

NN31545.1306

STARINGSDOOR

NOTA 1306

oktober 1982

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

DE BETEKENIS VAN DE VEEN(WEIDE)GRONDEN VOOR
DE WATERKWALITEIT IN HET WESTEN VAN ONS LAND

ing. H.P. Oosterom
A. v.d. Toorn

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties. Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0130 3961

3 JUNI 1983

JSN184119-01

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Probleemstelling	3
2. BODEMKUNDIGE EN WATERHUISHOUDKUNDIGE ASPECTEN	4
2.1. Bodemvormende processen	4
2.2. Grondwaterstand	8
2.3. Doorlatendheid van het veen	9
2.4. Relatie ontwatering en waterkwaliteit	12
3. EERSTE AANZET VAN EEN BEREKENING OM TE KOMEN TOT EEN STIKSTOF- EN FOSFAATBELASTING VAN HET SLOOT- MILIEU BIJ DIVERSE SLOOTPEILEN	15
3.1. Afvoercomponenten	15
3.2. Bemonstering van enkele watertypes (Resultaten van 1981)	16
3.3. Concentraties in de afvoercomponenten	19
3.4. N- en P-belasting van het slootmilieu	22
4. STIKSTOF- EN FOSFAATGEHALTEN IN HET OPPERVLAKTEWATER	23
4.1. Algemeen	23
4.2. N- en P-balans voor de polder Molenaarsgraaf- Giessen-Oudenbenedenkerk (Alblasserwaard)	25
5. SAMENVATTING EN KNELPUNTEN	27
6. LITERATUUR	31

I. INLEIDING

De Nederlandse bodem bestaat voor 15% uit veengronden. Het grootste gedeelte hiervan ligt in grasland. Binnen de benaming veengronden kunnen zich echter grote verschillen voordoen in de profielopbouw van de bovengrond. Volgens de classificatie van STIBOKA spreekt men van een veengrond wanneer tussen de 0 en 80 cm meer dan 40 cm veen of venig (moerig) materiaal aanwezig is. Ook de klei-op-veen gronden met een kleidek dunner dan 40 cm vallen onder de veengronden. Bovendien moet het organische stofgehalte daarbij hoger zijn dan 22,5% bij een hoog lutum gehalte in het veen en bij afwezigheid van lutum moet het boven de 45% liggen. Het oppervlak van de veengronden onderverdeeld naar verschillen in profiel staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Oppervlakte (ha) van veengronden (moerige gronden, klei-op-veen en laagveen) in Nederland (VAN WALLENBURG, 1969)

	Nederland	Westen van het land
Moerige gronden + veengronden in droogmakerijen	38 500	37 000
Klei-op-veen	102 000	46 000
Veengronden	238 000	132 000

Het grootste gedeelte van deze gronden lag bij de ontginning in de Middeleeuwen iets boven of ongeveer op zeeniveau (BENNEMA, 1954). Door het graven van sloten bleek toen een zo goede ontwatering te worden verkregen dat op deze gronden akkerbouw uitgeoefend kon worden.

Door de vrij grote drooglegging en het plegen van akkerbouw trad echter een sterke zakking op, zodat de ontwatering al na enkele eeuwen weer te wensen overliet en de akkerbouw verdween. Vanaf die tijd worden deze veengronden algemeen gekenmerkt door hoge slootpeilen. Tabel 2 geeft een beeld van de drooglegging van enige veenweide-polders, afgeleid van de waterstaatskaarten.

Tabel 2. Zomerpeil en maaiveldhoogte (m.-NAP) en drooglegging (m) van enige veenweidepolders (HAVINGA, e.a. 1971)

Polder	Zomerpeil (m + NAP)	Maaiveld (m + NAP)	Drooglegging (m - mv.)
Ronde Hoep	2,30	2,10	0,20
Wilnis, Demmerik	1,85	1,60-1,70	0,25-0,15
Portengen	1,75	1,50-1,60	0,25-0,15
Kamerik-Mijzijde	1,70	1,40	0,30
Zegveld (Dorp)	1,94	1,50-1,70	0,44-0,24
Meyepolder	2,36	1,80-2,10	0,56-0,26
Reeuwijk	2,09	1,70-1,90	0,40-0,20
Kamerik-Teylingens	1,73	1,50-1,60	0,23-0,13
Lange Weide	2,12	1,70-1,90	0,42-0,22
Assendelft	1,50	1,30-1,50	0,20-0,00
Westzaan	0,95	0,80-0,90	0,25-0,05
Oostzaan	1,25	1,00-1,10	0,25-0,15
Waterland	1,43	1,10-1,20	0,33-0,23

Uit deze gegevens blijkt dat de gemiddelde drooglegging van deze polders in de zomer niet meer dan 30 cm bedraagt. In het veengebied boven het Noordzeekanaal is de gemiddelde drooglegging niet meer dan 20 cm. De winterpeilen zijn zelden meer dan 10 cm lager dan de zomerpeilen, zodat de gemiddelde drooglegging niet groter is dan 40 cm. In het kader van landinrichtingsplannen is door de waterschappen de laatste decennia wel incidenteel enige peilverlaging toegepast. In het algemeen worden hoge polderpeilen nog steeds gehandhaafd uit

vrees voor de gevolgen, zoals zakking van het maaiveld, verdrogingsverschijnselen en aantasting van funderingen. Economisch gezien betekent peilverlaging indirect een niet geringe inkomstenverbetering voor de agrarische ondernemer (AUSEMS, 1980) waardoor in de toekomst de belangstelling van agrarische zijde om tot een diepere ontwatering over te gaan zeker zal toenemen. Een ontwikkeling die mogelijk ook gevolgen kan hebben voor de kwaliteit van het slootmilieu. Veranderingen in het leefmilieu van de sloot als gevolg van een peilverlaging hebben reeds de aandacht van universiteiten en onderzoeksinstituten. DE BOER (1977) doet verslag over de effecten van polderpeilverlagingen in het eindrapport van het floristisch onderzoek, verricht door studenten van de V.U. in opdracht van VOMIL. Hij concludeert dat enerzijds de vegetatie van sloten met laagpeil aanzienlijk soorten armer is dan de vegetatie van sloten met hoog peil. Anderzijds werd geconstateerd dat de waterkwaliteit sterk veranderde door een stijging van de stikstof- en fosfaatconcentraties.

STEENVOORDEN, e.a. (1975) concludeerden uit een incidenteel onderzoek in de Vijfheerenlanden dat de gevolgen voor de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater voornamelijk aanwezig zijn in verhoogde Ca-, Mg- en SO_4 -gehalten. Minder aandacht kregen tot nu toe de indirecte oorzaken van de veranderde waterkwaliteit, waarbij gedacht moet worden aan waterhuishoudkundige processen zoals grondwaterstroming, oppervlakkige afstroming en bodemkundige processen van fysische, chemische en biologische aard.

In deze nota zal enige informatie gegeven worden van onderzoeken, die betrekking hebben op voornoemde problematiek. Tevens zullen de resultaten besproken worden van wateranalyses om te komen tot een stikstof- en fosfaatbalans van een veensloot.

1.1. P r o b l e e m s t e l l i n g

In laagveengebieden wordt om uitéénlopende redenen het slootpeil veelal hoog gehouden, zowel in de zomer- als in de winterperiode. Door de sterk toenemende intensivering van het landbouwkundig bodemgebruik na W.O.II neemt de behoefte aan een goede draagkracht van de bodem toe. In de meeste gevallen is een verbetering van de draagkracht

te bewerkstelligen door een diepere ontwatering, waardoor de overschrijdingsduur van hoge grondwaterstanden afneemt. Door beïnvloeding van de grondwaterstand verandert tevens de hydrologische situatie en de aeratie van de bodem (fig. 1). In het voorjaar van 1981 is vanuit het ICW een onderzoek gestart op een aantal bedrijven met een verschillende ontwateringssituatie. Het doel van het onderzoek is om de effecten te bestuderen van de ontwatering op de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater (OOSTEROM, 1981).

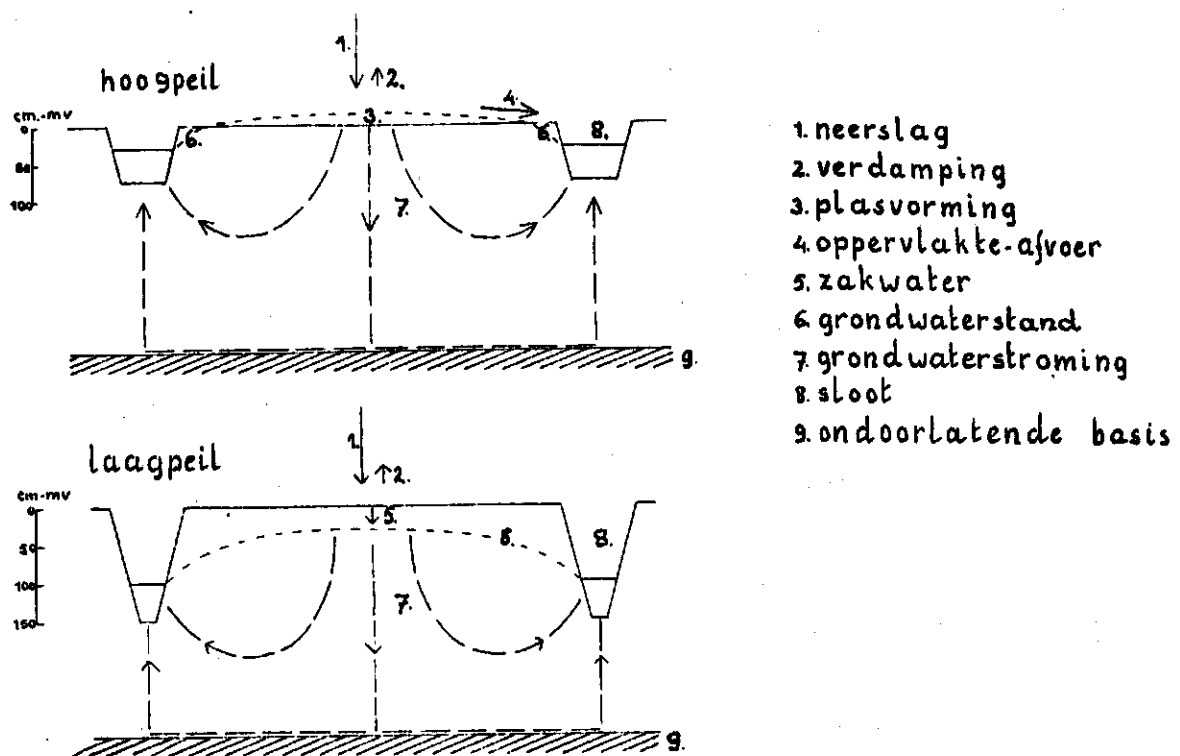


Fig. 1. Afvoer van het neerslagoverschot bij hoog en laag slootpeil - schematisch

2. BODEMKUNDIGE EN WATERHUISHOUDKUNDIGE ASPECTEN

2.1. Bodemvormende processen

Veevorming treedt op in een milieu, waarin de vorming van organische stof de afbraak overtreft. Onder Nederlandse omstandigheden

vindt dit plaats bij een overmaat aan water (reducerend milieu). In een zuur milieu zal het vormingsproces nog versneld worden. Afbraak van organische stof zal niet volledig plaats kunnen vinden vanwege conserverende omstandigheden. Alleen de gemakkelijk afbreekbare stoffen, zoals sommige koolhydraten en eiwitten ondergaan een humificatie, waarbij afbraakproducten in oplossing komen. De meer resistente verbindingen zoals lignine en cellulose worden weinig of niet aangetast. De mate waarin dit proces plaatsvindt hangt weer sterk samen met de soort planten, die de organische stof leveren. En de vegetatie die de org. stof moet leveren, wordt weer bepaald door de aanwezige groeiomstandigheden en met name de chemische rijkdom van het watermilieu. Naar de rijkdom aan mineralen onderscheiden we oligotrofe, mesotrofe, eutroof zoete en eutroof brakke milieus (VAN DER HEIJ, 1966).

Het ontstaan en de aanwezigheid van een bepaald milieu wordt grotendeels bepaald door geografische en hydrologische omstandigheden, zoals blijkt uit de volgende beschrijving:

- het oligotrofe milieu wordt uitsluitend gevoed met zeer voedselarm regenwater. De venen, die hierin ontstaan zijn de mosvenen en het spalterveen (onder zeer natte omstandigheden)
- het mesotrofe milieu bevat eveneens weinig voedingsstoffen door de ligging op de grens van oligotroof naar eutrofe gebieden. Ook daar waar in zandgebieden kwel voorkomt ontstaat dit milieu. Hierin ontwikkelt zich fijn zeggeveen, verder kunnen gevormd worden berkenveen en bladmosveen
- het eutroof zoete milieu wordt gekenmerkt door voedselrijk en vaak ook kleibevattend rivierwater. De venen in dit milieu noemt men bosvenen; naar het lutumgehalte vindt er nog een onderverdeling plaats. Broekveen (of elzeveen) wordt gevormd op de overgang van mesotroof naar eutroof zoet water
- het eutroof brakke milieu bestaat uit zoet water gemengd met zeewater. Hierin kan rietveen ontstaan onder te verdelen naar lutumgehalte. Bij een afnemende invloed van de zee krijgt het riet-zeggeveen de overhand.

Als gevolg van het ontstaan in zeer verschillende chemische milieus, bestaan er tussen de veensoorten onderling grote verschillen

in fysische en chemische eigenschappen. De fysische eigenschappen hebben betrekking op de verhouding grof (niet omgezet) en fijn (veraard) materiaal en het waterbindend vermogen. Naarmate er minder omzettingen hebben plaatsgevonden, is het waterbindend vermogen groter. De oorsprong van de mineraal samenstelling van het veen ligt in het groeimilieu van de planten. Dit geldt voor kalk, kali, fosfor en vooral stikstof. Zoals fig. 2 laat zien varieert het N-gehalte van 0,65% (jong veenmosveen) tot 4 à 5% (zeer eutrofe bagger). Een goede maat voor de chemische rijkdom is eveneens de C/N verhouding. Organische stof bestaat voor circa 54 - 58% uit koolstof, waarvan het C/N quotiënt van jong veenmosveen tot zeer eutrofe bagger varieert van respectievelijk 85 tot 12 à 15 (fig. 2).

In fig. 3 staat het stikstofverloop in het profiel weergegeven van twee algemeen voorkomende veenprofielen. Uit deze figuur blijkt dat door verwerking en veraarding in de oxidatiezone (de zone, die zich in de zomermaanden boven het grondwater bevindt) het stikstofgehalte hoger ligt dan in het moedermateriaal, hetgeen tot een hoger C/N-quotiënt leidt. Volgens SCHOTHORST (1978) wordt jaarlijks bij een slechte ontwatering 4 ton org. stof per ha afgebroken. Uitgaande van 4% stikstof levert dit 160 kg N op. De helft hiervan komt beschikbaar voor het gewas. Een ander deel zal vermoedelijk aangepakt worden door lagere organismen, hetgeen een stijging van het N-gehalte in de blijvende organische stof tot gevolg heeft. Ook kan nog een gedeelte in de atmosfeer verdwijnen via chemisch-biologische processen of in oplossing blijven om vervolgens in de wintermaanden uit te spoelen. De oxidatie oftewel afbraak van het veen wordt versterkt door verlaging van de waterstand. De hierbij vrijkomende mineralen leiden vervolgens tot een stijging van de gewasopbrengsten. Opbrengsten bij een slechte ontwaterings-situatie en een bemesting van 150 à 200 kg N.ha⁻¹ zijn gelijk aan de opbrengsten bij een diepe ontwatering zonder bemesting (SCHOTHORST, 1978). Ook van de stikstof die bij een diepere ontwatering vrijkomt is slechts de helft beschikbaar voor het gewas. De vraag hoeveel hiervan uitspoelt dient uit het oogpunt van de waterkwaliteit nader onderzocht te worden. Opgemerkt dient te worden dat in de

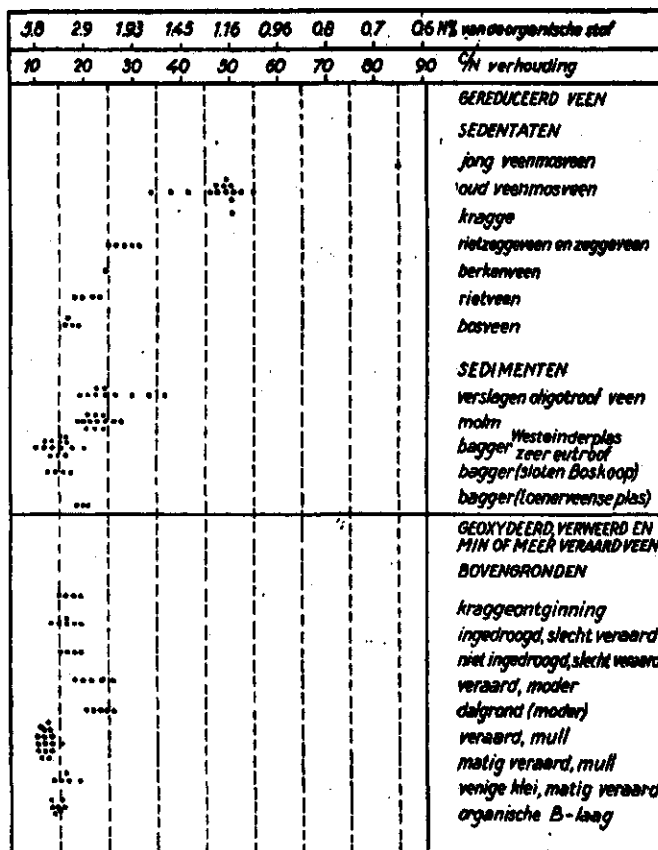


Fig. 2. Stikstofgehalte of C/N-verhouding van de organische stof van een veen of venig materiaal

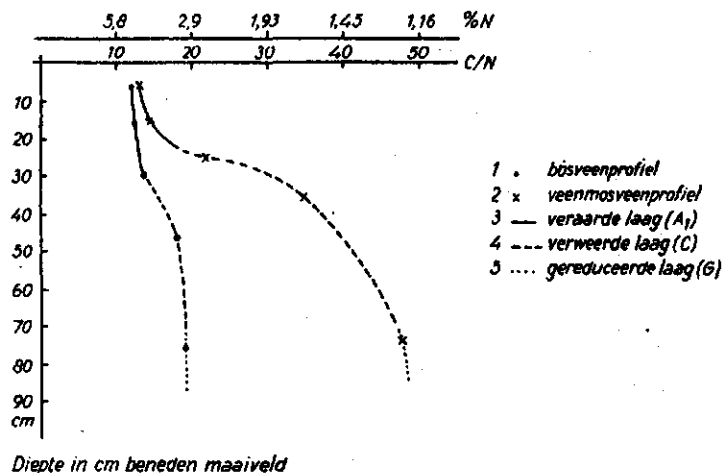


Fig. 3. Het verloop van het C/N-quotiënt van de organische stof bij een bosveen- en een veenmosveengrond met een veraarde bovengrond in het veengebied van Holland

reductiezone eveneens processen plaatsvinden (SIEBEN, 1974) waarbij mineralen vrijkomen, die een bijdrage leveren aan de concentraties in het diepe grondwater.

2.2. G r o n d w a t e r s t a n d

De grondwaterstand wordt in het algemeen behalve door het slootpeil, ook mede bepaald door neerslag en verdamping, de doorlatendheid, slootafstand en het al of niet voorkomen van kwel.

Volgens het rapport van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland TNO (VISSER, 1958) heeft 2/3 deel van de veenweidegronden (250 000 ha) in de winter een gemiddelde grondwaterstand van minder dan 0,20 m -mv. Op de bodemkaart van Nederland (STIBOKA, 1969) zijn deze gronden ingedeeld bij Gt II met als aanduiding voor de GHG tot in het maaiveld en voor de GLG 50-80 cm beneden maaiveld. In de zomer daalt het grondwater tot enkele tientallen centimeters onder slootniveau bij aanwezig hoog peil.

Het effect van polderpeilverlaging resulteert in een verlaging van de grondwaterstand. Op het ontwateringsproefveld Bleskensgraaf kwam het grondwater in de wintermaanden bij een slootpeil van 1,00 m -mv nimmer hoger dan 0,30 m -mv. Bij een slootpeil van 0,70 m -mv slechts enkele dagen en bij het traditionele polderpeil van 0,40 m -mv kwam in gemiddeld 55% van de tijd deze overschrijding voor (SCHOTHORST, 1972).

Ook uit de resultaten van andere ontwateringsproefvelden blijkt, dat een bepaalde peilverlaging een grondwaterstandsdeling tot gevolg heeft, zowel in droge als in natte tijden. De grootte van de daling bedraagt gemiddeld 50% van de slootpeilverlaging (fig. 4). Dit geldt echter alleen bij slootafstanden tussen de 40 en 60 m.

Indien de slootafstanden groter zijn is ook een grotere peilverlaging noodzakelijk om hetzelfde effect op de grondwaterstand te krijgen. Verlaging van de grondwaterstand door de aanleg van drainage heeft slechts tot geringe afvoerverbeteringen geleid. Sterke verlaging van de grondwaterstand doet zich eveneens voor bij veenpolders met goed doorlatende ondergrond, gelegen naast een uitgeveende polder.

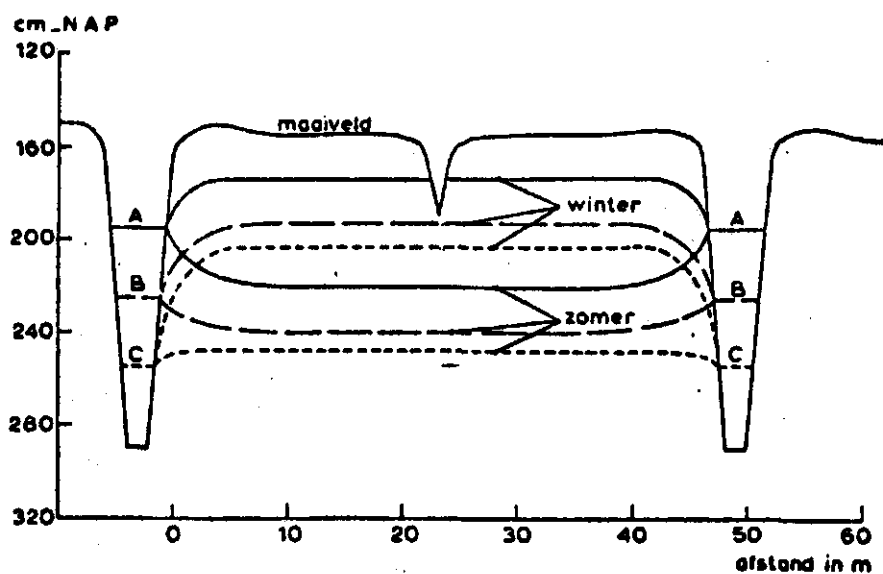


Fig. 4. De gemiddelde winter- en zomergrondwaterstand bij slootpeil A: 40 cm -mv, B: 70 cm -mv en C: 100 cm -mv op het proefveld te Hoenkoop

2.3. Doorlatendheid van het veen

Het effect van waterhuishoudkundige maatregelen zoals peilverlaging en peilbeheersing, hangt bij een gegeven ontwaterings-situatie in hoge mate af van de doorlatendheid van het veen. De doorlatendheid van de bovengrond, de oxidatie zone, is belangrijk voor een snelle afvoer naar het grondwater. Op het ROC voor het westelijk veenweidegebied te Zegveld is een veldonderzoek geweest naar de doorlatendheid van verschillende lagen in het homogene veenprofiel. De doorlatendheid is in het algemeen zeer goed en neemt af met toenemende diepte.

Tabel 3. De doorlatendheid met toenemende diepte in een homogeen veenprofiel: een koopveengrond (HAVINGA e.a., 1971)

Laag (m -mv)	K-factor (m. etm.)
0,30 - 0,50	1,95
0,50 - 0,70	0,93
0,70 - 1,00	0,18

De goede doorlatendheid van de bovengrond is ook met name van belang, doordat hierin de greppel ligt, die als ontwateringsmiddel een belangrijke functie vervult voor de ondiepe grondwaterstroming.

De doorlatendheid op grotere diepte (> 60-80 cm -mv) is van belang voor de diepe grondwaterstroming die naar de sloot plaatsvindt in een periode met hoge grondwaterstand. Uit metingen van een groot aantal doorlaatfactoren in verschillende veenprofielen, blijkt dat bosveen- en broekveengebieden de grootste doorlatendheid bezitten (tabel 4). In gebieden met mosveen in de ondergrond zal hierdoor verlaging van het slootpeil om tot een betere ontwatering te komen doorgaans minder effect sorteren.

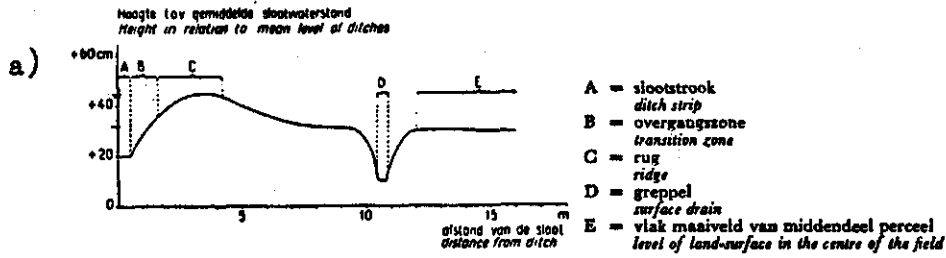
Tabel 4. Relatieve frequentie van doorlaatfactoren (m. etm.⁻¹) van enkele veengronden (VAN WALLENBURG, 1969)

Veensoort en laagdikte	Doorlaatfactoren (m.etm ⁻¹)					Aantal waarnemingen
	<0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	>2	
Mosveen (30 à 60 - 110 cm)	13	77	10	-	-	31
Zeggeveen (50 à 60 - 110 cm)	-	62	20	13	5	24
Rietveen (30 à 45 - 110 cm)	-	58	25	17	-	12
Bosveen, broekveen (40 à 65 - 110 cm)	-	23	40	26	11	35

Doorlatendheidsmetingen in veengronden geven over het algemeen een zeer grote spreiding te zien. De laatste jaren zijn de methoden voor metingen van zowel de horizontale als verticale doorlatendheden sterk verbeterd (DEKKER e.a., 1981).

In sommige veengebieden is op enige afstand van de sloot sprake van een slecht doorlatende zone, het zogenaamde 'slootkant effect' (fig. 5). Vanaf de sloot zijn de volgende zones te onderscheiden:

- de slootstrook, uitgetrapte grond door het vee
- de overgangszone, waarin de slechte doorlatendheid aanwezig is
- de rug, een zone waarin de doorlatendheid weer toeneemt.



Schematisch beeld van de ligging van het maaiveld van een perceel met een slootstrook.
Sketch of the position of the land surface of a field with a ditch strip.

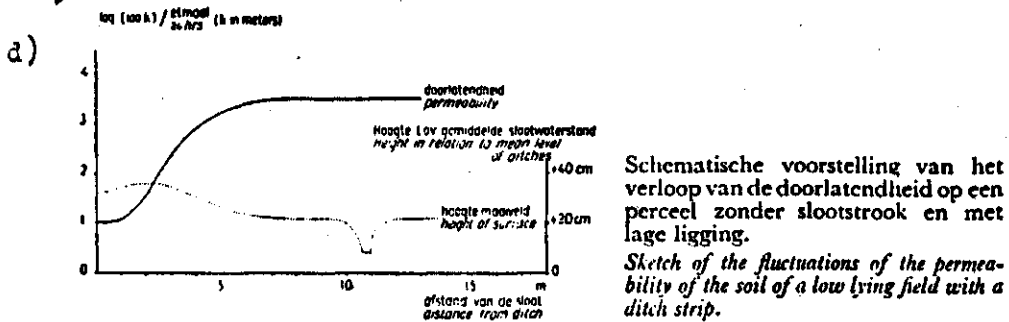
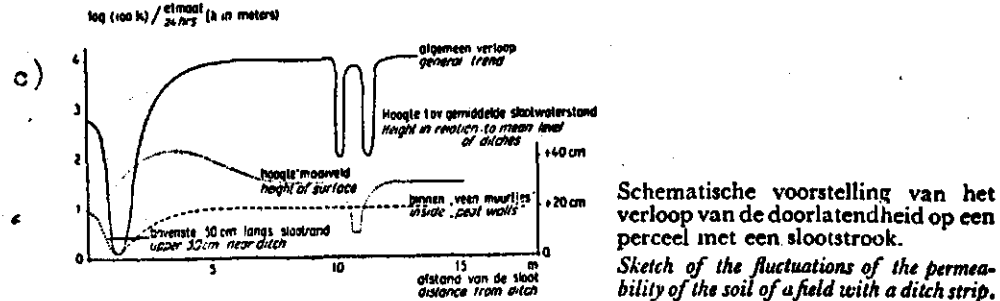
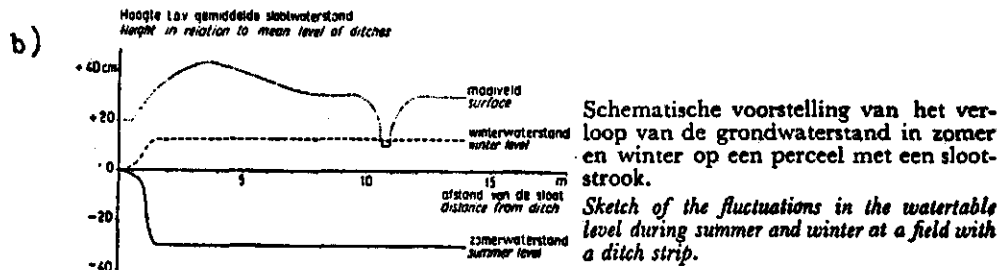


Fig. 5. Aspecten van het 'slootkant effect' in schema (SONNEVELD, 1954)

De aanwezigheid van de overgangszone manifesteert zich door een horizontaal verloop van het grondwaterniveau over de gehele breedte van het perceel gedurende het gehele jaar. In deze zone vindt een scherpe stijging plaats van de grondwaterstand in de winter en een scherpe daling in de zomer (fig. 5b). Onderzoekingen naar dit verschijnsel zijn verricht door SONNEVELD (1954) in het klei-op-veen gebied ten noorden van Maassluis. Op de onderzochte percelen met slootstrook komt deze slecht doorlatende zone algemeen voor (zogenoemde weidepercelen). De minimum doorlatendheden lopen uiteen van 0,12 tot 0,15 m.etm.⁻¹. Verder van de sloot neemt de doorlatendheid over korte afstand weer sterk toe. In vele gevallen het 1000-voudige van de waarden in de overgangszone, veroorzaakt door aanwezige scheurtjes in het veen, gelegen tussen zogenaamde veenmuurtjes. Deze muurtjes vormen een compacte massa, waarin de doorlatendheden niethoger komen dan 0,1 m.etm.⁻¹ (fig. 5c), hetgeen overeenkomst vertoont met de gemeten waarden in tabel 4. Het 'slootkant effect' is ook aanwezig bij greppels, hoewel de minimum doorlatendheden minder laag zijn dan bij de sloot. Op percelen waar de slootstrook ontbreekt, de zogenaamde hooilandpercelen met een lage ligging ten opzichte van polderpeil, heeft de doorlatendheidscurve een ander verloop. Eveneens bij de greppels in deze zeer laag gelegen en daardoor natte percelen doet zich dit verschijnsel niet voor (fig. 5d).

2.4. R e l a t i e o n t w a t e r i n g e n w a t e r k w a l i - t e i t

Wanneer in het naseizoen de neerslag de verdamping zal gaan overtreffen, treedt er een stijging op van het grondwater tot in de zode ('het land sopt') en zelfs tot aan maaiveld zodat er plassen kunnen ontstaan. Wanneer deze laatste situatie zich veelvuldig voordoet is een goed onderhouden greppelstelsel een eerste voorwaarde om het overtollige water af te voeren. De kwaliteit van het afgevoerde greppelwater zal sterk onder invloed staan van de hoeveelheid afstromend water over het maaiveld naar de greppel. Met name wanneer korte tijd daarvoor drijfmest is uitgereden kunnen de stikstof- en

fosfaatgehalten in het greppelwater door een oppervlakte-afvoer gebeurtenis aanvankelijk hoog oplopen. Tabel 5 toont enkele resultaten, weliswaar niet afkomstig uit het veenweidegebied, maar van een laag gelegen zandgrond. Op laaggelegen gronden zijn momenten in de wintermaanden, waarop de draagkracht voldoende is om drijfmest uit te rijden echter schaars. Wanneer de keuze mogelijkheid bestaat tussen goed ontwaterde en slecht ontwaterde percelen dan krijgen de natte percelen veelal minder drijfmest (tabel 6). De meeste bedrijven in het veenweidegebied hebben geen keuzemogelijkheid en zijn voor een goede draagkracht daarom uitsluitend aangewezen op een vorstperiode. Wanneer na een vorstperiode waarin bemest is, een periode met veel neerslag volgt, zal dit veelal aanleiding geven tot afspoeling van meststoffen naar de greppel en vervolgens naar het open water. Naarmate de drooglegging van een perceel gunstiger is zal de frequentie van een oppervlakte-afvoer gebeurtenis kleiner worden.

Tabel 5. Fosfaat en stikstofgehalten in oppervlakkig afstromend water op slecht ontwaterde zandgrond tijdens lichte dooi (OOSTEROM, 1979)

Bemonsteringstijdstip	2-2-79				12-2-79	
	FR	AR	ER	DR	(12.00)	(18.00)
Perceelscode*					AR	AR
Totaal-P (mg.P.l ⁻¹)	0,13	0,46	1,2	15,2	26,4	10,6
Totaal-N (mg.N.l ⁻¹)	2,3	3,5	4,6	30,3	610	280

*perceel FR: in november '78 gediëpploegd, ingezaaid en bemest met 500 kg 18+7+7+7 (N+P+K+CaO)

AR: op 12-2-79 20 ton RDM ontvangen om 10.00 uur v.m.

ER: half december 1978 20 ton RDM uitgereden

DR: 20 ton RDM uitgereden op 17 januari

Tabel 6. Verband tussen draagkracht van de zode en uitrijden van drijfmest op R.O.C.-Zegveld (SCHNEIDER, 1977)

Maand	Draagkracht (kg/cm ²)		Drijfmest (m ³)	
	normaal peil	verlaagd peil	normaal peil	verlaagd peil
Oktober '74	4,4	6,5	0	96
November	3,9	6,7	38	118
December	3,7	6,2	0	79
Januari '75	4,0	5,7	0	90
Februari	4,9	6,6	0	0
Maart	4,7	6,3	11	14
Gem.	4,3	6,3	Totaal 49	379
Gem. (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	3,4	27,3

Hoe de afvoerverhoudingen in een jaarcyclus liggen tussen afstroming, grondwaterstroming naar sloot en naar greppel bij verschillende ontwateringssituaties is niet direct uit onderzoeken bekend. Daarentegen kan deze verhouding tussen percelen onderling nog weer verschillen, vanwege de heterogeniteit van de ondergrond, het wel of niet optreden van het reeds genoemde 'slootkanteffect' en de hydrologie van de lagen in de diepere ondergrond. Bij de aanwezigheid van een merkbare wegzijging zal bij een zelfde slootpeil de grondwaterstand voortdurend een daling te zien geven. De wegzijging kan een zodanige grootte hebben dat het neerslag overschot op deze wijze geheel tot afvoer komt, waardoor geen enkele belasting van het aanwezige open water vanuit het perceel optreedt. Kwel roept uiteraard een geheel tegenovergesteld beeld op.

De verhouding van de grootte der verschillende afvoercomponenten in samenhang met de concentraties aanwezig in deze afvoeren zijn bepalend voor de belasting van het slootwater. Aan de hand van de gevonden resultaten in de Alblasserwaard en Zegveld zal onder aanname van gegevens een stoffenbalans van een sloot bij verschillende ontwateringspeilen, samengesteld worden, hetgeen in het volgende hoofdstuk besproken wordt.

3. EERSTE AANZET VAN EEN BEREKENING OM TE KOMEN TOT EEN STIKSTOF- EN FOSFAATBELASTING VAN HET SLOOTMILIEU BIJ DIVERSE SLOOTPEILEN

3.1. Afvoerc omponenten

Het jaarlijks neerslagoverschot in Nederland bedraagt voor grasland circa 300 mm. Dit neerslagoverschot kan op 3 manieren tot afvoer komen, te weten via:

- diepe grondwaterstroming naar open water (sloot)
- ondiepe " " " " (greppel)
- oppervlakkige afstroming naar greppel.

Een globale afvoerverdeling van het neerslagoverschot over deze componenten kan voor een sloot met laag peil afgeleid worden uit resultaten van de ontwateringsproefvelden (hoofdst. 2.2). Hieruit blijkt dat oppervlakteafvoer bij deze situatie achterwege blijft. Het grondwater komt zelden hoger dan 30 cm -mv. Voor zover greppels nog aanwezig zijn, hebben ze nauwelijks meer een afwateringsfunctie. Hieruit volgt dat het neerslagoverschot voor nagenoeg 100% afgevoerd wordt via de diepe ondergrond naar de sloot.

De grootte van de afvoerc omponenten voor een sloot met hoog peil kan men op een andere wijze benaderen. OUD (datum niet bepaald) geeft voor poldergebieden een berekening om te komen tot een goede waterafvoer. Hij gaat ervan uit dat bij landbouwpercelen 1/3 deel van de totale afvoer afkomstig is van oppervlakkige afstroming. Het overige deel wordt via de ondergrond afgevoerd. Uitgaande van de algemene gedachte dat bij een ondiepe ontwatering een greppel de functie heeft van een kleine sloot is het een reële aanname dat van de grondwaterafvoer 50% via de greppel en 50% via de sloot plaatsvindt. In het eerste geval is er sprake van ondiepe grondwaterstroming en in het tweede van een diepe grondwaterstroming. Lokale invloeden kunnen veel veranderen aan deze verdeling, waarbij gedacht moet worden aan de onderhoudstoestand van de greppel, de aanwezigheid van het 'slootkanteffect', verschillen in doorlatendheid van boven- en ondergrond en mogelijk nog andere factoren (zie hoofdstuk 2).

Tabel 7. Een globale afvoerverdeling van het neerslagoverschot van een perceel met een laag en hoog slootpeil

Afvoer component	Afvoer in mm bij	
	laag slootpeil	hoog slootpeil
Oppervlakte-afvoer	0	100
Ondiepe grondwaterafvoer	0	100
Diepe grondwaterafvoer	300	100
Totale afvoer	300	300

3.2. B e m o n s t e r i n g v a n e n k e l e w a t e r t y p e s (Resultaten van 1981)

In 1981 is een oriënterend onderzoek gestart naar gehalten in het grondwater binnen een perceel, onder de slootbodem en in sloot- en greppelwater. Het onderzoek heeft voornamelijk plaatsgevonden in de A l b l a s s e r w a a r d, bij verschillende ontwateringsniveau's, waarbij de bodem bestaat uit een circa 40 cm dik kleidek, overgaand in veen (een zogenaamde waardveengrond). Incidenteel is ook een bemonstering uitgevoerd in Z e g v e l d, waar de bodem bestaat uit een bosveenpakket met een iets kleihoudende bovengrond (een zogenaamde koopveengrond).

De volgende bemonsteringen hebben plaatsgevonden:

- h e t b o v e n s t e g r o n d w a t e r. Het grondwater van enkele percelen is bemonsterd in de winterperiode '80/'81 en in de zomer van '81. Uit 24 boorgaten, die tot circa 50 cm in het grondwater reiken, wordt het toestromende water verzameld, waaruit vervolgens een mengmonster is samengesteld. In de wintermaanden bevindt het grondwater zich hoog in het profiel. In de zomermaanden echter zakt de grondwaterspiegel tot circa 80 à 120 cm -mv. zodat het bovenste grondwater zich derhalve in een geheel andere zone bevindt. Met behulp van deze bemonsteringen is de samenstelling bekend in zowel de oxidatie als de reductiezone van het bodemprofiel

- **d i e p g r o n d w a t e r.** Keramische potjes bevestigd aan een pvc-buis worden langs de slootkant circa 1 m in de veenmassa gestoken. Op deze wijze wordt de diepe grondwaterstroming naar de sloot ondervangen. Het grondwater passeert door de overdruk de wand van het potje en verzamelt zich in de buis. Door in een zelfde sloot meerdere potjes te plaatsen kan voldoende water verzameld worden om een representatief monster te verkrijgen. De buizen zijn vooraf aangezuurd met HNO_3 om neerslag van fosfaat met ijzer te voorkomen. Met behulp van deze bemonstering is de concentratie vastgesteld aan opgeloste stoffen in het toestromende diepe grondwater.
- **g r e p p e l w a t e r.** Op momenten dat het freatisch vlak zich onder het maaiveld bevindt, is oppervlakte-afvoer afwezig. De greppelafvoer wordt dan in stand gehouden door toestromend grondwater. Gezien de goede doorlatendheid van de bovenste zone van het profiel (tabel 3) zal dit hoofdzakelijk ondiep grondwater zijn. Onder deze omstandigheden zijn de greppelafvoeren bemonsterd.
- **o p p e r v l a k t e w a t e r.** Op plaatsen waar voorgaande bemonsteringen zijn uitgevoerd is incidenteel ook het oppervlaktewater bemonsterd. Behalve door voornoemde watertypes wordt het oppervlaktewater ook beïnvloed door hydrologische, biologische en chemische processen.

De analyses van alle bemonsteringen staan vermeld in tabel 8. Aan de hand van deze metingen kan een aanname worden gedaan over de samenstelling van het ondiep en diep stromende grondwater, hetgeen in de volgende paragraaf besproken zal worden.

Tabel 8. Analyses van watermonsters genomen in 1981

	Kjeld.- N	NH ₄ - N	tot.P	ortho- P	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca	Mg
	mg.Nl ⁻¹		mg.Pl ⁻¹		mg.l ⁻¹			
<u>Grondwater</u>								
*normaal peil								
Bleskensgraaf I(a)								
- bovenste grondwater (winter)	6,9	2,3	0,23	-	33	330	148	-
- " grondw.(zomer)	10,4	5,3	0,02	<0,01	47	217	102	19
- diep " (onder slootbodem)	17,0	13,5	0,49	-	97	90	97	-
Molenaarsgraaf I								
- bovenste gr.w.(wint.)	5,4	2,6	0,20	-	55	220	176	-
- " " (zom.)	11,3	7,7	0,78	0,61	75	234	166	17
Molenaarsgraaf II								
- bovenste gr.w.(zom.)	13,2	8,4	0,76	0,21	50	290	147	16
Groot-Ammers I (a)								
- bovenste gr.w.(zom.)	13,8	10,7	2,5	2,0	58	118	116	13
* verlaagd peil								
Bleskensgraaf I(b)								
- bovenste gr.w.(wint.)	6,6	1,7	0,27	-	65	265	159	-
- " " (zom.)	10,1	4,9	2,3	0,65	55	271	197	28
- diep " (onder slootbodem)	20,0	17,0	0,52	-	89	330	167	-
Groot-Ammers I(b)								
- bovenste gr.w.(zom.)	14,8	10,3	1,9	1,3	55	151	96	11
<u>Greppelwater</u>								
Molenaarsgraaf I	6,2	-	0,71	-	55	100	75	-
" II	6,1	-	1,2	-	39	290	113	-
Zegveld	5,3	-	1,07	-	50	1(?)	68	-
<u>Slootwater</u>								
Bleskensgraaf I(a)	7,5	-	0,26	-	47	160	139	-
Molenaarsgraaf II	10,3	-	0,61	-	62	265	97	-
Bleskensgraaf I(b)	8,0	-	0,22	-	76	195	99	-

3.3. Concentraties in de afvoercomponenten

In hoofdstuk 3.1 is melding gemaakt dat het neerslagoverschot in principe op 3 manieren tot afvoer kan komen. Aan de hand van het onderzoek in 1981 (zie tabel 8) kunnen we aannames doen omtrent de aanwezige concentraties in het grondwater. Gegevens over concentraties in oppervlakkig afstromend water zijn vooralsnog niet bekend van het veenweidegebied. Wel heeft een onderzoek plaatsgevonden op laaggelegen zandgronden in de Gelderse Vallei.

- **G r o n d w a t e r.** In fig. 6 staan de stikstof- en fosfaatgehalten vermeld afkomstig uit de bemonsteringen van de veenweidepercelen. In de wintermaanden bevindt het bovenste grondwater zich in de oxidatiezone. Het gehalte hiervan is in de figuur weergegeven voor normaal peil bij een diepte $<0,5$ m en voor een diepere ontwatering $>0,5$ m. Tijdens de grasgroei in het voorjaar komt de grondwaterspiegel lager te liggen, ongeveer op de grens waar de reductiezone begint (60 à 90 cm -mv). De analyses van het grondwater bovenin deze zone staan in de figuur vermeld op een diepte van circa 1 m. In de winterperiode zal een stroming plaatsvinden naar de sloot, waarvoor zowel een verticale als een horizontale afstand moet worden afgelegd. Men kan stellen dat de gemiddelde transportafstand naar de sloot circa 15 m. zal zijn. De verblijftijd van het water in de bodem zal enkele tientallen jaren bedragen. Vanuit het midden van het perceel wordt de grootste afstand afgelegd. Uit de figuur blijkt, dat in de reductiezone direct al een verrijking plaatsvindt van stikstof, die naar grotere diepte nog enigszins toeneemt. Bij een nadere beschouwing van tabel 8 blijkt dat de toename grotendeels toe te schrijven is aan een verhoging van ammonium. De gemiddelde Kjeld-N gehalten zijn op 0,5 en 1,0 m diepte en vervolgens onder de slootbodem, respectievelijk 6,3, 12,2 en 18,5 mg.N.l⁻¹ en het ammonium aandeel hiervan is respectievelijk 35, 83 en 82%, zodat steeds slechts enkele (2 à 4) mg. org.N aanwezig zijn. Ammonium komt met grote waarschijnlijkheid vrij uit de processen die plaatsvinden in het veenmateriaal. Uit de gegevens blijkt geen significant verschil in

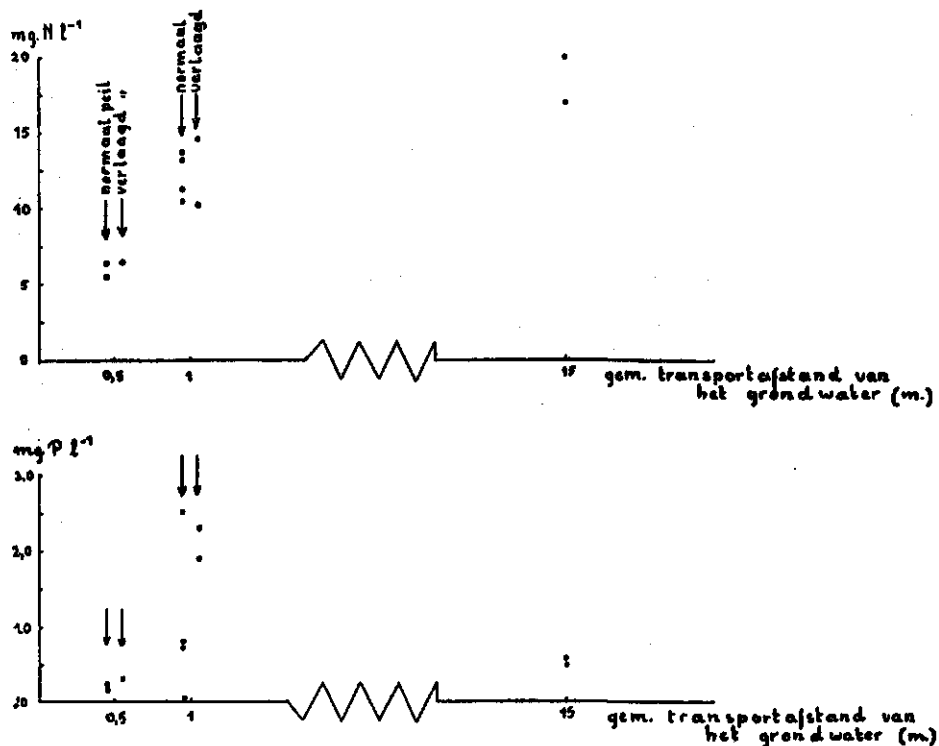


Fig. 6. Kjeldahl-stikstof (mg.N.l^{-1}) en totaal-fosfaat (mg.P.l^{-1}) in het grondwater van veenweide percelen bij verschillend ontwateringssysteem en op verschillende diepten

N-gehalte bij normaal en verlaagd polderpeil.

Het totaal-fosfaat gehalte in het grondwater geeft een zeer grote spreiding te zien, met name boven in de reductiezone (op 1 m diepte). Mogelijk speelt de kleiigheid van het veen een rol. Hierover bestaat geen duidelijkheid. Wel mag men verwachten dat er vanuit het veen fosfaat-aanreiking plaatsvindt. De gehalten in de oxidatiezone op 0,5 m zijn relatief laag ($0,36 \text{ mg P.l}^{-1}$). Het ortho-fosfaat is enkel bovenin de reductiezone bepaald, waarvan het aandeel

meer dan 50% van het totaal fosfaat is.

Toename in de tijd wordt ook bevestigd door de gehalten in het grondwater dat reeds een langere weg heeft afgelegd. Het diepe grondwater dat de sloot bereikt, gemeten bij 2 sloten (mengmonsters per sloot) heeft een gemiddeld P-gehalte van $0,5 \text{ mg.P.l}^{-1}$. In hoeverre de ontwateringsdiepte nog invloed heeft op de gehalten komt door de spreiding niet duidelijk uit de verf, hoewel een eerste indruk weinig invloed doet vermoeden.

- **G r e p p e l w a t e r.** De samenstelling van het greppelwater bij een grondwaterstand beneden maaiveld vertoont enige relatie met het grondwater uit de oxidatiezone. Met name geldt dit voor stikstof en voor chloride, dat een gidsfunctie vervult. Fosfaat echter ligt beduidend hoger, waarbij de verschillen tussen de 3 percelen (tabel 8) slechts gering zijn. De samenstelling van het ondiepe grondwater dat via de greppel wordt afgevoerd leidt tot de volgende aannames:
Kjeld.N : $6,0 \text{ mg N.l}^{-1}$
Totaal P: $1,0 \text{ mg P.l}^{-1}$

- **O p p e r v l a k t e a f v o e r.** Op percelen met een hoge grondwaterstand en een maximaal slootpeil laat onder zeer natte omstandigheden de infiltratie capaciteit van de bodem het veelal afweten, waardoor een gedeelte van de neerslag over het maaiveld wordt afgevoerd. Door de holle ligging van deze percelen verzamelt dit water zich in de greppel om vervolgens naar de sloot te worden afgevoerd. De samenstelling van het oppervlakkig afstromende water kan afgeleid worden uit een onderzoek op laaggelegen zandgronden (OOSTEROM, 1979). Op dit moment is er geen reden aanwezig om aan te nemen dat deze analyses sterk af zullen wijken van veengronden. Ervan uitgaande dat halverwege de winter 1x een gift van 15 ton runderdrijfmest per hectare wordt gegeven, zal de samenstelling grotendeels hierdoor bepaald worden. Het gemiddelde gehalte voor stikstof en fosfaat zal de volgende waarden benaderen:

Kjeld.-N : 12 mg N.l^{-1}
Totaal.P : 2 mg P.l^{-1}

3.4. N- en P-belasting van het slootmilieu

In hoofdstuk 3.1 is voor de situatie normaal (hoog) peil en verlaagd peil de waterbalans weergegeven en in hoofdstuk 3.3 de concentraties, die aanwezig zijn in de afvoercomponenten en uiteindelijk verantwoordelijk zijn voor de samenstelling van het slootwater.

Tabel 9 geeft de resultaten weer. De stikstofbelasting neemt sterk toe bij diepere ontwatering, onder invloed van een relatief hoog gehalte, dat aanwezig is in het diepe grondwater. De fosfaatbelasting neemt af tengevolge van een vermindering van de oppervlakteafvoer.

Tabel 9. Stikstof- en fosfaatbelasting van het slootmilieu bij normaal (hoog) en bij verlaagd peil

Aanvoer via	Gem. gehalte		Hoog peil			Laag peil		
	N	P	water afvoer	N	P	water afv.	N	P
	mg. l ⁻¹	mg. l ⁻¹	mm	kg. ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	mm	kg. ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹
1) greppel								
- oppervl. afstr.	12,0	2,0	100	12,0	2,0	0	0	0
- ondiep grondw.	6,0	1,0	100	6,0	1,0	0	0	0
2) ondergrond								
- diep grondw.	18,5	0,5	100	18,5	0,5	300	55,5	1,5
	Belasting		300	36,5	3,5	300	55,5	1,5

Tengevolge van drijfmestgiften kan oppervlakte-afvoer voor fosfaat veel gewicht in de schaal leggen. Door dieper te ontwateren zal de frequentie van oppervlakteafvoer afnemen. Aanvoer vindt uiteindelijk alleen nog maar plaats via het diepe grondwater, dat volgens de gevolgde bemonsteringsmethodiek relatief lage fosfaatgehalten laat zien.

4. STIKSTOF- EN FOSFAATGEHALTEN IN HET OPPERVLAKTEWATER

4.1. A l g e m e e n

De afvoer uit een perceel met hoog peil zal voornamelijk plaatsvinden van oktober/november tot maart/april. De afvoer van een perceel met laag peil valt slechts ten dele in deze periode. De naijling t. o.v. hoogpeil kan volgens berekeningen een grootte hebben van circa 30 mm (RIJTEMA, 1970). In het najaar ligt het grondwaterpeil bij diepe ontwatering op het niveau van het slootpeil, terwijl in de normale situatie (hoog slootpeil) het grondwaterniveau ver beneden het waterpeil van de sloot is komen te liggen (zie fig. 4). Wanneer in het najaar het grondwater aangevuld wordt ten gevolge van het optredende overschot aan neerslag, zal bij het diep ontwaterde perceel elke verhoging van de grondwaterstand reeds in een grondwaterstroming resulteren. In het andere geval bevindt het grondwater zich beneden slootpeilniveau. Op het moment dat het freatisch vlak het slootniveau passeert is er sprake van afvoer.

Onder dezelfde klimatologische omstandigheden is bij een diepe ontwatering reeds enkele tientallen millimeters afgevoerd, voordat de grondwaterstroming in een situatie met een hoog slootpeil op gang komt.

Globaal kan gesteld worden, dat bij een laag slootpeil circa 1/5 deel van de jaarlijkse afvoer tijdens de weideperiode plaatsvindt. In tabel 9 staat de N- en P-belasting op de sloot weergegeven. Bij een waterafvoer van 300 mm komt men theoretisch tot een gemiddeld N- en P-gehalte in het slootwater voor resp. hoog en laag peil:

- hoog peil: 17,7 mg N.l⁻¹ en 0,5 mg P.l⁻¹
- laag peil: 12,2 mg N.l⁻¹ en 1,2 mg P.l⁻¹

De concentraties in het afgevoerde polderwater zullen naar alle waarschijnlijkheid lager liggen en wel door de volgende factoren:

- concentratie van het ontvangende polderwater

Aan het begin van de afvoerperiode zullen de concentraties in het slootwater over het algemeen vrij laag zijn. De slootvegetatie zal in de zomermaanden voedingsstoffen opnemen, waardoor met name

bij hoog peil de concentraties aan N en P sterk zullen dalen. Bij laag peil worden tijdens deze periode vanuit het grondwater nog voedingsstoffen aangevoerd, waardoor de eutrofie nog zou kunnen stijgen. Ook het inlaten van water om via peilbeheersing het neerslagtekort aan te vullen zal van invloed zijn. Aan het einde van het groeiseizoen sterven de waterplanten en waterorganismen af en zakken naar de bodem, waar ze verteren. Bij de waterschappen wordt rekening gehouden met een jaarlijkse 'baggergroei' van maximaal 5 cm, terwijl ook situaties voorkomen van een jaarlijkse aanwas van circa 2 cm (WATERSCHAP NEDERWAARD, e.a., 1981).

- het totale watervolume in het stelsel van waterlopen

De WERKGROEP AFVOERBEREKENINGEN (1979) vermeldt, dat een aanzienlijke oppervlakte aan open water aanwezig is in veenpolders, soms wel meer dan 10%. In de nieuwe polders, waaronder ook veenpolders met een grotere drooglegging gerekend kunnen worden is deze oppervlakte slechts 1 à 2%. De waterdiepte varieert van polder tot polder. De meeste waterschapskeuren (WATERSCHAPPEN, 1981) verordenen een waterdiepte van 40 à 50 cm. Op basis van deze diepte zal het aanwezige watervolume in oude veenpolders circa 500 m^3 per ha bedragen en in polders met een sterk verbeterde ontwatering slechts 50 m^3 per ha. In de winterperiode zal in een gebied met veel openwater circa 7x het beschikbare slootwatervolume afgevoerd worden en in een gebied met een zeer geringe berging 70x. Met name in het laatste geval zullen naarmate de winterperiode verstrijkt de concentraties steeds meer bepaald worden door de afvoer uit het perceel.

- neerslag op open water

Als in het najaar de neerslag de verdamping gaat overtreffen zal in een gebied met een hoog slootpeil eerst de bodem op veldcapaciteit worden gebracht en het grondwater aangevuld worden tot polderpeilniveau, voordat er afvoer uit het perceel optreedt. Intussen vindt er echter wel afvoer van polderwater plaats tengevolge van de neerslag die rechtstreeks in de sloot valt. In de wintermaanden tijdens afvoeren uit het perceel zal dit eveneens van invloed zijn op de concentraties. De gehalten aan stikstof en fosfaat zijn in

regenwater over het algemeen zeer laag, hetgeen een verdunning van het polderwater tot gevolg heeft. Naarmate het oppervlak open water groter is zal deze invloed groter zijn.

4.2. N- en P-balans voor de polder Molenaarsgraaf-Giessen-Oudenbenedenkerk (Alblasserwaard)

Bij het poldergemaal Molenaarsgraaf-Giessen-Oudenbenedenkerk wordt 1 x per 2 maanden door het Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden te Dordrecht een bemonstering uitgevoerd. Het te bemalen gebied is circa 2045 ha groot, waarvan de polder Molenaarsgraaf 725 ha beslaat. Het polderpeil is vastgelegd op 1,65 m -NAP bij een gemiddelde maaiveldsligging van 1,40 m -NAP, zodat sprake is van een veengebied met een hoog waterpeil. De polders hebben een opstreckende verkaveling, waarbij de kavels na elke 1000 m doorkruisd worden door een hoofdwatgang. In fig. 7 staan van het voornoemde monsterpunt de stikstof- en fosfaatgehalten grafisch weergegeven.

De wintermaanden geven over het algemeen hoge stikstofgehalten, waarin met name het aandeel van ammonium aanzienlijk is. Fosfaat daarentegen vertoont een ander beeld. In de wintermaanden zijn de concentraties laag, terwijl daarna het gehalte een stijgende lijn gaat vertonen met maximale waarden in augustus en september. Wat kan hiervan de oorzaak zijn?

Ammonium zal in de zomermaanden nitrificeren tot nitraat dat als voedingssion wordt opgenomen door waterplanten. Door de verhoogde mineralisatie van het bodemslib (bagger) komt fosfaat vrij. Vermoedelijk is voor de groei van de slootvegetatie stikstof de beperkende factor, waardoor de fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater blijft stijgen.

Door het ontbreken van analyses in januari 1979 is geen overzicht mogelijk van de gevolgen van de barre winterse omstandigheden, waarin over het algemeen veel oppervlakteafvoer heeft plaatsgevonden. De eerstvolgende bemonstering is weer in maart geweest.

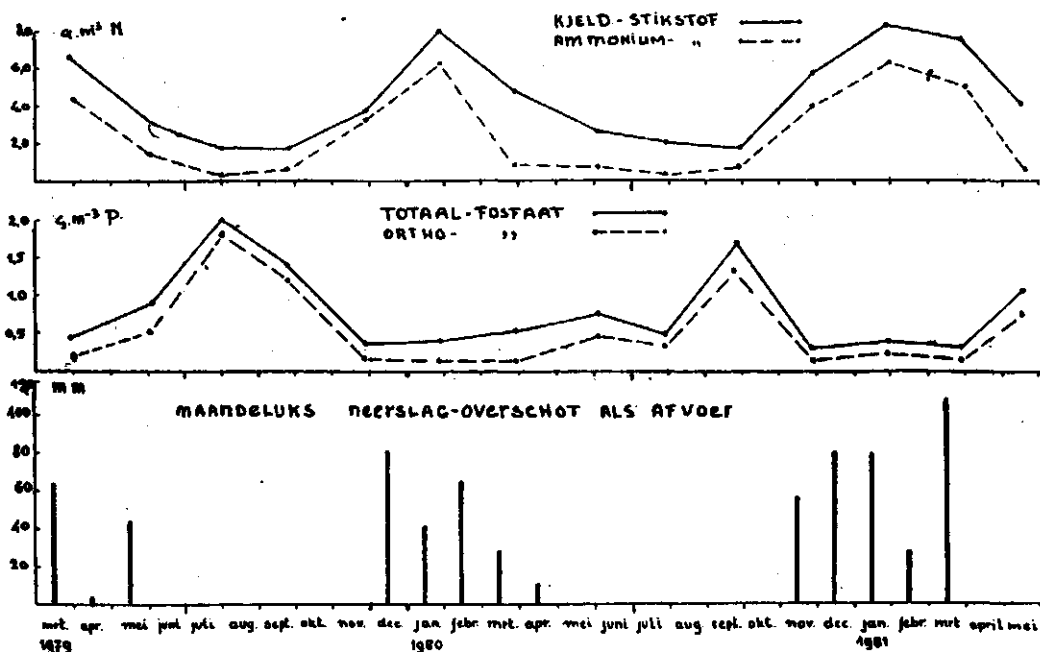


Fig. 7. Stikstof- en fosfaatgehalten (mg.l^{-1}) in het polderwater nabij het gemaal van de polder Molenaarsgraaf-Giessen-Oudenbenedenkerk (maart 1979-mei 1981)

De concentraties zijn niet afwijkend van andere jaren. Extreem natte omstandigheden hebben zich voorgedaan in de zomer van 1980, waarin eveneens de aanwezigheid van oppervlakteafvoer verondersteld mag worden. Ook in deze periode zijn geen afwijkende gehalten gevonden. Het voorjaar van 1981 was eveneens zeer nat, veelal buien met een hoge neerslagintensiteit. Uit de grafiek blijkt, dat in dit jaar het stikstofgehalte minder snel daalt dan in voorgaande jaren. In perioden met een neerslagoverschot kan men in deze polder de volgende stikstof- en fosfaatgehalten verwachten: $6 \text{ à } 8 \text{ mg N l}^{-1}$ (waarvan 70% $\text{NH}_4\text{-N}$) en ca $0,5 \text{ mg P l}^{-1}$.

Om de totale stikstof- en fosfaat-uitworp te berekenen moet men de waterafvoer uit het poldergebied kennen. Op eenvoudige wijze is deze te berekenen uit de neerslag en verdampingsgegevens, die opgenomen worden door de KNMI-stations Gorinchem en Andel. Uit de verdampingsgegevens is de gewasverdamping te berekenen, door de gemeten open water verdamping te vermenigvuldigen met een gewasfactor. Voor grasland is deze factor 0,8. Door nu het neerslag tekort c.q. overschot per decade te berekenen, heeft men een indruk omtrent de grootte van het neerslagoverschot in een bepaalde periode. Per maand staan deze resultaten weergegeven in de grafiek van fig. 7. In tabel 10 wordt de totale winterafvoer vermeld met daarbij de stikstof- en fosfaat uitworp, berekend uit de analyses van grafiek 7. Plaatsen we hiernaast de berekende belasting van het polderwater (tabel 9) voor gebieden met hoog slootpeil, dan blijkt, dat er tussen deze twee uitkomsten een groot gat zit. Hieruit volgt, dat met de berekeningswijze, gebruikt bij tabel 9, de belasting van het polderwater met 50 à 70% wordt overschat.

Tabel 10. Berekende waterafvoer (mm) en stikstof- en fosfaatuitworp van de polder Molenaarsgraaf-Giessen-Oudenbenedenkerk

Periode	Waterafvoer	N-afvoer	P-afvoer
1978/1980	222 mm	13,2 kg N.ha ⁻¹	0,91 kg P.ha ⁻¹
1980/1981	381 "	27,4 " "	1,3 " "
(Gew.) gem.	301 "	20,3 " "	1,1 " "

5. SAMENVATTING EN KNELPUNTEN

In Nederland bestaat 15% van het bodemoppervlak uit laagveen- en klei-op-veengronden, waarvan het grootste gedeelte in het Westen van het land ligt. Deze gebieden zijn hoofdzakelijk in gebruik als grasland. In de zomer is de drooglegging veelal niet groter dan 30 cm en de winterpeilen zijn zelden meer dan 10 cm lager dan de zomerpeilen (tabel 2). Verlaging van het polderpeil heeft voor het

bodemgebruik vele voordelen (AUSEMS, 1980) waardoor deze cultuurmaatregel bij een beoordeling van landinrichtingsplannen als punt van overweging wordt meegenomen. Onderzoek op proefobjecten met peilverlaging toont aan dat deze maatregel eveneens het chemisch, fysisch en biologisch milieu van de sloten beïnvloedt. De processen, die hieraan ten grondslag liggen dienen nader onderzocht te worden.

Het effect van een polderpeilverlaging resulteert eveneens in een verlaging van de grondwaterstand. De grootte van de daling zowel in de zomer als in de winter is gemiddeld 50% van de slootpeilverlaging. Door de verlaging van de grondwaterstand vindt een betere aëratie van de bodem plaats, waardoor een sterkere oxidatie van het veen optreedt. Jaarlijks kan hierdoor per ha 8 ton organische stof extra worden afgebroken, waaruit circa 300 à 400 kg N vrijkomt. De helft hiervan komt beschikbaar voor de grasgroei (SCHOTHORST, 1978). Het andere gedeelte zal vermoedelijk denitrificeren. Uit de analyses van de grondwatermonsters, genomen in de wintermaanden is geen duidelijke verhoging van gehalten waar te nemen in het bovenste grondwater, dat zich dan in de oxidatiezone bevindt. In de reductiezone, waar het bovenste grondwater zich in de zomermaanden bevindt zijn de hogere gehalten het gevolg van processen, die onder anaerobe omstandigheden plaatsvinden, waarbij met name NH_4 en PO_4 vrijkomen. Tijdens het transport via de ondergrond naar de sloot neemt het ammoniumgehalte nog steeds toe (fig. 6). Mede om deze reden zal het moeilijk worden om een verhoogde uitspoeling te constateren, omdat deze van mindere betekenis is geworden in het licht van de hoge gehalten, die reeds veroorzaakt worden door natuurlijke processen in het veen.

Het tweede aspect van de gevolgen van een goede ontwatering heeft zowel een hydrologische als bodemfysische achtergrond. Grondwaterstanden tot in het maaiveld komen minder frequent voor naarmate de drooglegging groter wordt (SCHOTHORST, 1972). Slecht ontwaterde veenweidegronden, zoals in veel polders het geval is, hebben bij een positief neerslagoverschot een vrij hoge grondwaterstand. Veel neerslag stroomt via de ondiepe ondergrond (vermoedelijk via de oxidatiezone) en/of over het maaiveld af naar de greppel. OUD (datum niet bepaald) geeft in zijn afvoer-

berekeningen voor polders aan dat via de greppel circa 2/3 deel wordt afgevoerd (snelle afvoer). Over het algemeen is de doorlatendheid van de oxidatiezone, de zone waarin de greppel ligt, vrij goed ten opzichte van de reductiezone. Door het aanwezig slootkanteffect en de holle ligging van de percelen, zal relatief weinig grondwater naar de sloot afstromen. Anders wordt het bij een diepere ontwatering. Door een betere aeratie langs de sloot, ontstaan in het veen langs de sloot scheurtjes, waardoor nu vermoedelijk wel een groot gedeelte van het neerslagoverschot als ondiep en diep grondwater de sloot zal bereiken. Metingen van de doorlatendheid kan goede informatie verschaffen over het stromingspatroon van het grondwater. De kubus-methode, ontwikkeld voor gronden met een heterogeen macro-poriënstelsel (DEKKER, 1980) kan met name voor veengronden opheldering verschaffen. Door de zich wijzigende bodemfysische en hydrologische situatie zal het diepere grondwater nu in grotere hoeveelheden de sloot bereiken dan voorheen, waardoor de stikstofbelasting met name in de vorm van ammonium toeneemt. Ammonium echter doet daarbij een aanslag op het zelfreinigend vermogen van het slootwater, waardoor bepaalde vormen van leven sterk worden afgeremd. In de oude situatie (hoog peil) vindt afvoer van het neerslagoverschot door de bodem slechts beperkt plaats. Overtollige neerslag wordt ook over het maaiveld naar de greppel afgevoerd. Het gehalte aan stikstof en fosfaat in het oppervlakkig afstromende water wordt sterk beïnvloed door de mate en het tijdstip waarop een bemesting in het winterseizoen is uitgevoerd. Met name de fosfaatbijdrage zal hierdoor groot kunnen worden (OOSTEROM, 1982). Gegevens uit literatuur en onderzoeken van het ICW bieden de mogelijkheid om een eerste aanzet te geven voor de opstelling van een stikstof- en fosfaatbalans voor zowel hoog als laag slootpeil ten opzichte van maaiveld (hoofdst. 3). De berekende belasting op een sloot vanuit een perceel met een geringe respectievelijk zeer goede drooglegging geeft de volgende resultaten: $36,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $3,5 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ en $55,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ en $1,5 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tabel 9). De N- en P-afvoer via het slootwater is nagegaan bij het gemaal van de polder Molenaarsgraaf-Ouden Giessenbenedenkerk. (hoofdst. 4.2). In deze polder is sprake van een geringe drooglegging. Gemiddeld over enkele jaren bedroeg de stikstof- en fosfaatafvoer $20,3 \text{ kg N}$ en

1,1 kg P.ha⁻¹.jaar⁻¹ (tabel 10). Hieruit moge blijken, dat de belasting van het slootwater geringer is dan de afvoer uit het perceel veronderstelt. Vastlegging in bagger en waterplanten zal hiervan grotendeels de oorzaak zijn. In een vervolgstudie verdient het dan ook aanbeveling om van de baggerspecie en de waterplanten, de productie en de samenstelling te bepalen, wanneer deze uit de sloot worden verwijderd, zodat men deze sluitposten eveneens kan waarderen.

LITERATUUR

- AUSEMS, W.F., 1980. Een onderzoek naar mogelijkheden tot inkomensverbetering van veenweidebedrijven in West-Nederland. R.O.C. voor de rundveehouderij 'Zegveld'
- BENNEMA, J., 1954. Bodem- en zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied. Boor en Spade VII
- BOER, T.F. DE, 1977. Eindrapport floristisch onderzoek naar de effecten van menselijk ingrijpen (polderpeilverlaging en lozing van agrarisch afvalwater) op de hogere waterplanten vegetaties in het Groene Hart van Holland. Stencil V.U.-Amsterdam. 33 pag.
- DEKKER, L.W., J. BOUMA en O.H. BOERSMA, 1981. De horizontale en verticale verzadigde doorlatendheid van zware kleilagen, gemeten met de kubusmethode. Cultuurtechnisch Tijdschrift, jrg. 21 no. 3, pag. 174-181
- HAVINGA, L., D. HETTINGA en C.J. SCHOTHORST, 1971. De waterhuishouding bij hoog en verlaagd slootpeil op de proefboerderij te Zegveld. ICW-nota 626
- _____ 1973. Enige ervaringen met peilverlagingen en drainage in veenweidegebieden. ICW-nota 765
- HEIJ, D. VAN DER en P.K. PEERLKAMP, 1966. Kennis van grond en bodem 4e druk. Uitgave J.B. Wolters, Groningen
- OOSTEROM, H.P., 1979. Opzet en uitvoering van een vooronderzoek (maart 1979) naar oppervlakkige afstroming op lage zandgrond. ICW-nota 1149, Wageningen
- _____ en J.H.A.M. STEENVOORDEN, 1980. De chemische samenstelling van oppervlakkig afstromend water. (Proefveld onderzoek te Achterveld) ICW-nota 1237 Wageningen

- OOSTEROM, H.P., 1981. Doel en opzet van een onderzoek in enkele
veensloten. ICW-nota 1310, Wageningen
- OUD, G.A., (datum niet bepaald). De berekening van een waterbeheersings-
plan. Cultuurtechn. Dienst, Haarlem
- RIJTEMA, P.E., 1970. Soil moisture forecasting. ICW-nota 513
- SCHNEIDER, C.B.H., 1977. Ontwatering van veenweidegronden (1):
Zomergrondwaterstand meestal ver onder slootpeil.
Boerderij no. 7
- SCHOTHORST, C.J. en D. HETTINGA, 1972. Het effect van polderpeil-
verlaging in een proefobject in de Alblasserwaard. ICW-
nota 697, Wageningen
- _____ 1978. Het zakkingsproces bij ontwatering van de westelijke
veenweidegronden. Landb. Tijdschr. 90/6
- SIEBEN, W.H., 1974. Over de invloed van de ontwatering op de stik-
stoflevering en op de opbrengst van jonge zavelgronden in
de IJsselmeerpolders. Van zee tot land, no. 51 (180 pg.).
Rijks Dienst IJsselmeerpolders
- SONNEVELD, F., 1954. Het slootkanteffect in het klei-op-veengebied
in Zuid-Holland. Boor en spade VII. STIBOKA, Wageningen
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. en H.P. OOSTEROM, 1975. Een onderzoek naar
de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in de Vijfheeren-
landen. ICW-nota 849
- STICHTING VOOR BODEMKARTERING, 1969. Blad 31 West Utrecht, Wageningen
- WALLENBURG, C. VAN, 1969. Bodemkundige aspecten van de draagkracht
van veengronden. De Buffer, jrg. 15,3
- WATERSCHAP NEDERWAARD, LOPIKERWAARD en GROOT-WATERSCHAP WOERDEN,
1981. Persoonlijke mededeling
- WERK GROEP AFVOERBEREKENINGEN, 1979. Richtlijnen voor de berekening
van afwateringsstelsels in landelijke gebieden

