

J. ter HOEVE  
*Staatsbosbeheer, Utrecht*

R.I.V.O.N.-mededeling nr. 233

## **Over de waterhuishouding van een hoogveenreservaat in de Engbertsdijksvenen**

### *Inleiding*

Veen is cultuurtechnisch gezien een merkwaardige en soms ongemakkelijke grondsoort. Wij weten allen, hoe bijv. de hydrologische eigenschappen van veen sterk uiteen kunnen lopen, afhankelijk van de ontstaanswijze en ontwateringstoestand. Of nu de cultuurtechnicus betrokken is bij profielverbetering in de veenkolonien, dan wel te maken heeft met de verzonken hoogvenen in het westen, steeds weer vraagt veen zijn bijzondere aandacht. Rekenkundige beschouwingen over de waterhuishouding van veengronden zijn nog niet zó veelvuldig in de vakliteratuur aan te treffen, dat in dit opzicht het verzadigingspunt is bereikt.

Het kan daarom interessant zijn, hier mee te delen, welke hydrologische ervaringen tot nu toe zijn opgedaan bij het beheer van een hoogveenreservaat in de zgn. Engbertsdijksvenen. Het is de bedoeling, hier ca. 10 ha onvergraven hoogveen zo nat te houden, dat dit deel zijn waarde behoudt voor natuurwetenschappelijk onderzoek. Het veenblok ligt min of meer als een „tafelberg” tussen afgravingen.

De reservaatbeheerder heeft er allereerst de bestaande afvoersloten en greppels afgedamd. Het ligt voor de hand, dat men zich van natuurbeschermingszijde tevens een nader inzicht wilde vormen in de volgende zaken:

1. Hoeveel water gaat na het afdammen toch nog uit het reservaat verloren door zijwaartse en verticale afzijing?
2. Wat is daarbij de invloed van aangrenzende afgravingen?

### *Ligging en bodemgesteldheid*

De Engbertsdijksvenen liggen in de provincie Overijssel, halverwege tussen Hardenberg en Vriezenveen. Men kan daar het gelijknamige staatsreservaat vinden op 1½ km ten zuiden van het dorp Kloosterhaar.

De ondergrond van het veen bestaat uit pleistoceen doorlatend zand. Dit is bovenaan nog vrij fijnkorrelig doch wordt op 1 à 3 m diepte gewoonlijk grover en grinthoudend.

Het veen behoort tot een type dat door de deskundigen als een „flat sphagnum

bog" wordt aangeduid. Wij kunnen in zijn opbouw van boven naar beneden de volgende lagen onderscheiden:

- 1 Jong, oligotrooph mosveen. Weinig gehumificeerd; doorlatend. (Foto 1, bovenaan).
- 2 Ouder oligotrooph veen van veenmos en wollegras. Sterker gehumificeerd, maar nog niet amorf. Matig doorlatend. (Foto 1, omspannen door duimstok).
- 3 Mesotrooph broekveen. Vrijwel amorf en slecht doorlatend. (Foto 1, zie vingersporen beneden de duimstok).
- 4 Meerbodemsedimenten. Deze limnische afzettingen vormen een zeer zwak doorlatende smeerlaag. (Op foto 1 nog niet blootgelegd).
- 5 Bovenlaag zandondergrond. Deze is vast: de poriën zijn opgevuld met fijn, organisch materiaal.

Hieronder zullen eenvoudigheidshalve drie namen worden gebruikt: „Witveen” voor lagen 1 en 2, „zwartveen” voor laag 3, „smeerlaag” voor laag 4.

### *Wijze van onderzoek*

In 1963 zijn een aantal peilbuizen en peilschalen geplaatst in twee elkaar kruisende lijnen. Hun plaats alsmede de diepte van de buisfilters blijken uit de figuren 1 en 2. De ondiepe filters staan in het witveen, de middeldiepe filters reiken tot in het zwartveen. De diepste filters staan deels boven, deels onder de „smeerlaag”.

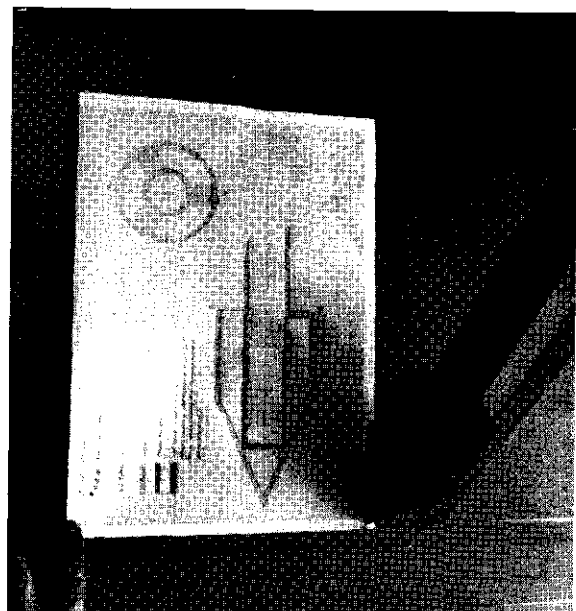
De buizen zijn op één na van pvc met een doorsnede die, al naar hun lengte,  $\frac{1}{2}$ " of 1" bedraagt. Het filter van de lange buizen is beschermd met een plat

*Foto 1. Bij het ondereinde van de duimstok gaat veenmos- en wollegrasveen over in meer amorf broekveen.*

*Foto 1. Das untere Ende des Maszstabs zeigt den Übergang zwischen älterem Sphagnumtorf und Bruchtorf.*

*Foto 2. Deze ijzeren filterbuis is in de „neuskegel” voorzien van kopergaas.*

*Foto 2. Eisernes Piezorohr mit Kies und Kupfergewebe im „Nasenkegel”.*



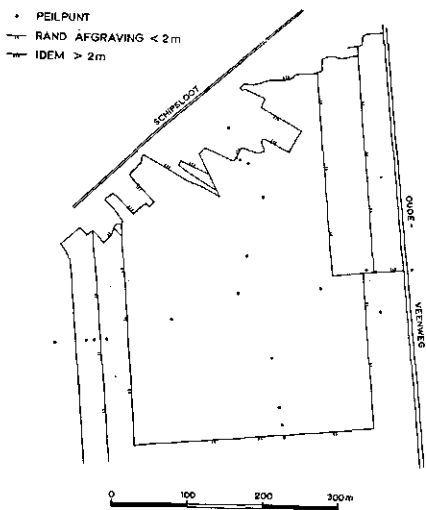
toelopende, geperforeerde pvc-kap, waarbij de tussenruimte met glaswol is opgevuld. De centrale buis is van gaspijp, die aan het einde van een korte, ijzeren, gepunte beschermkap is voorzien (zie foto 2). Hier werd de ruimte tussen filter en kap met grof zand opgevuld.

De waterstanden worden er maandelijks opgenomen.

Indien wij aan de hand van figuur 2 ter plaatse van de filters en andere waarnemingspunten de geregistreerde potentialen van het veenwater aantekenen, volgen daaruit door interpolatie de lijnen met gelijke stijghoogte of aequi-potentiaallijnen. Op deze wijze zijn bijv. de lijnen in figuur 3 gevonden.

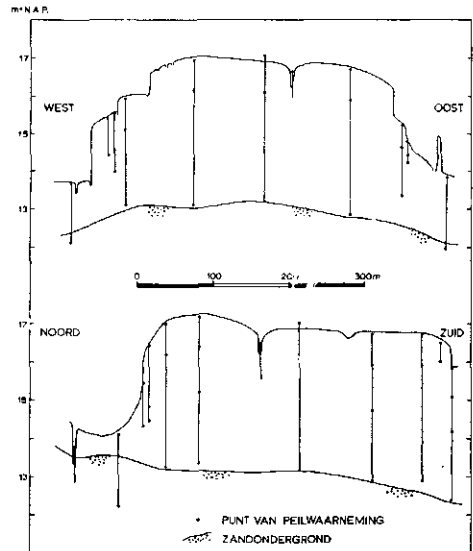
De stroming van het veenwater is loodrecht op zulke lijnen gericht. Deze stroomrichting is te beschouwen als een resultante van een benedenwaartse en een zijwaartse afzijing.

Om nu vervolgens enig inzicht te krijgen in de verhouding tussen het horizontaal en verticaal gerichte aandeel in de afzijing van het veenwater, is de volgende uitweg gezocht:



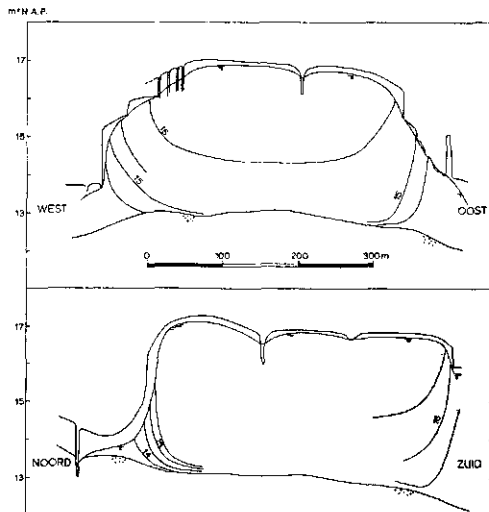
Figuur 1. Plaatsen waar waterstanden worden gemeten.

Figuur 1. Vermessungstellen.



Figuur 2. Filterdiepten in het veen en andere punten van peilwaarneming.

Figuur 2. Lage und Fuszpunkte der Rohre.



Figuur 3. Voorbeelden van het verloop der aequi-potentiaallijnen.

Figuur 3. Einige Aequipotentiallinien.

Voorzover bij terreinonderzoek valt te constateren, ontmoet de benedenwaartse afvoer overal de moeilijk doorlatende smeerlaag die direct boven de zandondergrond voorkomt. Het lijkt dan voor een benaderend inzicht aanvaardbaar om te stellen, dat de stroomsnelheid van de verticaal gerichte afstromingscomponent voor het gehele veenreservaat bijv.  $a$  m per jaar bedraagt. Maakt nu de ter plaatse resulterende stroomrichting een hoek ter grootte van  $\alpha$  met de verticaal, dan bedraagt de stroomsnelheid van de horizontaal gerichte afstromingscomponent  $a \operatorname{tg} \alpha$  m per jaar.

Wij durven hier van een snelheid in m per jaar te spreken, omdat de situatie in het veenlichaam in de loop van het jaar slechts geringe veranderingen blijkt te ondergaan. Bij een totaal potentiaalverhang van 3 m blijken slechts variaties in de stijghoogten voor te komen, die tussen 0,04 m en 0,20 m liggen.

### Rekenkundige bewerking

De aequi-potentiaallijnen hebben in de randgebieden een vrijwel parabolisch verloop. Het zijn juist deze randgebieden die ons interesseren omdat wij willen weten hoeveel water daar zijwaarts ontwijkt.

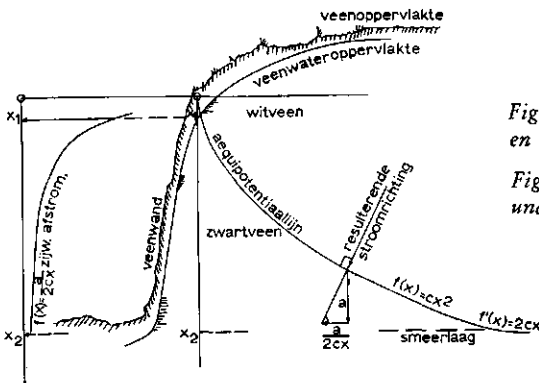
Nemen wij  $x$  als diepte, dan zijn deze lijnen dus uit te drukken als  $f(x) = cx^2$ . Hierin stelt  $c$  constante voor, waarmee de kromming van de parabool gekarakteriseerd wordt.

De verhouding tussen de stroomsnelheid in resp. verticale en horizontale richting is voor elk punt van die kromme het differentiaalquotiënt  $2cx$ .

De grootte van de horizontale stroomsnelheid is derhalve ook een functie van

$x$ , n.l.  $\frac{a}{2cx}$  m per jaar (zie figuur 4). Hieruit blijkt, dat het zijwaarts waterverlies boven in dit veen groter is dan onder in het veen. Zoals hieronder zal worden toegelicht, zijn de stroomsnelheden zeer gering. Er vindt geen cumulatieve afstroming plaats, zoals in zandgrond. Het uittredende water verdampst aan de veenwanden.

Wij zoeken aan elk van de vier wanden van het veenreservaat een aequi-potentiaallijn uit, die dicht bij de rand ligt en toch het veenpakket voldoende van hoog tot laag doorloopt. Voor elk van de aldus aan te houden krommen is door grafische aflezing de grootte te bepalen van  $c$  in  $cx^2$ .



Figuur 4. Verband tussen horizontale en verticale afstromingscomponenten.

Figuur 4. Beziehung zwischen horizontalen und vertikalen Strömungskomponenten.

Het bovineinde van de aequi-potentiaallijn, ter plaatse van het wateroppervlak, blijkt te liggen op  $x_1$  m afstand van het nulpunt van de verticale x-as.

Ook blijkt, dat de kromme zijn parabolisch verloop verliest op het punt  $x_2$ , ter hoogte van de smeerlaag. De lijn gaat dan verder min of meer evenwijdig aan de horizontale lopen. Het water stroomt dus zijwaarts af tussen de grenzen  $x_1$ , en  $x_2$  van de verticaal gerichte x-as.

De zijwaartse afstroming is dan per verticale wanddoorsnede samen te vatten door deze te beschouwen als de integraal van de functie  $f(x) = \frac{a}{2cx}$  tussen de grenzen  $x_1$  en  $x_2$ . Dus:

$$\int_{x_1}^{x_2} \frac{a}{2cx} dx = \frac{a}{2c} \ln x \Big|_{x_1}^{x_2}$$

De zijwaartse afstroming is nu per veenwand af te leiden door de boven gevonden afstroming per verticale doorsnede te vermenigvuldigen met de lengte van de betrokken veenwand, hier  $l$  te noemen.

De verticale afvoer is eenvoudig te vinden, door de oppervlakte van de veenrest te vermenigvuldigen met  $a$ .

Het gaat ons allereerst om de verhouding tussen de horizontale en verticale afstromingscomponenten. Wij laten daarom de grootte van  $a$  voorlopig onbesproken. Wel moeten wij nu weten hoe groot  $c$ ,  $x_1$ ,  $x_2$  en  $l$  voor de vier wanden zijn.

### Bepaling der grootheden in de berekening

Uit aflezing van de op verschillende data waargenomen aequi-potentiaallijnen blijkt, dat er nogal speling optreedt in de  $c$ -waarde. Altijd weer bemerkt men bij zulk onderzoek, dat het aantal waarnemingspunten nauwelijks voldoende is. De speling zal mede door de interpolatie worden veroorzaakt. In 1964 werden bijv. de volgende  $c$ -waarden gevonden.

datum	oost	west	noord	zuid
5 februari	9	20	7	5
6 april	6	10	5,5	4,5
13 augustus	7	16	6	4

Hoe kleiner de waarde van  $c$ , hoe meer de aequi-potentiaallijn in het veen de hier verticale x-as benadert, dus hoe groter het aandeel van de zijwaartse afstromingscomponent. Om geen geflatteerd beeld van de houdbaarheid van het reservaat te krijgen, zullen hier de laagste  $c$ -waarden worden aangehouden, zoals die veelal na de dooi in het veen, in april, voorkwamen.

Voorts blijkt  $x_1$  bij de onderscheiden krommen te variëren tussen 0,10 m en 0,25 m. Om weer de kans te vermijden, dat de uitkomst geflatteerd zou zijn, stellen wij  $x_1$  extra laag, bijv. op slechts 0,05 m. De te vinden randontwatering zal in dit opzicht dan stellig niet te gering zijn.

De grenzen  $x_2$  volgen eveneens uit de krommen. Hun waarde bedraagt resp.

voor de oost-, west-, noord- en zuidkant gemiddeld 2,0 m, 1,9 m, 2,1 m en 2,5 m. Zij zullen in de berekening niet in die mate meewegen, dat het zin heeft om veiligheidshalve extra hoge waarden aan te houden.

De wandlengten volgen uit de gemeten terreinkaart. Als wij uitspringende of onregelmatige delen van de omtrek afronden, bedraagt l voor resp. de vier boven omschreven wanden ca. 380 m, 290 m, 270 m en 310 m.

### *Uitkomst van de berekening*

Na substitutie van c,  $x_1$  en  $x_2$  en l in de eerder gegeven integraal, volgt voor de horizontaal gerichte afstromingscomponent:

$$\text{oostwaarts} \quad \frac{a}{12} \ln x \quad \left| \begin{array}{l} 2,0 \\ 0,05 \end{array} \right. \times 380 \text{ m}^3 = 117 \text{ a m}^3 \text{ per jaar}$$

$$\text{westwaarts} \quad \frac{a}{20} \ln x \quad \left| \begin{array}{l} 1,9 \\ 0,05 \end{array} \right. \times 290 \text{ m}^3 = 53 \text{ a m}^3 \text{ per jaar}$$

$$\text{noordwaarts} \quad \frac{a}{11} \ln x \quad \left| \begin{array}{l} 2,1 \\ 0,05 \end{array} \right. \times 270 \text{ m}^3 = 92 \text{ a m}^3 \text{ per jaar}$$

$$\text{zuidwaarts} \quad \frac{a}{8} \ln x \quad \left| \begin{array}{l} 2,5 \\ 0,05 \end{array} \right. \times 310 \text{ m}^3 = 152 \text{ a m}^3 \text{ per jaar}$$

Totale zijwaartse afstroming  $\overline{414 \text{ a m}^3 \text{ per jaar.}}$

De oppervlakte van het onvergraven reservaat bedraagt 95 000 m<sup>2</sup>. De benedenwaartse component van de optredende afstroming bedraagt dus bij de boven aangenomen verticale stroomsnelheid van a m per jaar 95 000 a m<sup>3</sup>.

De zij -en benedenwaartse afstroming verhouden zich dus als 414a : 95 000a = 1 : 230.

Wij kunnen dus globaal stellen, dat volgens de voorgaande benadering minder dan 1% van het veenwater zijwaarts uitzakt.

### *Kwantitatieve bepaling van de wegzijging*

Er konden tot nu toe geen reële waarden worden afgeleid, omdat a niet bekend was.

Wij kunnen echter uitgaan van het feit, dat de som van 414 a m<sup>3</sup> en 95 000 a m<sup>3</sup> gelijk is aan het jaarlijkse neerslagoverschot ter plaatse.

Deskundigen van het Staatliche Moorversuchsstation te Bremen, aan wie de zaak werd voorgelegd, schatten aan de hand van meteorologische- en waterdieptegegevens, dat dit overschot in het onderhavige reservaat gemiddeld in de orde van 0,10 m per jaar zal liggen.

Uit lysimeterproeven is nl. gebleken, dat het neerslagoverschot in een dergelijk terrein in het Königsmoor varieert tussen 0,085 m en 0,185 m per jaar, afhan-

kelijk van de weersgesteldheid. Het is in de Engbertsdijksvenen gemiddeld per jaar  $1,9^{\circ}\text{C}$  warmer, maar ook  $0,055\text{ m}$  natter dan daar. Omdat 1964 vrij droog was, lijkt  $0,10\text{ m}$  per jaar ook ons een aanvaardbare schatting.

Het jaarlijks neerslagoverschot bedraagt dan voor  $95\ 000\text{ m}^2$  ongeveer  $95\ 000 \times 0,10\text{ m}^3 = 9\ 500\text{ m}^3$ .

Hieruit volgt  $95\ 414a = 9\ 500$ .

$$a = 0,09\ 96.$$

Indien onderverdeeld in twee componenten, zakt er dus volgens deze uitkomst jaarlijks uit deze  $9\frac{1}{2}\text{ ha}$  hoogveen weg:

$$\text{verticaal} \quad 95\ 414 \times 0,09\ 96 = 9\ 459\text{ m}^3$$

$$\text{horizontaal} \quad 414 \times 0,09\ 96 = \frac{41\text{ m}^3}{9\ 500\text{ m}^3}$$

$$9\ 500\text{ m}^3$$

### *Kwantitatieve bepaling van de verticale doorlatendheid*

Het water kan zich in verticale richting blijkbaar niet sneller verplaatsen dan met ca.  $0,10\text{ m}$  per jaar. Deze beperking wordt door de smeerlaag veroorzaakt. De equi-potentiaalijnen in figuur 5 tonen dan ook aan, dat het potentiaalverhang onder in het veen verreweg het grootst is. De lijnen van gelijke stijghoogte liggen hier op onderling geringe afstand.

Van de doorlatendheid in verticale richting is een indruk te krijgen, door de optredende stroomsnelheid van ca.  $0,10\text{ m}$  te delen door het verhang. Wij zullen dit in duplo doen over trajecten die resp. gelegen zijn in witveen + zwartveen, zwartveen en smeerlaag.

De hier gebruikte letters zijn te vinden in figuur 5.

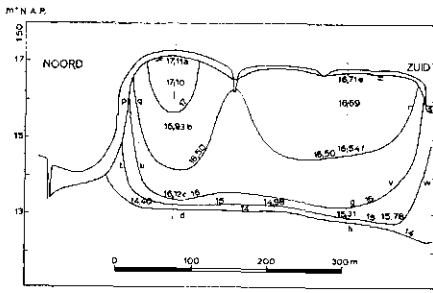
Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verticale doorlatendheid in de verschillende lagen. Hierbij is telkens, overeenkomstig de gegevens in figuur 5, voor elk traject het potentiaalverhang bepaald door het verschil in stijghoogte te delen door de lengte van het aangegeven traject.

	<i>traject</i>	<i>potentiaalverhang</i>	<i>verticale doorlatendheid per jaar</i>
witveen (met bovenlaag)	a-b	$0,18\text{ m}/1,9\text{ m} = 0,095$	$0,10 : 0,095 = 1,05\text{ m}$
zwartveen)	e-f	$0,17\text{ m}/1,9\text{ m} = 0,09$	$0,10 : 0,09 = 1,11\text{ m}$
zwartveen	b-c	$0,81\text{ m}/1,8\text{ m} = 0,45$	$0,10 : 0,45 = 0,22\text{ m}$
	f-g	$0,54\text{ m}/1,6\text{ m} = 0,34$	$0,10 : 0,34 = 0,29\text{ m}$
smeerlaag	c-d	$2,12\text{ m}/0,32\text{ m} = 6,63$	$0,10 : 6,63 = 0,015\text{ m}$
	g-h	$2,00\text{ m}/0,35\text{ m} = 5,72$	$0,10 : 5,72 = 0,017\text{ m}$

### *Kwantitatieve bepaling van de horizontale doorlatendheid*

Uit het voorgaande bleek nog eens de zeer geringe doorlatendheid van de smeerlaag, een eigenschap die overigens reeds algemeen bekend is.

Uit het volgende zal blijken, dat ook de wanden van het veen, vooral als zij *ingedroogd* zijn, weinig doorlatend zijn. Het reservaat gaat dus allengs het beeld vertonen van een tamelijk dichte bak waarin nat veen voorkomt.



Figuur 5. Aequi-potentiaallijnen in het veen.  
 Figuur 5. Aequipotentiallinien.



Foto 3. Het veengat (onder de duimstok) staat bijna vol water, ofschoon het gat slechts 9 m van de noordelijke veentwand (links) ligt.  
 Foto 3. Das wassergefüllte Loch (unter dem Maszstab) ist nur 9 m von der alten nördlichen Abtragung entfernt.

Op grond van de eerder beschreven functie  $\frac{a}{2cx}$  zijn in figuur 5 voor witveen en zwartveen in door randontwatering verdichte vorm, de snelheden van de horizontale stromingscomponent af te leiden. De c-waarde wordt resp. voor noord en zuid weer gesteld op 5,5 en 4. De x-waarde valt in de bedoelde verticalen voor resp. witveen en zwartveen af te lezen als 0,25 m en 2,00 m.

Als wij a weer op 0,10 m stellen volgt:

	noord		zuid
witveen	$\frac{0,10}{2 \cdot 5,5 \cdot 0,25} = \frac{1}{27,5}$ m per jaar	=	$\frac{0,10}{2 \cdot 4 \cdot 0,25} = \frac{1}{20}$ m per jaar
zwartveen	$\frac{0,10}{2 \cdot 5,5 \cdot 2} = \frac{1}{220}$ m per jaar	=	$\frac{0,10}{2 \cdot 4 \cdot 2} = \frac{1}{160}$ m per jaar

Wij moeten deze „snelheden” delen door het potentiaalverhang om de doorlatendheid te vinden.

Het zijwaartse potentiaalverhang is blijkens figuur 5:

witveen	noord over p – q	1 : 18,	zuid over r – s	1 : 28
zwartveen	noord over t – u	1 : 18,	zuid over v – w	1 : 32

De horizontale doorlatendheid is dan:

	noord		zuid
witveen	$\frac{18}{27,5} = 0,66$ m per jaar	=	$\frac{28}{20} = 1,40$ m per jaar
zwartveen	$\frac{18}{220} = 0,08$ m per jaar	=	$\frac{32}{160} = 0,20$ m per jaar



### *Beschouwing van de uitkomsten*

De horizontale doorlatendheid is aan de vrij verse *zuidwand* ongeveer even groot als de meer centraal gemeten verticale doorlatendheid.

Aan de ruim 30 jaar oude *noordwand* is de doorlatendheid echter 2 à 3 × kleiner. De gevonden uitkomsten, waarmee uiteraard slechts een benaderend beeld wil zijn gegeven, sluiten geheel aan bij wat men in het terrein constateert. Het veen is, met uitzondering van de randgebieden zeer dras. De veenwaterspiegel is ongewoon sterk opgebold (zie foto 3). Het verhang daarvan bedraagt ter plaatse van de gemeten profielen:

oost	west	noord	zuid
1 : 19	1 : 7	1 : 7	1 : 14
(invloed terrasvorm)	(oude wand)	(oude wand)	(versere wand)

Deze ongewone toestand laat zich als volgt verklaren. In een „maagdelijk” hoogveen, zoals de Esterweger Dose in N.W. Duitsland, zakt men bij het lopen bijna tot de knieën weg. In ons reservaat is de bodem steviger door de volgende ontwikkeling:

- 1 Aanvankelijk was ook het veen in de Engbertsdijksvenen uiteraard nog maagdelijk. Het veenoppervlak lag blijkens het niveau van de dagzoom van de zandondergrond in de omgeving meer dan 0,75 m hoger dan thans. De doorlatendheid van het veen was veel groter dan thans.
- 2 Het veen werd ten behoeve van de boekweitcultuur oppervlakkig gedraïneerd met greppels, die in ca. 1 m diepe veensloten uitmondten. Het veen verloor hierdoor zoveel water, dat de bolster droog genoeg werd om periodiek te worden ingebrand.
- 3 Om het reservaat begon men geleidelijk turf te graven. De onvergraven veenrest verloor hierdoor andermaal water, ofschoon dit verlies door indroging en zetting van de veenranden afnam.
- 4 De veenrest werd als reservaat beheerd, waarbij nog niet dichtgegroeide greppels en sloten met tientallen dammen werden afgesloten. De nuttige neerslag stagneert nu in het minder doorlatend geworden hoogveenrestant.

### *Invloed van event. potentiaaldaling in de zandondergrond*

Het voorgaande beeld is bemoedigend voor hen die tot taak hebben, het reservaat zo nat te houden, dat de hoogveenontwikkeling mogelijk blijft.

Er moet evenwel nog een ander probleem worden aangevoerd, dat in de naaste toekomst aandacht verdient. De afgegraven gronden, die op enige afstand om het veenreservaat zijn gelegen, zullen deels worden ontgonnen.

Daarbij is een voldoende ontwatering van de zandondergrond geboden.

Dit zand is zeer doorlatend. De waterstand in een naburige, reeds bestaande afvoersloot wijkt in de loop van een jaar bijv. slechts 0,02 m à 0,14 m af van de stand in een peilbuis, opgesteld aan de voet van een zandrug op 100 m afstand van de sloot.

Als nu dicht om het veenreservaat ontginningsloten 1 m diep in de zandondergrond zouden worden gegraven, zou ook de potentiaal in de zandondergrond van het veen in doorsnee wellicht 0,50 m kunnen gaan dalen.



Foto 4. Omkering van het reliëf. De oude boekweitgreppel (rechtsboven) heeft zich ontwikkeld tot een langgerekte horst. Evenwijdig daaraan is secundair een slenk ontstaan (midden foto).

Foto 4. Umkehrung des Reliefs: Die frühere Furche ist heute ein langgedehnter Horst (rechtsoben). Parallel damit ist eine sekundäre Vertiefung entstanden (mitte).



Foto 5. Een slenk van nabij gezien.

Foto 5. Nahaufnahme einer solchen spontan entstandenen Vertiefung.

Nemen we aan, dat de aanvoer van nuttige neerslag ongewijzigd blijft, dan zou de potentiaal aan de bovenzijde van de smeerlaag eveneens ca. 0,50 m dalen. De dikte en doorlatendheid van de smeerlaag blijven n.l. onveranderd, zodat niet alleen het potentiaalverhang maar ook het potentiaalverval daar hun oorspronkelijke grootte zouden behouden.

De aldus aan de bovenzijde van de smeerlaag veroorzaakte potentiaaldaling zou zich verder voortplanten naar boven. Houden wij in figuur 5 voor het bovenste traject a – b, waarvan de bovengrens verandert, de bovengenoemde 0,50 m aan, dan is de volgende berekening te maken. Daarin wordt x ingevoerd als resulterende daling van de veenwaterspiegel.

$$\text{Tegenwoordig potentiaalverhang} = \frac{0,18}{1,9}$$

$$\text{Toekomstig potentiaalverhang} = \frac{0,18 + 0,50 - x}{1,9 - x}$$

Bij een gelijkblijvende nuttige neerslag en doorlatendheid over a – b zou gelden:

$$\frac{0,18}{1,9} = \frac{0,18 + 0,50 - x}{1,9 - x}$$

Hieruit volgt als daling van het veenwateroppervlak  $x = 0,55$ . Dit effect zou in werkelijkheid kleiner blijven.

De verdamping zou bij het dalen van de veenwaterspiegel n.l. afnemen, zodat de nuttige neerslag zou toenemen.

Deze toename zou weer tot een groter verticaal potentiaalverhang boven de smearlaag nopen en dus peilverhogend werken. Ook zou de doorlatendheid van de veenmassa verder kunnen afnemen. Dit zou eveneens tot een groter verticaal verhang, dus tot peilstijging kunnen leiden.

De hoogveenbegroeiing bevindt zich echter in een stadium, waarin reeds een beperkte, resulterende waterstands daling een einde zou kunnen maken aan de nog aanwezige cyclische, horst- en slenkgewijze groei van het veen.

Daar het hier om het laatste representatieve stuk levend hoogveen in Nederland gaat, zullen de technische aspecten hier verdere aandacht vragen.

Het spreekt vanzelf, dat aanvullende beschouwingen van lezers op prijs zullen worden gesteld.

### Hydrologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Engbertsdijksvenen“

Man findet die „Engbertsdijksvenen“ in der Provinz Overijssel, südlich vom Dorfe Hardenberg. Hier liegt zwischen Torfabtragungen ein 10 ha großer, staatlich geschützter Rest eines ursprünglich ausgedehnten Hochmoors. Das unentwässerte sogenannte „flat sphagnum bog“ in diesem Naturschutzgebiet hat in den Niederlanden einen Seltenheitswert bekommen. Es ist wertvoll für die Vegetationskunde und Palynologie und soll deshalb möglichst geschützt werden gegen Wasserabsenkung.

Zur Aufklärung über die Wasserströmungen im Moor hat hier die Fachberatung für Naturschutz der Staatsforstverwaltung insgesamt 37 Piezorohre eingebaut in zwei sich kreuzenden Geländeschnitten. Diese Rohre reichen bezw. bis in den durchlässigen Sandboden und den obliegenden Schichten aus Algenmudden, Bruchtorf und Sphagnumtorf.

Die Aequipotentiallinien des Wassers ergeben sich aus den mittleren Druckhöhen, wie am 5. Februar 1964 gemessen. Der Verlauf dieser Linien ist in den hier zu beobachten Randgebieten etwa  $f_1(x) = c x^2$ , wobei  $x$  nach unten zunimmt.

Um die entwässernden Randeinflüsse ausfindig zu machen, werden eine horizontale und eine vertikale Strömungskomponente unterschieden. Als mittlerer Wert dieser letzteren wird  $a$  m p. J. angenommen.

Die horizontale Strömungskomponente folgt aus dem Differentialquotient  $2 cx$  und stellt sich auf  $\frac{a}{2 cx}$  m p. J. =  $f_2(x)$ .

In einem zu beobachten Querschnitt eines Randgebietes weisen bezw. der Moorwasserspiegel und der untere Auslauf der Kurve  $f_1(x)$  eine Tiefe auf von  $x_1$  m und  $x_2$  m.

Durch Integration zwischen diesen Grenzen  $x_1$  und  $x_2$  folgt die horizontale Gesamtströmung pro Querschnitt  $\frac{a}{2c} \ln x$  m<sup>2</sup> p. J. Diese Menge ist zu multiplizieren mit der Gesamtlänge in  $m$  der abgerundeten Grenzen des Moorrestes. Auf diese Weise ergibt sich, dass der Anteil des unterirdischen Abflusses in

horizontalen Richtung in diesem Gebiete weniger als 1% der Gesamtabzuckerung ist.

Die mittlere nicht verdunstende Niederschlagsmenge ist hier, nach einem Vergleich mit Lysimeterdaten für ein ähnliches Gebiet im Königsmoor (D.), auf 0,10 m in 1964 abgeschätzt.

Weil die entwässernden Drängräben schon früher abgedämmt wurden, ergibt sich für 1964 die Menge der Gesamtabzuckerung aus dieser Niederschlagsmenge in m und der Mooroberfläche in m<sup>2</sup>.

Die Durchlässigkeitswerte folgen dem Quotient (Strömungsgeschwindigkeit in m p. J.: Gefälle der Druckhöhe). Aus den Daten ergeben sich geringfügige Durchlässigkeitswerte. Sie belaufen sich z.B. für die untere Algenmuddenschicht auf nur einige Zentimeter p. J. Sogar der ältere Sphagnumtorf ist in den Rändern schwer durchlässig geworden infolge einer stark vergrößerten Lagerungsdichte. Die Moorwasseroberfläche ist da mithin ungewöhnlich gewölbt.

Obwohl diese Umstände der Erhaltung dieses Naturgebietes durchaus zuträglich sind, würde eine technische Absenkung der Druckhöhe im durchlässigen Sanduntergrund den obliegenden Moorwasserspiegel immer noch zerstören können. Diese etwaige Bedrohung wird anhand einiger Daten erörtert.

#### *Literatuur*

BADEN, W., en R. EGGELSMANN. 1961. Moorhydrologische Untersuchungen am Westrand des Steinhuder Meeres zur Feststellung eines unterirdischen Seeabflusses — *Wasser und Boden*, 13e jaargang — december, pp. 403—410.

BADEN W., en R. EGGELSMANN. 1963. Zur Durchlässigkeit der Moorböden — *Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung*, 4e jaargang — deel 4, pp. 226—254.

LEEUWEN, C. G. VAN. — De hoogvenen van Twente. — *Wet. Med. KNNV*, nr. 43, pag. 19-36, 1962.

WASSINK, E. C. — De tegenwoordige vegetatie n de Engbertsdijkvenen te Vriezenveen. — *Ned. Kruidk. Archief* 48, 1938.

WASSINK, E. C. — Enkele sociologische en plantengeografische opmerkingen in verband met de hoogveenvegetatie der Engbertsdijkvenen bij Vriezenveen. — *Ned. Kruidk. Archief* 57, 1950.