

DRAINEREN?

kies voor kwaliteit, dus

HORMAN DRAINAGEFILTERS

- van cocosvezels onder Komo-garantiemerk
- van polypropyleenvezels
- van polystyreenomhulling

Levering via de groothandel.

Inlichtingen: **Horman Drainagefilter B.V.**

Strijenseweg 124a - 3295 KR 's-Gravendeel
Telefoon: 01853-14 00 - Telex: 29077 DEMAN NL



TILLIGTE, DAMWEG 22 - TELEFOON 05412-1444

Voor alle cultuurtechnische werken

Veel ervaring in: **waterbeheersingswerken**
aanleg rioleringen
aanleg sportvelden

Gespecialiseerd in het aanbrengen van diverse taludvoorzieningen.
Het adres voor onderhoudswerken zowel mechanisch als chemisch
t.b.v. waterschappen - gemeenten enz.

G. P. WIND*)

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), Wageningen

Slootpeilverlaging en grondwaterstandsdeling in veenweidegebieden

Inleiding

Om de landbouwkundige gebruiksmogelijkheden van grond te verbeteren, worden in veel polders peilverlagingen uitgevoerd. Deze dienen vooral om de bedrijfszekerheid van rundveehouderijbedrijven te vergroten. Met een peilverlaging wordt de draagkracht van grasland in natte perioden vergroot.

De grondwaterstandsdelingen zijn, blijkens veel waarnemingen van *Schothorst* (1982), geringer dan de peilverlagingen waarvan zij het gevolg zijn. Veelal wordt de vuistregel gehanteerd dat het jaargemiddelde van de grondwaterstand daalt met ongeveer de helft van de peilverlaging. Deze regel is uitsluitend gebaseerd op waarnemingen te velde, die overigens correct werden uitgevoerd op veel plaatsen en gedurende lange tijd.

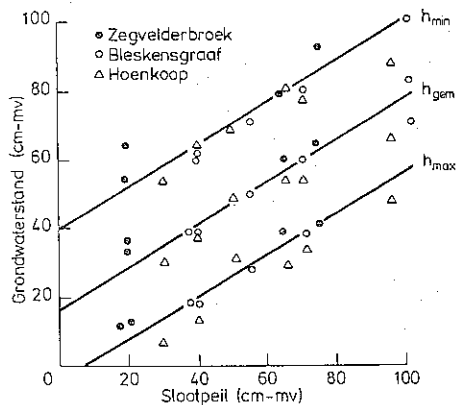
De waarnemingen, het inductieve onderzoek, konden tot dusverre nog niet worden aangevuld met theoretische beschouwingen, het deductieve onderzoek. Deductief moet worden verklaard waarom het verschijnsel dat de grondwaterstanden minder dalen dan de aangebrachte polderpeilverlagingen zo moet zijn als wordt waargenomen. Dan ontstaat de mogelijkheid om te kunnen aangeven welke grondwaterstandsdelingen moeten worden verwacht in afhankelijkheid van de omstandigheden ter plaatse. Speciaal in veenweidegebieden is dit belangrijk omdat verschillen van enkele centimeters reeds van groot belang kunnen zijn in verband met schade aan bouwwerken en aan natuurterreinen.

In dit artikel wordt het resultaat beschreven van een deductief onderzoek naar de relatie tussen slootpeilverlaging en grondwaterstandsdeling.

Waarnemingen

In de jaren zestig en zeventig zijn veel praktijkobjecten en een aantal proefvelden aangelegd om het effect van slootpeilverlaging te bestuderen op draagkracht, opbrengst en inklinking van veengrasland. Daarbij werd de ervaring opgedaan dat de daling van de grondwaterstanden aanmerkelijk geringer was dan de slootpeilverlaging. Dit verschijnsel werd op alle objecten waargenomen. *Schothorst* (1982) compileerde de ervaringen, opgedaan op drie grote ontwateringsproefvelden te Zegveldebroek, Hoenkoop en Bleskensgraaf in het westelijk veenweidegebied (figuur 1). *Schothorst* berekende rechte lijnen voor het verband tussen sloot- en grondwaterstand. Zowel de gemiddelde zomergrondwaterstanden als die in de winter en ook de jaargemiddelden bleken slechts 60% te dalen vergeleken met de slootpeilverlaging.

*) overleden op 17 oktober 1985



Figuur 1. Verband tussen grondwaterstandsdiepte en slootpeil op drie proefvelden, overgenomen van Schothorst (1982). Slootafstanden zijn circa 50 m.
 h_{min} = gem. zomergrondwaterstand = $0,6 h_s + 40$
 h_{max} = gem. wintergrondwaterstand = $0,6 h_s - 4$
 h_{gem} = gem. jaargrondwaterstand = $0,6 h_s + 17$
 h_s = slootpeil

Mogelijke oorzaken

In eerste instantie is er weinig reden om te veronderstellen dat er een belangrijk verschil zou zijn tussen de grootte van de slootpeilverlaging en de grondwaterstandsdaling die daarvan het gevolg is. De hoeveelheid af te voeren water immers, het neerslagoverschot, wordt niet beïnvloed door peilverlaging. Het blijft evenveel regenen en de verdamping blijft vrijwel even groot als tevoren. Derhalve zal na de peilverlaging de drukhoogte van het grondwater boven het slootpeil, de „opbolling” genaamd, even groot moeten zijn als daarvoor.

Bij nadere beschouwing blijkt er toch een vijftal mogelijke oorzaken denkbaar voor het verschijnsel dat de grondwaterstanden minder dalen dan de slootpeilen:

- Bij diepere ontwatering heersen in de wortelzone wat drogere omstandigheden; daardoor zal de verdamping enigszins sterker worden gereduceerd. Dit leidt tot een groter neerslagoverschot, waarvoor een grotere opbolling nodig is.
- Bij diepere ontwatering treedt meer kwel op of minder wegzijging; er is dus een grotere grondwaterafvoer naar de sloten, die een grotere opbolling nodig maakt.
- In de meeste veenweidegebieden is de maximaal mogelijke grondwaterafvoer naar de sloten zeer gering. Een groot deel van het neerslagoverschot stroomt oppervlakkig of via ondiepe greppels af naar de sloot. Bij diepere ontwatering wordt de mogelijkheid van grondwaterafvoer vergroot. De oppervlakkige afvoer neemt dan af. De vergrote ondergrondse afvoer behoeft echter een grotere opbolling dan voorheen nodig was.
- Doordat bij diepere grondwaterstanden de onverzadigde zone dikker is dan bij ondiepe kan door het gewas meer water worden onttrokken aan de grond. Er hoeft dan minder te worden onttrokken aan het grondwater; daardoor zullen de zomergrondwaterstanden minder ver onder het slootpeil dalen.
- Indien de doorlaatfactoren dalen met de diepte onder maaienveld is op een lager niveau van het grondwater een grotere opbolling nodig om het neerslagoverschot af te voeren.

In de volgende hoofdstukken zal de betekenis van elk van deze mogelijke oorzaken worden besproken.

Verdampingsreductie

In droge grond ondervinden planten moeilijkheden bij de opname van water uit de grond. Als gevolg daarvan wordt de werkelijke verdamping kleiner dan de potentiële. De huidmondjes waardoor de waterdampafvoer plaatsvindt, worden door de plant tijdelijk gesloten om zich te beschermen tegen uitdroging. Dit gaat gepaard met een productieverlies doordat het koolzuurgas, de grondstof voor plantengroei, eveneens via de huidmondjes de plant binnen komt. Productieverlies en verdampingsreductie zijn vrijwel evenredig aan elkaar.

De potentiële verdamping bedraagt in een normaal groeiseizoen ongeveer 500 mm, de neerslaghoeveelheid gedurende die tijd omstreeks 350 mm. In een normale zomer kan een gewas de gevallen neerslag in ieder geval verdampen. Als daarnaast geen water uit de grond kon worden opgenomen, is de werkelijke verdamping circa 70% van de potentiële. Bij de slechtst denkbare bodemomstandigheden is de verdampingsreductie van levende planten in een normaal jaar ten hoogste 30%. Op veen- en klei-op-veengronden in de veenweidegebieden is de gemiddelde verdampingsreductie uiteraard veel minder. Wanneer een polderpeilverlaging van 40 cm resulteert in een gemiddelde grondwaterstandsdaling van 20 cm, dan is de gemiddelde opbolling 20 cm gestegen na de peilverlaging. Bij een drainageweerstand van 200 dagen zou daardoor 1 mm per dag meer worden afgevoerd dan voor de peilverlaging. Indien de toegenomen verdampingsreductie daarvoor verantwoordelijk zou zijn, zou deze dus 365 mm per jaar moeten bedragen. Dat bedrag is vele malen te groot om waarschijnlijk te zijn. Pas als een dergelijk perceel ieder jaar tijdelijk in een woestijn verandert, zou de toegenomen verdampingsreductie zo groot kunnen zijn.

Toename van de verdampingsreductie kan dus maar van ondergeschikte betekenis zijn voor de verklaring van het verschijnsel.

Kwel en wegzijging

Naarmate de gemiddelde grondwaterstand lager wordt, neemt de kwel toe of de wegzijging af. Daardoor stijgt de totale hoeveelheid naar de sloot af te voeren water en neemt dus ook de opbolling toe. Bij polderpeilverlaging daalt daardoor het grondwater minder sterk dan het polderpeil. Wil deze tegenkoppeling van enige betekenis zijn dan moet de kwel of de wegzijging niet al te klein zijn in vergelijking met het neerslagoverschot. In het volgende zal de betekenis van de kwel voor het verschijnsel worden toegelicht. Daarbij wordt geen rekening gehouden met het feit dat een polderpeilverlaging ook enige verlaging van de stijghoogte van het diepe grondwater teweeg brengt. Dit is gedaan omdat de waarnemingen van Schothorst meest betrekking hebben op peilverlagingen van beperkte oppervlakte, waarvan nauwelijks invloed op de stijghoogte van het diepe grondwater moet worden verwacht.

De hoeveelheid kwel (q in $\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$) is afhankelijk van het verschil tussen de stijghoogte van het diepe grondwater (h) en de grondwaterstandsdiepte (h^*) alsmede van de weerstand van het afdekkende pakket, de c -waarde (dagen).

$$q = \frac{h - h^*}{c} \quad (1)$$

De hoeveelheid water die vanuit de grond naar de sloot wordt afgevoerd, is de som van de kwel q en het neerslagoverschot n .

$$q + n = \frac{h^* - h_s}{\tau} \quad (2)$$

Hierin is h^* de hoogte van het grondwater (cm), h_s de hoogte van het slootwater (cm) en τ de drainageweerstand (dagen). Alle waarden zijn jaargemiddelden.

Combinatie van (1) en (2) levert de relatie tussen slootwaterstand en gemiddelde grondwaterstand in geval van kwel of wegzijging.

$$h^* = \frac{n\tau c + h_s c + h_s \tau}{\tau + c} \quad (3)$$

De eerste afgeleide van deze functie geeft de verhouding tussen de dalingen van grond- en slootwater:

$$\frac{dh^*}{dh_s} = \frac{c}{\tau + c} \quad (4)$$

Indien de grondwaterstands daling slechts de helft bedraagt van de polderpeilverlaging, $dh^*/dh_s = 0,5$, dan moet de drainageweerstand τ gelijk zijn aan de weerstand c van het afdekkend pakket. Nu zijn de drainageweerstanden in de veenweidegebieden zeker niet klein te noemen ($\tau > 100$ dagen), maar de c -waarden zijn toch meestal meer dan een orde van grootte hoger.

Kwel kan dus slechts zeer gedeeltelijk aansprakelijk zijn voor het verschijnsel dat grondwaterstanden minder dalen dan de grootte van de polderpeilverlaging.

Oppervlakkige afvoer

Algemeen

Het meeste grasland in veenweidegebieden is begreppeld. De gebruikers achten de ondergrondse afvoer van water naar de sloten blijkbaar onvoldoende om hun land te vrijwaren van plasvorming. Het is ook niet te verwachten dat een slootwaterstand van 30 cm onder maaiveld met een drainageweerstand van 200 dagen in staat is het neerslagoverschot af te voeren via ondergrondse afvoer. In die omstandigheid is de maximale afvoer immers slechts 1,5 mm per dag, terwijl de gemiddelde winterneerslag in de buurt van 2 mm per dag ligt. Zelfs een gelijkmatige neerslag van die grootte kan slechts voor driekwart ondergronds worden afgevoerd. Bij de natuurlijke ongelijkmatige neerslagverdeling zal een nog veel groter deel oppervlakkig moeten worden afgevoerd.

Welk gedeelte van het neerslagoverschot echter oppervlakkig wordt afgevoerd, is nog grotendeels onbekend. Pas recentelijk is daarover enig onderzoek verricht door *Steenvoorden en Buitendijk* (1980) in verband met oppervlaktewater-verontreiniging door afgespoelde meststoffen.

Het is voor de hand liggend te veronderstellen dat de oppervlakkige afvoer afhankelijk is van neerslagverdeling en -intensiteit, van de infiltratiecapaciteit van de grond, van de voorgeschiedenis en van de diepte en weerstand van het ontwateringssysteem. Welke

quantitatieve consequenties diverse combinaties van deze factoren hebben, is niet uit metingen bekend. Het kan echter eenvoudig worden geschat met behulp van simulatiemodellen van de onverzadigde zone.

Gebruikt simulatiemodel

Voor de modelberekeningen is gebruik gemaakt van het model FLOW, beschreven door *Wind and Van Doorne* (1975), geïmplementeerd op een microcomputer met CPM-operating system. Dit model berekent dag voor dag de vochtspanningen op verschillende diepten, de grondwaterstand, de drainafvoer, de plasdikte op het maaiveld en de werkelijke verdamping. Daarvoor zijn dagelijkse gegevens nodig van neerslag en potentiële verdamping. Ook de fysische eigenschappen van de grond, de vocht karakteristiek en de $k(h)$ -relatie moeten worden ingevoerd. Als onder-randvoorwaarde worden draindiepte en -weerstand opgegeven. De oppervlakkige afvoer wordt geacht evenredig te zijn met het kwadraat van de plasdiepte boven een zeker minimum:

$$v = R(P_o - P_m)^2 \quad (5)$$

Hierin is v de oppervlakkige afvoer in cm per dag, P_o de plasdiepte (cm) en P_m een minimum-plasdiepte (cm) waarbij nog juist geen oppervlakkige afvoer plaatsvindt en R is de coëfficiënt voor oppervlakkige afvoer. De totale hoeveelheid oppervlakkige afvoer is weinig gevoelig voor de keuze van R en P_m ten gevolge van de tegenkoppelingen in het systeem.

De werkelijke verdamping wordt geacht lineair af te nemen met een toename van de vochtspanning in de bovenste 10 cm van de grond, zodanig dat ze nihil wordt bij een vochtspanning van -16 000 cm ($pF = 4,2$).

Grond en weer

De bodemfysische eigenschappen die bij de berekeningen zijn gebruikt, zijn afkomstig van een veengrond bij Zegveld, beschreven door *Beuving* (1984). Voor de weersomstandigheden werd een standaardbestand gebruikt, genaamd AVERAIN\$. Deze bestaat uit 12 maanden van 30 dagen, waarbij zowel de jaarsom van de neerslag als de potentiële verdamping gelijk is aan de gemiddelde waarden van De Bilt (zie tabel 1). Ook de som-

Tabel 1. Neerslag- en verdampingscijfers (in mm) van het bestand AVERAIN\$, die zijn gebruikt bij de modelberekeningen (langjarig gemiddelde waarden van De Bilt).

Maand	Neerslag	Potentiële verdamping	Maand	Neerslag	Potentiële verdamping
Oktober	70	15	April	55	55
November	100	3	Mei	50	84
December	35	0	Juni	50	105
Januari	110	1	Juli	80	100
Februari	26	8	Augustus	105	68
Maart	55	34	September	45	48
Som winterhalfjaar	396	61	Som Zomerhalfjaar	385	460
Jaarsom	781	521			

Tabel 2. Grondwaterstand, neerslag, werkelijke verdamping, infiltratie vanuit de sloot, ondergrondse en oppervlakkige afvoer voor een veengrond met een ontwateringsdiepte van 25 cm en een drainageweerstand van 200 dagen, gesimuleerd met het bestand AVERAIN\$.

Maand	Gem. grondwaterstand (cm - mv)	Neerslag (mm.mnd ⁻¹)	Infiltratie (mm.mnd ⁻¹)	Werkelijke verdamping (mm.mnd ⁻¹)	Ondergrondse afvoer (mm.mnd ⁻¹)	Oppervlakkige afvoer (mm.mnd ⁻¹)
Oktober	10	70	1	15	20	23
November	2	100	0	3	31	68
December	0	35	0	0	33	5
Januari	1	110	0	1	32	72
Februari	13	26	1	8	18	17
Maart	16	55	5	34	16	13
April	24	55	6	55	8	4
Mei	36	50	18	84	4	1
Juni	51	50	34	104	1	0
Juli	68	80	54	99	0	0
Augustus	26	105	12	68	10	17
September	25	45	6	48	6	0
Jaargemiddelde	23	781	137	519	179	220

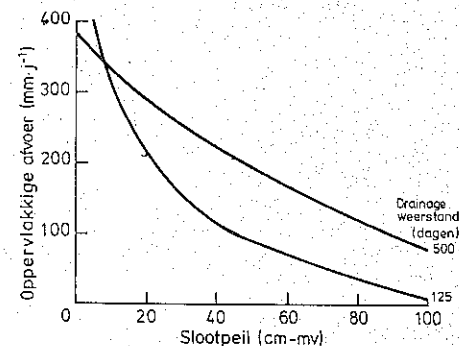
men van de zomer- en winterhalfjaren komen vrijwel overeen met „De Bilt”. Binnen de halve jaren is een variatie van droge en natte dagen en maanden. Het maximale vochttekort in de zomer – som potentiële verdamping minus neerslag – bedraagt 160 mm en wordt bereikt op 15 juli. Met dit bestand als invoer is voor een groot aantal combinaties van ontwateringsdiepte en drainageweerstand de oppervlakkige afvoer en de ondergrondse afvoer berekend. Ook het maandgemiddelde van de grondwaterstand, de werkelijke verdamping en de infiltratie vanuit de sloot hoorden tot de uitkomst.

Tabel 2 geeft een voorbeeld van de uitkomst voor een veengrond met een ontwateringsdiepte van 25 cm en een drainageweerstand van 200 dagen. Voor deze berekeningen is het slootpeil gedurende het hele jaar constant gehouden; ook de drainageweerstand was steeds gelijk. Men ziet dat zowel de ondergrondse als de oppervlakkige afvoer vrijwel beperkt zijn gebleven tot het winterhalfjaar (oktober t/m maart). Dit ondanks het feit dat op 25 juli een dag voorkwam met 30 mm neerslag gevolgd door een dag met 10 mm. Het valt ook op dat ondanks de ondiepe ontwatering de gemiddelde grondwaterstand in juli toch daalt tot 68 cm - mv. Zonder kwel zijn hoge zomergrondwaterstanden ondenkbaar.

Berekeningsresultaat

In figuur 2 is de met FLOW berekende oppervlakkige afvoer uitgezet tegen het slootpeil, voor twee drainageweerstanden. Duidelijk blijkt dat de oppervlakkige afvoer sterk daalt naarmate de ontwatering dieper of intensiever is. De verschillen belopen honderden mm per jaar en zijn daarmee aanmerkelijk groter dan de effecten van kwel en verdampingsreductie.

Voordat verder wordt ingegaan op de betekenis hiervan voor de gemiddelde grondwaterstand is een toelichting op de grootte van de oppervlakkige afvoer op zijn plaats. In figuur 2 vallen twee dingen op die wel enige toelichting vereisen. In de eerste plaats blijkt



Figuur 2. Verband tussen de oppervlakkige afvoer en het slootpeil voor twee drainageweerstanden in een standaard jaar.

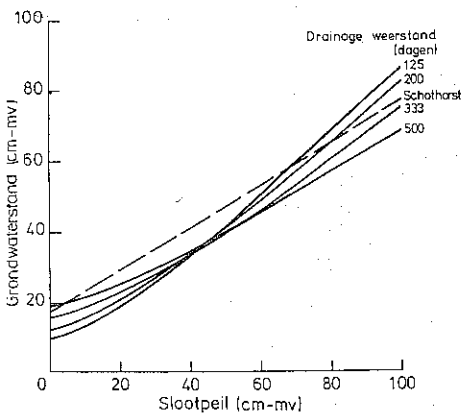
dat de oppervlakkige afvoer op jaarbasis bij zeer ondiepe ontwatering zeer groot is, zelfs groter dan het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping). Op het eerste gezicht lijkt dat nogal onwaarschijnlijk. Maar in feite moet niet alleen het neerslagoverschot worden afgevoerd, doch ook de hoeveelheid water die 's zomers infiltreert vanuit de sloot. Wanneer de ondergrondse afvoermogelijkheid daarvoor ontoereikend is, zoals in extremo bij een slootwaterstand gelijk aan maaiveld, moet een groot deel van de som van neerslagoverschot plus infiltratie oppervlakkig worden afgevoerd.

Een tweede merkwaardigheid is dat de twee lijnen in figuur 2 elkaar kruisen. Bij diepe ontwatering geeft een goede drainage (lage weerstand) minder oppervlakkige afvoer dan een slechte. Dat is ook voor de hand liggend. Maar bij zeer ondiepe ontwateringen is het juist andersom: een goede drainage geeft meer oppervlakkige afvoer dan een slechte. De oorzaak van deze paradox ligt hierin dat de hoeveelheid water die 's zomers vanuit de sloot infiltreert bij kleine weerstanden groter is dan bij hoge.

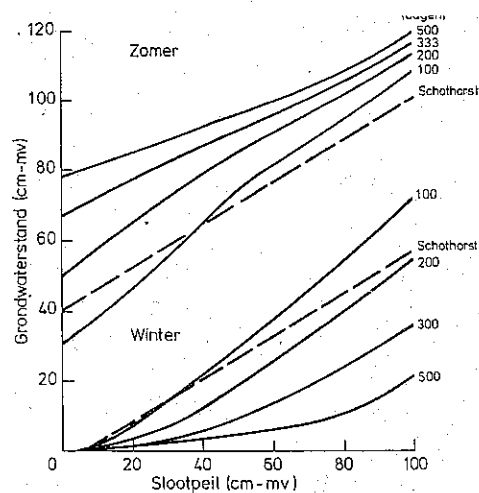
Wanneer de oppervlakkige afvoer groter is dan het neerslagoverschot betekent dat ook dat er een netto opwaartse stroming in de grond bestaat. De jaarlijkse infiltratie is dan groter dan de jaarlijkse ondergrondse afvoer van water. Figuur 2 toont dit voor twee drainageweerstanden in afhankelijkheid van de ontwateringsdiepte. Bij slootpeilen hoger dan 15 respectievelijk 30 cm onder maaiveld is er geen netto neerwaartse stroming zoals in ons klimaat op de meeste plaatsen voorkomt, doch een opwaartse. Dit betekent dat bij zeer ondiepe ontwatering geen grondwaterverontreiniging kan voorkomen, maar dat wel verziltingsgevaar kan bestaan. Dit geldt echter uitsluitend als de hoge slootwaterstanden ook gedurende de zomer worden gehandhaafd.

Gemiddelde grondwaterstanden

De jaargemiddelden van de grondwaterstand, berekend met het model FLOW, voor tien slootpeilen en vijf drainageweerstanden, zijn uitgezet in figuur 3. Ook staat in deze figuur de lijn die Schothorst (1982) heeft waargenomen. Hieruit blijkt een goede overeenstemming tussen de deductieve en de inductieve benadering van het probleem. De lijn van Schothorst is echter recht; dat kon ook moeilijk anders, want de variatie in zijn waarnemingen liet zeker geen verwerking tot een tweedegraads kromme toe. De berekende lijnen zijn evenwel alle krom; hoe kleiner de drainageweerstand, des te krommer. Dat komt doordat de betekenis van de oppervlakkige afvoer voor de grondwaterstand



Figuur 3. Gemiddelde grondwaterstanden per jaar in relatie tot het constante slootpeil bij vier drainageweerstanden in een standaard jaar. Ter vergelijking is de h_{gem} -lijn van Schothorst uit figuur 1 toegevoegd.



Figuur 4. Gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden in relatie tot het constante slootpeil bij vier drainageweerstanden in een standaard jaar. Schothorst's lijnen voor h_{min} en h_{max} uit figuur 1 zijn eveneens weergegeven.

afneemt met de draindiepte. Die afname is van meer belang naarmate de drainageweerstand kleiner is.

Uit figuur 3 valt niet op te maken welke drainageweerstand van toepassing moet zijn op de proefvelden van Schothorst. Maar behalve jaargemiddelden van de grondwaterstand geeft Schothorst ook zomer- en winterwaterstanden. Deze zijn gegeven in figuur 4. Daaruit blijkt dat we zeker niet moeten zoeken in de buurt van de grote weerstanden maar meer tussen 100 en 200 dagen.

Ten gevolge van peilverlaging neemt de oppervlakkige afvoer af; dat heeft tot gevolg dat de gemiddelde grondwaterstanden minder dalen dan de verlaging van het slootpeil. In het gebied van de zeer ondiepe ontwateringen, tussen 0 en 60 cm onder maaiveld dalen de grondwaterstanden met 45 tot 75% van de polderpeilverlaging. Het percentage is groter naarmate de drainageweerstand kleiner is. Bij diepere ontwateringen is het effect van de oppervlakkige afvoer veel geringer. Grondwaterstanden dalen daar dan ook meer, 70 tot 95% van de polderpeilverlaging.

Dikte van de onverzadigde zone

Bij diepere grondwaterstanden is de onverzadigde zone dikker; er kan dan meer vocht aan worden onttrokken dan bij een dunnere onverzadigde zone. Waar het totale verdampingsoverschot gelijk is, zal dus bij diepere ontwatering minder vocht aan het grondwater worden onttrokken. De zomergrondwaterstanden zullen dus bij diep peil minder ver dalen dan bij ondiep peil. Daar tegenover staat natuurlijk dat de grondwaterstanden in de herfst bij diep peil minder snel zullen stijgen omdat het langer duurt voordat het vochttekort in de onverzadigde zone is aangevuld.

De netto betekenis van dit onverzadigde zone effect voor het jaargemiddelde van de grondwaterstand is dus nihil. Het kan geen verklaring zijn voor het bestudeerde verschijnsel.

Met de diepte afnemende doorlaatfactoren

Een veel voorkomende drainageweerstand van 200 dagen komt bij een slootafstand van 50 m overeen met een doorlaatfactor van ongeveer 25 cm per dag. Op grotere diepte zijn aanmerkelijk lagere doorlaatfactoren geconstateerd. Bij diepere ontwatering krijgt het watertransport in de grond te maken met grotere drainageweerstanden. De opbolling die nodig is voor de afvoer van het neerslagoverschot wordt daarmee groter, wat ertoe leidt dat de grondwaterstands daling kleiner is dan de peilverlaging. Bij deze beschouwing wordt uiteraard geen rekening gehouden met oppervlakkige afvoer.

Uitgaande van Schothorst's lijn (figuur 1) voor het jaargemiddelde van de grondwaterstand kan de drainageweerstand worden berekend. Daartoe stelt men de gemiddelde afvoer gelijk aan het neerslagoverschot, $0,75 \text{ mm.d}^{-1}$. Bij een slootpeil van 50 cm onder maaiveld is de opbolling uit figuur 1 gelijk aan 3 cm. Daaruit volgt dat de drainageweerstand 40 dagen moet zijn; deze is immers het quotiënt van opbolling en afvoer. Op dezelfde wijze kan een weerstand van 306 dagen worden berekend bij een slootpeil van 100 cm - mv.

Tussen de drainageweerstanden en de doorlatendheid bestaat een verband, de formule van Hooghoudt:

$$r = \frac{l^2}{8kd} \quad (6)$$

r is hierin de drainageweerstand (dagen), k de doorlaatfactor (cm.d^{-1}), d de equivalentdikte van de doorstroomde laag (m) en l de slootafstand (m). Stelt men $d = 1/8 l$, zoals gebruikelijk, dan is de drainageweerstand het quotiënt van slootafstand (50 m) en doorlaatfactor. De doorlaatfactoren bij slootpeilen van 50 respectievelijk 100 cm - mv zouden dan moeten zijn 125 en 16 cm.d^{-1} . Dit zijn gemiddelden voor het gehele doorstroomde profiel. Een zo grote daling van de doorlatendheid met de diepte kan slechts bestaan als de doorlaatfactoren in de laag 50 tot 100 cm zeer groot zijn, meer dan 10 m.d^{-1} . Dat is in de veenweidegebieden niet het geval.

Afnemende doorlatendheid met de diepte kan dus niet de enige verklaring zijn voor het verschijnsel. Bij ondiepere slootpeilen kan het zelfs helemaal geen verklaring zijn. In figuur 1 is het jaargemiddelde van de grondwaterstand gelijk aan het slootpeil indien dit 42,5 cm bedraagt. De drainageweerstand zou dan nihil zijn. Bij nog ondiepere slootpeilen is de gemiddelde grondwaterstand zelfs dieper dan het slootpeil. Dat zou slechts kunnen worden verklaard met negatieve drainageweerstanden.

Conclusie

Verdampingsreductie, kwel of wegzijging en het feit dat doorlaatfactoren met de diepte afnemen, kunnen het verschijnsel dat grondwaterstanden minder dalen dan de slootpeil-

verlaging slechts zeer gedeeltelijk verklaren. De vermindering van capillaire opstijging vanuit het grondwater vormt in het geheel geen verklaring.

Het verschil tussen de hoeveelheid oppervlakkige (of greppel-)afvoer bij verschillende slootpeilen is verreweg de belangrijkste verklaring voor het verschijnsel. Dit houdt in dat het verschijnsel zich vooral voordoet waar de oppervlakkige afvoer van veel betekenis is en waar ze tevens belangrijk wordt verminderd door diepere ontwatering. Het verschijnsel zal zich dus niet of nauwelijks voordoen bij verlaging van toch al diepe slootpeilen omdat de oppervlakkige afvoer dan reeds klein is in vergelijking met het neerslagoverschot. Het zal zich ook niet voordoen in jaren met droge winters. Daar waar de oppervlakkige afvoer het gevolg is van verharde oppervlakken kan niet worden verwacht dat ze door een polderpeilverlaging sterk afneemt; in stedelijk gebied zal het verschijnsel zich dus niet of nauwelijks sterk voordoen.

In het algemeen zullen grondwaterstanden belangrijk minder dalen dan de aangebrachte slootpeilverlaging in die gebieden waar het oorspronkelijk slootpeil zeer hoog was en ook daar waar grote drainageweerstanden voorkomen.

Samenvatting

In de veenweidegebieden is geconstateerd dat na een slootpeilverlaging de grondwaterstanden minder dalen dan de peilverlaging bedraagt, veelal slechts ongeveer 60% daarvan. Een verklaring voor dit verschijnsel is tot dusver niet gegeven. In dit artikel worden de mogelijke oorzaken op hun quantitative betekenis beoordeeld. De verreweg belangrijkste oorzaak bleek te zijn dat de grootte van de oppervlakkige afvoer sterk wordt beïnvloed door peilverlaging. Dit werd gevonden door toepassing van het model FLOW. Bij diepere ontwatering is het neerslagoverschot dat door de ondergrond moet worden afgevoerd groter en daardoor is een hogere opbolling vereist dan bij ondiepe ontwatering. Het verschijnsel doet zich het sterkst voor bij de verlaging van zeer ondiepe peilen. Verlaging van reeds diepe peilen heeft een vrijwel gelijke grondwaterdaling tot gevolg.

Literatuur

- Bewoing, J.* 1984. Vocht- en doorlatendheidskarakteristieken, dichtheid en samenstelling van bodemprofielen in zand, klei en veengronden. Rapporten n.s. 10. ICW, Wageningen. 26 pp.
- Schothorst, C. J.* 1982. Drainage and behaviour of peat soils. In: H. de Bakker and M. W. van den Berg (eds) Proc. of the Symposium on peat lands below sea level. ILRI-Publ. 30: 130-163. Reports 3. ICW, Wageningen. 18 pp.
- Steenvoorden, J. H. A. M. en J. Buitendijk.* 1980. Oppervlakte afvoer. In: Waterkwaliteit en grondwaterstromingsstelsels. Rapporten en Nota's 5. CHO-TNO, Den Haag: 87-92.
- Wind, G. P. and W. van Doorne.* 1975. A numerical model for the simulation of unsaturated vertical flow of moisture in soils. J. Hydrol. 24, 1/2: 1-20. Tech. Bull. 93. ICW, Wageningen.

16 april 1986: ANWB-Symposium „De toeristisch-recreatieve waarde van het stedelijk gebied”. De Agnietenhof, Tiel. Kosten f 97,50; Inl. tel. 070-26 44 26.

16 april 1986: Symposium Unie van Waterschappen „Ontwikkelingen in het beheer en onderhoud van waterlopen”. De Flint, Amersfoort. Kosten f 42,50. Inl.: tel. 070-46 97 97.

17 en 18 april 1986: Studiedagen Studiekring voor Cultuurtechniek over bruinkoolwinning (effecten op landbouw, waterhuishouding, milieu en landschap (17 april vanaf 15.00 uur inleidingen te Maastricht, 18 april: exc. en inl. in Duitsland). Inl.: tel. 030-85 24 55.

J. A. J. VAN DE LAAR
*Landinrichtingsdienst, Utrecht**)

Natuurtechniek en Landinrichting

- Natuurbehoud en natuurontwikkeling in landinrichtingsprojecten -

Inleiding

Meerdere bronnen geven aan dat de flora en fauna van Nederland gedurende de 20e eeuw in ernstige mate zijn achteruitgegaan. Diverse plante- en diersoorten blijken op vele plaatsen binnen hun natuurlijke verspreidingsgebied te zijn verdwenen. (*Mennema et al.*, 1985; *Van Wijngaarden*, 1982; *Daan et al.*, 1980; *Rijksinstituut voor Natuurbeheer*, 1983). Deze verarming van de natuur is terug te voeren op een drietal belangrijke ontwikkelingen.

In de eerste plaats heeft het toegenomen ruimtebeslag van allerlei menselijke activiteiten (ontginningen, stadsuitbreiding, industrievestigingen etc.) geleid tot een aanzienlijke inperking van de oppervlakte waar óók de natuur zich kan ontplooiën.

In de tweede plaats heeft de aanpak van natuurbehoud aan milieumomstandigheden in het resterende buitenge-

AANVRAAG VAN PUBLICATIE UIT MAG

Naam: Martin van der Scha
Jaar: 1986
Tijd: 16:09 uur

55328

Cultuurtechnische Vereniging (U)
Cultuurtechnisch tijdschrift
Cultuurtechnische Vereniging
FORUM STACKS
AANWEZIG: Jrg. 1 (1)