

Modellering van de waterhuishouding van het Schijvenven

Onderzoek naar oorzaken en oplossingen van de
verzuring van een zwak gebufferd ven



Modellering van de waterhuishouding van het Schijvenven

Onderzoek naar oorzaken en oplossingen van de verzuring van een zwak gebufferd ven

Datum: mei 2006

Opdrachtgever: Stichting Twickel

Uitvoering: Hogeschool Larenstein (Waterkenniscentrum – lectoraat Integraal waterbeheer)

Auteurs:

Dr. A.J.M. Jansen

Ir. M.A.M. Mann

Ir. A.J. Meijer

Voorwoord

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van een onderzoek naar mogelijkheden voor herstel van de voormalige ecologische kwaliteiten van het Schijvenven. Het onderzoek werd uitgevoerd door de Hogeschool Larenstein in opdracht van de Stichting Twickel. Het project werd voor een belangrijk deel als casestudy ingebracht in het reguliere studieprogramma van de opleiding Land en Watermanagement. De volgende studenten leverden een bijdrage aan het onderzoek: Roel Burger, Thijs ten Bras, Wilmer Noome en Saskia Westerdaal.

De hydrologische modellering en de scenarioanalyses werden uitgevoerd door Ferry van den Eng en Matt Mann. De begeleiding van het onderzoek en de eindrapportage werden verzorgd door ondergetekenden. Onze dank gaat uit naar de heer Karel Hesselink van het Waterschap Regge en Dinkel, dat de kosten voor het nemen en analyseren van de watermonsters voor zijn rekening nam, de heer Gertie Schmidt eveneens van het waterschap Regge en Dinkel voor zijn medewerking bij het analyseren en interpreteren van de waterkwaliteitsgegevens en naar onze opdrachtgever de heer Hans Gierveld voor het in ons gestelde vertrouwen.

Velp, mei 2006

André Jansen, lector integraal waterbeheer en ruimtelijke inrichting.

Matt Mann, docent hydrologie en waterbeheersing

Bert Meijer, docent milieukunde

Samenvatting

Uit het evaluatierapport “vijf NB-wet-terreinen op het landgoed Twickel” (Jansen et al, 2001) blijkt dat de hydro-ecologische herstelmaatregelen bij het Schijvenveld succesvol zijn geweest, behalve bij het Schijvenven. De conclusie in genoemde studie is dat het ven te verzuurd is, waardoor soortenarme rompgemeenschappen van de oeverkruidklasse zijn ontstaan in plaats van de gewenste goed ontwikkelde gemeenschappen van die klasse.

De kennis over de waterhuishouding van dit ven is onvoldoende om de huidige waterkwaliteit te kunnen verklaren en daardoor is het tevens onduidelijk of de waterkwaliteit op termijn middels hydrologische maatregelen kan worden verbeterd. Deze constatering leidt tot de volgende vraagstelling:

Hoe kan op basis van een analyse van het watersysteem, waar het Schijvenven deel van uitmaakt, de huidige waterkwaliteit worden verklaard en welke (hydrologische) maatregelen zijn er mogelijk om de waterkwaliteit zodanig te verbeteren dat daarmee aan de randvoorwaarden voor het ecologisch streefbeeld wordt voldaan?

Om het antwoord te vinden op deze vraag zijn een de volgende fasen doorlopen:

1. Er zijn gegevens verzameld voor de (water)systeembeschrijving van het Schijvenveld.
2. Met behulp van deze gegevens is een hydrologisch model gemaakt van het Schijvenveld.
3. Met het model is onderzocht welke hydrologische maatregelen mogelijk zijn om kwel in het ven te krijgen. Deze kwel moet zorgen voor een betere waterkwaliteit door verhoging van de alkaliniteit (buffercapaciteit).
4. Er zijn waterkwaliteitsgegevens verzameld van het oppervlaktewater en het grondwater en deze zijn vergeleken met de vereiste waterkwaliteit voor het ecologisch streefbeeld. Knelpunten zijn beschreven.
5. Er is een inschatting gemaakt van de effecten van de voorgestelde hydrologische maatregelen op de waterkwaliteit
6. Er is een literatuurstudie gedaan naar herstelmaatregelen bij verzuurde, van origine zwak gebufferde, vennen.
7. Er is een inschatting gemaakt van de kans op de terugkeer van de gewenste begroeiing van de oeverkruidklasse bij de nieuwe waterkwaliteit.
8. Er zijn aanbevelingen geformuleerd in de vorm van een samengesteld pakket van maatregelen.

Resultaten:

Met het in Microfem gebouwde model is een aantal scenario's doorgerekend. Hieruit is gebleken dat het mogelijk is de kwel in het Schijvenven te herstellen door de aanwezige barrière tussen het Schijvenven en de afwateringsgreppel te verwijderen en de uitstroming van de greppel naar de Twickelervaart zo aan te passen dat in de greppel een hoogste peil wordt gehandhaafd dat gelijk is aan het peil van het Schijvenven. Hierbij dient de kanttekening gemaakt te worden dat het belangrijk is voor een goed ontwikkelde oeverkruidgemeenschap dat het peil in het ven voldoende fluctueert. Het model kent enige beperkingen, waardoor het niet mogelijk is te voorspellen hoe groot de kwel precies gaat worden. Het is daarom ook niet mogelijk om het effect op de waterkwaliteit exact te berekenen. Wel zijn de gevolgen van de voorgestelde ingrepen op hoofdlijnen te beschrijven.

Uit de waterkwaliteitanalyses kan geconcludeerd worden dat het grootste verschil tussen de huidige waterkwaliteit en de voor goedontwikkelde oeverkruidgemeenschappen benodigde kwaliteit is gelegen in pH en alkaliniteit (buffercapaciteit), welke beide positief beïnvloed kunnen worden door het herstel van de kwel. Of de alkaliniteit van de kwel voldoende hoog is om de alkaliniteit van het ven in het gewenste bereik te krijgen is echter nog de vraag. De lage alkaliniteit van het grondwater geeft aan dat het hele Schijvenveld toch behoorlijk verzuurd is, de buffercapaciteit is nagenoeg uitgeput. Daarnaast is de ammonium/nitraat verhouding te hoog, hetgeen ook duidt op een te lage pH.

Uit de modelberekeningen blijkt dat bij het doorvoeren van de voorgestelde maatregelen (scenario 2) de kwel 16 m³/dag is, terwijl er gemiddeld 24 m³/dag aan (zure) regen rechtstreeks in het ven valt. Hierbij wordt nog geen rekening gehouden met het zure regenwater dat oppervlakkig afstroomt naar het ven. Het is dus niet waarschijnlijk dat met hydrologische maatregelen alléén aan de standplaatsfactoren kan worden voldaan. Het systeem heeft dus een “duwtje in de rug” nodig. Dit zou bereikt kunnen worden door systeemvreemd gebufferd oligotroof oppervlakte- of grondwater in het systeem te laten of te bekalken. Eventueel kan ook worden overwogen het ven deels leeg te pompen en weer te vullen met opgepompt grondwater, al of niet gecombineerd met bekalken van de omgeving.

Uit de literatuur blijkt dat herstel in vele gevallen mogelijk is. Belangrijk daarbij is dat de zaadbank nog in tact is en dat deze pas wordt aangesproken als de omstandigheden optimaal zijn. Daarom is het advies het herstel van het Schijvenven gefaseerd aan te pakken en de veranderende omstandigheden te monitoren. Het voorstel is:

1. Eerst de kwel herstellen door de aanwezige barrière tussen het Schijvenven en de afwateringsgreppel te verwijderen en de uitstroming van de greppel naar de Twickelervaart zo aan te passen dat in de greppel een hoogste peil wordt gehandhaafd dat gelijk is aan het gewenste peil van het Schijvenven. Dit peil moet niet vast zijn, omdat oeverkruidgemeenschappen peilfluctuaties nodig hebben.
2. Aangezien het ca. 10 jaar geleden is dat het ven is uitgebaggerd wordt geadviseerd na te gaan of er zich al weer een organische sliblaag heeft gevormd. Als dat het geval is wordt het opnieuw baggeren van het ven aangeraden.
3. Als de kwel is hersteld zouden de pH en de alkaliniteit langzaam moeten toenemen. Als dit niet (of niet in voldoende mate) het geval is dan wordt geadviseerd een deel van het intrekgebied van het ven te bekalken. Daarbij moet beslist niet het ven zelf, maar de bodem worden bekalkt op die plaatsen waar het water infiltreert (de bron van het kwelwater in het ven). Daarbij is het raadzaam plaatsen te zoeken waar het regenwater niet direct oppervlakkig naar het ven kan afstromen. Met deze werkwijze duurt het enkele jaren voordat er resultaat waarneembaar zal zijn in het ven, maar het voordeel is dat de kans op interne eutrofiëring kleiner is en de buffercapaciteit van de bodem wordt hersteld, zodat een meer duurzaam resultaat wordt verkregen.
4. Alvorens de zaadbank aan te spreken door het plaggen van de oevers van het ven wordt geadviseerd te controleren of de maatregelen het gewenste effect hebben gesorteerd : is de pH goed, voldoende alkaliniteit en is er geen (interne) eutrofiëring opgetreden? Met name het NH_x gehalte moet daarbij goed in de gaten gehouden worden omdat bij hoge concentraties en een hoge ammonium/nitraat ratio de zaden van de gewenste gemeenschappen van de oeverkruidklasse maar moeilijk tot kieming komen en zich niet verder kunnen ontwikkelen.
5. Als aan alle standplaatsfactoren is voldaan kan door plaggen de zaadbank worden geactiveerd. Ook na plaggen moet de ammoniumconcentratie goed worden gevolgd.

Als het lukt om op de voorgestelde manier goed ontwikkelde gemeenschappen van de oeverkruidklasse in het Schijvenven terug te krijgen is de verwachting dat er een evenwichtig systeem zal ontstaan en dat verdere bekalking niet meer nodig is. De nationale en internationale maatregelen om de zure depositie te verminderen hebben positief effect gehad. De zwaveldepositie is sterk afgenomen en ook de stikstofdepositie laat een dalende trend zien, vooral voor ammoniak. Aangezien het buffersysteem na de herstelmaatregelen weer hersteld zal zijn is het waarschijnlijk dat het systeem de zure depositie kan bufferen.

Oplossing van de verzuringsproblematiek van het Schijvenven is niet mogelijk is door het nemen van maatregelen in de waterhuishouding van het Schijvenven alleen. De noodzakelijke verlaging van het te hoge waterpeil in het Schijvenven leidt tot vermindering van de voeding van het Kleine Ven en heeft derhalve ongewenste ecologische effecten (vermindering van de kwel naar het Kleine Ven). Er is dus een bredere c.q. meer integrale benadering noodzakelijk, waarvan de noordelijke randsloot onderdeel dient uit te maken. Deze sloot heeft een sterk drainerende werking op het Kleine Ven. We bevelen aan de noordelijke randsloot aanzienlijk te verondiepen (tot ca. 60 cm beneden maaiveld). Om verslechtering van de waterhuishouding voor de landbouw te voorkomen stellen we voor aan de noordzijde van het landbouwperceel, d.w.z. langs de weg een nieuwe sloot te graven. Deze nieuwe sloot hoeft waarschijnlijk minder diep te zijn dan de huidige randsloot omdat deze – ook na zijn verondieping – zal blijven draineren. Een en ander is mede afhankelijk van de diepte waarmee de keileem onder het maaiveld van het noordelijke landbouwperceel ligt.

INHOUDSOPGAVE

1.	Inleiding.....	12
1.1.	Achtergrond	12
1.2.	Onderzoeksvraag en Doelstelling	13
1.3.	Werkwijze	13
1.4.	Leeswijzer	14
2.	Systeembeschrijving.....	15
2.1.	Algemene beschrijving van het Schijvenveld	15
2.2.	Peilbuizen en bemonsteringslocaties	15
2.3.	Topografie en opbouw van de ondergrond	16
2.3.1.	Maaiveldhoogte	16
2.3.2.	Bodemopbouw	18
2.4.	Het oppervlaktewatersysteem	18
2.5.	Het Grondwatersysteem	18
2.6.	Waterkwaliteit.....	22
2.6.1.	De standplaatscondities van het streefbeeld	22
2.6.2.	Verzamelde analyseresultaten oppervlaktewater	22
2.6.3.	Veldwerk	23
2.6.4.	Oppervlaktewaterkwaliteit	25
2.6.5.	Samenvatting.....	30
2.6.6.	Grondwaterkwaliteit	31
2.6.7.	Samenvattende conclusie waterkwaliteit.....	34
3.	Modellering grondwaterstroming	35
3.1.	Schematisering en modelkeuze	35
3.2.	Begrenzing modelgebied	35
3.3.	Modelparameters.....	36
3.3.1.	Modelgrid.....	36
3.3.2.	Bodemhoogte van de vennen.	36
3.3.3.	Maaiveldhoogten	36
3.3.4.	Laagdikten.....	36
3.3.5.	Doorlaatfactoren en bergingscoëfficiënt	37
3.4.	Randvoorwaarden	37
3.4.1.	Oppervlaktewaterpeilen en vaste stijghoogten	37
3.4.2.	Neerslag.....	38
3.5.	Initiële Stijghoogten.....	39
4.	Modelberekeningen	40
4.1.	Eigenschappen en beperkingen van het niet-stationaire model	40
5.	Scenario's met het stationaire model	44
5.1.	De referentiesituatie	44
5.2.	Mogelijke maatregelen en scenario's.....	45
5.3.	Resultaten van de scenarioberekeningen.	46
5.4.	Effect van ingrepen in het grondwatersysteem op de waterkwaliteit.....	48
5.5.	Effectgerichte maatregelen (literatuurstudie).....	49
6.	Conclusies en aanbevelingen.....	51
6.1	Conclusies	51
6.2	Aanbevelingen	52

6.2.1	Herstel waterhuishouding Schijvenven	52
6.2.2.	Schijvenven, Kleine Ven en de noordelijke randsloot	55
7.	Discussie.....	56
8.	Literatuurlijst	57
9.	Bijlagen:.....	59
9.1.	Bijlage 1 Foto's Schijvenveld	60
9.2.	Bijlage 2 Stijghoogten berekend voor de verschillende Scenario's,.....	61
9.3.	Bijlage 3: Waterkwaliteitsgegevens en trendanalyse.....	64
9.4.	Bijlage 5: Analyseresultaten waterkwaliteit	69

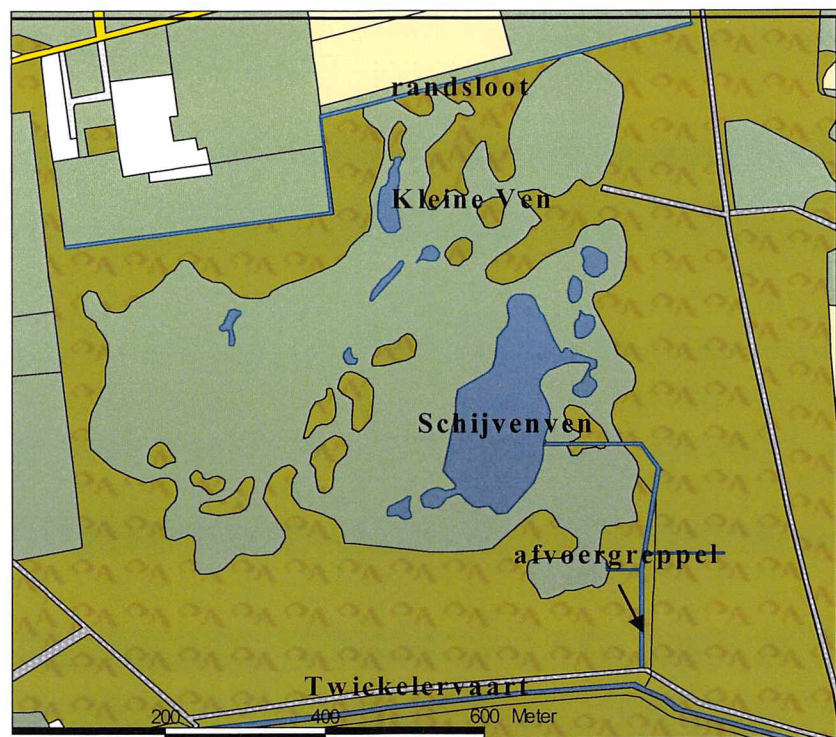
1. Inleiding

1.1. Achtergrond

In 1992 is in opdracht van de stichting Twickel door Kiwa samen met TNO een hydro-ecologische studie van 5 terreinen uitgevoerd die sinds 1991 onder de natuurbeschermingswet (NB-wet) zijn geplaatst (Jansen en Hoogendoorn 1993). Een van deze terreinen was het Schijvenveld met het daarin gelegen Schijvenven (zie fig.1). Op basis van de uitgevoerde studie zijn maatregelen genomen om de natuurwaarden van de betreffende terreinen te vergroten. Het grootste probleem bleek de verdroging te zijn en de daaruit voortvloeiende verzuring en vermesting. Lokaal speelde achterstallig onderhoud een rol. Voor het Schijvenveld en het Schijvenven werden o.a. de volgende maatregelen voorgesteld en vervolgens uitgevoerd:

- Het verondiepen of stuwen van de Twickelervaart;
- Het verondiepen van de leiding tussen Schijvenveld en Braamhaarsveld;
- Het dempen van een aantal greppels;
- Het kappen van een gedeelte van het bos.

In 2001 werd door Kiwa een vervolgstudie uitgevoerd met als doel het vaststellen en beoordelen van de effectiviteit van de genomen maatregelen op de vegetatie, op de soortenrijkdom en op het grondwaterregime. Over het algemeen bleken de resultaten van de herstelmaatregelen positief, ook in het Schijvenveld (Jansen et al., 2001). Hoewel in het Schijvenven in eerste instantie diverse soorten van Oeverkruid-gemeenschappen terugkeerden, verdwenen deze soorten al weer snel. Vervolgens ontwikkelde zich soortenarme rompgemeenschappen van Knolrus, Veelstengelige waterbies en Waterveenmos, die kenmerkend zijn voor zure, ongebufferde omstandigheden. Het gewenste herstel werd niet gerealiseerd. Achteraf kan worden vastgesteld dat het ven te zeer verzuurd is voor langdurig herstel van Oeverkruid-gemeenschappen (Associatie van Vlottende bies en Associatie van Veelstengelige waterbies).



Figuur 1: Overzicht Schijvenveld

1.2. Onderzoeksvraag en Doelstelling

In 2004 kreeg Hogeschool Larenstein van de Stichting Twickel de opdracht voor het beginnen van een vervolgonderzoek naar mogelijke maatregelen voor verbetering van de ecologische waarde van het Schijvenven. In paragraaf 1.2 wordt de doelstelling van dit project nader beschreven. Voor de exacte inhoud van de projectopdracht en de gevolgde werkwijze wordt hier verwezen naar het betreffende projectplan (Hogeschool Larenstein WKC, 2004).

De sedert 1993 in het Schijvenveld uitgevoerde herstelmaatregelen hebben in het Schijvenven niet (of onvoldoende) geleid tot een herstel van de beoogde, goedontwikkelde Oeverkruidgemeenschappen (Jansen & Hoogendoorn 1993), die eerder wel aanwezig waren. In de projectevaluatie van juli 2001 wordt de relatief lage pH van het venwater als voornaamste oorzaak hiervan genoemd. De kennis over de waterhuishouding van het ven is echter onvoldoende om de huidige waterkwaliteit te kunnen verklaren en daardoor is het tevens onduidelijk of de waterkwaliteit op termijn middels hydrologische maatregelen kan worden verbeterd.

Het doel van het project is het verklaren van de huidige waterkwaliteit van het Schijvenven op basis van een beschrijving en een gedetailleerde (niet-stationaire) modellering van het hydrologisch systeem waarvan het ven deel uit maakt. De modellering dient zowel de kwantiteits- als kwaliteitsaspecten van de waterhuishouding te omvatten. Het model dient zowel inzicht te geven in de verwachte gemiddelde waarde van de (kwantiteits- en) kwaliteitsparameters als in de variatie op korte en middellange termijn. Aan de hand van de modelresultaten zullen, indien mogelijk, maatregelen worden geformuleerd die kunnen leiden tot de gewenste verbetering van de waterkwaliteit. Het verwachte effect van de maatregelen wordt met het ontwikkelde instrumentarium gesimuleerd en geëvalueerd. Het eindresultaat van de studie is een advies over de uit te voeren maatregelen die met een grote kans van slagen zullen leiden tot de gewenste verbetering van de waterkwaliteit en daarmee op termijn tot herstel van de beoogde Oeverkruidgemeenschappen.

1.3. Werkwijze

In de eerste fase van het onderzoek werd getracht het geschetste probleem nader in kaart te brengen door een goede beschrijving van het onderzoeksgebied en door het inventariseren van de beschikbare gegevens. De nadruk bij het verzamelen van de gegevens lag op de fysische gegevens noodzakelijk voor de hydrologische modellering en de gegevens met betrekking tot de chemische samenstelling van de bodem en de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. De reeds beschikbare gegevens werden op beperkte schaal aangevuld met metingen en waarnemingen in het veld. Op basis van de verzamelde gegevens werd een beschrijving gemaakt van het hydrologisch systeem van het Schijvenveld. Over de resultaten van deze onderzoeksfase werd afzonderlijk aan de opdrachtgever gerapporteerd. (Projectgroep Larenstein, 2004)

Tijdens de eerste fase van het onderzoek bleek er onvoldoende kennis aanwezig te zijn over de eigenschappen van het hydrologisch systeem voor een modellering op het gewenste schaalniveau. Er werd besloten in de tweede fase de gegevens middels veldonderzoek aan te vullen, voor zover dit binnen de geraamde tijd en het beschikbare budget mogelijk was. De noodzakelijke aanvulling had

onder andere betrekking op de fysische parameters van het topsysteem: vooral de dikte en de doorlatendheid van de toplaag diende beter in kaart te worden gebracht. Daarnaast bestond onvoldoende zicht op voorkomende grondwaterstanden en op de afvoer vanuit het ven. Bovendien moest de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater beter in kaart worden gebracht. Na de bovengenoemde aanvulling van de basisgegevens werd een begin gemaakt met de modellering van het grondwatersysteem.

In de derde fase, werd het hydrologisch model verder ontwikkeld. Er werd gekozen voor een eenvoudig grondwatermodel met min of meer vaste bovenrandvoorwaarden (venpeil) waarmee niet-stationair kon worden gerekend zodat de invloed van variabele neerslag op de grondwaterstanden en daarmee op de waterbalans van het ven kon worden gesimuleerd. De modelresultaten werden voor de huidige situatie vergeleken met in het veld gemeten grondwaterstanden. Het verband tussen de waterbalans van het ven, de chemische eigenschappen van de bodem en de waterkwaliteit van het ven werd onderzocht. Vervolgens werd een aantal maatregelen geformuleerd die eventueel zouden kunnen leiden tot een verbetering van de waterkwaliteit. Met het model werden de effecten van deze maatregelen of van combinaties daarvan op de waterbalans van het ven berekend (scenario-analyse). Op basis van de modelresultaten werd een advies samengesteld over kansrijke hydrologische en aanvullende maatregelen.

1.4. Leeswijzer

In dit rapport worden als eerste de belangrijkste feiten en conclusies uit de eerste fase samengevat, waarna de resultaten van tweede en derde fase worden gepresenteerd. Dit rapport geeft op deze wijze een volledig overzicht van de resultaten van het uitgevoerde onderzoek. In hoofdstuk 2 worden de resultaten van de inventarisatie en de beschrijving van het hydrologisch systeem gepresenteerd. Naast een samenvatting van het eerder verschenen rapport van de eerste fase wordt beschreven welke aanvullende gegevens zijn verzameld en worden de belangrijkste resultaten van het aanvullend veldonderzoek gepresenteerd. In hoofdstuk 3 wordt de modellering van het onderzoeksgebied beschreven. Het hoofdstuk beschrijft de schematisatie, geeft een verantwoording van de keuze van het modeltype en geeft een opsomming van de belangrijkste modelparameters. In hoofdstuk 4 worden de scenario's beschreven en de resultaten van de scenarioberekeningen gepresenteerd. In hoofdstuk 5 wordt het verband gelegd tussen de mogelijke veranderingen in de kwantitatieve eigenschappen van het hydrologisch systeem en de mogelijke veranderingen in de waterkwaliteit. In hoofdstuk 6 worden de conclusies van het onderzoek gepresenteerd en wordt een aantal aanbevelingen gedaan.

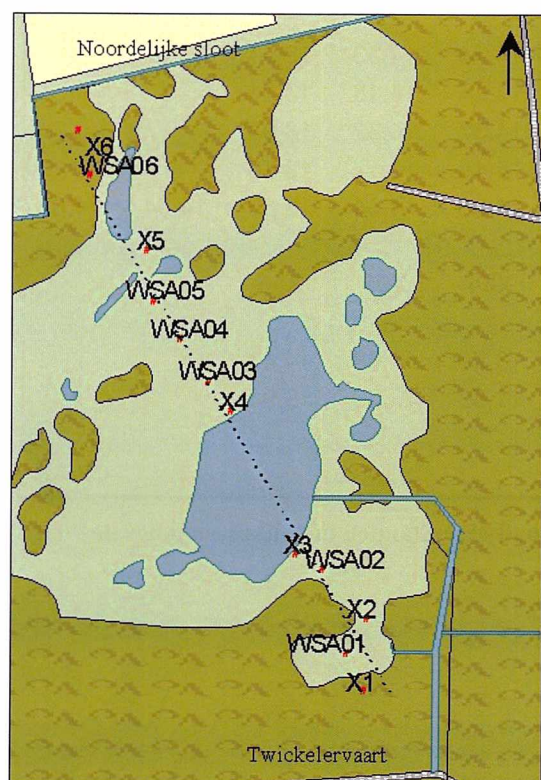
2. Systeembeschrijving.

2.1. Algemene beschrijving van het Schijvenveld

Het Schijvenveld is een nat heidegebied, met in het centrum het Schijvenven, en een kleiner noordelijk gelegen ven, dat we het Kleine Ven noemen. Elders in het gebied liggen natte laagten met veenmosrijke begroeiingen en Gagel- en wilgenstruwelen. Vooral aan de westzijde liggen grotere moerassige gedeelten. De laagten zijn van elkaar gescheiden door lage dekzandruggen. De randen van het gebied zijn bebost. Aan de zuidkant van het gebied loopt de Twickelervaart. Deze vaart is gegraven in 1772 ten behoeve van het vervoer van producten van het landgoed Twickel. Aan de noordkant wordt het gebied begrensd door een kavelsloot, die de scheiding vormt tussen het landbouwgebied en het Schijvenveld. Verspreid over het gehele Schijvenveld staan grote plassen water. Zowel het Schijvenven als Kleine Ven zijn waarschijnlijk ontstaan in een terreindepressie, die gevormd is tijdens de laatste ijstijden (het Saalien en het Weichselien). Door slecht doorlatende klei- en keilemlagen (grondmorene) in de ondiepe ondergrond kan het water in laagten plaatselijk stagneren hetgeen tot plasvorming kan leiden. In bijlage 1 geven een aantal foto's een impressie van het onderzoeksgebied.

2.2. Peilbuizen en bemonsteringslocaties

Voor het onderzoek naar de ecohydrologische situatie van het Schijvenveld zijn in 1992 zes peilbuizen



in het gebied geplaatst. Bovendien werd in het Schijvenven een peilschaal aangebracht. Drie van de peilbuizen waren bruikbaar in het huidige onderzoek naar de hydrologische situatie van het Schijvenven. De stijghoogte-gegevens van deze peilbuizen zijn bijgehouden van 1992 tot en met 1999 (zie deelrapportage fase 1). Om aanvullende informatie te verkrijgen over het grondwaterregime en de waterkwaliteit werden tijdens de eerste fase zes nieuwe peilbuizen geplaatst (zie figuur 2: peilbuizen Wsa 1 t/m Wsa 6). De filters van de buizen zijn allen juist boven de keileem geplaatst. De boorbeschrijvingen gemaakt tijdens de plaatsing van de buizen geven aanvullende informatie over de bodemopbouw. De peilbuizen liggen op een zuidoost – noordwest georiënteerde raai over het midden van het Schijvenven. Langs deze raai werd ook een aantal aanvullende boringen uitgevoerd voor beschrijving van het bodemprofiel (zie figuur 2, locaties X1 t/m X6). De op deze wijze verkregen informatie was echter onvoldoende om een vlakdekkend ruimtelijk beeld te creëren van deze parameters.

Figuur 2: Peilbuizen (WSA) en bemonsteringslocaties (X) langs de raai over het Schijvenven.

In de tweede fase werd een aantal aanvullende waarnemingen en metingen uitgevoerd. In de bestaande raai werden in het Kleine Ven 2 peilbuizen bijgeplaatst (Wsa 07 en Wsa 08, zie fig. 5). De filters van deze buizen bevinden zich op resp. 75 en 90 cm onder de venbodem. Doel van deze buizen was om zicht te krijgen op eventuele verschillen tussen het venpeil en de stijghoogte onder de venbodem. Bij beide buizen is het filter juist boven de keileemlaag geplaatst. De buizen werden slechts 1 maal bemeten waarbij geen verschil tussen het venpeil en de gemeten stijghoogten werd gevonden (zie tabel 1). In tabel 1 staan de resultaten van de metingen langs deze raai weergegeven.

Hoogten in m +NAP								
jaar: 2004								
Oppervlaktewater	Twickeler- vaart	Schijven- ven	Kleine ven					
waterstand juni	13,19	14,45						
waterstand sept.	13,19	13,64	13,98					
waterstand 1 okt.	13,19							
waterstand 12 okt.		14,41	14,01					
waterstand 19 okt.								
Peilbuizen	WSA01	WSA02	WSA03	WSA04	WSA05	WSA06	WSA07	WSA08
kophoogte peilbuis	14,82	15,39	14,90	15,08	14,79	14,63	15,07	14,88
maaiveld	14,51	15,21	14,55	14,74	14,59	14,29	13,70	13,71
keileem	12,61	12,81	12,15	12,74	13,09	13,19	12,45	12,46
stijghoogte juni	14,23	14,29	14,47	14,34	14,33	13,91		
stijghoogte sept.	13,94	14,23	14,30	14,14	14,18	13,81		
stijghoogte 1 okt.	14,37	14,45	14,45	14,37	14,32	13,93		
stijghoogte 12 okt.	13,90	14,24	14,33	14,18	14,17	13,78		
stijghoogte 19 okt.	14,12	14,39	14,45	14,36	14,34	13,83	14,04	14,03
Bemonsteringspunten	X01	X02	X03	X04	X05	X06		
maaiveld	15,52	15,40	13,99	13,79	14,03	14,43		
keileem	13,62	13,90	12,04	11,69	13,53	13,93		
stijghoogte sept.	14,46	14,66	13,81		14,03			

Tabel 1: Maaiveldhoogte, diepte keileemlaag en gemeten grondwaterstanden in peilbuizen langs de meetraai

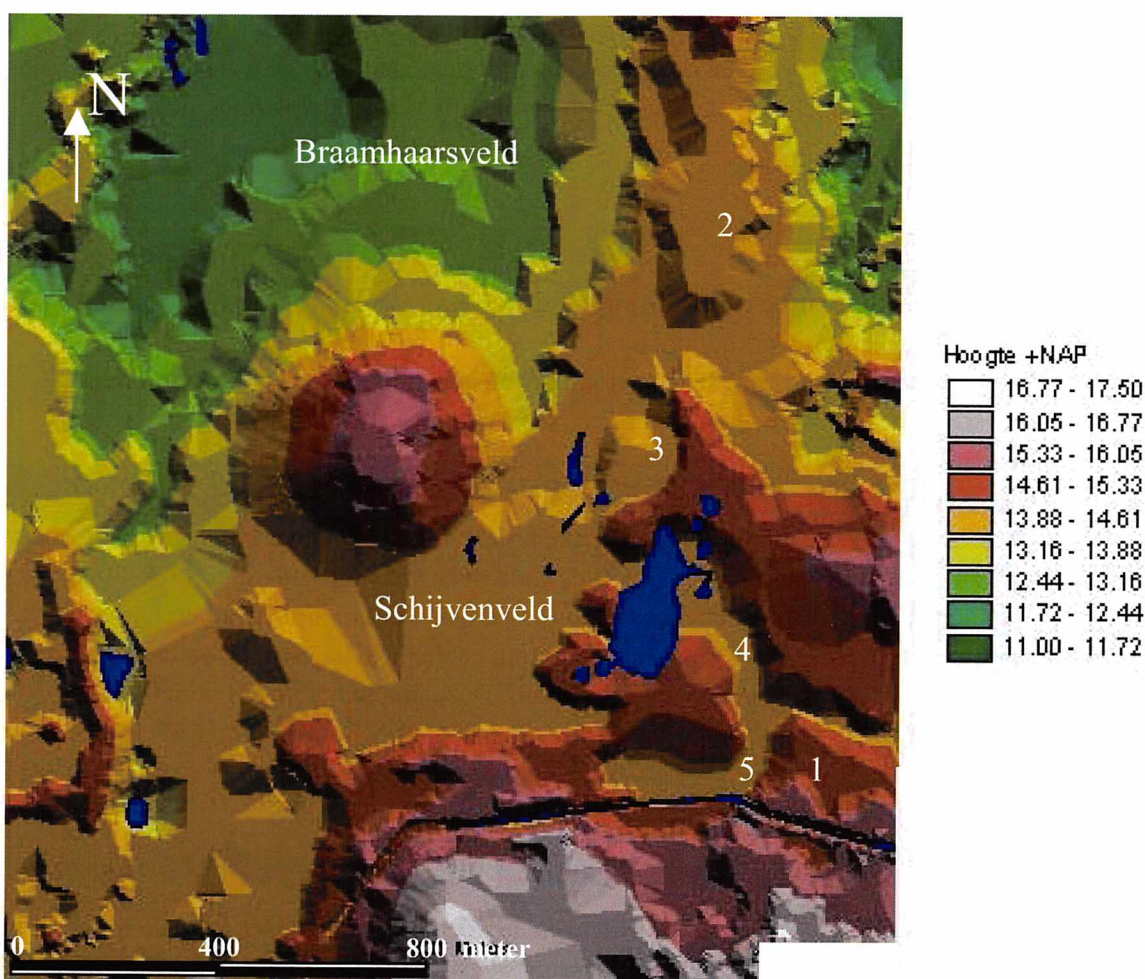
2.3. Topografie en opbouw van de ondergrond

2.3.1. Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte in het Schijvenveld varieert ongeveer tussen 11,50 en 15,50 m +NAP. Het centrale deel van het Schijvenveld is een welvend grondmorenelandschap, waarover een dunne laag dekzand is afgezet en waarlangs aan de zuidwest-, oost- en noordzijde dekzandruggen liggen (zie figuur 3). In de

noordelijke dekzandrug ligt het begin van een laagte, die tot het golvende grondmorene landschap wordt gerekend.

De dekzandrug in het zuidwesten is een uitloper van de stuwwal van Delden die ter plekke wordt doorsneden door de Twickelervaart (zie punt 1 in figuur 3). De rug in het oosten vormt de zuidelijke helft van de rug die in het oosten van het Braamhaarsveld ligt (zie punt 2 in figuur 3). Tussen Braamhaarsveld en Schijvenveld ligt een grote laagte zonder randwal. In de noordelijke dekzandrug komt echter een ruim 1 meter lager deel voor (zie punt 3 in figuur 3). Via deze laagte kan water uit het centrale deel van het terrein, dat iets hoger ligt, worden afgevoerd. De laagte in de grondmorenerug loopt in de richting van een moerassige laagte zonder randwal, die ligt tussen Schijvenveld en Braamhaarsveld. In het noordwesten van het Schijvenveld bevindt zich een lokale hoogte (zie punt 6 in figuur 3). Het water kan vanaf hier oppervlakkig in alle richtingen stromen. In het zuidoosten liggen twee smalle slenkvormige laagten in de dekzandrug. Via de noordelijke van deze twee laagten (zie punt 4 in figuur 3) waterde het Schijvenven oorspronkelijk in zuidoostelijke richting af. Deze laagte sluit aan op de zuidelijke laagte (zie punt 5 in figuur 3) in de dekzandrug, die van west naar oost helt. Dit afstromende water stagneerde voor de als een dijk aangelegde weg aan de westzijde van het Schijvenveld. Vanuit het midden van het gebied neemt de maaiveldhoogte in westelijke richting geleidelijk af.



Figuur 3: Maaiveldhoogte Schijvenveld. Voor toelichting zie tekst. N.B.: Met schaduw is in de figuur een 3D effect opgeroepen. De kleuren in de figuur stemmen daardoor niet geheel overeen met de kleuren in de legenda (bron: AHN Rijkswaterstaat).

2.3.2. Bodemopbouw

In bijna het gehele Schijvenveld wordt op geringe diepte, dwz. binnen de 1,50 m onder maaiveld, een vrijwel ondoorlatende keileemlaag aangetroffen. Om de ligging van deze keileemlaag in kaart te brengen en zicht te krijgen op de samenstelling van de bodem erboven werden 26 boringen uitgevoerd, zowel in de eerder genoemde raai als daarbuiten. Over het algemeen bestaat het gebied uit matig fijn en fijn zand met een ondiepe grondwaterstand. De toplaag bestaat uit 5 tot 10 cm zwak humeus of venig materiaal. De laag onder de toplaag is zeer homogeen en wordt gekenmerkt door gleyverschijnselen, veroorzaakt door een variërende grondwaterstand. Onder deze laag bevindt zich een fijnzandige grijze laag. Tussen de Twickelervaart en het Schijvenven bevindt zich onder deze fijnzandige grijze laag een keileemlaag. Onder het Kleine Ven en noordelijk daarvan tot aan het eind van het Schijvenveld bevindt zich onder de fijnzandige laag een grindige keileemlaag. De keileemlaag onder het ven vormt een komvormige laagte. Aan de noordzijde van het Schijvenveld ligt de keileemlaag dicht tegen maaiveld. De doorlatendheid van de toplaag varieert sterk. Dit wordt veroorzaakt door verschillen in de bodembedekking; van kaal, afgeplagd terrein tot enkele decimeters dik veen. Voor de bepaling van de doorlaatfactoren werden drie ringmonsters gestoken. Eén monster werd gestoken op een diepte van 0-5 cm –mv in de bodem van het Schijvenven. Twee monsters werden gestoken op een diepte van 15- 20 cm –mv, de één tussen beide vennen in, de ander halverwege de peilbuizen 1 en 2 (zie figuur 2). Op basis van de analyses van deze ringmonsters werd de doorlaatfactor van de venbodem geschat op 3 m/d en de doorlaatfactor van de watervoerende zandlaag op 27 m/d. De doorlatendheid van de zandlaag eronder is vermoedelijk hoog maar de k-waarde kan moeilijk worden geschat.

2.4. Het oppervlaktewatersysteem

Het hydrologisch deelsysteem waartoe het Schijvenven behoort wordt in het zuiden begrensd door de Twickelervaart. De Twickelervaart werkt drainerend. Hij wordt gevoed zowel met water uit het ten zuiden van het Schijvenveld gelegen gebied als met grondwater uit het Schijvenveld zelf. Aan de west- en noordkant wordt het gebied begrensd door een drainerende kavelsloot. Ten westen van het Schijvenven en Kleine Ven bevindt zich een moerassig gedeelte. Verspreid over het gehele Schijvenveld staan grote plassen water. Ten oosten van het Schijvenven loopt een greppel die via een duiker onder de weg langs de vaart uitkomt in de Twickelervaart. De greppel werkt drainerend op de directe omgeving en bij een hoog venpeil kon het water uit het ven via deze greppel naar de Twickelervaart stromen. Tijdens onze veldbezoeken constateerden we echter dat deze greppel is afgedamd ter hoogte van het ven. Desondanks waren sommige delen van de greppel watervoerend en vond via deze greppel afvoer plaats naar de Twickelerwaard. Deze greppel draineert derhalve de dekzandruggen en laagten die ze doorsnijdt.

2.5. Het Grondwatersysteem

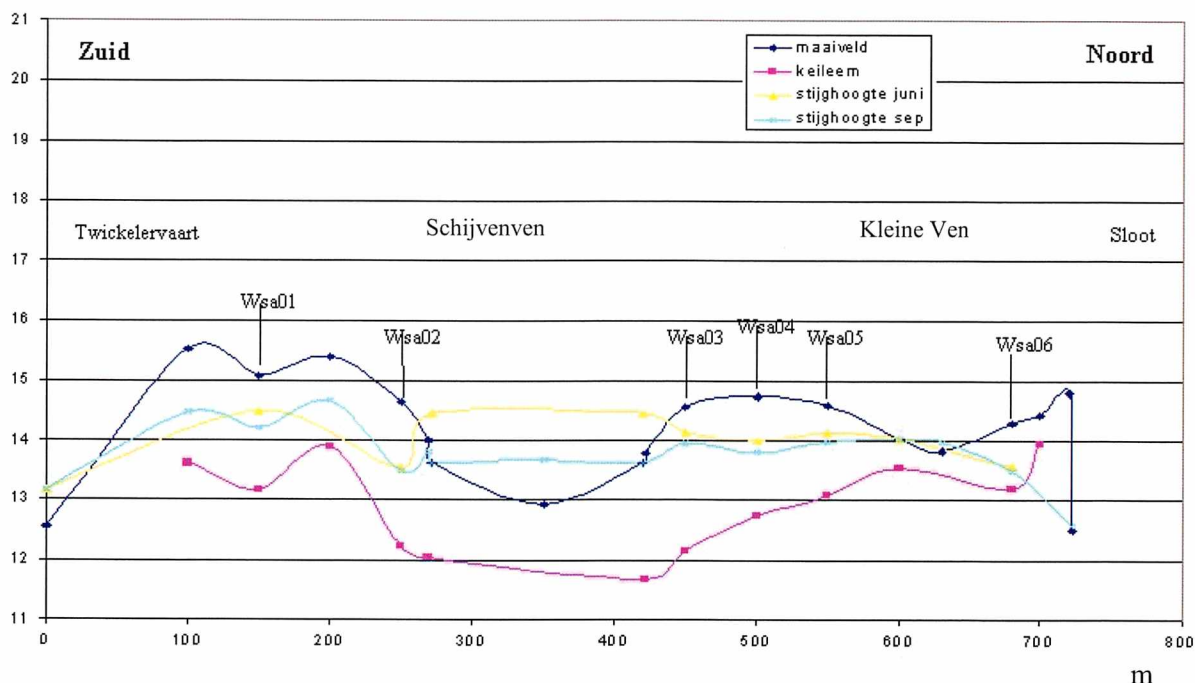
Het gebied rond het Schijvenven is regionaal beschouwd een inzijsgebied, dat zeer nat was vanwege de geringe diepte van de keileem onder het maaiveld. Oorspronkelijk stroomde het inzijgende water in noordwestelijke en noordoostelijke richting. Na de aanleg van de Twickelervaart is de stromingsrichting gedeeltelijk veranderd. Het water uit het zuidelijke deel stroomt nu naar de aan de zuidzijde van het veld gelegen Twickelervaart. Behalve verandering van de stromingsrichting van het grondwater heeft de Twickelervaart ook voor een aanzienlijke daling van de grondwaterstanden in het

zuidelijke deel van het veld geleid. Lokaal stroomt jong grondwater, dat in dekzandruggen is geïnfiltreerd, zijdelings af naar laagten.

De grenzen van het grondwatersysteem worden in hoofdzaak bepaald door het aanwezige oppervlaktewatersysteem. Echter, de dekzandrug aan de oostzijde bepaalt de oostelijke begrenzing van het systeem.

De beide vennen zullen afhankelijk van het waterpeil, de neerslag en verdamping zowel drainerend als infiltrerend kunnen werken. Op 29 juni en 16 september 2004 werden de waterstanden in de geplaatste peilbuizen opgenomen. Figuur 4 toont het verloop van de grondwaterstand op beide data langs de raai (zie figuur 2) vanaf de Twickelervaart tot aan de noordelijke kavelsloot. Tevens is in de figuur de maaiveldhoogte en de bovenzijde van de keileemlaag weergegeven. Uit de figuur blijkt dat het ven in juni infiltrerend en in september drainerend was. In september verloopt de grondwaterstand over de raai parallel met de bovenzijde van de keileemlaag. Het peil van de Twickelervaart is in beide metingen circa 80 cm lager dan de gemiddelde grondwaterstand in het Schijvenveld. Het peil van de noordelijke kavelsloot is bij beide metingen ca 1,50 m lager dan de gemiddelde grondwaterstand. De vaart en de sloot draineren het grondwater zowel in juni als in september 2004.

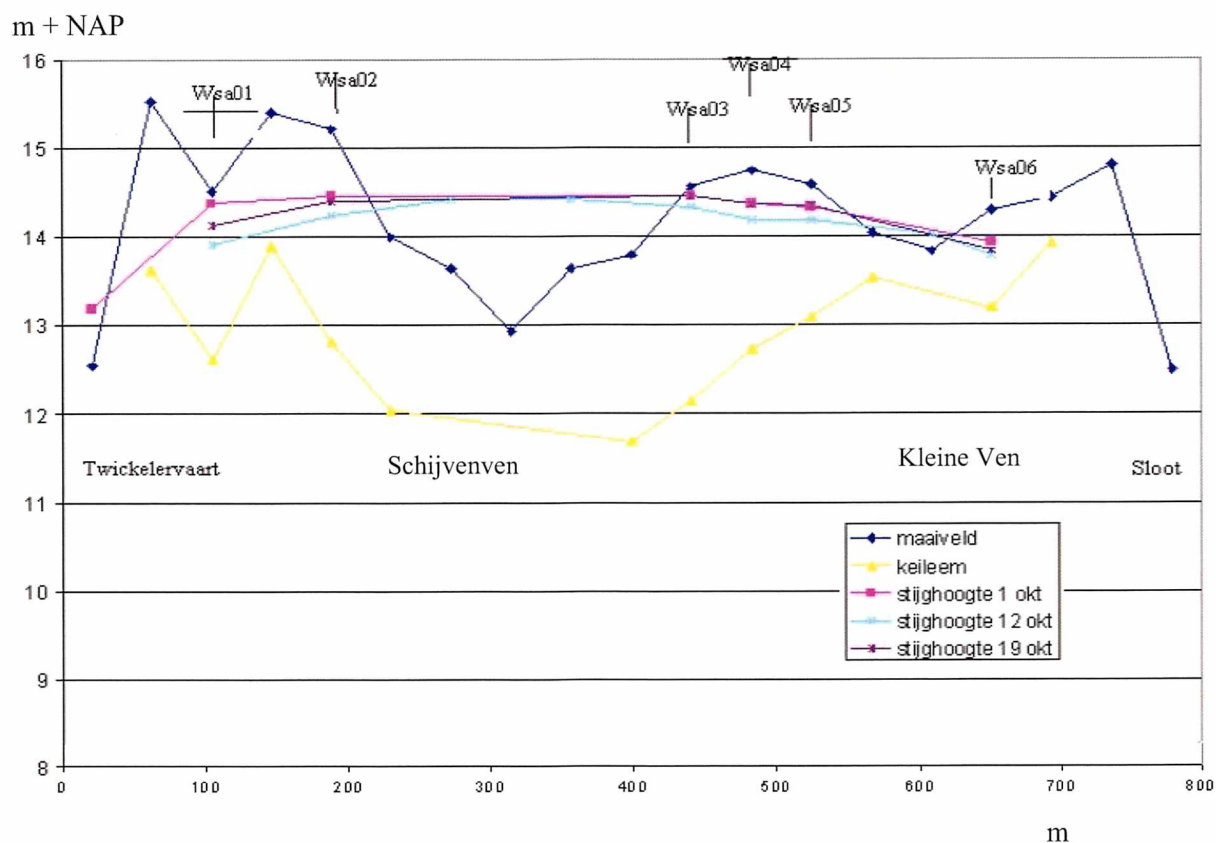
m +NAP



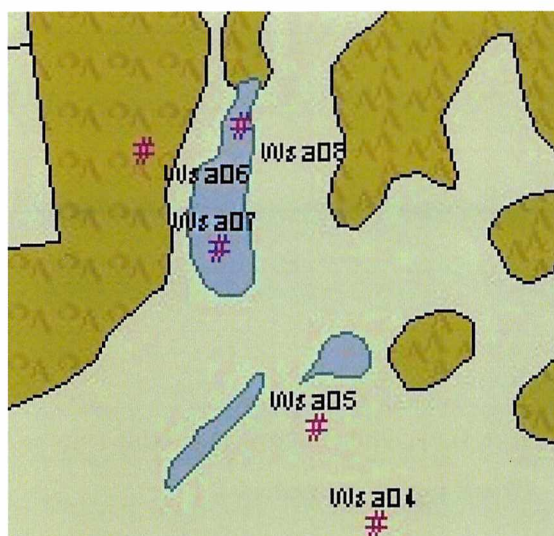
Figuur 4: Grondwaterstand (op 29 juni en 16 september 2004) , maaiveldhoogte en bovenzijde keileem.
(Wsa = positie van peilbuis).

In oktober 2004 werd in de peilbuizen nog driemaal de waterstand opgemeten. Het resultaat van deze metingen is weergegeven in tabel 1 en in figuur 7.

De waterstand in het Schijvenven was tijdens de metingen relatief hoog. Zoals in de figuur te zien is, was het ven op alle meettijdstippen infiltrerend. Vanaf het Schijvenven stroomt grondwater zowel in de richting van de Twickelervaart als in noordelijke richting naar het Kleine Ven en van het Kleine Ven naar de noordelijke sloot. Beide watergangen draineren het gebied. Het verschil in waterstanden tussen Twickelervaart en het ven bedraagt ruim een meter.

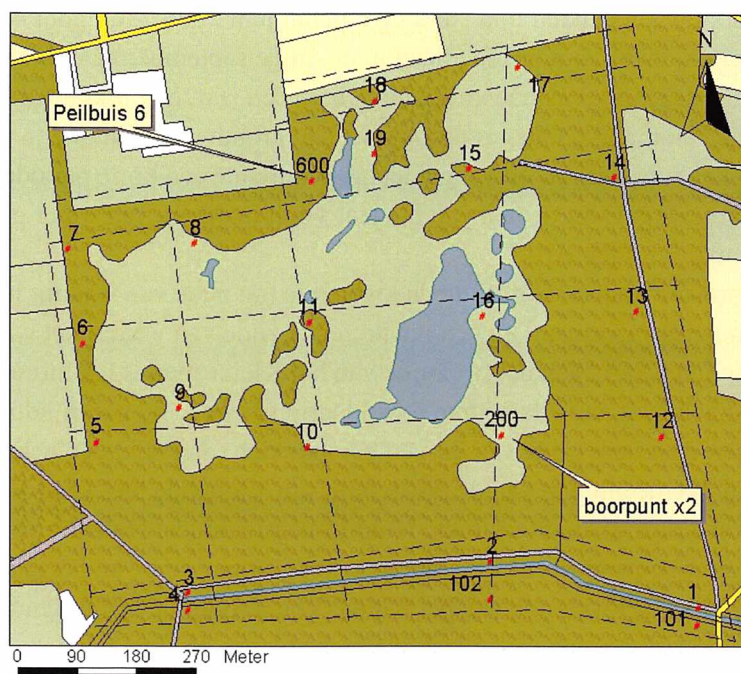


Figuur 5: Grondwaterstanden gemeten in oktober 2004. Voor toelichting zie tekst.



Figuur 6: Locatie van de peilbuizen Wsa07 en Wsa08 in het Kleine Ven aan de noordzijde van het Schijvenveld.

Het Schijvenveld werd bedekt met een raster van bij benadering noord-zuid en oost-west verlopende lijnen. Op de snijpunten van deze lijnen werden, indien de terreingesteldheid dit toeliet aanvullende metingen uitgevoerd van maaiveldhoogte, grondwaterstand en diepte van de keileemlaag (zie figuur 6 en tabel 2). De onbetrouwbaar geachte en de niet in het grondwatermodel gebruikte meetwaarden zijn uit tabel 2 weggelaten.



Figuur 7: Raster met aanvullende meetpunten. Voor toelichting zie tekst.

Meetpunt nr.:	maaiveld m +NAP	grondwater-spiegel m -mv	keileem- hoogte m -mv	grondwater-stand m +NAP	bovenzijde keileem m +NAP
1	13,55	0,40	1,25	13,15	12,30
2	13,97	0,40	0,60	13,57	13,37
3	14,82	--	1,10	13,72	13,72
4	--	--	--	--	--
5	15,00	0,90	1,30	14,10	13,70
6	14,53	0,90	1,50	13,63	13,03
7	14,67	1,20	2,10	13,47	12,57
8	14,83	0,38	1,30	14,45	13,53
9	14,50	0,25	1,00	14,25	13,50
10	15,18	0,85	2,80	14,33	12,38
11	14,59	0,30	2,50	14,29	12,09
12	14,58	0,72	1,00	13,86	13,58
13	15,30	1,55	2,20	13,75	13,10
14	14,98	1,65	2,50	13,33	12,48
15	15,30	1,43	3,10	13,87	12,20
16	--	--	--	--	--
17	13,99	0,95	1,15	13,04	12,84
18	14,21	0,70	1,30	13,51	12,91
19	14,29	0,35	1,10	13,94	13,19
101	--	--	--	--	--
102	--	--	--	--	--

Tabel 2: Metingen van maaiveldhoogte, diepte keileem en grondwaterstand op rasterpunten. Niet betrouwbare metingen zijn weergegeven als “—”.

Het verloop van de grondwaterstanden lijkt sterk op dat van juni 2004 (zie figuur 4). Tijdens de onderzoeksperiode ontving het Schijvenven alleen in de droge septembermaand water uit zijn omgeving. Wanneer we deze uitkomsten extrapoleren naar een jaar, dan lijkt het dat het Schijvenven alleen in droge perioden en totdat de plas is drooggevalen, grondwater vanuit zijn omgeving ontvangt. Met andere woorden, het Schijvenven ontvangt slechts gedurende een korte periode van ca. 3 maanden grondwater uit zijn omgeving. Over de rest van het jaar vindt inzijging van water plaats vanuit het ven; d.w.z. is het ven een inzijgingsgebied.

Het Kleine Ven functioneert anders. Het kent een kwelzijde (de zijde van waaruit het water ontvangt vanuit de richting van het Schijvenven) en een infiltrerende zijde van waaraf het water verliest in de richting van de noordelijke sloot. Aan de kwelzijde van het Kleine Ven is het uittreden van grondwater tijdens natte perioden zichtbaar en is de bodem roestkleurig vanwege de ijzerrijkdom van het uittredende grondwater. Aan deze zijde van dit ven bevindt zich (dan ook) een behoorlijk goed ontwikkelde Oeverkruidgemeenschap van de Associatie van Vlottende bies (met Vlottende bies, Moerashertshooi en Oeverkruid) en uitgestrekte Holpijp-begroeiingen. Op basis van de gegevens van de meetperiode kunnen we concluderen dat gedurende het grootste deel van het jaar toestroming van grondwater plaatsvindt aan de kwelzijde van het Kleine Ven, terwijl de infiltrerende zijde gedurende het gehele jaar water aan zijn omgeving verliest. De grens tussen de kwel- en het inzijgingsdeel van het Kleine Ven is waarschijnlijk verschoven in zuidelijke richting d.w.z. het deel waar infiltratie plaatsvindt is groter geworden na de aanleg of verdieping van de diepe randsloot.

2.6. Waterkwaliteit

2.6.1. De standplaatscondities van het streefbeeld

Het streefbeeld voor het Schijvenven bestaat uit de Associatie van Veelstengelig waterbies, de Associatie van Vlottende bies en de Associatie van Biesvaren en Waterlobelia (Jansen et al., 2001). De standplaatsfactoren met betrekking tot de waterkwaliteit die nodig zijn om dit streefbeeld te realiseren zijn:

1. zeer zwak gebufferd water (alkaliniteit van 0,1-0,3 meq/l) of zwak gebufferd (alkaliniteit 0,3-1 meq/l). zodat de pH wordt gebufferd tussen 5 en 6. ,
2. oligotrofe tot oligo-mesotrofe omstandigheden.

Deze oeverkruidgemeenschappen groeien in open water en in de amfibische zone. Eutrofiëring door toename van NH_4 en verzuring leiden op den duur tot het verdwijnen van deze gemeenschappen.

2.6.2. Verzamelde analyseresultaten oppervlaktewater

Om na te gaan in hoeverre de waterkwaliteit afwijkt van de standplaatsfactoren van het streefbeeld zijn onderzoeksgegevens verzameld van het oppervlaktewater van het Schijvenven.

De meeste van deze gegevens zijn beschikbaar gesteld door het waterschap Regge & Dinkel. De analysegegevens met trendanalyse zijn weergegeven in bijlage 3. Daarnaast zijn gegevens gevonden van het jaar 2001 in het eerder genoemde evaluatierapport (Jansen et al., 2001) en van de jaren 1994 – 1999 in “de toestand van het Nederlandse ven” (Arts et al., 2002). Conclusie in laatstgenoemde bron is, dat het ven niet alleen verzuurd maar ook vermist is.

jaar	pH	EGV	HCO3	Ca	Cl	K	Mg	NH4-N	NO3-N	N-tot	SO4	oP	tP	N
		mS/m	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
2001	4,3	2,9	0,018	1,5	6	0,9	0,6	0,5	0,3		55	0,04		6
1994-1999	4,2	2,9	0,003	2,3	10,3			0,44		1,39	19,8		0,03	8

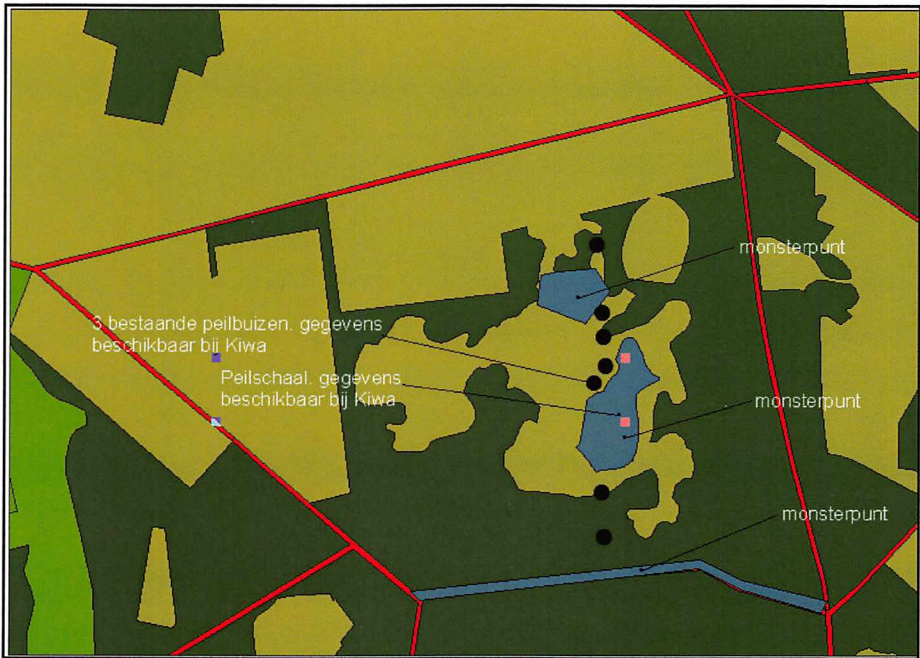
Tabel 3: literatuurgegevens waterkwaliteit Schijvenven (gemiddelde waarden, N = aantal waarnemingen)

2.6.3. Veldwerk

Op 22-06-04 zijn peilbuizen geplaatst in het Schijvenveld. Voor de ligging van de peilbuizen zie figuur 2. Op 29-06-04 en 16-09-04 is de waterkwaliteit gemeten. Het oppervlaktewater in het Schijvenven en Kleine Ven en het grondwater uit de peilbuizen die geplaatst zijn op 22-06-04 zijn op de parameters EGV, pH en temperatuur geanalyseerd (zie tabel 4).

		WSA01	WSA02	WSA03	WSA04	WSA05	WSA06	Kleine Schijvenven Ven Twickelervaat		
Datum	EGV (µS/cm)	255	203	106	159	263	133	61	46	539
monsternamen	pH	5.6	4.93	5.09	5.05	5.19	5.38	4.43	4.82	6.96
	Temperatuur(°C)	15.6	13.7	12.9	12.5	15.6	13.2	20.0	20.2	161
Datum	EGV (µS/cm)	101	66.1	74.4	85.2	86.6	240	62.3	53.5	525
monsternamen	pH	5.2	4.6	4.9	5	4.9	5.8	4.7	4.7	7
	Temperatuur(°C)	15.7	14.7	14.6	14.3	16.9	14.8	15.1	17.9	12.7

Tabel 4: veldmetingen peilbuizen en vennen Schijvenveld



Figuur 8: De peilbuislocaties en overige monsterpunten waar de waterkwaliteit en stijghoogtes zijn gemeten.

In juni 2004 zijn watermonsters genomen in het Kleine Ven, het Schijvenven, de Twickelervaart en diverse peilbuizen (voor het bemonsteringsplan en analysepakket zie bijlage 5, voor de analyseresultaten zie bijlage 6).

De monsters zijn genomen door en geanalyseerd bij het waterschap Regge & Dinkel volgens de daar gangbare voorschriften.

Het analysepakket is in overleg met het waterschap Regge en Dinkel opgesteld, zodanig dat de gegevens ook gebruikt kunnen worden voor een ander onderzoek van het waterschap. Niet alle analyseresultaten zijn relevant voor dit onderzoek.

2.6.4. Oppervlaktewaterkwaliteit

De analyseresultaten zijn vergeleken met de standplaatsfactoren van de oeverkruidgemeenschappen. Voor de trajecten van alkaliniteit (buffercapaciteit), pH en normstelling wordt verwezen naar bijlage 4. Zie ook 2.6.1

	datum	27-1-2003	3-4-2003	2-7-2003	7-10-2003	29-6-2004	29-6-2004	gem gVen	st.dev
mon_punt	10.100	10.100	10.100	10.100	10.100	10.100	10.103		
	Schijvenven	Schijvenven	Schijvenven	Schijvenven	Schijvenven	Schijvenven	Kleine Ven		
Al [mg/l]	0,25	0,32	0,32	0,45				0,34	0,08
BZV [mg/l]	<0,7	0,9	2,5	1,4				1,6	0,8
CO3 [mg/l]	<6	<6	<6	<6				-	
Ca [mg/l]	0,62	2,2	0,83	0,56	1,1	2,1		1,06	0,67
Cl [mg/l]	6	7	16	10				9,8	4,5
EGV (veld) [ms/m]	5	5	5	6	6	5		5,3	0,5
Fe [mg/l]	0,12	0,18	<0,02	<0,05	0,14	0,24		0,15	0,03
HCO3 [mg/l]	<6	<6	<6	<6	7,3	<6		6	
K [mg/l]	2,4	1	1	1,3	0,55	<0,10		1,25	0,70
Kj-N [mg/l]	<1	<1	1,5	2,9	<1	1,1		1,5	1,0
Mg [mg/l]	0,43	0,66	0,5	0,44	0,69	0,65		0,56	0,12
N-totaal [mg/l]	1,58	1,22	1,62	3,12	1,12	1,22		1,7	0,8
NH3-N [mg/l]	0	0	0	0,0001				0	0
NH4-N [mg/l]	0,5	0,2	<0,1	1,6				0,58	0,74
NO2+NO3-N [mg/l]	0,58	0,22	0,12	0,22	0,12	0,12		0,23	0,19
NO2-N [mg/l]	0,18	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		0,02	
NO3-N [mg/l]	0,4	0,2	0,1	0,2	<0,1	<0,1		0,23	0,13
Na [mg/l]	4,9	3,7	4	5	4	3,1		4,1	0,6
O2 [mg/l]	12,3	10,4	7	10,3	9	10		9,8	2,0
O2-verz. % [%]	95,65	87,62	73,38	87,36	98,15	109,53		88	9,7
P-totaal [mg/l]	0,15	<0,03	0,09	0,07	0,03	0,07		0,07	0,05
SO4 [mg/l]	7	7	8	11	9	9		8,5	1,7
breed max. [cm]	90%gevuld	85%gevuld	80%gevuld	65%gevuld					
diepte gem [cm]	>45	>50	>50	25					
diepte max [cm]	45	50	50	30					
geur []	reukloos	reukloos	reukloos	reukloos					
helderheid []	helder	helder	helder	helder					
kleur []	lichtgeel	lichtgeel	lichtgeel	donkergeel					
o-P [mg/l]	0,02	0,01	0,01	0,07	<0,01	<0,01		0,02	0,03
onopg.best [mg/l]	0,9	2,3	1,5	5,3	2,8	16		4,8	1,7
pH [–]	4,7	5,1	5,4	5,6	4,4	4,8		5,0	0,5
w.temp. [o c]	4,8	8	18	8,3	20	20,2		13,2	
Opmerking									

Tabel 5 :Analysegegevens oppervlaktewater Schijvenven en Kleine Ven

Gem gVen is de gemiddelde waarde voor het Schijvenven, St. dev is de bijbehorende standaarddeviatie.

Buffering en alkaliniteit

Het al of niet optreden van kwel is van doorslaggevende betekenis voor de herstel mogelijkheden van de oeverkruidgemeenschappen. De ionenratio (IR) is een eenvoudige maat voor karakterisering van het type grond- en/of oppervlaktewater. De formule voor de ionenratio is:

$$IR = \frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + Cl^{-}} \text{ (in meq/l)}.$$

De volgende drie watertypen kunnen worden onderscheiden:

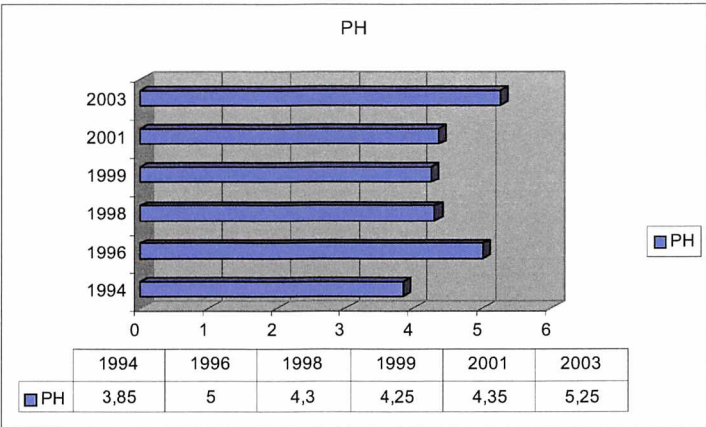
Watertypering op basis van ionenratio (IR)		
Klasse	Ca/Ca + Cl (meq/l)	Toelichting
atmotroof	0 - < 0,4	regenwaterkarakter
poikilotroof	0,4 - 0,6	mengtype regenwater - grondwater
lithotroof	> 0,6	grondwaterkarakter

Berekening van de ionenratio voor het oppervlaktewater van het Schijvenven geeft aan dat het ven een duidelijk regenwaterkarakter heeft en niet het vereiste poikilotrofe karakter.

datum	27-1-2003	3-4-2003	2-7-2003	7-10-2003	gemid
mon_punt	10.100	10.100	10.100	10.100	
Ca [meq/l]	0,03	0,11	0,04	0,03	0,05
Cl [meq/l]	0,17	0,20	0,45	0,28	0,28
IR	0,15	0,36	0,08	0,09	0,16

Tabel 6: de ionenratio voor het Schijvenven

Ook uit de overige oppervlaktewater- en grondwatergegevens blijkt dat het ven nu vrijwel volledig wordt gevoed door regenwater. De alkaliniteit van het oppervlaktewater is nagenoeg nul en de pH fluctueert tussen 4,4 en 5,6 met een gemiddelde van 5,0 (zie fig 9). Vooral in 2003 en in mindere mate in 1996 (beide droge jaren) was de pH vrij hoog, maar metingen in 2004 geven weer een lagere pH. Het lijkt er op dat in droge jaren de pH boven de 5 kan komen, maar in natte jaren blijft de pH te laag. In 1994 (een zeer nat jaar) kwam de pH zelfs onder de 4. De veronderstelling dat de neerslaghoeveelheden van sterke invloed zijn op de pH wordt versterkt door onderstaande meetreeks



Figuur 9: de pH van het Schijvenven

in 2003 (zie tabel 7). Daaruit blijkt dat hoe minder het ven gevuld is, hoe hoger de pH is. Waarschijnlijk is de verklaring dat bij lage waterstanden kwel optreedt, in het ven, waardoor de pH gebufferd wordt door de in het kwelwater aanwezige HCO_3^- . Door het oppervlaktewaterniveau te verlagen zal de kwel kunnen toenemen en zal naar verwachting de pH en de alkaliniteit worden verhoogd naar niveaus noodzakelijk voor oeverkruidgemeenschappen in het gewenste bereik komen voor de standplaatsfactoren pH en alkaliniteit.

datum	27-1-2003	3-4-2003	2-7-2003	7-10-2003
Vulling [in %]	90%	85%	80%	65%
diepte gem [cm]	>45	>50	>50	25
diepte max [cm]	>45	>50	>50	30
pH [–]	4,7	5,1	5,4	5,6

Tabel 7: relatie tussen vulling ven en pH

Hardheid

De hardheid van het water wordt bepaald door de concentraties Ca en Mg ionen en wordt uitgedrukt in duitse hardheidsgraden. Iedere graad komt overeen met 10 mmol CaO per liter. De lage concentraties Ca en Mg (zie tabel 6) geven aan dat we hier te maken hebben met zacht water, zodat aan deze standplaatsconditie van oeverkruidgemeenschappen wordt voldaan.

Trofiegraad

Wat betreft de voedingsstoffen (trofiegraad) lijken in eerste instantie geen knelpunten op te treden. De indeling volgens onderstaande tabel geeft aan dat de trofiegraad in het gewenste gebied valt.

	NO3(mg/l)	PO4(mg/l)
Oligotroof	< 1	< 0.04
Mesotroof	1-2	0.04-0.10
Eutroof	2-3	0.10-0.14
Hypertroof	>3	>0.14

Tabel 8: De indeling naar voedselrijkdom volgens Blokland en Kleijberg (1997)

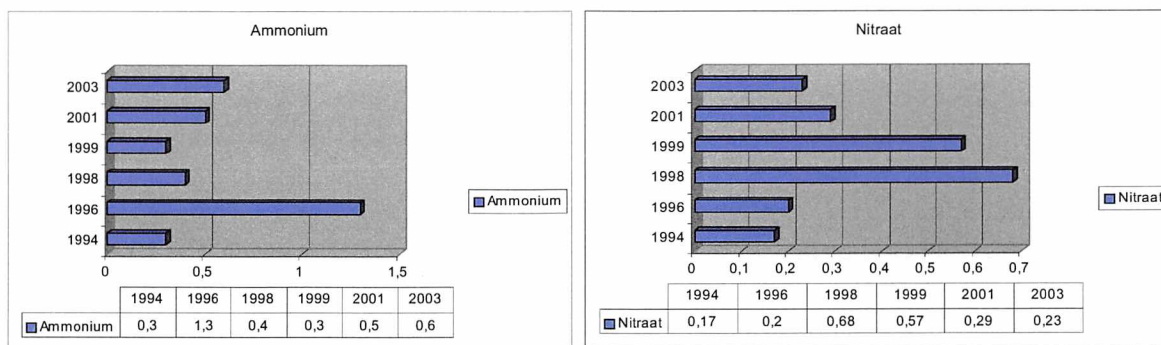
Volgens de beoordelingssystematiek van Waterschap Regge en Dinkel (zie bijlage 4) valt de trofiegraad van het Schijvenven met een score van 16 echter nog net in de categorie “matige beïnvloeding”(zie tabel 9). Vooral de stikstofcomponenten zijn verantwoordelijk voor de indeling “matig beïnvloed”. Deze uitspraak is echter niet erg hard. De hoge gemiddelde waarde voor NH_4^+ wordt bepaald door één hoge concentratiemeting op 7 oktober 2003. De andere waarnemingen geven allemaal een aanzienlijk lagere waarde. Helaas zijn er geen gegevens van 2004 bekend. De hoge standaarddeviatie (zie tabel 7) geeft aan dat de getalwaarde voor het gemiddelde van de NH_4^+ concentraties niet erg hard is. Voor nitraat wordt het gemiddelde voor een belangrijk deel bepaald door de eerste meting van januari 2003 (zie tabel 5). Daarna neemt de concentratie af tot beneden de detectiegrens van 0,1 mg/l in juni 2004.

parameter	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Ortho-P	Totaal-P	Zuurstofverzadiging
waarde	0,58 (mg/l)	0,23 (mg/l)	0,02 (mg/l)	0,07 (mg/l)	88,4 (%)
<i>toetsingskader met scoretabel</i>					
1	0,00 – 0,05	0,00 – 0,05	0,0 – 0,01	0,0 – 0,05	90 – 110
2	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,01 – 0,03	0,05 – 0,10	80 – 90
3	0,10 – 0,20	0,10 – 0,15	0,03 – 0,07	0,10 – 0,15	70 – 80
4	0,20 – 0,30	0,15 – 0,25	0,07 – 0,11	0,15 – 0,20	60 – 70
5	0,30 – 0,50	0,25 – 0,45	0,11 – 0,15	0,20 – 0,30	50 – 60
6	0,50 – 0,70	0,45 – 0,75	0,15 – 0,20	0,30 – 0,40	40 – 50
7	0,70 – 0,90	0,75 – 1,15	0,20 – 0,30	0,40 – 0,50	30 – 40
8	0,90 – 1,20	1,15 – 1,65	0,30 – 0,40	0,50 – 0,75	20 – 30
9	1,20 – 1,50	1,65 – 2,25	0,40 – 0,50	0,75 – 1,00	10 – 20
10	≥ 1,50	≥ 2,25	≥ 0,50	≥ 1,00	0 – 10
Score:	6 +	4 +	2 +	2 +	2 = 16
<i>Klasse 1 = sterke mate van beïnvloeding punten 31 – 50</i> <i>Klasse 2 = matige beïnvloeding punten 16 – 30</i> <i>Klasse 3 = geringe mate van beïnvloeding punten 5 - 15</i>					

Tabel 9: de trofiegraad van het oppervlaktewater van het Schijvenven valt in de categorie matige beïnvloeding

Verhouding ammonium-nitraat

Behalve de absolute concentraties van deze stikstofcomponenten speelt ook de verhouding ammonium/nitraat een rol (de Graaf et al., 1994). Met name planten die kenmerkend zijn voor zwak gebufferde omstandigheden in (natte) heischrale milieus zijn erg gevoelig voor ammoniumtoxiciteit. Zolang de ammoniumconcentraties te hoog zijn is de bodemchemie ongeschikt voor kieming en zeker voor definitieve vestiging van bedreigde plantensoorten uit soortenrijke natte heischrale milieus, terwijl de meer algemene soorten als Bochtige smeie, Pijpenstrootje, Struikheide en Gewone dopheide goed bestand zijn tegen deze condities. Hoge nitraatgehalten hoeven geen probleem te zijn, mits de verhouding ammonium/nitraat kleiner is dan 1. Ammonium (gereduceerde stikstof) wordt vooral geëmitteerd door de landbouw en tast de buffering van de bodem aan door de basen, zoals calcium en magnesium, te verdringen van het adsorptiecomplex. Deze nuttige basen spoelen vervolgens uit. Dit proces wordt verlaging van de basenverzadiging genoemd. Daarnaast kan ammonium omgezet worden



Figuur 10: De ammonium/nitraat verhouding wordt steeds slechter.(concentraties in mg/l.)

in nitraat en worden opgenomen door de plant. Bij beide processen komt zuur vrij. Dit heeft tot gevolg dat de pH daalt. Bij de omzetting van ammonium naar nitraat (nitrificatie) spelen aërobe micro-organismen een rol die een pH nodig hebben boven 4,5 (Schuurkes et al., 1988; Dorland et al, 2004). Als de pH tot onder de 4,5 is gedaald door de verzurende processen en het bufferend vermogen van de basen is verbruikt zal omzetting van ammonium naar nitraat worden geremd en zal ammonium zich ophopen. Hierdoor zal de concentratieverhouding ammonium/nitraat gaan toenemen. Onder deze ongunstige omstandigheden kunnen andere metalen, zoals het giftige aluminium, in oplossing gaan.

Of dit al het geval is in het Schijvenven is af te leiden uit (veranderingen in) de verhouding ammonium/nitraat, daling van de pH onder 4,5 en toename van de concentratie aluminium. Uit tabel 10 blijkt dat de ammonium/nitraat verhouding inderdaad ongunstig is. De ‘explosie’ van de ammoniumconcentratie in 1996 wordt gevolgd door een sterke nitrificatie (1998). Daarna stijgen de ammoniumconcentraties van ca 0,3 in 1999 tot 0,6 in 2003 (de hele hoge concentratie van 1,6 mg NH₄-N /l in oktober 2003 (zie tabel 5) is waarschijnlijk een nieuwe piekmissie) en dalen de nitraatconcentraties tot uiteindelijk beneden de detectiegrens van 0,1 mg nitraat per liter. Het lijkt er dus op dat de twee sterke NH₃ pieken (waarschijnlijk veroorzaakt door agrarische emissies) van 1996 en 2003 de genadeklap zijn geweest voor het buffersysteem van het Schijvenven, hoewel ook voor 1996 de ammonium/nitraatverhouding al veel hoger is dan 1.

	ammonium	nitraat	ammonium	nitraat	ratio
	mg/l	mg/l	mmol/l	mmol/l	-
1994	0,3	0,17	0,017	0,003	6,1
1996	1,3	0,2	0,072	0,003	22,4
1998	0,4	0,68	0,022	0,011	2,0
1999	0,3	0,57	0,017	0,009	1,8
2001	0,5	0,29	0,028	0,005	5,9
2003	0,6	0,23	0,033	0,004	9,0

Tabel 10 :De ammonium/nitraat verhouding berekend uit de jaargemiddelde concentraties (de ammonium/nitraat ratio wordt uitgedrukt in molverhoudingen)

	ammonium	nitraat	ammonium	nitraat	ratio
	mg/l	mg/l	mmol/l	mmol/l	-
27-jan	0,5	0,4	0,028	0,006	4,3
3-apr	0,2	0,2	0,011	0,003	3,4
2-jul	0,1	0,1	0,006	0,002	3,4
7-okt	1,6	0,2	0,089	0,003	27,6

Tabel 11 :De ammonium/nitraat verhouding berekend uit metingen in 2003 (zie tabel 5 de ammonium/nitraat ratio wordt uitgedrukt in molverhoudingen)

Behalve agrarische uitstoot kan ook plaggen leiden tot sterk verhoogde ammoniumconcentraties. De nitrificerende bacteriën die voor de omzetting van ammonium naar nitraat moeten zorgen, zijn vooral actief in de aërobe toplaag. Als deze toplaag wordt verwijderd tijdens het plaggen wordt ook deze actieve populatie verwijderd. Bovendien zijn de planten die ammonium opnemen verwijderd. Hierdoor kan extreme ophoping van ammonium na het plaggen voorkomen.

Verder valt op dat de jaren met hoge NH_x concentraties overeenkomen met de jaren dat de pH wat hoger is (1996 en 2003, zie figuur 9). Dit kan duiden op emissie van NH_3 (base) en weinig nitrificatie.

Fosfaat

De fosfaatconcentraties zijn laag en lijken daarom niet verantwoordelijk voor de knelpunten in de vegetatie.

Zuurstof

De hoge zuurstofverzadigingsgraad en het lage BZV (biologisch zuurstof verbruik) laten zien dat er geen problemen zijn met (de afbraak van) organische verontreinigingen. Bij deze afbraak wordt zuurstof gebruikt en daardoor zal de zuurstofverzadigingsgraad laag worden en het BZV hoog. Er zijn twee mogelijke oorzaken voor de lage afbraaksnelheid van de organische stof:

1. Het ven is geschoond en daardoor is er niet veel organische stof in het ven aanwezig en dus is er ook niet zoveel af te breken
2. De pH is te laag. Als door herstelmaatregelen de pH weer zal toenemen bestaat de kans dat de afbraak van organische stof gaat toenemen en daarmee de zuurstofverzadiging gaat afnemen. Bovendien komen er dan meer voedingsstoffen in het water (trofie neemt toe).

Sulfaat

Het sulfaatgehalte is laag, zeker de afgelopen jaren. Het beoordelingskader (bijlage 4) kan hier niet gebruikt worden omdat er gewerkt wordt met 90-percentielwaarden en er niet voldoende waarden beschikbaar zijn om deze te berekenen. De 90-percentielwaarde voor de meest schone categorie is echter < 20 en er is geen enkele sulfaatconcentratie gevonden groter dan 11 mg/l.

2.6.5. Samenvatting

Samenvattend blijkt voor het oppervlaktewater van het Schijvenven dat de hardheid voldoet, de pH en de alkaliniteit niet voldoen en er wat de trofiegraad betreft problemen zijn met de ammonium/nitraat ratio.

De herstelmaatregelen moeten er op gericht zijn de kwel te laten toenemen, zodat de pH en de alkaliniteit binnen het gewenste bereik kunnen komen. Of toename van kwel inderdaad voldoende buffering geeft hangt af van de intensiteit van de kwel en de kwaliteit van het grondwater. Daarnaast moeten maatregelen worden getroffen om ammonium/nitraat ratio kleiner te maken.

2.6.6. Grondwaterkwaliteit.

datum	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	gem grond
	peilbuis nr 1	peilbuis nr 2	peilbuis nr 3	peilbuis nr 4	peilbuis nr 5	peilbuis nr 6	
Al [mg/l]							
alkaliniteit(meq/l)	0,41	0,10	0,26	0,15	0,21	0,10	0,21
BZV [mg/l]							
CO3 [mg/l]							
Ca [mg/l]	1,3	2,3	1,5	0,59	1	3,6(+)	1,72
Cl [mg/l]							
EGV (veld) [ms/m]	25	20	10	16	14	26	18,50
Fe [mg/l]	4,2(+)	0,74	3	0,17	0,39	0,87	1,56
HCO3 [mg/l]	25(+)	6,4	16	8,9	13	6,3(-)	12,60
K [mg/l]	0,29	0,96	0,65	0,8	0,85	1,6	0,86
Kj-N [mg/l]	<1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1
Mg [mg/l]	0,59	0,78	0,59	0,24	0,39	1,2(+)	0,63
N-totaal [mg/l]	1,12	3,42	1,32	2,26	1,12	1,12	1,73
NH3-N [mg/l]							
NH4-N [mg/l]							
NO2+NO3-N [mg/l]	0,12	2,42	0,12	1,26	0,12	0,12	0,69
NO2-N [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	<0,02	<0,02	0,02
NO3-N [mg/l]	<0,1	2,4(-)	<0,1	1,2	<0,1	0,1	0,65
Na [mg/l]	43	28	15	24	22	11	23,83
O2 [mg/l]	2,2	3,9	3	2	1,9	7,1	3,35
O2-verz. % [%]	21,98	37,39	28,36	18,64	18,94	67,75	32,18
P-totaal [mg/l]	0,36	0,03	0,04	0,03	0,06	0,1	0,10
SO4 [mg/l]	63(+)	40	21	40	30	17	35,17
o-P [mg/l]	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
onopg.best [mg/l]	200	4,8	66	18	53	22	60,63
pH [-]	5,6(+)	4,9	5,1	5	5,2	5,4(+)	5,20
w.temp. [o c]	15,7	13,7	13,1	12,4	15,6	13,5	14,00

Tabel 12: Analysegegevens grondwater Schijvenveld (29-06-04). De vetgedrukte waarden zijn extremen die in de tekst worden besproken

pH en Buffering

Opvallend zijn de relatief hoge Ca en Mg concentraties in peilbuis 6 (zie figuur 6 en 7). Daar is dus nog een redelijke basenverzadiging. Het lage HCO₃ gehalte duidt op weinig kwel. Desondanks bevindt zich in het Kleine Ven holpijp en vlottende bies, soorten kenmerkend voor gebufferde omstandigheden. De pH ligt binnen het gewenste traject. Blijkbaar is een kleine hoeveelheid kwel met een lage alkaliniteit al in staat de juiste standplaatscondities te realiseren.

Bij peilbuis 1 is juist wel kwel, hetgeen blijkt uit het hoge Fe en HCO₃ gehalte, hoewel het Ca-gehalte laag is. Ook daar is de pH relatief hoog. In de overige monster locaties schommelt de pH rond 5, is de alkaliniteit laag (0.10-0.21) en zijn de calciumgehalten laag

Voor de vergelijking tussen de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater is een tabel gemaakt met de gemiddelde concentraties van het oppervlaktewater van het Schijvenven, de gemiddelde

grondwaterconcentraties, de concentraties in het Kleine Ven en de concentraties van, in de nabijheid van het Kleine Ven gelegen, peilbuis nummer 6 (zie tabel 8).

De analyseresultaten van grondwater laten zien dat de pH varieert van 4,9 tot 5,6 met een gemiddelde van 5,2. Dit lijkt dus niet veel hoger dan het oppervlaktewater van het Schijvenven maar, aangezien de pH een logaritmisch getal is, bevat het oppervlaktewater van het Schijvenven toch gemiddeld een factor 1,6 meer zuur dan het grondwater. De alkaliniteit is wel meetbaar, maar ook aan de lage kant (gemiddeld 0,2, dus zeer zwak gebufferd).

Het EGV is, voor grondwater, aan de lage kant. De gemiddelde waarde van 18,5 duidt op een vrij hoog percentage regenwater.

	gemiddeld		gemiddeld	
	Schijvenven	grondwater	Kleine Ven	peilbuis nr 6
Ca [mg/l]	1,06	1,72	2,1	3,6
EGV (veld) [ms/m]	5,3	18,5	5	26
Fe [mg/l]	0,15	1,56	0,24	0,87
HCO ₃ [mg/l]	6	12,6	<6	6,3
K [mg/l]	1,25	0,86	<0,10	1,6
Kj-N [mg/l]	1,5	<1	1,1	<1
Mg [mg/l]	0,56	0,63	0,65	1,2
N-totaal [mg/l]	1,7	1,73	1,22	1,12
NO ₂ +NO ₃ -N [mg/l]	0,23	0,69	0,12	0,12
NO ₂ -N [mg/l]	0,02	0,02	<0,02	<0,02
NO ₃ -N [mg/l]	0,23	0,65	<0,1	0,1
Na [mg/l]	4,1	23,83	3,1	11
O ₂ [mg/l]	9,8	3,35	10	7,1
O ₂ -verz.% [%]	88	32,18	109,53	67,75
P-totaal [mg/l]	0,07	0,1	0,07	0,1
SO ₄ [mg/l]	8,5	35,17	9	17
o-P [mg/l]	0,02	0,01	<0,01	<0,01
onopg.best [mg/l]	4,8	60,63	16	22
pH [–]	5	5,2	4,8	5,4
w.temp. [o c]	13,2	14	20,2	13,5

Tabel 13: vergelijking van de grond – en oppervlaktewaterkwaliteit

Trofie

Ook de voedselrijkdom geeft eenzelfde beeld als het oppervlakte water. Volgens de indeling van Blokland en Kleijberg (1997) is het water van het Schijvenven oligo- tot licht mesotroof.

	In grond- en oppervlaktewater	
	NO3 (mg/l)	PO4 (mg P/l)
Oligotroof	< 1	< 0.04
Mesotroof	1-2	0.04-0.10
Eutroof	2-3	0.10-0.14
Hypertroof	>3	>0.14

Tabel 14: De indeling naar voedselrijkdom volgens Blokland en Kleijberg (1997)

Volgens de beoordelingssystematiek van bijlage 4 valt de trofiegraad van het grondwater, evenals het oppervlaktewater, in de categorie matig beïnvloed, maar deze indeling is hier niet helemaal bruikbaar omdat voor grondwater geen gegevens beschikbaar zijn van het $\text{NH}_x\text{-N}$ gehalte en grondwater natuurlijk ook minder zuurstof bevat dan oppervlaktewater (zie tabel 5). Bovendien worden de 6 punten voor $\text{NO}_3\text{-N}$ vooral bepaald door de hoge waarde (2,4 mg/l) in peilbuis nr 2, terwijl in 3 van de 6 peilbuizen het $\text{NO}_3\text{-N}$ gehalte beneden de detectielimiet van 0,1 mg/l ligt.

Punten	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	Ortho-P (mg/l)	Totaal-P (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)	
1	0,00 – 0,05	0,00 – 0,05	0,0 – 0,01	0,0 – 0,05	90 – 110	
2	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,01 – 0,03	0,05 – 0,10	80 – 90	110 – 120
3	0,10 – 0,20	0,10 – 0,15	0,03 – 0,07	0,10 – 0,15	70 – 80	120 – 130
4	0,20 – 0,30	0,15 – 0,25	0,07 – 0,11	0,15 – 0,20	60 – 70	130 – 140
5	0,30 – 0,50	0,25 – 0,45	0,11 – 0,15	0,20 – 0,30	50 – 60	140 – 150
6	0,50 – 0,70	0,45 – 0,75	0,15 – 0,20	0,30 – 0,40	40 – 50	150 – 160
7	0,70 – 0,90	0,75 – 1,15	0,20 – 0,30	0,40 – 0,50	30 – 40	160 – 170
8	0,90 – 1,20	1,15 – 1,65	0,30 – 0,40	0,50 – 0,75	20 – 30	170 – 180
9	1,20 – 1,50	1,65 – 2,25	0,40 – 0,50	0,75 – 1,00	10 – 20	180 – 190
10	$\geq 1,50$	$\geq 2,25$	$\geq 0,50$	$\geq 1,00$	0 – 10	≥ 190

Tabel 15: beoordeling trofiegraad van het grondwater van het Schijvenveld

Score: 16 zonder $\text{NH}_4\text{-N}$

Klasse 1	=	sterke mate van beïnvloeding	punten 31 – 50
Klasse 2	=	matige beïnvloeding	punten 16 – 30
Klasse 3	=	geringe mate van beïnvloeding	punten 5 - 15

Sulfaat

Het sulfaatgehalte ligt hoger dan in het oppervlaktewater. Er is één meting van 63 mg/l en bij een totaal van 6 metingen bedraagt het gemiddelde 35 mg/l. Zonder de hoogste waarde van 63 is het gemiddelde 29. De berekende 95-percentielwaarde is 51,5. Het is natuurlijk onzin percentielwaarden te berekenen uit slechts 6 waarnemingen, maar dit is toch een indicatie dat het grondwater met betrekking tot sulfaat in de klasse “middelste kwaliteitsniveau, wijkt af” valt. Overigens is een wat hoger sulfaatgehalte in het grondwater niet ongunstig want het duidt op aërobe omstandigheden.

2.6.7. *Samenvattende conclusie waterkwaliteit.*

In het Schijvenven bestaan twee belangrijke beperkingen in de waterkwaliteit voor herstel van goedontwikkelde Oeverkruidgemeenschappen: de pH/alkaliniteit van en de stikstofverhoudingen in het venwater.

De pH en alkaliniteit van het venwater kunnen positief beïnvloed worden door het herstel van kwel van freatisch grondwater uit de aangrenzende dekzandruggen. Of de alkaliniteit van uittredende grondwater hoog genoeg is om de alkaliniteit van het venwater binnen het gewenste bereik te krijgen is echter de vraag. De lage alkaliniteit van het grondwater geeft aan dat het hele Schijvenveld toch behoorlijk verzuurd is; de buffercapaciteit is nagenoeg uitgeput (0,1-0,2 meq/l).

De ammonium-nitraatratio die steeds hoger is dan 1 geeft aan dat ammoniumtoxiciteit – zeker in droge jaren – een negatieve rol kan spelen bij de duurzame terugkeer van kritische soorten van Oeverkruidgemeenschappen.

3. Modellering grondwaterstroming

3.1. Schematisering en modelkeuze

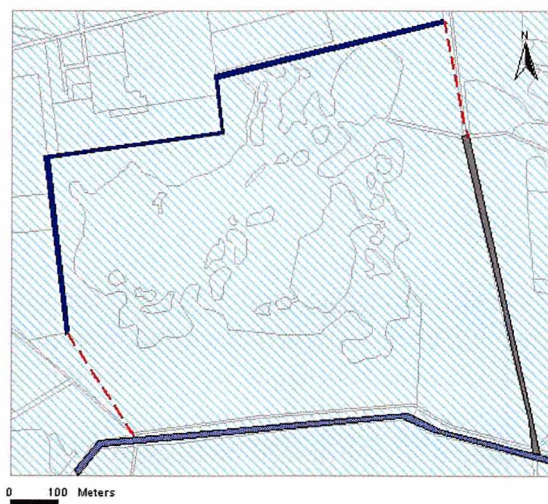
Het hydrologisch (deel)systeem waarvan het Schijvenven deel uitmaakt, kan worden geschematiseerd als een gebied met 1 watervoerend pakket, waarin een vrije grondwaterspiegel wordt gevonden. De voeding van het grondwatersysteem bestaat uitsluitend uit lokaal gevallen neerslag. Het gebied watert aan de noord- en zuidrand en aan een gedeelte van de westrand af op sloten met een min of meer constant peil. Bij hoge grondwaterspiegels en lage venpeilen zal een gedeelte van het grondwater kunnen opkwellen in de beide vennen en in de ten zuidoosten van het Schijvenven gelegen afwateringsgreppel. Wanneer als gevolg van neerslag en kwel de venpeilen stijgen en de grondwaterstanden in de omgeving lager zijn zal inzijging of afvoer vanuit de vennen plaatsvinden over het maaiveld en/of via de in het Schijvenveld aanwezige greppels. Tijdens perioden met langdurige neerslag kan bovendien op andere locaties dan de vennen de grondwaterspiegel aan maaiveld komen en oppervlakkige afvoer plaatsvinden naar de vennen of andere laagten of naar de noordelijke kavelsloot.

Voor het grondwatersysteem volstaat een 2-dimensionaal model, waarmee freatisch kan worden gerekend. Om de variatie van de grondwaterstanden en de kwel naar of inzijging uit de vennen in de loop van het jaar te kunnen simuleren moet met het model een niet-stationaire situatie kunnen worden doorgerekend.

Er zijn veel programma's waarmee een dergelijk model kan worden gerealiseerd. Er werd gekozen voor "Microfem", dat aan de genoemde eisen voldoet en waarmee bij de opdrachtnemer reeds ervaring bestond.

3.2. Begrenzing modelgebied

Het gemodelleerde gebied heeft een oppervlakte van ca. 68 ha. Aan de zuidzijde wordt het modelgebied begrensd door de Twickelervaart aan de noordzijde door de eerder beschreven



Figuur 11: Grenzen van het modelgebied.

kavelsloot. Aan de noord-westzijde wordt het gebied eveneens begrensd door een kavelsloot. De rest van de westgrens werd als rechte lijn getrokken tussen het einde van deze sloot en de Twickelervaart. Aan de oostzijde wordt het modelgebied begrensd door de daar aanwezige weg en het verlengde daarvan tot aan de noordelijke kavelsloot (zie fig. 11).

3.3. Modelparameters

3.3.1. Modelgrid

Met Microfem wordt een eindig-elementen-model gemaakt. Er wordt gerekend in een grid van driehoekige elementen. Modelparameters en randvoorwaarden worden per element opgegeven. Debieten en stijghoogten worden per gridcel berekend. Het Schijvenveld-model is opgebouwd uit 27.375 rasterpunten met een onderlinge gemiddelde afstand van 5 meter en bestaat uit 54.111 gridcellen. De rechteronderhoek van het model is gelegen op de RD-coördinaten: X= 244927,5 en Y= 478692,5.

3.3.2. Bodemhoogte van de vennen.

De locatie en grootte van de beide vennen werd verkregen door digitalisatie van de topografische kaart. Er werd aangenomen dat de maaiveldhoogte op de rand van het Schijvenven overeenkomt met 14.20 m +NAP (het gemiddelde van de in juni, september en oktober gemeten venpeilen) De diepte van het ven in het midden werd geschat op ca 1.20 m. Het verloop van de bodemhoogte in het ven werd geschat. De werkelijke diepte van het ven is voor de berekeningen met het model nauwelijks van belang. Voor het Kleine Ven werd uitgegaan van een maaiveldhoogte van 14.00 m +NAP op de rand en een bodemhoogte van 13.40 m in het midden van het ven.

3.3.3. Maaiveldhoogten

Voor de maaiveldhoogten werd het betreffende gedeelte van het AHN verkregen van Rijkswaterstaat. Dit bestand vertoonde echter aanzienlijke afwijkingen ten opzichte van de tijdens fase 2 in het onderzoek in het veld gemeten waarden. Vermoedelijk worden de afwijkingen veroorzaakt door de aanwezige vegetatie.

Voor het Microfem model werden de gegevens van het AHN verder buiten beschouwing gelaten. De in het veld gemeten maaiveldhoogten werden in het model geïmporteerd en de overige hoogten werden per gridcel door interpolatie verkregen. Hierbij werd ook gebruik gemaakt van de in eerder genoemde maaiveldhoogte op de rand van de vennen. De op deze wijze berekende maaiveldhoogten variëren tussen 13.00 +NAP (= bodemhoogte Schijvenven) en 15.52m +NAP.

3.3.4. Laagdikten

De hoogte van de bovenzijde van de keileemlaag werd in het veld langs de meetraai en op de rasterpunten gemeten. Een ruimtelijk beeld werd verkregen door interpolatie tussen deze punten. De op deze wijze berekende hoogte van de bovenzijde van de keileemlaag varieert tussen de 11.69 en 13.93 +NAP

De diepte van de keileemlaag onder maaiveld varieert tussen de 0.14 en 3.10 m.

De dikte van de weerstandslaag onder de bodem van beide vennen werd geschat op 10 cm.

3.3.5. Doorlaatfactoren en bergingscoëfficiënt

Voor de doorlaatfactor van het freatisch pakket werd 27 m/d ingevoerd. De aanwezigheid van een eventueel iets minder doorlatende toplaag werd buiten beschouwing gelaten.

De doorlaatfactor van de weerstandslaag onder de venbodems werd op 3 m/dag gesteld, waarmee voor de c-waarde van deze laag (bij een dikte van 10 cm) 0,033 dagen wordt berekend. In de praktijk zal deze lage waarde betekenen dat de weerstand vrijwel verwaarloosbaar is en de stijghoogte onder het gehele ven vrijwel gelijk is aan de venpeilen.

De bergingscoëfficiënt geeft de relatie tussen de bergingsverandering en de verandering van de stijghoogte. De grootte van de bergingscoëfficiënt speelt dus alleen een rol bij niet-stationaire berekeningen. Voor het Schijvenveld werd de bergingscoëfficiënt geschat op 25 %

3.4. Randvoorwaarden

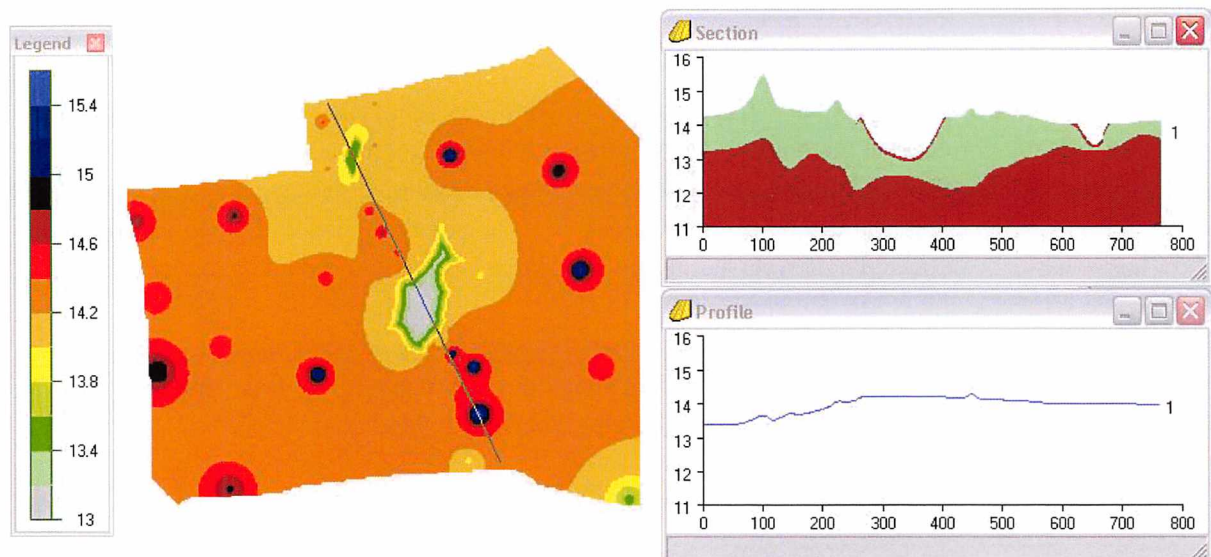
3.4.1. Oppervlaktewaterpeilen en vaste stijghoogten

Voor de oppervlaktewaterpeilen werd in de te simuleren 0-situatie van constante waarden uitgegaan. De gehanteerde peilen van de verschillende elementen staan vermeld in tabel 3

Twickelervaart	13,20 m + NAP
Afvoergreppel (ten ZO van het Schijvenven)	13,25 m + NAP
Schijvenven	14.20 m t.o.v. NAP
Kleine Ven	14,00 m t.o.v. NAP
Kavelsloten (noord en noordwest)	12.65 m t.o.v. NAP

Tabel 16 : Vaste peilen van het oppervlaktewater in de nulsituatie.

In de Twickelervaart en de kavelsloten ligt het waterpeil onder de bovenzijde van de keileemlaag. Wanneer deze peilen als randvoorwaarden zouden worden opgegeven, dan kan het model op de randen droogvallen waarna hier geen afvoer meer wordt berekend. Hoewel dit in werkelijkheid inderdaad zou kunnen voorkomen, kan dit bij opeenvolgende modelruns tot rekentechnische problemen leiden. Bij de Twickelervaart en de kavelsloten werd dan ook een vast peil opgelegd van minimaal 5 cm boven de keileemlaag. Ter plaatse van de afwateringsgreppel werd een vast peil opgelegd van 13.25 +NAP. De oostelijke modelrand valt vermoedelijk ongeveer samen met een waterscheiding en werd als dichte rand gemodelleerd. Het zuidelijk gedeelte van de westelijke rand werd eveneens als dichte rand gemodelleerd, de rand valt hier vermoedelijk samen met de stroomrichting van het grondwater. Figuur 12 toont de berekende maaiveldhoogte de bodemopbouw en de initiële grondwaterstand .



Figuur 12: Berekende maaiveldhoogten in het Schijvenveld en een dwarsdoorsnede langs een NW-ZO raai, waarin aangegeven de dikte van de freatische toplaag (in groen) en de keileemlaag (in rood). In de grafiek daaronder (profile) het initieel verloop van de grondwaterstand langs deze raai. Aan de linkerzijde de zuidelijke deel van het Schijvenveld, aan de rechterzijde het noordelijke deel.

3.4.2. Neerslag

Voor de aanvoer naar het grondwater is gebruik gemaakt van neerslaggegevens van een representatief weerjaar, zoals die gebruikt zijn voor de bouw van het Regge en Dinkel grondwatermodel.

De netto neerslag (= grondwateraanvulling) is berekend als een gemiddelde dagwaarde voor iedere maand (zie tabel 17).

In het model wordt de grondwateraanvulling opgelegd aan iedere gridcel die niet behoort tot de vennen of de drainerende waterlopen.

De neerslag die op de vennen valt wordt geacht niet te leiden tot een verhoging van het ven- of slootpeil. Het rekenen met van een variabel venpeil is in Microfem niet op eenvoudige wijze te realiseren. Bovendien, als we de grondwaterafvoer naar de vennen substantieel willen laten toenemen, dient er ook in werkelijkheid voor te worden gezorgd dat bij toename van de kwel het venpeil min of meer constant blijft.

Neerslag, potentiële verdamping en netto grondwateraanvulling			
in mm/dag (gemiddelde per maand)			
	Neerslag	Potentiële Verdamping	Grondwater- aanvulling
	N	E _p	= N-E _p
jan	2,5	0,3	2,2
feb	1,4	0,6	0,8
mrt	3,8	0,8	3,0
apr	1,7	1,7	0,1
mei	1,4	2,8	-1,5
jun	0,8	3,2	-2,4
jul	1,4	3,3	-1,9
aug	2,7	2,6	0,1
sep	2,4	1,6	0,9
okt.	4,7	0,8	3,9
nov.	2,2	0,3	1,8
dec.	3,4	0,2	3,2
totaal per jaar (mm)	848	544	304

Tabel 17: Gemiddelde grondwateraanvulling in mm/dag per maand.

3.5. Initiële Stijghoogten

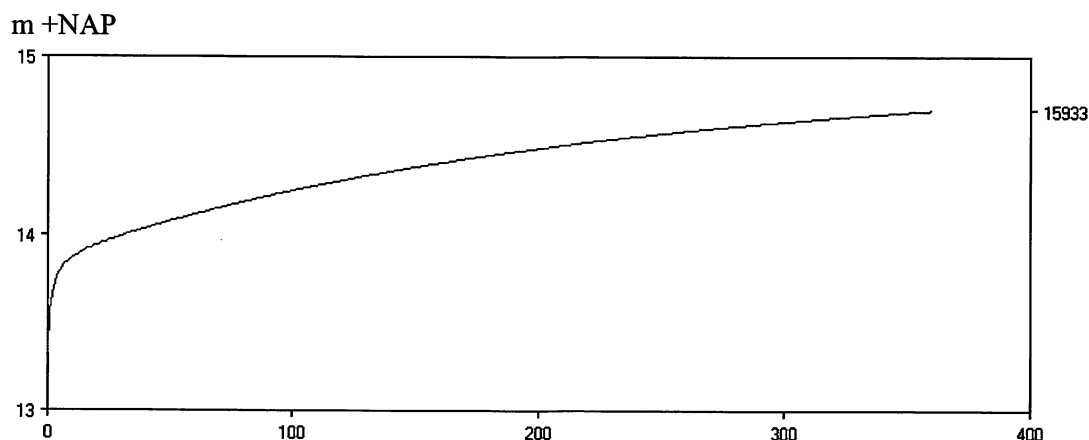
Het model berekent het verloop van de stijghoogte (= grondwaterstand) in de tijd als functie van randvoorwaarden en neerslag. Bij het begin van de berekening moeten echter initiële waarden voor de grondwaterstand worden opgegeven. Waarden die sterk afwijken van de waarden die het model zou berekenen leiden tot een lange aanlooptijd en kunnen eventueel tot problemen leiden (instabiliteit). Voor de initiële waarden werd gebruik gemaakt van de in oktober 2004 in het veld gemeten waarden. Een ruimtelijk beeld werd verkregen door interpolatie tussen de gemeten waarden. Hierbij werd ook rekening gehouden met de venpeilen en het vaste peil ter plaatse van de afwateringsgreppel. Waar een grondwaterstand van minder dan 5 cm boven de bovenzijde van de keileem werd berekend werd een initiële grondwaterstand van 5 cm boven de keileemlaag ingevoerd. De aldus berekende initiële grondwaterstanden werden ter plaatse van de Twickelervaat en de kavelsloten als vaste peilen gehanteerd.

4. Modelberekeningen

4.1. Eigenschappen en beperkingen van het niet-stationaire model

Met de in paragraaf 4.4.2. gegeven neerslagreeks kan in principe de variatie in de grondwaterstand in de loop van het jaar in beeld worden gebracht. In Microfem wordt gerekend met de transmissiviteit (het product van doorlatendheid en dikte van de verzadigde zone) van het watervoerend pakket. Omdat het een freatisch pakket betreft zal de dikte van de watervoerende laag en daarmee de transmissiviteit in de tijd veranderen. Met Microfem wordt het continue proces benaderd via discrete tijdstappen. Per tijdstap wordt de transmissiviteit aangepast op basis van de in de vorige tijdstap berekende verandering van de stijghoogte. Dit betekent echter wel dat bij het begin van de berekening de opgegeven initiële stijghoogte en de transmissiviteit met elkaar in overeenstemming moeten zijn: De initiële transmissiviteit kan per (freatische) gridcel worden berekend als het product van de hoogte van de grondwaterstand boven de ondoorlatende laag en de doorlaatfactor van het freatisch pakket. Bij de aanpassing van de transmissiviteit van de freatische toplaag berekent Microfem ook een nieuwe maaiveldhoogte, zodat de grondwaterspiegel nooit boven het (fictieve) maaiveld kan uitstijgen. Het is daardoor niet mogelijk (of zeer lastig) om het vóórkomen van water aan maaiveld in het model mee te nemen. Wel kunnen aan het einde van een modelrun de berekende waterstanden worden vergeleken met de maaiveldhoogte, zodat een indicatie verkregen wordt over de duur en locatie van plasvorming. Indien aan het begin van een modelrun de freatische laag droog is kan de grondwaterstand op dit punt niet meer oplopen. Gebeurt het droogvallen tijdens een modelrun dan kan het stijgen van de grondwaterstand door neerslag wel worden berekend.

Uit tabel 17 blijkt dat de netto gemiddelde grondwateraanvulling ca. 0.9 mm per dag bedraagt. Wanneer we aan het basismodel een continue neerslag van 1 mm/dag opleggen loopt de berekende grondwaterstand geleidelijk op. De hoogste grondwaterstanden worden gevonden aan de west- en aan de noordoostzijde van het modelgebied. Fig. 13: toont de grondwaterstandverandering ter plaatse van meetpunt 14 (zie figuur 6 en tabel 2). Dit punt werd gekozen omdat het op grote afstand van het Schijvenven en nabij de dichte modelrand ligt waardoor de stijghoogteverandering in de tijd hier relatief groot is.

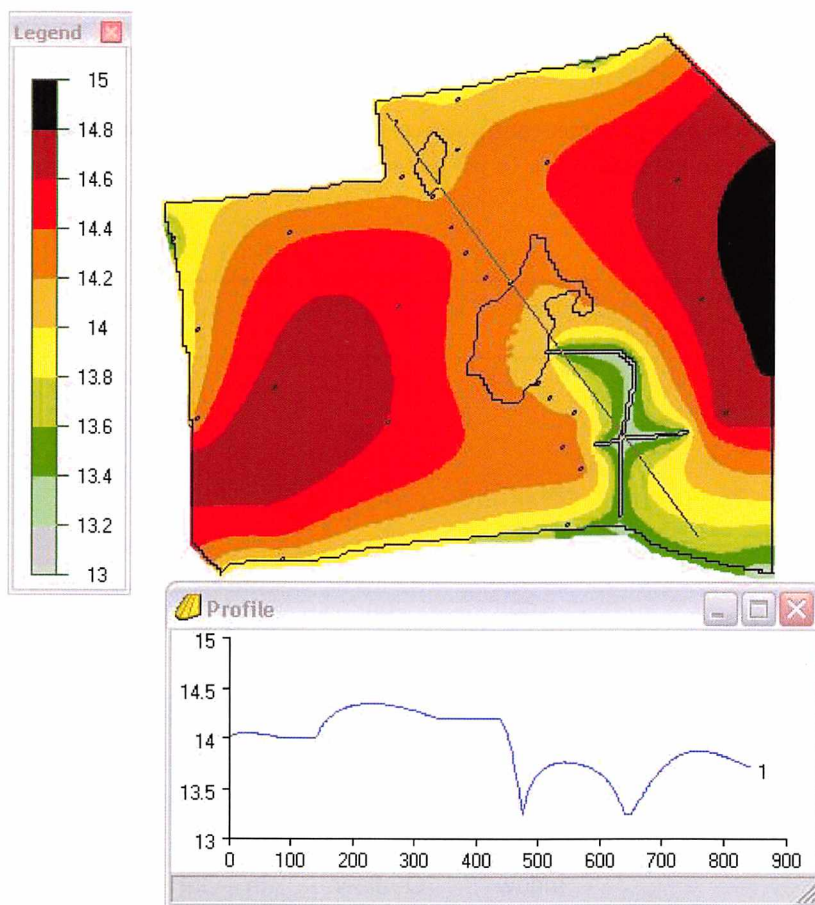


Figuur 13: Tijdstijghoogtelijn ter plaatse van meetpunt 14 (gridpoint 15933) bij continue neerslag van 1mm/d gedurende 1 jaar.

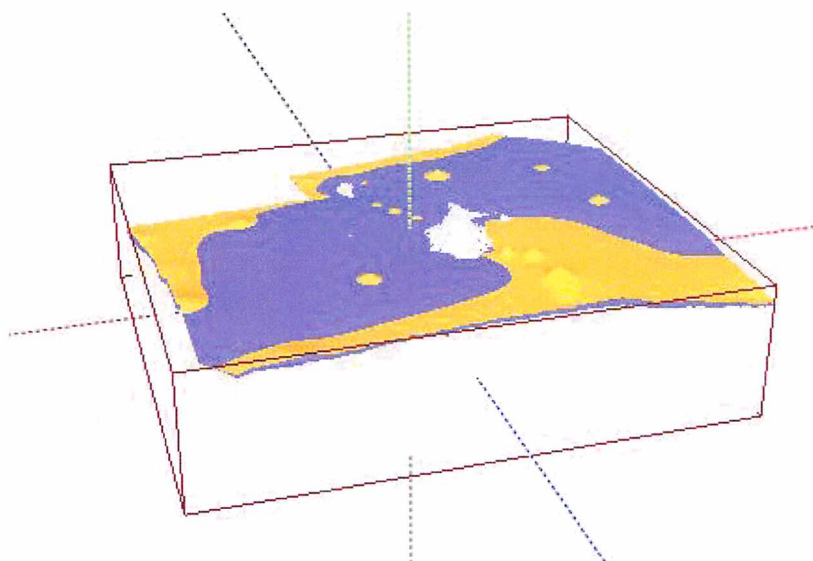
Na een periode van 1 jaar is de evenwichtssituatie nog niet geheel bereikt. Na 1 jaar staat echter vrijwel het gehele modelgebied onder water. (zie fig. 14 en fig. 15) In de praktijk zal deze situatie niet voorkomen. Immers:

- Neerslag is niet constant in de tijd. Perioden met veel neerslag worden afgewisseld met perioden met minder neerslag of perioden met een neerslagtekort, waarin de grondwaterstand weer daalt. Een stationaire situatie hoeft in werkelijkheid dus nooit voor te komen.
- Wanneer de grondwaterstand boven maaiveld komt, zal afvoer over maaiveld plaatsvinden
- De stijghoogte bij de sloten op de rand van het modelgebied zal bij hoge afvoeren toenemen. Deze stijghoogte wordt in het model echter constant gehouden.

Tabel 18 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten van deze modelrun.



Figuur 14: Stijghoogte (grondwaterstand) na 1 jaar met continue neerslag van 1mm/d. Het “Profile” toont het berekende verloop van de grondwaterstand langs de NW-ZO raai.



Figuur 15: Inundatie van het Schijvenveld na 1 jaar met continue neerslag van 1mm/dag (in het blauwe gedeelte staat het water boven het maaiveld). In wit de locatie van de vennen.

Waterbalans na 1 jaar			
met continue neerslag van 1 mm/dag			
debieten in m ³ /d			
Schijvenven			
Oppervlakte (m ²)	24225		
Neerslag (m ³ /d)	24,23		
	Inflow	Outflow	In - Out
Leakage	189	98	91
1 Lateral flow	99	189	-91
Total (error)	288	288	0
Kleine Ven			
Oppervlakte (m ²)	3175		
Neerslag (m ³ /d)	3,18		
	Inflow	Outflow	In - Out
Leakage		30	-30
1 Lateral flow	30		30
Total (error)	30	30	0
Hele modelgebied			
Oppervlakte (m ²)	676400		
Netto Neerslag (m ³ /d)	633		
	Inflow	Outflow	In - Out
Leakage	189	129	60
Boundary flow	27	657	-630
Total (error)	849	786	64

Tabel 18: Waterbalans van het freatisch pakket ter plaatse van het Schijvenven, ter plaatse van het Kleine Ven en van het hele modelgebied na 1 jaar met continue neerslag van 1 mm/dag

Uit de waterbalans van het freatisch pakket nabij de vennen is de waterbalans van het ven zelf af te leiden.

De neerslag die direct in het Schijvenven terecht komt bedraagt $24 \text{ m}^3/\text{d}$. Er wordt een kwelaanvoer in een gedeelte van het ven berekend van ca $97 \text{ m}^3/\text{d}$ en tegelijkertijd een wegzijging in een ander deel van het ven van $189 \text{ m}^3/\text{d}$. Netto vindt er dus waterverlies plaats en zal het venpeil in deze situatie moeten dalen. Het grote waterverlies uit het ven in deze situatie wordt veroorzaakt door het zeer lage peil in de greppel ten zuidoosten van het ven. Dit lage peil zal bij de hoge grondwaterstanden uiteraard niet in overeenstemming met de werkelijkheid zijn.

Het Kleine Ven ontvangt naast de directe neerslag van $3 \text{ m}^3/\text{d}$ een kweldebiet van $30 \text{ m}^3/\text{dag}$. Vanuit het Kleine Ven vindt in het model geen wegzijging plaats. Ook dit is niet in overeenstemming met de werkelijkheid maar wordt veroorzaakt doordat in het model noodzakelijkerwijs een hoog peil in de noordelijke kavelsloot wordt gehanteerd. In werkelijkheid zal dit venpeil dus stijgen en zal er afstroming over het oppervlak naar de noordelijke kavelsloot optreden.

De waterbalans van het gehele modelgebied vertoont nog een aanzienlijke sluitfout, hetgeen er op wijst dat in het model na 1 jaar met een continue neerslag van $1 \text{ mm}/\text{d}$ nog geen stationaire situatie is bereikt. In werkelijkheid zal door afstroming over het oppervlak veel eerder een stationaire situatie worden bereikt.

Bij het doorrekenen van een periode met een neerslagtekort zal de grondwaterstand dalen en zal het dunne freatisch pakket op verschillende punten droogvallen. Omdat met het model in een daaropvolgende natte periode (binnen 1 modelrun) in de drooggevallen punten geen stijging van de grondwaterstand kan worden berekend, is het niet mogelijk de grondwaterstandvariatie over een periode van een jaar betrouwbaar te simuleren.

Het niet-stationaire model vertoont dus een groot aantal beperkingen waardoor het niet-stationair doorrekenen van de grondwaterstandfluctuaties in de loop van een jaar weinig betrouwbare resultaten zal opleveren.

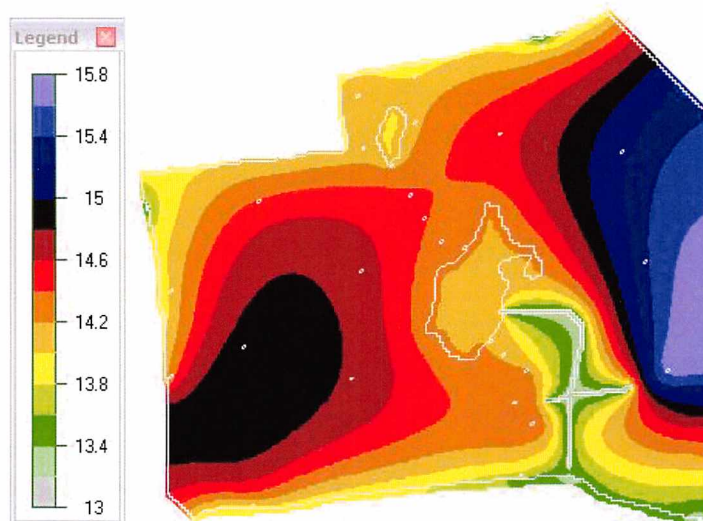
Het model is echter wel geschikt om zicht te krijgen op de invloed van hydrologische maatregelen op waterbalans van de van het Schijvenveld als geheel en de waterbalans van Schijvenven in het bijzonder. Hierbij zal worden volstaan met het berekenen van stationaire situaties. Voor deze stationaire situaties zal de kD waarde van de watervoerende laag worden gehanteerd, die voor de in oktober gemeten grondwaterstanden werd berekend. Met bovengrondse afstroming en dus aftopping van de werkelijke stijghoogten wordt in deze berekeningen geen rekening gehouden.

5. Scenario's met het stationaire model

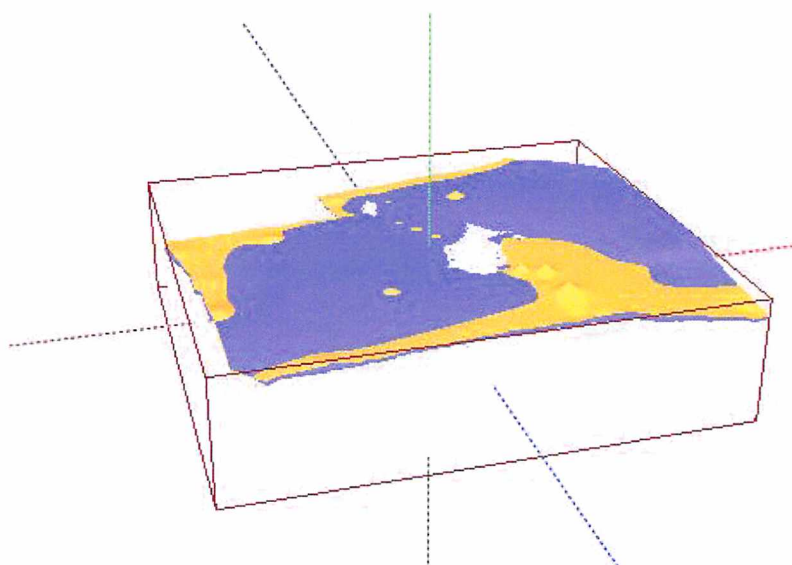
5.1. De referentiesituatie

Als referentiesituatie werd met het basismodel de stationaire situatie berekend bij een continue neerslag van 1mm/d. De berekende stijghoogten vertonen veel overeenkomst met de stijghoogten die met de niet-stationaire berekening na 1 jaar werden gevonden.

Figuur 16 toont het berekende stijghoogtepatroon en figuur 17 de berekende inundatie in de stationaire situatie.



Figuur 16: Stijghoogten berekend voor 0-situatie (Stationaire stroming bij neerslag van 1 mm/d).



Figuur 17: Inundatie van het Schijvenveld, zoals berekend voor een stationaire situatie bij neerslag van 1mm/d. In wit de locatie van de vennen. In het blauwe gedeelte staat het water aan of boven maaiveld.

Tabel 19 geeft de waterbalans van het ven.

Waterbalans van het Schijvenven na stationaire situatie bij neerslag van 1mm/d		
Oppervlakte (m2)	24225	
	m3/d	mm/d
Neerslag	24,23	1
Kwel	159,45	6,6
Wegzijging	183,43	7,6

Tabel 19: Waterbalans van het Schijvenven in stationaire situatie met neerslag van 1mm/d

De neerslag die op het ven valt, is samen met de kwel ongeveer gelijk aan de berekende wegzijging, zodat het venpeil ongeveer constant zou blijven.

5.2. Mogelijke maatregelen en scenario's

Maatregelen om de zuurgraad van het Schijvenven te verlagen zullen in eerste instantie gericht zijn op het verhogen van de toestroming van gebufferd grondwater naar het ven en het voorkomen van wegzijging uit het ven. Er zijn verschillende mogelijkheden om de kwel in het Schijvenven te laten toenemen:

1. Het verlagen van het waterpeil in het ven. Een verhoogde toestroming naar het ven leidt uiteraard weer tot het stijgen van het venpeil zodat het venpeil blijvend gereguleerd moet worden. Dit is mogelijk door de verbinding naar de afvoergreppel vrij van obstakels te maken. Het venpeil kan geregeld worden middels een aanpassing van de bodemhoogte van deze greppel of door in de greppel een al of niet regelbare overlaat aan te brengen.
De drainerende invloed van de greppel op het omliggende gebied zou echter gereduceerd moeten worden bijvoorbeeld door het aanbrengen van een slecht doorlatende kleilaag.
2. Naast het verlagen van het venpeil kan worden getracht de afvoer naar de Twickelervaart en naar de noordelijke kavelsloot te verminderen. Voor beide waterlopen bestaan er nu twee mogelijkheden die een vergelijkbaar resultaat kunnen hebben: het verhogen van het waterpeil of het verhogen van de drainageweerstand, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een kleilaag. In de Twickelervaart is dit reeds gebeurd. Verdere vermindering van de drainerende werking van de Twickelervaart zou kunnen leiden tot een toestroming van grondwater vanuit het ten zuiden van de Twickelervaart gelegen gebied. Het laatste is met het gebruikte model echter niet te berekenen.

Op basis van de hierboven genoemde mogelijkheden werd een 5-tal scenario's doorgerekend:

1. Voorkomen van ontwatering door de greppel in het Schijvenveld. In het model werd dit gesimuleerd door ter plaatse van de greppel geen vaste stijghoogte (van 13.25 +NAP) meer op te leggen. In de werkelijkheid betekent deze maatregel het volledig dempen van de greppel of het belemen/verduikeren van de greppel zodat deze uitsluitend een afvoerende functie heeft (en dus niet meer drainerend werkt).
2. Verlaging van het peil van het Schijvenven van 14.20 m naar 13.50 m + NAP. Deze relatief grote peilverlaging is gebaseerd op het peilverschil van 70 cm dat werd gevonden tussen de metingen in mei en september. Een dergelijke peilverlaging kan overigens leiden tot een ongewenste afname

- van de oppervlakte van zowel het Schijvenven als van het Kleine Ven. In scenario 2* werd daarom de invloed van een peilverlaging van 35 cm berekend.
- Verlaging van het peil van het Schijvenven naar 13.50 m + NAP en het handhaven van een even hoog peil in de afwateringsgreppel;
 - De maatregelen van scenario 3 plus het opheffen van de drainerende werking van de Twickelervaart. In het model werd dit gerealiseerd door bij de Twickelervaart geen vaste stijghoogte meer op te leggen. De zuidelijke modelrand wordt hiermee dicht. In de praktijk betekent dit dat de randen van de Twickelervaart beleemd zouden moeten worden.
 - De maatregelen van scenario 4 plus het verminderen van de drainerende werking van de noordelijke en westelijke kavelsloot. In het model werd dit gerealiseerd door de vaste stijghoogte bij de kavelsloten met 10 cm te verhogen.

In de scenario's 1 t/m 4 is voor de kavelsloten reeds een vrij hoog peil aangenomen omdat ervan wordt uitgegaan dat in een natte periode de hoogte van de keileemlaag bepalend is voor de drainage naar de sloot en niet het slootpeil

Voor alle scenario's werden de stijghoogten in de stationaire situatie berekend en werd de waterbalans van het Schijvenveld opgesteld en vergeleken met de waterbalans van de nulsituatie.

De berekende stijghoogten voor de verschillende scenario's staan weergegeven in bijlage 2. In tabel 20 worden de resultaten van de verschillende scenario's onderling vergeleken.

Waterbalans in stationaire situatie (debieten in m ³ /d)							
Oppervlakte totaal (m ²)	676400						
Neerslag mm/d	1						
Netto neerslag m ³ /d	633						
	Schijvenven		Kleine Ven				
Oppervlakte m ²	24225		3175		drainage via:		
	Kwel	Wegzijging	Kwel	Wegzijging	Greppel	Twickelervaart	Noord-+ west kavelsloot
Scenario							
0-situatie	128	183	31	0	295	147	214
Scenario 1	207	0	32	0	0	172	222
Scenario 2*	247	0	24	0	0	159	202
Scenario 2	287	0	16	0	0	146	184
Scenario 3	240	0	16	0	70	127	180
Scenario 4	298	0	17	0	111	0	207
Scenario 5	303	0	24	0	112	0	194

Tabel 20: Waterbalans van het Schijvenveld voor de verschillende scenario's.

5.3. Resultaten van de scenarioberekeningen.

De resultaten van de scenarioberekeningen moeten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd, omdat zowel met betrekking tot de modelparameters als tot de gehanteerde randvoorwaarden grove

aannamen werden gedaan. Een belangrijke bron van fouten is gelegen in het feit dat de oppervlakkige afstroming niet in rekening kan worden gebracht waardoor geen reële stijghoogten worden berekend. De berekende kwelhoeveelheden zullen over het algemeen hierdoor veel te hoog zijn. Aan de absolute waarden van de berekende grondwaterstanden en kwelintensiteiten moet dus niet te veel waarde worden gehecht. De interpretatie van de rekenresultaten blijft beperkt tot het signaleren van de richting waarin de waterbalans zal veranderen als gevolg van de in de scenario's gesimuleerde maatregelen.

In de nulsituatie blijkt dat in het Schijvenven zowel sprake is van kwel als van wegzijging. De wegzijging is groter dan de som van de op het ven vallende neerslag en de kwel, zodat het venpeil zou moeten dalen. In werkelijkheid zal ook aanvulling kunnen plaatsvinden door oppervlakkige afstroming naar het ven. De wegzijging uit het ven wordt in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van de afwateringsgreppel met een zeer laag peil. Het ligt dus voor de hand de drainerende werking van deze greppel te verminderen.

In scenario 1 is de greppel volledig uit het model verwijderd. De wegzijging uit het Schijvenven verdwijnt hierdoor volledig en de kwelintensiteit wordt ca 1,6 maal zo groot. Door de maatregel neemt de drainage richting Twickelervaart iets toe. De afvoer van water uit het Schijvenven via de Twickelervaart zal echter afnemen omdat ook de afwateringsgreppel in de 0-situatie zijn water op de Twickelervaart loosde.

In scenario 2 wordt bij afwezigheid van de afwateringsgreppel het venpeil met 70 cm verlaagd. Dit leidt wederom tot een toename van de kwel naar het Schijvenven, nu met een factor 2,2 t.o.v. de nulsituatie.

Scenario 2* laat zien dat bij een peilverlaging in het Schijvenven van 35 cm de kwelverandering ten opzichte van scenario 1 voor alle vennen en waterlopen ongeveer de helft bedraagt van die bij een peilverlaging van 70 cm. In de scenario's 1 en 2 is sprake van een toename van de berging in het ven, m.a.w. het venpeil gaat stijgen waardoor het effect van de maatregel zal verminderen. Er moet dus een voorziening worden getroffen om het water uit het ven af te voeren. Het ligt voor de hand hiervoor de bestaande afwateringsgreppel te gebruiken. Door het peil in de greppel gelijk te houden aan het venpeil (en dus hoger dan het huidige peil in greppel) wordt tevens bereikt dat de drainerende werking van de greppel vermindert.

Deze situatie is in scenario 3 doorgerekend. De kwel naar het Schijvenven neemt iets af ten opzichte van scenario 2 maar blijft 1,9 maal zo groot als in de nulsituatie. Er wordt geen wegzijging uit het ven geconstateerd. De drainage naar de afwateringsgreppel is slechts een kwart van die in de nulsituatie. De drainage naar de Twickelervaart verandert slechts in geringe mate.

In Scenario 4 wordt de drainage van grondwater naar de Twickelervaart op nul gesteld. Dit leidt zowel tot een toename van de kwel in het Schijvenven als tot een toename van de drainerende werking van de afwateringsgreppel. Ook de afvoer naar de noordwestelijke kavelsloten neemt iets toe. De maatregel leidt bovendien tot aanzienlijk hogere grondwaterstanden in het zuidelijk deel van het Schijvenveld (zie bijlage 2).

De aanwezigheid van de noordwestelijke kavelsloten is landbouwkundig noodzakelijk om in natte perioden het via de toplaag en eventueel via maaiveld afstromend water te kunnen afvoeren. In natte perioden wordt de drainerende werking van de sloot vooral bepaald door de diepte van de keileemlaag

bij de sloten. Het slootpeil speelt, wanneer dit onder de bovenkant van de keileem is gelegen, in dit geval veel minder een rol. In droge perioden zal de grondwaterstand door drainage via de keileem echter verder kunnen wegzakken. De drainerende werking van deze sloten dient te worden verminderd, bijvoorbeeld door ze met klei af te dichten of ze sterk te verondiepen.

In scenario 5 is dit gesimuleerd door de vaste stijghoogte ter plaatse van deze sloten met 10 cm te verhogen. Het effect van deze maatregel blijkt gering. De maatregel wordt hier echter toegepast in een natte periode, terwijl het effect zich vooral in een droge periode zal manifesteren. Met het model kan deze situatie niet worden doorgerekend.

Met uitzondering van scenario 5 leiden alle voorgestelde maatregelen overigens tot een afname in de kwelintensiteit in het Kleine Ven.

Resumerend kan op basis van de modelresultaten worden geadviseerd de aanwezige barrière tussen het Schijvenven en de afwateringsgreppel te verwijderen en de uitstroming van de greppel naar de Twickelervaart zo aan te passen dat in de greppel een peil wordt gehandhaafd dat gelijk is aan het gewenste peil van het Schijvenven. Hoe hoog het venpeil moet worden kan op basis van de gemaakte berekeningen niet worden vastgesteld; de niet geheel bekende relatie tussen het peil en de grootte van het ven speelt hierbij een belangrijke rol. Het venpeil moet wel lager zijn dan het in het basismodel gehanteerde peil van 14.20 +NAP. De overige voorgestelde maatregelen sorteren relatief weinig aanvullend effect. In alle scenario's is het peil in de noordwestelijke randsloot hoog gehouden. Om wegzakken van de grondwaterstanden in droge perioden te voorkomen is het noodzakelijk deze sloten met klei af te dichten of aanzienlijk te verondiepen.

5.4. Effect van ingrepen in het grondwatersysteem op de waterkwaliteit

Het vergelijken van de waterkwaliteit met de standplaatsfactoren heeft opgeleverd dat er problemen zijn met pH, alkaliniteit en ammonium/nitraat verhouding (zie paragraaf 2.6). Deze problemen kunnen worden opgelost als de kwel in het Schijvenven en de buffercapaciteit van het Schijvenveld worden hersteld.

Hoewel er niet te veel waarde kan worden gehecht aan de absolute waarden blijkt uit de modelberekeningen dat de kwel in het Schijvenven na het doorvoeren van de voorgestelde maatregelen (bij benadering) 287 m³/dag zal zijn (zie tabel 20, scenario 2). Dit is een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de huidige situatie waarbij in het Schijvenven een kwel is van 128 m³/dag en een wegzijging van 183 m³/dag, netto een wegzijging van 55 m³/dag. Hieruit kan dus geconcludeerd worden dat de kwel in het Schijvenven te herstellen is.

Per dag valt er gemiddeld (bij een gemiddelde neerslag van 1 mm/dag) 24 m³/dag aan (zure) regen rechtstreeks in het ven. Hierbij wordt nog geen rekening gehouden met het zure regenwater dat oppervlakkig afstroomt naar het ven. Bij een veldbezoek tijdens een stevige regenbui bleek dat deze stroom aanzienlijk is. Als de waterkwaliteit in het ven moet verbeteren moet het bufferende vermogen van de kwel minimaal de toevoer van dit zure regenwater neutraliseren.

Het grondwater (kwelwater) heeft echter een vrij lage alkaliniteit van ca. 0,2. Het zal moeilijk worden om, met hydrologische maatregelen alleen, de alkaliniteit en de pH in het gewenste bereik voor de oeverkruidbegroeiingen te krijgen. Exacte voorspellingen zijn moeilijk te geven omdat het hydrologische model enkele zwakke punten kent waardoor de kwelintensiteit slechts bij benadering

kan worden berekend. Bovendien is het erg lastig de adsorptie-eigenschappen van de diverse verbindingen die in het kwelwater zitten en een bijdrage leveren aan de pH, alkaliniteit en voedselrijkdom in het hydrologische model in te bouwen.

Waarschijnlijk heeft het systeem dus een “duwtje in de rug” nodig. Dit zou bereikt kunnen worden door gebufferd oligotroof grond- of oppervlaktewater in het systeem te laten of te bekalken. Eventueel kan ook worden overwogen het ven deels leeg te pompen en weer te vullen met opgepompt grondwater, al of niet gecombineerd met bekalken. Om na te gaan wat de mogelijkheden en ervaringen zijn met deze effect gerichte maatregelen is een literatuurstudie verricht. Aangezien het Schijvenven een van nature zeer zwak gebufferd geïsoleerd ven is, gelegen op pleistocene zandgrond, is het onderzoek beperkt tot resultaten van effectgerichte maatregelen bij dit type vennen.

5.5. Effectgerichte maatregelen (literatuurstudie)

Het onderzoek dat het best aansluit bij hetgeen we onderzoeken is een in 1989 begonnen onderzoek naar mogelijkheden tot herstel van vennen- en heidesystemen uitgevoerd door de vakgroep Oecologie van de Radboud Universiteit Nijmegen.

Dit onderzoek naar effectgerichte maatregelen richtte zich in eerste instantie op de gevolgen van verzuring en/of vermesting. Het onderzoek liep tot 1995 en is daarna overgenomen in het Overlevingsplan Bos en Natuur waarin ook onderzoek wordt gedaan naar verdroging. Dit lange onderzoeksspoor geeft inzicht in de lange termijn effecten van de onderzochte effectgerichte maatregelen.

In het onderzoek zijn in een 20-tal referentieterreinen verschillende herstelmaatregelen op praktijkschaal getest. Hieruit is gebleken dat

- Kleinschalig plaggen in niet verzuurde situaties of bekalking na plaggen onder verzuurde situaties effectieve maatregelen zijn voor herstel van de bodemchemie en de vegetatie. Bekalking onder verzuurde omstandigheden is noodzakelijk om ophoping van ammonium te voorkomen. Bij hoge ammoniumconcentraties en een hoge ammonium/nitraat ratio kunnen de zaden van de gewenste gemeenschappen van de oeverkruidklasse maar moeilijk tot kieming komen en zich niet verder ontwikkelen. De oorzaak van de ophoping van ammonium is de afbraak van organisch materiaal dat na plaggen achterblijft in de bovenste bodemlaag, het wegvallen van ammoniumopname door de vegetatie in de geplagde terreinen en het verwijderen van het grootste deel van de nitrificerende bacteriën tijdens het plaggen (nitrificerende bacteriën zijn aëroob en zijn dus vooral actief in de toplaag). Het is daarom raadzaam om naast kleinschalig plaggen ook extra beheersmaatregelen uit te voeren die met name rond restpopulaties de extreme ophoping van ammonium kunnen voorkomen. Door te bekalken wordt een veel minder grote toename van ammonium, een hogere bodem pH en nitraat als dominante stikstofvorm waargenomen (Dorland et al., 2005). Verder is het belangrijk om tijdens het plaggen restpopulaties van doelsoorten te sparen.
- Het bekalken van het inzigtgebied (“catchment liming”) een manier is om op integrale wijze de buffering van zowel het eens (zeer) zwak gebufferde heideven als de omliggende verzuurde natte heide te herstellen om zo weer een hoogdiverse vegetatie mogelijk te maken. Bij deze methode worden, liefst geplagde, hooggelegen delen van het terrein bekalkt (Dorland et al., 2005). Hierdoor worden de alkaliniteit (buffercapaciteit) en de pH verhoogd, niet alleen op de plek waar de kalk is gestrooid, maar via het grondwater en afstromend regenwater ook in de lageregelegen terreindelen. Bij een tweetal onderzochte vennen steeg hierdoor de pH van ca 4,5 naar 5 tot 5,5 hetgeen een

kenmerkende waarde is voor zeer zwak gebufferde heidevennen. Bij 'catchment liming' duurt het 1 tot 3 jaar om het oude bufferniveau te herstellen. Deze pH stijging werd ook 5 jaar na het uitvoeren van de herstelmaatregel nog waargenomen. De veranderingen leiden tot condities die gunstig zijn voor de kieming en de vestiging van plantensoorten van zeer zwak gebufferde standplaatsen.

- De effectgerichte maatregelen duurzaam zijn. In alle onderzochte terreinen waar bekalkt is en/of hydrologische maatregelen zijn genomen is de pH na 10 tot 12 jaar nog steeds hoger dan in alleen geplagde situaties (de Graaf et al., 2004).

Bekalking van vennen is onder meer toegepast in het Beuven, het Padvindervenn, Bergvennen(Ov), vennen in de Tongerense heide en het Scherpven.

- De ervaringen met directe bekalking van het oppervlaktewater niet onverdeeld gunstig zijn. Ten eerste is het effect tijdelijk en ten tweede zal in vennen met veel slecht verteed organisch materiaal directe bekalking aanleiding geven tot interne eutrofiëring door toename van de afbraak van organisch materiaal bij verhoging van de pH. Dit leidt er toe dat de oligo- tot oligomesotrofe omstandigheden niet zullen worden gerealiseerd en dat soorten als m.n. Knolrus zullen gaan woekeren.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

1. Zowel het oppervlaktewater als het grondwater van het Schijvenveld zijn verzuurd. Het Schijvenven wordt gevoed door regenwater en oppervlakkig toestromend grondwater, de alkaliniteit van het venwater is nagenoeg 0. Ook het grondwater blijkt zuur en/of verzuurd. De pH van het grondwater is iets hoger dan van het oppervlaktewater en de alkaliniteit is ca. 0,2, zodat deze twee standplaatsfactoren net aan de ondergrens van de standplaatsseisen van oeverkruidgemeenschappen voldoen.

2. Uit de waterkwaliteitanalyses kan geconcludeerd worden dat het grootste verschil tussen de huidige waterkwaliteit en de voor goedontwikkelde oeverkruidgemeenschappen benodigde kwaliteit is gelegen in pH en alkaliniteit, welke beide positief beïnvloed kunnen worden door het vergroten van de kwel.

Of de alkaliniteit van het freatische grondwater voldoende groot is om de alkaliniteit van het ven in het gewenste bereik te krijgen is echter nog de vraag. Waarschijnlijk heeft het systeem dus een “duwtje in de rug” nodig. Dit zou bereikt kunnen worden door gebufferd oligotroof grondwater in te laten of door het intrekgebied van het Schijvenven te bekalken, al dan niet nadat het ven is leeggepompt en geaccumuleerde organische stof is verwijderd, ook van de oevers. Gelet op het dunne watervoerende pakket van het Schijvenveld en zijn omgeving is het onmogelijk zulk grondwater in de nabijheid te vinden. Het bekalken van het intrekgebied is daarom de enige overblijvende optie voor herstel van de alkaliniteit. De belangrijkste onderdelen van het intrekgebied bevinden zich in de hooggelegen dekzandruggen ten oosten en westen van het Schijvenven (zie bijlage 2, stijghoogte scenario 1: 0-situatie zonder afwateringsgreppel).

Uit de literatuur blijkt dat herstel van verzuurde, van oorsprong zeer zwak gebufferde, vennen mogelijk is, maar dat daar vaak meer voor nodig is dan alleen hydrologische maatregelen. Belangrijk daarbij is dat de zaadbank nog in tact is en dat deze pas wordt aangesproken als de omstandigheden optimaal zijn. Verder moet vermeden worden dat de ammoniumconcentratie gaat oplopen na plaggen. Daarom is het advies het herstel van het Schijvenven gefaseerd aan te pakken en de veranderende omstandigheden te monitoren.

3. Met een in Microfem gebouwd model is een aantal scenario's doorgerekend met herstelmaatregelen gericht op het vergroten van de kwelintensiteit. Hieruit is gebleken dat het mogelijk is de kwel in het Schijvenven te vergroten door de aanwezige barrière tussen het Schijvenven en de afwateringsgreppel te verwijderen en de uitstroming van de greppel naar de Twickelervaart zo aan te passen dat in de greppel een peil wordt gehandhaafd dat gelijk is aan het gewenste peil van het Schijvenven.

6.2 Aanbevelingen

6.2.1 Herstel waterhuishouding Schijvenven

Wij stellen voor:

1. Eerst de kwel herstellen door de aanwezige barrière tussen het Schijvenven en de afwateringsgreppel te verwijderen en de uitstroming van de greppel naar de Twickelervaart zo aan te passen dat in de greppel een peil wordt gehandhaafd dat gelijk is aan het gewenste peil van het Schijvenven. Op welke wijze dit in de praktijk kan gebeuren wordt in onderstaande kader besproken;
2. Aangezien het ca. 10 jaar geleden is dat het ven is uitgebaggerd wordt geadviseerd na te gaan of er zich al weer een organische sliblaag heeft gevormd. Als dat het geval is wordt het opnieuw baggeren van het ven aangeraden. Uitdiepen moet worden vermeden, vooral om de plaatselijk zeer dunne keileemlaag niet te beschadigen;
3. Als de kwel is hersteld zouden de pH en de alkaliniteit langzaam moeten toenemen. Als dit niet (of niet in voldoende mate) het geval is dan wordt geadviseerd delen van het intrekgebied (en niet het veld zelf!) te bekalken. Daarbij is het raadzaam plaatsen te zoeken waar het regenwater niet direct oppervlakkig naar het ven kan afstromen. De geschikte plaatsen voor bekalken kunnen worden aangegeven met behulp van het gemaakte model. Met deze werkwijze duurt het enige jaren voor het resultaat waarneembaar zal zijn in het ven, maar het voordeel is dat de kans op interne eutrofiëring afwezig is en de buffercapaciteit van de bodem wordt hersteld, zodat een meer duurzaam resultaat wordt verkregen;
4. Alvorens de zaadbank aan te spreken door het plaggen in de oevers van het ven, wordt geadviseerd te controleren of de maatregelen het gewenste effect hebben gesorteerd: is de pH goed, voldoende alkaliniteit en is er geen (interne) eutrofiëring opgetreden? Met name de trofiegraad zou een probleem kunnen gaan opleveren omdat het grondwater van het Schijvenveld wat meer stikstof en sulfaat bevat dan het oppervlaktewater en de trofiegraad van het oppervlaktewater nu al aan de hoge kant is. Er moet absoluut vermeden worden de zaadbank te vroeg te activeren. Wanneer snel een nieuwe degradatie volgt omdat de randvoorwaarden nog niet optimaal zijn, kunnen toekomstige pogingen tot venoeverherstel mislukken door de aantasting van de zaadbank in eerdere herstelpogingen¹;
5. Pas als aan alle standplaatsfactoren is voldaan kan door plaggen de zaadbank op de oevers worden geactiveerd. Daarbij moeten restpopulaties van gewenste plantensoorten worden ontzien.
6. Deze stapsgewijze aanpak vraagt om monitoring van de waterkwaliteit van het ven en zijn oevers. De volgende parameters zijn daarbij van belang: het gelijktijdig meten van de concentraties NO₃ en NH₄ (om het quotiënt van deze twee parameters te kunnen bepalen), de alkaliniteit, het sulfaatgehalte en het calciumgehalte. Vanzelfsprekend dient het grond- en oppervlaktewaterregime

¹ Het Schijvenven is begin jaren 1990 al eens opgeschoond. Wellicht is toen al een deel van de zaadbank verloren gegaan. Uit Jansen & Hoogendoorn (1993) blijkt echter dat de eerste jaren na opschoning drie kenmerkende soorten van de Oeverkruid-klasse voorkwamen: Moerashertshooi, xxx en xxx [nazoeken in rapportage/notitieboekje 1992]. Deze soorten hebben naar alle waarschijnlijkheid een nieuwe, zij het bescheiden zaadvoorraad gevormd. In 2005 werd tijdens een veldbezoek Vlottende bies gevonden in een plasje aan de oostzijde van het Schijvenven. Deze soort heeft zich spontaan vanuit elders gevestigd. Soorten uit de Oeverkruid-klasse kunnen nieuwe, gunstige milieus (blijkbaar) ook koloniseren via watertransport en via watervogels. Ook uit andere nieuw gegraven wateren is spontane vestiging van soorten van de Oeverkruid-klasse bekend. Een grote zaadvoorraad begunstigt en versnelt het herstel, maar is voor verschillende soorten blijkbaar geen absolute noodzaak.

van het Schijvenven en zijn omgeving te worden gevolgd. In het ven staat een peilschaal waarmee de oppervlaktewaterstanden al meer dan een decennium worden gemeten. Voor wat betreft het Schijvenven en omgeving is het wenselijk het bestaande peilbuizenmeetnet te evalueren en te bekijken waar eventueel nieuwe peilbuizen dienen te worden geplaatst om de effectiviteit van de hydrologische herstelmaatregelen te kunnen bepalen.

Voorstel voor de implementatie van hydrologische maatregelen in het Schijvenveld.

Een van de belangrijkste maatregelen voor verbetering c.q. herstel van de ecologische situatie van het Schijvenven is het reguleren van het venpeil (zie 6.2: aanbeveling 1). Om in een periode met neerslagoverschot de grondwaterstroming naar het ven in stand te houden moet worden voorkomen dat de waterstand in het ven onbeperkt kan stijgen bij een verhoging van de grondwaterstand in het omringende Schijvenveld. Met andere woorden: het venpeil zal naar boven toe begrensd moeten worden.

In het rapport is aangegeven wat bij benadering de invloed is van de hoogte van het venpeil op de kwel naar het ven. Er kon echter geen advies worden gegeven over het gewenste maximale peil. Het gewenste peil zal onder meer afhankelijk zijn van wensen met betrekking tot de minimale oppervlakte van het ven en van de invloed die venoppervlak en vendiepte op de omgeving zullen hebben: het venpeil mag niet zo laag zijn dat het zijn omgeving in die mate gaat draineren dat de natuurwaarden van de omringende natte heiden, vennen en veentjes daaronder hebben te leiden. Om het optimale peil vast te stellen zal aanvullend onderzoek moeten plaatsvinden. Op de eerste plaats zal een nauwkeurige meting van de bodemhoogte van het ven moeten worden uitgevoerd. Op basis van deze hoogtemeting kan de relatie tussen het venpeil, venoppervlakte en vendiepte worden bepaald. Een eerste keuze voor een, in natte perioden, te handhaven peil zal kunnen worden gebaseerd op de gewenste minimale oppervlakte van het ven. Het monitoren van de ontwikkelingen in het ven (waterkwaliteit en vegetatie) en het volgen van de veranderingen in venpeil in droge perioden kan gegevens opleveren op basis waarvan in een latere periode besloten kan worden het venpeil te wijzigen.

Peilbegrenzing in het ven kan worden gerealiseerd door overtollig water via een overstort in de bestaande greppel af te voeren naar de Twickelervaart. Om de drainerende werking van de greppel te beperken dient de greppel te worden verduikerd: afvoer van water uit het Schijvenven kan dan plaatsvinden zonder drainage van de omgeving door de greppel, waarbij het oorspronkelijke intrekgebied van het Schijvenven wordt hersteld (zie 9.2). Beleming van oevers en bodem van de greppel heeft eenzelfde effect, maar is kwetsbaar. Om de afvoer te kunnen garanderen is onderhoud en opschoning noodzakelijk; de beleming is daarvoor kwetsbaar. Teven wordt via verduikering voorkomen dat ongewenste inundaties optreden van laagtes langs de greppel. De gewenste bodemhoogte van de greppel en het vereiste verhang kunnen worden bepaald aan de hand van de verwachte maximale afvoer. Ter plaatse van de aansluiting van de greppel op het ven dient een regelbare stuw te worden geplaatst. (schotbalkstuw), zodat op eenvoudige wijze met verschillende hoogten van het venpeil kan worden geëxperimenteerd. Indien nader onderzoek naar de hydrologie van het ven wenselijk wordt geacht kan de stuw eventueel als meetstuw worden uitgevoerd. De stuw kan worden vervangen door een dam met vaste kruinhoogte wanneer een definitieve beslissing over het gewenste venpeil is genomen.

6.2.2. Schijvenven, Kleine Ven en de noordelijke randsloot

Het Kleine Ven wordt naast de directe neerslag ook in belangrijke mate gevoed door zijdelings toestromend grondwater (zie 5.2). Veranderingen in de waterhuishouding van het Schijvenven zijn van invloed op de waterbalans van het Kleine Ven (zie tabel 20). Volgens de modeluitkomsten kan verlaging van het peil van het Schijvenven leiden tot vermindering van kwel in het Kleine Ven.

In het model vindt vanuit het Kleine Ven geen wegzijging plaats. Dit is niet in overeenstemming met de werkelijkheid, maar wordt veroorzaakt doordat in het model om modeltechnische redenen een hoog peil in de noordelijke kavelsloot wordt gehanteerd. In werkelijkheid zal het peil in het Kleine Ven stijgen en zal er:

1. afstroming over het oppervlak naar de noordelijke kavelsloot optreden;
2. en inzijging in de richting van die sloot plaatsvinden.

In de werkelijkheid ondervindt het Kleine Ven dus een negatieve invloed van de noordelijke kavelsloot. Deze invloed is niet verdisconteerd in het model (geen wegzijging). In het model is voor de kavelsloot een vast peil van 5 cm boven de bovenzijde van de keileemlaag gehanteerd. Wanneer dat peil wordt verhoogd met 10 cm, zoals in scenario 5, blijkt de hoeveelheid berekende kwel toe te nemen van 17 m³/dag (in scenario 3 en 4) naar 24 m³/dag en de hoeveelheid afgevoerd water via de noordelijke kavelsloot van 207 naar 194 m³/dag. Hieruit blijkt dat een kleine verhoging van het gemiddelde oppervlaktewaterpeil van de kavelsloot – van ca. 1 meter naar 90 cm beneden maaiveld – al grote positieve effecten heeft op het Kleine Ven. Deze effecten compenseren die van een verlaging van het waterpeil in het Schijvenven met 75 cm (zoals berekend in scenario 2 en 3) geheel, waardoor de effecten op het Kleine Ven vergelijkbaar zijn met die van scenario 2*. Hieruit maken wij op dat de randsloot een sterk drainerende werking heeft op het Kleine Ven en dat oplossing van de verzuringsproblematiek van het Schijvenven niet mogelijk is door het nemen van maatregelen in de waterhuishouding van het Schijvenven alleen. Zo'n ruimtelijk 'enge' benadering veroorzaakt negatieve effecten op de natuurwaarden in omgeving van het Schijvenven. Een ruimtelijk 'breder' c.q. integraler pakket van maatregelen is daarom noodzakelijk.

Onderdeel van dit 'bredere' pakket is het verminderen van de drainerende werking van de kavelsloten, met name die aan de noordzijde. Afdichten met klei of sterke verondieping behoren technisch tot de mogelijkheden. Afdichten met klei is echter kwetsbaar (bij onderhouds- en opschoningswerkzaamheden). Het aanzienlijk verondiepen van de sloot is daarom een betere optie, zeker wanneer daarbij in eerste instantie als uitgangspunt wordt genomen dat geen verslechtering van de waterhuishouding voor de landbouw plaatsvindt. Dit zou gerealiseerd kunnen worden door de huidige noordelijke randsloot fors te verondiepen, d.w.z. tot 60 cm beneden maaiveld, en aan de noordzijde van het perceel, langs de weg een nieuwe sloot te graven. Deze nieuwe sloot hoeft waarschijnlijk minder diep te zijn dan de huidige randsloot omdat de randsloot – ook na zijn verondieping – zal blijven draineren. Een en ander is mede afhankelijk van de diepte waarmee de keileem onder het maaiveld van het noordelijke landbouwperceel ligt.

7. Discussie

De resultaten van de scenarioberekeningen moeten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd, omdat zowel met betrekking tot de modelparameters als tot de gehanteerde randvoorwaarden grove aannamen werden gedaan. Aan de absolute waarden van de berekende grondwaterstanden en kwelintensiteiten moet dus niet te veel waarde worden gehecht.

Desondanks zijn we van mening dat er een goede kans op herstel bestaat voor het Schijvenven, dit omdat het mogelijk lijkt zowel de kwel als de buffercapaciteit te herstellen. Gevaar bestaat dat het herstel van de buffercapaciteit niet blijvend is omdat de oorzaak (verzurende en vermestende zwavel- en stikstofdepositie in de afgelopen decennia) niet is weggenomen. Toch zijn ook hier positieve ontwikkelingen. De verzurende depositie is in de periode 1980 tot 2000 met 55 tot 60% afgenomen. Deze daling wordt veroorzaakt door de sterke daling (80%) in de emissies van zwavel, maar ook het ammoniakbeleid lijkt vanaf midden negentiger jaren van de vorige eeuw te gaan werken. Het is dus waarschijnlijk dat het buffersysteem, zodra dit is hersteld, in staat is de verminderde zure depositie te neutraliseren.

De maatregel inlaten van gebiedsvreemd oligotroof gebufferd oppervlaktewater is niet in dit voorstel opgenomen in verband met het gevaar voor interne eutrofiëring en het ontbreken van een geschikte bron in de directe nabijheid van het ven. Het water van de Twickelervaart is in ieder geval niet geschikt.

8. Literatuurlijst

- C.J.C Aggenbach, M.H. Jalink & A.J.M Jansen, 1998. **Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiering van plantengemeenschappen in vennen**. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- G.H.P. Arts, H. van Dam, F.G. Wortelboer, P.W.M. van Beers, & J.D.M. Belgers, 2002. **De toestand van het Nederlandse ven**. Alterra-rapport 542, Alterra, Wageningen.
- D. Bal, H.M. Beije, M. Fellingier, R. Haveman, A.J.F.M van Opstal, F.J. van Zadelhoff, 2001. **Handboek Natuurdoeltypen, Nieuwe paden, vitale natuur**, Tweede, geheel herziene editie, Rapport Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Bobbink, R.E. E.Brouwer, J.G. ten Hoopen & E. Dorland, 2004 **Herstelbeheer in het heidelandschap: effectiviteit, knelpunten en duurzaamheid** . In: **Duurzaam natuurherstel voor behoud van biodiversiteit. 15 jaar Herstelmaatregelen in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur**, 33 – 70. Expertisecentrum LNV, Ede.
- Bobbink, R., J.G.M. Roelofs & H.B.M. Tomassen, 1996. **Effectgerichte maatregelen en behoud biodiversiteit in Nederland**, Afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- 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, Nijmegen.
- Cals, M., M.C.C. de Graaf & J.G.M. Roelofs, 1992. **Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen**, Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- De Graaf, M.C.C., P.J.M. Verbeek, M.J.R. Cals, J.G.M Roelofs, 1994, **Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van matig mineraalrijke heide en schraallanden**. Eindrapport monitoringsprogramma eerste fase, Vakgroep Oecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen.
- De Graaf, M.C.C., P.J.M. Verbeek, S.A. Robat, R. Bobbink & J.G.M. Roelofs, 2004. **Lange termijn effecten van herstelbeheer in heide en heischrale graslanden**, Rapport EC-LNV, Ede.
- Dorland, E. & R.Bobbink, 2005. **Herstelbeheer in de heide: een overzicht van maatregelen in het kader van OBN**, De Levende Natuur 106 (5): . [blz 204 -207]
- A.J.M. Jansen & J.H. Hoogendoorn, 1993. **Hydro-ecologie van vijf NB-wet-terreinen op het landgoed Twickel (Overijssel)**, Onderzoek en advies KIWA, Kiwa-rapport SWO 93.214,Nieuwegein..

- A.J.M. Jansen, J.R. von Asmuth, J. Bunnik en A.C. Zuidhoff, 2001. **Vijf NB-wet-terreinen op het landgoed Twickel (Overijssel), Evaluatie van hydro-ecologische herstelmaatregelen (1991-1999)**, KIWA Onderzoek en advies, Nieuwegein.
- J. Runhaar, C. Maas, A.F.M. Meuleman & L.M.L. Zonneveld, 2000. **Herstel van natte en vochtige ecosystemen**. NOV-rapport nummer 9-2, VEWIN, Rijswijk.
- Schuurkes, J.A.A.R., J. Jansen, M. Maessen, 1988, **Water acidification by addition of ammonium sulphate in sediment-water columns and in natural water**. Archiv für Hydrobiologie, 112(4):495-516
- Vakgroep milieukunde Hogeschool Larenstein, 2001. **Milieuproblemen in het landelijk gebied**. Reader Hogeschool Larenstein, Velp.
- Van den Berg, L. & J.G.M. Roelofs, 2005. **Effecten van verandering in atmosferische stikstofdepositie op Nederlandse Heide**. De Levende Natuur 106 (5): 190 - 192
- Van Dam, H., J. Spier, G.H.P.Arts, J.J.C.W. van Delft, R. Ketelaar & H.H. van Kleef, 2003. **Ontwikkeling STOWA-beoordelingssysteem vennen, vooronderzoek**. Rapportnummer 03.2109.2., AquaSense, Amsterdam.
- Vergeer, P. & N.J. Ouburg, 2005. **Voorwaarden en risico's van herintroductie van planten**. De Levende Natuur 106 (5): 210 -213

9. **Bijlagen:**

1. Het Schijvenveld in foto's
2. Berekende stijghoogten voor de verschillende scenario's
3. waterkwaliteitsgegevens met trendanalyse van WRD
4. Beoordelingscriteria waterkwaliteit
5. Analyseresultaten waterkwaliteit

9.1. Bijlage 1 Foto's Schijvenveld

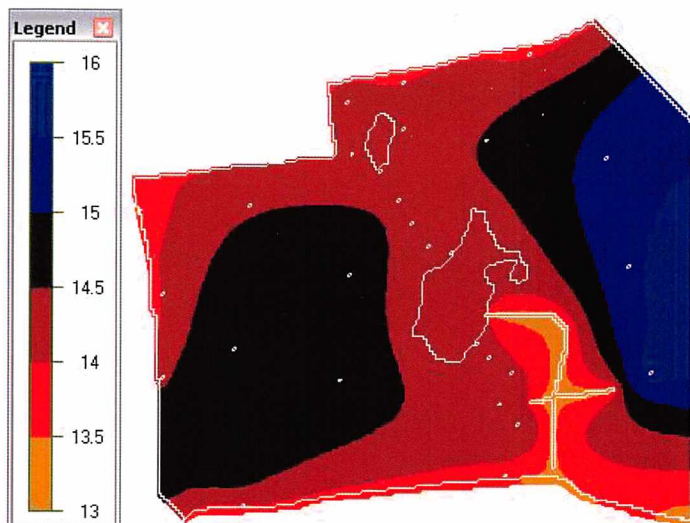


Luchtfoto van het Schijvenveld

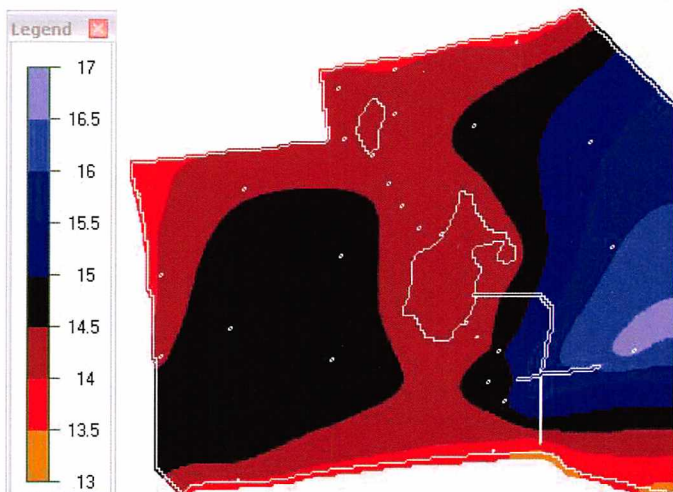


Het Schijvenven in westelijke richting

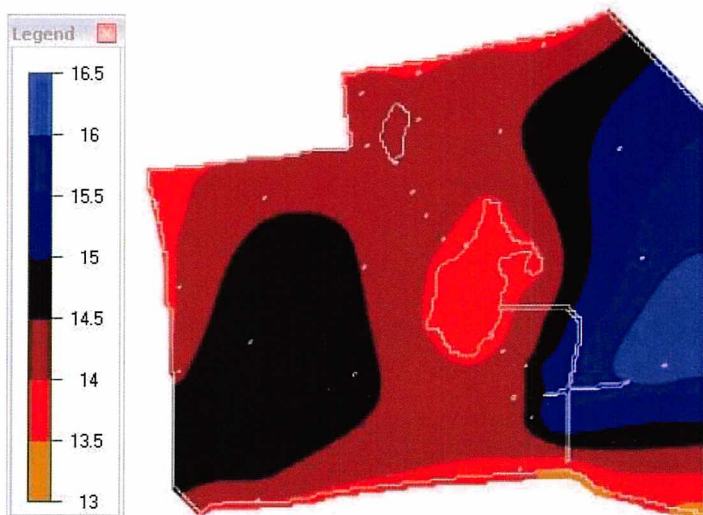
9.2. Bijlage 2 Stijghoogten berekend voor de verschillende Scenario's, stationaire situatie bij netto neerslag van 1 mm/d



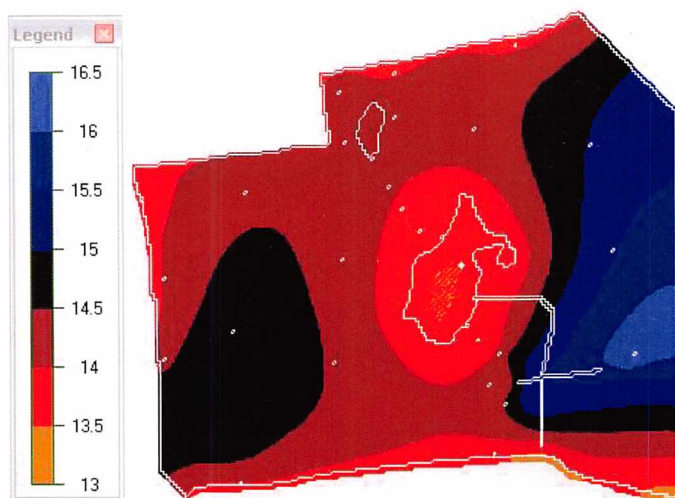
Stijghoogte 0-situatie: venpeil 14.20 +NAP, peil afwateringssloot 13.25 m +NAP



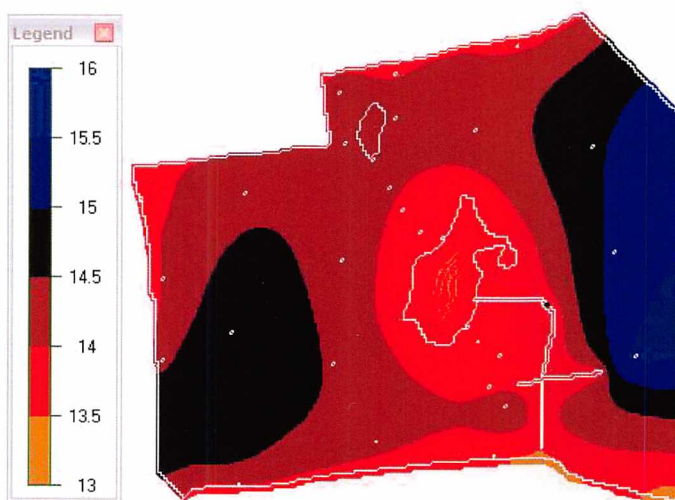
Stijghoogte scenario 1: 0 situatie zonder afwateringsgreppel



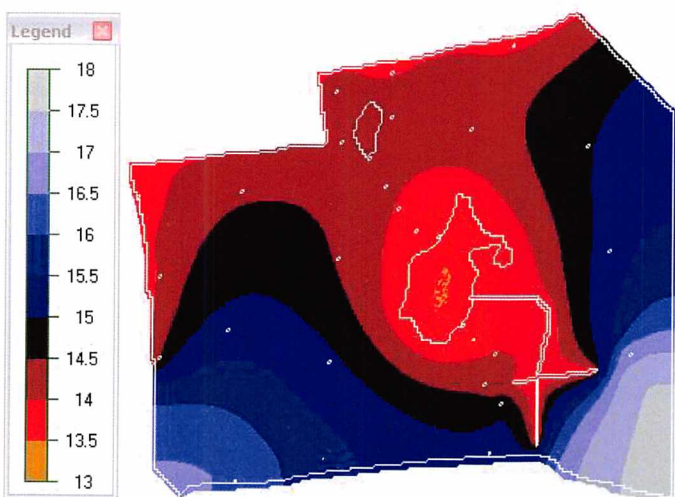
Stijghoogte scenario 2*: scenario 1 + venpeil van 13.85 m +NAP



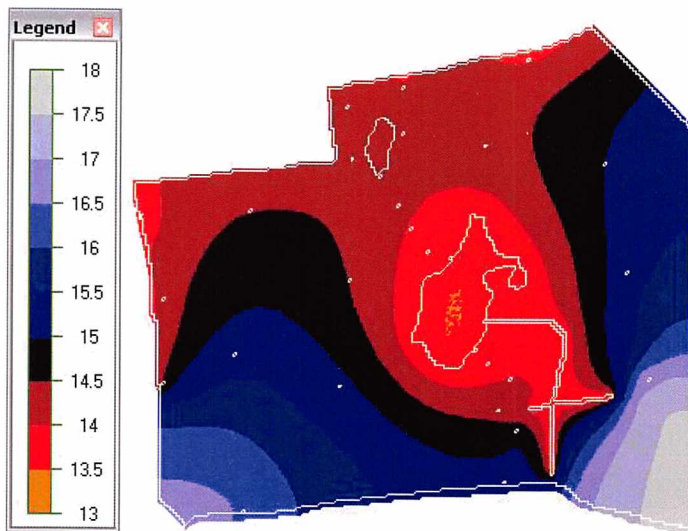
Stijghoogte scenario 2: scenario 1 + venpeil van 13.50 m +NAP



Stijghoogte scenario 3: venpeil en peil afwateringsgreppel 13:50 m +NAP



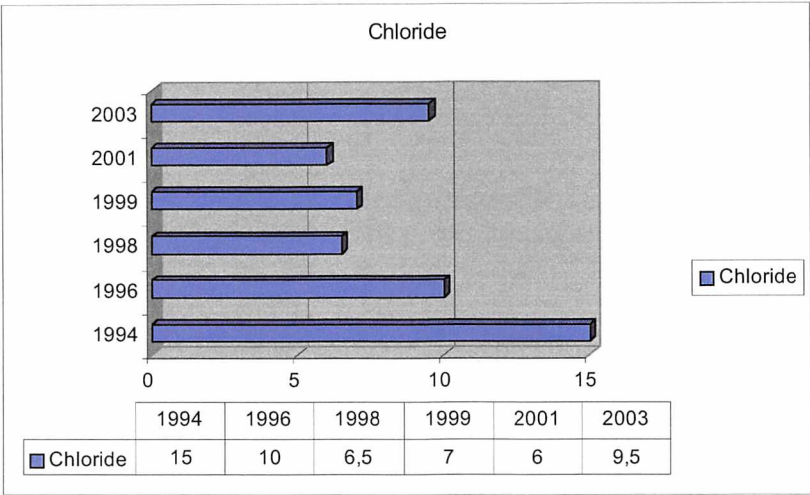
Stijghoogte scenario 4: Scenario 3 + geen drainage naar Twickelervaart



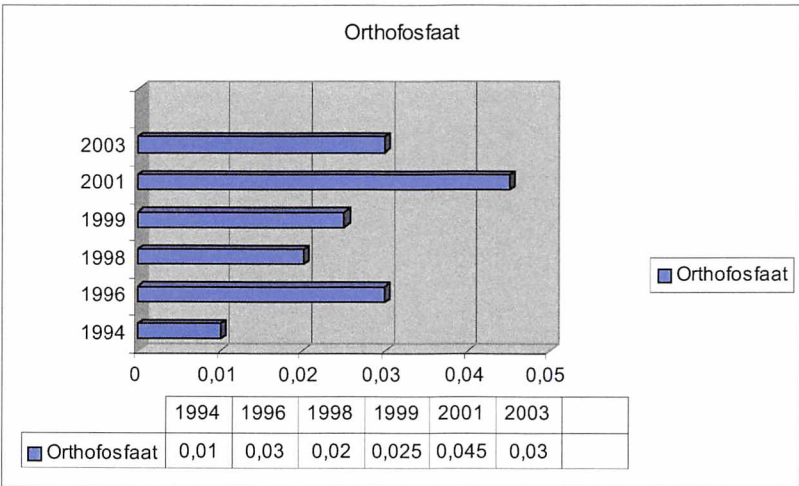
Stijghoogte scenario 5: Scenario 4 + verminderde drainage naar Noordwestelijke kavelsloten

9.3. Bijlage 3: Waterkwaliteitsgegevens en trendanalyse.

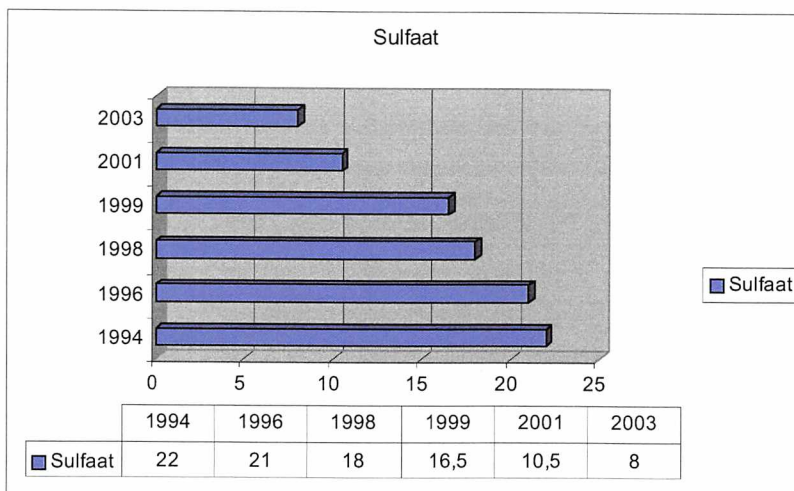
Gegevens afkomstig van waterschap Regge en Dinkel



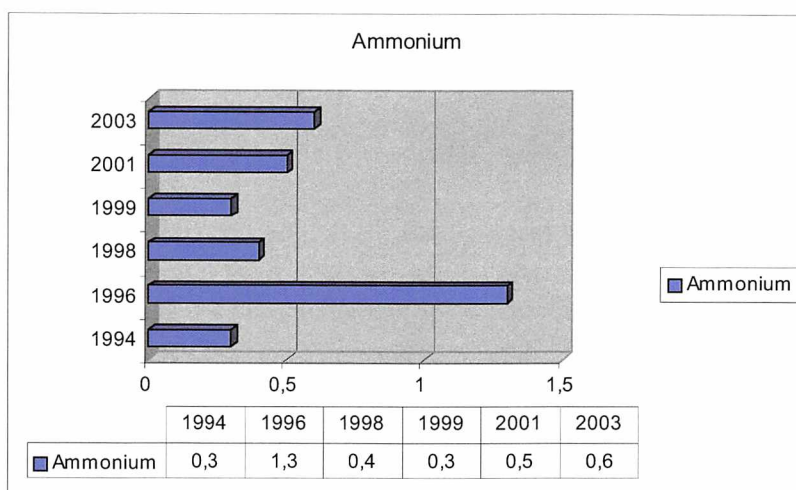
Zeer zoet water. Enige schommeling in concentraties. Ter oriëntatie: de bovengrens in de KRW voor saliniteit voor zwak gebufferde vennen is 120 mg Cl/l



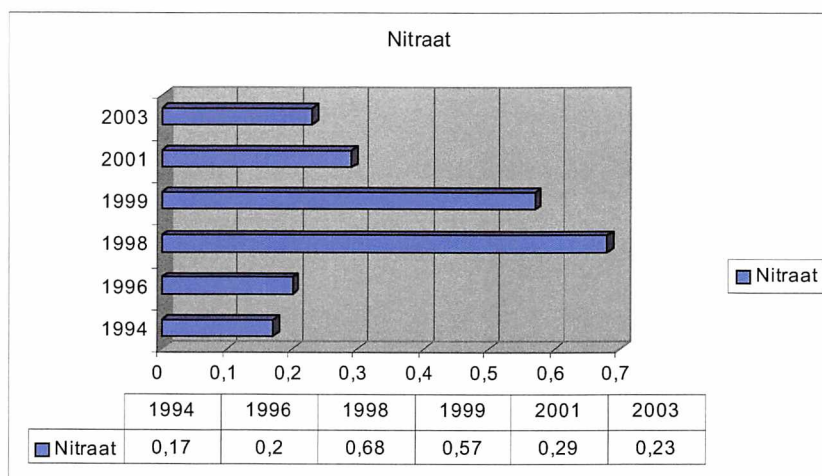
Concentraties variëren, maar de waarden zijn laag. Orthofosfaat vormt geen probleem.



Sterke daling van concentraties. Sulfaat geeft in het oppervlaktewater geen problemen.

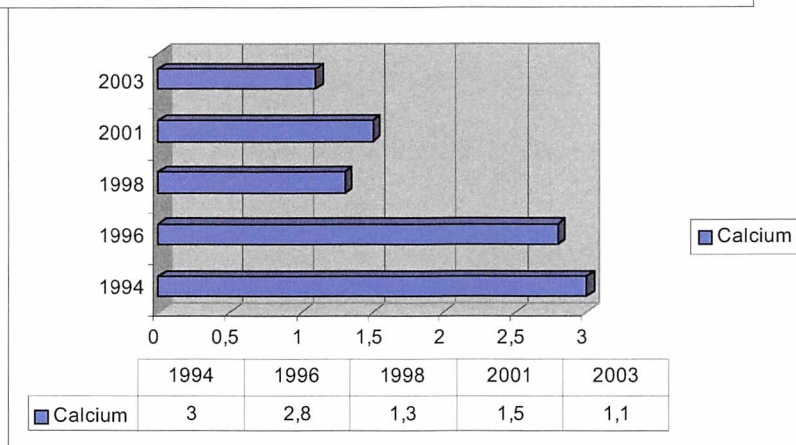
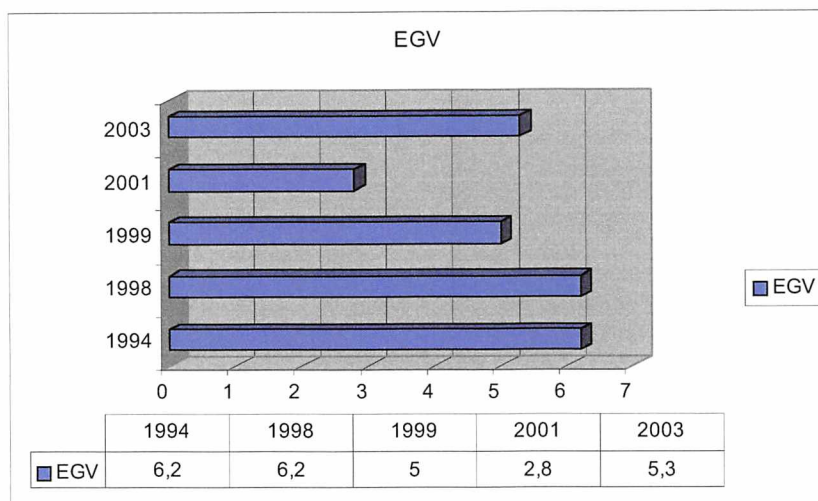


Mogelijk stijgende trend vanaf 1999. Helaas geen gegevens van 2004. Kan problemen gaan geven ($\text{NH}_4/\text{NO}_3 > 1$? Zie ook nitraat)



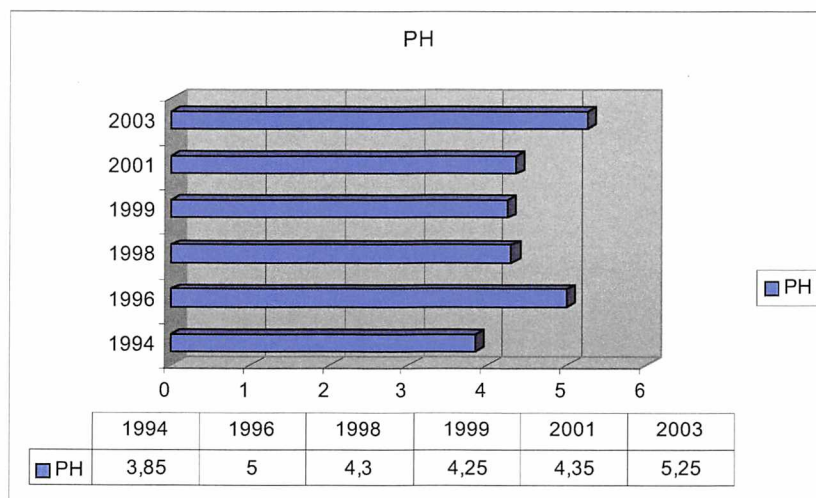
Na sterke toename tussen 1996 en 1998 (gevolg baggeractiviteiten) een dalende trend die uiteindelijk uitkomt beneden de detectiegrens van 0,1 mg/l in juni 2004

Enige schommeling in EGV, maar het lijkt er op dat de kwelintensiteit is afgenomen als gevolg van de



herstelmaatregelen.

Ook de dalende trend in de calciumconcentraties duiden op een afname van de kwel.



Variatie in pH heeft te maken met de neerslaghoeveelheden (zie tekst)

**Bijlage 4: Beoordelingscriteria
waterkwaliteit**

Criteria beoordeling waterkwaliteit

1. Herkomst water

De ionenratio (IR) is een eenvoudige maat voor karakterisering van het type grond- en/of oppervlaktewater. Als de IR groter is dan 0,6 duidt dit op kwelwater. Als de IR kleiner is dan 0,4 dan hebben we te maken met regenwater. De formule voor de ionenratio is:

$$IR = \frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + Cl^{-}} \text{ in meq/l.}$$

De volgende drie watertypen kunnen worden onderscheiden:

Watertypering op basis van ionenratio (IR)		
Klasse	Ca/Ca + Cl (meq/l)	Toelichting
atmotroof	0 - < 0,4	regenwaterkarakter
poikilotroof	0,4 - 0,6	mengtype regenwater - grondwater
lithotroof	> 0,6	grondwaterkarakter

2. Maatstaf nutriëntenhuishouding

De maatstaf voor de nutriëntenhuishouding is gebaseerd op het gehalte aan ammoniumstikstof, nitraatstikstof, ortho- en totaalfosfaat en zuurstofverzadiging. Op basis van de (gemiddelde) concentraties worden per variabele punten toegekend volgens de richtlijnen in onderstaande tabel. Minimaal zijn er 5 en maximaal 50 punten te behalen.

Punten	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	Ortho-P (mg/l)	Totaal-P (mg/l)	Zuurstofverzadiging (%)	
1	0,00 – 0,05	0,00 – 0,05	0,0 – 0,01	0,0 – 0,05	90 – 110	
2	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,01 – 0,03	0,05 – 0,10	80 – 90	110 – 120
3	0,10 – 0,20	0,10 – 0,15	0,03 – 0,07	0,10 – 0,15	70 – 80	120 – 130
4	0,20 – 0,30	0,15 – 0,25	0,07 – 0,11	0,15 – 0,20	60 – 70	130 – 140
5	0,30 – 0,50	0,25 – 0,45	0,11 – 0,15	0,20 – 0,30	50 – 60	140 – 150
6	0,50 – 0,70	0,45 – 0,75	0,15 – 0,20	0,30 – 0,40	40 – 50	150 – 160
7	0,70 – 0,90	0,75 – 1,15	0,20 – 0,30	0,40 – 0,50	30 – 40	160 – 170
8	0,90 – 1,20	1,15 – 1,65	0,30 – 0,40	0,50 – 0,75	20 – 30	170 – 180
9	1,20 – 1,50	1,65 – 2,25	0,40 – 0,50	0,75 – 1,00	10 – 20	180 – 190
10	? 1,50	? 2,25	? 0,50	? 1,00	0 – 10	? 190

Score:

Klasse 1	=	sterke mate van beïnvloeding	punten 31 – 50
Klasse 2	=	matige beïnvloeding	punten 16 – 30
Klasse 3	=	geringe mate van beïnvloeding	punten 5 - 15

3. Zuurgraad en alkaliniteit

Voor duiding van de zuurgraad en alkaliniteit (buffercapaciteit) worden de volgende indelingen gebruikt.

Zuurgraad	pH
	gemiddelde
extreem zuur	< 4,2
zuur	4,2 - 5,0
zwak zuur	5,0 - 6,0
zwak zuur tot circumneutraal	6,0 - 7,2
circumneutraal tot alkalisch	7,2 - 8,5
alkalisch	> 8,5

Buffercapaciteit	alkaliniteit (meq/l)
	gemiddelde
niet gebufferd	0 - 0,1
zeer zwak gebufferd	0,1 - 0,5
zwak gebufferd	0,5 - 1,0
matig gebufferd	1,0 - 2,0
sterk gebufferd	2,0 - 4,0
zeer sterk gebufferd	> 4,0

4. normstelling zuurstof, totaal-fosfaat, nitraat, ammonium en sulfaat

	zuurstof	totaal-fosfaat	ammonium	nitraat	sulfaat
criterium	10% perc. op jaarbasis	gemiddelde zomercon.	90% perc. bij T > 10 °C	90% perc. op jaarbasis	90% perc. op jaarbasis
eenheid	mg/l	mgP/l	mgN/l	mgN/l	mg/l
norm - hoog	7	0,05	0,2	1	20
blauw	» 7,0	« 0,05	« 0,2	« 1	« 20
groen	» 6,0 en < 7,0	> 0,05 en « 0,10	> 0,2 en « 0,4	> 1 en « 5	> 20 en « 40
geel	» 5,0 en < 7,0	> 0,10 en « 0,15	> 0,4 en « 0,8	> 5 en « 10	> 40 en « 60
oranje	» 3,0 en < 5,0	> 0,15 en « 0,75	> 0,8 en « 4,0	> 10 en « 20	> 60 en « 100
rood	< 3,0	> 0,75	> 4	> 20	> 100

Legenda:		Hoogste kwaliteitsniveau/voldoet		Laagste kwaliteitsniveau/wijkt sterk af
		Bijna hoogste kwaliteitsniveau/wijkt iets af		Beneden laagste kwaliteitsniveau/wijkt zeer sterk af
		Middelste kwaliteitsniveau/wijkt af		

Aangezien deze normstelling gebruik maakt van diverse percentielwaarden zijn meetreeksen nodig van minimaal een heel jaar. Aangezien er in dit onderzoek onvoldoende gegevens zijn kunnen deze getallen dus slechts indicatief worden gebruikt.

9.4. Bijlage 5: Analyseresultaten waterkwaliteit

datum	27-1-2003	3-4-2003	2-7-2003	7-10-2003	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004	29-6-2004
mon_punt	10.100	10.100	10.100	10.100	10.100	10.103	A0320030	A0320030	A0320030	A0320030	A0320030	A0320030
	grote ven	grote ven	grote ven	grote ven	grote ven	kleine ven	peilbuis nr 1	peilbuis nr 2	peilbuis nr 3	peilbuis nr 4	peilbuis nr 5	peilbuis nr 6
Al [mg/l]	0,25	0,32	0,32	0,45								
BZV [mg/l]	<0,7	0,9	2,5	1,4								
CO3 [mg/l]	<6	<6	<6	<6								
Ca [mg/l]	0,62	2,2	0,83	0,56	1,1	2,1	1,3	2,3	1,5	0,59	1	3,6
Cl [mg/l]	6	7	16	10								
EGV (veld) [ms/m]	5	5	5	6	6	5	25	20	10	16	14	26
Fe [mg/l]	0,12	0,18	<0,02	<0,05	0,14	0,24	4,2	0,74	3	0,17	0,39	0,87
HCO3 [mg/l]	<6	<6	<6	<6	7,3	<6	25	6,4	16	8,9	13	6,3
K [mg/l]	2,4	1	1	1,3	0,55	<0,10	0,29	0,96	0,65	0,8	0,85	1,6
Kj-N [mg/l]	<1	<1	1,5	2,9	<1	1,1	<1	<1	1,2	<1	<1	<1
Mg [mg/l]	0,43	0,66	0,5	0,44	0,69	0,65	0,59	0,78	0,59	0,24	0,39	1,2
N-totaal [mg/l]	1,58	1,22	1,62	3,12	1,12	1,22	1,12	3,42	1,32	2,26	1,12	1,12
NH3-N [mg/l]	0	0	0	0,0001								
NH4-N [mg/l]	0,5	0,2	<0,1	1,6								
NO2+NO3-N [mg/l]	0,58	0,22	0,12	0,22	0,12	0,12	0,12	2,42	0,12	1,26	0,12	0,12
NO2-N [mg/l]	0,18	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	<0,02	<0,02
NO3-N [mg/l]	0,4	0,2	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	2,4	<0,1	1,2	<0,1	0,1
Na [mg/l]	4,9	3,7	4	5	4	3,1	43	28	15	24	22	11
O2 [mg/l]	12,3	10,4	7	10,3	9	10	2,2	3,9	3	2	1,9	7,1
O2-verz. % [%]	95,65	87,62	73,38	87,36	98,15	109,53	21,98	37,39	28,36	18,64	18,94	67,75
P-totaal [mg/l]	0,15	<0,03	0,09	0,07	0,03	0,07	0,36	0,03	0,04	0,03	0,06	0,1
SO4 [mg/l]	7	7	8	11	9	9	63	40	21	40	30	17
breed max. [cm]	90%gevuld	85%gevuld	80%gevuld	65%gevuld								
diepte gem [cm]	>45	>50	>50	25								
diepte max [cm]	45	50	50	30								
o-P [mg/l]	0,02	0,01	0,01	0,07	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
onopg.best [mg/l]	0,9	2,3	1,5	5,3	2,8	16	200	4,8	66	18	53	22
pH [-]	4,7	5,1	5,4	5,6	4,4	4,8	5,6	4,9	5,1	5	5,2	5,4
w.temp. [o c]	4,8	8	18	8,3	20	20,2	15,7	13,7	13,1	12,4	15,6	13,5