
Schijnspiegeldynamiek van heideveentjes: over de complexe relatie tussen stijghoogte en schijnspiegel

Gijsbert Cirkel¹, Edu Dorland² & Jan-Philip Witte³

Is het werkelijk noodzakelijk dat de stijghoogte onder heideveentjes gedurende een deel van het jaar tot in de veenbasis reikt, zoals sommigen beweren? Treedt er anders verdroging van en zelfs scheurvorming in de onderkant van de veenbasis op? Met modelsimulaties onderzoeken wij deze veronderstellingen en laten wij zien dat deze opvattingen, die bij veel natuurbeheerders leven, toch enigszins genuanceerd moeten worden.

Inleiding

Natte heiden, vennen en veentjes die afhankelijk zijn van schijngrondwaterspiegels vormen hydrologisch gezien een aparte groep binnen grondwaterafhankelijke ecosystemen. Zij zijn volledig afhankelijk van neerslag, door die wordt vastgehouden door een slecht doorlatende laag ondiep in de bodem, waardoor een zogenaamde schijngrondwaterspiegel ontstaat. In veel van deze gebieden zijn dalingen van de schijnspiegelstanden waargenomen en is de vegetatie in soortenrijkdom sterk achteruit gegaan. Om de verdroging te bestrijden, is in de laatste decennia een groot aantal beheermaatregelen genomen om verdamping en afvoer van water te reduceren. Voorbeelden hiervan zijn het verwijderen van boomopslag, het tegengaan van vergroening, en het dempen van lokale ontwatering, bijvoorbeeld van greppels (Everts e.a., 2005). Deze maatregelen kunnen leiden tot verrassend snel herstel van veengebieden.

Hoewel volledig hydrologisch geïsoleerde vennen en veentjes bestaan (zoals op het Deelensche veld), is de waterhuishouding van de veentjes meestal niet geheel onafhankelijk van de grondwaterstand in het onderliggende zandpakket. Een daling van de stijghoogte onder een veentje kan hierdoor resulteren in versterkte wegzijging en zo een bijdrage leveren aan de verdroging ervan. Over hoe de stijghoogte doorwerkt op de bodemfysische eigenschappen van de onderkant van de veenbodem doen verschillende theorieën de ronde. Zo wordt door sommigen verondersteld dat het uitzakken van de stijghoogte tot onder een veentje zal leiden tot oxidatie, krimp en

1 KWR Watercycle research Institute, Nieuwegein. (Gijsbert.Cirkel@kwrwater.nl)

2 KWR Watercycle research Institute, Nieuwegein. (Edu.Dorland@kwrwater.nl)

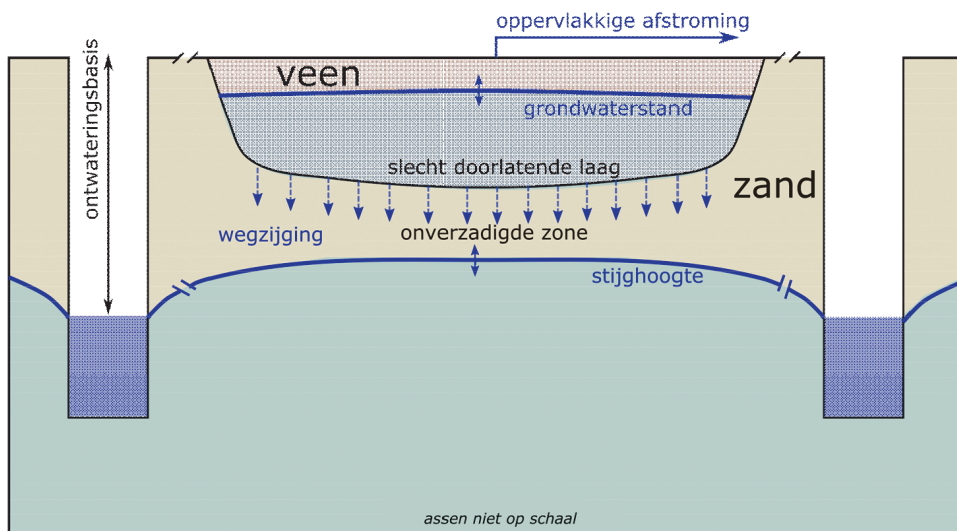
3 KWR Watercycle research Institute, Nieuwegein. (flip.Witte@kwrwater.nl)

scheurvorming van het veen van onderaf, en daarmee tot lekkage van water. Dit is een opmerkelijke theorie, want bij echte schijnspiegelssystemen ligt de stijghoogte per definitie onder de veenbasis. Bovendien hebben wij hiervoor in de literatuur geen fysische onderbouwing kunnen vinden. Integendeel: uit verschillende, meer bodemfysisch georiënteerde studies die zijn uitgevoerd in de jaren '80 en '90 (Bannink e.a., 1989; Dekkers e.a., 1990) blijkt dat een toename van het stijghoogteverschil tussen de grondwaterstand in het veentje (schijnspiegelstand) en de echte grondwaterstand in het onderliggende zandpakket, kan resulteren in een toename van de wegzijging, zonder dat er fysieke veranderingen van de organische, slechtdoorlatende laag optreden. De constatering dat de waterhuishouding van de veentjes niet geheel onafhankelijk is van de regionale waterhuishouding heeft zijn weerslag gekregen in natuurbeleid en in inrichtingsplannen. Zo dienen volgens Sevink e.a. (2014) Natura 2000-gebieden met hoogveendoelstellingen te voldoen aan de eis van 'stijghoogte tot boven de veenbasis'. Om dit te realiseren zijn vaak aanzienlijke bufferzones nodig, hetgeen een grote invloed heeft op de inrichting van omliggende functies.

Of het voor een duurzaam herstel en behoud van hoogveensystemen essentieel is dat de regionale stijghoogte zich boven de veenbasis bevindt, is sterk afhankelijk van de bodemfysische eigenschappen van de veenbodem en meer specifiek die van de slechtdoorlatende (organische) lagen aan de veenbasis. De waterhuishouding van veenbodems is echter zeer complex en relevante eigenschappen zijn veelal moeilijk meetbaar. In dit artikel presenteren wij een overzicht van beschikbare bodemfysische gegevens van organische slechtdoorlatende lagen en illustreren wij aan de hand van ééndimensionale modelberekeningen het hydrologische gedrag van heideveentjes in een schijnspiegelsysteem. We maken hiervoor gebruik van het model SWAP (Van Dam e.a., 2008), waardoor we – in tegenstelling tot de studies van Dekker e.a. (1986), Bannink e.a. (1989) en Hendrickx e.a. (1988) – het schijnspiegelsysteem dynamisch kunnen doorrekenen, met een koppeling tussen de stijghoogte en de schijnspiegel en tussen de bovenste bodemlaag waarop planten groeien en de daaronder liggende zones. Hierbij hebben we getracht ook de toplaag met respectievelijk veenmos en natte heide zo realistisch mogelijk te modelleren.

Definitie van een schijnspiegel

De 'Verklarende hydrologische woordenlijst' (Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, 1986) geeft als definitie voor een schijnspiegel: "Freatisch vlak van een grondwaterlichaam gelegen op een slecht doorlatende laag, waaronder weer een onverzadigde zone voorkomt". Per definitie ligt er onder een schijnspiegel een onverzadigde zone en ligt de 'echte' grondwaterstand (hierna aangeduid als: 'stijghoogte') onder de 'schijnbare' grondwaterstand (hierna: 'grondwaterstand') (zie afbeelding 1). Dat betekent dat in 'werkelijke' schijnspiegelsystemen de stijghoogte per definitie niet, of hoogstens voor een korte periode, tot aan/in de scheidende laag reikt. In de praktijk worden ook systemen waarbij een gedeelte van het jaar de stijghoogte onder de slecht doorlatende laag uitzakt, en er boven toch verzadiging blijft bestaan, geschaard onder schijnspiegelsystemen.



Afbeelding 1: Schematische weergave van een heideveentje en definities van een schijnspiegelsysteem

Belang van heideveentjes

Heideveentjes (Natura 2000 habitattype H7110_B) komen in Nederland voor als hellinghoogveen of als hoogveenkernen in verlandende vennen op de hogere zandgronden (Ministerie LNV, 2008). Het gaat hierbij om kleinschalige hoogveenvorming waarbij essentiële kenmerken van grote hoogveensystemen, zoals een lensvorm, overgangzone naar de mineraalrijke omgeving (lagzone) en meerstallen ontbreken (Streefkerk en Casparie, 1987; Ministerie LNV, 2008). Wel vormen deze heideveentjes een hydrologisch samenhangende eenheid die worden gekenmerkt door een toplaag met levende veenmossen (acrotelm) en door vegetatietypen die worden gerekend tot de Associatie van Gewone dophei en Veenmos. Samen met de Associatie van Veenmos en Witte snavelbies wordt deze associatie gerekend tot het habitattype 'actief hoogveen'. Typische soorten voor dit habitattype zijn onder andere. Eenarig wollegras, Kleine veenbes, Lavendelhei (afbeelding 2), Hoogveen- en Rood veenmos (Ministerie LNV, 2008).



Afbeelding 2: Lavendelhei, een kenmerkende soort van heideveentjes

Methoden

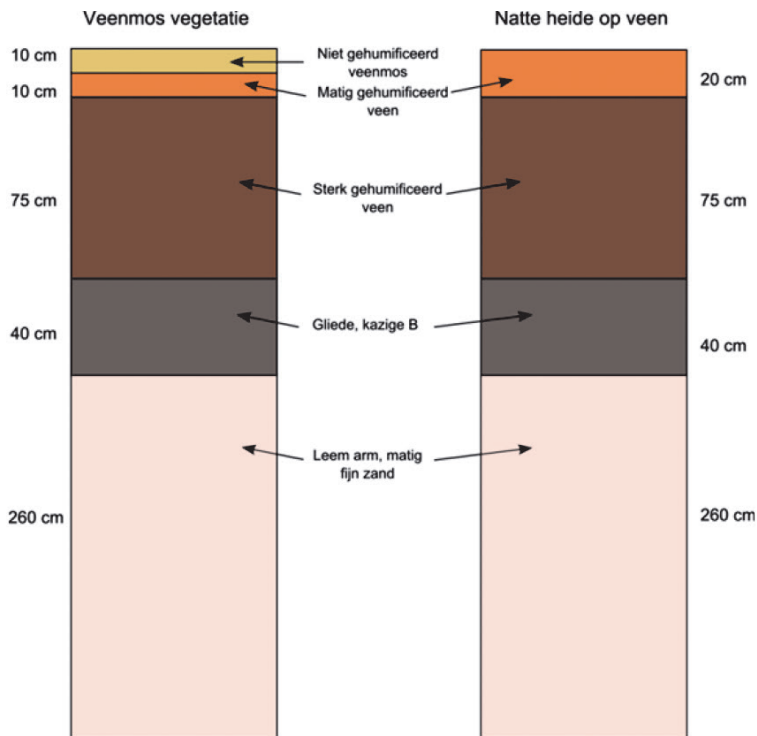
Bodemfysische eigenschappen van een heideveentje en modelschematisatie

Wegzijing van water uit schijnspiegelsystemen is van veel factoren afhankelijk, onder andere van de profielopbouw van de bodem, en van fluctuaties van de schijnspiegelstand en stijghoogte als gevolg van verdamping, neerslag, en laterale toe- en afstroming (Dekker e.a., 1986). De samenstelling van slechtdoorlatende lagen onder een veenpakket is afhankelijk van ondermeer de ontstaanswijze van het ven of veentje. Onderscheid kan gemaakt worden tussen minerale slechtdoorlatende lagen zoals placic horizonten, die door ijzeroxideneerslagen ontstaan en organische slechtdoorlatende lagen zoals gliede-, gyttja-, waterhard- en kazige B-horizonten, waartoe we ons in dit artikel beperken. Organische slechtdoorlatende lagen ontstaan in het heidelandschap in de regel door de inspoeling van organische stof in de humuspodzol-B horizont. Deze horizont verdicht verder door voortgaande inspoeling van organisch materiaal en afname van bioturbatie waardoor uiteindelijk een zeer slechtdoorlatende 'kazige' laag kan ontstaan waarop water kan stagneren. Naast kazige B-horizonten komen ook andere vormen van humusinspoeling voor, zoals zogenaamde waterhardlagen in de minerale ondergrond van (voormalige) veengebieden en gliedelagen (veenlaag met ingespoelde disperse humus) aan de onderzijde van veenpakketten. Genoemde organische slechtdoorlatende lagen verschillen sterk in mate van doorlatendheid, zoals blijkt uit onderzoek van Dekker e.a. (1991). Uit hun metingen blijkt dat waterhardlagen een grotere doorlatendheid hebben dan gliedelagen, die op hun beurt weer meer doorlatend zijn dan kazige B-horizonten. Volgens Koopman (1986) is het niet aannemelijk dat de plaatselijk en grillig voorkomende waterhardlagen een grote rol spelen bij de vorming en instandhouding van vennen en veentjes. Uit nader bodemonderzoek aan de vennen nabij winning Sellingen bleek dat kazige B-lagen, en niet waterhardlagen, zorgden voor de slechte doorlatendheid (Dekker e.a., 1986). Voor de waterbalans van een veentje zijn echter niet alleen de bodemfysische eigenschappen van de onderzijde van het veen van belang. Ook die van de toplaag zijn sterk bepalend voor de interne waterbalans van een veentje. Zo is de doorlatendheid van een levende veenmoslaag bij volledige verzadiging zeer hoog, maar neemt deze sterk af als de veenlaag uitdroogt. De doorlatendheid kan zelfs zo sterk teruglopen dat de verdamping daardoor sterk afneemt. Dit is een mechanisme waarmee een goed ontwikkelde veenmoslaag het waterverlies kan beperken. In onze modellen hebben we deze eigenschap zo goed mogelijk proberen op te nemen. Om het effect van de moslaag te onderzoeken hebben we twee profielen in SWAP geschematiseerd (afbeelding 3). Het gaat hierbij om :

1. Veenmosveen met een levende veenmoslaag en een beperkte bedekking met vaatplanten zoals zegges.
2. Veenmosveen met natte heide (dopheidevegetatie en lage bedekking met levend veenmos).

Mossen hebben geen wortels en zijn voor de vochtvoorziening afhankelijk van neerslag en de aanvoer van vocht uit het onderliggende substraat. Uit Voortman e.a. (2013) blijkt dat (levende) moslagen kunnen worden gemodelleerd als een poreus medium, gebruik makend van bodemfysische standaardparameters. Karakteristiek voor (veen) moslagen is de geringe capillaire nalevering in droge tijden en een extreem hoog percentage macroporiën. Door deze macroporiën is de verzadigde doorlatendheid ex-

treem hoog, maar neemt de doorlatendheid ook zeer snel af bij uitdroging, waardoor capillaire nalevering al snel zeer gering is (Ketcheson en Price, 2014). Daarnaast wordt neerslag slechts zeer beperkt vastgehouden in de top van de moslaag. Dit gedrag is te modelleren met standaard Mualem-Van Genuchten parameters door onderscheid te maken tussen een lage verzadigde doorlatendheid voor microporiën en een hoge verzadigde doorlatendheid voor het totaal (inclusief macroporiën) uitgedrukt als respectievelijk K_0 en K_{sat} (Schaap en Van Genuchten, 2006). Omdat van veenmossen nog geen betrouwbare K_0 waarden beschikbaar zijn, is voor K_0 uitgegaan van geschatte waarden van respectievelijk 0.3 en 1 cm/d voor niet gehumificeerd en matig gehumificeerd veenmos. De K_0 van de toplaag is hiermee (bij gebrek aan beter) gelijk gesteld aan een door Voortman e.a. (2013) afgeleide waarde van 0.3 cm/d voor een Hypnum mos. Voor de overige parameters is gebruik gemaakt van door Price e.a. (2008) voor veenmos afgeleide getallen.



Afbeelding 3: Schematische weergave van de in SWAP geschematiseerde bodemopbouw voor (1) veenmos en (2) natte heide als toplaag

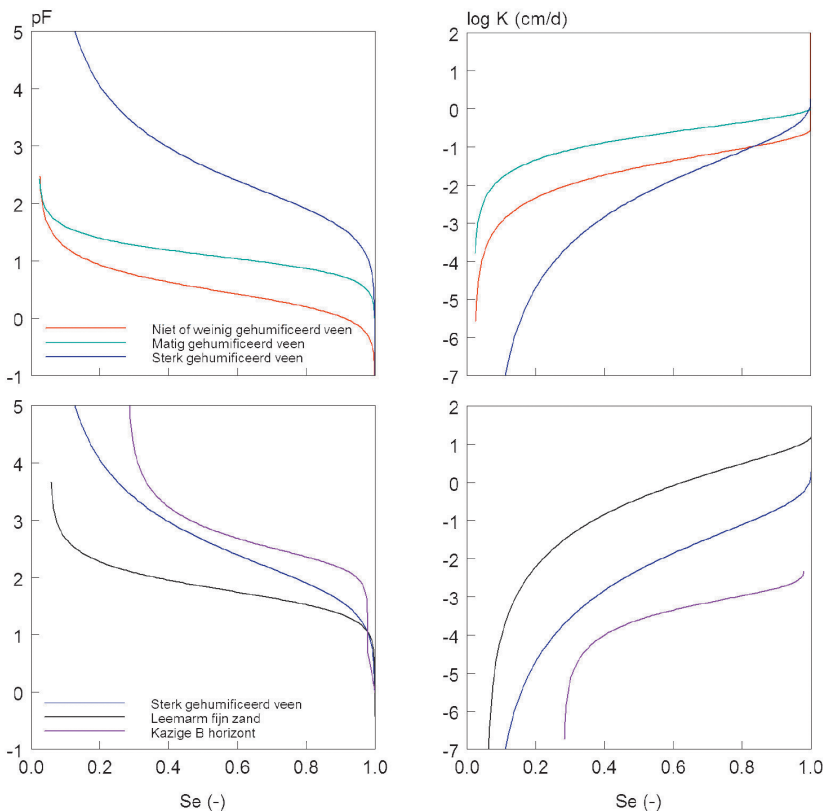
In tabel 1 is de gehanteerde bodemfysische parametrisering per bodemlaag opgenomen. De parametrisatie voor de veenmoslagen is ontleend aan Price e.a. (2008) en Voortman e.a. (2013) voor laag 1 en 2 en Gnatowski e.a. (2010) voor laag 3. De parametrisatie van de gliede/kazige B horizont is ontleend aan Dekker e.a. (1986). Voor de parametrisatie van de zandondergrond is ten slotte uitgegaan van de Staringreeks O1 (Wösten e.a. 2001). De resulterende retentie- en doorlatendheidskarakteristieken zijn opgenomen in afbeelding 4.

Modellaag	Laagdikte (cm)	K _{sat} (cm d ⁻¹)	K ₀ (cm d ⁻¹)	C (d)	θ _{sat} (-)	θ _{res} (-)	α (cm ⁻¹)	n (-)	l (-)
Niet gehumificeerd veenmos	10 (sit.1)	1000*	0,3	0,0047	0,88	0,02	0,47	2,21	-1,91
Matig gehumificeerd veenmos	10 (sit.1) / 20 (sit.2)	100*	1,0	0,0049/0,0099	0,92	0,02	0,1	2,82	-1,79
Sterk gehumificeerd veen	75	1,9	1,9	39,5	0,93	0,07	0,0159	1,38	-2,70
Slecht doorlatende laag (Gliede+Kazige B)	40	0,001-1,0	0,001 - 1,0	4000-40000	0,42	0,12	0,00539	2,80	-2,00
Leemarm, matig fijn zand	260	66,5	66,5	3,91	0,36	0,02	0,0224	2,29	0,00

Toelichting op de Mualem-Van Genuchten parameters:

- K_{sat} = Verzadigde doorlatendheid van de bodem (inclusief macroporiën) (cm/d)
- K₀ = Gefitte verzadigde doorlatendheid (exclusief macroporiën) (cm/d)
- c = Weerstand van een laag (c=laagdikte/K_{sat})
- θ_{sat} = Verzadigd vochtgehalte (-), porositeit
- θ_{res} = Residueel vochtgehalte (-)
- α = Vormparameter voor de retentiecure (α>0) (cm⁻¹)
- n = Vormparameter voor de retentiecure (n>1) (-)
- l = Empirische parameter voor het doorlatendheidsmodel (-)

Tabel 1. Overzicht van de toegepaste bodemfysische parameters (Mualem Van Genuchten model).



Afbeelding 4: Grafische weergave van de bodemfysische eigenschappen van de bovenzijde van de veenlaag (boven) en die van het sterk gehumificeerde veen, de kazige B horizont en de onderliggende zandlaag, met $Se = \theta / \theta_{sat}$ en $pF = \log(-h)$

Randvoorwaarden modelsimulaties

Voor het topsysteem maken we gebruik van meteorologische gegevens van KNMI station Wageningen (neerslag en verdamping) over de periode 1980-1988. We kiezen voor deze periode om onze resultaten te kunnen vergelijken met de weinig beschikbare literatuur over dit onderwerp, die ook uit deze periode stamt. Veenmos modeleren we als een bodemlaag en vaatplanten als planten met wortels en een vaste vegetatiebedekking. Voor het bepalen van de actuele verdamping gaan we voor de veenmosvariant (model 1) uit van een oppervlaktebedekking met 75% niet gehumificeerde veenmossen en voor de overige 25% oppervlakte van bedekking met vaatplanten. Deze verdeling is gebaseerd op een analyse van bedekkingscijfers uit SynBioSys, een online bestand met vegetatieopnamen (www.synbiosys.alterra.nl). De gekozen bodemfysische parameters voor de toplaag weerspiegelen daarbij de effectieve retentie- en stromingseigenschappen van veenmossen en resulteren in een realistische 'bodem'verdamping. In model 2 rekenen we met een bedekking van vaatplanten bestaande uit dopheide. De actuele transpiratie van de vaatplanten wordt berekend met de reductiefunctie van Feddes e.a. (1978). Omdat de planten in het veen fysiologisch zijn aangepast aan natte omstandigheden is de 'natte tak' van de Feddes-functie, die bedoeld is de transpiratie te reduceren in natte situaties, uitgeschakeld. Voor de vaatplanten is een gewasfactor van 1.0 aangehouden. De drempelwaarde boven maaiveld waarboven oppervlakteafvoer plaatsvindt is ingesteld op 2,5 cm. We hebben overigens alle simulaties ook zonder drempelwaarde uitgevoerd, maar dat gaf geen wezenlijke verschillen.

Als onderrandvoorwaarde hanteren we een vaste stijghoogte, die per simulatie op een ander niveau ligt. De opgelegde stijghoogten zijn: 20, 55, 90, 125, 160, 195, 230, 265, 300 en 335 cm - mv. De onderkant van de veenbasis bevindt zich op 135 cm - mv, zodat de afstand tussen bovengenoemde stijghoogten en de onderkant van de veenbasis respectievelijk 115, 80, 45, 10, -25, -60, -95, -130, -165 en -200 cm bedraagt. De stijghoogte bevindt zich dus bij een deel van de berekeningen boven de onderkant van de veenbasis (positieve waarden).

Toetsing aan ecologische vereisten

De gemodelleerde schijnspiegeldynamiek is getoetst aan verschillende ecologische vereisten van vegetatietypen die kenmerkend zijn voor intacte hoogvenen: de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GVG en GLG, naar Runhaar e.a., 2009), de maximale wegzijging naar de ondergrond van 40 mm/jaar (naar Streefkerk en Casparie (1987)), en een maximale seizoensmatige fluctuatie van de waterstand van ca. 30 cm t.o.v. het veenoppervlak (Van der Schaaf, 2002; Von Asmuth e.a., 2011).

Resultaten en discussie

In deze paragraaf bespreken we eerst de resultaten voor het meest kritische systeem, met een levende veenmoslaag (model 1). De resultaten van het minder kritische systeem, met natte heide in de toplaag (model 2), worden vervolgens samengevat. Tot slot gaan we in op de mogelijkheid dat de veenlaag van onderaf uitdroogt en scheurt.

Invloed van de stijghoogte op de wegzijging uit het heideveentje

Bij zeer hoge verzadigde weerstanden van de slechtdoorlatende laag (>20.000 d) is de schijnspiegeldynamiek nagenoeg onafhankelijk van de stijghoogte en is de wegzijging zeer gering. Een verlaging van de stijghoogte naar 200 cm onder de veenbasis heeft dan nauwelijks invloed op de schijnspiegeldynamiek. In deze situatie bedraagt de maximale door ons berekende wegzijging 44.6 mm/jaar (Tabel 2) wat goed overeenkomt met de door Streefkerk en Casparie (1987) afgeleide maximaal toelaatbare wegzijging van 40 mm/jaar voor intact hoogveen.

Bij een verzadigde weerstand van ≤ 20.000 d is er nog wel een duidelijk verband tussen wegzijging en de stijghoogte. Uitgaande van een schijnspiegel tot in de veenbasis, neemt de wegzijging aanvankelijk toe met een dalende stijghoogte (afbeelding 5). Deze toename in wegzijging vlt bij verdere daling van de stijghoogte echter steeds meer af en bij een stijghoogte dieper dan ca. 150 cm beneden de veenbasis is er geen verdere daling meer waarneembaar. Vanaf deze stijghoogte functioneert het schijnspiegelsysteem dus onafhankelijk van zijn omgeving. Deze afvlakking wordt veroorzaakt door afname van het vochtgehalte in het zandprofiel en de onderste millimeters van de veenbasis. De doorlatendheid van deze lagen neemt hierdoor sterk af, waardoor de toename van de wegzijging sterk wordt geremd.

Stijghoogte 60 cm onder veenbasis

Verzadigde weerstand veenbasis 20.000 d

Neerslag	747.5	interceptie	32.9
		verdamping moslaag	310.8
		verdamping hogere planten	168.8
		runoff	200.5
		wegzijging	34.7
	747.5		747.7
		bergingsverandering	-0.1

Stijghoogte 60 cm onder veenbasis

Verzadigde weerstand veenbasis 2.000 d

Neerslag	747.5	interceptie	32.9
		verdamping moslaag	282.6
		verdamping hogere planten	168.0
		runoff	7.2
		wegzijging	263.6
	747.5		754.4
		bergingsverandering	-6.9

Stijghoogte 200 cm onder veenbasis

Verzadigde weerstand veenbasis 20.000 d

Neerslag	747.5	interceptie	32.9
		verdamping moslaag	309.6
		verdamping hogere planten	168.9
		runoff	191.5
		wegzijging	44.6
	747.5		747.5
		bergingsverandering	0.0

Stijghoogte 200 cm onder veenbasis

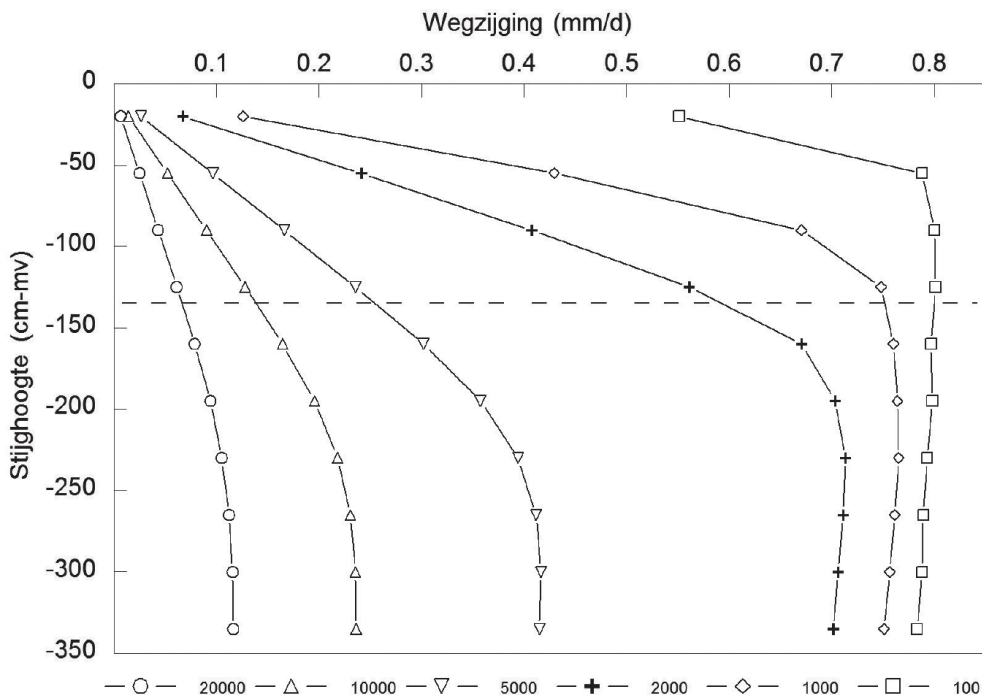
Verzadigde weerstand veenbasis 2.000 d

Neerslag	747.5	interceptie	32.9
		verdamping moslaag	281.2
		verdamping hogere planten	164.0
		runoff	0.0
		wegzijging	269.4
	747.5		747.4
		bergingsverandering	0.0

Tabel 2: Voorbeeld van een jaarlijkse waterbalans bij twee verschillende waarden voor de verzadigde weerstand van de veenbasis en twee dieptes van de stijghoogte onder de veenbasis

Invloed van de stijghoogte op de grondwaterdynamiek in het heideveentje

Om de invloed van de stijghoogtediepte op de grondwaterstandsdynamiek in de veenlaag te bepalen, hebben wij verschillende ranges aan verzadigde weerstanden en stijghoogten doorgerekend. Wanneer de stijghoogte zich 60 cm onder de veenbasis bevindt, ligt de (schijn)grondwaterspiegel, bij een verzadigde weerstand van 2000 d of meer (wegzijging < 255 mm/jaar), (vrijwel) geheel boven de veenbasis (afbeelding 6 bovenste figuur). Bij een verzadigde weerstand van circa 1000 d zakt de grondwaterstand periodiek onder de veenbasis, en bij 500 d treedt nog zelden een schijnspiegel op. De schijngrondwaterspiegelfluctuaties zijn bij dergelijk lage weerstanden bovendien zeer groot (>1m). Wanneer de stijghoogte daalt tot 130 cm onder de veen-



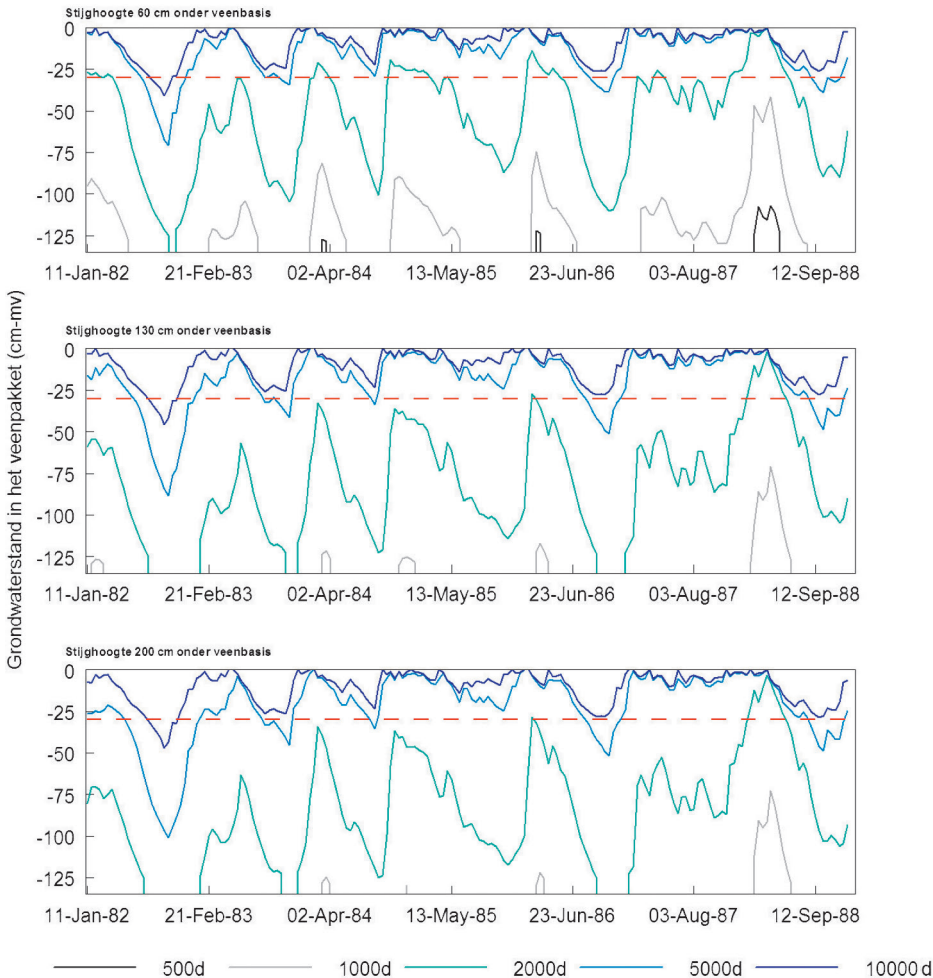
Afbeelding 5: Relatie tussen stijghoogte en de gemiddelde wegzijging vanuit veenbasis uitgedrukt voor een vijftal verschillende (verzadigde) weerstanden van de slecht doorlatende laag. Met de gestreepte lijn is de onderkant van het veenpakket aangegeven.

basis, blijkt dat ook een verzadigde weerstand van 2000 d onvoldoende is om een permanente schijnspiegel in stand te houden (afbeelding 6, middelste figuur). Ook de fluctuaties nemen verder toe. Zakt de stijghoogte nog verder, tot 200 cm onder de veenbasis, de laagste stand in onze simulaties, dan verandert het beeld nauwelijks t.o.v. de situatie bij 130 cm onder de veenbasis (afbeelding 6 onderste figuur). Ook dan treedt alleen een permanente schijngrondwaterspiegel op, als de verzadigde weerstand ten minste 5000 d bedraagt (wegzijging < 151 mm/jaar).

We hebben de simulaties vervolgens herhaald voor een veenkolom met dopheide als toplaag. De wegzijging bij zeer lage weerstanden (20, 200 en 400 d) wordt, net als bij een toplaag die vooral bestaat uit veenmos, ook nu nagenoeg niet beïnvloed door de stijghoogte onder de veenbasis en is ook ongeveer van gelijke grootte (0,75-0,8 mm/d). In werkelijkheid zullen deze parametercombinaties niet optreden, omdat bij een dergelijke wegzijging duurzame veenvorming niet mogelijk is. Bij een uiterst hoge verzadigde weerstand van 20.000 d is de relatie tussen wegzijging en stijghoogte wederom onafhankelijk van de toplaag en vergelijkbaar met die van het veenmosoppervlak (maximaal 0,12 mm/d).

Uit de simulaties blijkt verder dat alleen bij zeer hoge weerstanden ($\geq 10.000d$) wordt voldaan aan de GLG-vereisten van kenmerkende vegetatietypen. De vegetatiesamenstelling van de toplaag blijkt van invloed op de mate van wegzijging en de schijnspiegeldynamiek. Bij een vegetatie die voornamelijk uit heide bestaat met een lager aan-

deel veenmossen, daalt de schijnspegel meer bij een verlaging van de stijghoogte, dan wanneer de toplaag geheel uit veenmos bestaat. Dit wordt vooral veroorzaakt door het hogere bergingsvermogen van de veenmoslaag en doordat vaatplanten, in tegenstelling tot veenmossen, wortels hebben en daardoor bij dalende grondwaterstanden langer doorgaan met verdampen.



Afbeelding 6: Gesimuleerde dynamiek van de grondwaterstand in het heideveentje met veenmosvegetatie in relatie tot stijghoogten onder de veenbasis en verzadigde weerstand van de slecht doorlatende laag. Met de rode gestreepte lijn is de minimale GLG van de associatie van Gewone dophei en Veenmos weergegeven. (onderkant veenlaag op -130 cm)

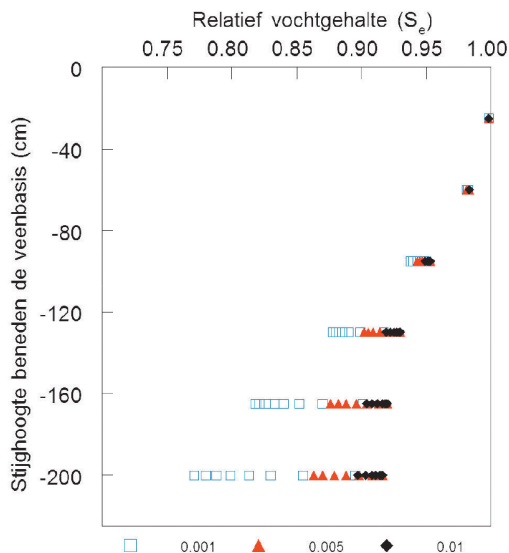
Uitdroging van de veenbasis en scheurvorming

Uit onze simulaties blijkt dat uitdroging van de onderzijde van de slecht doorlatende laag zeer beperkt is. Bij een veenbasis met een verzadigde weerstand van tenminste 2000 d en een stijghoogte op 95 cm hieronder bedraagt het vochtgehalte in de onderkant van de veenbasis minimaal 0,395 bij een porositeit van 0,42, zodat het relatieve vochtgehalte ten minste 94% bedraagt. Deze waarde is in overeenstemming

met het door Dekker e.a. (1986) analytisch afgeleide minimale relatieve vochtgehalte van 95%. Bij een verzadigde doorlatendheid van 0,001 cm/d, een dikte van de veenbasis variërend tussen 5 en 40 cm en een stijghoogte van 200 cm onder de veenbasis, neemt het relatieve vochtgehalte van de onderzijde van de slecht doorlatende laag af tot hooguit 77% (afbeelding 7). Bij een toenemende verzadigde doorlatendheid neemt het vochtgehalte aan de onderzijde van de slecht doorlatende laag dus toe. Dit wellicht wat contra-intuïtieve effect wordt veroorzaakt doordat bij een toenemende doorlatendheid de aanvoer van water van bovenaf gemakkelijker verloopt. Wel zal in deze situatie de verlaging van de relatieve vochtigheid over een grotere dikte van de veenlaag waarneembaar zijn.

De vraag is natuurlijk of de geconstateerde afname van het vochtgehalte kan leiden tot structuurverandering van de veenbasis. Zo'n verandering kan in principe optreden bij uitdroging van bodems met organische-stofgehaltes groter dan 15%. Of en in welke mate structuurverandering (krimp) optreedt verschilt echter sterk tussen veenbodems (Hendriks, 2004). Van kazige B-horizonten en gliedelagen zijn zover ons bekend geen gegevens beschikbaar over krimpeigenschappen. Met Dekker e.a. (1986) lijkt het ons niet aannemelijk dat bij de genoemde afname van het relatieve vochtgehalte er significante krimp optreedt, resulterend in scheurvorming in de veenbasis. Door de bovenbelasting zal eventuele krimp vooral resulteren in een daling in de verticaal en minder snel in horizontale krimp en scheurvorming (Sevink e.a., 2014).

Overigens betekent deze daling van de relatieve vochtigheid wel dat er van onderaf luchttoetreding in de onderzijde van de veenbasis zal plaatsvinden. In theorie kan het organisch materiaal van de veenbasis oxideren als de aangevoerde lucht zuurstof bevat. Maar daarvoor zou dan geen of nauwelijks zuurstof mogen worden verbruikt tijdens het laterale luchttransport van buiten het schijnspiegelsysteem tot de veenbasis. Deze mogelijkheid lijkt ons echter vrijwel uitgesloten.



Afbeelding 7: Realisaties van het minimale relatieve vochtgehalte S_e van de onderzijde van de veenbasis (onderste cm) bij een dalende stijghoogte voor drie waarden van de verzadigde doorlatendheid van de slecht doorlatende veenbasis (0,001, 0,005 en 0,01 cm/d)

Implicaties voor natuur- en waterbeheer

Uit onze simulaties blijkt dat bij een voldoende hoge weerstand van de slecht doorlatende laag (ten minste 2000 d), er permanent een schijnspiegel optreedt. Uit onze analyse blijkt verder dat de verandering van de wegzijging uit het veenpakket afneemt met een afnemende stijghoogte in het onderliggende zandpakket. Met andere woorden: vanaf een zekere diepte beneden de veenbasis heeft de stijghoogte geen invloed meer op de (schijn)grondwaterstand in het veentje. Uit onze simulaties blijkt dat (bij de gekozen eigenschappen van het onderliggende zandpakket, leemarm, fijn zand) vanaf een stijghoogte van circa 1,5 meter beneden de veenbasis, nagenoeg geen verandering in wegzijging meer optreedt en het schijnspiegelsysteem onafhankelijk van de stijghoogte functioneert. Deze bevinding komt overeen met een analytische benadering door Dekker e.a. (1986), Bannink e.a. (1989) en Dekkers e.a. (1990), die op een soortgelijke relatie en omslagpunt uitkwamen. De consequentie is dat bij schijnspiegelsystemen waar de stijghoogte zich meer dan anderhalve meter beneden de veenbasis bevindt, een daling waarschijnlijk geen significant effect zal hebben op de schijnspiegel. Een stijging van de stijghoogte boven deze waarde kan wel een gunstig effect hebben op het functioneren van het schijnspiegelsysteem. De gevonden diepte van het omslagpunt is uiteraard afhankelijk van de hydraulische eigenschappen van het zandpakket en zal bijvoorbeeld in grof zand kleiner zijn.

Schijnspiegelsystemen met een lage hydraulische weerstand (< 2000 d) zijn afhankelijk van een hoge stijghoogte ten opzichte van de veenbasis en zijn daarmee uitermate gevoelig voor stijghoogtedalingen.

De veronderstelde scheurvorming door uitdroging van de onderkant van de veenlaag door wegzakkende stijghoogten, is op basis van onze resultaten zeer onwaarschijnlijk, maar kan verder onderzocht worden om uitsluitsel te krijgen. Een grotere bedreiging voor het voortbestaan van deze hoogveensystemen wordt onzes inziens veroorzaakt door (tijdelijke) droogval van boven, bijvoorbeeld door ontwatering van het veen. Ook de uitbreiding van hogere planten als Pijpenstrootje, kan door de hiermee gepaard gaande verdampingstoename leiden tot degradatie (Eggelsman, 1967).

Verantwoording

Dit artikel is voortgekomen uit het KWR BTO-onderzoek "Schijnspiegels" in samenwerking met Vitens, vandaaruit begeleid door Henk Hunneman en Jan Hoogendoorn

Literatuur

Asmuth, J. R. von; A.P. Grootjans en S. van der Schaaf (2011) Over de dynamiek van peilen en fluxen in vennen en veentjes; Eindrapport deel 2, OBN-onderzoek 'Herstel van biodiversiteit en landschapsecologische relaties in het natte zandlandschap'. Driebergen: Rapport nr. 2011/OBN147-2-NZ, Bosschap, bedrijfsschap voor bos en natuur.

Bannink, M.H., J.M.H. Hendrickx, L.W. Dekker en H.C. van Ommen (1989) Wegzijing van water uit hooggelegen vennen: een gevoeligheidsanalyse; in: H2O, vol 22: pag 456-464.

Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO (1986) Verklarende hydrologische woordenlijst. Samengesteld door de Gespreksgroep Hydrologische terminologie; Rapporten en Nota's, No 16. 's-Gravenhage.

Dekker, L.W., M.H. Bannink en A.H. Booi (1986) Bodemkundig en bodemfysisch onderzoek naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijing van water uit vennen nabij Sellingen; Stichting voor bodemkartering, Rapport 1859, Wageningen.

Dekker, L.W. (1991) Waterhard lagen, indicatoren van een voormalig veendek; Grondboor en hamer, vol 2, pag 25-30.

Dekkers, J.M.J., J. Stolte en J.H.M. Wösten (1990) De doorlatendheid van de bodem in natuurgebied "Beerzerveld"; De doorlatendheid van de kazige B-horizont; Rapport 15, Staringcentrum, Wageningen.

Eggelsmann, R. (1967) Oberflächengefälle und Abflussregime der Hochmoore; In: Wasser und Boden, vol 19: 247-252.

Everts, H., G.J.Baaijens, A.P. Grootjans, N. de Vries en A. Verschoor (2005) Grootchalige landschappen en heidebeheer Dwingelerveld; In: De Levende Natuur, vol 106, pag 193-199.

Hendriks, R.F.A. (2004) An analytical equation for describing the shrinkage characteristics of peat soils; In: J. Päivänen (Ed.) Wise use of Peatlands. Proceedings of the 12th International Peat Congress. Tampere, Finland.

Hendrickx, J.M.H., L.W. Dekker, M.H. Bannink en H.C. van Ommen (1988) Significance of soil survey for agrohydrological studies; In: Agricultural Water Management, vol14, pag 195-208.

Koopman, G. (1986) Waterhard: wat het is en water-hard aan is : een studie van het fenomeen "waterhard" in het Amsterdamsche Veld bij Erica (Drente); University of Groningen Digital Archive.

Jansen, A.J.M., R. Ketelaar, J. Limpens, M.G. Schouten en L. van Tweel-Groot (2013) Kartering van de habitattypen Actief en Herstellend hoogveen in Nederland; Programmadirectie Natura 2000, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Schaaf, S. van der (2002) Bog hydrology. In: Schouten M.G.C. (ed) Conservation and restoration of raised bogs: geological, hydrological and ecological studies. Dúchas - The Heritage Service of the Department of the Environment and Local Government, Ireland; Staatsbosbeheer, the Netherlands; Geological Survey of Ireland, Dublin, pag 54-109.

Sevink, J., C. Geujen, B. van Delft, M.G. Schouten en L. van Tweel-Groot (2014) De veenbasis: kenmerken en effecten van ontwatering, in relatie tot behoud en herstel van de Nederlandse hoogvenen. Een literatuurstudie; Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), Driebergen.

Streefkerk, J.G. en Casparie (1987) De hydrologie van hoogveensystemen; Rapport 1987-19, Staatsbosbeheer, Utrecht.

Van Dam, J.C., P. Groenendijk, R.F.A. Hendriks en J.G. Kroes (2008) Advances of modeling water flow in variably saturated soils with SWAP; Vadose Zone Journal., vol 7, No2