het tweede watervoerende pakket, gaat ook ongeveer in deze richting. Dwars daarop, op subregionaal niveau, beweegt zich het grondwater in het eerste watervoerende pakket, van de dekzandrug aan de oostkant van de plas, naar de Weerij, ten westen van de plas. Daarnaast zijn er ook nog lokale kwelstromen: tussen naastliggende percelen of binnen één perceel, vooral door zandige lagen aan de oppervlakte. Volgens Beets (2004) wordt de grote plas vooral door subregionale kwel gevoed.

In het veld is de kwel zichtbaar in de vorm van roestneerslagen op de vegetatie en in het open water en in de vorm van de olieachtige vliezen van ijzerbacteriën op het water (AquaSense 1996, Iwaco 1999b).

In het diagram van het elektrisch geleidingsvermogen en de verhouding calcium/chloride (Bijlage 4) staat De Krochten bijna bovenaan. Dat duidt op het zeer grondwaterachtige karakter van het venwater.

Oppervlaktewater

Via een sloot door een duiker onder de Maalbergenstraat ontvangt de grote plas vrijwel continu (kwel)water uit de vennen ten noordoosten van de weg (Iwaco 1999b). Deze vennetjes worden gevoed door regenwater en lokaal kwelwater. Van het midden van de westoever loopt een sloot die water afvoert naar de Weerij. De afvoer via deze sloot is vermoedelijk niet veel groter dan de toevoer via de duiker (Iwaco 1999b). Aan de noordzijde stroomt water van het aangrenzende weiland via een sloot direct het ven in (AquaSense 1996).

Het waterpeil is meestal tamelijk constant: in de periode 1989-1991 was de amplitudo maar 2 dm, maar in natte perioden kan het water van de grote plas flink stijgen, waardoor grote delen van de oever onder water komen te staan, zoals half oktober 1994 (Van Beers 1997, Iwaco 1999b, Beets 2004).

²⁷ De samenstelling van het water in het eerste watervoerende pakket kan sterk wisselen en plaatselijk komt nog betrekkelijk schoon grondwater voor, zoals in buis B86, die net iets ten westen van de grote plas ligt. Het grondwater is daar op 2-3 m beneden maaiveld betrekkelijk hard (3,1 meq/l bicarbonaat), arm aan sulfaat (0,34 mg/l) en nutriënten (P-totaal 0,013 mg/l, NH₄-N + NO₂-N + NO₃-N 1,24 mg/l). De Ionic Ratio is 0,78.

Bodem

Aan de oostkant van het ven bestaat de bodem uit voormalig stuifzand (duinvaaggrond), terwijl aan de noord- en zuidzijde hoge, zwarte enkeerdgronden voorkomen. Doordat de grondwatertrap hier VII bedraagt, is het grondwater daar grotendeels buiten bereik van de begroeiing. Aan de westzijde ligt een complex van lemige, fijnzandige enk- en beekeerdgronden met het grondwater (trappen III en V) binnen wortelbereik (Van Oosten 1964).

De bodem van de plas zelf is zandig-venig. Daarop bevindt zich een dikke laag van fijn tot grof organisch materiaal (Van der Voo 1957e, Cuppen 1985, Van Beers 1997). De exacte dikte van de sliblaag is niet bekend.

5.9.4. Waterchemie

Het water dat via de duiker de plas in stroomt is mineraalrijk, maar zeer zuur en heeft een melkachtige troebeling, een lage pH (3,4) en een hoog geleidingsvermogen (395 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Iwaco 1999b). Het locale kwelwater dat door deze sloot wordt afgevoerd uit de oostelijke vennetjes is relatief zacht, zuur en op veel plaatsen verontreinigd door o.a. natrium, sulfaat en chloride (Beets 2004). Bij zulke lage pH-waarden komt aluminium opgelost voor (het is met de hoge concentratie van 0,62 mg/l door Beets [2004] ook aangetroffen in het grondwater, maar bij hogere pH-waarden, zoals in de plas, vormt zich een neerslag van aluminiumhydroxiden, die melkwit van kleur zijn).

In de sloot die uit het weiland aan de noordzijde in het ven komt en in het aangrenzende deel van het ven was in 1995 een opalescente troebeling, waarschijnlijk van ijzerfosfaat, zichtbaar (AquaSense 1996). Uit metingen van het geleidingsvermogen blijkt dat dit water verontreinigd is (Beets 2004).

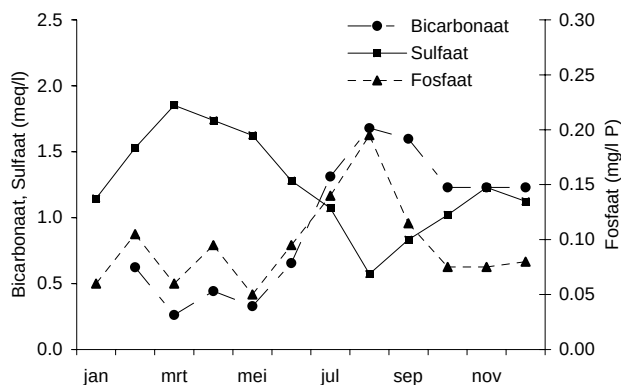
Het water van de grote plas is bijna altijd troebel en grijs of melkwit van kleur (Van der Voo 1957e, Cuppen 1985, AquaSense 1996), waardoor de zichtdiepte maar enkele decimeters bedraagt. Bij hoog water, zoals in oktober 1994, kan het water echter helder en kleurloos zijn (Van Beers 1997).

De verzamelde fysische en chemische gegevens zijn vermeld in Bijlage 3. De gegevens uit 2007 berusten slechts op nog maar enkele bepalingen en worden buiten de interpretatie gelaten.

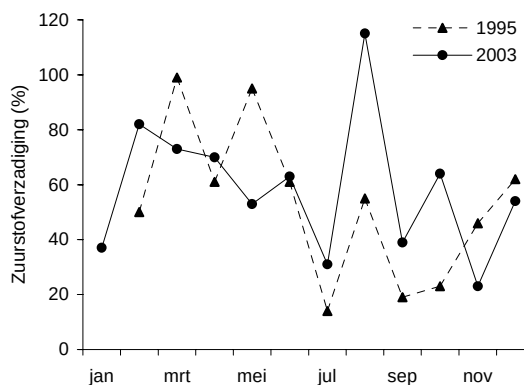
Boven is al vermeld dat het water zeer grondwaterachtig is. Dat is ook zichtbaar in het hoge ijzergehalte (4,3 mg/l) en het ijzernerseislag en soms de kleur van het water in het veld (Figuur 43).

Het sulfaatgehalte is met een gemiddelde van 60 mg/l voor vennen zeer hoog. Dit komt door de toevoer van grondwater waarin onder invloed van nitraatreductie in de ondergrond pyriet-oxidatie plaatsvindt, waardoor ijzer en sulfaat in oplossing komen (Iwaco 1999b, Van Beek e.a. 2001). Het sulfaatgehalte van de plas komt overeen met dat van het uit het oostelijk deel van de Krochten toestromende grondwater (Bijlage 3).

In Figuur 45 is het verloop van de sulfaatconcentratie in de loop van de jaren 1995 en 2003 uitgezet. In het voorjaar is de sulfaatconcentratie maximaal en door de oplopende temperatuur is er een steeds sterkere bacteriële sulfaatreductie, waar



Figuur 45. (Links) Gemiddelde maandelijkse concentraties van bicarbonaat, sulfaat en totaal-fosfaat in het grote ven in De Krochten in 1995 en 2003



Figuur 46. (Rechts) Maandelijkse zuurstofverzadigingspercentages in het grote ven in De Krochten in 1995 en 2003.

door de concentratie sulfaat sterk afneemt. Voor de sulfaatreductie is organisch materiaal aanwezig, dat hier op de bodem in ruime mate aanwezig is. In het najaar gaat de concentratie dan weer langzaam omhoog. Voor elk equivalent gereduceerd sulfaat wordt een equivalent bicarbonaat geproduceerd, waardoor de bicarbonaatconcentratie precies omgekeerd verloopt als die van sulfaat.

Vooraf aan de aanwezigheid van bicarbonaat ontleent de plas het bufferend vermogen (alkaliniteit) voor zuren. De plas is zwak gebufferd, waardoor, ondanks de wisselingen in sulfaatconcentratie, de pH bijna altijd tussen 6 en 7 ligt (zwak zure omstandigheden). Uit Figuur 45 blijkt dat het bufferend vermogen van de plas zeker niet alleen afkomstig is van toegevoerd grondwater, maar ook sterk bepaald wordt door de biogeochemische processen in de plas.

Behalve bicarbonaat worden bij de reductie van sulfaat sulfiden gevormd, die zich binden met het ijzer in de bodem, waarbij o.a. pyriet (FeS_2) ontstaat. Sulfiden zijn giftig voor veel waterorganismen. Fosfaat dat eerder aan ijzer was gebonden komt hierbij vrij. Dat is ook duidelijk te zien aan de concentratie van totaal-fosfaat in de loop van de zomer, parallel aan die van bicarbonaat. Zelfs in deze ijzerrijke plas is er kennelijk onvoldoende ijzer om het fosfaat te binden. De concentratie fosfaat-fosfor loopt op van ca 0,05 mg/l, wat heel acceptabel is voor een eutrofe plas, tot waarden in de buurt van 0,20 mg/l, die duiden op zeer overmatige voedselrijkdom. Dit proces staat wel bekend als interne eutrofiëring (Smolders e.a. 2006a,b).

De concentraties van totaal-stikstof zijn laag, in 2003 gemiddelde 1,0 mg/l. Waarschijnlijk verlaat veel stikstof het ven via (nitrificatie en daaropvolgende) denitrificatie. Dat proces verloopt goed bij de lage zuurstofgehalten die veel in het ven voorkomen.

De afbraak van organisch materiaal door de sulfaatreductie consumeert veel zuurstof. Daardoor neemt de zuurstofverzadiging in de loop van het voorjaar en de vroege zomer af (de afname wordt gemaskeerd door de grote dagelijkse fluctuaties van het zuurstofgehalte) (Figuur 46). In de zomer worden regelmatig zuurstofconcentraties beneden de kritische grens van 5 mg/l waargenomen. In augustus 2003 is het water echter oververzadigd. Dat is te verklaren door de grote hoeveelheid zuurstofproducerende planktonalgen op dat moment (chlorofyl-a 155 µg/l).

Ook in de rest van de zomer van 2003 liggen de verzadigingspercentages hoger dan in 1995. De gemiddelde chlorofylconcentratie was in 2003 met 62 µg/l dan ook veel hoger dan in 1995 (5 µg/l). Dat laat zich weer verklaren uit de gemiddelde concentratie van totaal-fosfaat, die tussen beide jaren was toegenomen van 0,08 tot 0,12 mg/l P. Dat wijst erop dat de interne eutrofiering van plas daadwerkelijk is toegenomen.

De concentraties van zware metalen in het grote ven in De Krochten liggen beneden het Maximaal Toelaatbaar Risico (Bijlage 5).

5.9.5. Microfyten

Uit het bovenstaande bleek al dat de dichtheid van het fytoplankton (gemeten als chlorofyl-a) tussen 1995 en 2003 sterk is toegenomen. Van de soortensamenstelling is weinig bekend. In 1995 is wel naar de sialgen gekeken, maar die werden niet gevonden. Het netplankton bevatte naast talrijke kiezelwieren massaal een klein groen bolletje (flagellaatje?) (AquaSense 1996).

In 1995 en 2003 zijn de op planten levende kiezelwieren onderzocht. Uit Tabel 30 blijkt dat het aantal soorten in de telling is afgenomen van 24 tot 19, terwijl in 2003 toch bijna twee maal zoveel (358) individuen werden geteld als in 1995 (200). De achteruitgang betreft vooral de doelsoorten (zoals *Eunotia flexuosa*) en de gewone soorten uit zuur water (zoals *Pinnularia appendiculata*). Daarentegen zijn de soorten die goed tegen lage zuurstofgehalten (en tegelijkertijd voedselrijke condities) zijn bestand sterk zijn toegenomen, bijvoorbeeld *Gomphonema parvulum*.

Tabel 30. Aantal soorten en percentage ecologische groepen van epifytische kiezelwieren (volgens Van Dam & Arts 1993) in het grote ven van De Krochten, berekend uit gegevens van, AquaSense (1996) en Klink (2004).

Groep	Jaar	Aantal soorten		Percentage individuen	
		1995	2003	1995	2003
Gewone soorten uit zuur water		7	5	33	36
Doelsoorten		8	4	22	9
Ubiquisten		1	1	32	9
Indicatoren van voedselrijkdom		4	4	6	4
Indicatoren van lage zuurstofgehalten		3	3	7	39
Soorten met onbekende ecologie		1	2	1	1
Totaal		24	19	100	100

5.9.6. Macrofyten

De beschikbare gegevens van dit ven zijn samengevat in Tabel 31, waarin ook de bronnen voor onderstaande beschrijving zijn vermeld.

In 1957 was de plas voor een groot deel bedekt met waterlelies, gele plomp en drijvend fonteinkruid. Verder waren er in de waterlaag veel planten uit voedselrijk milieu met bescheiden hoeveelheden aanwezig. Vooral in het zuidelijk deel waren

**Tabel 31. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in De Krochten (grote ven).
x = hoeveelheid onbekend, 1 = weinig, 2 = matig veel, 3 = veel, >3 = dominant.**

Groep	Jaar	1957	1985-'7	1992-'5	2003	Groep	Jaar	1957	1985-'7	1992-'5	2003
Soort	Bron*	1	2, 3	4-6	7	Soort	Bron*	1	2, 3	4-6	7
<i>Zure, ongebufferde moerassen</i>						<i>Voedselrijke/alkalische wateren en moerassen</i>					
pijpensrootje		2		2		moeraswalstro		1			
						liesgras		2	1	2	
<i>Matig voedselarme wateren en moerassen</i>						gele lis		1	1	2	2
wateraardbei			1	1		pitrus				2	2
egelboterbloem		1				moerasrolklaver		1			
stijve zegge		1				wolfspoot		1		2	2
<i>Voedselrijke wateren</i>						grote wederk		1			
sterrenkroos			1			grote kattenstaart		1			
gedoond hoornblad		1				moerasvergeet-mij-nietje		1			
brede waterpest		1				riet		2		2	
waterviolier		1	3			grote boterbloem		1			
kikkerbeet		1				waterzuring		1		1	
klein kroos			1			bitterzoet		1	1		
aarvederkruid		1				grote egelskop		2			
gele plomp		3	>3	>3	>3	moerasandoorn				2	
witte waterlelie		3		2		kleine lisdodde				2	
drijvend fonteinkruid		3				grote lisdodde		3			
						echte valeriaan		1			
<i>Voedselrijke/alkalische wateren en moerassen</i>						<i>(Matig) voedselrijk moerasbos</i>					
grote waterweegbree			1			zwarte els		3	x	3	3
hennegras			1								
scherpe zegge			1			<i>(Matig) voedselarme bossen en struwelen</i>					
pluimzegge		1		2		wilde gagel			x	3	
hoge cyperzegge				1	2	zachte berk				2	
oeverzegge				2		sporkehout		2		2	
waterscheerling		1				grauwe wilg		3	x	2	2
holpijp		2				braam		1	x	x	
moerasspiraea		1									

* 1: Van der Voo (1957g), 2: Cuppen (1985), 3: A. Mol (ongepubl., volgens Iwaco 1999b), 4: Everts e.a. (1992 volgens Iwaco 1999b), 5: Van Beers (1997), 6: AquaSense (1998), 7: Klink (2003)

er uitgebreide begroeiingen van de kleine lisdodde, terwijl verspreid langs de kant veel soorten uit verlandingsvegetaties van voedselrijk en alkalisch milieu aanwezig waren. Sommige soorten, zoals de waterscheerling en grote boterbloem indiceerden al het begin van een laagveenontwikkeling. De voedselarmere uitgangssituatie werd nog aangegeven door de bomen en struiken langs het ven (gagel, berk, sporkehout, etc.). De oevervegetatie aan de westzijde indiceerde voedselrijke omstandigheden, die op de overige oevers voedselarmere omstandigheden

In de tachtiger jaren was er langs de oever onder de elzen nog steeds een spaarzame begroeiing, maar aan de noordoever was er een sterke ontwikkeling van liesgras (en zelfs grote brandnetel), wat wijst op een sterke invloed van bemesting. In het water was de gele plomp sterker ontwikkeld dan eertijds en ook was nu de waterviolier (kwelindicator²⁸) dominant, die eerder niet was waargenomen. Het aantal soorten water- en oeverplanten leek sterk te zijn verminderd, maar door verschillen in inventarisatiemethoden is dat niet goed uit te maken. Voor de waterplanten was het milieu door vertroebeling inmiddels ongunstiger geworden. Cuppen (1985) kon eventuele onderwaterplanten niet zien 'doordat het water troebel melkwit was van kleur door kwel'.

Aan het einde van de tachtiger en in de negentiger jaren was het bos tot aan de rand van de plas sterk verruigd door toename van braam. De waterviolier wordt dan niet

²⁸ Waterviolier assimileert geen bicarbonaat, maar vrij koolzuur (CO₂), waar kwelwater vaak rijk aan is (Bloemendaal & Roelofs 1988).

meer genoemd (afname kwel?)²⁹. Bij de inventarisatie van 1995 wordt opgemerkt dat de zuid- en de noordoever van het ven sterk verschillen. De zuidoever is dan begroeid met gagel, berk en riet terwijl de noordkant voornamelijk begroeid is met zwarte els en zegge's. De macrofytenopname is toen gemaakt in het zuidelijk deel van het ven. De oever aan de zuidzijde is veel minder steil, waardoor de oevervegetatie er beter was ontwikkeld, hoewel er geen bijzondere soorten voorkwamen. Er werden weer meer oeverplanten gezien dan in het voorgaande decennium, maar er kwamen geen ondergedoken waterplanten meer voor. Het laatste was ook bij de enkele opname van 2003 het geval. In 1995 werden zeer veel drijvende wortelstokken van de gele plomp gezien.

In 1957 werd de vegetatie van de plas dus al sterk door eutrofiering beïnvloed., maar het water was nog helder genoeg voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Dat was ook in de tachtiger jaren nog het geval, toen de kwelindicator waterviolier zich goed kon ontwikkelen. In de laatste decennia is het water vertroebeld en is de kwel mogelijk verminderd, waardoor er geen ondergedoken waterplanten meer zijn.

5.9.7. Fauna

Cuppen (1985) bemonsterde speciaal de waterwantsen en kevers, waarvan er in totaal het vrij aanzienlijke aantal van 39 soorten voorkwam. Het waren in Nederland algemene soorten, behalve het kevertje *Nartus (Rhantus)*, dat vooral in zwak zure moerassen en verlandende kleine wateren met venige bodem en grof organisch materiaal voorkomt (Drost e.a. 1992).

In 1995 werd de macrofauna gedomineerd door weinigborstelige wormen (*Stylaria lacustris*), muggenlarven (*Chironomus*) en waterpissebedden (*Proasellus meridianus*). Het ven herbergde een fauna van een matig diepe, grote, zwak zure poel, zonder bijzondere soorten (AquaSense 1996). In 2003 werden minder wormen aangetroffen, maar wel nog veel pissebedden en muggenlarven. Hieronder was ook *Schineriella schineri*, die gebonden lijkt te zijn aan plassen en sloten die gevoed worden door grondwater (kwel). Bijzondere soorten waren de watermijten *Arrenurus mediorotundatus* en *Thyas dirempta*. De laatste is een soort van moerasjes en zomers uitdrogende wateren (Klink 2004).

In 2003 kwam ook het vlokreeftje *Crangonyx pseudogracilis* voor. Deze exoot, afkomstig uit Noord-Amerika, is voor het eerst in 1979 in Nederland gevonden (www.wew.nu/exoten) en heeft zich sindsdien verder verspreid. De soort kan niet anders dan de route Volkerak – Dintel – Mark – Weerij in het ven terecht zijn gekomen en is dus een indicator voor verbinding tussen het ven en de beek.

Gegevens over de visfauna zijn niet beschikbaar. Het ven is een belangrijke voortplantingsplaats voor amfibieën. In het gebied van De Krochten en De Lange Gooren is de gewone pad het meest algemeen. De bruine en groene kikker en de in Nederland minder algemene Alpenwatersalamander zijn minder talrijk (J. Brosens, Zundert, pers. med.). In het voorjaar zorgen vrijwilligers ervoor dat de padden onge-

²⁹ Indien aanwezig was die ongetwijfeldesignaleerd, want de opname van 1995 is vanuit een kano gemaakt.

schonden hun voorplantingsplaatsen, waaronder het grote ven, kunnen bereiken (Figuur 43). Het gebied is van betekenis voor broedvogels (Klemann 1998).

5.9.8. Systeembeschrijving en knelpunten

Het grote ven in het natuureservaat De Krochten is ontstaan door het uitgraven van veen, hoofdzakelijk in de 20^e eeuw. Het ven heeft deels steile oevers en wordt omgeven door elzenbroekbos. Het ligt op de rand van het dal van de Weerij aan de voet van een hoger gelegen gebied, dat grotendeels met dennen is beplant. Er komt in het ven veel zuur en sulfaatrijk grond- en oppervlaktewater terecht, dat via een sloot wordt afgevoerd naar de Weerij. Verder is er toevoer van voedselrijk water uit het aangrenzende landbouwgebied, vooral aan de noordzijde.

Het ven is zeer rijk aan ijzer, dat planten en bodem met een roestlaagje bedekt. Het ijzer vormt met de aangevoerde fosfaten complexe verbindingen, die het water vaak troebel melkachtig kleuren, wat de groei van waterplanten belemmert.

Het sulfaat, afkomstig van pyrietoxidatie door het (deels met de neerslag aangevoerde) nitraat uit meststoffen, wordt in de plas voor een groot deel gereduceerd tot sulfiden, die als ijzersulfiden in de bodem terecht komen. Doordat hierbij fosfaat wordt vrijgemaakt uit de ijzerverbindingen eutrofiëert de plas. Daardoor zijn vooral in de nazomer de fosfaatconcentraties hoog, waardoor er hoge dichten van planktonalgen ontstaan. Bij de sulfaatreductie wordt organisch materiaal afgebroken, waardoor het water meestal onderverzadigd is met zuurstof. Verder wordt bicarbonaat geproduceerd, waardoor het water zwak gebufferd is.

Tussen 1995 en 2003 is de voedselrijkdom van de plas toegenomen (het zomergeremiddelde van totaal-fosfaat is gestegen van 0,07 tot 0,16 mg/l P) en zal de zuurstofhuishouding navenant zijn verslechterd. In die tijd is ook het percentage kiezelwieren dat kan leven bij lage zuurstofgehalten toegenomen. Door de voedselrijke omstandigheden komen er geen sialgen in de plas voor.

De plas is grotendeels ontstaan in een periode dat de landbouw steeds verder is generationaliseerd en het beekdal ontwaterd werd. Van meet af aan was er daardoor verdroging van het restveen in en om de plas, waardoor de mineralisatie – en daardoor de voedselrijkdom – werd bevorderd. Daardoor is er nooit sprake geweest van een voedselarme plas. Bij de diverse botanische inventarisaties vanaf 1957 zijn daarom alleen soorten aangetroffen van (matig) voedselrijke wateren en moerasen. Tot in de tachtiger jaren waren er nog wel ondergedoken waterplanten, zoals waterviolier, die later niet meer zijn gesignaleerd. Daarbij kunnen zowel vermindering van koolzuurgasrijke kwel door verdroging als een toename van de troebelheid door gestegen fosfaatconcentraties een rol spelen. Sinds 1957 is ook de diversiteit van de oeverbegroeiing verminderd.

De macrofauna bestaat grotendeels uit wormen, muggenlarven en pissebedden uit voedselrijke, vaak zuurstofarme, wateren. Enkele malen zijn min of meer bijzondere kevers en watermijten aangetroffen. De aanwezigheid van een van oorsprong Noord-Amerikaanse vlokreeft wijst op verbinding van het ven met de Weerij.

Knelpunten bij de grote plas in De Krochten zijn de deels steile oevers, de dikke sliblaag met veel nutriënten, de toevoer van nutriënten door landbouwwater en interne eutrofiëring als gevolg van de toevoer van sterk sulfaathoudend grond- en

oppervlaktewater. De groei van ondergedoken waterplanten is niet goed meer mogelijk, o.a. door de troebelheid, die het gevolg is van de aanwezigheid van colloïdale verbindingen van ijzerfosfaten en aluminiumhydroxiden in het water.

5.9.9. Maatregelen

De plas is nooit een ven geweest in de strikte zin van het woord, maar de huidige waterkwaliteit (hoge en nog steeds toenemende fosfaatconcentraties) en de voortdurende onderverzadiging van het water met zuurstof overschrijdt zelfs de meest elementaire kwaliteitsnormen van de Vierde Nota Waterhuishouding.

De laagste eis die aan een natuurreservaat mag worden gesteld is dat het daarin voorkomende oppervlaktewater wel aan die normen voldoet. Verbetering van de waterkwaliteit is daarom noodzakelijk, op zijn minst tot een zodanig niveau dat er een acceptabel gehalte aan totaal-fosfaat, in de buurt van 0,07 tot 0,08 mg/l P (zodat er geen overmatige algengroei ontstaat) en redelijk helder water is, met een dusdanige zichtdiepte dat groei van niet al te eutrofiërings- en verzuringsgevoelige waterplanten, zoals sterrekroos mogelijk is. De inrichting en de fluctuatie van de waterstand moet de ontwikkeling van voldoende oeverbegroeiing mogelijk maken.

Stoppen eutrofiëring

Om dit te bereiken moet de in- en externe eutrofiëring van de plas worden gestopt. Het stoppen van de interne eutrofiëring is mogelijk door de baggerlaag te verwijderen. De dikte hiervan is nog onbekend en moet nog worden gekarteerd, tegelijk met de waterdiepte. Ook dient onderzoek te worden ingesteld naar de kwaliteit van het slib, om inzicht te krijgen in de kosten en mogelijkheden van afvoer en verwerking. De dikte en de nutriëntengehalten van een eventuele restveenlaag onder de sliblaag moet worden vastgesteld, omdat ook het restveen te zijner tijd weer een ongewenste bron van nutriënten kan vormen. Als die gegevens er zijn kan de noodzaak van het verwijderen van restveen beter worden vastgesteld.

De sloot die nu het regen- en grondwater afvoert uit het deel van het reservaat aan de oostzijde van de Maalbergenstraat moet worden omgeleid. Het sulfaatrijke water uit deze sloot zou anders opnieuw een proces van interne eutrofiëring in gang zetten. Verder dient de toevoer van oppervlaktewater uit het omringende landbouwgebied te worden gestaakt.

Verbeteren inrichting

De waterdieptekartering zal inzicht geven in welke mate de steilheid van de oevers de ontwikkeling van water- en oeverbegroeiing in de weg staat. Indien dat overwegend het geval blijkt is het noodzakelijk in elk geval plaatselijk het talud aan te passen, zodat ten minste een helling van 1 : 6, beter nog van 1 : 10 ontstaat (De Kwaadsteniet 1990, Koster 2003). Het hangt van de situatie af of die helling kan worden gecreëerd door het wateroppervlak te vergroten ten koste van de oever of dat langs een deel van de oevers geschikt bodemmateriaal wordt ingebracht. Een combinatie hiervan is ook denkbaar. Daarbij moet rekening worden gehouden met de huidige (semi-)terrestrische flora en fauna.

Nog noodzakelijk onderzoek

Het is niet uitgesloten dat de provinciale archeoloog bezwaren heeft tegen het verwijderen van de sliblaag en het eventuele restveen, vanwege de mogelijke paleobotanische archiefwaarde. Overleg met deze functionaris is daarom noodzakelijk. Een oriënterend onderzoek naar de archiefwaarde wordt wellicht als voorwaarde voor toestemming tot het uitbaggeren gesteld.

Wanneer de in- en externe belasting door baggeren en omleiding van sloten stopt is het goed mogelijk dat de toevoer van nutriënten door bladval van de omringende elzen een significante post op de voedingsstoffenbalans van het ven is. Dit dient nog te worden nagegaan (vergelijk Van Dam e.a. 2007). Als deze toevoer in verhouding groot is zullen elzen om het ven moeten worden gekapt. Daarbij moet rekening worden gehouden met de eventuele vegetatiekundige en ornithologische waarde van het elzenbroekbos.

Indien alle sloten van het grote ven worden afgeleid zal dit waarschijnlijk alleen nog door invallend regenwater en subregionaal grondwater worden gevoed. Plaatselijk, zoals bij buis B86, iets ten westen van de grote plas, komt grondwater voor dat heel geschikt als voeding voor het ven.

Het is echter wenselijk eerst nog eens goed te onderzoeken hoe de voeding van de plas in de nieuwe situatie zal geschieden, want de grondwaterstromingen zullen veranderen en de ruimtelijke variatie in grondwaterkwaliteit is groot (Beets 2004). Doordat het plas niet meer constant door aangevoerd oppervlaktewater wordt gevoed zal ook het peil gaan wisselen. Voor de levensgemeenschap van de plas is dat in beginsel gunstig, maar er moet nog wel worden nagegaan wat het effect hiervan is op het omringende elzenbroekbos.

Globale kostenraming

De te maken kosten hangen van veel factoren af. Een standaardprijs voor het baggeren van vennen is moeilijk te geven omdat die van veel factoren afhankelijk is en ontbreekt daarom in het Normenboek Natuur, Bos en Landschap (Van Raffé & De Jong 2006). Als richtprijs kan worden uitgegaan van € 15 000 tot € 25 000 per hectare (A. de Jong, Alterra, pers. med.). Dat betekent voor de grote plas (ca 1,9 ha) ongeveer het dubbele. Daarbij komen dan nog de kosten voor het omleggen van de toevoersloot met het zure water en de sloten die landbouwwater aanvoeren, globaal in te schatten op enkele duizenden euro's. Dat wordt al snel meer als het plaatsen van stuwten en andere kunstwerken nodig zou zijn. Andere kosten betreffen het meten van de waterdiepte, de kwantiteit en kwaliteit van het slib (tussen € 7 000 en € 15 000) en mogelijk het kappen van bomen rond het ven (enkele duizenden euro's).

Verder is het nodig om de huidige en de te verwachten belasting met sulfaat, chloride, calcium en nutriënten globaal te kwantificeren en om een indruk te krijgen van de te verwachten peilveranderingen, waarvoor een globale waterbalans noodzakelijk is. Het kan daarvoor nodig zijn om aanvullend in nog te plaatsen grondwaterstandsbuizen of in reeds bestaande buizen peilen op te meten en/of monsters te nemen voor chemische analyses. Daarnaast is het nodig om een quick-scan uit te voeren naar de effecten van te verwachten peilveranderingen op de waarden van het omringende elzenbroekbos. Dat is al snel een kostenpost van enkele tienduizenden euro's.

De kosten van het eventueel aanpassen van de inrichting (diepteverdeling) is in dit stadium moeilijk te geven, maar een bedrag van € 5 000 – 10 000 is wellicht een goede benadering.

Bij elkaar opgeteld betekent dit dat de sanering van deze plas waarschijnlijk een bedrag tussen € 55 000 en € 120 000 zal vergen.

Monitoring

In 2007 worden er in het ven door en in opdracht van het Waterschap Brabantse Delta weer metingen verricht van waterchemie, diatomeeën, macrofauna en macrofyten, evenals in 1995 en 2003. Het is zinvol deze metingen, aangevuld met bepalingen van de soortensamenstelling van fytoplankton, in de toekomst voort te zetten. In de eerste jaren na het uitvoeren van de maatregelen is het zinvol de metingen elk(e twee) jaar uit te voeren. Omdat de vegetatie van het broekbos kan gaan veranderingen door wisselingen van de waterstand dient de vegetatie daar globaal te worden gekarteerd en de ontwikkeling daarvan in de tijd te worden gevolgd.

5.10. Cluster 21. Meeven

5.10.1. Ligging en eigendom

Het Meeven ligt aan de noordgrens van de Gemeente Woensdrecht, ongeveer halverwege de kern van deze gemeente en de kern van Bergen op Zoom, een paar honderd meter ten oosten van de A4/A58 (Figuur 47). Het behoort tot het oudste bos-reservaat van ons land (150 ha), dat deel uitmaakt van het Landgoed Mattemburgh (totaal 388 ha) en dat sinds 1970 eigendom is van de Stichting Het Brabants Landschap. Het gebied is vrij toegankelijk op wegen en paden.

5.10.2. Omgeving en beheer

De heide rond het ven werd tussen 1882 en 1885 met grove den bebost. Doelbewust vindt hier al 125 jaar geen onderhoud plaats ([www. natuurlijkbrabant.nl](http://www.natuurlijkbrabant.nl)). In het oude dennenbos staan verspreid grote eiken. Het bos staat aan de westzijde bijna tot aan de oever en aan de oostzijde ongeveer tien tot twintig meter van de oever en is betrekkelijk open, met voornamelijk bochtige smele en pijpenstrootje in de ondergroei. Langs het ven is er veel opslag van berk, braam, ratelpopulier en rododendron. In de oeverzone en op de oever loopt een smal paadje rond het ven, dat regelmatig wordt belopen (<http://maps.google.nl>, Tjin A Lien 1996, Van Beers 1997).

Het ven is vermoedelijk ontstaan rond 1865 doordat er leem voor een steenbakkerij werd gewonnen. Gekapte bomen werden in dit ven 'gewaterd' om daarna verder te worden verwerkt (Van Zunderd 2002-2003). Misschien hebben de palen uit Figuur 48 een functie gehad bij het verwateren van het hout.

In de Tweede Wereldoorlog kwamen de afvoeren van de latrines van het aangrenzende 'Waldlager Zuidgeest' (waarvan de bunkers in het bos nog resteren) uit in het Meeven, waardoor het ven werd geëutrofiëerd (J. Schep, Brabants Landschap, pers. med.). Van der Voo & Veenhuizen (1963) schreven de sterke eutrofiëring van dit ven toe aan de aanwezigheid van eenden.

Ten behoeve van de paddenpopulatie wordt een deel van de oevers vrijgehouden van boomopslag om de mogelijkheden van bezonning optimaal te houden (Tjin A Lien 1996).

In 1999 en daarvoor is het ven door vrijwilligers opgeschoond (Van Zunderd 2002-2003, www.lions.nl³⁰). Onder auspiciën van het toenmalige Waterschap Scheldekwardier is het ven in 1999 uitgebaggerd (J. Schep, pers. med.).

³⁰ "Mede door onze jaarlijkse inzet is er weer een prachtig ven ontstaan. Door de schoonmaak van de oevers is er meer ruimte voor de padden tijdens de 'paddentrek' en is oude vegetatie na jaren weer teruggekomen. Dit 'zweet' project levert ons veel plezier, en het Brabants Landschap een kostbaar en uniek stuk natuur"



Figuur 47. Het Meeven (*) met omgeving in 1908 (links, <http://atlas.brabant.nl>) en 2005 (rechts, Google Maps).



Figuur 48. Vooroorlogse prentbriefkaart van het Meeven



Figuur 49. Links: opschonen van het Meeven door vrijwilligers (www.lions.nl). Rechts: monocultuur van moerasherts-hooi (www.nev.nl/everts)

5.10.3. Bodem en waterhuishouding

Op de geohydrologische kaart van Nederland 1 50 000 (Rijks Geologische Dienst 1977) wordt het Meeven getypeerd als een dalvormige laagte zonder veen met in de directe omgeving terrasafzettingen bedekt met dekzand en lage landduinen met bijbehorende vlakten en laagten.

Het ven ligt in een gebied met leemarme en zwak lemige, fijnzandige veldpodzolgrond, met grondwatertrap VI (gemiddelde hoogste grondwaterstand tussen de 40 en 80 cm en gemiddelde laagste grondwaterstand > 120 cm beneden het maaiveld, Damoiseaux 1982).

De oppervlakte van het ven bedraagt ca 0,4 ha. De oever van het ven loopt geleidelijk op, maar in het ven zelf wordt het water wel snel dieper (waterdiepte op 3 m uit de kant meer dan een halve meter) (Van Beers 1997). De oeverzone is vrij smal: de breedte varieert tussen een meter aan de westkant en vijf meter aan de oostzijde. In het ven liggen drie met grauwe wilg begroeide eilandjes op een rij (Van Beers 1997, AquaSense 2004).

De hoogte van het maaiveld naast het ven is 10,65 m +NAP. In maart 1996 was het waterpeil 10,60 m +NAP en de gemiddelde bodemhoogte van het ven 9,50 m (minimaal 7,13 m+NAP). De gemiddelde en maximale waterdiepte waren respectievelijk 1,00 en 1,40 m. Naar schatting was het maximale waterpeil 10,95 m (Tjin A Lien 1996). Vanwege de diepte valt het ven waarschijnlijk zelden of nooit geheel droog.

In 1957 was er langs de westoever en waarschijnlijk ook in het midden een gasrijke, dikke veenmodderlaag. Langs de oostoever was de sliblaag maar 5-10 cm dik (Van der Voo 1957f). In 1994 was er een dikke organische laag, voor een groot deel bestaande uit rottende bladeren en takken (Van Beers 1997). In 1996 was het slib minimaal 0,10 en maximaal 0,40 m dik en het volume bedroeg ca 410 m³ (Tjin A Lien 1996). Na het uitbaggeren in 1999 was er in 2002 op de meeste plaatsen een zandige bodem, maar aan de noordoostzijde was er een dikke, rottende sliblaag (AquaSense 2004).

Het Meeven wordt voornamelijk gevoed door regenwater. In tijden van veel neerslag zal binnen het vanggebied oppervlaktewaterafstroming naar het ven toe plaatsvinden. In de bodem van het ven bestaat de kans op de aanwezigheid van een ondoorlatende laag (podzollaag) (Tjin A Lien 1996).

Uit het diagram in Bijlage 4 waarin, op basis van de gegevens van de jaren 1993-2005, het elektrisch geleidingsvermogen is tegen de ionic ratio, blijkt dat het Meeven hoofdzakelijk gevoed wordt door atmosferisch (regen)water. Volgens Oranjewoud (1998) heeft het Meeven een niet tot zwak gebufferd (plaatselijk matig gebufferd) venmilieu, dat mede veroorzaakt wordt zou worden door de toestroming van lokaal grondwater (Oranjewoud 1998). Waarschijnlijk is er aan de oostzijde van het ven toestroming van grondwater. Daar wijst de aanwezigheid van veldrus op (Van Beers 1997). Door AquaSense (2004) werden hier ook kwelsporen gezien, in de vorm van ijzervlokken op de waterplanten.

Aan de west- en noordzijde komen greppels uit in het ven, die eind september 1994 droog stonden (Van Beers 1997).

5.10.4. Water- en slibkwaliteit

Het water van het ven lijkt erg donker, maar is toch vrij helder (Van Beers 1997). Tijdens de chemische bemonsteringen van het waterschap was het water meestal helder en soms gekleurd. Volgens AquaSense (2004) is dit het geelbruin van humuszuren.

De fysische en chemische gegevens zijn vermeld in Bijlage 3. Het water is zeer zwak gebufferd (alkaliniteit tussen 0,13 en 0,26 meq/l. Uit de verhouding en van elektrisch geleidingsvermogen, calcium en chloride blijkt dat het water vooral uit de neerslag afkomstig is. In verhouding tot de chlorideconcentratie is de sulfaatconcentratie meestal laag, wat wijst op een intensieve sulfaatreductie. Daarbij wordt bicarbonaat geproduceerd, waardoor de pH van dit ven niet extreem laag is. Deze wijst meestal op neutrale tot zwak zure omstandigheden.

De concentratie van totaal-fosfaat daalde van gemiddeld 0,29 mg/l P in de periode (1993-1998) voor de opschoning tot 0,16 mg/l P in de periode daarna (1998-2005). Dat is weliswaar een flinke daling, maar dat is voor (matig) voedselarme vennen nog een factor drie of vier te hoog (Arts e.a. 2002). Over hetzelfde tijdsbestek daalde de gemiddelde concentratie van totaal-stikstof van 4,1 tot 1,9 mg/l, maar voor (matig) voedselarme vennen zou dat minder dan 1 mg/l moeten zijn (Arts e.a. 2002). Voor het opschonen waren de ammoniumconcentraties soms zeer hoog (in 1993 gemiddeld 0,6 mg/l, daarna gemiddeld 0,2, wat redelijk is voor vennen.

Door het opschonen is ook de zuurstofhuishouding verbeterd, zoals blijkt uit de daling van het biochemisch zuurstofverbruik van 13,1 tot 5,5 mg/l. Het laatste is nog aan de hoge kant voor vennen. Uit Tabel 32 blijkt dat de zuurstofverzadigingswaarden van jaar tot jaar sterk kunnen verschillen. Voor het opschonen lijken de minima en maxima extremer te zijn dan daarna. Onder het dichte kroosdek zijn zowel de zuurstof- als chlorofylwaarden laag. Na de opschoning is het water overdag nog bijna altijd onderverzadigd met zuurstof. Dan zijn 's nachts de zuurstofgehalten nog veel lager. Dat kan leiden tot hoge concentraties van (toxische) sulfiden en ammonia (overdag zijn de ammonia-concentraties nog steeds laag, Bijlage 3). In 2002 werd een geur van zwavelwaterstof waargenomen bij de slibbige NO-oever. Ook in 1994 kwam er stank uit de modderlaag.

Tabel 32. Maandelijks waarden van zuurstofverzadiging en chlorofyl in het Meeven volgens metingen van Waterschap Brabantse Delta.

Maand	Zuurstofverzadigingspercentage						Chlorofyl-a-concentratie (µg/l)					
	1993	1998	2001	2002	2005	Gemiddeld	1993	1998	2001	2002	2005	Gemiddeld
januari	27	87		47	64	56						
februari	46		83	69	52	63	6		345			176
maart	36	78		96	69	70	10	75		87		57
april	24	128		112	53	79	17	81		21	1	30
mei		227		87	45*	120		530		51	4*	195
juni	79	142		71	51	86	160	300			7	156
juli	54	143		65	74	84	1650	570		30	140	598
augustus	78	150		87	39	89	1530	390		335	305	640
september	73	110		50	46	70	760	305		99	68	308
oktober	65	80	58	24	40	53	105		155			130
november	14	101	53	19	56	49			17			17
december	37	55	50		34	44			29			29
Gemiddeld	48	118	61	66	52	70	530	322	137	104	88	264

* kroosdek > 50%

De concentraties van zware metalen in het Meeven liggen steeds beneden het Maximaal Toelaatbaar Risico, terwijl de concentraties van (residuen van) chloorhoudende bestrijdingsmiddelen soms iets verhoogd zijn, zoals in de meeste hier onderzochte wateren (Bijlage 5).

In maart 1996 zijn monsters van het slib geanalyseerd. Het slib (klasse 0) was niet of nauwelijks verontreinigd (Tjin A Lien 1996).

5.10.5. Algen

Fytoplankton

Door het opschonen en de reductie van de concentraties aan voedingsstoffen is de gemiddelde chlorofylconcentratie afgenomen van 426 µg/l in de periode 1993-1998 tot 110 µg/l in de periode 2001-2005.. Dat is weliswaar een grote verbetering, maar er is nog steeds sprake van een overmatig voedselrijk systeem. Vooral in juli en augustus zijn de chlorofylconcentraties nog steeds hoog (Tabel 32).

De soortensamenstelling van het fytoplankton is onderzocht in 2002 en 2006. In 2002 waren er veel groenalgen (*Dictyosphaerium chlorelloides* en *D. sphagnale*) en een aantal flagellaten, waaronder de 'slijmalg' *Gonyostomum semen* (AquaSense 2004). De slijmalg kan zich in humeuze, verzuurde en geëutrofiëerde wateren massaal ontwikkelen (Koskamp 2003). In 2006 zijn maar vier soorten veelvuldig aangetroffen. *Cryptomonas*, die vaak wordt gevonden in kleine, geëutrofiëerde meren, komt in meerdere maanden tot ontwikkeling. Daarnaast zijn nog de flagellaten *Monomastix*?, *Microglena* en *Vacuolaria viridis* gevonden. Het zijn algen die vaak in verontreinigde wateren en/of bospoelen voorkomen (Klink 2006).

Sieralgen en andere algen in het aangroei

In 1993 kwam de sieralg *Spondylosium pulchellum* in kleine hoeveelheden voor. Dat is een soort van zuur, voedselarm milieu. De meest algemene was *Cosmarium regnellii* (Bijkerk & Joosten 1994), die vrij algemeen voorkomt in Nederlandse (matig) voedselrijk, zwak zure of alkalische wateren (Coesel 1982-1997). In 2002 was dit de enige sieralg die hier werd aangetroffen (AquaSense 2004).

Bijkerk & Joosten (1994) vonden naast andere algen hier het goudwier *Rhipidodendron huxleyi*, dat kenmerkend is voor humeuze wateren. Bovendien waren er veel flagellate algen uit de groep van de oogwiertjes, die veel in wateren voorkomen die belast worden met organisch afbreekbaar materiaal.

Kiezelwieren

De kiezelwieren uit het aangroei zijn diverse malen onderzocht en de resultaten zijn samengevat in Tabel 33. In het monster van 1993 is vrij veel van de doelsoort *Tabellaria flocculosa* aanwezig. Deze kan het nog vrij lang uithouden in enigszins organisch belaste wateren. Na de opschoning is deze soort verdwenen. In het zomermonster van 2002 is de abundantie van de doelsoorten lager dan in 1993, maar het aantal doelsoorten is groter (o.a. *Eunotia meisteri* en *Nitzschia perminuta*). In 2005 zijn er geen doelsoorten meer. Dan is ook het aantal soorten dat bij lage zuurstofgehalten kan overleven, zoals *Nitzschia palea*(*eformis*) en *Gomphonema parvulum*, groter dan in de jaren daarvoor.

Tabel 33. Aantal soorten en percentage ecologische groepen van epifytische kiezelwieren (volgens Van Dam & Arts 1993) in het Meeven, berekend uit gegevens van Bijkerk & Joosten (1994), AquaSense (2004) en Klink (2006). Seizoen: v = voorjaar, z = (na)zomer.

Groep	Jaar Seizoen	Aantal soorten				Percentage individuen			
		1993	2002	2002	2005	1993	2002	2002	2005
		z	v	z	v	z	v	z	v
Verzuringsindicatoren		1	-	1	-	1	-	2	-
Soorten uit zuur water		4	6	5	4	43	91	43	19
Doelsoorten		3	3	7	0	24	4	13	0
Ubiquisten		-	-	1	1	-	-	3	2
Indicatoren van voedselrijkdom		2	2	5	1	11	1	5	2
Indicatoren van lage zuurstofgehalten		3	1	5	4	21	5	29	65
Soorten met onbekende ecologie		0	0	1	2	0	0	4	12
Totaal		13	12	25	12	100	100	100	100

5.10.6. Macrofyten

In het Meeven zijn verschillende inventarisaties verricht, die zijn samengevat in Tabel 34.

Uit de vooroorlogse prentbriefkaart (Figuur 48) blijkt dat er sprake was van een 'blank' ven met weinig plantengroei. Op het water dreven wat waterlelies en aan de rand groeide veel pijpenstrootje, zoals in zoveel voedselarme, Brabantse vennen. In 1957 was het ven enerzijds verzuurd - zoals blijkt uit de grote hoeveelheden vensikkelmos en watervanel - anderzijds geëutrofeerd, waarvan drijvend fonteinkruid, pitrus en riet de getuigen zijn. Uit zwak gebufferde wateren was nog wat moerashertshooi (een kwetsbare soort van de Rode Lijst) aanwezig. In de jaren daarna zijn betrekkelijk onvolledige inventarisaties verricht, maar hieruit blijkt wel dat deze soort nauwelijks meer voorkwam.

In de jaren kort voor de opschoning in 1999 werden soorten van eutrofe vennen als pitrus, watervanel, wolfspoot en grote lisdodde, aangetroffen en ook heen (zeebies). Dat is merkwaardig, daar heen een pioniersoort is van (brak of zoet) basisch water. Doordat het heen in het Meeven in de organische modderlaag wortelt, deren de zure omstandigheden deze plant waarschijnlijk niet.

Vermeldenswaard is nog een stukje aan de oostzijde met behalve veel pijpenstrootje een flinke hoeveelheid veldrus (Van Beers 1997, AquaSense 2004), die – zoals eerder gemeld – als indicator van horizontale waterbeweging geldt (Weeda e.a. 1994).

In 1999 is het ven opgeschoond, waarna o.a. het hertshooi opkwam, wat het geheel een fleurig aanzien geeft. In de zomermaanden komen er dan ook vrij veel mensen genieten van de bloemenpracht (Van Zunderd 2002-2003). De witte waterlelie vormde een enkele meters brede zoom langs een groot deel van de oever, afgewisseld door matten moerashertshooi en hier en daar nog heen.

Na 2002 lijkt het eutrofiëringsproces verder te zijn voortgeschreden, waardoor het wateroppervlak naast waterlelie bedekt was met een dikke laag kroos. Onder water werd het watervorkje gezien. Moerashertshooi was in 2005 nog steeds veel aanwezig (Figuur 50).

Tabel 34. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in het Meeven. x = hoeveelheid onbekend, 1 = weinig, 2 = matig veel, 3 = veel, >3 = dominant.

Groep	Jaar	1957	1963-'70	1990-'5	2002-'5	Groep	Jaar	1957	1963-'70	1990-'5	2002-'5
Soort	Bron*	1	2, 3	3-5	6, 7	Soort	Bron*	1	2, 3	3-5	6, 7
<i>Verzuurde wateren en moerassen</i>						<i>Voedselrijke/alkalische wateren en moerassen</i>					
moerasstruisgras		3				waterbies		1			
vensikkelmoss		3				kantige basterdwederik					1
waternavel		3	x	3	2	moeraswalstro		1		x	2
geoord veenmos		3		2		mannagras		1			
<i>Zure, ongebufferde wateren en moerassen</i>						gele lis					2
zwarte zegge		1	x			veldrus		3		2	2
veelstengelige waterbies		1				greppelrus					2
veenpluis		1	x			pitrus		3	2	3	3
pijpenstrootje		3	x	2	3	wolfspoot		1	x	2	2
veenmos		2			3	penningkruid					3
<i>Zwak gebufferde wateren en moerassen</i>						riet		2			
moerashertshooi		1		1	3	waterpeper				1	
<i>Voedselrijke/alkalische wateren</i>						heen				x	2
grote kroosvaren				1		bitterzoet					2
sterrenkroos					2	grote egelskop					1
bultkroos + klein kroos				2	>3	grote lisdodde		3	2	2	
witte waterlelie		1			2	<i>(Matig) voedselarme bossen en struwelen</i>					
drijvend fonteinkruid		>3				ruwe en zachte berk		2		2	
gewoon watervorkje					3	sporkehout		2			
						geoorde en grauwe wilg				2	2
						braam		2		2	

* 1: Van der Voo (1957f), 2: Van der Voo & Veenhuizen (1963), 3: Tjin A Lien (1996), 4: Van Beers (1997), 5: AquaSense (1998), 6: AquaSense (2004), 7: Klink (2006).



Figuur 50. Links: drijvende matten van moerashertshooi, witte waterlelie en heen langs de zuidrand van het Meeven op 24 september 2002 (AquaSense 2004). Rechts: dik kroosdek op 21 juni 2005 (Klink 2006).

5.10.7. Ongewervelde dieren

De resultaten van de macrofaunabemonsteringen van de verschillende jaren zijn samengevat in Tabel 35.

In alle monsters ontbreken slakken en mossels, door het geringe kalkgehalte van het water; een karakteristiek van de venfauna (Arts 2000). In de zomer van 2002 (na het schonen) is het aantal soorten macrofauna met 35 wat hoger dan in het vergelijkbare monster uit 1993, voor het schonen. Ook de verdeling over de ver-

Tabel 35. Aantal soorten en percentage individuen van macrofaunagroepen in het Meeven, berekend uit gegevens van Bijkerk & Joosten (1994), AquaSense (2004) en Klink (2007). Seizoen: v = voorjaar, z = (na)zomer.

Groep	Jaar Seizoen	Aantal soorten				Percentage individuen			
		1993	2002	2002	2005	1993	2002	2002	2005
		z	v	z	v	z	v	z	v
Weinigborstelige wormen		2	3	1	2	13	2	1	2
Watermijten		-	3	1	-	-	1	2	-
Bloedzuigers		2	-	2	3	0	-	2	7
Springstaarten		-	1	-	-	-	2	-	-
Waterpissebedden		2	1	1	1	0	26	3	76
Muggenlarven		11	16	8	6	75	21	43	11
Kevers		-	14	3	1	-	10	2	1
Waterwantsen		6	6	9	2	4	20	21	2
Haften		2	-	1	1	0	-	2	1
Libellenlarven		5	4	6	1	7	16	20	2
Kokerjufferlarven		-	3	3	-	-	2	3	-
Totaal		30	51	35	17	100	100	100	100

schillende groepen is dan evenwichtiger: het aantal soorten muggen is afgenomen en dat van andere insecten (kevers, wantsen, libellen en kokerjuffers) is toegenomen. Daaronder zijn diverse soorten die kenmerkend zijn voor (matig) voedsel-arme vennen (AquaSense 2004). Tussen het voorjaar van 2002 en dat van 2005 is er echter een dramatische achteruitgang van het soortenaantal van 51 naar 17.

In 1993 waren er vooral hemoglobine bevattende (rode) muggenlarven van het geslacht *Chironomus* aanwezig, die zijn aangepast aan het leven in zuurstofarm water. In 2002 waren er veel soorten die zo'n zuurstoftekort moeilijk verdragen, maar in 2005 bestond de macrofauna voor 76% uit de waterpissebed *Asellus aquaticus*, een in Nederland zeer algemene soort van allerlei wateren, vaak met veel planten en/of (rottende) bladeren, die lage zuurstofconcentraties zeer goed kan verdragen (T. van Haaren, pers. med.).

In verschillende jaren zijn inventarisaties uitgevoerd van de libellen (adulten en larven), maar de intensiteit van de onderzoeken tussen de verschillende jaren verschilt nogal (Tabel 36). Er zijn soorten uit verschillende ecologische groepen aangetroffen: van tijdelijk droogvallende biotopen en soorten uit verschillende ventypen tot soorten die overal voorkomen. Het meest bijzonder is de koraaljuffer, die betrekkelijk recent is gevonden. Het is onduidelijk of dat werkelijk een nieuwkomer is of dat die soort vroeger over het hoofd is gezien. Voor de larven was 2002 een topjaar, in het bijzonder voor de houtpantserjuffer, die het natuurlijk goed doet in een ven met veel boomgroei eromheen (de eitjes worden op bomen en struiken afgezet en vallen later in het water, waar de larven zich ontwikkelen. In 2005 werden maar weinig larven gevonden: alleen nog van de houtpantserjuffer.

Tabel 36. Overzicht van libellen uit het Meeven. a= adulte exemplaren, l = larven). Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermessing, verdroging volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding. Bronnen: Tjin A Lien 1996, AquaSense (1998, 2004), Klink (2006), www.waarneming.nl.

Habitat soort	1990 - 1998	2002	2005 - 2006	gevoeligheid			posit. indicat.
				verz. v. verdro.	vermest.	verdro.	
<i>Droogvallende biotopen / pioniermilieus</i>							
geelviekeheidlibel	a			o		+	
<i>Zure, voedselarme vennen</i>							
zwarte heidelibel	a			+			
koraaljuffer			a	o/-	--	--	+
watersnuffel	a	l		++		o	
gewone pantserjuffer	a	l		+	-	-	
<i>Matig zure, matig voedselrijke vennen</i>							
azuurwaterjuffer	a		a	-	o/-	o	
<i>Ubiquisten (overal)</i>							
grote keizerlibel	a					-	-
gewone oeverlibel	l						
houtpantserjuffer	a	l	l,a			+	o
smaragdlibel		l					
viervlek	a					+	-
<i>Voedselrijke vennen</i>							
bloedrode heidelibel	a		a			++	-
grote roodoogjuffer	l						
vuurjuffer	a, l	l				-	o
lantaarntje	a	l				+	o

5.10.8. Gewervelde dieren

Begin 1996 is onder het ijs een dode karper waargenomen (Tjin A Lien 1996).

Voor de herpetofauna had het ven in 1993 een redelijke kwaliteit, omdat het functioneert als voortplantingsplaats voor amfibieën. Waargenomen zijn de gewone pad en de bruine kikker (Crombaghs & Hoogerwerf 1994, geciteerd door Tjin A Lien 1996). Volgens Klink (2007) zijn er meer dan honderd groene kikkers. Ook de bruine kikker komt nog voor (www.waarneming.nl). In 2002 werd ook de alpenwatersalamander aangetroffen (AquaSense 2004), die een voorkeur heeft voor Zuid- en Oost-Nederlandse terreinen met bos- en houtwallen (www.ravon.nl).

Het ven is een belangrijke voortplantingsplaats voor de gewone pad (Van Beers 1997). Ze brengen de winter door in holen of spleten onder boomstronken. In het voorjaar (rond maart) trekken er ca 25 000 padden naar het ven om hun eiersnoeren te leggen en in deze tijd worden daarom regelmatig paddenexcursies naar het ven georganiseerd (Van Zunderd 2002-2003). Het is de enige pad die vaak talrijk is in bosgebieden (Sparreboom 1981).

Door het vele oude en dode hout is het bosreservaat met name rijk aan vogels die in holtes broeden, zoals holenduif en zwarte, groene, grote, middelste en kleine bonte specht (www.natuurlijkbrabant.nl). In en om het ven zijn de laatste jaren in en bij het ven waargenomen dodaars (baltsend/zingend), kleine bonte specht, ekster en ringmus (www.waarneming.nl).

De ijskelder onder het theehuis van het Landgoed en de bunkers bij het Meeven vormen samen de belangrijkste winterslaapplaats voor vleermuizen in Brabant (www.natuurlijkbrabant.nl, Korsten 2001). Het betreft o.a. de in Nederland algemene watervleermuis, waarvan het allergrootste deel foerageert op het Markiezaatsmeer. Slechts enkele dieren foerageren op het Meeven (P.T. Twisk, pers. med.).

5.10.9. Systeembeschrijving en knelpunten

Het Meeven op het landgoed Mattemburgh werd vermoedelijk rond 1850 gegraven voor het winnen van leem voor een kleine steenbakkerij. Het ven wordt voornamelijk gevoed door regenwater, maar ook door locale kwel.

Oorspronkelijk lag het ven in de heide, maar al rond 1885 werden daar grove den-
nen aangeplant. Sindsdien vind er geen onderhoud plaats aan het bos, dat deel
uitmaakt van het oudste Nederlandse bosreservaat. Het bos, met aan de venoevers
ook loofhout, grenst plaatselijk aan het open water en staat tot maximaal twintig
meter uit de waterkant. Het ven is vroeger gebruikt om gekapt hout in te wateren
en er waren veel eenden op het ven. In de Tweede Wereldoorlog werd de afvoer van
latrines uit een nabijgelegen soldatenkamp naar het ven afgevoerd.

Het ven is van oorsprong zuur en zwak gebufferd. Bij een biologische inventarisatie
1957 bleek het ven al verzuurd en geëutrofiëerd te zijn, maar er was nog wel wat
moerashertshooi, een bijzondere plant van oevers van zwak gebufferde wateren. Dit
duurde tot 1999, toen in elk geval de oevers van het ven door vrijwilligers grondig
werden opgeschoond. De hoeveelheid moerashertshooi nam daardoor spectaculair
toe. In eerste instantie namen de concentraties van voedingsstoffen af (maar het
water bleef nog steeds voedselrijk) en verbeterde de zuurstofhuishouding. Hierdoor
verminderde de hoeveelheid fytoplankton sterk verschenen bijzondere kiezelwie-
ren en nam de diversiteit van kleine waterdieren, in het bijzonder van de libellen,
waarvan de houtpantserjuffer het dankzij het vele hout rond het ven het erg goed
deed.

In 2005 bleek de situatie verslechterd: de concentratie van voedingsstoffen in het
water was niet eens sterk toegenomen, maar de voorraad in de plantenbiomassa
waarschijnlijk wel. In de zomer vormde zich een dik kroosdek, waaronder zuurstof-
armoede heerste, waarbij vooral waterpissebedden geen karakteristieke soorten
vensoorten meer voorkwamen. Ook de kiezelwieren wezen op de belasting van het
water met organisch afbreekbaar materiaal en de zuurstofarmoede van het water
die daar het gevolg van is. Het moerashertshooi was nog steeds veel aanwezig.

De precieze oorzaak van de snelle hereutrofiëring van het Meeven is niet duidelijk.
Het kan zijn dat bij de schoonmaakoperatie van 1999 toch nog bodemslib is achter-
gebleven. Daarnaast kan het bladinvallende van de bomen rond de plas een rol spelen.

Voor amfibieën is het Meeven waardevol, niet alleen door de populaties van bruine
en groene kikkers en de alpenwatersalamander, maar vooral doordat het een voort-
plantingsplaats is van tienduizenden gewone padden, die 's winters een goede
schuilplaats vinden in het vele oude en dode hout om het ven. Er jagen enkele
watervleermuizen op het ven.

De massale bloei van moerashertshooi en de voorjaarsstrek van de padden geven het
Meeven een hoge belevingswaarde, die bij herstelmaatregelen niet mag worden
aangetast. Die maatregelen zijn nodig voor de reductie van de hoeveelheid voe-
dingsstoffen in het ven en daarmee verbetering van de zuurstofhuishouding.
Hierdoor komen er weer kansen voor specifieke soorten algen en kleine water-
dieren uit zwak gebufferde vennen specifieke soorten. Bovendien komt de populatie
moerashertshooi bij voortduren van de eutrofiëring van het ven ook in gevaar. De
soort is niet bestand tegen slib dat zich door eutrofiëring op de oevers ophoopt.

5.10.10. Maatregelen

Baggeren

De oorzaak van de recente hereutrofiëring moet worden gezocht in het vrijkomen van voedingsstoffen uit de sliblaag. Het is daarom nodig om eerst de slibdikte te karteren en de kwaliteit daarvan (o.a. het gehalte aan stikstofverbindingen en fosfaten) vast te stellen. Als de slibdikte over het algemeen gering is (kleiner dan 1 cm) en slechts zeer lokaal groter, zal de oorzaak van de hereutrofiëring elders moeten worden gezocht.

Indien de slibdikte over het algemeen minimaal enkele centimeters bedraagt, is waarschijnlijk sprake van nalevering door het sediment. De oorzaak van deze dikte is dan nog niet achterhaald: restslib van de vorige baggeractie of recent gevormd slib door bladinvall en kroosgroei. Mogelijk is dat onderscheid nog te zien aan de aard van het slib. Overigens is de kroosgroei is op zichzelf waarschijnlijk weer het gevolg van de toelevering van nutriënten door ingevallen boomblad.

Het regelmatig verwijderen van kroos kan een goede optie zijn om de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater te verminderen en daardoor de groei van ondergedoken waterplanten mogelijk te maken en de aangroei van de sliblaag te verminderen. Effectiever is het om zowel de kroos- als de sliblaag te verwijderen (Hesen e.a. 1998, Van Diepen e.a. 2002).

Door baggeren verliest het ven ook een belangrijke bron van alkaliniteit, zoals de in het slib plaatsvindende processen als sulfaatreductie en denitrificatie, waardoor gevaar voor verzuring ontstaat. Bij sterke verzuring (pH kleiner dan ca 4,5) is er gevaar dat de eieren van amfibieën, zoals de gewone pad en alpenwatersalamander, beschimmelen of de embryo's afsterven (Leuven e.a. 1986).

Het is echter heel goed mogelijk dat er in het Meeven niet zulke lage pH-waarden gaan optreden als het slib wordt verwijderd. Ten eerste is de verzurende depositie sterk afgenomen en komen zeer lage pH-waarden in Brabantse vennen nog maar weinig voor (Grontmij | AquaSense & Alterra 2005) en ten tweede is het heel goed mogelijk dat er in het Meeven nog voldoende buffering zal optreden door leemrestanten die bij het graven van het ven nog zijn achtergebleven en/of door de toevoer van lokaal grondwater. Er is nader onderzoek nodig om hiervan op de hoogte te komen.

Eventuele verwijdering van slib kan het beste gebeuren in oktober, met zonodig een uitloop in begin november: dan zijn de meeste jonge amfibieën uit het ven vertrokken en de overwinteraars zijn dan nog niet aanwezig. Eventueel in het water nog aanwezige alpenwatersalamanders moeten voor het baggeren nog worden weggevangen en in de buurt op een geschikte plaats weer worden uitgezet. Het is aan te bevelen de werkzaamheden over ten minste twee jaar te spreiden (Hanekamp 2004).

Opschonen oevers

Om de begroeiing van moerashertshooi in stand te houden is het nodig om delen van de oever om de vier tot vijf jaar op te schonen.

Verwijderen bomen en struiken

Verder dient de huidige bron van voedingsstoffen, de bladeren en naalden van de omringende bomen, te worden weggenomen of sterk te worden gereduceerd. Het beste is om een zone van ongeveer dertig meter rondom het ven te creëren met een open vegetatie en maar op enkele plaatsen een struik (o.a. van betekenis voor houtpantserjuffers. Daarbij dienen de plaatsen waar de alpenwatersalamander zich ophoudt zoveel mogelijk te worden gespaard (de exacte plekken dienen dan ook eerst te worden opgespoord).

Verwijdering van de bomen en struiken kan het beste geschieden in de periode dat de amfibieën in het water zijn, dat is dus in de zomer, maar dat kan bezwaarlijk zijn voor de overige fauna (libellen) en de flora. Daarom is het beter om het hout gefaseerd, in twee of drie winters, te verwijderen, in de periode november-januari, voordat de paddentrek op gang komt.

Door Tjin A Lien (1996) werden de kosten van de bovengenoemde werkzaamheden (exclusief onderzoek buffercapaciteit) geraamd op fl 30 450. De prijs is echter sterk afhankelijk van de gebruiks- en bergingsmogelijkheden van het hout en slib. Om de gedachten te bepalen kan thans worden uitgegaan van een bedrag in de orde van grootte van € 30 000. Daarbij komt dan nog een bedrag in van ruim tienduizend euro voor onderzoek naar de buffercapaciteit van bodem en grondwater.

Monitoring

Het is van belang om de toestand van het ven te blijven volgen door een vierjaarlijkse bemonstering/opname van waterchemie, fytoplankton, kiezelwieren, water- en oeverplanten en macrofauna, zoals al gebeurt in het meetnet Water-natuur van het Waterschap Brabantse Delta. Bij het treffen van maatregelen is het zinvol om in de eerste jaren alle genoemde kwaliteitselementen jaarlijks of eens per twee jaar te bemonsteren en te rapporteren. Aanvullend zijn gerichte inventarisaties van libellen en herpetofauna wenselijk. Daarvoor kan heel goed worden samengewerkt met vrijwilligers, zoals de KNNV afdeling Roosendaal.

5.11. Cluster 22. Vennen bij Waalwijk

5.11.1. Ligging en eigendom

Het Kikkerwiel, ook wel Kikkerven, Ven 2 Plantloon (Waterschap Brabantse Delta), Ven Plantloon 1 (Van Beers 1997), Ven ten zuiden van het Hoefsvan (Moller Pillot 1958, Schoof-van Pelt 1973) ligt ten zuidoosten van de bebouwde kom van Waalwijk, langs de Meerdijk. Het Galgenwiel ligt enkele honderden meters ten westen van het Kikkerwiel (Figuur 51). Beide plassen liggen in de gemeente Loon op Zand in het landgoed Plantloon, dat deel uitmaakt van het 26 km² grote Nationaal Park Loonse en Drunense Duinen. Het heeft de status van Natura 2000-gebied en is sinds 1968 eigendom van de Vereniging Natuurmonumenten.

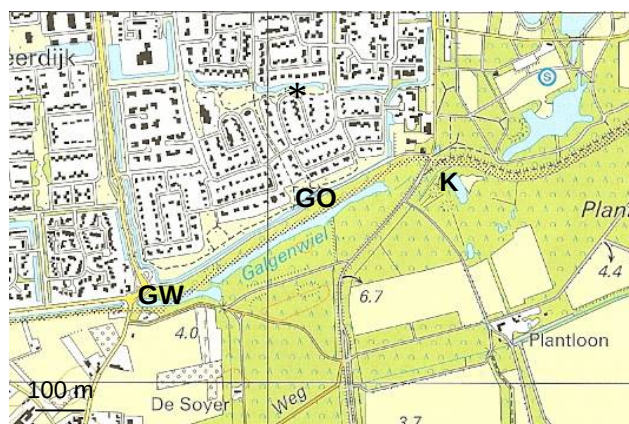
5.11.2. Omgeving en beheer

Het landschap in de omgeving van de beide wielen is sinds het ontstaan van beide wateren, meer dan driehonderd jaar geleden, zeer sterk veranderd. Op de kaart van 1840 (Wolters-Noordhoff 1990) is er een open landschap. Ten noorden van de Meerdijk lagen de 'akkers van Baardwijk' en rond aan de zuidoostzijde lage de drassige hooilanden, die deels behoorden tot de beruchte Baardwijksche Overlaat, waardoor het water van de Maas bij hoog water zijn weg door het Brabantse land zocht. Iets verderaf lagen de heiden en stuifzanden (Loonse en Drunense Duinen). Alleen aan de zuidwestkant grensden er akkertjes (Loons Hoekje) aan het Galgenwiel. Op de kaart van 1902 (Figuur 51) is er al meer bos in de omgeving van beide plassen. Die zijn geplant op het inmiddels gestichte landgoed Plantloon. In de huidige toestand zijn beide plassen geheel door bos omgeven (Figuren 52 en 53). Aan de noordzijde van de Meerdijk liggen villawijken.

Het landschap in de Langstraat, op de overgang van zand naar klei en met plaatselijk veenvorming kenmerkt zich van oudsher door een grote biologische rijkdom (Caspers & Post 1996). Op veel plaatsen is die verdwenen, maar in het huidige natuurgebied 'Baardwijksche Overlaat', met o.a. het Lange Wiel, dat op maar anderhalve kilometer van het Kikkerwiel en Het Galgenwiel ligt, is die behouden, hier groeien o.a. bijzonderheden als dwergzegge, kruipende moerasweegbree, moeras-hertshooi, pilvaren en slanke waterweegbree (Eichhorn 2006). Dit duidt op de grote ecologische potenties van de ecologische corridor van de droge zandgronden naar de natte klei tussen Waalwijk en Drunen.

Het Kikkerwiel ligt in een eikenbos, met in de ondergroei soorten van verzuurde, voedselarme zandgrond. Rond het Galgenwiel staat eveneens bos van voedselarme zandgrond, met eik en plaatselijk grove den. In de ondergroei van het bos rond beide wielen komen vooral soorten van verzuurde voedselarme zandgrond voor, zoals bochtige smele en pijpenstootje, maar hier en daar staat ook koningsvaren (Van Beers 1997, Klink 2004, Dekkers e.a. 2005).

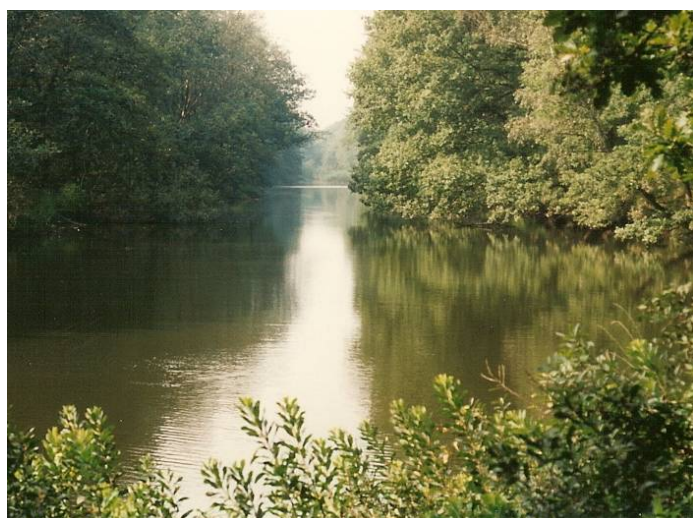
De bomen bij het Galgenwiel staan tot aan de waterrand, slechts op enkele plaatsen is er een oeverzone van een paar meter breed (Van Beers 1997, Dekkers e.a. 1997,



Figuur 51. De ligging van het Galgenwiel-West (GW), Galgenwiel-Oost (GO) en het Kikkerwiel (K) op de topografische kaarten van 1902 (Wieberdink 1991) en 2003 (Wolters-Noordhoff 2005).



Figuur 52 . Kikkerwiel. Links: 2003 (Klink 2004). Rechts: in noordoostelijke richting op 2 mei 2006 (Klink 2007).



Figuur 53 Het Galgenwiel in 1996 (Dekkers e.a. 1998).

Buskens 2002a) en ook bij het Kikkerwiel is dat op veel plaatsen het geval. Alleen aan de noordoostzijde staat het bos hier verder van de oever (Figuren 52 en 53).

Volgens Iwaco (1998) is er in het natuurgebied Plantloon, waartoe de beide wielen behoren, sprake van verdroging. De daling van de grondwaterstand wordt toegeschreven aan aanleg en peilbeheer van het Afwateringskanaal 's-Hertogenbosch – Drongelen in 1910, het bebossen van de omgeving van de vennen en de aanleg van rabatten³¹. Het laatste dan vooral bij het Kikkerwiel. Van meer recente datum zijn de grondwaterstands dalingen door drinkwaterwinning bij Waalwijk (ongeveer een kilometer noordwestelijk van het Galgenwiel) en de vergroting van het verharde oppervlak door aanleg van Waalwijkse woonwijken. Ook beregening, ontwatering en afwatering ten behoeve van de landbouw spelen een rol (Segers & Stoker 2003).

In 1956 werd er in het Galgenwiel gezwommen. Dit wiel werd vroeger bevist (Van der Voo 1956, Van Beers 1997, Buskens 2002a).

De wegen en paden op Plantloon zijn vrij toegankelijk voor het publiek, maar rond het Kikkerwiel zijn geen paden. De omgeving van het Galgenwiel is niet toegankelijk voor het publiek, maar wandelaars (met honden) over een pad aan de noordzijde van het wiel worden gedoogd (H. Dekkers, pers. med.).

5.11.3. Bodem en waterhuishouding

Volgens Van der Voo (1962) is het Galgenwiel een restant van een oude Maasloop. De plas zou zijn naam ontleen aan een galg en een rad of wiel (folterwerktuig), die hier 550 jaar geleden werden opgesteld. De Jongh (1990) schrijft dat in maart 1658 het water als een hoge vloedgolf uit het oosten kwam en het woeste land onder Baardwijk en Waalwijk overspoelde. Een groot aantal gaten (wielen) ontstond in de daar liggende dijken, waarna het water zich zuidelijk van Sprang en Capelle een weg baande naar de wijde omtrek van 's-Gravenmoer. Hiervan resteren nog enkele wielen zoals het Galgenwiel te Waalwijk. Bij deze overstroming zouden ook het Kikkerwiel en een aantal kleinere doorbraakkolken zijn ontstaan (Anonymus 2007).

Kikkerwiel

Het Kikkerwiel (ca 0,3 ha) is vrij diep (>1 m). Het talud is flauw aan de noord- en westzijde en vrij steil aan de oost- en noordzijde. (Van Beers 1997, AquaSense (1996).

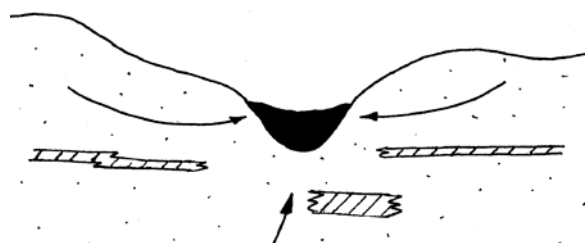
Ten zuiden van het Kikkerwiel komen volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1 50 000 (Rijks Geologische Dienst, 1977) oude dekzandruggen en gordeldekzandvlaktes voor. Volgens de bodemkaart schaal 1 50 000 (Alterra 2001) bestaat de bodem ten zuiden van het ven uit fijnzandig leemarme veldpodzolgrond, afgewisseld door hoge zwarte enkeerdgronden en gooreerdgronden. Ten noorden van het ven is het bodemtypen vlakvaaggronden (stuifzand) overgaand in een hoge zwarte enkeerdgrond (overeenkomend met het vroegere gebruik als akkerland). Er is geen om dit wiel geen veen aanwezig (Buskens 2002b).

³¹ Om bosbouw in natte gebieden mogelijk te maken werden in het verleden vaak evenwijdige greppels (rabatsloten) gegraven, vaak op korte afstand van elkaar. De tussenliggende ruimten (rabatten) werden opgehoogd met de uitgegraven grond.

De bodem bestaat vanaf het maaiveld tot op enkele meters diep uit matig leemarm en zwak lemig fijn zand (formatie van Nuenen). Reeds op enkele meters van het oppervlak komen leemlagen voor, zogenaamde Brabantse leem (Buskens 2002b, Figuur 54).

In de omgeving treedt lokaal kwel op, maar het grootste deel van de omgeving is een intermediair gebied tussen kwel en infiltratie (Stuurman e.a 2001). Het gemiddelde elektrisch geleidingsvermogen over de jaren 1995-2006 bedraagt circa 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en de gemiddelde Ionic Ratio bedraagt circa 0,40 (Bijlage 4). Dit duidt erop dat het Kikkerwiel zowel door atmosferisch water (regen) als door grondwater gevoed wordt.

Gezien de peilen in de omgeving en de stijghoogte van het diepere grondwater, komt er hooguit lokaal afstromend grondwater in het wiel. Het infiltratiegebied van dit kwelwater ligt tot op enkele honderden meters ten zuiden van het wiel en gebied bestaat naast natuurgebied ook uit landbouwgebied, dat de waterkwaliteit kan beïnvloeden (Buskens 2002b).



Figuur 54.

Schematische doorsnede door het Kikkerwiel met ondergrond en grondwaterstromingen. De leemlagen zijn gearceerd (Buskens 2002b).

Het belangrijkste effect van de ondiepe leemlagen in het gebied is de stagnatie van neerslagwater. Dit leidt tot ondiepe (schijn) grondwaterspiegels en hoge grondwaterstanden in natte perioden. In droge perioden is daarentegen weinig aanvoer van grondwater en daalt de grondwaterstand, vaak beneden de bodem van sloten en aanwezige watertjes. Daardoor is er - afhankelijk van het neerslagoverschot - een relatief grote jaarlijkse peilfluctuatie (Iwaco 1998).

Er zijn enkele greppels (rabatten) die afwateren op het Kikkerwiel. In juli 2000 stonden deze greppels droog. De herkomstgebieden liggen in het bos rond het wiel. Vroeger waren de grondwaterstanden hoger. Door de bebossing is in het gebied verdroging opgetreden. Dit is veroorzaakt door een grotere verdamping van de bomen ten opzichte van de oorspronkelijke vegetatie. Daarnaast maken de wortelstelsels van de bomen gaten in de leemlaag.

Het oppervlaktewaterpeil fluctueert mee met de grondwaterstand en tijdens de zomermaanden kan het wiel droogvallen. In 1994 zijn de afvoerende slootjes afgedamd. Dit had tijdelijk een hoger peil van het ven tot gevolg maar voorkwam niet het grotendeels droogvallen in de daaropvolgende zomer (AquaSense, 1995). In juli 2000 was het ven goed gevuld met water (Buskens 2002b). In 2003, een behoorlijk droge zomer, heeft het wiel niet drooggestaan, net als in 2006 (Figuur 52).

Tot 2002 had zich in het ven een laag slib gevormd met een gemiddelde dikte van 0,24 m en een totaal volume van ca 600 m^3 (Royal Haskoning 2002).

Galgenwiel

Het Galgenwiel is zeer langgerekt (ca 25 x 800 m) en door een lage dam verdeeld in een westelijk (ca 0,6 ha) en een oostelijk deel (1,4 ha) (Bijkerk 2000). De dam werd aangelegd in 1975 om eutrofiering van het oostelijk deel te voorkomen (Segers & Stoker 2003). De oevers zijn steil. De noordelijke oever is een soort wal, die tot ca 2,5 m boven het wateroppervlak ligt; de zuidelijke oever ligt ongeveer een meter boven de waterlijn (Bijkerk 2000). Bij hoog water, zoals in het natte voorjaar van 1999, overstroomt de dam en is er één waterplas (Segers & Stoker 2003; H. Dekkers, pers. med.). De gemiddelde diepte is meer dan een meter; het westelijk deel is het diepst (Buskens 2002a).

De modderlaag in het Galgenwiel-west is dikker dan 4-5 dm. Op vaak betreden plekken langs de oever is de zandbodem zichtbaar (Van Beers 1997). Langs de oever ligt op de zandbodem een laag bladeren van 5 à 10 cm dik (Bijkerk 2000). Volgens Van der Voo (192) heeft zich op de bodem een dikke veenlaag kunnen vormen, doordat de plas al eeuwenlang nagenoeg stilstaand water heeft bevat. Volgens Royal Haskoning (2002) bedraagt de gemiddelde slibdikte 0,23 m, met een spreiding tussen 0 en 0,5 m. Het volume van het slib in het oostelijk deel zou 2000 m³ en dat in het westelijk deel zou 1200 m³ bedragen.

De bodemopbouw en geomorfologie komen overeen met die van het Kikkerwiel. Volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (Alterra 2001) komt ten zuiden van het wiel zwarte enkeerdgrond voor (landbouwkundig gebruik).

Het gemiddelde elektrisch geleidingsvermogen over de jaren 1999 en 2000 bedraagt circa 220 µS/cm en de Ionic Ratio is 0.54 (Bijlage 4). Dit duidt erop dat dit wiel voornamelijk gevoed wordt door grondwater of water dat daarop lijkt, aangevuld met neerslagwater.

In het Galgenwiel-west mondt een kleine, vaak droogstaande, watergang uit, de Soyer. Deze voert water met grondwaterachtige kenmerken (relatief hoog geleidingsvermogen en calciumgehalte) aan uit het landbouwgebied in de Binnenpolder van Waalwijk en uit het natuurgebied van Plantloon (Buskens 2002a). Ook in 1956 was er toestroom van water van de westelijke landbouwgronden (Van der Voo 1962). In dit deel is een overstort, waardoor het water bij een bepaald venpaal geloosd wordt in het oppervlaktewater in de nabijgelegen woonwijk (H. Dekkers, pers. med.)

Van 1999 tot 2003 zijn metingen van waterpeil en watersamenstelling verricht in twee peilbuizen aan de zuidzijde van het Galgenwiel, waar de voeding van het wiel vandaan komt en in een peilbuis aan de noordzijde van het wiel, waar water het wiel uitstroomt. Het toestromende water is zeer jong regenwater en het uitstromende water jong grondwater, met een lage bufferende werking (Segers & Stoker 2003).

De leemlagen in de ondergrond van het Galgenwiel leiden ook hier tot relatief grote fluctuaties van de waterstand, maar doordat het Galgenwiel dieper is dan het Kikkerwiel blijft er altijd wel water in staan (Buskens 2002a).

Aan de oostzijde eindigt het wiel in een doodlopende sloot (Van Beers 1997).

5.11.4. Water- en slibkwaliteit

De beschikbare gegevens over de chemische samenstelling van het water van de beide wielen en de Soyer zijn vermeld in de Bijlagen 3 en 4.

Kikkerwiel

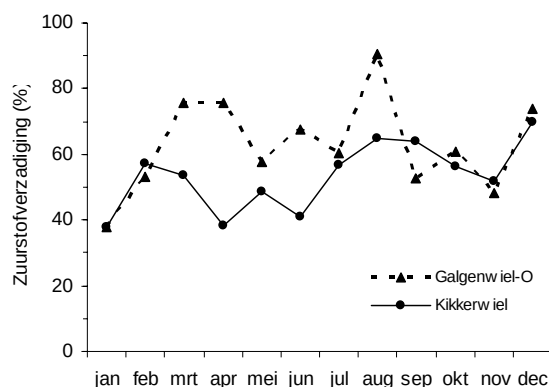
Eerder is al opgemerkt dat de ionensamenstelling van het Kikkerwiel voornamelijk door regenwater en in mindere mate door grondwater wordt beïnvloed, wat blijkt uit de verhoudingen van calcium, chloride en het elektrisch geleidingsvermogen. De alkaliniteit (te berekenen uit de bicarbonaatconcentratie te delen door 61) ligt tussen 1987 en 2006 steeds rond 0,4 meq/l, waardoor het water zeer zwak gebufterd is. Het water is licht zuur (pH meestal tussen 5 en 6).

In september 1996 was het elektrisch geleidingsvermogen bij een zeer lage waterstand met 217 $\mu\text{S}/\text{cm}$ veel hoger dan gebruikelijk (ca 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

De concentraties aan voedingsstoffen zijn niet uitgesproken laag: een gemiddelde concentratie van totaal-fosfaat van ca 0,09 mg/l duidt zelfs op zeer voedselrijke condities. De concentraties van totaal-stikstof liggen vaak boven 2 mg/l, maar dit komt door de betrekkelijk hoge concentraties van organisch gebonden stikstof (humus). De anorganisch gebonden stikstof is voornamelijk als ammonium aanwezig; de concentraties rond de 0,5 mg/l zijn kenmerkend voor voedselrijke vennen (Arts e.a. 2002).

De zuurstofhuishouding is slecht: het gemiddelde zuurstofverzadigingspercentage is maar 53%. Opvallend is dat de laagste waarden in de periode april-juni voorkomen en niet in het najaar (wanneer de boombladeren in het water terecht komen), zoals vaak het geval is (Figuur 55). Dat betekent dat de voorraad organische stoffen in het bodemmateriaal dusdanig groot is dat hun zuurstofconsumptie het hele jaar door is dan de diffusiesnelheid van de lucht naar water en de productie van zuurstof door algen en waterplanten. In de (na)zomer is de zuurstofconcentratie relatief hoog door de bloei van planktonalgen (zie volgende paragraaf).

In 2002 behoorde de kwaliteit van het slib tot klasse 1, vanwege de aanwezigheid van minerale olie en organochloorverbindingen (Royal Haskoning 2002 in Buskens 2002b).



Figuur 55.

Gemiddelde maandelijkse zuurstofverzadigingspercentages in het Kikkerwiel (1995, '99, 2001, '03, '06) en het Galgenwiel-oost (1999-2000).

Galgenwiel

De ionensamenstelling van het Galgenwiel is meer grondwaterachtig dan die van het Kikkerwiel, zoals blijkt uit de hogere waarden voor het elektrisch geleidingsvermogen en de verhouding tussen calcium en chloride (Bijlagen 3 en 3). Dit kan worden veroorzaakt door de grotere invloed van grondwater in het Galgenwiel en door de toevoer van water door de Soyer, dat relatief kalkrijk is. In het Galgenwiel-oost is de invloed van de Soyer minder en daar is ook het water minder grondwaterachtig, zij het altijd nog meer dan in het Kikkerwiel.

Het water in het westelijk ven was in het meetjaar 1997-'98 is pH-neutraal en matig gebufferd en in het oostelijk deel zeer zwak gebufferd. Van 1987 tot 2000 is de alkaliniteit hier duidelijk afgenomen, van 1,9 meq/l naar 0,6 meq/l. Deze verzuring heeft nog geen gevolgen gehad voor de pH. De alkaliniteit is niet alleen afkomstig van kwel, maar ook van aanvoerwater van de Soyer en de reductie van organisch materiaal en zwavel- en stikstofverbindingen in de sliblaag, waarbij alkaliniteit (bicarbonaat) wordt geproduceerd (Segers & Stoker 2003).

Ook in de nutriëntenconcentraties van het Galgenwiel is de invloed van de Soyer merkbaar. In het meetjaar 1997-'98 waren de gemiddelde concentraties totaal-fosfaat in de Soyer, het westelijk en het oostelijk vengedeelte respectievelijk 0,40, 0, 28 en 0, 11 mg/l, hetgeen duidt op zeer voedselrijke condities in het hele ven. Voor totaal-stikstof zijn de verhoudingen vergelijkbaar. De concentraties van ammoniumstikstof liggen rond de 0,2 mg/l en duiden op matige voedselrijkdom (Arts e.a. 2002).

In 1997-'98 waren alle ionenconcentraties in het oostelijk deel (significant) lager dan in het westelijk deel, behalve sulfaat (Bijkerk 2000). Dit kan heel goed het gevolg zijn van een beter verlopende sulfaatreductie bij de voedselrijkere omstandigheden in het westelijk deel.

Net als het Kikkerwiel is het Galgenwiel vaak onderverzadigd met zuurstof, hoewel de situatie hier iets gunstiger lijkt (Figuur 55). Niettemin legt ook hier een dik pakket verterende boombladeren het hele jaar een zware druk op de biogeochemische processen in de plas.

In 2002 behoorde de kwaliteit van het slib tot de klassen 0 (niet verontreinigd) en 1 (licht verontreinigd) (Royal Haskoning 2002 in Buskens 2002b)

5.11.5. Microfyten

Kikkerwiel

In 1995 was de chlorofylconcentratie hier met 5 µg/l erg laag. Dat is voor voedselarme vennen normaal. In later jaren komen hier zeer hoge chlorofylconcentraties voor, met gemiddelden tot ruim 400 µg/l (Bijlage 3). Dat is vooral te danken aan waarden tussen 1000 en 2000 µg/l, die regelmatig in augustus en september zijn waargenomen. In 2006 zijn diverse malen planktonmonsters genomen voor analyse van de soortensamenstelling. Het fytoplanktonbeeld werd in maart bepaald door de goudalg *Syncrypta eleaochrus*, in april zijn door de flagellaat *Cryptomonas* en de goudalg *Uroglena articulata*, een soort van vennen met veenmos. In juni en juli domineerde de groenalg *Planctosphaeria gelatinosa*, een soort die in allerlei watertypen voorkomt. Vanaf augustus bloeide *Vacuolaria viridis* (Chloromonadophy-

ceae), een soort waarvan de ecologie nog onvoldoende bekend is (Klink 2007). Het gaat hier voornamelijk om algen met flagellen (zweepdraadjes), die goed kunnen zwemmen en in stilstaande, beschutte wateren, een concurrentievoordeel hebben boven algen zonder flagellen, zoals groen- en blauwwieren, die snel naar de bodem zakken in wateren zonder turbulentie.

Er zijn diatomeemonsters beschikbaar uit 1995, 2003 en 2006 (AquaSense 1996, Klink 2004, 2007). De flora is met 5-7 soorten in de tellingen zeer soortenarm en tussen de verschillende jaren zijn grote verschillen. In 1995 was *Eunotia paludosa*, een soort van zure, droogvallende venoevers dominant; in 2003 was dit *E. implicata*, een algemene soort van zure wateren met uiteenlopende voedselrijkdom. In 2006 kwam naast een ongespecificeerde *Eunotia* de in allerlei watertypen zeer algemene *Achnanthes minutissima* veel voor. Het zou een teken van voortschrijdende eutrofiëring kunnen zijn.

Galgenwiel

Door Bijkerk (2000) is in 199-'98 onderzoek uitgevoerd naar de aantallen en soorten van het fytoplankton tijdens vijf bemonsteringen in de periode in het westelijk en oostelijk deel van het wiel.

Het chlorofyl-*a*-gehalte bleef in het meetjaar ver onder de MTR-waarde van 100 µg/l. Gezien de voedselrijkdom was het chlorofyl-*a*-gehalte zelfs laag. Hoewel de concentraties van voedingsstoffen in het westelijk deel hoger waren dan in het oostelijk deel, waren de chlorofyl-*a*-concentraties in het oostelijk deel hoger dan in het westelijk deel, mogelijk als gevolg van de beschutte ligging, in combinatie met de grotere diepte van het westelijk deel, waardoor de algen snel naar de bodem weg zakken.

Het fytoplankton in het westelijk deel was vrij soortenarm (gemiddeld 19 soorten) en bestond voor het grootste deel uit flagellaten. Dat kan wijzen op een belangrijke rol van sedimentatie in dit deel van het Galgenwiel, door grote diepte, en/of een ongunstig lichtklimaat door beschaduwning van het omringende bos. Er zijn geen soorten van blauwwieren uit hypertrofe wateren gevonden. Bekende groen- en kiezelwieren uit ondiepe, harde, eutrofe wateren waren nagenoeg afwezig.

Het fytoplankton in het oostelijk deel was met gemiddeld 68 soorten zeer soortenrijk en bevatte enkele soorten die in Nederland zeer zeldzaam zijn, zoals de sialg *Cosmarium dilatatum*, die kenmerkend is voor zwak zure, matig voedselrijke tot voedselrijke wateren. In vergelijking met het westelijk deel werden hier vooral meer soorten groenwieren en ook goudwieren aangetroffen, waaronder soorten uit matig voedselrijke milieus. In mei was er veel gelijkenis met de soortensamenstelling in het westelijk deel en in juni was er een bloei van de sialg *Staurodesmus extensus*, die wijst op verrijking van een oorspronkelijk matig voedselrijk milieu. Dat is een situatie die in het Galgenwiel optreedt na hoog water in de winter, als beide delen met elkaar in verbinding staan.

5.11.6. Macrofyten

Kikkerwiel

Het Kikkerwiel is gedeeltelijk verland, met name in het noordoostelijk deel. De soortensamenstelling vertoont over de langere termijn weinig verandering (Tabel 37). Behalve moerashertshooi, een bedreigde soort van de Rode Lijst, die kenmerkend is voor zwak gebufferde wateren en tijdelijk droogvallende oevers, zijn er steeds soorten uit verzuurde wateren (zoals knolrus), verlandingssoorten (bijv. wateraardbei), en voedselrijke wateren en moerassen (o.a. riet). In de loop der tijd zijn in het wiel vijf soorten van de Rode Lijst aangetroffen.

Toch zijn er wel veranderingen in de begroeiing van dit ven. Bij de inventarisatie van 1958 was er op het water een laag van drijvend fonteinkruid, die later niet is teruggemeld. Verder zijn er soms binnen een enkele periode grote fluctuaties in de samenstelling, die mogelijk samenhangen met de grote schommelingen in de waterstand. Zo maakte het ven in 1995 op het eerste gezicht de indruk van een 'zuur, vies vennetje' (met zeer veel van verzuringsindicatoren als veenmos en knolrus en op de drooggevallen oevers soorten uit voedselrijk milieu, zoals tandzaad en wolfspoot, met ook nog veel wateraardbei), maar in 1999 en 2000 zag het ven er weer 'goed' uit, met veel wateraardbei en moerashertshooi (AquaSense 1996, Bijkerk en Cuppen 2001, Buskens 2002).

Uit de vegetatie blijkt dat het Kikkerwiel onder invloed staat van gebufferd grondwater, terwijl ook soorten van zure wateren aanwezig zijn. Deze combinatie is belangrijk voor behoud en beheer van de natuurwaarden (Klink 2004).

Galgenwiel

De twee delen van het Galgenwiel hebben door de tijd heen steeds een sterk verschillende begroeiing (Tabel 37). In het westelijk deel komt veel gele plomp voor, een soort die kenmerkend is voor voedselrijke wateren. Ook langs de oever staan voornamelijk soorten uit voedselrijke omgeving, zoals riet en gele lis. Hier is een duidelijke invloed van de eutrofiëring.

In het oostelijk deel bevinden zich niet veel waterplanten: in 1962 was er weinig waterlelie, drijvend fonteinkruid en sporadisch wat drijvende waterweegbree (een doelsoort). Het drijvend fonteinkruid werd 1998 niet teruggevonden: wel was er wat klein kroos, dat op eutrofiering zou kunnen duiden. Soorten van zwakgebufferde wateren, als moerashertshooi en witte waterranonkel, kwamen vooral in dit gedeelte voor. Langs de oever komen hier en daar ook planten van voedselrijk milieu voor. In de loop der tijd zijn in het wiel vijf soorten van de Rode Lijst aangetroffen, maar na 2000 zijn deze niet meer gezien (wat niet uitsluit dat ze met enkele exemplaren nog voorkomen).

In 1962 werd in het oostelijk deel nog een 1-4 m brede verlandingszone met veel moerashertshooi, veenmossen, snavelzegge en veenpluis gezien, maar in latere inventarisaties niet meer. In 1962 was er hoger op de oever dan ook eerst een struikgordel (met veel gagel) en pas dan een hoger opgaand bos. Bij de inventarisatie van 1999 liep het bos (ten minste voor een groot deel) door tot aan de oever. Het bos zorgt niet alleen voor schaduw, waardoor de ontwikkeling van een verlandingszone wordt verhinderd, maar door de vertering van het ingevallen blad ook voor eutrofiëring.

Tabel 37. Overzicht van de aangetroffen plantensoorten in het Kikkerwiel en het Galgenwiel.
x = hoeveelheid onbekend, 1 = weinig, 2 = matig veel, 3 = veel. Rode-Lijstsoorten onderstreept.

Groep	Locatie Deel Bronnen*	Kikkerwiel			Galgenwiel			Totaal	Groep	Locatie Deel Bronnen*	Kikkerwiel			Galgenwiel			Totaal		
		2	3, 4	7,8	West		Oost				2	3, 4	7	West		Oost			
					1	4, 6	1							4, 6	8	1		4, 6	8
Soort	Periode	'58-'68	87-'99	00-'06	'56-'62	'94-'98	'56-'62	'94-'98	'05	'97-'00	Soort	Periode	'58-'68	87-'99	00-'06	'56-'62	'94-'98	'05	'97-'00
Verzuurde wateren									Voedselrijke wateren en moerassen										
	moerasstruisgras	1	x	1															1
	knolrus	2	2	2			3	1	x				x				2		
	waterveenmos						3						x						x
	geoord veenmos	2	2	2											2				x
	waternavel	1	2	1			x	1	x										x
Zure, ongebufferde wateren en moerassen									Voedselrijke wateren en moerassen										
	veelstengelige waterbies	1	x	2													x		
	veenpluis	2		x			2						2	1			x		x
	pijpestrootje	3	2	2			2		x										x
(Hoog)veenverlanding									Voedselrijke wateren en moerassen										
	snavelzegge						1												
	<u>ronde zonnedaauw</u> **						x												
	<u>wateraardbei</u> **	3	2	2															
Zwak gebufferde wateren en moerassen									Voedselrijke wateren en moerassen										
	dwerzegge		1																
	moerashertshooi**	2	2	2			3	2											
	<u>drijvende waterweegbree</u> **	1					1		x										
	koningsvaren	1	1	1			1	1	1	x									x
	melkeppe									x									x
	duizendknoopfonteinkruid									x									x
	<u>witte waterranonkel</u> **		2	1			1												x
	<u>vlottende bies</u> **	1	1	2					x										
Voedselrijke wateren									Voedselrijke wateren en moerassen										
	grote kroosvaren								x										
	kikkerbeet				x					x									
	klein kroos				x	2		1	2	x									
	gele plomp					3		1	1	x									
	witte waterlilie	2	1	2						x									
	drijvend fonteinkruid	2					2												
Voedselrijke wateren en moerassen									Voedselrijke wateren en moerassen										
	grote waterweegbree				x			1	x										
	zwart tandzaad		x						x										
	veerdelig tandzaad		x	1					x										
	hennegras	1	1	1															
	sterrenkroos					1			x										
	hoge cyperzegge					1	1		x										
	moeraszegge								x										
Onbekend									Onbekend										
	draadwieren											2						1	
	fonteinkruid																	1	
	bies														2				
(Matig) voedselarme bossen en struwelen									(Matig) voedselarme bossen en struwelen										
	ruwe berk											1							
	geoorde/grauwe wilg										1	1	2		3	2	3		x
	wilde gage										2	2	2		2	1	2		x
(Matig) voedselrijke bossen en struwelen									(Matig) voedselrijke bossen en struwelen										
	braam														1		2		
	boswilg													1					
	zwarte els														3	2			x

* 1: Van der Voo (1956 volgens Van Beers 1997, 1962), 2: Moller Pillot 1958, Schoof-van Pelt 1973, 3: Mol (1987 volgens Van Beers 1997), AquaSense (1996), Provincie Noord-Brabant (ongepubl.), Bijkerk & Cuppen (2001), 4: Van Beers (1997), 5: Dekkers e.a. (1997, 1998), Oranjewoud (1998), Buskens (2002a), 6: Bijkerk (2000), 7: Buskens (2002b), Klink (2003, 2007), 8: Dekkers e.a. (2005)
 **Rode-Lijst (2004) soorten: ronde zonnedaauw (a, tt), wateraardbei (a, tt), moerashertshooi (z, t), drijvende waterweegbree (z, t), witte waterranonkel (zz, tt), vlottende bies (z, t), met a: algemeen, z: vrij zeldzaam voorkomend, t: matig, tt: zeer sterk afnemend.

5.11.7. Fauna

Kikkerwiel

In september 1995 waren er veel watervlooien (AquaSense 1996).

Er zijn grote verschillen in de macrofaunamonsters van 1995, 2003 en 2006 van het Kikkerwiel (AquaSense 1996, Klink 2004, 2007). In 1996 domineerde de weinigborstelige wormen en muggenlarven: in 2003 waren dit de muggenlarven en in 2003 was er niet een erg duidelijke dominantie: het meest werden enkele kokerjuffers en een watermijt gevonden. In 1995 indiceerden de meeste soorten zwak zure vennen en poelen; daarnaast wateren er soorten van droogvallende of zwak stromende sloten. De fauna was verstoord, maar nog wel als venfauna herkenbaar: er waren ook nog enkele bijzondere soorten (AquaSense 1995). Ook in 2004 en 2006 waren er nog bijzondere soorten aanwezig, met name enkele kokerjuffers, waarvan sommigen ook buiten vennen kunnen voorkomen. Uit zowel de macrofauna blijkt dat het Kikkervien onder invloed staat van gebufferd grondwater, terwijl ook soorten van zure wateren aanwezig zijn (Klink 2004).

In 1958 werden als broedvogels in de noordoosthoek waargenomen: waterhoen, wilde eend en kleine karekiet. Er bevonden zich ook veel kikkers in het ven (Moller Pillot 1958).

Galgenwiel

De libellenfauna is gevarieerd, maar het gaat om betrekkelijk gewone soorten in Nederland (Tabel 38). Er komt vis in het wiel voor, maar er zijn geen gegevens over de biomassa en soortensamenstelling van de visstand (Van Beers 1997). Het wiel is van betekenis als voortplantingsbiotoop voor amfibieën als groene kikkers (Segers & Stoker 2003). Volgens het informatiepaneel van Natuurmonumenten komt zeelt het meest voor. Op het paneel worden verder eenden, meerkoeten en waterhoentjes vermeld. Regelmatig worden ijsvogels gezien (www.jacoplaza.nl/mwo/mainframe/plantloon.html).

Van de broedvogels om het wiel zijn buizerd en sperwer vermeldenswaard; in 2007 broedden deze aan de zuidzijde (P. de Jongh, Waalwijk, pers. med.). Het informatiepaneel noemt ook nog uilen.

Tabel 38. Overzicht van libellen die in de jaren negentig zijn aangetroffen in het Galgenwiel volgens gegevens van de Vlinderstichting (Ketelaar 2000). Indeling in habitats en gevoeligheid voor verzuring, vermessing, verdroging volgens Ketelaar (2001). -- = sterk negatieve, - = negatieve, 0 = geen, + positieve, ++ = sterk positieve beïnvloeding.

Habitat soort	gevoeligheid			Habitat soort	gevoeligheid		
	verzur.	vermest.	verdro.		verzur.	vermest.	verdro.
<i>Zure, voedselarme vennen</i>				<i>Matig zure, matig voedselrijke vennen</i>			
gewone pantserjuffer	+	-	-	azuurwaterjuffer	-	0/-	0
watersnuffel	++	0	0				
zwarte heidelibel	+	0	0	<i>Voedselrijke vennen</i>			
<i>Ubiquisten (overal)</i>				blauwe glazenmaker	0	+	-
grote keizerlibel	0	-	-	bloedrode heidelibel	0	++	-
houtpantserjuffer	0	+	0	bruine glazenmaker	-		-
smaragdlibel		+		grote roodoogjuffer		+	-
				lantaarntje	0	+	0
				paardenbijter	-	0	-

5.11.8. Systeembeschrijving en knelpunten

Beide wielen liggen aan de rand van de Loonse en Drunense Duinen, op de overgang naar het rivierengebied. Het Galgenwiel is deels een oude Maasarm en deels een restant van een dijkdoorbraak. Het Kikkerwiel is een echt wiel. Door de ondergrond van voedselarm zand lijken de levensgemeenschappen van beide plassen sterk op die van vennen.

Tot het einde van de 19^e eeuw lagen de plassen in een goeddeels open landschap, op de overgang van heiden en stuifzanden naar lage akkertjes, die tot aan de rand van het Galgenwiel reikten. Naderhand raakte de directe omgeving van beide wateren geheel bebost, deels door aanplant, deels door opslag. Op de plaats van de akkers aan de noordzijde van het Galgenwiel werd een villawijk gebouwd.

Vanouds werden beide wielen behalve door het regenwater ook door het grondwater gevoed; het Galgenwiel waarschijnlijk in wat sterkere mate dan het Kikkerwiel. Daarnaast is er aan de westzijde van het Galgenwiel al heel lang toevoer

van oppervlaktewater door de Soyer. Dit soms droogstaande loopje voert met meststoffen verrijkt water uit het landbouwgebied aan en veroorzaakt daardoor in het wiel een trofiegradiënt van west naar oost. De toevoer van grondwater is ook er nog steeds, maar veel minder dan vroeger, als gevolg van verdroging door de aanleg van het Afwateringskanaal 's-Hertogenbosch-Drongelen, de toegenomen drinkwaterwinning, de intensivering van de landbouw en de bosaanplant. Omdat grondwater meestal een hogere buffercapaciteit dan het ongebufferde regenwater bezit was het water in de wielen vroeger altijd zwak tot matig gebufferd. De buffercapaciteit van het oppervlaktewater is in de loop van de tijd verminderd door de verminderde toevoer van grondwater en de verzuring van het grondwater. Dat blijkt uit metingen tussen 1987 en 2000 in het Galgenwiel. In het Kikkerwiel is de buffercapaciteit de afgelopen twintig jaar gelijk gebleven.

In het Kikkerwiel heeft de voortdurende toevoer van organisch materiaal door afgevallen boombladeren geleid tot een sterke eutrofiëring: de nutriëntenconcentraties zijn hoog en sinds 1999 zijn ook de fytoplanktonconcentraties extreem hoog (chlorofylconcentraties tot 2 mg/l). Door de vertering van het blad is er een constante zuurstofonderverzadiging. Ook in het Galgenwiel heeft zich door bladval een enkele decimeters dikke sliblaag gevormd en is het milieu daardoor voedselrijker geworden. Hier speelt bovendien nog eutrofiëring door de Soyer, vooral aan de westzijde.

Uit het Galgenwiel zijn na 2000 weinig gegevens over waterchemie, flora en fauna verzameld. Tussen 1956 en 1998 waren er in het westelijk deel steeds water- en moerasplanten uit voedselrijk water, maar in het oostelijk deel kwamen ook kwetsbare soorten uit (matig) voedselarme, zwak gebufferde wateren voor. Zoals moerashertshooi en witte waterranonkel. De hoeveelheid hiervan is in de loop der jaren sterk verminderd door het verdwijnen van open, moerassige delen langs de oevers. De trofiegradiënt is herkenbaar gebleven in de samenstelling van het plankton: in het oostelijk deel werden in 1998 nog zeldzame sialgen gevonden. Het Galgenwiel bevat vis, die o.a. door de ijsvogel wordt gevangen.

In het Kikkerwiel zijn vanaf 1987 incidenteel en tussen 1995 en 2006 regelmatig metingen verricht van de waterchemie en biologische kwaliteitselementen. Over langere termijn is er weinig verandering in de soortensamenstelling van de vegetatie, maar op korte termijn zijn er grote fluctuaties. Het drijvend fonteinkruid (een indicator van betrekkelijke voedselrijkdom) is na 1958 niet meer gevonden. Na die tijd is het moerashertshooi steeds wel weer terug gevonden: daarnaast zijn er soorten uit verzuurde wateren en soorten uit (matig) voedselrijke wateren en moerassen, zoals wateraardbei en riet aanwezig. Ook de macrofauna vertoont grote verschillen van jaar op jaar: er zijn vaak veel dieren uit slib van voedselrijke wateren, maar er zijn toch ook nog vaak bijzondere soorten (o.a. kokerjuffers), die aangeven dat er toevoer van gebufferd grondwater is.

Zonder ingrijpen zal de levensgemeenschap van beide wielen steeds meer door eutrofiëring beïnvloedt gaan worden. Planten en dieren van oorspronkelijk (matig) voedselarme omstandigheden en zwak gebufferde milieus zullen geheel verdwijnen of nog verder in aantal verminderen, zoals dat bijvoorbeeld in het Ganzenven (§ 4.5) al het geval is. Door de steeds dikkere sliblaag zal ook de (positieve) invloed van (zwakgebufferd) kwelwater nog verder afnemen.

Niet alleen om het zwakgebufferde venmilieu te restaureren, maar ook om de huidige kwaliteiten van de beide plassen te behouden zijn ingrepen noodzakelijk.

5.11.9. Maatregelen

Kikkerwiel

Door Buskens (2002b) zijn al eerder maatregelen voorgesteld voor het herstel van dit wiel. Het betrof het verbeteren van de hydrologische situatie (in het kader van het verdrogingsbestrijdingsproject Plantloon), om de toevoer van (zwak)gebufferd grondwater te bevorderen, het verwijderen van de sliblaag om de nutriëntenvoorraad te verwijderen, het verwijderen van omringend bos om hernieuwde eutrofiering van het ven te voorkomen en plaggen van de oeverstroken om de vestiging van en instandhouding van soorten uit de oeverkruidklasse, zoals moerashertshooi, mogelijk te maken. De ingrepen moeten niet rigoureus, maar kleinschalig, pleksgewijze en gefaseerd worden uitgevoerd, waarbij o.a. de gagelvegetaties worden gespaard. Deze maatregelen worden, na analyse van de gegevens die sinds 2002 beschikbaar zijn gekomen, onderschreven.

Andere maatregelen die Buskens (2002b) overweegt zijn het toevoeren van basische stoffen en het onderzoeken van het bufferend karakter van de leemlaag als verklaring voor het zwakgebufferd karakter van de plas. Uit experimenten is gebleken dat het toevoeren van basische stoffen door middel van bekalking in het algemeen niet erg effectief is (zie bijv. Brouwer e.a. 1996).

Indien de bovengenoemde ingrepen niet voldoende effect sorteren kan buffering door aanvoer van water uit het Galgenwiel worden overwogen, zoals Van Beers (1997) al suggereert. Gezien de hoogteligging van beide plassen is dit waarschijnlijk niet mogelijk onder vrij verval (R. van Hogezaand, Nelen & Schuurmans, pers. med.). Waarschijnlijk is het verwijderen van het organisch materiaal uit het ven, in combinatie met een lichte buffering van de leemlagen en uit het grondwater wel voldoende om de condities in het ven aanzienlijk te verbeteren en lijkt het toevoeren van gebufferd water niet noodzakelijk.

Het is niet uitgesloten dat de provinciale archeoloog bezwaren heeft tegen het verwijderen van de baggerlaag uit de plas, vanwege de paleobotanische archiefwaarde. Overleg met deze functionaris is daarom noodzakelijk. Een oriënterend onderzoek naar de archiefwaarde wordt wellicht als voorwaarde voor toestemming tot het uitbaggeren gesteld.

In 2002 werden de kosten voor het uitvoeren van de maatregelen geraamd op ca € 32 250. Naar het huidige prijspeil betekent dit ca € 35 500. Daarbij komen ook nog de kosten van onderzoek naar grondwaterstand en –kwaliteit (zie volgende paragraaf), zodat op bedrag rond € 45 000 gerekend moet worden.

Galgenwiel

Door Buskens (2002a) zijn al eerder maatregelen voorgesteld voor herstel van deze plas. De betreft het verwijderen van het slib (om de voorraad nutriënten te verwijderen), het verhogen van de dam tussen het westelijk en het oostelijk deel van het wiel (om de toevoer van nutriënten door de Soyer te beperken tot het westelijk gedeelte), het kappen van het bos op de zuidelijke oever (om toevoer van nutriënten te voorkomen) en het plaatselijk plaggen van de zuidelijke oever (ten gunste

van soorten uit de oeverkruidklasse). Bij het kappen dient rekening gehouden te worden met broedplaatsen van vogels, zoals buizerd en sperwer. Bij het baggeren en plaggen dienen de gagelvegetatie en de huidige groeiplaatsen van bijzondere plantensoorten te worden gespaard.

Voor deze maatregelen is door Segers & Stoker (2003) een aanvraag (nr. 2003.017.021.11) ingediend in het kader van de 'Regeling effectgerichte maatregelen in bossen en natuurterreinen'. De aanvraag is bij brief nr. TGr/PH/EGM2003.017 van het Agentschap LASER van het Ministerie LNV afgewezen met de motivering: 'Er zijn onvoldoende garanties dat het Galgenwiel zich in de oorspronkelijke staat zal herstellen, bovendien waren er onvoldoende rode-lijst soorten in het verleden aanwezig (art. 6 sub c). Ook bestaat de kans dat na de werkzaamheden het ven gebruikt gaat worden als 'zwemplas' door de naastgelegen wijkbewoners (art. 6 sub d).'³²

In de motivering wordt (1) niet duidelijk gemaakt waarom er onvoldoende garanties zouden zijn dat het wiel zich 'in de oorspronkelijke' staat zou herstellen. Verder wordt (2) nergens in de criteria voor subsidieverlening het aantal Rode-Lijstsoorten in het verleden genoemd en is (3) gebruik van het Galgenwiel door zwemmers niet per definitie schadelijk voor soorten uit het oeverkruidverbond, zoals hieronder nader zal worden toegelicht.

1) In de eerste plaats is het moeilijk om aan te geven wat de oorspronkelijk staat van het wiel is. Uit de systeemanalyse blijkt dat de levensgemeenschappen van het wiel in de loop der tijd voortdurend zijn veranderd. Dankzij de landschaps-ecologische dominantie van de voedselarme (zwak gebufferde) over de voedselrijkere (sterker gebufferde) component heeft zich in het wiel een milieugradiënt ontwikkeld die voor levensgemeenschap van het oeverkruidverbond essentieel is (Van Leeuwen 1966). Die milieugradiënt bestaat nog steeds, zij het iets minder sterk dan vroeger.

In de tweede plaats is het geven van garanties voor herstel altijd moeilijk. In het geval van het Galgenwiel betekent 'niets doen' in elk geval de garantie dat de kwetsbare soorten uit de oeverkruidklasse zullen verdwijnen. De potenties van het Galgenwiel zijn nog steeds hoog, terwijl de gewenste soorten in de zaadbank zeer waarschijnlijk nog aanwezig zullen zijn. Juist in geëutrofiëerde systemen blijven de zaden nog lang kiemkrachtig (Brouwer & Roelofs 2001).

2) Het aantal Rode-Lijstsoorten in dit wiel bedraagt vijf, wat niet echt weinig is (Tabel 37). Daaronder is vooral het moerashertshooi. Oude, verlaten meanders van de Maas, zoals het Galgenwiel, zijn de meest natuurlijke standplaats van het moerashertshooi in Nederland, dat aan de noordostrand van het beperkte verspreidingsgebied (West-Europa) ligt. In veel vennen is de soort verdwenen (het heeft enigszins carbonaathoudend grondwater nodig), maar juist in vennen waarin een – niet zwaar verontreinigde – sloot of beek uitkomt handhaaft de

³² Artikel 6.

De subsidieverlening wordt geweigerd indien:

[...]

c. de voorgenomen maatregelen in onvoldoende mate bijdragen aan het verminderen of ongedaan maken van effecten van verzuring, vermesting of verdroging in bossen en natuurterreinen;

d. de voorgenomen maatregelen onevenredig schade toebrengen aan de aanwezige natuurwaarden; [...].

soort zich goed (Weeda e.a. 1987). Die situatie is in het Galgenwiel van toepassing.

- 3) Kleinschalige gebruiksvormen, zoals zwemmen, zijn juist vaak essentieel voor de duurzame instandhouding van begroeiingen uit de oeverkruidklasse (Arts 2000, Van Dam e.a. 2004).

Daarom wordt opnieuw voorgesteld de plannen van Buskens (2002a) in hoofdzaak uit te voeren, met daarbij enkele wijzigingen/aanvullingen:

- a) Het is belangrijk om niet alleen de zuidelijke, maar ook de noordelijke oever vrij te maken van bos. Hierdoor komt het wiel, zoals vroeger, weer geheel open te liggen en wordt voorkomen dat bladstrooisel zich weer ophoopt in de plas. Hier en daar kunnen bomen en struiken worden gespaard om verdwijnen van koningsvarens te voorkomen en om hun betekenis voor libellen.
- b) Langs de noordoever loopt nu al een pad, waarop het wandelen wordt gedoogd. Dat kan zo te blijven, maar het uitlaten van honden dient te worden verboden. Zwemmen kan niet officieel worden toegestaan (dat zou een te grote druk op de plas en de oevers geven), maar af en toe 'poedelen' door kleine kinderen zou moeten worden gedoogd. Dat kan een gunstige invloed hebben op de plantengroei.
- c) Het is de vraag of de drempel tussen het westelijk en het oostelijk deel wel met een halve meter moet worden verhoogd. Incidentele beïnvloeding van het oostelijk gedeelte door iets voedselrijker en meer gebufferd water uit het westelijk deel kan gunstig zijn voor het handhaven van een gradiënt. Het verdient de voorkeur om hier een regelwerk in te richten, waarmee in de eerste jaren geëxperimenteerd kan worden en de ontwikkeling van de waterkwaliteit goed wordt gevolgd. Als dan goed bekend is wat de respons van het oostelijk deel op inlaat uit het westelijk deel is kan een protocol voor de bediening van het regelwerk gemaakt worden.
- d) Het is niet uitgesloten dat de provinciale archeoloog bezwaren heeft tegen het verwijderen van de baggerlaag uit de plas, vanwege de paleobotanische archiefwaarde. Overleg met deze functionaris is daarom noodzakelijk. Een oriënterend onderzoek naar de archiefwaarde wordt wellicht als voorwaarde voor toestemming tot het uitbaggeren gesteld.

In 2002 zijn de kosten van de maatregelen geraamd op ca € 146 400. Indien ook de noordelijke oever wordt gekapt komt er naar het toenmalige prijspeil ca € 23 700 bij: een totaal van € 170 100. Bij het huidige prijspeil is dat ongeveer € 187 000. Daarbij komen dan nog de kosten voor onderzoek van grondwaterpeil en -kwaliteit (zie volgende paragraaf), zodat de totale kosten op een bedrag van rond € 200 000 komen.

5.11.10. Onderzoek en monitoring

Kikkerwiel

Het huidige monitoringsonderzoek dat door het waterschap wordt verricht aan het Kikkerwiel (eens in de twee tot vier jaar chemie, fytoplankton, diatomeeën, macrofyten en macrofauna) is voldoende om het effect van de voorgestelde maatregelen

te volgen. Kort na het uitbaggeren zouden deze waarnemingen jaarlijks kunnen worden uitgevoerd. Aanvulling met waarnemingen van volwassen libellen en eventueel herpetofauna is wenselijk.

De kwaliteit van het slib van het Kikkervan is gemeten in 2002. Daar deze meting maar vijf jaar geldig is zal de kwaliteit voor het uitbaggeren opnieuw bepaald moeten worden. Verder is het gewenst om enig inzicht te hebben in de botanische en (avi)faunistische betekenis van het te kappen bosgedeelte, opdat daar bij de uitvoering rekening mee gehouden kan worden.

Door Buskens (2002b) is ook het monitoren van de waterhuishouding door het plaatsen van een peilschaal en twee puilbuizen en het (half)maandelijks aflezen hiervan aanbevolen. Omdat er thans nog geen peilschaal in dit wiel staat wordt deze aanbeveling hier herhaald. Enkele malen dient ook de chemische samenstelling van het grondwater (o.a. pH, alkaliniteit, nutriënten, metalen, chloride, sulfaat) te worden bepaald. De gemiddelde waterdiepte van het Kikkerwiel is nog niet bekend. Deze kan (globaal) worden bepaald na het plaatsen van een peilschaal, bij het nemen van de slibmonsters

Galgenwiel

Van het Galgenwiel zijn nauwelijks recente gegevens voorhanden. Om een nieuwe subsidie-aanvraag in het kader van de 'Regeling effectgerichte maatregelen' (EGM) te onderbouwen is het noodzakelijk om op korte termijn de chemische samenstelling van het water (pakket als in Bijlagen 3 en 4) en de soortensamenstelling van fytoplankton (ook sialgen), diatomeeën, macrofyten en macrofauna te onderzoeken. Inzicht in de betekenis voor libellen en herpetofauna is gewenst. Tevens dient de huidige visstand en zo mogelijk het historisch verloop hiervan (in elk geval kwalitatief) te worden geïnventariseerd

Verder dient er nader inzicht te zijn in de botanische en (avi)faunistische betekenis van het te kappen bosgedeelte (koningsvarens!), opdat daar bij de uitvoering rekening mee gehouden kan worden.

De kwaliteit van het slib van het Galgenwiel is gemeten in 2002. Daar deze meting maar vijf jaar geldig is zal de kwaliteit voor het uitbaggeren opnieuw bepaald moeten worden.

Buskens (2002a) beveelt het plaatsen van een grondwaterstandsbuis ten zuiden van het wiel aan. Kennelijk was hij niet op de hoogte van het feit dat er sinds 1998 al waarnemingen van de grondwaterstand en –kwaliteit bij het Galgenwiel worden verricht (Segers & Stoker 2003). Deze buizen en twee peilschalen (van het Waterschap Dongestroom en van de Vereniging Natuurmonumenten) bestaan nog steeds en worden regelmatig opgenomen. De verzamelde gegevens te worden geanalyseerd om meer inzicht in het systeem te verkrijgen. De gemiddelde waterdiepte van het Galgenwiel is nog niet bekend. Deze kan (globaal) worden bepaald bij het nemen van de slibmonsters.

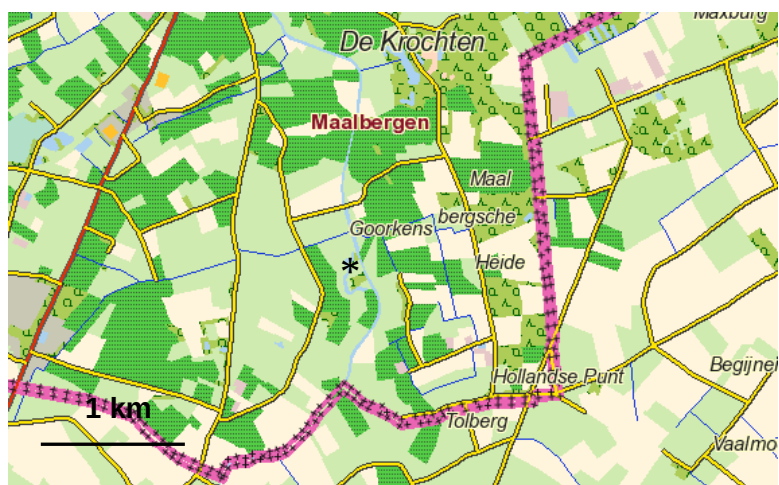
De bovenvermelde beschrijving van het systeem en de knelpunten dient te worden aangepast met de resultaten van de nog te verrichten inventarisatie van de huidige toestand. Zonodig dienen de te treffen maatregelen te worden aangepast.

5.12. Cluster 23. Meander Blauwe Hoef

5.12.1. Ligging en eigendom

Deze meander (Figuur 56) is een afgesneden tak van de Weerij, op een paar honderden meter ten noorden van boerderij 'De Blauwe Hoef', ongeveer een kilometer ten zuiden van Maalbergen en het ven 'De Krochten' (cluster 19).

De slibdiktes, de kwaliteit van water- en slib en de samenstelling van flora en fauna, de knelpunten en mogelijke oplossingen worden uitvoerig besproken door Cuppen (1995, 1996), die deze langgerekte plas als Meander 12 of Meander bij Maalbergen aanduidt.



Figuur 56. De meander bij de Blauwe Hoef (*) met omgeving in 2005 (www.edugis.nl).

5.12.2. Omgeving en beheer

De meander ligt in een gebied met weilanden en boomkwekerijen. In het grasland komen nog relictten van de oorspronkelijke, schralere flora voor (Cuppen 1996). Vooral langs de oostelijke oever komen bosfragmenten voor, met langs de oever veel kraakwilg (Cuppen 1995). In het bos zijn nog interessante overgangen van vochtige naar droge typen (Cuppen 1996).

5.12.3. Bodem en waterhuishouding

Via twee duikers, die voor driekwart zijn verzand, heeft de meander nog verbinding met de hoofdbeek. Aan de westkant komen enkele greppels uit op de plas (Cuppen 1996).

Volgens de geohydrologische kaart van Nederland 1:50.000 (Rijks Geologische Dienst 1977) wordt het gebied getypeerd als een beekdalbodem met meanderruggen en geulen met glooiingen van beekdalzijde. De bodem in de omgeving van de

meander bestaat volgens de bodemkaart schaal 1:50.000 (Alterra 2001) uit lage enkeerdgronden (grondwatertrap III), hoge zwarte enkeerdgronden (grondwatertrap VI) en veldpodzolgronden (grondwatertrap V).

In Bijlage 4 is het gemiddelde elektrisch geleidingsvermogen uit de jaren 1994-2005 (376 $\mu\text{S}/\text{cm}$) uitgezet is tegen de ionic ratio (0,68). Op grond hiervan blijkt dat het water in de meander Blauwe Hoef hoofdzakelijk bestaat uit grondwater. Cuppen (1995) vond veel ijzerneerslag op de planten, wat duidt op sterke kwel.

De meander is volgens de topografische kaart (ANWB 2005) bijna 400 m lang. De breedte is gemiddeld 8 m. In oktober 1994 was de waterstand 8,60 m +NAP. De diepte tot de minerale bodem bedroeg maximaal 1,5 m (gemiddeld ca 1 m). Omdat de bodem overal met een dikke sliblaag was bedekt was de waterdiepte tot de sliblaag maximaal 1 m (gemiddeld ca 0,6 m) (Cuppen 1996).

5.12.4. Water- en slibkwaliteit

De beschikbare gegevens zijn vermeld in Bijlage 3. De waarden van de paar waarnemingen aan het einde van 1994 en het begin van 2007 worden verder niet besproken. De alkaliniteit ligt in 1995 en 2003 rond de 0,9 meq/l; het water is dus zwak gebufferd. De concentratie van totaal-fosfaat lijkt te zijn toegenomen van 0,08 mg/l (een fraaie concentratie voor eutroof water), naar 0,12 mg/l, wat aan de hoge kant is. Volgens Cuppen (1996) vindt nalevering van fosfaat uit de bodem naar het water plaats (interne eutrofiëring). De concentraties van totaal-stikstof zijn steeds kleiner dan 2 mg/l en blijven daarmee beneden het maximaal toelaatbaar risico. Tussen beide jaren neemt het chlorofyl-a, waarschijnlijk door de fosfaattoename, toe van 5 naar 62 $\mu\text{g}/\text{l}$ en de zichtdiepte neemt af van 4 naar 3 dm. Het water is dus niet erg helder meer. De zuurstofhuishouding is met gemiddelde verzadigingspercentages tussen 50 en 60 niet erg gunstig.

In 1995 was het slib met klasse 0 niet verontreinigd (Cuppen 1996).

5.12.5. Plantengroei

Volgens Cuppen (1995) groeide hier veel gele plomp. Schaars voorkomende drijvende waterplanten zijn veenwortel, watervorkje en klein kroos. Hier en daar kwam onder water de waterviolier (kwelindicator) voor, terwijl gewoon sterrekroos en puntkroos lokaal schaars werden gevonden. Het zijn allemaal soorten van (zeer) voedselrijk water. De ondergedoken waterplanten waren slecht ontwikkeld. Langs de oever kwamen riet, rietgras en andere planten uit voedselrijk water, zoals liesgras veel voor. Hoger op de oever waren naast stikstofminnende soorten als grote brandnetel en haagwinde ook wat soorten van schraler milieu, bijvoorbeeld wilde bertram, te vinden. Door de Provincie Noord-Brabant werd hier in 1990 behalve de waterviolier ook de grote boterbloem aangetroffen, wat het begin van veenontwikkeling kan indiceren.

De armoede aan waterplanten kan worden toegeschreven aan de sterk organisch belaste bodem en de voedselrijkdom. Oeverplanten van matig voedselrijke omgeving zijn verdwenen door vermesting en verdroging van de beekdalgraslanden (Cuppen 1996).

5.12.6. Fauna

Cuppen (1965) trof 52 soorten ongewervelde waterdieren aan. Het betreft (zeer) algemene soorten uit de Nederlandse, voedselrijke binnenwateren. De belangrijkste groepen zijn haften (*Cloeon dipterum*, 51% van alle dieren), slakken (18%), kreeftachtigen (9%), muggenlarven (*) en libellenlarven (5%). De kreeftachtigen zijn hier behalve de pissebed *Proasellus meridianus* vooral de van oorsprong Noord-Amerikaanse vlokreeft *Crangonyx pseudogracilis*, die voor het eerst in 1979 in Nederland is gevonden en zich sindsdien verder heeft verspreid (www.wew.nu/exoten). Cuppen (1996) oordeelt dat de meander geen bijzondere waarde voor de macrofauna heeft.

In 1995 werden van de amfibieën alleen gewone soorten aangetroffen: gewone pad, bruine kikker, groene kikker en kleine watersalamander (Cuppen 1996).

Gegevens over de visfauna zijn niet bekend.

5.12.7. Systeembeschrijving en knelpunten

De meander bij de Blauwe Hoef is een deel van de oude loop of Weerij van bijna 400 m lang en 8 m breed. De bodem was in 1994 al met een sliblaag van gemiddeld 4 dm dikte bedekt. Zodat de gemiddelde waterdiepte nog maar 0,6 m bedroeg. De plas ligt in een landbouwgebied en grenst deels aan bos.

De meander wordt voornamelijk door grondwater gevoed. Het water is zwak gebufferd en voedselrijk. De voedselrijkdom lijkt tussen 1995 en 2003 te zijn toegenomen. Uit de dikke sliblaag worden nutriënten nageleverd naar het oppervlaktewater. De zuurstofhuishouding is ongunstig.

De huidige levensgemeenschap in de meanders behoort tot het laagste ecologische niveau en wijkt vrij sterk af van het streefbeeld als gevolg van de matige kwaliteit van het abiotisch milieu (Cuppen 1996). Er zijn weinig waterplanten, de oeverplanten duiden op grote voedselrijkdom en onder de waterdieren komen alleen in Nederland (zeer) algemene soorten voor.

Onder de waterplanten duidt de waterviolier, een kwelindicator, de potenties van de meander nog wel aan. Langs de plas kwamen in 1995, en misschien nu nog wel, nog waardevolle grasland- en bosrestanten voor.

Het belangrijkste knelpunt is de eutrofiëring en de dikke sliblaag die daar het gevolg van is.

5.12.8. Maatregelen

De huidige rapportage is gebaseerd op deels sterk verouderde gegevens. Daarom is het in de eerste plaats nodig om de huidige toestand van de meander goed in beeld te brengen. Behalve de waterchemie betreft dat de macrofyten (Tansley-opname hele plas, met verbale beschrijving van de vegetatiezonering), belangrijkste fytoplanktonsoorten, macrofauna en visstand. Optioneel zijn de diatomeeën, volwassen libellen en de amfibieën.

Aan het gebied tussen de meander en de Weerij zijn al de natuurdoeltypen moeras en vogelkers-essenbos/elzenbroekbos toegekend, zodat van die zijde niet voor eutrofiëring hoeft te worden gevreesd als het bos tenminste niet al te dicht op de oever komt (bladval!).

Verder komen er nutriënten in de plas door het cultuurland aan de westzijde, door de verbindingen met de Weerij en overstromingen bij hoog water in de beek en mogelijk ook via de aanvoer van grondwater. Er dient te worden onderzocht hoe groot de bijdrage van de verschillende bronnen is. Als de bijdrage van het cultuurland aanzienlijk is moet worden nagegaan of deze kan worden verminderd door het aanleggen van een bufferstrook langs de plas. De verbinding met de Weerij moet zoveel mogelijk worden verbroken. Als de bijdrage van het grondwater significant is valt daar op de korte en middellange termijn niets aan te doen.

Pas als de toevoer van de nutriënten wezenlijk kan worden verminderd is het zinvol om het slib te verwijderen.

6. Dankwoord

Dr. G.H.P. Arts (Alterra) adviseerde bij de opzet en tijdens de uitvoering van het onderzoek. dr. ir. H.A. Rutjes (Grontmij | AquaSense), drs. W. Verberk en drs. H. van Kleef (Stichting Bargerveen, Radbouduniversiteit) adviseerden over visstandsbeheer, dr. A.H.P. Stumpel (Alterra) en D. Tempelman (Grontmij | AquaSense) adviseerden over beheer van amfibieën. Ing. T. van Haaren (Grontmij | AquaSense) verstrekke informatie over de ecologie van macrofaunasoorten. De heer P.T. Twisk (Vleermuizenwerkgroep Noord-Brabant) verstrekke informatie over ecologie van vleermuizen. De heer A. van Zunderd verstrekke informatie over de geschiedenis van vennen in de gemeente Woensdrecht. Dr. E. Brouwer (Onderzoekcentrum B-ware, Nijmegen) gaf informatie voor het maken van kostenramingen.

De heren J. Brosens (Vogel- en Natuurwerkgroep Zundert) en H. Dekkers (Waalwijk) verstrekten ongepubliceerde gegevens over respectievelijk het voorkomen van amfibieën en plantensoorten. Mw K. Huskens en de heren S. Haaij en G. de Rooij verstrekten ongepubliceerde gegevens over het voorkomen van libellen.

Bij het opsporen en verschaffen van literatuur waren behulpzaam dhr. M. Hornman (Alterra), mw. T. Komar (Vereniging Natuurmonumenten), ir. N.H. Meuter (Royal Haskoning), dhr P. van der Linde (Grontmij | AquaSense), dhr. B. de Pauw (Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel), dhr. L. Querelle (Vereniging Natuurmonumenten), dhr R. de Ruiter (Naturalis), dhr. W.J. van Stormbroek (Bijzondere Collecties, Bibliotheek, Universiteit van Amsterdam), mw. H.J.M. Winthagen (Faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, Universiteit van Amsterdam) en verschillende medewerkers van het Stadsarchief Amsterdam en de bibliotheek van Wageningen Universiteit Researchcentrum.

De in de verschillende hoofdstukken genoemde beheerders en eigenaren van de terreinen verstrekten informatie en gaven commentaar op concepten van de tekst.

Namens het Waterschap Brabantse Delta werd het onderzoek begeleid door mw. K. Hengst en de heer W. de Vries.

7. Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink, A.J.M. Jansen & M.J. (1998): Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen. Indicatorsoorten 5. Staatsbosbeheer, Driebergen. 202p.
- Anonymus (2007): Waalwijk en het water. www.stuipzandloper.nl/leraar/waalwijk/Waalwijk%20en%20het%20water.doc
- ANWB (2005): Topografische atlas 1 : 25 000 Noord-Brabant (2e druk). Den Haag. 152p.
- AquaSense (1996): Inventarisatie waternatuur West-Brabant 1995. In opdracht van: Hoogheemraadschap van West-Brabant. Rapport 96.0738. 120 p. + bijl.
- AquaSense (1998): Inventarisatie waternatuur West Brabant 1992-1995, Inventarisatie van 71 wateren met de functie Waternatuur. In opdracht van: Hoogheemraadschap van West-Brabant. Rapport 98.1023. 100p + bijl..
- AquaSense (2002): Ecologische beoordeling van wateren in West-Brabant. Routinematig meetnet 2001. In opdracht van: Hoogheemraadschap van West-Brabant. 1840-2. 34p. + bijl.
- AquaSense (2003): Monitoring vennen 1978-2002: effecten van klimaatsverandering en vermindering van verzuring. In opdracht van: Ministerie van VROM, Waterschap Reest & Wieden, Waterschap Veluwe en Waterschap Vallei en Eem. Rapport 03.1780. 42p. + bijl.
- AquaSense (2004): Ecologische projectmonitoring in West-Brabant. Hydrobiologisch onderzoek en integrale ecologische interpretatie van gegevens van 84 locaties, 2002. In opdracht van: Hoogheemraadschap van West-Brabant. Rapport 1940(-2).
- AquaSense TEC (1996): Epifytische diatomeeën in vennen en wielen in West-Brabant. In opdracht van: Hoogheemraadschap van West-Brabant. Rapport 96.0827.2. Wageningen. 21p. + bijl.
- Arts, G. & G. van Duinhoven (2000): Overlevingsplan bos- en natuur: Sleutelen aan vennen. Brochure. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. 34p.
- Arts, G.H.P. (2000): Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 13. Vennen. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Rapport EC-LNV AS-13. Expertisecentrum LNV, Wageningen. 80p.
- 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. In opdracht van: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie Klimaatverandering en Industrie. Alterra-rapport 542, AquaSense-rapport 02.1715. Alterra, Wageningen / AquaSense, Amsterdam / RIVM, Bilthoven. 123p.
- Baas, H.G. & H. Wientjes (red.) (2004): Natuur met (w)aarde: handboek aardkundig landschapsbeheer. Landschapsbeheer Nederland, Utrecht. losbladig.
- Bakker, T.W.M. (1984): Het Dwingelderveld. Deelrapport: geohydrologie. Rapport SBB 1984-29. Staatsbosbeheer, Utrecht / Natuurmonumenten, 's-Graveland. 175p. + bijl.
- Beek, C.G.E.M. van, M.H. Jalink & A.F. Meuleman (2001): De verzwalping van grondwater in zandgronden. Landschap 18: 263-272.
- Beek, P. van (1972): "Riels Laag" en dal van de Donge. Nieuwsblad van het Zuiden (8 augustus).
- Beets, C. (2004): Lange Gooren en Krochten - ecohydrologische evaluatie -. Staatsbosbeheer, afdeling Terreinbeheer, sectie Natuur en Hout, Driebergen. 35p.
- Bijkerk, R. & A.M.T. Joosten (1994): Epifytische algen in Westbrabantse wateren 1993. Eindrapportage 94-1. Koeman en Bijkerk, Haren. 29p.
- Bijkerk, R. & C.A. Bultstra (2001): Fytoplankton en voedselrijkdom in het natuurbad Surae tijdens de zomer van 2000. Rapport 2001-8. Koeman en Bijkerk, Haren. 66p.
- Bijkerk, R. & H.P.J.J. Cuppen (2001): Ecologische beoordeling van wateren in West-Brabant. 2. Waternatuur, 1999. Rapport 2000-13. Adviesbureau Cuppen, Eerbeek / Koeman en Bijkerk, Haren. 112p.
- Bijkerk, R. (2000): De ecologische kwaliteit van het Galgenwiel, West-Brabant, in de periode 1997-1998. Rapport 99-12. Koeman & Bijkerk, Haren. 49p.

- Bloemendaal, F.H.J.L. & J.G.M. Roelofs (red.) (1988): Waterplanten en waterkwaliteit. Natuurhistorische Bibliotheek van de KNNV 45. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 189p.
- Braat, C., N. van der Ploeg & M. van Keulen (1997): Natuurvisie Turfvaart-Bijloop: toekomstvisie voor verdrogingsbestrijding en natuurherstel in de natuurgebieden langs Turfvaart en Bijloop. Stichting het Noordbrabants Landschap / Vereniging Natuurmonumenten / Landgoed de Moeren B.V. 38p. + bijl.
- Braat, C.N., N. van der Ploeg & M. van Keulen, (1997): Natuurvisie Turfvaart-Bijloop: toekomstvisie voor verdrogingsbestrijding en natuurherstel in de natuurgebieden langs Turfvaart en Bijloop. Stichting het Noordbrabants Landschap / Vereniging Natuurmonumenten / Landgoed de Moeren B.V.
- Brabants Landschap (1997): Beheersplan Krabbebossen.
- Brouwer, E. & J.G.M. Roelofs (2001): Degraded softwater lakes: possibilities for restoration. *Restoration Ecology* 9: 155-166.
- Brouwer, E., R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & G.M. Verheggen (1996): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren: eindrapport monitoringsprogramma tweede fase. Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. 206p.
- Buskens, R.F.M. (2002a): Vooronderzoek herstel Galgenwiel. Royal Haskoning, 's-Hertogenbosch. 12p. + bijl.
- Buskens, R.F.M. (2002b): Vooronderzoek herstel ven Plantloon. Royal Haskoning, 's-Hertogenbosch. 11p. + bijl.
- Bussche, P.J. van den (1997): Waterbelang in Ossendrecht. Heemkundekring 'Het Zuidkwartier', Ossendrecht. 88p.
- Caspers, T. & F. Post, (red.)(1996): Natuur in Noord-Brabant: twee eeuwen plant en dier. Stichting Het Noord-Brabants Landschap, Haaren. 264p.
- Coesel, P.F.M. (1982-1997): De desmidiaceën van Nederland. Wetenschappelijke Mededelingen K.N.N.V. 153, 157, 170, 220. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud/Utrecht.
- Coesel, P.F.M. (1998): Sieralgen en natuurwaarden. Wetenschappelijke Mededeling KNNV 224. 56p.
- Cuppen, H.P.J.J. (1995): Een oriënterend ecosysteemonderzoek van de oude beekmeanders van de Bovenmark en Aa of Weerijds ten zuiden van Breda. Landschapsecologisch en Hydrobiologisch Adviesbureau Cuppen,. 22p. + bijl.
- Cuppen, H.P.J.J. (1996): Een ecosysteemonderzoek van de oude beekmeanders van de Bovenmark en Aa of Weerijds ten zuiden van Breda. Landschapsecologisch en Hydrobiologisch Adviesbureau Cuppen. 54p. + bijl.
- Cuppen, J.G.M. (1985): Waterkevers, oppervlakte- en wanterwanten van de natuurreservaten "De Krochten" en "Lange Gooren" (gemeente Zundert). Intern Rapport. Vakgroep Waterzuivering, Landbouwhogeschool, Wageningen. 12p. + bijl.
- 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 & R.F.M. Buskens (1993): Ecology and management of moorland pools: balancing acidification and eutrophication. *Hydrobiologia* 265: 225-263.
- Dam, H. van (1988): Acidification of three moorland pools in The Netherlands by acid precipitation and extreme drought periods over seven decades. *Freshwater Biology* 20: 157-176.
- Dam, H. van, 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, E.-J. Melisie, T. du Bois & C. Bruning (2007): Herstelplan voor de Groote Melanen (Bergen op Zoom). Rapport 701. Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 66p.
- Dam, H. van, G. Suurmond & C.J.F. Ter Braak (1981): Impact of acidification on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools. *Hydrobiologia* 83: 425-459.
- Dam, H. van, J. Spier, W. Gotjé, G.H.P. Arts, J.J.C.W. van Delft, R. Ketelaar & H.H. van Kleef (2004): Ontwikkeling STOWA-beoordelingssysteem vennen: vooronderzoek. Rapport 2004-02. STOWA, Utrecht. 130p.
- Damoiseaux, J.H. (1982): Bodemkaart van Nederland; toelichting bij kaartblad 49 Oost Bergen op Zoom. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 137p. + bijl.

- Dekkers, H., G. Kierkels, M. Schelle & M. van der Wegen (1998): Verslag van het vegetatie-onderzoek in de gebieden Baardwijkse Overlaat, Hengstven, Loonse en Drunense Duinen en Plantloon 1997. Intern Rapport. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. 7p.
- Dekkers, H., G. Kierkels, M. van Roosmalen, M. Schelle & M. van der Wegen (1997): Verslag van het vegetatie-onderzoek in de gebieden Loonse en Drunense Duinen, Baardwijkse Overlaat, Plantloon 1996. Intern Rapport. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. 8p. + bijl.
- Dekkers, H., P. van Ruth, M. Schelle & G. Kierkels (2005): Ongepubliceerde opnamen Kikkerwiel en Galgenwiel.
- Delanghe (2002): Den Buizerd te Kalmthout afgebroken: vermaard bewoner Koen Cuperus en bevriend heidefotograaf Karel Janssens. *Land in Zicht* 71(5): 19-23.
- Diepen, C.A. van, G.H.P. Arts, J.W.H. van der Kolk, A. Smit & J. Wolf (2002): Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant. Deelrapport 4. Mogelijkheden voor toepassing van effectgerichte maatregelen op gebied van waterbeheer en waterzuivering. Rapport 527.4. Alterra, Wageningen. 54p.
- Dijkstra, K.-D. B., V. Kalkman, R. Ketelaar & M.J.T. van der Weide (2002): De Nederlandse libellen (Odonata). *Nederlandse Fauna 4. Naturalis, Leiden / KNNV Uitgeverij, Utrecht / European Invertebrate Survey, Leiden*. 440p.
- Dorenbosch, M. & G.M.T. Peeters (2002): Monitoring Leemputten Dorst 2001. Bureau Natuurba-lans - Limes Divergens, Nijmegen.
- Dorland, E., R. Bobbink, E. Brouwer, C.J.H. Peters, P.J.M. van der Ven, P. Vergeer, G.M. Verheggen & J.G.M. Roelofs (2000): Herintroductie en bekalking van het inzijsgebied: aanvulling bij effectgerichte maatregelen tegen eutrofiëring en verzuring in heischrale milieus. Leerstoel-groep Landschapsecologie, Universiteit Utrecht / Afdeling Aquatische Oecologie en Milieu-biologie / Katholieke Universiteit Nijmegen, Utrecht / Nijmegen. 118p.
- Drost, M.B.P., H.P.J.J. Cuppen, E.J. van Nieukerken & M. Schreijer (red.) (1992): De waterkevers van Nederland. Uitgeverij KNNV, Utrecht. 280p.
- Eichhorn, K.A.O. (2006): Florakartering Baardwijkse Overlaat, Vlijmens Ven en Rijskampen. Eich-horn Ecologie, Zeist.
- Emmerik, W.A.M. van & H.W. de Nie (2006): De zoetwatervissen van Nederland, ecologisch beke-ken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven. 268p.
- Entrop, J., E.E. van der Voo & H.G. van der Weijden (1966): [Stroomdalven in Landgoed Krabbe-bossen]. Staatsbosbeheer. 4p.
- Geujen, C. & J. van der Linden (2006): Concept-uitvoeringsplan venherstel 2006 - 2012. 2e provin-cie-brede venherstelproject: te herstellen vennen en uitgangspunten van de aanpak. Provin-cie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch. 35p.
- Geujen, C., J. van der Linden & J. Jansen (2004): Voortgangsrapportage vennenherstelproject Noord-Brabant. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch. 5p. + bijl.
- Giels, J. van (2007): Visstandonderzoek wielen Alexander hoeve ten behoeve van IGA Gat van de Ham 2006. AquaTerra Water en Bodem B.V., Stellendam / Geldermalsen. 16p.
- Gilissen, C.M.S. (1997) Onderzoeksrapport 1997 Oude Buissche Heide, De Reten, Wallsteijn, De Moeren, Lange Maten, vegetatiekartering, soortskartering en beheersevaluatie. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. 40p. + bijl.
- Gittenberger, E. & A.W. Jansen (red.) (2004): De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fos-siele weekdieren uit zoet en brakwater. *Nederlandse Fauna 2. Naturalis, Leiden / KNNV Uitgeverij, Utrecht / EIS-Nederland, Leiden*. 288p.
- Grontmij (1996): Wielen, zandputten en krekens in West-Brabant: ecologische toestand en ontwikke-lingsmogelijkheden. In opdracht van: Hoogheemraadschap van West-Brabant. Grontmij Zuid, Ruimtelijke Inrichting, Eindhoven. 118p.
- Grontmij (1999): Nader onderzoek waterbodembodem Ven 2 Vliegbasis Woensdrecht. Grontmij Advies & Techniek B.V., Eindhoven. 19p. + bijl.
- Grontmij | AquaSense & Alterra (2005): Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse vennen. In opdracht van: Provincie Noord-Brabant. Rapport 05.2184.2, Grontmij | AquaSense, Amster-dam / Rapport 1200, Alterra, Wageningen. 91p. + bijl.
- Hahn, L. & T. Melgers (1979): Waterhuishouding en vegetatie van een aantal natuurgebieden bij Zundert (N.B.) Wallsteijn, de Lange Maten, de Moeren, de Oude Buissche Heide. Stagever-slag. HBCS, Velp. 35p. + bijl.
- Hanekamp, G. (2004): Poelen. Landschapsbeheer Nederland, Utrecht. 79p.

- Haperen, A. van, K. de Kraker, J. van der Neut & P. van der Reest ([2002]): Aan de monding van Maas en Schelde: natuurgebieden in Zuidwest-Nederland. Staatsbosbeheer Regio West-Brabant - Deltagebied, Middelburg. 320p.
- Harbers, P. (1990): Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 44 Oost Oosterhout. Staringcentrum, Wageningen. 164p. + bijl.
- Heidemij Adviesbureau (1989): Vliegbasis Woensdrecht: nader onderzoek vennen, dwarsdoorsneden. Projectnummer 632-32160-1. Tekening 2-2. Arnhem. 1p.
- Heinis, F. & C.H.M. Evers (2007): Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA-rapport 2007-02 / RIZA-rapport 2007-001. STOWA, Utrecht. 60p. + bijl.
- Hermans, J.T. (2003): Witte waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*) terug op de Beegderheide. Natuurhistorisch Maandblad 92: 94-96.
- Hesen, P., O. van Tongeren & C. van Helmond (1998): Maatregelen tegen kroosdekken. In: P. Hesen (red.), Kroos nader beschouwd. Kiwa-rapport KOA 98.091: 16-19.
- Heusden, G.P.H. van & W. Meyer (1948): Een chemisch-botanisch onderzoek van vennen en veenplassen. Gemeentewaterleidingen / Hugo de Vrieslaboratorium, Amsterdam. 50p. + bijl.
- Higler, B. (2005): De Nederlandse kokerjufferlarven: determinatie en ecologie. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 159p.
- Higler, L.W.G. (1961): Kokmeeuwinventarisatie 1961. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten Behoeve van het Natuurbehoud (RIVON), Zeist. 158p.
- Iwaco (1998): Onderzoek verdrogingsbestrijding Plantloon en aangrenzende gebieden. 's-Hertogenbosch. 28p. + bijl.
- Iwaco (1999a): Leemputten Dorst: vooronderzoek vennen Noord-Brabant. 's-Hertogenbosch. 13p + bijl.
- Iwaco (1999b): Vooronderzoek herstel vennen Krochten Zuid. 's-Hertogenbosch. 13p.
- Iwaco (2001): Morfologisch onderzoek Leemputten Dorst. Rapport 38746. 's-Hertogenbosch. 4p. + bijl.
- Iwaco (2002): Waterbodemonderzoek 4 vennen Noord-Brabant. Rapport 9M1916. 's-Hertogenbosch. 4p. + bijl.
- Jansen, A.M.W. (2001): Geohydrologisch onderzoek naar de verdrogingsfactoren van de leemputten Dorst. Tauw, Deventer. 33p.
- Jansen, H., S. Bosch, M. Steenvoorden & A. Heuven (2006): Hydrologische effecten van het uitvoeringsplan Balleman. Tauw BV, Deventer. 26p. + bijl.
- Jeugd, H. van der, B. Voslammer, C. van Turnhout, H. Sierdsema, N. Feige, J. Nienhuis & K. Koffijberg (2006): Overzomerende ganzen in Nederland: grenzen aan de groei? Onderzoeksrapport 2006/02. SOVON, Beek-Ubbergen. 134p.
- Jongh, P. de (1990): Van Den Bergh tot Den Bosch: een verkenning van de landschappen in de Langstraat. Wijk en Aalburg. 160p.
- Ketelaar, R. (2000): Libellen op vennen in Noord-Brabant: een database en richtlijnen voor herstel. Rapport VS2000.22. De Vlinderstichting, Wageningen. 51p.
- Ketelaar, R. (2001): Verspreidingsgegevens van libellen als instrument bij het herstel van vennen. De Levende Natuur 102: 166-170.
- Kleemann, M.C.M. (1998): Broedvogels van de Matjens, Krochten - Den Aard en Lange Gooren - Waayenberg in ZW - Brabant in 1997. SOVON - inventarisatierapport 98/05. SOVON, Beek-Ubbergen. 87p.
- Klink, A. (1989): The Lower Rhine: palaeoecological analysis. In: Petts, G.E., Moller, H. & Roux, A.L. (Eds.) Historical changes of large alluvial rivers: western Europe. Wiley, Chichester. p. 183-201.
- Klink, A. (2004): Ecologisch onderzoek van wateren in West-Brabant Routinematig meetnet 2003. Rapporten en Mededelingen 82. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink, Wageningen. 77p + bijl.
- Klink, A. (2006): Ecologisch onderzoek van wateren in West-Brabant Routinematig meetnet 2005. Rapporten en Mededelingen 92. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink, Wageningen. 117p + bijl.
- Klink, A. (2007): Ecologisch onderzoek van wateren in West-Brabant Routinematig meetnet 2006. Rapporten en Mededelingen 92. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink, Wageningen. 95p + bijl.
- Korsten, E. (2001): Verslag wintertellingen de Mattemburgh 2001. 't Groottoortje 8(2): 10-14.

- Koskamp, H. (2003): De 'slijmalg' in het Rietplassengebied. Verslag Platform Ecologisch Herstel Meren en Plassen. Dordrecht, 5 november 2002. RIZA, Lelystad. p. 10-11.
- Koster, A. (2003): Natuurlijk groenbeheer in Leiden. Rapport 681. Alterra, Wageningen. 80p.
- Kruijf, E.J. de, R. Ketelaar & M. Zekhuis (2002): Meer blauw op de heil De Levende Natuur 104: 30-31.
- Kwaadsteniet, P.I.M. de (1990): Natuurvriendelijke oevers in beweging: handleiding voor inrichting en beheer van riet- en andere natuurlijke oevers. Stichting LONL, Landelijk Overleg Natuur- en Landschapsbeheer, Utrecht. 96p.
- Leeuwen, C.G. van (1966): Het botanisch beheer van natuurreservaten op structuur-ecologische grondslag. *Gorteria* 3(2): 16-28.
- Leuven, R.S.E.W., C. den Hartog, M.M.C. Christiaans & W.H.C. Heijligers (1986): Effects of water acidification on the distribution pattern and the reproductive success of amphibians. *Experientia* 42: 495-503.
- LNV (2007): Ontwerp-aanwijzingsbesluit gebied nr 134 Regte Heide en Riels Laag. Ministerie LNV, Den Haag. 8p.
- Loeb, R. & M.H. Jalink (2004): Ecohydrologisch systeemverkenning Oude Buissche Heide. Basisverkenningen Noord-Brabantse Natuur 4. Kiwa N.V., Nieuwegein. 13p. + bijl.
- Louw, P.G.B. de, R.J. Stuurman & G. van Wirdum (2000): Ecohydrologische systeemanalyse van de Strijbeekse Heide: bestrijding van verdroging vennen en beekdal. TNO-rapport NITG 00-212-B. TNO, Delft. 158p. + bijl.
- Meer, C. van (1980): Onderzoek naar het voorkomen en de verspreiding van de verschillende soorten waterwantsen in enkele gedeelten van westelijk Noord-Brabant. Laboratorium voor Zoölogische Oecologie en Taxonomie, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht. 56p.
- Meyus, Y., D. Adyns, S.T. Woldeamlak, O. Batelaan & F. De Smedt (2004): Opbouw van een Vlaams grondwatervoedingsmodel. Deelrapport 2. Totaal VGM-karteergebied en Vlaanderen. Vrije Universiteit Brussel, Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde / AMINAL, afdeling Water, Brussel. 70p.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1998): Waterkader. Vierde Nota waterhuishouding (regeringsbeslissing). Den Haag. 162p.
- Mol, A.W.M. (1986): Overzicht van hydrobiologische literatuur in Noord-Brabant. Rapport 86/4. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 356p.
- Moller Pillot, H. (1958): Ven ten zuid-westen van het Hoefsvan. Excursierapport 236. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 4p.
- Nieser, N. (1964): Inleidend onderzoek betreffende de invloed van zwemrecreatie op de phytoplanktonsamenvatting van heideplassen. Doctoraal onderwerp. 16p. Rijksuniversiteit Utrecht. Utrecht / Rivot, Zeist.
- Notenboom-Ram, E. (1981): Verspreiding en ecologie van de Branchiopoda in Nederland. Rapport 81/14. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 95p.
- Oosten, M.F. van (1964): Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 50 West Breda. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 79p. + bijl.
- Oosten, M.F. van (1987): Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 44 West Oosterhout. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 157p. + bijl.
- Oranjewoud (1998): De vennen verkend: kansen voor behoud en herstel van unieke Brabantse waarden. Rapport 98670-R-001. Oosterhout. 21p. + bijl. (inclusief CD).
- Oranjewoud (1999): Verdrogingsbestrijding Leemputten Dorst. Eindrapport 85427-R117. 66p. + bijl.
- Pahlplatz, R. & R. Haveman (2000): Vliegbasis Woensdrecht, inventarisatie natuurwaarden 1998. Adviesgroep vegetatiebeheer, IKC Natuurbeheer, Wageningen. 82p.
- Provincie Noord-Brabant (1993): Gegevens vegetatiekartering 1993. Directie Ecologie, 's-Hertogenbosch.
- Provincie Noord-Brabant (2002): Partiële herziening Waterhuishoudingsplan, 2003 - 2006. 's-Hertogenbosch. 212p. + bijl.
- Provincie Noord-Brabant (2004): Aardkundig waardevolle gebiedenkaart Noord-Brabant. 's-Hertogenbosch. 110p. + bijl.
- Provincie Noord-Brabant (2007): Natuurgebiedsplan 'West-Brabant'. Streefbeelden en subsidies voor natuur en landschap, behorende bij ontwerpbesluit 'Hernieuwde vaststelling natuurgebiedsplannen en beheersgebiedsplan Noord-Brabant en wijziging natuurgebiedsplannen en beheersgebiedsplan Noord-Brabant - wijzigingsprocedure 2007' april 2007. Vastgesteld 2 juli 2002; Laatst gewijzigd en geactualiseerd 26 september 2006.

- Reynolds, C. (2006): Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, New York. 535p.
- 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.
- Rijks, M. (2004): Richtlijnen herintroductie van soorten bij het Staatsbosbeheer. Intern document. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Scheffer, M. & J. Cuppen (2005): Vijver, sloot en plas. Tirion, Baarn. 237p.
- Schippers, J.W.F.M. (2007): Beheersoverzicht vennen defensie vliegbasis Woensdrecht. Ongepubliceerde notitie. Directie Zuid, Dienst Vastgoed Defensie, Ministerie van Defensie, Tilburg. 2p. + bijl.
- Schoof-van Pelt, M.M. (1973): Littorelletea: a study of the vegetation of some amphiphytic communities of Western Europe. Ph.D. thesis. Katholieke Universiteit, Nijmegen. 216p. + ann.
- Segers, C. & A. Stoker (2003): Planonderbouwing per terrein. Bijlage bij het subsidieaanvraagformulier voor de Regeling Effectgerichte Maatregelen in bossen en natuurterreinen. Plantloon. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland. 11p. + bijl.
- Sierdsema, H. (1995): Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. SBB-rapport 1995-1 / SOVON-onderzoeksrapport 1995/04. Staatsbosbeheer, Driebergen. SOVON, Beek-Ubbergen.
- Sloff, J.G. (1928): De plantengroei der Brabantsche vennen. *Natura* 27: 76-83.
- Smit, H. & H. van der Hammen (2000): Atlas van de Nederlandse watermijten (Acari: Hydrachnidia). Nederlandse Faunistische Mededelingen 13. European Invertebrate Survey – Nederland / Naturalis, Leiden. 272p.
- Smits, H. & V. Tromp (1988): Littorellion vegetatie in Nederland in historisch perspectief. Rapport 260. Vakgroep voor Aquatische Oecologie en Biogeologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen. 96p. + bijl.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006a): De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur, Bos en Landschap* 3(4): 5-11.
- Smolders, A., L. Lamers, E. Lucassen, G. van der Velde & J. Roelofs (2006b): Internal eutrophication: how it works and what to do about it - a review. *Chemistry and Ecology* 22: 93-111.
- Smulders, M.J.M., P.F.P. Arens, H.A.H. Jansman, J. Buiteveld, G.W.T.A. Groot Bruinderink, & H.P. Koelewijn (2006): Herintroduceren van soorten, bijplaatsen of verplaatsen: een afwegingskader. *Alterra-rapport 1390 / PRI-rapport 128*. 69p.
- Sparreboom, M. (red.) (1981): De amfibieën en reptielen van Nederland, België en Luxemburg. Balkema, Rotterdam. 284p.
- Spieksma, J.F.M., A.J. Dolman & J.M. Schouwenaars (1997): De verdamping van natuurterreinen. *Stromingen* 3: 5-16.
- Spoelstra, H. & A.J. Jacobse (2001): Saneringsonderzoek waterbodembodem Ven 2 Vliegbasis Woensdrecht. Arcadis Heidemij Advies B.V., 's-Hertogenbosch. 23p. + bijl.
- Stumpel, A.H.P. (2004): Reptiles and amphibians as targets for nature management. Proefschrift Wageningen Universiteit. 211p.
- Stuurman, R. & P. de Louw (2002): Ecohydrologische systeemanalyse van het Groote Meer bij Ossendrecht. TNO-rapport NITG 02-212-B. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geologie, Utrecht. 103p. + bijl.
- Stuurman, R., G. van Beusekom & J. Reckman (2001): Watersystemen in beeld: een beschrijving en kaarten van grond- en oppervlaktewatersystemen van Noord-Brabant. TNO-rapport NITG 00-10-A. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch. 67p.
- Summerfield, R.J. (1974): Biological flora of the British Isles: *Narthecium ossifragum* (L.) Huds. *The Journal of Ecology* 62: 325-339.
- Tack, A. & M.H. Jalink (2004): Ecohydrologisch systeemverkenning Regte Heide, Oude en Poppelsche Leij. Basisverkenningen Noord-Brabantse Natuur 1. Kiwa N.V., Nieuwegein. 20p.
- Teunissen, D. (1996): Problemen rond het 'opschonen' van vennen. *De Levende Natuur* 97: 236-239.
- Tjin A Lien, A. (1996): Toekomstvisie Meeven en Bloempjesven. Studentenverslag: Hoogeschool Zeeland, Vlissingen / Waterschap Het Scheldekwartier, Heerle. 58p. + bijl.
- Trommelen, J. (1998): De slag om het Uddelermeer is even uitgesteld. *De Volkskrant* (6 maart).
- Vanhecke, L., G. Charlier & L. Verelst (1981): Landschappen in Vlaanderen vroeger en nu: van groene armoede naar grijze overvloed. Nationale Plantentuin van België, Meise. 140p.
- Vercoutere, B. & P. De Becker (2004): Beenbreek: een analyse van de ecologische eisen van deze heideplant. *Natuur.focus* 3 (4): 112-119.

- Verdonschot, P.F.M. (1990): Ecological characterization of surface waters in the province of Overijssel. Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen. 255p.
- Voo, E.E. van der (1956): Het Galgenwiel. Excursierapport. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven.
- Voo, E.E. van der (1957a): Vennen in de Angora- of Buissche Heide. Excursierapport. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 3p.
- Voo, E.E. van der (1957b): Zwaluwmoer. Excursierapport. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 1p.
- Voo, E.E. van der (1957c): Ven in Galderse Moer. Excursierapport. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 1p.
- Voo, E.E. van der (1957d): Oude Zoek. Excursierapport. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 2p.
- Voo, E.E. van der (1957e): "Mosven" in de Woensdrechtse Heide. Excursierapport: Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 4p.
- Voo, E.E. van der (1957f): Meeven. Excursierapport. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 5p. + bijl.
- Voo, E.E. van der (1957g): Krochten (Staatsnatuurreservaat). Excursierapport. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Bilthoven. 3p.
- Voo, E.E. van der (1962): Het Galgenwiel in de gemeente Loon op Zand. Gorteria 1: 84-90.
- Wasscher, M. (2002): Valkeniersvennen 2002. Excursierapport. 1p.
- Waterschap Brabantse Delta (2005): Gebiedsplan Brabantse Delta. Breda. 208p.
- Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra (1987): Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties 2. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam. 304p.
- Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra (1991): Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties 4. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam. 317p.
- Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra (1994): Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties 5. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam. 400p.
- Wezel, J. van (1998): Problemen rond een ven. Verslag. Larenstein. 21p. + bijl.
- Wieberdink, G.L. (red.) (1991): Historische atlas Noord-Brabant: chromotopografische kaart des Rijks 1 : 25.000, 2e druk. Robas, Den Ilp.
- Wirdum, G. van (1991): Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift. Universiteit van Amsterdam. 310p.
- Wolters-Noordhoff Atlas Produkties (1990): Grote historische atlas van Nederland 1: 50 000. 4. Zuid-Nederland 1838-1857. Wolters-Noordhoff Atlas Produkties, Groningen. 127p.
- Zee, F. van der (1994): Natuur op defensieterrainen. Adviesgroep Vegetatiebeheer, Wageningen / Dienst Gebouwen. Werken en Terreinen, Den Haag. 48p.
- Zee, F. van der (1998): Methode monitoring defensieterrainen. Adviesgroep Vegetatiebeheer (IKC Natuurbeheer), Wageningen.
- Zoetemeyer, R.B., B.J. Lucas (2002): De OVB-viswatertypering deel 2: diepe wateren. Vis & Water magazine 2(1): 1-16.
- Zunderd, A. van (2002-2003): Eeuwenoude vennen in het Woensdrechtse landschap. Kroniek van de Heemkundekring Het Zuiderkwartier - Tijding 25(3), 26 (1,3): 52-55, 3-6, 43-47.

Bijlagen

Bijlage 1. Overzicht alle wateren

WHP = nummer van het vencomplex volgens het (provinciale) waterhuishoudingsplan (Provincie Noord-Brabant 2002), DVV-nr. = nummer volgens 'De vennen verkend' (Oranjewoud 1998). De kaartnummers zijn volgens de Topografische Atlas Noord-Brabant 1 : 25 000 (ANWB 2005).

Fase	Clus- ter	Naam ven of vencomplex	Naam ven	DVV- nr	x- oord	y- oord	Krt	Eigenaar	Integrale Gebiedsanalyse (IGA)
1 Natte natuurgebieden									
V14	1	Oude Buissche Heide	Oude Buissche Heide-O (ven 2)	mw007	98.6	387.4	86	Natuurmonumenten	Turfvaart-Bijloop
V14	1	Oude Buissche Heide	Oude Buissche Heide-W	mw008	97.8	387.3	86	Natuurmonumenten	Turfvaart-Bijloop
V14	1	Oude Buissche Heide	Ven t.N van Roosendaalse Baan (Adamsven)	mw009	97.8	387.0	86	Natuurmonumenten	Turfvaart-Bijloop
V14	1	Oude Buissche Heide	(abusievelijk Stekken)		98.9	387.4	86	Natuurmonumenten	Turfvaart-Bijloop
V14	1	Oude Buissche Heide	Stekken	mw010	97.7	386.7	107	Natuurmonumenten	Turfvaart-Bijloop
V10	2	Moseven	Moseven	bw027	82.5	380.6	104	DWB Newco BV	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	(Water)ranonkelven	bw028	83.4	380.3	104	Natuurmonumenten	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Leemputten Ossendrecht	bw022	83.4	381.0	104	Natuurmonumenten	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Kleine Meer	bw023	83.9	379.7	104	Cogels	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Kleine Meer, ten ZO van	bw029	83.9	380.6	104	Cogels	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Zwaluwmee, ten N van	bw030	83.5	380.3	104	Cogels	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Groote Meer	bw031	83.7	380.1	104	Natuurmonumenten	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Zwaluwmee	bw032	83.9	379.7	104	Cogels	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Ven t.ZO van Zwaluwmee	bw033	84.0	379.6	104	Cogels	Brabantse Wal
V11	2	Groote Meer e.o.	Zwarte Duin	bw034	84.0	380.1	104	Cogels	Brabantse Wal
V9	3	Kortenhoeff	Kortenhoeff-W (Wasven, ven 1)	bw020	82.9	381.6	104	Staatsbosbeheer	Brabantse Wal
V9	3	Kortenhoeff	Kortenhoeff-O (Bronven)	bw021	83.4	381.7	104	Staatsbosbeheer	Brabantse Wal
W19	9	Wielen Binnenpolder Capelle			128.4	411.4	20	Staatsbosbeheer	Oosterhout-Waalkijk
W19	9	Wielen Binnenpolder Capelle			128.0	411.4	20	Lee – Sars	Oosterhout-Waalkijk
W19	9	Wielen Binnenpolder Capelle	Labbegat		129.4	411.3	20	Ermsers	Oosterhout-Waalkijk
W19	9	Wielen Binnenpolder Capelle			130.6	411.1	21	Staatsbosbeheer	Oosterhout-Waalkijk
W19	9	Wielen Binnenpolder Capelle			130.9	411.1	21	Staatsbosbeheer	Oosterhout-Waalkijk
V33	10	van Regte Heide	Rietven	br083	130.5	391.0	93	N.-Brab. Landsch.	Oude Leij en Donge
V21	12	Goudberg	Goudbergven (Patersmoer)	mo009	114.9	390.2	89	Staatsbosbeheer	Chaaamse Beken
V21	12	Goudberg	Goudbergven, ten O van	mo010	114.9	390.4	89	Staatsbosbeheer	Chaaamse Beken
V20	13	Stribeekse Heide	Rondven	mo006	116.0	390.2	89	Staatsbosbeheer	Chaaamse Beken en Bovenmark
V20	13	Stribeekse Heide	Rondven, ten N van	mo008	114.8	392.2	89	Natuurmonumenten	Chaaamse Beken en Bovenmark
V20	13	Stribeekse Heide	Langven-W	mo013	115.7	391.4	89	Diac. Ned. Herv Gem	Chaaamse Beken en Bovenmark
V20	13	Stribeekse Heide	Langven-O	mo014	114.8	391.7	89	Staatsbosbeheer	Chaaamse Beken en Bovenmark
V20	13	Stribeekse Heide	Zwarte Goor	mo015	114.9	391.4	89	Staatsbosbeheer	Chaaamse Beken en Bovenmark
V19	14	Ganzeven	Ganzeven		111.3	392.3	88	Rommens	Bovenmark
OM6	17	Meander Notsel	Meander Notsel		113.2	393.5	89	Hooijdonk	Bovenmark
V16	18	Padvindervsven	Padvindervsven	mw004	104.0	393.4	87	Koens – v.d. Bempt	Turfvaart-Bijloop
W3	20	Wielen Haagse Dijk			104.9	404.7	39	WS Brabantse Delta	Noordrand-midden
W3	20	Wielen Haagse Dijk			104.8	404.4	39	Staatsbosbeheer	Noordrand-midden
W3	20	Wielen Haagse Dijk			104.6	403.9	39	Staatsbosbeheer	Noordrand-midden
W3	20	Wielen Haagse Dijk	Zandwiel		104.8	404.1	39	WS Brabantse Delta	Noordrand-midden
W3	20	Wielen Haagse Dijk			104.5	403.4	39	WS Brabantse Delta	Noordrand-midden
W3	20	Wielen Haagse Dijk			104.4	402.5	63	Staatsbosbeheer	Noordrand-midden
W3	20	Wielen Haagse Dijk	Rommesweeltje		104.6	402.8	63	Vermunt	Noordrand-midden
L2	20	Weimeren			106.9	404.9	39	Staatsbosbeheer	Noordrand-midden
L2	20	Weimeren			107.1	405.2	39	Staatsbosbeheer	Noordrand-midden
2 Overige wateren									
V13	1	Moergat	Moergat	mw006	97.4	388.6	86	Loon	Turfvaart-Bijloop
V7	4	Moerkantse Baan	ven aan Moerkantse Baan (Fonteinven)	bw016	83.7	385.8	104	Defensie	Brabantse Wal
V8	4	Vliegvelde Woensdrecht	Afgelaten ven (noordelijk ven, ven 2)	bw017	82.3	384.7	104	Defensie	Brabantse Wal
V8	4	Vliegvelde Woensdrecht	Kometeewuvsche ven (zuidelijk ven, ven 1)	bw018	82.2	384.2	104	Defensie	Brabantse Wal
V3	5	Zoomland	Zoomland-N	bw006	82.2	390.4	83	N.-Brab. Landsch.	Brabantse Wal
V3	5	Zoomland	Ven t.N. van de Zeezuiper	bw007	81.4	390.2	83	N.-Brab. Landsch.	Brabantse Wal
V3	5	Zoomland	Zeezuiper	bw008	82.4	389.5	83	Buiss. Str. ZW Nederl.	Brabantse Wal
V3	5	Zoomland	Zoomland-Z	bw009			83	N.-Brab. Landsch.	Brabantse Wal
V3	5	Zoomland	Keutelmee, ten NW van (Heideven)	bw010	82.2	389.7	83	N.-Brab. Landsch.	Brabantse Wal
V3	5	Zoomland	Keutelmee	bw011	82.4	389.4	83	Laane – v.Sasse v.Ysselt	Brabantse Wal
W1	6	Zwarte Wiel	Zwarte Wiel		79.7	397.2	58	W.-Brab. Landgoederen	Rietkreek
W4	7	Wielen bij Hoeve Willem Alexai	Wiel 1 - Gat vd Ham		110.0	412.5	17	A. Vos	Gat vd Ham
W4	7	Wielen bij Hoeve Willem Alexai	De Karekiet		110.1	412.8	17	L.P. Knoop	Gat vd Ham
V22	8	Leemputten bij Dorst	Noordelijk ven Nieuwe Leemputten (ven 1)	dg001	119.3	401.8	66	Staatsbosbeheer	Hultense en Grote Ley
V22	8	Leemputten bij Dorst	Zuidelijk ven Nieuwe Leemputten (ven 2)	dg001	119.7	401.3	66	Gem. Oosterhout	Hultense en Grote Ley
V22	8	Leemputten bij Dorst	Zwembad Surae	dg002	119.8	400.9	66	Staatsbosbeheer	Hultense en Grote Ley
V22	8	Leemputten bij Dorst	Lelievijver	dg002	120.0	400.9	66	Staatsbosbeheer	Hultense en Grote Ley
V22	8	Leemputten bij Dorst	Roelvijver	dg002	119.9	400.7	66		Hultense en Grote Ley
V22	8	Leemputten bij Dorst	Put St. Petrus	dg003	120.5	400.3	66		Hultense en Grote Ley
V34	10	Halve maan	Halve maan	br082	129.8	388.9	92	N.-Brab. Landsch.	
V23	11	Putven	Putven	br018	121.0	390.9	90	Staatsbosbeheer	Chaaamse Beken
V18	15	Schietterrein Mastbosch	Kogelvanger ven 1	mo001	112.4	396.3	64	Staatsbosbeheer	Bovenmark
V18	15	Schietterrein Mastbosch	Kogelvanger ven 2	mo001	112.5	396.1	64	Staatsbosbeheer	Bovenmark
V17	16	Stroomdalven	Stroomdalven Krabbenboschen-N		109.6	394.7	88	Kruif	Aa of Weerj
V17	16	Stroomdalven	Stroomdalven Krabbenboschen-Z		109.4	394.7	88	Kruif	Aa of Weerj
OM27	17	meander Krabbebossen			113.221	394.3	88	Dijkman	Aa of Weerj
OM27	17	meander Krabbebossen			109.8	394.5	88	Berg	Aa of Weerj
OM27	17	meander Krabbebossen			109.2	394.4	88	N.-Brab. Landsch.	Aa of Weerj
OM5	17	meander Schoondonk			109.4	394.7	88	N.-Brab. Landsch.	Bovenmark
M5	17	meer aan de Zwaantjesweg			111.3	393.5	88	Gem. Breda	Bovenmark
V15	19	De Krochten	De Krochten-W (grote ven)	mw012	104.2	384.1	108	Staatsbosbeheer	Aa of Weerj
V15	19	De Krochten	De Krochten-O	mw013	104.4	384.2	108	Staatsbosbeheer	Aa of Weerj
V15	19	De Krochten	De Krochten-Z	mw014	104.2	383.9	108	Staatsbosbeheer	Aa of Weerj
V5	21	Meeven	Meeven	bw012	80.6	386.2	104	N.-Brab. Landsch.	Brabantse Wal
V6	21	Bloempjesven	Bloempjesven	bw013	81.5	385.2	104	N.-Brab. Landsch.	Brabantse Wal
V25	22	Waalwijk	Lange Wiel	z001	135.8	409.8	44	Natuurmonumenten	Oosterhout-Waalkijk
V25	22	Waalwijk	Hoefven, Zwembad	z002	134.8	409.7	44	Natuurmonumenten	Oosterhout-Waalkijk
V25	22	Waalwijk	Plantloon, ven 2 (Kikkervan)	z003	134.5	409.5	44	Gemeente Waalkijk	Oosterhout-Waalkijk
V25	22	Waalwijk	Galgewiel	z004	134.0	409.4	44	Natuurmonumenten	Oosterhout-Waalkijk
V25	22	Waalwijk	IJsbaan Loonsche Duinen	z005	133.0	407.3	44	Natuurmonumenten	Oosterhout-Waalkijk
V24	22	Waalwijk	Lobellaven / Leikeven	dg007	130.8	402.4	68	Natuurmonumenten	Oosterhout-Waalkijk
OM28	23	meander Blaauwe Hoef			103.9	409.4	108	Boomkwekerij Mous	Aa of Weerj

Bijlage 2. Selectie van wateren voor herstel

Clus-ter	Korte naam van ven	x-coord	y-coord	Stand van zaken (vlgs offerte-aanvraag)	Deskundigen WS BD en Water en Natuur	Nieuwe Provinciaal Herstelplan	Eigenaar/beheerder	Herst. vlgs. eigen.	Draagvl. -eigen.	Verbetering haalb. op korte termijn	Ecologische urgentie	Eindoordeel
1 Natte natuurplek												
1	Oude Buis-sche Heide-O (ven 2)	98.6	387.4	-			vlakke kommen, weinig kansrijk	nee	nee	nee	nee	geen
1	Oude Buis-sche Heide-W	97.8	387.3	-			meer perspectief, hydrologisch inzicht gewenst	nee	ja	misschien, te onderzoeken	ja, er komen nog steeds bijzondere soorten voor	ja, onderzoek hydrologisch functioneren
1	Adamsven	97.8	387.0	-		opstellen herstel-plan verdroging en vermeting	hydrologisch inzicht gewenst	nee	ja	misschien, te onderzoeken	onbekend	ja, in samenhang met vorige ven
1		98.9	387.4	-								Meenemen in samenhang met vorige ven
1	Stekven	97.7	386.7		opschonen pas na verhoging grwst		kansrijk zuur ven, valt vaak droog, herstellen na verhoging grwst	nee	ja	nee, maar wel op langere termijn, na verhoging grwst	niet heel urgent, maar tzt wel wenselijk	ja, perspectief voor verhogen gws. Meenemen in samenhang met vorige ven
2	Moseven	82.5	380.6			maatregelen in onderzoek	herstelmaatregelen gaande, maar silblaag moet nog verwijderd worden	gedeelt.	ja	ja	niet heel urgent, maar tzt wel wenselijk	nee, maatregelplan al voldoende
2	(Water)ranonke lven	83.4	380.3	Herstelmaatregelen uitgevoerd door voorm. ws het Scheldekwartier			moore zeggeveldjes, bos eromheen wat uitdunnen	ja	ja	ja	niet urgent, wel op langere termijn nodig om dichtslibben te voorkomen	nog niet ivm plannen Grenspark aanpak pas in 2008 mogelijk
2	Leemputten Ossendrecht	83.4	381.0	Herstelmaatregelen uitgevoerd door voorm. ws het Scheldekwartier			veel zachtwatersrtn, kansrijk, sterk negatief beïnvloed door preivelden van Jagersrust. Die moeten weg.	nee	ja	nee	wel urgent om verdere achteruitgang te voorkomen	nog niet ivm plannen Grenspark aanpak pas in 2008 mogelijk
2	Kleine Meer	83.9	379.7	Wordt binnen NNP Groote meer en KRW schelde opgepakt		onderzoek verricht, in anti-verdrogings-project opnemen, problematiek van vervuilde inlaat is nog niet opgelost	sterk negatief beïnvloed door preivelden van Jagersrust. Die moeten weg. Ook drinkwaterwinning. Er werkt student aan.	nee	ja	nee	wel urgent om verdere achteruitgang te voorkomen	nog niet ivm plannen Grenspark aanpak pas in 2008 mogelijk
2	Kleine Meer, ten ZO van	83.9	380.6	Wordt binnen NNP Groote meer en KRW schelde opgepakt			Pal ten O. van dit ven ligt een oude vuilstortplaats, waarvan drainwater naar grondwater vloeit. Opruimen!	nee	ja	nee, wel op langere termijn (voorkomen eutrof. gebied)	nee, maar op langere termijn wel nodig	nog niet ivm plannen Grenspark aanpak pas in 2008 mogelijk
2	Zwaluwmeer, ten N van	83.5	380.3	Wordt binnen NNP Groote meer en KRW schelde opgepakt				nee	ja	ja	niet urgent	nog niet ivm plannen Grenspark aanpak pas in 2008 mogelijk
2	Groote Meer	83.7	380.1	Wordt binnen NNP Groote meer en KRW schelde opgepakt		wel genoemd, maar geen acties gespecificeerd	Peil 0,6 - 1 m te laag door water-winning. Deze moet worden stopgezet of er moet grw worden opgepomt en toegevoerd (alles door Evides te betalen). Nederl. en Belg. deel van Steertse Heide moet uit agrar. prod. worden genomen	nee	ja	nee	wel urgent om verdere achteruitgang te voorkomen	nog niet ivm plannen Grenspark aanpak pas in 2008 mogelijk
2	Zwaluwmeer	83.9	379.7	Wordt binnen NNP Groote meer en KRW schelde opgepakt			Zuur ven, bomen te dicht langs ven. Die kappen en struweel ontwikkelen	nee	ja	ja, voorkomt verlanding	nee, maar op langere termijn wel nodig	ja, bomen langs rand kappen
2	Ven t ZO van Zwaluwmeer	84.0	379.6	Wordt binnen NNP Groote meer en KRW schelde opgepakt			idem	nee	ja	ja, voorkomt verlanding	nee, maar op langere termijn wel nodig	ja, bomen langs rand kappen
2	Zwarte Duin	84.0	380.1	Wordt binnen NNP Groote meer en KRW schelde opgepakt			niets doen	nee	ja	nee	nee	geen maatregelen
3	Kortenhoeff-W (Wasven, ven 1)	82.9	381.6	SBB heeft herstelmaatregelen uitgevoerd			gegevens reeds bekend; na vorige rapportage begrazing met paarden stopgezet; geen aanvullende maatregelen nodig	ja	nee	nee	nee	geen maatregelen
3	Kortenhoeff-O (Bronven)	83.4	381.7	-			gegevens reeds bekend (nee); geen aanvullende maatregelen nodig	onb	nee	nee	nee	geen maatregelen
9		128.4	411.4			De wielen in dit gebied liggen in een gebied met waarschijnlijk hoge ecologische potenties (voedselarme kwel?). Ontwikkeling van deze waarden is alleen goed mogelijk als er niet meer of zeer beperkt gevist gaat worden en als het agrarisch gebruik wordt geextensiveerd.	Geen prioriteit	geen	nee			geen maatregelen
9		128.0	411.4					onb	onb.	onbekend	onbekend	geen maatregelen
9	Labbeget	129.4	411.3				eigenaar op startbijeenkomst formulier ingevuld	nee	ja	misschien: visserij niet verpacht, gebr. omgev. wordt geextensiv. Abiot. uitgangssit. gunstig	nee	ja
9		130.6	411.1				formulier: geen bijzonderheden vermeld. Geen prioriteit	onb	nee	onbekend	onbekend	geen maatregelen
9		130.9	411.1				Geen prioriteit	onb	nee	onbekend	onbekend	geen maatregelen
10	Rietven	130.5	391.0			Volgens AquaSense & Alterra (2005) zuur ven, niet erg kansrijk, wellicht kleinschalige maatregelen	onderzoek ontwik-kelingsmogelijkh. gewenst	nee	onb.	niet veel	nee	geen maatregelen, weinig kansrijk zuur ven
12	Goudbergven (Patersmoer)	114.9	390.2	-			gegevens reeds bekend: verwijderen hout drijft nog steeds van toepassing (niet wachten op strenge winter) ZEER BELANGRIJK	ja	ja	ja	hoog	Onderzoeken hoe hout op drijftil zsm kan worden verwijderd
12	Goudbergven, ten O van	114.9	390.4	Studie van TNO (2000): hierin geen herstelmaat. geformuleerd			gegevens niet bekend; in 2003/ 2004 opgeschoond/uitgebaggerd, oevers vrijgezet; geen aanvullende maatregelen nodig	ja	nee	nee	nee	geen maatregelen

Clus-ter	Korte naam ven	x-coord	y-coord	Stand van zaken (vlg's offerte-aanvraag)	Deskundigen WS BD en Water en Natuur	Nieuwe Provinciaal Herstelplan	Eigenaar/beheerder	Hersl. vlg's eigen.	Draagvl. verbetering haalb. op Ecologische urgentie	Eindoordeel			
13	Rondven	116.0	390.2	-	De vennen op de Stribeekse Heide zijn van nature zure vennen. Het bos tussen de vennen moet zoveel mogelijk worden gekapt om de vennen meer met elkaar te verbinden. Overzomerende Canadese ganzen zijn een probleem, maar aanpak hiervan moet op hoog niveau		gegevens reeds bekend, Veel last van Canadese ganzen	nee		geen maatregelen			
13	Rondven, ten N van	114.8	392.2	1e fase antivervrogings- maatr. uitgevoerd			In Stribeekse Heide bos tussen vennen vervangen door heide. Bos herplanten op reeds aangekochte voormalige landbouwgrond	nee			geen maatregelen		
13	Langven-W	115.7	391.4	1e fase antivervrogings- maatr. uitgevoerd			gegevens niet bekend. Veel last van Canadese ganzen	ja	nee	bos verwijderen/verplaatsen niet zeer urgent, maar op langere termijn wenselijk	geen maatregelen		
13	Langven-O	114.8	391.7	1e fase antivervrogings- maatr. uitgevoerd			gegevens reeds bekend. Veel last van Canadese ganzen	ja			geen maatregelen		
13	Zwarte Goor	114.9	391.4	-			gegevens reeds bekend	ja			geen maatregelen		
14	Ganzenven	111.3	392.3		maatregelen mogelijk: bos weg, vervroging			nee	ja	ja	niet urgent, wel wenselijk	ja, nader onderzoek maatregelen	
17	Meander Notsel	113.2	393.5		heeft goede kwaliteit			onb	onb.	nee	nee	geen maatregelen	
18	Padvinderven	104.0	393.4	-			geen verdere maatregelen noodzakelijk	ja	nee	nee	nee	geen maatregelen	
20		104.9	404.7		De wielen in dit gebied liggen mogelijk in een gebied met hoge ecologische potenties . Ontwikkeling van deze waarden is alleen goed mogelijk als er niet meer of zeer beperkt gevist gaat worden en als het agrarisch gebruik wordt geëxtensiveerd. Zandwiel herstellen i/v slechte waterkwaliteit: blauwalgenproblematiek		niet bekend om welk water het gaat					geen maatregelen	
20		104.8	404.4				niet bekend om welk water het gaat						geen maatregelen
20		104.6	403.9	volgens de coor-dinaten is dit het Zandwiel			formulier: verpacht als viswater, na 2000 gebaggerd, ambitie natuurontwikkeling laag	ja	niet echt	nee	nee		geen maatregelen
20	Zandwiel	104.8	404.1					onb	onb	onb	onb		geen maatregelen
20		104.5	403.4					onb	onb	onb	onb		geen maatregelen
20		104.4	402.5				niet bekend om welk water het gaat	onb	onb	onb	onb		geen maatregelen
20	Rommens-wieltje	104.6	402.8				formulier ingezonden: uitbaggeren: verlandt door bladval	nee	ja	waarsch.	kan desnoods wachten	ja Rommenswiel	
20		106.9	404.9				niet bekend om welk water het gaat. De putjes in dit gebied pas aanpakken als hele gebied eromheen natuurgebied is	onb	ja	waarsch. niet	niet urgent	geen maatregelen, eerst gebied eromheen op orde	
20		107.1	405.2				formulier: in 2007 wordt mede op basis IGA inrichtingsplan gemaakt. Wordt hierin meegenomen. De putjes in dit gebied pas aanpakken als hele gebied eromheen natuurgebied is	onb	ja	waarsch. niet	niet urgent	idem	
2 Overige wateren													
1	Moergat	97.4	388.6	-	verwijderen organische laag kansrijk		eigenaar op startbijeenkomst ingevuld	formulier nee	ja	nee, te veel omsloten door landbouw	nee	Heeft potenties voor ontw. als landbouw eromheen wordt geëxtensiveerd. Overlevings plannmaken	
4	ven aan Moerkantse Baan (Fonteinven)	83.7	385.8	-	STOWA kalsse I verzuring		Laatste 6 jaar om 2 jaar oevers afgeschaafd	ja	ja	nee	nee	geen maatregelen	
4	Afgelaten ven (noordelijk ven, ven 2)	82.3	384.7	DVD heeft plannen voor venherstel	Er zijn monitoringsgegevens van flora en fauna, elke 4 jaar. Die goed op een rijtje zetten en kijken of beheer moet worden bijgesteld		Ziet er vrij natuurlijk uit met diverse Rode-Lijstsoorten, volgens beheerder geen verdere maatregelen nodig	nee	ja	onbekend	onbekend	Noodzaak maatregelen bekijken: ja	
4	Kometeeuwsh e ven (zuidelijk ven, ven 1)	82.2	384.2	DVD heeft plannen voor venherstel naar aanleiding van opgetreden Chroom lozing	idem		Ca 1999 gebaggerd, volgens beheerder geen verdere maatregelen nodig	ja	ja	onbekend	onbekend	Noodzaak maatregelen bekijken: ja	
5	Zoomland-N	82.2	390.4	-		onderzoek herstel mogelijkheden vervroging gewenst	geen maatr. nodig	ja	ja	nee	nee	Geen maatregelen	
5	Ven t.N. van de Zeezuiper	81.4	390.2	-			geen maatr. nodig	onb	ja	nee	nee	Geen maatregelen	
5	Zeezuiper	82.4	389.5	Uitgevoerd, er speelt nog vervroging door diepe grondwater onttrekkingen, maar dit is moeilijk aan te pakken			geen maatr. nodig	ja	ja	nee	nee	Geen maatregelen	
5	Zoomland-Z			-			geen maatr. nodig	onb	ja	nee	nee	Geen maatregelen	
5	Keutelmeer, ten NW van (Heideven)	82.2	389.7				geen maatr. nodig	nee	ja	nee	nee	Geen maatregelen	
5	Keutelmeer	82.4	389.4	-			geen maatr. nodig	onb	ja	nee	nee	Geen maatregelen	
6	Zwarte Wiel	79.7	397.2		Onderzoeken welke mogelijkheden er zijn voor extensiveren landbouw in omgeving en herstel (baggeren, verwijderen opslag). Onderzoek hydrologie	op lange termijn wellicht ontwikkelingsmogelijkheden als intensiteit landbouw omgeving vermindert	zeer positieve respons. Natuuronw. wiel en omgeving (oligotr. pot.)	nee	ja	nee, wel op langere termijn	belangrijk, omdat dit een van de zeer wei-nige wielen in dit ge-bied is waar visrecht niet is verpacht en in beginsel voedselarme omgeving kan worden verkregen	Onderzoeken welke mogelijkh. er zijn voor extensiveren landbouw in omgeving en herstel (baggeren, verwijderen opslag). Onderzoek hydrologie	
7	Wiel 1 - Gat vd Ham	110.0	412.5		STOWA-beoord 2001: trofie 4. Nader onderzoek knelpunten en oplossingsmogelijkheden uitvoeren		formulier: geen planning	nee	ja	onbekend, waarsch. niet (karpers)	onbekend	Nader onderzoek knelpunten en oplossingsmogelijkheden uitvoeren	
7	De Karekiet	110.1	412.8		Nader onderzoek knelpunten en oplossingsmogelijkheden uitvoeren		formulier ingevuld (zelf lang niet geweest)	nee	ja	mogelijk wel, het lijkt alsof visrecht niet is verpacht	nee, maar op langere termijn wel wenselijk	Nader onderzoek knelpunten en oplossingsmogelijkheden uitvoeren	

Clus-ter	Korte naam ven	x-coord	y-coord	Stand van zaken (vlgs offerte-aanvraag)	Deskundigen WS BD en Water en Natuur	Nieuwe Provinciaal Herstelplan	Eigenaar/beheerder	Hersl. vlgs eigen.	Draagvl. eigen.	Verbetering haalb. op korte termijn	Ecologische urgentie	Eindoordeel
8	Noordelijk ven Nieuwe Leemputten (ven 1)	119.3	401.8	verdrogingsonderzoek uitgevoerd		verdrogingsonderzoek afgerond, onderzoek naar noodzaak uitbaggeren gewenst	gegevens reeds bekend; staat droog	nee	ja	onbekend	onbekend	ja
8	Zuidelijk ven Nieuwe Leemputten (ven 2)	119.7	401.3	verdrogingsonderzoek uitgevoerd		nader onderzoek naar oorzaak vertroebeling gewenst	gegevens reeds bekend; 2005/2006 vis afgevangen. Voor alsnog geen aanvullende maatregelen nodig	ja	ja	nee	nee	nee al hersteld
8	Zwembad Surae	119.8	400.9	verdrogingsonderzoek uitgevoerd			gegevens reeds bekend; afvang vis noodzakelijk; overdimensionering noordoever wenselijk; bosrand noordoever terugzetten	onb	ja	ja	niet heel urgent	Vis afvangen; oevers aanpassen, bos terugzetten
8	Lelievijver	120.0	400.9	Verdrogingsstudie afgerond			gegevens niet bekend; afvang vis noodzakelijk; overdimensionering oevers wenselijk; bosranden terugzetten	nee?	ja	ja	niet heel urgent	Vis afvangen; oevers aanpassen, bos terugzetten
8	Roeivijver	119.9	400.7	Verdrogingsstudie afgerond			gegevens niet bekend; afvang vis noodzakelijk; overdimensionering oevers wenselijk; bosranden terugzetten	nee?	ja	ja	niet heel urgent	Vis afvangen; oevers aanpassen, bos terugzetten
8	Put St. Petrus	120.5	400.3	Verdrogingsstudie afgerond			gegevens reeds bekend; waterschap maait jaarlijks uit	ja	ja	nww	nee	Geen maatregelen
10	Halve maan	129.8	388.9					onb	onb	onb	onbekend	NBL navragen?
11	Putven	121.0	390.9	-			gegevens reeds bekend; hout langs oevers afgezet;	ja	ja	nee	nee	Geen maatregelen, zuur ven met weinig ontwikkelingsmogelijkheden
15	Ven Kogelvanger 1	112.4	396.3	SBB heeft visie, anti-verdrogings-maatregelen zijn uitgevoerd		baggeren, plaggen oeverzone	gegevens niet bekend; oevers plaggen wenselijk; afvangen zonnebaars zeer wenselijk	nee	ja	ja	ja, zonnebaars verwoest fauna	Oevers plaggen; afvangen zonnebaars
15	Ven Kogelvanger 2	112.5	396.1	SBB heeft visie, anti-verdrogings-maatregelen zijn uitgevoerd		onderzoek naar verbeteringsmogelijkheden gewenst	gegevens reeds bekend; sanering van puin in 1 van de venputten; plaggen venoeves noodzakelijk; afvangen zonnebaars zeer wenselijk	ja	ja	ja	ja, idem	Sanering van puin; plaggen oevers; afvangen zonnebaars
16	Stroomdalvenn en Krabbenboschen	109.5	395.2			Waarschijnlijk verdroogd. Verbetering is integraal project. Pas daarna lokale herstelmaatregelen		onb	onb	nee	nee	Anti-verdrogingsmaatregelen nodig: ja
17		113.271	394.3			Coördinaten kloppen niet. Verbetering meanders heeft alleen zin als agrarisch gebruik omgeving wordt geëxtensiveerd		onb	onb	onb	onbekend	Beter uitzoeken wat wat is en inzicht in systemen krijgen: nee
17		109.8	394.5				formulier ingevuld:: i.g.st, andere meander dichtgeslibt	onb	onb	onb	onbekend	
17		109.2	394.4			Coördinaten kloppen niet. Verbetering meanders heeft alleen zin als agrarisch gebruik omgeving wordt geëxtensiveerd		onb	onb	onb	onbekend	
17		109.4	394.7			geen actie nodig, er zijn recent maatregelen uitgevoerd		ja	ja	nee	nee	Geen maatregelen
17		111.3	393.5					onb	onb	onb	onbekend	Meer info nodig: nee
19	De Krochten-W (grote ven)	104.2	384.1	-		grote potenties indien eutrof. landb. wordt gestopt	gegevens reeds bekend; geen aanvullende maatregelen nodig	nee	nee	nee	op langere termijn wel	Potenties worden onvoldoende uitgebuit. Vermindering eutrofiering landbouw nodig: ja
19	De Krochten-O	104.4	384.2	-			gegevens niet bekend; geen aanvullende maatregelen nodig	onb	nee	nee	nee	Geen maatregelen
19	De Krochten-Z	104.2	383.9	-			gegevens reeds bekend; geen aanvullende maatregelen nodig	ja	nee	nee	nee	Geen maatregelen
21	Meeven	80.6	386.2	Herstelmaatregelen uitgevoerd door NBL		onderzoek naar ontwikkelingsmogelijkheden gewenst	ca 2004 hersteld	ja	nee	nee	nee	ja ivm waterkwaliteit
21	Bloempjesven	81.5	385.2	-			maatregelen mogen niet	nee	nee	mogelijk wel, het lijkt alsof visrecht niet is verpacht	mogelijk	Geen maatregelen toegestaan
22	Lange Wiel	135.8	409.8	is waarschijnlijk zelfde als Galgenwiel		ligt in gebied Aa en Maas		onb	ja			nee buiten gebied WSBD
22	Hoefven, Zwembad	134.8	409.7	-				onb	ja	onb	onbekend	Misschien maatregelen
22	Plantloon, ven 2 (Kikkerven)	134.5	409.5	Herstelplan NM door WS bekriftiseerd		herstelplan kritisch bekijken (afgevallen voor OBN-subsidie)	als Nieuw Provinciaal Herstelplan	nee	ja	ja	ja	Herstelplan herzien: ja
22	Galgenwiel	134.0	409.4	Herstelplan NM door WS bekriftiseerd		herstelplan kritisch bekijken (afgevallen voor OBN-subsidie)	als Nieuw Provinciaal Herstelplan	nee	ja	ja	ja	Herstelplan herzien: ja
22	Ijsbaan Loonsche Duinen	133.0	407.3	-			zure infiltratiesplas met recreatie (honden/schaatsen). Geen maatregelen nodig	ja	ja	nee	nee	Geen maatregelen
22	Lobelaven / Leikeven	130.8	402.4	-			ontwikkelt zich heel goed, voorlopig geen extra maatregelen nodig	ja	ja			Geen maatregelen
23		103.9	409.4			geen actie nodig, wordt al aan gewerkt		onb	onb	ja	onbekend	ja (Louis Vriens vragen)

Bijlage 3. Fysisch-chemische gegevens

In de tabellen op de volgende bladzijden tabellen zijn de gemiddelden en de beschikbare aantallen waarnemingen van chemische gegevens en chlorofyl samengevat.

De Ionic Ratio: $IR = Ca / (Ca + Cl)$, waarin Ca en Cl in meq/l, is samen met het elektrisch geleidingsvermogen een goede maat voor de herkomst van het water. In zeewater en regenwater (verdund zeewater) is de IR laag, in gerijpt grondwater is de IR (Van Wirdum 1991).

Jaargemiddelden van totaal-stikstof van 1 mg/l en hoger en van totaal-fosfaat van 0,04 mg/l en hoger zijn **vet** gedrukt. Dat zijn de benaderde grenswaarden voor een goede kwaliteit van vennen en wielen (Grontmij | AquaSense en Alterra 2005). Heinis & Evers 2007).

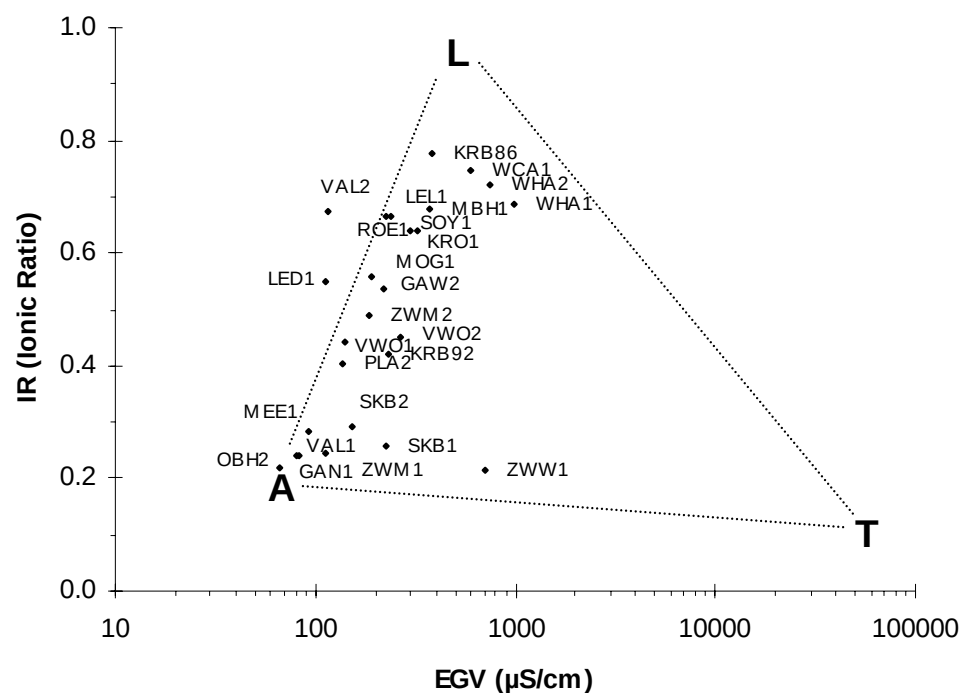
Bron	Referentie*		Nr	Referentie
T	Temperatuur	oC	1	Waterschap Brabantse Delta
Chl-a	Chlorofyl-a	ug/l	2	Nieser (1964)
Zicht	Zichtdiepte	m	3	AquaSense (1996),
O2	Zuurstof	mg/l	4	G.H.P Arts (ongep.)
ZVP	Zuurstof	%	5	H. van Dam (ongep.),
pH	Zuurgraad (pH)	.	6	Van Heusden & Meyer (1948)
EGV	Geleidbaarheid	uS/cm	7	Redeke & De Vos (1932)
alk.	Alkaliniteit	meq/l	8	I. Ledegen (pers. med.)
BZV	Biochem. zuurstofverbr.	mg/l	9	Grontmij AquaSense & Alterra (2005)
NH4-N	Ammoniumstikstof	mg/l	10	Van Beers (1997)
NH3-N	Vrij ammoniakstikstof	mg/l	11	Bijkerk (2000)
NO2-N	Nitrietstikstof	mg/l	12	Dekkers e.a. (1997)
NO3-N	Nitraatstikstof	mg/l	13	Cuppen (1985)
tN	Totaal stikstof	mg/l	14	Beets (2004)
oP	Orthofosfaat	mg/l	15	Dekkers e.a. (2005)
tP	Totaal fosfaat	mg/l		
Dr.rst	Droogrest	%		
HCO3	Bicarbonaat	mg/l		
SO4	Sulfaat	mg/l		
Cl	Chloride	mg/l		
Ca	Calcium	mg/l		
K	Kalium	mg/l		
Mg	Magnesium	mg/l		
Na	Natrium	mg/l		
Fe	IJzer	mg/l		
IR	Ionic Ratio			

	Locatie	Nr	Afk	Bron*	Jaar	T	Chl-a	Zicht	O2	ZVP	pH	EGV	alk.	BZV	NH4-N	NH3-N	NO2-N	NO3-N	IN	eP	iP	Dr.rst	HCO3	SO4	Cl	Ca	K	Mg	Na	Fe	IR		
Natte natuurepels																																	
1	Oude Buissche Heide ven 2	221610	OBH2	3	1995	13	28	0.6	10.6	105	5.2	78	0.03	2.5	0.17		0.011	0.15	1.6	0.02	0.05	2	1	11	10	1	1	1	4	0.21			
				1	2003	15	3	0.2	9.9	99	5.0	50	0.02	1.3	0.16		0.005	0.11	0.9	0.01	0.02	5	1	6	6	1	1	1	4	0.24			
				1	2007	7		0.3	10.0	82	4.8	70	0.00	1.0	0.50		0.005	0.10	1.4	0.01	0.01	3	0	8	7	1	2	1	4	0.22			
2	Zwaluwmoer		ZWM2	7	1928							± 5.0																					
				6	1947						6.0								0.02														
				4	1985						3.9	243	0.00		0.08				0.80		0.01						35	16**		7	5	15	
				8	2005	13				4.5	133									0.03		0	74	26	14	7	5				0.49		
2	Ven t.Z.v. Zwaluwmoer	910118	ZWM1	1	1999	13	16	0.3	3.5	32	5.3	156	0.02	2.6	1.46	0.002	0.007	0.14	4.5	0.03	0.08	4	1	18	17	2	4	2	10	0.18			
				1	2003	13	4	0.3	6.6	61	4.6	98	0.00	1.9	0.49		0.005	0.09	1.4	0.01	0.05	5	0	12	10	2	1	1	6	0.23			
				1	2005	11	16	0.2	9.6	85	4.5	86	0.04	2.0	0.19		0.005	0.07	1.2	0.01	0.02	6	2	10	7	2	0	1	5	0.32			
9	Wiel 1 bij Capelle (Labbeget)	590930	WCA1	3	1995	15	48	0.7	6.6	69	7.6	604	4.59	4.0	0.29	0.003	0.017	0.33	2.5	0.03	0.23		280	15	53	70	3	9	34	0.70			
				1	1999	13	40	0.4	8.9	83	7.5	606	4.81	3.9	0.33	0.002	0.015	0.31	2.7	0.02	0.11	4	293	12	44	80	4	12	28	0.76			
				1	2003	12	47	0.3	7.7	67	7.6	591	4.39	3.9	1.06	0.008	0.020	0.26	3.0	0.02	0.09	6	268	9	46	75	4	12	28	0.74			
14	Ganzenven	210707	GAN1	2	1964							3.9	93	0.39?		0.02		0.000	0.00		0.03	24?	18	17	4					0.29			
				5	1982						4.3	96	0.00		4.17			0.07		0.06		0	16	11	2	2	1	5		0.22			
				1	2002	13		0.3	6.3	60	6.1	57	0.06	11.7	0.22	0.001	0.011	0.15	3.1	0.01	0.21	17	4	14	6	1	2	1	3	0.20			
Overige locaties																																	
1	Moergat	221309	MOG1	1	1995	12	3	0.5	2.7	25	6.4	225	0.54	3.1	2.55	0.007	0.020	0.13	5.6	0.15	0.38	3	33	38	23	14	7	4	12	0.53			
				1	2003	12	51	0.6	2.9	26	6.3	184	0.28	8.4	0.70	0.001	0.011	0.08	3.0	0.11	0.28	15	17	12	8	7	4	2	5	0.3			
				1	2007	8		0.7	5.0	43	6.1	165	0.33	5.0	1.55		0.010	0.05	4.0	0.32	0.43	9	20	29	17	12	7	4	10	0.3			
4	Mosven	910115	VWO1	1	1995	14	47	0.4	9.9	100	7.6	159	0.34	3.8	0.11	0.002	0.019	0.30	2.2	0.03	0.13	17	21	26	19	11	3	1	12	0.50			
				1	2003	14	32	0.5	11.9	113	7.6	120	0.24	8.4	0.12	0.004	0.006	0.07	1.8	0.01	0.10	19	14	11	17	7	2	1	12	0.43			
				1	2004	11		0.8	11.1	113	8.1	150										15											
				1	2005	13	112	0.4	12.0	113	8.3	128	0.33	11.9	0.05	0.009	0.010	0.05	2.1	0.02	0.07	41	20	7	17	6	3	1	11	0.4			
4	Algelaten ven	910116	VWO2	1	1995	14	7	0.7	7.5	74	6.0	571	0.15	1.0	3.36	0.005	0.019	0.33	5.2	0.01	0.04	3	9	26	144	60	5	5	18	0.42			
				1	2003	14	78	0.6	10.8	104	7.3	98	0.16	5.5	0.32	0.002	0.006	0.09	1.8	0.01	0.12	8	10	9	13	7	2	1	7	0.3			
				1	2005	13	18	0.5	9.7	91	7.0	122	0.16	2.7	0.12	0.001	0.021	0.13	1.3	0.01	0.06	4	10	14	14	7	3	1	8	0.6			
6	Zwarte Wiel	310213	ZWW1	1	1995	19	29	0.9	9.0	96	7.5	650	1.16	5.0	0.10	0.006	0.010	0.50	2.4	0.01	0.11	3	71	57	112	20	14	13	98	0.24			
				1	1997	13	24	0.9	7.5	70	7.4	751	1.63	3.4	0.44	0.002	0.023	0.42	2.7	0.08	0.21	3	99	74	133	20	15	24	84	0.21			
				1	2005	12	27	0.8	7.9	73	7.3	691	1.31	2.6	0.23	0.001	0.009	0.25	1.7	0.08	0.14	4	80	75	112	16	15	11	96	0.2			
7	Wiel 1 Gat vd Ham	690401	WHA1	1	1995	11		0.9	9.3	84	7.4	980	7.21	2.0	0.40	0.002	0.030	1.70	3.3	0.01	0.04	3	440	30	98	150	4	21	68	0.73			
				1	2001	13	28	1.1	7.4	71	7.9	1011	7.08	2.7	0.90	0.012	0.029	0.83	3.0	0.01	0.05	4	432	19	106	110	15	21	71	0.4			
				1	2006	13	27	1.1	7.3	71	7.8	965	6.90	3.0	0.95	0.010	0.010	0.21	2.2	0.01	0.05	6	421	11	102	124	6	22	76	0.4			
7	Wiel 2 De Karekiet	690403	WHA2	1	2006	17	16	1.1	7.9	84	8.0	741	5.54	2.3	0.13	0.005	0.009	0.13	1.3	0.01	0.04	4	338	16	65	94	5	17	65	0.2			
				9	1987						6.4		0.23																				
				9	1994						5.2		0.10																				
8	Noordelijk ven Nieuwe Leemputten (ven 1)	120017	LED1	9	1987							6.4		0.23																			
				9	1994						5.2		0.10																				
				1	1995	15	11	1.0	9.2	96	7.8	215	0.96	2.3	0.11	0.004	0.010	0.08	1.1	0.01	0.05	3	59	30	15	23	4	6	7	0.74			
				1	1999	13	7	0.8	10.3	97	7.5	128	0.23	2.3	0.16	0.002	0.005	0.05	1.4	0.01	0.05	3	14	17	9	8	5	3	6	0.6			
				1	2001	12	275	0.5	10.3	94	7.8	67	0.24	10.6	0.09	0.002	0.005	0.09	1.9	0.02	0.14	13	14	9	10	4	3	2	3	1.8			
				1	2003	13	62	0.6	10.4	98	7.2	83	0.17	5.3	0.56	0.004	0.012	0.08	1.8	0.03	0.12	37	10	12	8	4	3	2	4	5.0			
				1	2006	8	1	0.7	11.0	94	6.4	75	0.10	0.8	0.05		0.005	0.05	0.4	0.01	0.02	5	6	12	5	4	4	2	4	0.4			
				1	1993	20		0.6	10.0	109	8.5	346				0.07	0.027	0.005	0.05	1.7	0.01	0.09	43										
				1	1994	18	43	0.9	10.3	109	8.5	287				0.12	0.014	0.013	0.07	0.9	0.01	0.03	13										
8	Zwembad Surae	120008	SUR2	1	1996	18	14	1.2	9.6	101	8.3	319				0.17	0.025	0.007	0.15	3.3	0.01	0.08	10										
				1	1997	20	15	1.2	9.9	108	8.7	295				0.17	0.046	0.012	0.07	1.2	0.02	0.05	7										
				1	1998	19	14	1.2	10.1	108	8.4	312	0.63			0.33	0.018	0.008	0.05	2.4	0.04	0.05	3	38									
				1	1999	20	12	1.3	9.8	108	8.3	263				0.08	0.019	0.013	0.05	0.8	0.02	0.04	15										
				1	2000	19	10	1.5	10.1	107	8.4	245				0.20	0.021	0.005	0.05	1.4	0.01	0.04	3										
				1	2001	18	8	1.2	10.0	105	8.4	200																					
				1	2002	20	14	1.9	10.8	83	224																						
				1	2003	20	1.5	9.8	106	8.4	200																						
				1	2004	18	1.5	10.2	108	8.4	224																						
8	Lelievijver	120020	LEL1	1	1998	18	14	1.4	8.7	89	7.7	261	0.47	1.9	0.05	0.000	0.010	0.10	0.8	0.01	0.06	3	29	40	16	18	2	5	8	0.2			
				1	2001	12	14	1.2	8.7	82	7.5	191	0.53	1.9	0.07	0.002	0.005	0.09	0.9	0.01	0.04	3	33	40	16	18	2	5	8	0.1			
				1	2001	13	4	1.4	9.2	97	7.9	271	0.46	0.8	0.10	0.002	0.006	0.13	0.8	0.01	0.02	3	28	44	17	19	2	6	8	0.4			
8	Roelvijver	120021	ROE1	1	1998	18	4	1.4	9.2	97	7.9	271	0.46	0.8	0.10	0.002	0.006	0.13	0.8	0.01	0.02	3	28	44	17	19	2	6	8	0.1			
				1	2001	13	4	2.4	10.2	93	7.8	207	0.54	0.8	0.10	0.002	0.006	0.13	0.8	0.01	0.02	3	33	44	17	19	2	6	8	0.1			
				1	2001	13	4	2.4	10.2	93	7.8	207	0.54	0.8	0.10	0.002	0.006	0.13	0.8	0.01	0.02	3	33	44	17	19	2	6	8	0.1			
15	Kogelvanger ven 1	210901																															

Aantal waarnemingen																																	
Cl.	Locatie	Nr	Jaar	T	CH1-a	Zicht	O2	ZVP	pH	EGV	alk.	BZV	kN	NH4-N	NH3-N	NO2-N	NO3-N	IN	eP	IP	Dr.rst	HCO3	SO4	Cl	Ca	K	Mg	Na	Fe	IR			
Natte natuurplekels																																	
1	Oude Buissche Heide ven 2	221610	1995	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6		6	6	6	6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
			2003	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6		6	6	6	6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
			2007	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Zwaluwoer		1928						1																								
			1947						1	1									1	1					1	1							
			1985							1	1			1								1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			2005	1					1	1											1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	Ven t.Z.v. Zwaluwoer	910118	1999	12	8	12	12	12	12	12	9	12	12	12		2	12	12	12	12	12		9	12	12	10	10	10	10	10	10		
			2003	8	5	8	8	8	8	8	6	8	8	8			8	8	8	8	8		6	8	8	6	6	6	6	6	6	6	
			2005	7	3	7	7	7	7	7	5	6	7	7			7	7	7	7	7		5	7	7	5	5	5	5	5	5	5	
			2006	12	9	12	12	12	12	12	8	12	12	12			12	12	12	12	12		8	12	12	8	6	6	6	6	6	6	
9	Wiel 1 bij Capelle (Labbeget)	590930	1995	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8		8	8	8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
			1999	12	7	12	12	12	12	12	6	12	12	12		12	12	12	12	12		6	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	
			2003	12	7	12	12	12	12	12	9	12	12	12		12	12	12	12	12		9	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9	
			2006	12	9	12	12	12	12	12	8	12	12	12		12	12	12	12	12		8	12	12	8	6	6	6	6	6	6	6	
14	Ganzenven	210707	1964						1	1	1			1			1	1		1			1	1	1	1					1		
			1982						1	1	1			1					1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			2002	11		11	11	11	11	11	7	11	11	11		2	11	11	11	11	11		7	11	11	8	8	8	8	8	8	8	
Overige locaties																																	
1	Moergat	221309	1995	11	7	11	11	11	11	11	11	11	11	11		5	11	11	11	11	11		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
			2003	11	7	11	11	11	11	11	11	9	11	11	11		4	11	11	11	11	11		9	11	11	9	9	9	9	9	9	
			2007	2		2	2	2	2	2	1	2	2	2		2	2	2	2	2		1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Mosven	910115	1995	11	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11		11	11	11	11	11		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11		
			2003	12	7	12	12	12	12	12	10	12	12	12		12	12	12	12	12		10	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	
			2004	1		1	1	1	1	1																							
			2005	12	6	12	12	12	12	12	6	8	12	12		12	12	12	12	12		6	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	
4	Afgelaten ven	910116	1995	11	7	10	11	11	11	11	11	11	11	11		3	11	11	11	11	10		11	11	11	11	11	11	11	11	11		
			2003	12	7	12	12	12	12	12	10	12	12	12		12	12	12	12	12		10	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	
			2005	12	6	12	12	12	12	12	6	12	12	12		10	12	12	12	12		6	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	
6	Zwarte Wiel	310213	1995	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
			1997	11	6	11	11	11	11	11	9	11	11	11		11	11	11	11	11		9	11	11	8	8	8	8	8	8	8	8	
			2005	12	6	12	12	12	12	12	6	12	12	12		12	12	12	12	12		6	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	
7	Wiel 1 Gat vd Ham	690401	1995	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
			2001	12	7	12	12	12	12	12	12	12	12	12		12	12	12	12	12		12	12	12	10	10	10	10	10	10	10		
			2006	12	8	12	12	12	12	12	8	12	12	12		12	12	12	12	12		8	12	12	8	6	6	6	6	6	6	6	
7	Wiel 2 De Karekiet	690403	2006	8	6	8	8	8	8	8	6	8	8	7		8	8	8	8	8		6	8	8	6	5	5	5	5	5	5	6	
8	Noordelijk ven Nieuwe Leemputten (ven 1)	120017	1987						1	1												1											
			1994							1	1												1										
			1995	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10		9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
			1999	12	8	12	12	12	12	12	9	12	12	12		12	12	12	12	12		9	12	12	9	9	9	9	9	9	9		
			2001	9	5	9	9	9	9	9	8	9	9	9		9	9	9	9	9		8	9	9	8	8	8	8	8	8	8		
			2003	12	7	12	12	12	12	12	9	12	12	12		12	12	12	12	12		9	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9	
8	Zwembad Surae	120008	2006	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
8	Zwembad Surae	120008	1993	9		9	9	9	9	6																							
			1994	8	3	8	8	8	8	8				3	3		3	3	3	3	3												
			1995	12	3	12	12	12	12	12				3	3		3	3	3	3	3												
			1996	11	3	11	11	11	10	11				3	3		3	3	3	3	3												
			1997	11	3	11	11	10	11	11				3	3		3	3	3	3	3												
			1998	13	2	13	12	12	13	13	9			2	2		2	2	2	2	2			9			9						
			1999	13	2	13	13	13	13	13				2	2		2	2	2	2	2												
			2000	12	12	12	12	12	12	12				12	12		12	12	12	12													
			2001	11		11	10	10	11	11																							
			2002	11		11	11	11	11	11																							
			2003	7		7	7	7	7	7																							
			2004	7		7	7	7	7	7																							
			2005	8	3	8	8	8	10	8				3	3		3	3	3	3	3												
			2006	7		7	7	7	7	7																							
			8	Lelievijver	120020	1998	9	1	9	8	8	9	9	9	1	1		1	1	1	1	1		9			9						
						2001	12	7	12	12	12	12	12	10	12	12	12		12	12	12	12	12		10	12	12	10	10	10	10	10	10
2002	9	1				9	8	8	9	9	9	9	1	1		1	1	1	1	1		9			9								
2007	2	7				12	12	12	12	12	10	12	12	12		12	12	12	12	12		10	12	12	10	10	10	10	10	10	10		
8	Roelvijver	120021	1998	9	1	9	8	8	9	9	9	1	1		1	1	1	1	1		9			9									
			2001	2	7	12	12	12	12	12	10	12	12	12		12	12	12	12	12		10	12	12	10	10	10	10	10	10			
			2002	9	1	9	8	8	9	9	9	9	1	1		1	1	1	1	1		9			9								
			2007	2	7	12	12	12	12	12	10	12	12	12		12	12	12	12	12		10	12	12	10	10	10	10	10	10			
15	Kogelvanger ven 1	210901	1995	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7		7	7	7	7	7		7	7	7										

Bijlage 4. Diagram elektrisch geleidingsvermogen – IR

In onderstaand diagram, volgens Van Wirdum (1991), zijn de gemiddelden van het elektrische geleidingsvermogen en de Ionic Ratio uit Bijlage 3 tegen elkaar uitgezet. De locaties zijn met de daarin genoemde afkortingen gemerkt. De hoekpunten (**A**: atmosferisch [regen]water, **L** lithoclien [grond]water en **T** thalassioclien [zee]water) zijn door lijnen verbonden.



Bijlage 5. Zware metalen en bestrijdingsmiddelen

In onderstaande tabel zijn de gegevens van de in Hoofdstuk 5 besproken locaties samengevat.

Niet opgenomen zijn de gemiddelden en aantallen waarnemingen van de organische microverontreinigingen VOX, cholineesteraserem., naftaleen (lc), fenanthreen, anthraceen, fluorantheen, benzo(a)anthraceen, chryseen, benzo(k)fluoranth., benzo(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen, som 16 EPA-PAK's, alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, dieldrin, endrin, alfa-endosulfan, daar deze steeds beneden de betreffende MTR-waarden uit de Vierde Nota Waterhuishouding liggen.

Overschrijdingen van de MTR-waarden zijn **vet** gedrukt.

Locatie nr.	Locatie naam	Jaar	Gemiddelden zware metalen (ug/l)							Gemiddelden bestrijdingsmiddelen (ng/l)							Aantal waarnemingen (n)												
			Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	hepta-chloor	hepta-Cl epox.	aldrin	DDE	DDD	DDT		Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	hepta-chloor	hepta-Cl epox.	al-drin	DDE	DDD	DDT
	MTR		2.0	84	3.8	1.20	220	6.3	40	0.5	0.5	2	0.4	0.5	0.9														
221309	Moergat	2003	0.17	4	2.3	0.06	3	4.3	18								3	3	3	3	3	3	3						
221309	Moergat	2007	0.10	1	1.0	0.02	3	2.5	25								1	1	1	1	1	1	1						
910115	Mosven	2003	0.10	1	3.6	0.02	3	2.5	18								4	4	4	4	4	4	4						
910115	Mosven	2004	0.10	23	2.0		3	2.5	14								1	1	1		1	1	1						
910115	Mosven	2005	0.10	14	2.5	0.02	3	2.5	6								4	4	4	4	4	4	4						
910116	Afgelaten ven	2003	1.30	11	6.0	0.05	7	9.4	35								4	4	4	4	4	4	4						
910116	Afgelaten ven	2005	1.08	12	2.8	0.02	5	12	48								4	4	4	4	4	4	4						
310213	Zwarte Wiel	1995	0.05	1	3.0	0.03	2	0.5	5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
310213	Zwarte Wiel	1997	0.05	1	1.5	0.02	12	1.0	6	0.5	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
310213	Zwarte Wiel	2005	0.25	4	1.0	0.02	3	2.5	5								4	4	4	4	4	4	4						
690401	Wiel 1 Gat vd Ham	2001	0.23	4	2.1	0.02	4	2.5	5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.6		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
690401	Wiel 1 Gat vd Ham	2006	0.10	2	4.0	0.02	3	2.5	2								4	4	4	4	4	4	4						
690403	Wiel 2 De Karekiet	2006	0.10	2	1.3	0.02	3	2.5	2								3	3	3	3	3	3	3						
120017	Nw Leemputten N-1	1999	0.09	1	1.3	0.04	1	14	15	0.5	1.0	0.5	1.1	1.0	1.0		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
120017	Nw Leemputten N-1	2001	0.18	2	2.5	0.06	3	6.1	7	0.9	1.4	5.4	1.0	1.0	1.6		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
120017	Nw Leemputten N-1	2003	0.18	6	6.5	0.06	8	14	28								4	4	4	4	4	4	4						
120017	Nw Leemputten N-1	2006	0.15	6	3.0	0.08	3	21	40								2	2	2	2	2	2	2						
120020	Lelievijver	2001	0.10	2	4.8	0.02	3	2.5	6	0.5	1.3	0.5	1.0	1.0	1.0		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
120021	Roeivijver	2001	0.10	6	3.9	0.02	3	3.4	9	0.6	1.3	0.6	1.3	1.3	1.3		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
210901	Kogelvanger ven 1	2001	0.20	4	9.6	0.12	6	8.8	30	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.3		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
210901	Kogelvanger ven 1	2003	0.38	2	20.0	0.12	24	5.1	58								4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
210901	Kogelvanger ven 1	2007	0.10	1	7.0	0.02	6	2.5	66								1	1	1	1	1	1	1						
210902	Kogelvanger ven 2	2001	0.13	4	5.4	0.02	5	3.4	8	0.6	1.1	0.5	1.0	1.0	1.1		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
210902	Kogelvanger ven 2	2003	0.25	2	1.5	0.04	10	2.5	16								4	4	4	4	4	4	4						
210902	Kogelvanger ven 2	2007	0.10	1	3.0	0.02	8	2.5	12								1	1	1	1	1	1	1						
221901	Krabbenboschen-N	2001	1.60	4	7.0	0.05	6	11	180	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
221901	Krabbenboschen-N	2002	2.0	3	3.8	0.03	10	11	295								2	2	2	2	2	2	2						
221901	Krabbenboschen-N	2007	2.5	1	11.0	0.02	3	12	230								1	1	1	1	1	1	1						
221902	Krabbenboschen-Z	2001	0.33	4	3.6	0.05	4	3.9	55	0.6	1.3	0.6	1.0	1.0	1.6		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
221902	Krabbenboschen-Z	2002	0.10	5	2.9	0.07	3	5.9	32								4	4	4	4	4	4	4						
221902	Krabbenboschen-Z	2007	0.40	1	5.0	0.02	3	2.5	80								1	1	1	1	1	1	1						
220301	De Krochten	2003	0.13	1	1.5	0.02	3	3.8	18								4	4	4	4	4	4	4						
820205	Meeven	1998	0.09	1	1.5	0.07	1	3.0	14	0.5	1.0	0.8	1.3	1.0	1.0		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
820205	Meeven	2001	0.10	5	2.3	0.15	3	3.7	20	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0		3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
820205	Meeven	2005	0.30	13	2.0	0.04	3	3.9	8								4	4	4	4	4	4	4						
591001	Kikkerwiel	1999	0.08	1	0.8	0.05	1	6.8	21	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
591001	Kikkerwiel	2003	0.25	2	1.5	0.07	9	6.9	19								4	4	4	4	4	4	4						
591001	Kikkerwiel	2006	0.10	3	1.0	0.04	3	2.5	10								4	4	4	4	4	4	4						
590104	Galgenwiel-oost	2000	0.15	2	5.3	0.02	3	12	12								4	4	4	4	4	4	4						
220021	Meander Blauwe Hoef	1994	0.10	1	9.0	0.02	1	13	5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1