

OBN-project: "Invloed van aantasting en herstel op de faunadiversiteit in een complex landschap. Case studie: Korenburgerveen"

Tussenrapport maart 2004

Wilco C.E.P. Verberk & Hans Esselink



In opdracht van:

Expertisecentrum LNV

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

OBN-project:

"Invloed van aantasting en herstel op de faunadiversiteit in een complex landschap, Case studie: Korenburgerveen. 2^e fase"

Tussenrapportage maart 2004

Wilco C.E.P. Verberk
Hans Esselink



In opdracht van:
Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Voorkant

Achtergrond: Korenburgerveen e.o. in historische tijden.

Inzet: Een gebufferde, voedselrijke bomkrater (monsterpunt 14) op 12 september 2003.

Inhoudsopgave

1	SAMENVATTING	3
2	INLEIDING	4
3	DOELSTELLING	5
4	ONDERZOEKSOPZET	6
5	RESULTATEN	7
5.1	RESULTATEN: MICROHABITATGEBRUIK VAN WATERMACROFAUNA SOORTEN	7
5.1.1	<i>Inleiding Microhabitatgebruik</i>	7
5.1.2	<i>Doel Microhabitatgebruik</i>	7
5.1.3	<i>Opzet Microhabitatgebruik</i>	7
5.1.4	<i>Tussenresultaten Microhabitatgebruik</i>	8
5.2	RESULTATEN: VERANDERINGEN IN OMGEVINGSCONDITIES.....	12
5.2.1	<i>Inleiding Omgevingscondities</i>	12
5.2.2	<i>Doel Omgevingscondities</i>	14
5.2.3	<i>Opzet Omgevingscondities</i>	14
5.2.4	<i>Tussenresultaten: Omgevingscondities - Gradiënten</i>	14
5.2.5	<i>Tussenresultaten: Omgevingscondities - Fysisch-chemische veranderingen door maatregelen</i> ..	16
6	VERVOLG	19
7	LITERATUUR	20

1 Samenvatting

Dit rapport bespreekt de belangrijkste tussenresultaten die behaald zijn in het project "Invloed van aantasting en herstel op de faunadiversiteit in een complex landschap, Case studie: Korenburgerveen. 2^e fase". Dit project betreft een case studie in het Korenburgerveen om kennis op te doen over de effecten van herstelmaatregelen op de (watermacro)fauna in complexe landschappen. Onderdeel hiervan is nagaan wat de betekenis is van heterogeniteit voor de (watermacro)fauna.

De eerste resultaten over het microhabitatgebruik geven aan dat de verschillen tussen soortgroepen voor wat betreft het gebruik van de verschillende microhabitats (oever, vegetatie, bodem etc.) verschillen tussen de seizoenen en tussen de watertypen. Bovendien bestaat een interactie tussen seizoen en watertype. Onderzoek naar gradiënten laat zien dat voorwaarden voor ecologisch kansrijke gradiënten zich voordoen aan de rand van het gebied en rond de dekzandopduiking in het centrale deel. Hier zijn in het veld ook bijzondere plantensoorten aangetroffen (o.a. Bosbies, *Scirpus sylvaticus*). Inschattingen van de effecten van maatregelen vallen anders uit voor hoogveenkernen, broekbossen en de zandgronden. Maatregelen hebben de minste invloed in de -hoger gelegen- zandgronden. Het opzetten van water zal in de hoogveenkernen anders uitvallen dan in de broekbossen. Zo is de kans op interne eutrofiëring in de hoogveenkernen nauwelijks aanwezig.

2 Inleiding

Heterogene landschappen bieden onderdak aan veel diersoorten, het zijn als het ware hotspots van biodiversiteit. Diersoorten zijn mobiel en gebruiken elk op een andere wijze en schaal verschillende onderdelen van het landschap. De moeilijkheid hierbij is het probleem van schaal en heterogeniteit: voor het ene dier, bijvoorbeeld een ree, is een grasland perceel homogeen, maar op het schaalniveau van een springstaart kan datzelfde grasveld zeer heterogeen zijn. De vraag is welke landschapsonderdelen zijn cruciaal en voor welke soorten? Dit is belangrijk om te weten wanneer we in deze landschappen gaan ingrijpen met bijvoorbeeld beheermaatregelen. Dit ingrijpen is noodzakelijk omdat VER-factoren ook in complexe landschappen leiden tot een kwaliteitsachteruitgang. Deze kwaliteitsachteruitgang manifesteert zich zowel op het schaalniveau van de standplaats (~ een are) als op grotere schaalniveaus; van perceel (~ een hectare) tot gebied (enkele km²). Omdat de kwaliteitsverschuiving overal in dezelfde richting optreedt (overal droger, voedselrijker) leidt tot ook tot een vereenvoudiging, een afname van de heterogeniteit.

Ingrepen in het landschap zoals herstelmaatregelen zijn meestal ook overal in dezelfde richting (overal een toename van de dynamiek, afvoer van voedingstoffen, vernatting) en kunnen daarom ook tot een afname leiden van de heterogeniteit. Deze afname in heterogeniteit kan een afname in faunadiversiteit tot gevolg hebben. De onderdelen van het landschap die een soort nodig heeft verdwijnen of verliezen hun functie. Dit kan voor elke diersoort anders uitpakken door soortspecifieke verschillen in o.a. ontwikkelingscyclus, verspreidingsvermogen en oriëntatie. Hoe moet het herstelbeheer hiermee omgaan? Een handvat om rekening te houden met heterogeniteit ontbreekt voor het herstelbeheer. Daarom is een case studie opgezet naar de tijd-ruimte relaties van dieren en de invloed hierop van enerzijds VER-factoren en anderzijds herstelmaatregelen. Een onderzoek naar fauna biedt meer dan alleen maar het achterhalen van effecten van VER-factoren. Veranderingen in het landschap (structuur, functioneren) die het gevolg zijn van zowel VER-factoren als herstelmaatregelen kunnen eveneens inzichtelijk worden gemaakt. Daarmee worden belangrijke aspecten behandeld die niet of onvoldoende worden behandeld vanuit de bodemkunde, hydrologie of vegetatiekunde.

3 Doelstelling

Het onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN). Het OBN heeft als doel om soorten te laten overleven onder de huidige condities totdat aan de randvoorwaarden voor systeem herstel is voldaan. Er is gekozen voor onderzoek dat is gericht op het achterhalen van de betekenis van heterogeniteit voor de watermacrofaunadiversiteit, de rol van aantastende factoren hierop en de wijze waarop herstelbeheer hierin kan sturen. Concreet zijn er twee doelen te onderscheiden:

1. Evaluatie van effecten van herstelbeheer op de watermacrofauna om zo de knelpunten voor de fauna op te sporen en te komen tot advisering om herstelbeheer te optimaliseren.
2. Nagaan wat de betekenis is van heterogeniteit voor de (watermacro)fauna.

De kennis over het Korenburgerveen die tijdens deze case studie wordt opgedaan wordt vastgelegd in de vorm van concepten en theorieën en het functioneren van een dergelijk complex landschap. Hierdoor kan deze kennis ook in andere complexe landschappen worden toegepast. Dit moet leiden tot inzicht in de voorwaarden voor het behoud en herstel van de faunasoortenrijkdom in dergelijke landschappen en hoe behoud en herstel gemonitord kan worden.

4 Onderzoekopzet

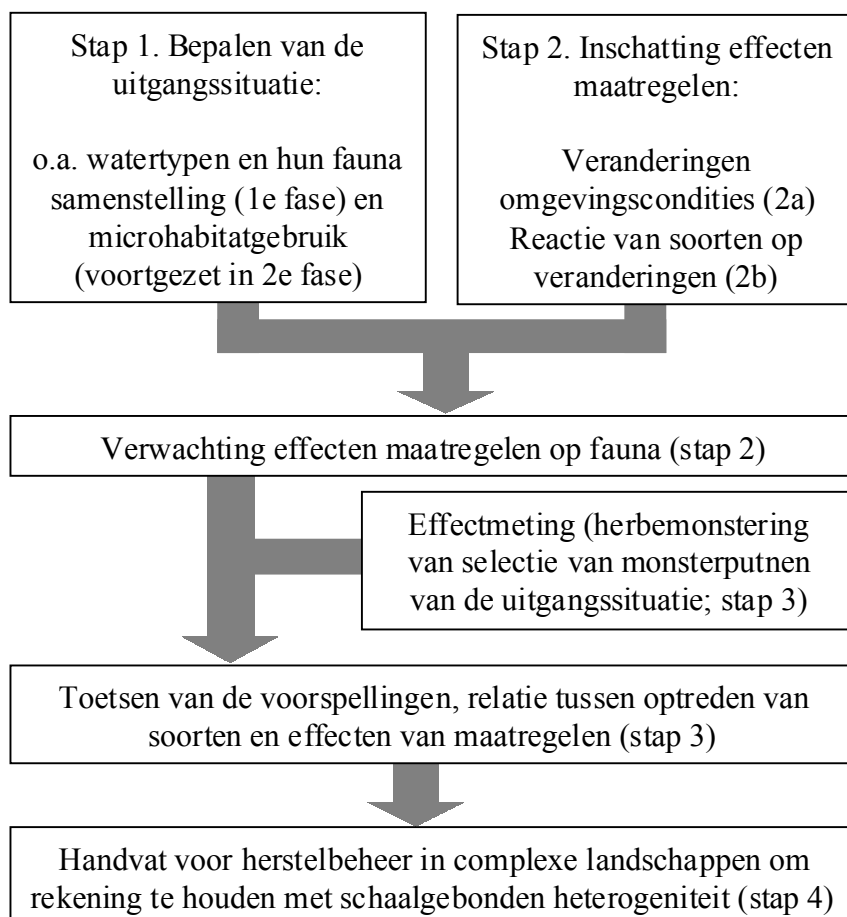
Dit onderzoek is een vervolg op de eerste fase van het OBN-project "Invloed van aantasting en herstel op de faunadiversiteit in een complex landschap, Case studie: Korenburgerveen". Het onderzoek van de tweede fase bestaat uit een aantal verschillende stappen (zie figuur 1).

De eerste stap is het vastleggen van de uitgangssituatie: welke watertypen zijn in het gebied aanwezig en welke soorten maken worden hier aangetroffen. Dit onderdeel is grotendeels in de eerste fase uitgevoerd, maar het microhabitatgebruik van de soorten wordt in de tweede fase voortgezet.

De tweede stap is het inschatten van de effecten van de maatregelen op de fauna. Hiertoe wordt a) op basis van beschikbare kennis van de hydrologie en metingen aan waterkwaliteit en -kwantiteit nagegaan welke veranderingen optreden in de omgevingscondities van soorten en b) op basis van beschikbare kennis van de biologie van soorten nagegaan welke eigenschappen soorten bezitten waardoor ze meer of minder gevoelig zijn voor de optredende veranderingen.

De derde stap is het toetsen van de inschatting (stap 2) door een effectmeting.

Gedurende de laatste stap worden op basis van de conclusies van het onderzoek aanbevelingen gedaan voor het optimaliseren van het hersteltraject. Naast soortspecifieke kennis gaat het hierbij ook om conceptuele kennis die te veralgemeniseren is naar handvaten voor andere (complexe) landschappen.



Figuur 1. schema van de opzet van het onderzoek

5 Resultaten

Hieronder worden de onderdelen 'Microhabitatgebruik' en 'Veranderingen in omgevingscondities' behandeld. Naast een bespreking van de behaalde tussenresultaten wordt voor deze onderdelen het kader en de opzet in meer detail besproken. De andere onderdelen gaan dit jaar van start (effectmeting) of er wordt nog volop aan gewerkt (achterhalen eigenschappen soorten).

5.1 Resultaten: Microhabitatgebruik van watermacrofauna soorten

5.1.1 Inleiding Microhabitatgebruik

Het voorkomen van soorten in een waterlichaam is afhankelijk van factoren zoals o.a. zuurgraad, trofie, droogval, vegetatiestructuur. Deze factoren hebben effect hebben op verschillende schaalniveaus (Arscott *et al.* 2000; Li *et al.* 2001). De aanwezigheid van drijfbladeren zal belangrijk zijn op microschaal, het voorkomen van kwelstromen kan een complex aan wateren beïnvloeden en de regionale hydrologie en landschappelijke inbedding is belangrijk op landschapsschaal. In de eerste fase (Verberk & Esselink, in druk) is het voorkomen van soorten in het Korenburgerveen gerelateerd aan factoren op het schaalniveau van het watertype (Verberk *et al.* 2001) en daarnaast zijn aanwijzingen gevonden dat de soortensamenstelling van een waterlichaam ook afhankelijk is van de (wateren in) omgeving (Verberk *et al.* 2002).

Daarnaast zal de soortensamenstelling ook worden beïnvloed door het voorkomen van verschillende microhabitats (het voorkomen van verschillende vegetatiestructuren, de oever, bodem en aanwezigheid van open water). Zo vonden Fairchild *et al.* (2003) verschillen in het gebruik van microhabitats en watertypen door waterkevers. Bovendien vonden zij verschillen tussen het vroege en late voorjaar, waarbij een aantal soorten migreerden tussen de watertypen.

5.1.2 Doel Microhabitatgebruik

Het doel is om met informatie over het gebruik van verschillende microhabitats in verschillende watertypen gedurende het seizoen kennis te genereren over i) habitatselectie van soorten: Vindt selectie plaats op microhabitat of op watertype? ii) de functionaliteit van morfologische aanpassingen (adaptatie aan microhabitat of functie in o.a. paring, signalering?) iii) de functionele betekenis van de microhabitats (o.a. larvaal habitat/adult habitat) en mogelijke bottlenecks door het ontbreken van (combinaties van) microhabitats, iv) temporele veranderingen in functionaliteit van de microhabitats en watertypen.

Het effect van veranderingen in de aanwezigheid van microhabitats door de maatregelen (waterstandsverhoging en de oever, waterkwaliteitsveranderingen en vegetatiestructuur) kunnen met kennis over evt. bottle-necks op het schaalniveau van microhabitat beter worden beoordeeld.

Daarnaast levert het een bijdrage aan de kennis over de soorten. Met name de doorwerking van seizoenseffecten in de verschillende watertypen in de voedselbeschikbaarheid en -kwaliteit zullen met de gehanteerde opzet onderzocht kunnen worden (zie opzet).

5.1.3 Opzet Microhabitatgebruik

Gedurende elk seizoen zijn van 3 waterlichamen de verschillende aanwezige microhabitats in 2003 bemonsterd (winter: 5,7,12 februari, lente: 1-3 april, zomer: 25-27 juni, herfst: 12,15,16,19 september). Hierbij zijn de drie monsterpunten zodanig geselecteerd dat ze een gradiënt vormen van zuur-voedselarm (41), via matigzuur-matigvoedselrijk (13) naar

gebufferd-voedselrijk (14). Bovendien zijn de monsterpunten alle drie permanent en zonbeschenen. De reden hiervoor is dat deze gradiënt de belangrijkste onderscheidende factor is in de verschillen in soortensamenstelling tussen de bemonsterde wateren (Verberk et al., in druk). Met deze opzet kan de invloed van deze gradiënt op het microhabitatgebruik van veel taxa worden onderzocht, waarbij ruis door andere belangrijke factoren (beschaduwning en droogval) wordt geminimaliseerd.

Daarnaast beïnvloeden trofie en zuurgraad sterk de voedselkwaliteit en -hoeveelheid via productie (macrofyten groei en algenbloei) en decompositie. Voedsel is één van de meest sturende factoren voor de watermacrofauna gemeenschap (mondelinge mededeling Henk Moller-Pillot). Op basis van onderstaande mechanismen worden sterke seizoensverschillen verwacht in voedselbronnen tussen de verschillende watertypen en microhabitats en daarmee ook verschuivingen in soortensamenstelling.

De productie start in het voorjaar en is het hoogste in de zomer. Deze voedselbron zal het grootste zijn in het meest voedselrijke monsterpunt. De decompositie van het opgebouwde materiaal neemt sterk toe na de zomer. Deze wordt onderbroken door de winter en neemt in het voorjaar weer toe. Detritivore macrofauna synchroniseren hun levenscyclus op deze voedselbronnen en zijn daarom talrijk in voorjaar en najaar. In gebufferde wateren verloopt de decompositie sneller. Hierdoor is er gedurende korte tijd een grote hoeveelheid voedsel aanwezig. In de zure wateren is deze piek minder hoog en is er gedurende langere tijd voedsel. Verwacht wordt daarom dat synchronisatie belangrijker is in het gebufferd-voedselrijke monsterpunt (14).

In totaal zijn 65 monsters genomen en zijn over de gehele periode 8 verschillende microhabitats onderscheiden (tabel I).

Tabel I. Verdeling van de monsternamen over de vier seizoenen en de onderscheiden microhabitattypen. (halve waarden: ontstaan doordat sommige bemonsteringen eigenschappen vertoonden van twee verschillende typen microhabitat

seizoen	lokatie	microhabitat								Eindtotaal
		oprijvend bolster (fijne opgaande vegetatie)	bodem	fonteinkruid	fijne opgaande vegetatie	groeve vegetatie	oever	open water	veenmos	
Herfst	13	1	2	1			1	1		6
	14	1	1	1		1	2			6
	41		1		0.5		0.5	1.5	3.5	7
Lente	13		1	1	1.5		1	1	0.5	6
	14		2	1	1	1	1			6
	41		1		0.5		0.5	1	2	5
Winter	13		1		1		1	1		4
	14		2	1	1	1	1			6
	41		1		0.5				1.5	3
Zomer	13		1	1	3		1	1		7
	14		1	1	1	1	1			5
	41		1		0.5		0.5		2	4
Eindtotaal		2	15	7	10.5	4	10.5	6.5	9.5	65

5.1.4 Tussenresultaten Microhabitatgebruik

Inmiddels zijn alle bemonsteringen uitgezocht tot (meestal) op orde-niveau. Bovendien zijn van de winter en lente bemonsteringen de adulte stadia van de waterwantsen en waterkevers gedetermineerd, alsmede de larven (kevers) en nymphen (wantsen). Hieruit blijkt dat de meeste soorten van zowel waterkevers en waterwantsen een voorkeur hebben voor de oever en voor fijne opgaande vegetatie en dat de voorkeur van adulte waterwantsen en -kevers gevangen voor de fijne opgaande vegetatie toenam in de lente (tabel II). In deze periode zijn van slechts enkele soorten de larven aangetroffen, zodat het zinvoller is om hier dieper op in te gaan wanneer ook de zomer- en herfstdata zijn geanalyseerd.

Tabel II. Verdeling van aantallen en aantal soorten voor waterkevers (adulten en larven) en waterwantsen (adulten en nymphen) over de verschillende microhabitattypen in de winter en in de lente.

				Bodem	Fijne opgaande vegetatie	Fontein-kruid	Grove opgaande vegetatie	Oever	Open water	Veenmos
winter	aantallen	waterkevers	adulten	2%	8%	0%	3%	88%	0%	0%
			larven	8%	0%	0%	10%	3%	80%	
	waterwantsen	adulten	0%	22%	4%	1%	64%	0%	9%	
		larven	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	aantal soorten	waterkevers	adulten	4%	19%	0%	8%	69%	0%	0%
			larven	14%	14%	0%	0%	43%	14%	14%
waterwantsen	adulten	0%	25%	13%	6%	38%	0%	19%		
	larven	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
lente	aantallen	waterkevers	adulten	1%	21%	5%	5%	47%	1%	20%
			larven	3%	10%	0%	0%	40%	30%	17%
	waterwantsen	adulten	2%	39%	8%	14%	33%	2%	2%	
		larven	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	aantal soorten	waterkevers	adulten	3%	26%	6%	10%	37%	3%	15%
			larven	14%	14%	0%	0%	43%	14%	14%
waterwantsen	adulten	14%	21%	25%	7%	18%	7%	7%		
	larven	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		

Op orde niveau zijn een aantal duidelijke patronen zichtbaar (tabel III). Er zijn soorten met een piek in het voorjaar (platwormen; m.n. *Polycelis tenuis*), en er zijn soorten die zowel in het voorjaar als in het najaar een piek hebben (o.a. wormen, dansmuggen). Omdat de gegevens zijn gebaseerd op aantallen (niet op biomassa) kan het zijn dat pieken (agv. voortplanting) net wel of net niet in de bemonstering tot uiting komen. Zo is uit de literatuur bekend dat de haften (m.n. *Cloen* sp.) twee generaties per jaar hebben en zich waarschijnlijk hebben voortgeplant na de voorjaarsbemonstering en na de zomerbemonstering, wat de opeenvolgende stijgingen kan verklaren. Ook de piek van de wantsen in de zomer is het gevolg van grote aantallen nymphen die na de voorjaarsbemonstering zijn opgetreden. Per watertype is duidelijk dat de meeste groepen de hoogste aantallen in het gebufferde/voedselrijke watertype (14) bereiken (weekdieren, bloedzuigers, haften, waterpissebed, watermijten). Daarnaast zijn er ook een aantal groepen met een voorkeur voor een van de andere watertypen (matig gebufferd/matig voedselrijk, 13: dansmuggen, slijkvliegen, wormen); zuur/voedselarm, 41: knutlarven, waterspin, glazenmakers, m.n. *Leuchorhinnia* sp.). Dit betekent dat de voedselbasis voor carnivoren in de verschillende watertypen anders is, wat weer gevolgen heeft voor de soortensamenstelling.

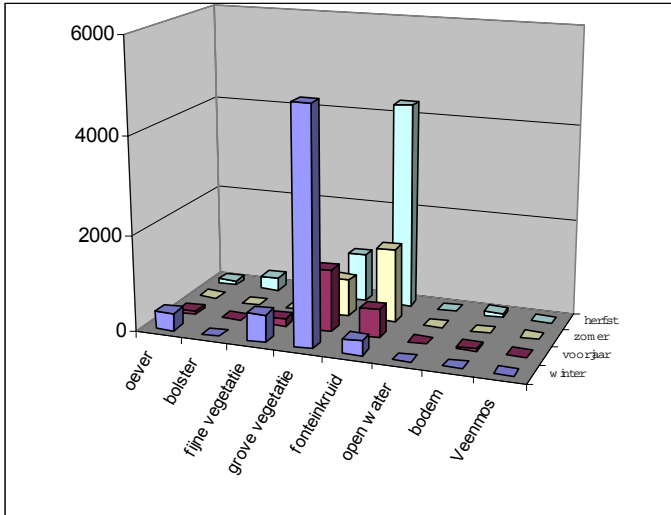
Tabel III. Verdeling van verschillende taxonomische groepen over microhabitat, watertype en seizoen.

Seizoen	Microhabitat																										
	Watermijten	Glazenmakers	Waterspin	Knut-larven	Pluimmuggen	Dansmuggen	Waterpissebed	Steekmuggen	Twee-vleugeligen	Meniscusmuggen	Haften	Oppervlakte wantsen	Zwemwantsen	Bloedzuigers	Aquatische vinders	Slijkvliegen	Weekdieren	Wormen	Steenvliegen	Dazen	Langpootmuglarven	Kokerjuffers	Platwormen	Juffers	Waterkever-adult	Waterkever-larve	
winter	6%	11%	13%	0%	25%	11%	37%	52%	6%	36%	36%	6%	5%	14%	0%	4%	34%	2%	48%	45%	0%	14%	18%	27%	6%	13%	
voorjaar	11%	10%	40%	52%	27%	26%	2%	5%	12%	11%	12%	11%	5%	5%	14%	0%	19%	37%	52%	5%	20%	23%	75%	15%	14%	7%	
zomer	48%	48%	35%	24%	34%	20%	43%	10%	35%	10%	16%	61%	81%	30%	75%	58%	28%	0%	0%	0%	41%	43%	5%	27%	17%	68%	
herst	34%	32%	12%	24%	14%	43%	18%	33%	47%	44%	36%	23%	9%	51%	10%	37%	19%	61%	0%	50%	39%	19%	3%	30%	63%	14%	
watertype	14	82%	5%	15%	22%	56%	13%	100%	92%	85%	86%	98%	47%	42%	100%	60%	4%	100%	7%	100%	34%	12%	44%	13%	76%	49%	46%
	13	16%	28%	29%	5%	42%	68%	0%	3%	11%	14%	2%	39%	46%	0%	26%	96%	0%	93%	0%	38%	0%	47%	0%	17%	34%	19%
	41	2%	67%	57%	73%	2%	19%	0%	6%	4%	0%	0%	14%	11%	0%	14%	0%	0%	0%	0%	28%	88%	9%	87%	7%	17%	35%
microhabitat	oever	4%	18%	34%	7%	1%	14%	32%	14%	3%	7%	3%	27%	31%	24%	22%	19%	52%	2%	32%	6%	11%	20%	25%	9%	11%	29%
	bolster	11%	2%	5%	6%	7%	11%	22%	17%	44%	73%	6%	26%	4%	23%	0%	12%	11%	37%	0%	65%	0%	9%	0%	15%	79%	19%
	fijne vegetatie	8%	10%	12%	3%	6%	10%	9%	2%	17%	10%	4%	11%	11%	4%	2%	38%	8%	13%	32%	4%	22%	6%	2%	13%	2%	5%
	grove vegetatie	32%	6%	6%	14%	31%	13%	28%	8%	32%	7%	44%	13%	7%	49%	0%	0%	12%	10%	37%	20%	30%	14%	2%	15%	2%	5%
	fontein-kruid	43%	2%	4%	17%	27%	4%	9%	22%	0%	2%	42%	17%	39%	0%	69%	0%	14%	1%	0%	0%	0%	41%	0%	45%	2%	22%
	open water	0%	3%	3%	5%	11%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	1%	1%	3%
	bodem	1%	7%	1%	1%	14%	30%	1%	32%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	31%	3%	23%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	1%
Veenmos	1%	52%	36%	47%	2%	16%	0%	4%	1%	1%	0%	5%	6%	0%	8%	0%	0%	13%	0%	5%	37%	5%	55%	2%	4%	16%	

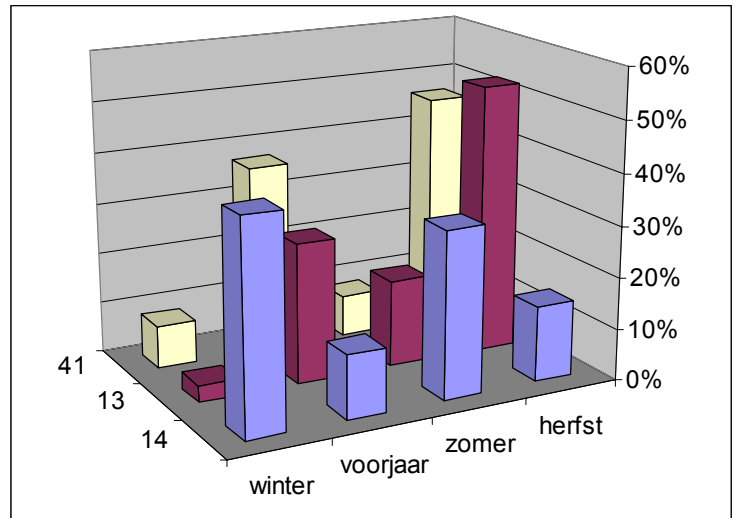
De verschillen per microhabitat hangen deels samen met het watertype (in 14 is geen veenmos), maar deels hangen deze ook samen met vegetatiestructuur en zuurstof. Opvallend zijn de hoge aantallen adulte waterkevers die zijn aangetroffen in het najaar op opdrijvend bolster. In de voorgaande bemonsteringsperioden was er geen sprake van opdrijving en is dit bemonsterd als fijne opgaande vegetatie. Opdrijving kan het gevolg zijn van een sterke (anaërobe) mineralisatie waarbij drijfgas wordt geproduceerd. Mogelijk levert dit veel voedingsstoffen op waardoor veel mobiele soorten die half terrestrisch kunnen leven (waterkevers) worden aangetrokken. Analyse van de soortensamenstelling zal hier meer duidelijkheid over verschaffen.

Bovendien kunnen de drie factoren (watertype, microhabitat en seizoen) niet los van elkaar worden gezien. Dit wordt duidelijk wanneer we de dichtheden van een aantal groepen tegen twee factoren tegelijk uitzetten. Haften (figuur 2a) overwinteren in de grove opgaande vegetatie (m.n. lisdodde), maar vertonen een toenemende preferentie voor fonteinkruid gedurende het seizoen. Dit hangt waarschijnlijk samen met de groei van epifytische algen die als voedsel dienen. Dansmuggen (figuur 2b) hebben een ander aantalsverloop in de voedselarmere watertypen (13 & 41) met een piek in voor- en najaar, dan in de voedselrijkere watertypen (14) met een piek in de zomer en de winter. Waarschijnlijk zijn dit andere soorten die met name detritivoor (soorten van 13 en 41) of algivoor (soorten van 14) zijn. Dit zal blijken wanneer de soorten zijn gedetermineerd. Larven van waterjuffers (figuur 2c) komen in de zomer voor in het fonteinkruid waar de meeste eieren worden afgezet. Ze migreren echter naar de oever en de oeervervegetatie (fijne en grove opgaande vegetatie) om te overwinteren. Kokerjuffers laten verschillen zien tussen zowel microhabitats als watertypen (figuur 2d). Hierbij zijn de aantallen redelijk homogeen verdeeld over de microhabitats in het voedselrijke watertype (14), terwijl ze zeer selectief voorkomen in het voedselarme watertype (41). Waarschijnlijk gaat het per watertype deels om verschillende soorten en om meer soorten in het voedselrijke watertype. Verdere determinatie van de soorten zal hierover uitsluitsel geven. Naar verwachting worden de gevonden patronen duidelijker wanneer de groepen verder zijn uitgedetermineerd. Duidelijk is wel dat er verschillen bestaan in de aantallen detritivoren, herbivoren, carnivoren e.d. tussen de drie watertypen en dat hierin veranderingen optreden gedurende het jaar die afhankelijk zijn van watertype en microhabitat. Deze veranderingen in voedselaanbod en voedselkwaliteit zullen soorten dwingen om mee te migreren of om hun levenscyclus hiermee te synchroniseren. Deze interessante materie wordt nader uitgewerkt door meer groepen te determineren en meer informatie over de ecologie te verzamelen.

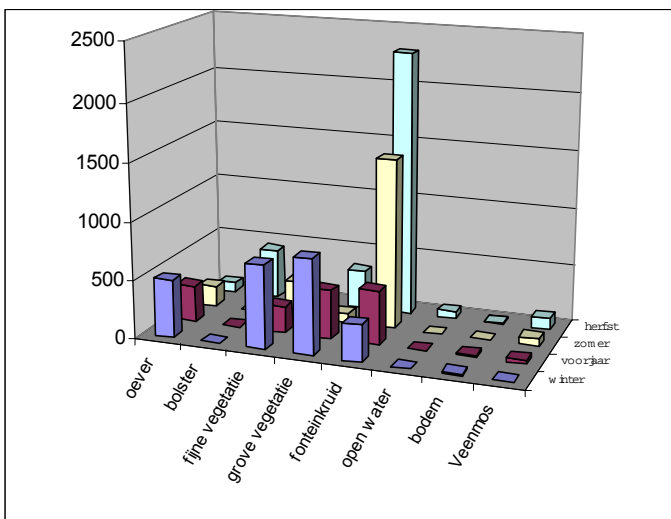
Figuur 2a.
Gemiddelde dichtheid haften (# individuen per m³) per seizoen en per microhabitat.



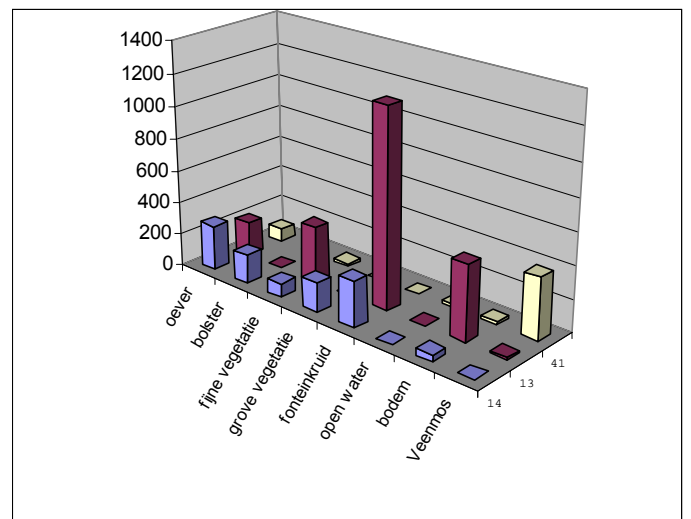
Figuur 2b.
Verdeling van dansmuggen over watertypen en seizoenen. Het totaal is per watertype op 100% gesteld.



Figuur 2c.
Gemiddelde dichtheid waterjuffer larven (# individuen per m³) per seizoen en per microhabitat.



Figuur 2d.
Gemiddelde dichtheid kokerjuffers (# individuen per m³) per watertype en per microhabitat.



5.2 Resultaten: Veranderingen in omgevingscondities

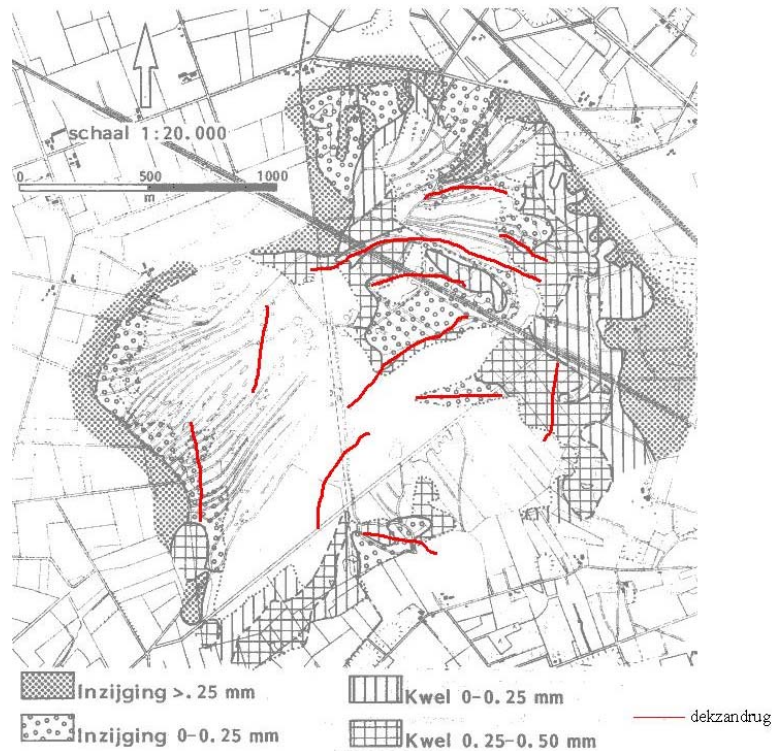
5.2.1 Inleiding Omgevingscondities

Om de veranderingen in omgevingscondities te kunnen plaatsen is informatie nodig over de opbouw en het functioneren van het Korenburgerveen. Het Korenburgerveen kent een grote afwisseling in bodemtypen (die meer of minder waterdoorlaatbaar zijn) en sterke hoogteverschillen in het gebied. Hydrologisch wordt het gebied gevoed door drie verschillende bronnen met een eigen waterkwaliteit: grondwater (kwel), regenwater of landbouwwater (oppervlakkige toestroom). Door de complexe geohydrologie verschilt de mate van beïnvloeding door de verschillende bronnen plaatselijk sterk.

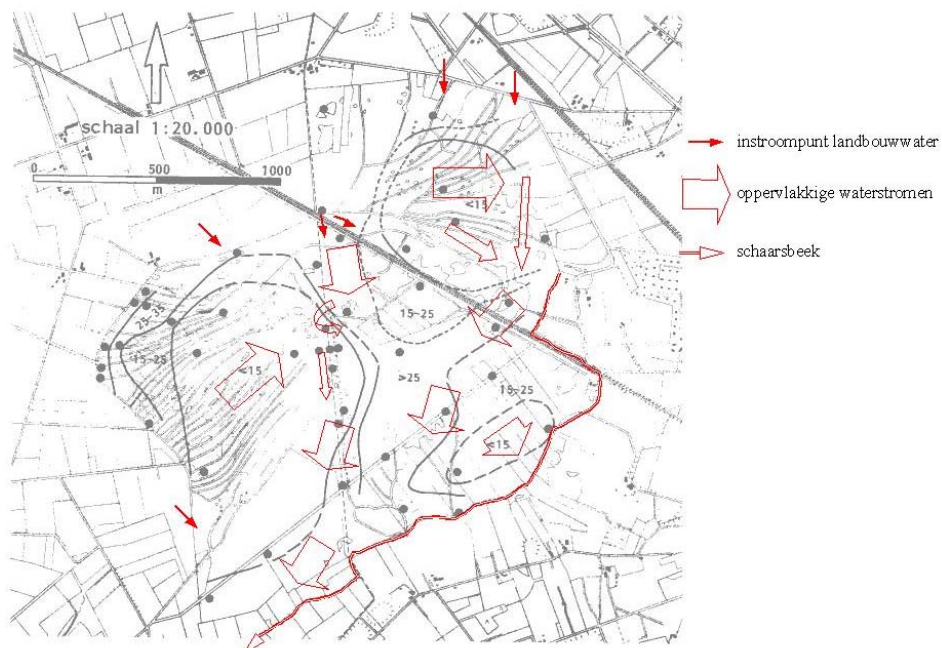
Om een ruimtelijk beeld te geven van de beïnvloeding is een kwel-inzijgingskaart bijgevoegd (figuur 3) en een kaart met de beïnvloeding van landbouwwater (figuur 4). Grofweg kan worden gesteld dat met name aan de (zuid)oostkant van het gebied sprake is van kwel. Dit zijn wat hoger gelegen zandgronden waar zich historisch geen gyttja laag heeft gevormd door waterstagnatie. Daarnaast is het gebied doorsneden door enkele dekzandruggen waar de kwelinvloed plaatselijk sterker is. Op verschillende plaatsen stroomt landbouwwater het gebied in. Oppervlakkig wordt dit water door een geul in het Meddosche veen en via de spoorloot afgevoerd, maar op twee punten zijgt het water ook in en stroomt het met het grondwater in twee banen naar het zuiden. Deze twee banen komen samen in het centrale deel van het gebied om vervolgens via de schaarsbeek weer af te stromen. Deze banen vormen min of meer de natuurlijke afwatering van het gebied. De hoeveelheid regenwater zal plaatselijk weinig verschillen, maar de relatieve bijdrage zal hoger zijn het veendek waar een waterdoorlaatbare bodem (o.a. minder kwel) aanwezig is en waar er weinig instroming van landbouwwater plaatsvindt.

In het veendek is de abiotische invloed vanuit de onderliggende geohydrologie afgenomen omdat het veendek grotendeels een atmotroef systeem is dat een eigen waterhuishouding opbouwt. Desalniettemin zijn er aan de randen van het veen of in het veen bij minerale opduikingen, invloeden vanuit de onderliggende geohydrologie. Hierdoor ontstaan over grote en kleinere afstanden gradiënten in de trofie en vochttoestand. Het natuurwetenschappelijk belang van het Korenburgerveen schuilt grotendeels in deze gradiënten (Mankor, 1985). Van Leeuwen (1966) wees ook reeds op de betekenis van gradiënten voor het voorkomen van bijzondere en zeldzame soorten. Hierbij stelde hij een aantal voorwaarden voor het optreden van ecologisch kansrijke gradiënten. Zo moet de gradiënt i) geleidelijk zijn en ii) een hoge mate van (hydrologische) stabiliteit bezitten. Bovendien dient iii) de laagdynamische component overheersen over de hoogdynamische component. Met laagdynamisch wordt o.a. zuur, voedselarm, beschaduwing bedoeld. Dit betekent dat bijvoorbeeld zeldzame soorten met name zullen optreden bij mantelvegetaties (overheersing schaduw) en aan randen van hoogveen (overheersing, zuur/voedselarm). Bovendien biedt een beschouwing van de gradiënten een ingang om grip te krijgen op de complexiteit van het gebied (Baaijens 1985; Baaijens & de Poel 1985).

Figuur 3. Kwel en Inzijing in het Korenburgerveen en de ligging van dekzandruggen. Informatie afgeleid uit de bodemkaart 1:10.000. Gebiedsdelen die niet zijn ingekleurd zijn veengronden (met name vlietveengronden en vlierveengronden).



Figuur 4. Chloride gehalte van ondiep grondwater. De patronen komen in grote lijnen overeen met de chloride gehalte van het oppervlakte water, maar het ondiepe grondwater is waarschijnlijk minder variabel. Oppervlakkige afstroming is tevens aangegeven (op basis van hoogtekartaart en de ligging van dammen).



3.14 Chloridgehalte van het grondwater op ca. 2.5 m diepte (gegevens in bijlage 3.5 - 3.8)

5.2.2 Doel Omgevingscondities

Het doel is om met een systeemanalyse grip te krijgen op het hydrologisch functioneren van het Korenburgerveen. Een van de onderdelen bestaat uit het nagaan waar voorwaarden voor ecologisch kansrijke gradiënten (zoals geformuleerd door van Leeuwen, 1966 en Baaijens, mondelinge mededelingen) zich voordoen in het Korenburgerveen en in hoeverre ze van betekenis zijn voor het voorkomen van bijzondere soorten.

Vervolgens is het de bedoeling om met de informatie over de geohydrologie een inschatting te maken van de effecten van de maatregelen.

5.2.3 Opzet Omgevingscondities

Er is gebruik gemaakt van literatuur over het gebied (Mankor, 1985; Biologische Station Zwillbrock, 1955; Bink & van Wirdum, 1979; Van 't Hullenaar, 2000; Te Riele & Geenen, 1978; Van den Brand, 1995; Bots, 1979; Groeneweg & Buijs, 2002; Buijs, 2003; Van der Veen, 1998; Stortelder, 1978; Kleijn, 1977), kaartenmateriaal (zie tabel IV), alsmede algemene literatuur (Stiboka, 1965; Van den Bosch & Kleijer, 2003; Baaijens, 1986) om het systeemfunctioneren te achterhalen.

Daarnaast is kaartenmateriaal gedigitaliseerd in een GIS omgeving om een analyse uit te voeren naar het voorkomen van voorwaarden voor ecologisch kansrijke gradiënten. Hierbij is uitgegaan van bodemkundige overgangen (extremen in bodemkorrelgrootte; de overgang van minerale bodems naar humeuze bodems), overgangen van kwel en inzijging en de positie van dekzandruggen. Per overgang (lijnstuk) is vervolgens bepaald wat het hydrologische voedings- en lozingsgebied is om vervolgens na te kunnen gaan of de laagdynamische component overheersend is (groter oppervlakte of hogere ligging). De grondwatertrap is hierbij meegenomen als maat voor de stabiliteit.

Voor een inschatting van de effecten van de herstelmaatregelen is uitgegaan van de streefpeilen, de hoogtekaart en kennis over de biochemische processen.

Tabel IV. Overzicht van het gebruikte kaartenmateriaal.

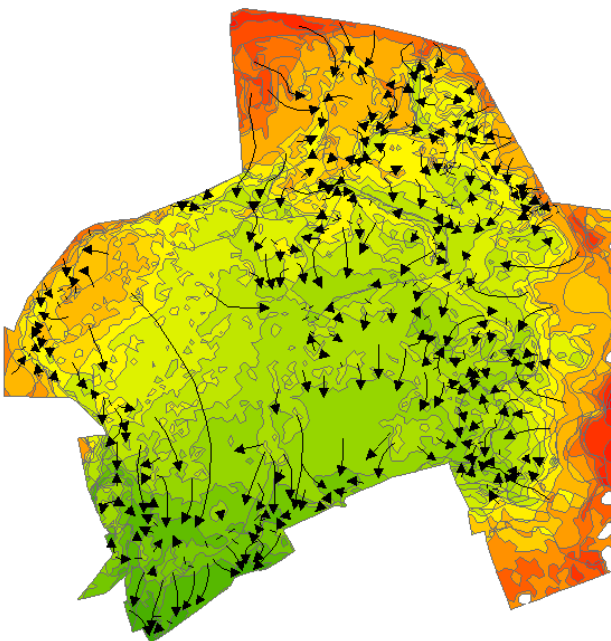
Kaart	Schaal	Bron
Bodemkaart	1:10 000	StiBoKa, te Riele & Geenen (1979)
Grondwatertrappenkaart	1:10 000	StiBoKa, te Riele & Geenen (1979)
Bodemkaart	1:50 000	StiBoKa
Geomorfologische kaart	1:50 000	StiBoKa
Hoogtekaart		Van 't Hullenaar (2000)
Kwel en Infiltratie		Biologisch Station Zwillbrock (1995)
Dekzandruggen		Mankor (1985)

5.2.4 Tussenresultaten: Omgevingscondities - Gradiënten

De kennis over het systeemfunctioneren is beknopt weergegeven in de inleiding (paragraaf 5.2.1.). Door de kaarten met hoogte (maaiveld) en grondwaterstand (beneden maaiveld) te combineren is een kaart met de absolute grondwaterstand vervaardigd (figuur 5). Deze kaart is gebruikt om de grondwaterstromen in beeld te brengen en om het voedings- en

lozingsgebied van elke beschouwde overgang in te schatten. De overgangen die uiteindelijk voldoen aan de voorwaarden stabiliteit en overheersing van de laagdynamische component zijn weergegeven in figuur (6). Hieruit blijkt dat de verschillende gradiënten niet onafhankelijk van elkaar zijn en deels overlappen. Dit is logisch omdat bodemkundige overgangen leiden soms ook tot een overgang in kwel en inzijing en de aanwezigheid van dekzandruggen ook vanuit de bodemkaart is afgeleid. Voorwaarden voor kansrijke gradiënten bevinden zich aan de rand van het gebied en rond de dekzandopduiking in het centrale deel. Tijdens veldbezoeken is nagegaan of deze gradiënten ook zijn terug te vinden in het veld. Kwalitatief zijn een aantal gradiënten teruggevonden waarbij met name Riet (*Phragmites australis*) een goede indicator blijkt te zijn van doorstroming van grondwater. Daarnaast is op verschillende plaatsen Bosbies (*Scirpus sylvaticus*) gevonden, een stuk met Waterdrieblad (*Menyanthes trifoliatus*) aan de zuidrand van het Vragenderveen, Moerasviooltje (*Viola palustris*) en Riet en verschillende zeggen (*Carex* spp) aan de westkant van het Vragenderveen en een Brede orchis (*Dactylorhiza majalis* ssp *majalis*) aan de rand van een eutroof watertje vol met Watervorkje (*Riccia fluitans*). De kwantitatieve toetsing via vegetatieopnamen moet nog nader worden uitgewerkt (Wiesmann, in voorbereiding). Wel is duidelijk dat de 3^e voorwaarde (nl. dat een waardevolle gradiënt geleidelijk moet zijn), niet altijd opgaat doordat er paden over de gradiënten blijken te lopen of door de aanleg van dammen, waardoor de kansrijkdom van de gradiënt afneemt. Wellicht levert een toetsing vanuit vegetatieopnamen in het verleden daarom een duidelijker beeld.

Figuur 5. Overzicht van absolute grondwaterstand (van hoog=rood naar laag=groen) en stroomrichting (pijlen) (uit: Wiesmann, in prep).



Figuur 6. Overzicht van gradiënten die voldoen aan de voorwaarden stabiliteit en dominantie van laagdynamische component (uit: Wiesmann, in prep). Blauw: grens tussen kwel en inzijing. Rood: grens tussen minerale en humeuze bodems. Geel: ligging dekzandruggen.



5.2.5 Tussenresultaten: Omgevingscondities - Fysisch-chemische veranderingen door maatregelen

In het gebied zijn in de periode 2000-2002 verschillende maatregelen uitgevoerd, gericht op vasthouden van gebiedseigen water en het tegengaan van instroom van landbouwwater. In tabel V is aangegeven welke maatregelen invloed kunnen hebben op de verschillende omgevingscondities. De effecten worden hieronder besproken.

Tabel V. Samenhang tussen maatregelen en de mogelijke veranderingen in omgevingscondities.

maatregel	omschrijving	effect												
		stromingspatronen	retentietijd	waterstand	waterstandfluctuaties (droogval)	lichtinval, temperatuur	doorzicht	nutriënten beschikbaarheid	vegetatiestructuur	zuurstof regime	toxiciteit (Fe, Al, Sulfide)	kwel	zuurgraad	
opslag verwijderen	kappen van bomen				x	x	x	x	x	x	x			
damaanleg	vasthouden van water		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
aanleg zanddam en duiker	omleiden van landbouwwater	x		x					x		x	x	x	x
dempen en verondiepen van waterlopen	verminderen instroom van landbouwwater								x					x
zandwinning	minder snelle afvoer van gebiedswater		x	x	x				x	x	x	x	x	x
	nieuwe plasjes water									x			x	x

Het kappen van bomen heeft plaatsgevonden in het Meddosche veen. Deze veencompartimenten hebben een relatief beschutte ligging, waardoor de kap waarschijnlijk een vermindering van de verdamping tot gevolg zal hebben. De bomen zijn afgevoerd met zware rupsband machines, waardoor het bodemprofiel is verstoord. Hierdoor kan de afbraak worden gestimuleerd wat leidt tot het vrijkomen van nutriënten. Dit is afhankelijk van het type veengrond (zeggeveen, rietzeggeveen en broekveen zijn rijk aan nutriënten), de temperatuur en de zuurgraad. In de westelijke veenkern van het Meddosche veen kan dit een rol spelen. Hier treedt ondiepe kwel op aan de westrand waardoor de pH een waarde rond de 5 heeft. De verstoring van het bodemprofiel heeft gedurende een korte periode geleid tot een sterke vermindering van het doorzicht. In combinatie met een toegenomen lichtinval leidt dit tot opwarming van het water, waardoor de afbraak kan toenemen. Tevens verandert het zuurstofregime hierdoor. Dit heeft weer gevolgen voor de vegetatie(structuur).

Het vasthouden van water gebeurt in verschillende delen van het gebied. Achter de dammen kan de verhoogde waterstand leiden tot het afsterven van bomen, waardoor de lichtinval toeneemt. Voor de dammen kan de verminderde wateraanvoer leiden tot droogval. Bovendien kan er interne eutrofiëring optreden. Dit is o.a. afhankelijk van de zuurgraad (mate van afbraak) en de kweldruk (aanvoer Ca^{2+} en Fe^{2+} en elektron acceptoren en bepaalt de retentietijd). Wanneer door opzetting van het water de redoxpotentiaal daalt kan sulfaatreductie plaatsvinden. Het gevormde sulfide kan het fosfaat van het bodemadsorptiecomplex verdrijven, waardoor de nutriëntenbeschikbaarheid toeneemt (systeem is P-gelimiteerd). Dit treedt met name op bij zomerinundatie (hoge temperatuur) van niet zure (zegge)veenbodems met een lage kweldruk.

Het omleiden van landbouwwater door de slenk ten noorden van de zandige heide leidt tot een verandering van het doorstroompatroon. In feite wordt hier de situatie hersteld zoals die was

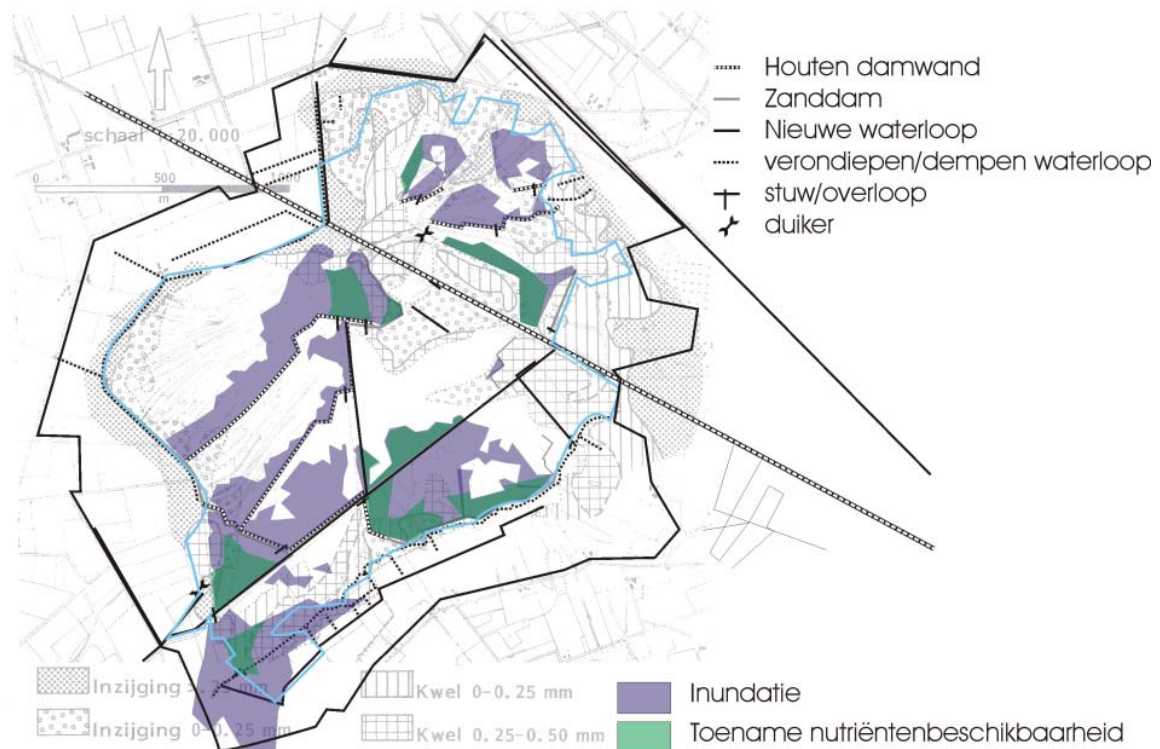
voor de aanleg van het wandelpad. De slenk zelf zal voedselrijker worden en natter, waardoor afhankelijk van de doorstromingsnelheid interne eutrofiëring kan optreden.

Het verondiepen van waterlopen aan de rand van het gebied (Schaarsbeek, Korenburgerveensloot) heeft tot gevolg dat kwel niet zo sterk wordt afgevangen en het gebied minder sterk ontwaterd wordt, zonder dat de instroom van landbouwwater toeneemt. Het dempen van waterlopen in de randzone vermindert de instroom van landbouwwater doordat het langzamer wordt afgegeven en meer inzijgt. Een vermindering van instroom van landbouwwater kan de zuurgraad ter plaatse veranderen, doordat het landbouwwater sterker gebufferd is dan regenwater en/of omdat de invloed van kwel toeneemt.

Tenslotte zijn voor de aanleg van de zanddammen in de zandige heide kuilen gegraven om het benodigde zand te verkrijgen. Vanwege de kleinschaligheid zal dit weinig effect hebben op de hydrologie van de gebied, maar als gevolg daarvan zijn er wel enkele kleine en iets grotere plasjes ontstaan met een goede waterkwaliteit. Deze kunnen daardoor een waardevol leefgebied of 'stepping stone' vormen voor allerlei organismen.

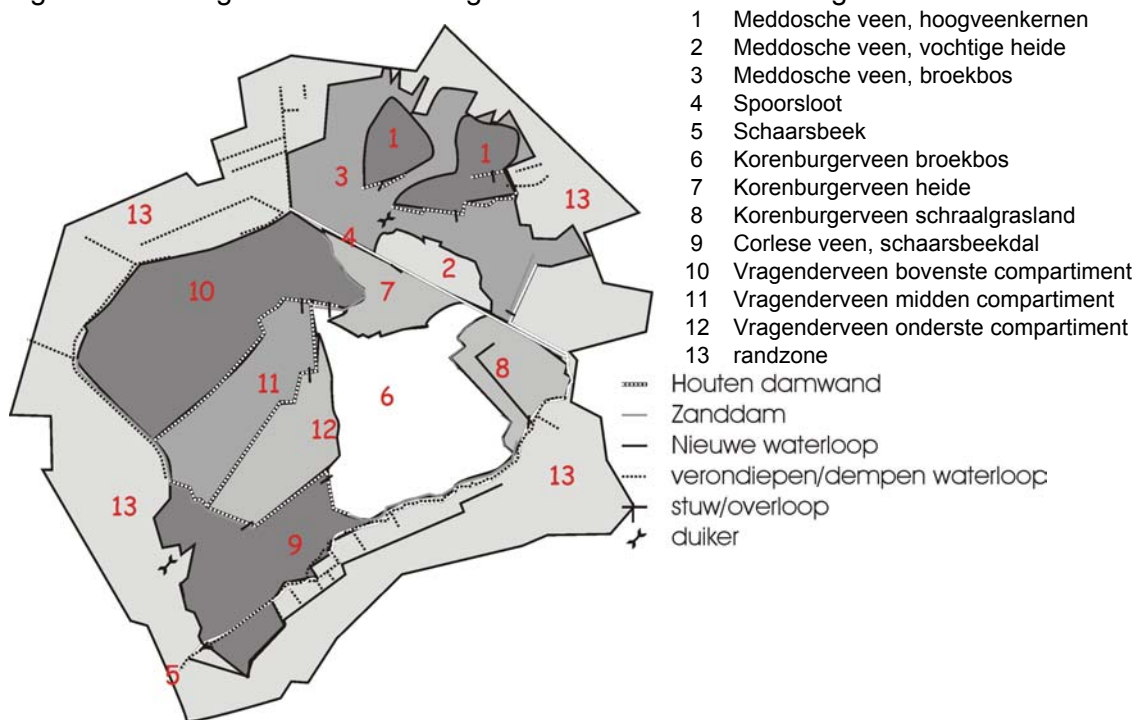
De hierboven beschreven effecten hebben invloed op de omgevingscondities van een waterlichaam (zuurgraad, zuurstofregime, temperatuur, bladval, waterstandfluctuatie etc). Daarnaast is er een effect op groter schaalniveau waarbij de variatie aan watertypen (aantal verschillende watertypen) kan veranderen alsmede de configuratie van de watertypen (onderlinge afstanden tussen de watertypen). Om ook op dit grotere schaalniveau een indruk te krijgen van de effecten zijn is aangegeven waar waterstandsverhoging inundatie tot gevolg kan hebben (en daarmee effecten op zuurstofregime, redoxpotentiaal, zuurgraad, waterstand, waterstandfluctuatie) en mogelijk een verhoging van de nutriëntenbeschikbaarheid (figuur 7). Duidelijk wordt dat achter de dammen de streefpeilen kunnen leiden tot inundatie over aanzienlijke oppervlakten.

Figuur 7. Inschatting van effecten van de maatregelen. De inundatie is ingeschat op basis van het streefpeil en de hoogtekaart. De toename in nutriëntenbeschikbaarheid is ingeschat op basis van hoge pH, afwezigheid van kwel en vegetatietype. De achtergrond wordt gevormd daar verschillen in kwel en inzijging.



De veelheid aan factoren die veranderen kan worden vereenvoudigd, doordat veel factoren met elkaar samenhangen en tegelijk veranderen. De factoren die tegelijk optreden kunnen daarom worden gegroepeerd in verschillende typen van verandering. Daartoe is het gebied ingedeeld in verschillende deelgebieden die grofweg overeenkomen met de verschillende hydrologische compartimenten (figuur 8). Deze deelgebieden kunnen worden ingedeeld in vier typen van verandering.

Figuur 8. Indeling van het Korenburgerveen in 13 verschillende gebiedsonderdelen.



1. hoogveencompartimenten (deelgebied 1,10,11,12)

In de hoogveencompartimenten wordt de waterstand opgehoogd. Dit leidt tot een stabielere waterstand en mogelijk neemt de kweldruk af. Dit wordt bevestigd door de eerste resultaten van de hydrologische monitoring (Buijs, 2003) waar een afname van grondwaterinvloed in ondiep en diep veenvocht in het Vragenderveen werd gemeten. Bovendien neemt de lichtinval (lokaal) toe door berkensterfte (Vragenderveen) of berkenkap (Meddosche veen). Door het opzetten bestaat de mogelijkheid dat verschillende putjes met elkaar worden verbonden, waardoor de variatie van wateren op mesoschaal afneemt. Op lange termijn zullen deze deelgebieden waarschijnlijk voedselarmer worden (minder toestroom van eutroof oppervlakte water), mits er geen mobilisatie van nutriënten plaatsvindt door interne eutrofiëring (Smolders & Roelofs, 1995; Lamers *et al.* 1998). Dit proces vindt in zure wateren over het algemeen weinig plaats, maar in de westelijke deel van het Meddosche veen (deelgebied 1) en in het oostelijke deel van het bovenste compartiment van het Vragenderveen (deelgebied 10) is sprake van enige buffering.

2. broekbossen (deelgebied 3,6,9)

In de broekbossen wordt de waterstand ook opgehoogd en kan doordoor leiden tot afname in de variatie van wateren op mesoschaal. Deze gebieden zijn meer gebufferd en kennen daardoor een hogere afbraak. Door het opzetten van water wordt het systeem sneller zuurstofloos en daarom bestaat in deze deelgebieden de mogelijkheid op interne eutrofiëring wat leidt tot mobilisatie van fosfaten. Indien dit optreedt neemt de voedselrijkdom toe en zal dit gevolgen hebben voor de vegetatiestructuur. Anders wordt verwacht dat de

voedselrijkdom zal dalen. Het optreden van interne eutrofiëring is afhankelijk van de lokale kweldruk (die plaatselijk sterk van verschillen) en de doorstromingsnelheid. De doorstromingsnelheid wordt behalve door de kweldruk bepaald door de hoeveelheid water die wordt vastgehouden (hoogte van streefpeil).

3. waterlopen (deelgebied 4,5)

De waterlopen in het gebied zullen door verstuwings, verondieping en meandering het water minder snel afvoeren, waardoor een langere retentietijd van het water wordt bewerkstelligt. Hierdoor nemen waterstandfluctuaties af. In de waterlopen zelf zal de kweldruk afnemen (minder diepe aansnijding en hogere waterstanden). Bovendien zal de invloed van landbouwwater afnemen door het dempen van sloten in de randzone, waardoor verwacht wordt dat de nutriënten zullen afnemen. Hierdoor kan ook de zuurgraad iets afnemen. Omdat het water wel voedselrijker is/blijft dan de rest van het gebied is het belangrijk dat bij extremen van neerslag voldoende water kan worden afgevoerd, zodat er geen gebiedsdelen worden geïnundeerd met water uit deze waterlopen.

4. zandgronden (deelgebied 2,7,8)

De zandgronden in het gebied liggen hoger en op waterdoorlatende bodem. Hierdoor zullen deze deelgebieden minder sterk worden beïnvloed door de (vernattings)maatregelen. Hierbij kan als gevolg van de kleinschalige vergraving in de zandige heide (deelgebied 7) de variatie van watertjes op mesoschaal toenemen. De voedselrijkdom zal waarschijnlijk afnemen door omleiding van landbouwwater (deelgebied 2), door de afname van de voedselrijkdom van door landbouwwater beïnvloed grondwater (op termijn) en door een mogelijke toename van de kweldruk (doordat de schaarsbeek minder kwel afvangt). In deze deelgebieden worden de minste veranderingen verwacht.

6 Vervolg

Resultaten van het onderzoek naar het microhabitatgebruik zullen verder worden uitgewerkt (gerelateerd aan de biologie van de soorten, zoals o.a. synchronisatie, mobiliteit, levenscyclus en voedselgilde) en dragen bij aan een betere begrip van de soorten en inzicht in mogelijke bottle-necks op microschaal.

Veranderingen die kunnen optreden als gevolg van de maatregelen zijn nu in vier typen van verandering gegroepeerd. Dit is een grove indeling voor een gebied dat zo gevarieerd is als het Korenburgerveen. Gedetailleerde inschattingen vereisen echter gedetailleerde informatie over bijvoorbeeld de stijghoogte van het grondwater (informatie kweldruk, doorstroming en kans op interne eutrofiëring) Dit vereist een dicht meetnet van peilbuizen wat niet voorhanden is. Lokale verschillen in de effecten van maatregelen zullen daarom worden bepaald door op de monsterpunten de abiotiek te meten. Op basis van die meetresultaten wordt direct bepaald wat de effecten van de maatregelen zijn (geweest). Mogelijk leidt dit ook tot een verfijning in de typen van verandering. Zo bestaat er bijvoorbeeld aanwijzingen dat er (gedurende korte periode?) een invloed is geweest van bemesting beïnvloed water (hoge chloride gehalten) in de westelijke randzone van het Vragenderveen (Buijs, 2003). Er zal worden nagegaan in hoeverre er nog steeds sprake is van hogere waarden en op basis van deze metingen zullen indien nodig ook de hypothesen voor de fauna worden bijgesteld (zie onder).

Voor de inschatting van de effecten van maatregelen op de watermacrofauna wordt het verzamelen van kennis over de ecologie voortgezet. Deze kennis wordt gebruikt om na te gaan welke eigenschappen de verschillende soorten bezitten om met de veranderingen in omgevingscondities om te gaan. Hiermee worden toetsbare hypothesen geformuleerd over effecten van de veranderingen op de watermacrofauna in de verschillende gebiedsonderdelen. Deze hypothesen worden getoetst met nieuw materiaal wat wordt verzameld tijdens de effectmeting die komend veldseizoen zal plaatsvinden.

7 Literatuur

- Arscott D.B., Tockner, K. & Ward, J.V. (2000) Aquatic habitat diversity along the corridor of an Alpine floodplain river. *Archiv für Hydrobiologie* 149: 679-704.
- Baaijens, G.J. & De Poel, K.R. (1985) Kansrijke oecologische gradiënten in het onderzoeksgebied Hackfort - herkenning, aard en betekenis voor het natuurbeheer. In: *Onderzoek naar aangepaste landbouw (COAL-onderzoek); Jaaroverzicht 1984*. 's-Gravenhage/'s-Hertogenbosch, Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek. COAL-publikatie nr. 26. p. 85-1111.
- Baaijens, G.J. (1985) Over grenzen. *De Levende Natuur* 86 (3): 102-110.
- Baaijens, G.J. (1986) Toelichting bij de voorlopige gradiëntekaart schaal 1: 250.000 van Nederland. Eerste concept. Eigen uitgave. 64 pp.
- Bink, F.A. & Van Wirdum G. (1979) Geohydrologisch en vegetatiekundig onderzoek in het Korenburgerveen s.l. in de ruilverkaveling Winterswijk-west. Deelrapport biologische aspecten. RIN-rapport 79/12, Leersum.
- Biologische Station Zwillbrock (1995) Beheersvisie Korenburgerveen. Biologische Station Zwillbrock, Vreden.
- Bots, W.C.P.M. (1979) De waterkwaliteit in de ruilverkaveling Winterswijk-west en in het bijzonder in het natuurgebied het Korenburgerveen s.l. Nota 1101. Instituut voor Cultuurtechniek en waterhuishouding, Wageningen.
- Buijs, R.G. (2003) Hydrologische monitoring Korenburgerveen 2002. Buijs Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies, Groningen.
- Fairchild, G.W. J. Cruz & A.M. Faulds (2003). Microhabitat and landscape influences on aquatic beetle assemblages in a cluster of temporary and permanent ponds. *Journal of the North-American Benthological Society* 22(2): 224-240.
- Groeneweg, M. & R.G. Buijs (2002) Monitoring in het Korenburgerveen 2001. A&W-rapport 324. Altenburg & Wymenga, Veenwouden/Buijs hydro-ecologisch onderzoek & advies, Groningen
- Kleijn, K.P. (1977) Vegetatiekartering in het Meddose Veen. Landbouw hogeschool, Wageningen.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen, J.G.M. Roelofs (1998) Sulfate induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environmental Science & Technology* 32: 199-205.
- Li J., Herlihy A., Gerth W., Kaufmann P., Gregory S., Urquhart S. & Larsen D.P. (2001) Variability in stream macroinvertebrates at multiple spatial scales. *Freshwater Biology* 46: 87-97.
- Mankor J. (1985) Het Korenburgerveen, een ecohydrologische onderzoek. RIN, intern rapport 87/9, Leersum
- Smolders, A.J.P. & J.G.M. Roelofs (1995) Internal eutrophication, iron limitation and sulphide accumulation due to the inlet of river Rhine water in peaty shallow waters in the Netherlands. *Archiv für Hydrobiologie* 133: 349-365.
- Stiboka (1965). De bodem van Nederland. Toelichting bij de bodemkaart van Nederland schaal 1:200 000. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Stortelder, L.J.M. (1978) Oecologisch onderzoek in het Korenburger- en VRagenderveen. Concept doctorale scriptie. Afdeling Geobotanie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Te Riele, W.J.M., H.G.M. Geenen (1978). Natuurgebied Korenburgerveen e.o. De bodemgesteldheid en het grondwaterniveau. Stichting voor Bodemkartering Staringgebouw, Wageningen.
- Van den Bosch, M. & H. Kleijer (2003) De ontwikkeling van het landschap ten oosten van Winterswijk. *Cainozoic research, special issue* 1:3-26.

- Van den Brand, St. H. (1995). De plantengroei van Winterswijk. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- Van der Veen, R. (1998) Korenburgerveen en omgeving. Hydrologische modellering. Intern rapport, Waterschap Rijn en IJssel, Doetinchem.
- Van Leeuwen, C.G. (1966) A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. *Wentia* 15: 25-46.
- Van 't Hullenaar, J.W. (2000) Zuiver veen in hoger sferen - Hydrologisch inrichtingsplan voor herstel van het Korenburgerveen - definitieve versie. Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle.
- Verberk, W.C.E.P., Van Duinen, G.A., Peeters, T.M.J. & Esselink, H. (2001) Importance of variation in water-types for water beetle fauna (Coleoptera) in Korenburgerveen, a bog remnant in the Netherlands. *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society (NEV)* 12: 121-128.
- Verberk, W.C.E.P., Brock, A.M.T., Van Duinen, G.A., Van Es, M., Kuper, J.T., Peeters, T.M.J., Smits, M.J.A., Timan, L. & Esselink, H. (2002) Seasonal and spatial patterns in macroinvertebrate assemblage in a heterogeneous landscape. *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society (NEV)* 13: 35-43.
- Verberk, W.C.E.P. & H. Esselink (in druk). Invloed van aantasting en maatregelen op de faunadiversiteit in een complex landschap. Case studie: Korenburgerveen Eindrapportage 1e fase (2000-2002).
- Wiesmann, L. (in voorbereiding). Gradiënten in het Korenburgerveen. Stageverslag, Stichting Bargerveen/Afdeling Dierecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen.