
De dynamiek van vennen in schijnspiegelsystemen

Danneke Bakker,
Camiel Aggenbach, Jos von Asmuth en Jan-Philip Witte

Vennen zijn relatief geïsoleerde oppervlaktewateren in zandgebieden die vooral gevoed worden door regenwater. De dynamiek van het venpeil wordt mede bepaald door de mate van toestroming van en naar het grondwater. Deze toestroming is op zijn beurt weer van invloed op de chemische samenstelling van het venwater. Verschillen in de soortensamenstelling tussen vennen hangen nauw samen met de venpeildynamiek en chemische waterkwaliteit. Zo worden pH-gebufferde omstandigheden met zeldzame plantensoorten als Waterlobelia en Oeverkruid hoofdzakelijk gevonden in vennen die worden gevoed door baserijk en schoon grondwater. Informatie over de dynamiek van het venpeil is dus van belang om de ecologie van vennen te begrijpen. In dit artikel wordt die dynamiek onderzocht met behulp van het PIRFICT-tijdreeksmodel.

Inleiding

Een veel voorkomend type ven in Nederland is het ven in een schijnspiegelsysteem. De eigenlijke grondwaterspiegel van deze zogenaamde schijnspiegelvennen ligt vaak enkele meters onder een slecht doorlatende laag. Doordat de ondergrond meestal erg complex is, zijn de ligging en de vorm van de slecht doorlatende laag moeilijk te bepalen. Uitgebreid geologisch onderzoek is vaak om financiële redenen niet haalbaar en als het al mogelijk is om boringen uit te voeren, dan levert de interpolatie tussen de boormeetpunten problemen op.

Hierdoor is de grootte van het gebied dat invloed uitoefent op het ven moeilijk vast te stellen. Deze grootte is echter van belang voor de venpeildynamiek en dus voor de ecologie van vennen, alsmede voor de bepaling van de effecten van herstelmaatregelen in de nabije omgeving van vennen. Op verscheidene plaatsen in Nederland wordt getracht verdroging van vennen tegen te gaan door verwijdering van veel verdampende bomen. Het effect van deze maatregel op de levensgemeenschap in het ven is echter sterk afhankelijk van de ligging van de slecht doorlatende laag en de grootte van het schijnspiegelsysteem, die op hun beurt de reactie van het venpeil op neerslag beïnvloeden. Meer inzicht in de hydrologie van vennen kan leiden tot een betere voorspelling van de ecologische effecten van voorgenomen herstelmaatregelen.

Danneke Bakker is bereikbaar via Danneke.Bakker@wur.nl; **Camiel Aggenbach, Jos von Asmuth** en **Flip Witte** zijn werkzaam bij Kiwa Water Research, Postbus 1072, 3430 BB Nieuwegein; **Flip Witte** is daarnaast werkzaam bij Wageningen Universiteit, leerstoelgroep SAG, Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen.

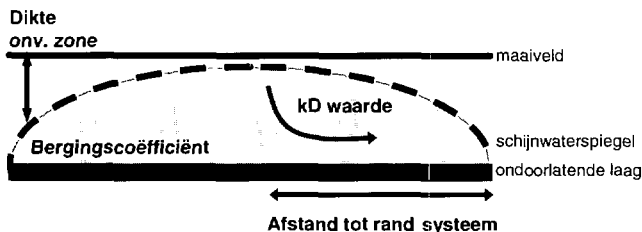


Figuur 1: Schijnspiegelven (locatie Beegderheide, Limburg)

In dit artikel wordt allereerst in theorie de waterhuishouding van vennen in schijnspiegelsystemen besproken, waarna de theorie wordt getoetst aan impuls-responsfuncties, die met behulp van meetgegevens uit het PIRFICT-tijdreeksmodel (Von Asmuth e.a., 2001) worden verkregen.

De waterhuishouding van schijnspiegelvennen

De waterhuishouding van vennen in schijnspiegelsystemen wordt hier beschreven aan de hand van twee kenmerken: de venpeilamplitude en de reactietijd. De venpeilamplitude is gedefinieerd als de helft van het verschil tussen het gemiddelde hoogste en laagste venpeil per jaar. De reactietijd staat voor de tijd tussen neerslagimpuls en piekreactie van het venpeil.

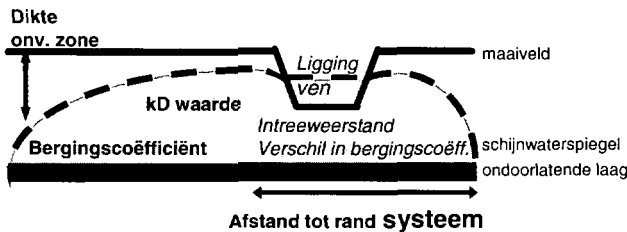


Figuur 2: Hydrologie van een schijnspiegelsysteem zonder invloed van naburige vennen.

In sterk vereenvoudigde vorm kunnen we het hydrologisch functioneren van een schijnspiegelven voorstellen als een geïsoleerd waterlichaam boven een slecht doorlatende laag.

Deze slecht doorlatende laag wordt verder in dit artikel als ondoorlatend verondersteld (figuur 2).

De amplitude en de reactietijd van het schijngrondwater zijn afhankelijk van een beperkt aantal factoren. De weerstand tegen stroming naar de rand van het systeem is een eerste belangrijke factor. Als de weerstand groot is, zijn de amplitude en de reactietijd ook groot. De weerstand neemt toe met de afstand van het ven tot de rand van het systeem en met een afnemend doorlaatvermogen (kD-waarde) van het zogenaamde schijnwatervoerend pakket. Tevens beïnvloedt de bergingscoëfficiënt (μ) de amplitude; hoe kleiner de bergingscoëfficiënt, des te groter de amplitude. Voorgaande beschouwing is vergelijkbaar met de wijze waarop Kraijenhoff van de Leur (1958, volgens Van Hoorn, 1994) de grondwaterstand in een perceel met twee evenwijdige sloten beschrijft. Naast weerstand en bergingscoëfficiënt beïnvloedt ook de dikte van de onverzadigde zone de amplitude en de reactietijd van de schijnwaterspiegel: hoe dikker de onverzadigde zone, hoe groter de reactietijd en - door dispersie in de onverzadigde zone - hoe kleiner de venamplitude.



Figuur 3: Hydrologie van een ven in een schijnspiegelsysteem.

Niet alleen het totale schijnspiegelsysteem bepaalt de dynamiek van een ven, ook lokale beïnvloeding van het grondwaterlichaam door het ven zelf is terug te zien in de dynamiek van het venpeil. Deze lokale beïnvloeding wordt bepaald door de in- en uittreeweerstand en door het verschil in bergingscoëfficiënt tussen het ven ($\mu = 1$) en de omgeving ($\mu \approx 0,1$) (figuur 3). Door dit laatste effect treedt er in natte perioden een kwelstroming op van de omgeving naar het ven en in droge perioden een wegzijgingsflux van het ven naar de omgeving. De ligging van het ven in het totale schijnspiegelsysteem is tenslotte een zeer belangrijke factor. Als het ven aan de rand van het systeem gelegen is, zijn de amplitude en reactietijd kleiner dan wanneer het ven meer in het midden van het systeem gelegen is.

Analyse met PIRFICT van gemeten venpeilen

Dat de venpeilamplitude en reactietijd van vennen tussen verschillende schijnspiegelsystemen en binnen één systeem sterk kunnen variëren, laat het onderzoek naar de vendedynamiek van vennen in de Beegderheide (Limburg) duidelijk zien (Peerboom e.a., 2003, Bakker, 2003). In het onderzoeksgebied Beegderheide (ongeveer 300 ha) liggen 32 vennen (figuur 4).



Figuur 4: Onderzoeklocatie Beegderheide.

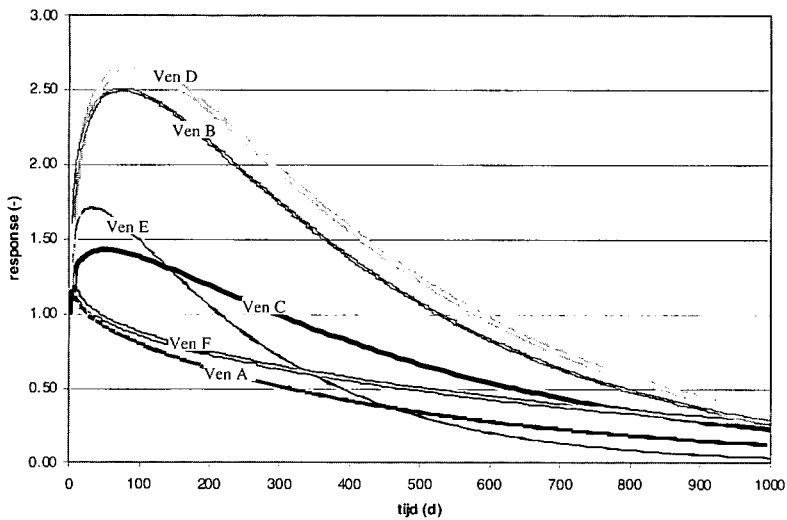
Uit geohydrologisch onderzoek blijkt dat de vennen in een gebied met meerdere schijnspiegelsystemen liggen (Aggenbach e.a., 1998a). Van zes van deze vennen zijn gedurende de laatste vijf jaar tweewekelijks venpeilen gemeten. Deze gegevens zijn in het onderzoek geanalyseerd met het PIRFICT-tijdreeksmodel. Dit is een lineair tijdreeksmodel, dat aan de hand van impuls-responscurven waterstanden berekent uit neerslag- en verdampingsgegevens. De impuls-responscurven worden beschreven door een PearsonIII-functie (vergelijking 1), waarvan de vorm wordt bepaald door drie parameters A [-], a [d^{-1}] en n [-] (Von Asmuth e.a., 2001):

$$\Theta(t) = \frac{A a^n t^{n-1}}{\Gamma(n)} e^{-at} \quad (1)$$

Waarin t [d] staat voor de tijd. Omdat de drie parameters A , a en n worden bepaald door ijking aan meetgegevens, hebben de parameters geen directe fysische betekenis. Ze kunnen echter wel fysisch worden geïnterpreteerd. Zo is de parameter n een indicatie voor de reactietijd van het venpeil op een neerslagimpuls en kan de venpeilamplitude per jaar (h_j) worden berekend uit de drie parameters A , a en n en de gemiddelde amplitude van het neerslagoverschot per jaar (λ [m/d]) volgens vergelijking 2 (Von Asmuth en Knotters, 2004):

$$h_j = \frac{\lambda A}{(1+(2\pi/365a)^2)^{n/2}} \quad (2)$$

In figuur 5 zijn de met het PIRFICT-model berekende responscurven van de zes vennen weergegeven.



Figuur 5: Responscurven van de vennen.

Uit figuur 5 blijkt dat de responscurven van de vennen grote verschillen vertonen. Ook de reactietijd en de venpeilamplitude laten een grote variatie zien. Tabel 1 geeft een overzicht.

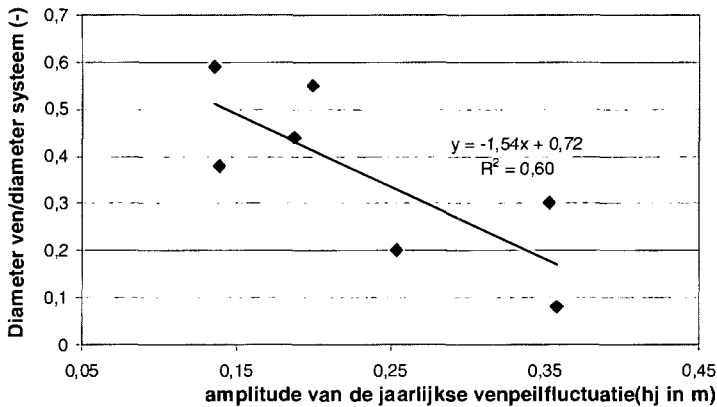
Tabel 1: Berekende venpeilamplitude per jaar (h) en n als maat voor de reactietijd van het venpeil voor de zes vennen (kleine n is een snelle reactie).

Ven	Oppervlakte	Amplitude per jaar (m)	n (-)
Ven A	0,12 ha	0,14	0,94
Ven B	0,09 ha	0,35	1,13
Ven C	0,26 ha	0,20	1,12
Ven D	0,63 ha	0,36	1,27
Ven E	0,18 ha	0,25	1,15
Ven F	0,45 ha	0,14	0,92

Omdat in het onderzoeksgebied relatief weinig variatie in de textuur van de afzettingen voorkomt (Aggenbach e.a., 1998a), nemen we aan dat het doorlaatvermogen voor elk schijnspiegelsysteem in het gebied ongeveer hetzelfde is. Tevens zijn de verschillen in de dikte van de onverzadigde zone dusdanig klein, dat de effecten hiervan verwaarloosd worden. Tenslotte wordt aangenomen dat de invloed van verschillen in de in- en uitteerestand van de vennen klein zijn. De gevonden verschillen in venpeilamplitude en reactietijd komen dan voort uit verschillen in de grootte van het schijnspiegelsysteem en in de ligging van het ven in het systeem.

Om deze hypothese te toetsen, is met bodemprofielen onderzocht of de verschillen in amplitude en reactietijd inderdaad te verklaren zijn aan de hand van de grootte van het systeem en de ligging van het ven in het systeem. Daartoe hebben we uit bodemprofielen handmatig de verhouding tussen de vendiameter en de diameter van het schijnspiegelsysteem bepaald. Deze verhouding is in figuur 6 uitgezet tegen de amplitude van de jaarlijkse venpeilfluctuatie. Een sterk negatief verband is het resultaat (figuur 6): een grote ven-

peilamplitude komt overeen met een kleine verhouding (relatief groot systeem). Afwijkingen ten opzichte van dit verband kunnen verklaard worden door de ligging van het ven in het systeem, door de interpolatie tussen de boormeetpunten en tenslotte door weggeschematiseerde verschillen in de dikte van de onverzadigde zone, in het doorlaatvermogen en in de in- en uittreeweerstand.



Figuur 6: Relatie diameter ven/diameter systeem, zoals bepaald met bodemprofielen en de berekende jaarlijkse venpeilamplitude.

Ook is gestaafd of verschillen in venvegetatie overeenkomen met verschillen in de responscurven. Hiertoe heeft in 2001 een uitgebreide florainventarisatie van de vennen in de Beegderheide plaatsgevonden (Heiligers e.a., 2001). Uit deze inventarisatie zijn de plantensoorten die volgens Aggenbach e.a. (1998b) hoge eisen stellen aan de venpeilamplitude geselecteerd. Deze eisen zijn in tabel 2 opgenomen, samen met de venpeilamplitude volgens het PIRFICT-model.

Tabel 2: Vergelijking tussen de eisen van de venvegetatie aan de venpeilamplitude en de met PIRFICT berekende venpeilamplitude.

Ven	Venpeilamplitude volgens PIRFICT (cm)	Eisen van de venvegetatie aan de venpeilamplitude (cm)
Ven A	14	<15
Ven B	35	<15
Ven C	20	>15
Ven D	14	<15
Ven E	36	>15
Ven F	25	≈ 15

De eisen van de venvegetatie en de venpeilamplitude volgens PIRFICT komen overeen in 4 van de 6 vennen. In ven B wijken de eisen sterk af van de amplitude volgens PIRFICT. In dit ven (en in ven A) zijn de eisen echter bepaald aan de hand van slechts één plantensoort, waardoor de onzekerheid groot is. Ook de invloed van droogval (ven F), beheersmaatregelen en andere historische activiteiten van de mens (bijvoorbeeld het gebruik van het ven als zwemwater) hebben invloed op de venvegetatie.

Conclusie

Met de uitgevoerde studie en de beschikbare data bleek het moeilijk om betrouwbaar en onafhankelijk de resultaten van de venpeilanalyse met het PIRFICT-model te toetsen. Vergelijking van de PIRFICT-analyse met bodemprofielen en met de venvegetatie bleken in onze studie binnen behoorlijk grote marges met elkaar in overeenstemming te zijn. Het PIRFICT-model lijkt dus bruikbaar als hulpmiddel bij de kwantificering van de vendynamiek.

De reactie van het venpeil op neerslag hangt zowel af van de grootte van het schijnspiegelsysteem - en dus van de grootte van het gebied waarbinnen beheersmaatregelen effect hebben - als van de ligging van het ven in het systeem. Tevens hebben de dikte van de onverzadigde zone, het doorlaatvermogen en de in- en uittreweerstand invloed op de vendynamiek. Onderzoek om de invloed van al deze factoren te kwantificeren kan mogelijk meer inzicht geven in het effect van uit te voeren beheersmaatregelen. Meer onderzoek naar de fysische interpretatie van de responscurven is hiervoor noodzakelijk. De vraag –en de uitdaging voor verder onderzoek- is echter of alleen venpeilanalyse in de toekomst voldoende inzicht kan geven in de complexe hydrologie van vennen in schijnspiegelsystemen.

Dankwoord

Graag willen wij de vrijwilligers van 'De vrienden van de Beegderheide' bedanken voor hun trouwe inzet door elke twee weken de venpeilen in de Beegderheide te meten. Zonder hen had dit onderzoek niet plaats kunnen vinden.

Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink en A.J.M. Jansen (1998b)** Vennen: Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen; Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Aggenbach, C.J.S., C. Maas en W.J.M.K. Senden (1998a)** Ecohydrologisch onderzoek Beegderheide. Resultaten; Kiwa, Nieuwegein.
- Asmuth, J.R. von en M. Knotters (2004)** Characterising groundwater dynamics based on a system identification approach; in: *Journal of Hydrology*, vol 296 (1–4), pag 118–134.
- Asmuth, J.R. von, M.F.P. Bierkens en C. Maas (2001)** Waarom doen alsof de neerslag eens per maand valt? Het discrete Box-Jenkins- versus het continue PIRFICT-tijdreeksmodel, in theorie; in: *Stromingen*, jrg 7, nr 4, pag 33–44.
- Bakker, D. (2003)** Vennen in schijngrondwatersystemen: Een analyse van venpeilen met het PIRFICT-tijdreeksmodel; Afstudeerscriptie Wageningen Universiteit.
- Heiligers, H.W.G., J.T. Hermans en J. Teeuwen (2002)** De Beegderheide: Flora en fauna inventarisatie 2001; Opdrachtgever: Gemeente Heel en Bosgroep Zuid Nederland, Natuurprojectenbureau Stichting 'De Lierlei', Roermond.
- Hoorn, J.W. van (1994)** Waterbeheersing; Landbouwuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Peerboom, J.M.P.M., C.J.S. Aggenbach en J.R. von Asmuth (2003)** Hydrologie van de

Beegderheide: ontstaanswijze en functioneren van de vennen en hydrologische ontwikkelingen tussen 1997-2002; in: *Natuurhistorisch Maandblad*, pag 145-152.