Rob Hendriks

ICW nota 1652
oktober 1985

ALTERRA,
Wageningen Universiteit & Research cc
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

nota

DE GEVOLGEN VAN VERSCHILLEN IN OPEN WATERPEIL OP DE STOFFENBELASTING VAN HET WATER OP HET REGIONAAL ONDERZOEK CENTRUM TE ZEGVELD

J. Pankow, A. v.d. Toorn, ing. C.G. Toussaint, en
ir. J.H.A.M. Steenvoorden

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

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

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. PROBLEEMSTELLING	2
3. OPZET VAN HET ONDERZOEK	3
3.1. Ontwateringspeilen	3
3.2. Bemonstering	5
3.2.1. Bovenste grondwater	5
3.2.2. Slootwater	6
3.2.3. Greppelwater	6
3.2.4. Inlaatwater	7
3.2.5. Andere incidentele bemonsteringen	8
3.3. Onderzochte verbindingen	8
4. INRICHTING PROEFVELD	9
4.1. Bodem	10
5. ALGEMENE INFORMATIE	11
5.1. Verdamping	11
5.2. Neerslag	12
5.3. Grond- en slootwaterstanden	12
5.4. Bemesting en beweiding	13
5.4.1. Gehele bedrijf	13
5.4.2. Bemesting proefpercelen	13
5.4.3. Andere aanvoer dan bemesting	15
5.5. Waterbalans	18
5.6. Inlaat	23
5.6.1. Algemeen	23
5.6.2. Inlaatprocedure	23
5.6.3. Ingelaten hoeveelheid water	24
5.6.4. Concentraties van het ingelaten water	25
5.6.5. Vracht van ingelaten water	30
5.7. Diep grondwater	33

blz.

6. RESULTATEN EN DISCUSSIE WATERHUISHOUDING EN WATERKWALITEIT 34
6.1. Afvoerverloop 34
6.2. Afvoer van stoffen uit het gebied 35
6.2.1. Chloride 36
6.2.2. Sulfaat 41
6.2.3. Calcium en Magnesium 41
6.2.4. Stikstof 42
6.2.5. Fosfaat 47
6.3. Afgevoerde vracht uit het gebied 52
6.3.1. Stikstofvracht 56
6.3.2. Fosfaatvracht 56
6.4. Vastlegging van mineralen in de sloot 64
6.5. Vastlegging van stoffen in waterplanten 64
6.6. Bemonstering bovenste grondwater 65

7. EVALUATIE VAN HET ONDERZOEK 69

8. SAMENVATTING EN CONCLUSIES 74

LITERATUUR 76

BIJLAGEN 77

ALTERRA,
Wageningen Universiteit & Research c.
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeh...

1. INLEIDING

In het laatste decennium wordt in ons land steeds meer aandacht besteed aan verbetering van de ontwatering op veen(weide)gronden door peilverlaging. In het algemeen worden hoge polderpeilen nog steeds gehandhaafd uit voorzorg tegen de gevolgen, zoals zakking van het maaiveld, verdrogingsverschijnselen in de zomer en aantasting van funderingen.

Een diepere ontwatering van veenweidegrond wordt veelal wenselijk geacht in verband met de gewenste draagkracht (SCHOTHORST, 1978; HAVINGA, 1973) ten behoeve van het landbouwkundig bodemgebruik. Door dieper te ontwateren treden wijzigingen op in het bodemmilieu, zoals verlaging van de grondwaterstand, toename van aeratie en mineralisatie en onttrekking van mineralen door gewasopname. Ten aanzien van de bedrijfsvoering kunnen veranderingen optreden in het gebruik van kunstmest en dierlijke mest zowel wat betreft het tijdstip van toediening als de hoeveelheid, terwijl in de zomerperiode behoefte kan ontstaan aan extra water voor beregening.

Een diepere ontwatering kan gevolgen hebben voor de kwaliteit van het slootmilieu, enerzijds door verandering van de vegetatie van sloten, anderzijds door een verandering van de stikstof- en fosfaatconcentraties.

Ten behoeve van de milieu-effect-rapportage (MER) van landinrichtingsplannen moet kennis beschikbaar zijn over de gevolgen van peilverandering voor de hoedanigheid van water en bodem in verband met de mogelijke gevolgen voor andere functies zoals natuur en recreatie. Een belangrijk afwegingscriterium bij de beoordeling is, de chemische samenstelling van het water.

In 1980 en 1981 is een oriënterend onderzoek verricht op een aantal bedrijven in de Alblasserwaard en Zegveld met een verschillende ontwateringssituatie. Het doel van het onderzoek was om de effecten te bestuderen van de ontwatering op de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater ter voorbereiding van een groter onderzoek. Door OOSTEROM en VAN DEN TOORN (1982) is met behulp van de voorhanden zijnde gegevens een globale stikstof- en fosfaatbelasting berekend op een sloot vanuit een perceel met een goede drooglegging. Tevens werd de N- en P-afvoer via het slootwater nagegaan bij een poldergemaal in de Alblasserwaard.

Om de gevolgen van peilverlaging voor de kwaliteit van het oppervlakte- en slootwater goed te kunnen overzien, en de grootte van de nutriëntenbelasting onder praktijkomstandigheden goed te kunnen vaststellen is in 1982 een uitgebreider onderzoek gestart op het Regionaal Onderzoekcentrum (ROC) te Zegveld.

Het accent van het onderzoek ligt in hoofdzaak op de grootte van de afvoer aan nutriënten vanuit het perceel via sloten en van de greppels vanaf het perceel.

2. PROBLEEMSTELLING

In laagveengebieden wordt vrij algemeen zowel 's zomers als 's winters een hoog slootpeil aangehouden.

Door intensivering en mechanisatie van de bedrijven is er in toenemende mate vraag naar een betere draagkracht van de bodem. Deze verbetering van de draagkracht kan worden verkregen door onder andere polderpeilverlaging. Door diepere ontwatering treden echter wijzigingen op in bodemmilieu en bedrijfsvoering die gevolgen kunnen hebben voor de waterkwaliteit. Door een betere zuurstofhuishouding van de bodem zal het veen kunnen oxyderen en kunnen afbraakprodukten in het bovenste grondwater terechtkomen. Dit kan uiteindelijk gevolgen hebben voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in veengebieden.

Doordat bij ontwatering het land langer in gebruik kan worden genomen is het bijvoorbeeld mogelijk vroeger in het voorjaar en later in het najaar mest uit te rijden. Ook dit kan gevolgen hebben voor de waterkwaliteit.

Om deze processen te bestuderen en te kwantificeren is er op het regionaal onderzoek centrum in Zegveld een proef gestart met een object met hoog slootpeil (± 20 cm-m.v.) en een object met een laag slootpeil (± 80 cm-mv) waar de belasting op het grond- en oppervlaktewater zowel kwalitatief als kwantitatief is gemeten.

3. OPZET VAN HET ONDERZOEK

3.1. Ontwateringspeilen

Het Regionaal Onderzoek Centrum Zegveld waar het onderzoek werd uitgevoerd is gelegen in het Zuidhollands-Utrechts Veenweidegebied in de polder Zegvelderbroek. De historische ontwikkeling en de bodemgesteldheid zijn in vele publikaties beschreven. De opzet van het onderzoek is aangepast aan de aanwezige waterhuishoudkundige situatie op het ROC. Het grootste deel van het proefbedrijf heeft een diepe ontwatering met een gemiddelde slootpeil van 0,65 m tot 0,85 m-m.v. Op het ROC Zegveld ligt een 15 ha groot proefgebied waar een slootpeil van 0,20 m tot 0,30 m-m.v. wordt gehandhaafd om proeftechnische redenen.

Een plattegrond van het ROC en perceelsindeling is gegeven in fig. 1.

De onderzoekspercelen zijn zo gekozen dat het te onderzoeken object van een bepaalde peil zoveel mogelijk midden in een gebied van datzelfde peil lag. Dit om effecten door kwel of wegzijging zoveel mogelijk te voorkomen. De invloed van 'hoog peil' is onderzocht op de percelen 12 en 13 met de sloot daartussen in en van 'laag peil' op de percelen 16 en 17 met de sloot daartussen in. De afvoer van het neerslagoverschot is sterk afhankelijk van de hydrologische situatie en wordt bepaald door een aantal waterbalanscomponenten.

Voor een afvoerperiode kan dit eenvoudig worden voorgesteld in de volgende waterbalansformule:

$$A_{sl} + A_{gr} = N + I - E - \Delta V \qquad (1)$$

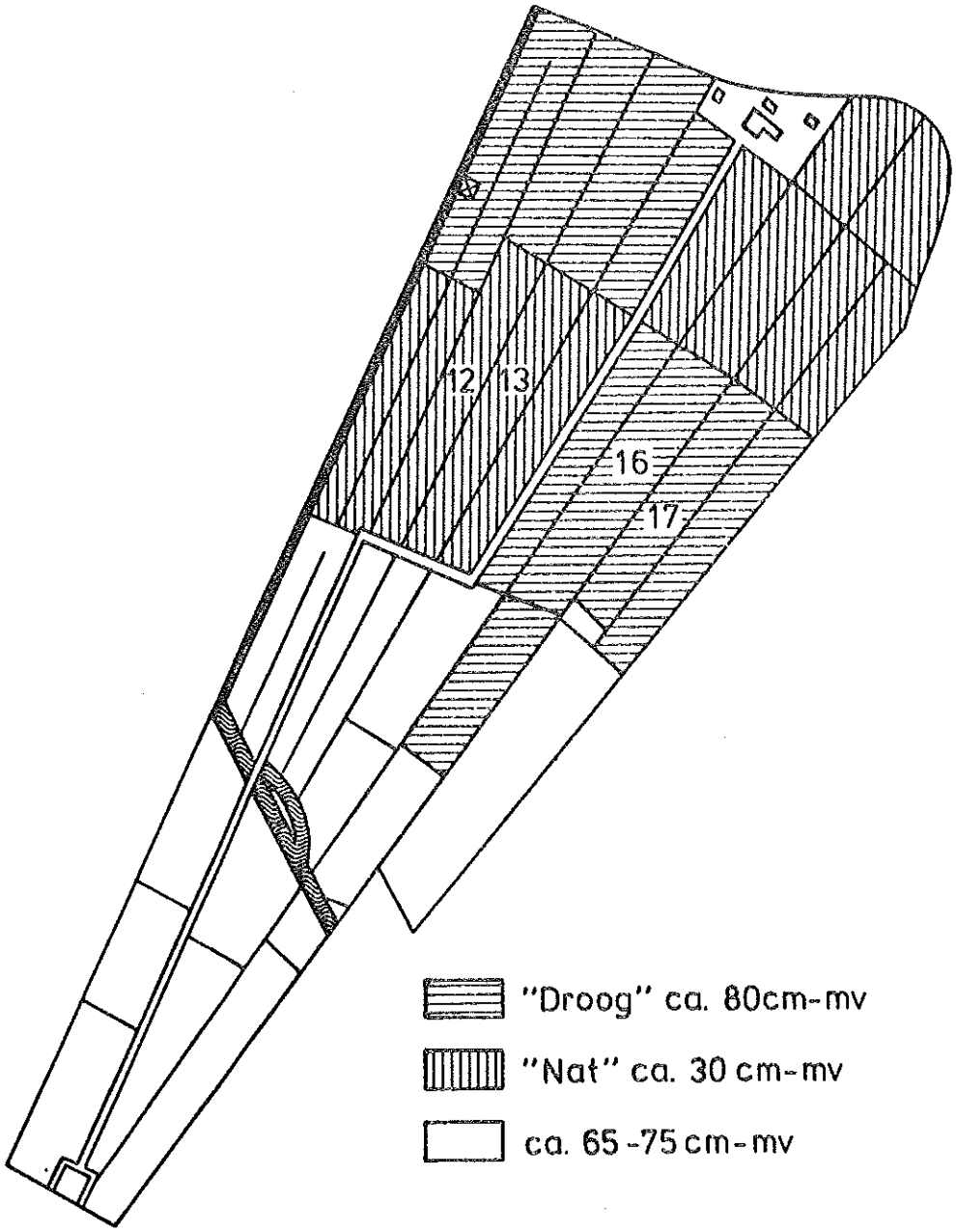


Fig. 1. Platte grond en perceelsindeling van het ROC te Zegveld met de daar voorkomende ontwateringspeilen

waarin: A_{sl} = afvoer via sloot mm
A_{gr} = afvoer via greppel mm
N = Neerslag mm
I = Inlaat mm
E = gewasverdamping mm
ΔV = berging bodemvocht mm

Bij een hoog slootpeil vindt de afvoer plaats door middel van sloten en greppels.

De sloot wordt hoofdzakelijk gevoed door dieper grondwater en de greppel door ondiep grondwater en oppervlakkige afstroming. Bij laag slootpeil vindt de afvoer alleen plaats via diepere grondwaterstroming. Als gevolg van het waterverbruik door het gewas (E) zullen in de zomer de grondwaterstanden in het perceel dalen. Om deze reden zal er in het algemeen geen neerslagoverschot zijn in de zomer en zal dan daarom ook geen afvoer plaatsvinden via de sloten.

Voor het handhaven van een bepaald slootpeil zal er in de zomer water moeten worden ingelaten. De waterbalansformule kan wanneer er geen sloot- en greppelafvoer plaats vindt als volgt worden weergegeven:

$$E = N + I - \Delta V \qquad (2)$$

3.2. B e m o n s t e r i n g

Bemonsteringen zijn uitgevoerd van:

a. het bovenste grondwater;
b. slootwater;
c. greppelwater.

Achtereenvolgens zal op elk van de bemonsteringen worden ingegaan.

3.2.1. Bovenste grondwater

Om een indruk te verkrijgen van de hoeveelheid nutriënten die in de winterperiode met het neerslagoverschot inspoelen en zodoende naar het diepere grondwater worden afgevoerd, is in het voorjaar een bemonstering uitgevoerd van het bovenste grondwater. Daartoe zijn op

zowel het hoge als het lage ontwateringsperceel 20 gaten geboord, en wel zover onder de grondwaterspiegel dat het gehele neerslagoverschot van het voorafgaande winterhalfjaar redelijkerwijs is bemonsterd. Bijvoorbeeld bij een neerslagoverschot van 300 mm en een geschat poriënvolume van 80% is een waterdiepte van 100/80 x 300 mm = ± 400 mm = ± 40 cm bemonsterd.

Om de verandering in het zomerhalfjaar voor alle processen in de ondergrond na te kunnen gaan is hetzelfde gedaan in het najaar.

3.2.2. Slootwater

Om een slootwatermonster te verkrijgen dat een redelijke indruk geeft over de veranderingen van het water in die sloot is het belangrijk te weten in wat voor tijd het slootvolume wordt vervangen. Het slootvolume van de sloot op het hoge peil was ± 540 m^3. De perceelsoppervlakte die op deze sloot afwatert is ongeveer 1,7 ha, zodat ongeveer 30 mm water geborgen kan worden.

Voor het lage peil was het slootvolume ± 240 m^3 bij een perceelsoppervlakte van 1,8 ha, zodat hier ongeveer 13 mm water kan worden geborgen.

Bij een neerslagoverschot van 300 mm in de afvoerperiode van ongeveer een half jaar komt dat overeen met 10 à 11 mm per week.

In perioden met meer dan gemiddelde neerslag zal deze neerslag eerst geborgen worden in het profiel en zal deze neerslaggolf worden afgevlakt. Er is daarom bij de sloten gekozen voor 1 monster per week te nemen bij het afvoerpunt. Dit is voor het hoge peil ruim voldoende, maar voor het lage peil in perioden met zeer veel neerslag wellicht aan de krappe kant.

3.2.3. Greppelwater

Op het ROC in Zegveld komen greppels alleen voor op de percelen met hoog peil. Omdat de extreem hoge grondwaterstanden op verlaagd peilpercelen praktisch niet voorkomen is een greppel op dergelijke percelen ook niet effectief en zullen doordat de agrarische ondernemer er bij verdergaande mechanisatie last van ondervindt dan ook vaak verdwijnen.

Op de hoge peilpercelen is de greppel in de winter echter een zeer effectief middel om het overtollige water van het perceel af te voeren. De greppel kan in zeer natte perioden tot wel 90% van de

totale afvoer voor zijn rekening nemen. Omdat de percelen naar de randen oplopen zal in de winter bij hoge grondwaterstanden, meestal tot in het maaiveld, veel water over het oppervlak van het perceel naar de greppel stromen. Dit is het zogenaamde 'run-off' water. Hierbij worden opgeloste stoffen uit de bodem en of mestdeeltjes meegenomen. Een gevolg hiervan is dat regen, die vaak in buien valt niet alleen de kwantiteit van het water enorm kan verschillen maar ook de kwaliteit.

Hier moet dus zeer frequent worden bemonsterd. Dit is op Zegveld gebeurd met een programmeerbaar automatisch bemonsteringsapparaat (ISCO type 2100).

Hierbij werd steeds elke 8 uur eenzelfde hoeveelheid monster in een monsterpot gepompt. Na een week werden aldus 21 monsterpotten met water verkregen.

Aan de hand van de debietmeting werd hieruit op het laboratorium één mengmonster samengesteld voor de gehele week.

Uit metingen in de winterperiode '82/'83 bleek dat de afvoerpieken van korte buien veelal binnen een uur vielen en hoge gehalten vaak samengingen met hoge afvoerintensiteiten. Hierdoor is een grote kans dat de kwantitiet van de afgevoerde stoffen wordt onderschat.

Daarom is in de winter '83/'84 gewerkt met een elektronische debietmeter/stuurapparaat (ISCO 2300). Dit apparaat gaf het monster-name-apparaat iedere keer als er een vast volume was afgevoerd een signaal dat er een monster genomen moest worden. Het aldus verkregen watermonster was dus al een correct mengmonster.

3.2.4. Inlaatwater

Om te kunnen berekenen hoeveelstoffen met het inlaatwater in de zomer worden aangevoerd is iedere keer tijdens de inlaat een mengmonster genomen.

Dit gebeurde door tijdens de inlaat ieder kwartier een steek-monster te nemen en hiervan een mengmonster samen te stellen. Ieder steekmonster bestond zo uit 20 à 30 steekmonsters.

3.2.5. Andere incidentele bemonsteringen

Incidenteel zijn nog monsters genomen en geanalyseerd van slootbagger en van de in de zomer massaal voorkomende kroosvaren.

De sloot met hoog peil tussen de percellen 12 en 13 is uitgebaggerd in de zomer van 1982. Voor het baggeren is de bagger bemonsterd door met een simpele zuigbuis al zuigend op 20 plaatsen 30 cm in de slootbodem te steken en van de verkregen bagger een mengmonster te maken.

De kroosvaren is bemonsterd door vier maal een oppervlakte van 1 m^2 te bemonsteren van de waterspiegel.

3.3. Onderzochte verbindingen

Voor het onderzoek is gekozen uit die verbindingen, waarvan verwacht werd dat ze een invloed zouden ondergaan door peilverlaging.

De keuze is zodoende gevallen op de volgende verbindingen vanwege de erachter vermelde reden.

- Stikstof : vanwege de invloed van bemesting en de gevolgen voor de eutrofiërende werking.
- Fosfaat : idem.
- Chloride : om een inzicht te krijgen in eventuele verdunning van grondwater, en oppervlaktewater aangezien deze verbinding niet wordt afgebroken of vastgelegd.
- Sulfaat : vanwege de effecten bij mineralisatie van het veen.
- Clacium : idem.
- Magnesium : idem.
- Kalium : vanwege de invloed van dierlijke mest.
- Natrium : om de belangrijkste kationen te completeren.

Verder is voor meer algemene informatie nog de pH en geleidbaarheid bepaald en zijn in het veld nog incidentele temperatuurmetingen uitgevoerd (zie bijlage 1).

Om de verschillende verbindingen te meten zijn de volgende analyses gedaan met daarachter de analysemethode.

Voor stikstof

Gemeten:	NH_4-N	NEN nr. 6472
	NO_2-N	HPLC (HARMSEN, 1983)
	NO_3-N	HPLC (HARMSEN, 1983)
	Kjeldahl-N	NEN nr. 3235

Hieruit is berekend.:

Mineraal N = NH_4-N + NO_2-N + NO_3-N
Organisch N = Kjeldahl N - NH_4-N
Totaal N = Mineraal N + Organisch N

Voor fosfaat

Gemeten:	PO_4-P	NEN nr. 6479
	totaal P	NEN nr. 6479

Hieruit is berekend:

Organisch P = totaal P - PO_4-P

Voor chloride

Gemeten: chloride titratie zilvernitraat

Voor sulfaat

Gemeten: sulfaat (standard methods 1960)

Voor	calcium	ICP
	magnesium	ICP
	natrium	ICP
	kalium	ICP

4. INRICHTING PROEFVELD

Bij de inrichting van het proefobject in het bestaande gebied moest erop gelet worden dat door het aanbrengen van meetapparatuur het omliggende peil niet gewijzigd werd. Om de afvoer van de sloot en daarmee de aanvoer uit de aangrenzende percelen te kunnen meten is het noodzakelijk dat twee percelen met de tussenliggende sloot een hydrologische eenheid vormt. Daarom zijn de proefsloten aan beide zijden afgesloten met damwanden (OOSTEROM, 1981).

Om het effect van ontwatering op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater na te gaan is er één sloot met een hoog peil en één met een laag peil geselecteerd met respectievelijk slootpeilen van 2,45 m-NAP en 3,05 m-NAP. Bij de keuze van de sloten is ernaar gestreefd het oorspronkelijke peil zo weinig mogelijk te wijzigen.

De sloten en aangrenzende percelen liggen steeds tussen sloten met hetzelfde peil. Gezien de verschillen in maaiveldhoogten binnen de percelen varieert de ontwateringsdiepte bij hoog peil van 0,15--0,25 m-mv, bij een gemiddelde maaiveldhoogte van 2,29 m-NAP en laag peil van 0,75-0,85 m-mv bij een gemiddelde maaiveldhoogte van 2,27 m--NAP. Dit betekent een gemiddelde drooglegging van op hoog peil van 0,16 m en op laag peil van 0,80 m. Om de afvoerhoeveelheden in de sloten en greppels te meten is aan het einde ervan een meetschot in de damwand gemonteerd (type Thomson).

Met behulp van een schrijvende waterhoogtemeter (type OTT) kon de overstorthoogte continue afgelezen worden en de afvoer berekend.

Bij het lage peil is achter het meetschot een pomp met vlotter geplaatst die het waterpeil continue 15 cm lager hield als de onderkant van het meetschot. Dit om de overstort niet te verstoren. Dit water werd afgevoerd naar een hoge peilsloot.

4.1. B o d e m

De bodem bij de proefboerderij bestaat uit bos- en broekveen, de dikte van het veenpakket bedraagt circa 7 meter. Het bosveen is gevormd in een voedselrijk eutroof zoet milieu, terwijl het broekveen of elzenveen is gevormd op de overgang van een matig voedselrijk (mesotroof) naar eutroof zoet milieu.

Het percentage afslibbaar bedraagt circa 28%, het humusgehalte circa 60% en het poriënvolume circa 80% en de pH-Kcl gemiddeld 5,1

De meeste percelen hebben een goed veraarde bovengrond van kleiïg veen van circa 0,20 m. De percelen hebben een iets holle ligging wat in de natte perioden tot uiting komt in de vorm van plasvorming. Om een indruk van het beschikbare vocht in het profiel voor het gewas te krijgen geeft tabel 1 aan hoe deze verdeling is opgebouwd voor het proefperceel op het lage peil en op het proefperceel op het hoge peil.

Tabel 1. Het beschikbaar vocht voor het gewas in de percelen met hoog- en laag slootpeil als verschil tussen de vochtgehalten bij pF=4,2 en pF=2,0. Berekend uit pF curve uit 1969 op de proefpercelen 13 en 16

	Hoog peil			Laag peil		
Laag	pF=4,2	pF=2,0	beschikbaar vocht	pF=4,2	pF=2,0	beschikbaar vocht
cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0-10	29	67	38	31	65	34
10-20	31	65	34	31	63	32
20-30	26	66	40	37	67	30
30-40	27	66	39	38	68	30
40-50	21	77	56	29	68	39
50-60	13	72	59	23	73	50
60-70	13	67	54	18	74	56
70-80	11	58	47	14	68	54
Totaal			367			325

5. ALGEMENE INFORMATIE

5.1. V e r d a m p i n g

Voor de berekening van de actuele gewasverdamping is gebruik gemaakt van de methode PENMAN (E_0). Dit is een potentiële verdamping, geldend voor een vrij wateroppervlak, zoals een groot meer. De Penmanformule levert slechts een theoretische waarde en maakt gebruik van de meteorologische elementen temperatuur, relatieve vochtigheid, zonneduur en windsnelheid (2 m).

Voor het winterseizoen is de factor 0,8 E_0 gebruikt, maar voor de zomerperiode wanneer het grondwater diep weg kan zakken, kan de actuele verdamping berekend worden volgens de methode FEDDES, 1976 waarbij er vanuit wordt gegaan dat er drie verdampingsfasen zijn namelijk een verdamping met een reductie als de pF lager is dan 1,3; een verdamping die potentieel is met een pF tussen 1,3 en 2,7 en een verdamping met een reductie als de pF tussen 2,7 en 4,2 ligt waarbij wordt aangenomen dat de verdamping lineair met de diepte verloopt.

Het profiel op het ROC is van een zodanige structuur dat deze grond gevoelig is voor zwel en krimp. In de winter zwelt deze grond sterk terwijl in de zomer de bovenste laag sterk krimpt en er ontstaan krimpscheuren en een zeer droge bovenlaag hierdoor kan de verdamping niet lineair verlopen met de diepte.

De herbevochtiging of de vochtopname door de neerslag is in de pF curve ook niet aan te passen daar vochtmetingen ontbreken. Voor perioden waar het grondwater diep weg zakt en er hoge temperaturen worden gemeten is de verdamping niet 0,8 maal de berekende Penman-verdamping maar is de reductiefactor 0,6 gebruikt en wel in de periode van mei tot en met augustus 1982 voor het hoge peil. Op het lage peil zijn in deze periode geen afvoermetingen verricht daar de damwanden nog niet geplaatst waren. Deze damwanden zijn in oktober 1982 geplaatst. Voor de zomerperiode 1983 werd bij het lage peil ook de reductie van 0,6 maal de berekende verdamping gebruikt.

5.2. N e e r s l a g

De neerslaghoeveelheden en -intensiteit werden zowel in de zomer als in de winter ter plaatse opgenomen met een zelfregistrerende regenmeter (pluviograaf) op 0,40 meter hoogte. Wekelijks werden de registratiestroken vernieuwd. In de winterperiode werd geen antievries gebruikt doch bij invallende vorst werd de regenmeter in zijn geheel geleegd.

5.3. G r o n d - e n s l o o t w a t e r s t a n d e n

Het grondwaterstandenverloop werd nagegaan met behulp van een zelfregistrerende grondwaterstandsmeter (hydrograaf type P10.D Alpinewerke) die zo mogelijk is het midden van het perceel geplaatst was. Het filter van 0,25 meter lengte was geplaatst op een diepte in het veenpakket van 1,20 meter-maaiveld. Wekelijks werd de schrijver geijkt en van een nieuwe strook voorzien.

De slootpeilen werden zowel bij de damwand als van een vast punt in de sloot opgenomen op de hoogte waar de grondwaterstandsmeter in het perceel stond opgesteld.

De slootpeilen werden bij de damwand met een peilschrijver geregistreerd en tevens werd het slootpeil eenmaal per week gemeten op een vast punt in het midden van het perceel.

5.4. Bemesting en beweiding

5.4.1. Gehele bedrijf

Het ROC te Zegveld heeft voor de beweiding en veevoederwinning de beschikking over ongeveer 50 ha grasland.

De veebezetting was in de jaren 1982 en 1983 respectievelijk 2,6 en 2,7 gve per ha. Als beweidingssysteem is zowel in 1982 als in 1983 beperkt weiden toegepast.

Dit betekent dat de ene helft van de koeien alleen overdag werden geweid en de andere helft alleen 's nachts. De beweidingsduur was in 1982 en 1983 respectievelijk 197 en 156 dagen. De omweidingsduur per perceel was in beide jaren gemiddeld 1,5 dag.

Per ha werd met kunstmest in 1982 274 kg en in 1983 275 kg zuivere stikstof gegeven; aan fosfaat respectievelijk 44 kg en 26 kg (uitgedrukt als P_2O_5); aan kali respectievelijk 53 kg en 30 kg (uitgedrukt als K_2O).

5.4.2. Bemesting proefpercelen

Om tot een goede afweging te komen tussen de afvoer van stoffen van het hoge peil en de afvoer van stoffen van het lage peil is het belangrijk te weten hoe groot de aanvoer van stoffen is op de beide peilen. De aanvoer van stoffen bestaat uit de volgende componenten:

a. kunstmestgift
b. uitgereden dierlijke mest
c. andere aanvoer dan bemesting

De in beide meetjaren gegeven bemesting is gegeven in tabel 2.

Tabel 2. Hoeveelheden gegeven bemesting in kg per ha op hoog en laag peil in de verschillende meetperioden

	Hoog peil 1-12-81 - 1-10-82 bemesting voor groeiseizoen 82/83		Laag peil 1-12-81 - 1-10-82 bemesting voor groeiseizoen 82/83		Hoog peil 1-10-82 - 1-10-83 bemesting voor groeiseizoen 83/84		Laag peil 1-10-82 - 1-10-83 bemesting voor groeiseizoen 83/84	
	K.M.	D.M.	K.M.	D.M.	K.M.	D.M.	K.M.	D.M.
KAS kg	1050		850		1395		985	
Trip kg	300		250		250		150	
K40 kg	250		325		150		312,5	
Dierl. mest ton		16 000		26 000		40 000		50 000
N	273	70	221	114	363	176	256	220
P	57	13	47	21	47	32	28	40
K	83	73	108	119	50	182	103	228
Cl	50	48	65	78	30	120	63	150

De perioden in tabel 2 zijn zo gekozen dat alle bemesting voor het groeiseizoen er binnen viel. De hoeveelheid stoffen die met dierlijke mest worden aangevoerd zijn berekend uit de hoeveelheid gegeven drijfmest en de gehalten die gehanteerd worden door het consulentschap in algemene dienst voor bodemaangelegenheden in de landbouw. Deze gehalten zijn gegeven in tabel 3.

Voor gedetailleerde informatie over mestgift, mestsoort en tijdstip van toediening zie bijlage 1.

5.4.3. Andere aanvoer dan bemesting

Buiten de aanvoer door bemesting vindt er ook nog andere aanvoer plaats van stoffen.

Hierbij valt te denken aan atmosferische depositie, bevloeiïng of beregening, eventuele verwerking van de bagger uit de sloten op het land. Ook de mest van het weidend vee is gedeeltelijk als aanvoerpost te beschouwen.

Gedeeltelijk zijn het stoffen in de kringloop die al een keer meegeteld zijn met de bemesting van het land, gedeeltelijk is het aanvoer van buiten doordat de koeien niet alleen gras vreten maar ook krachtvoer.

Om een idee te hebben hoe groot deze posten zijn ten opzichte van de bemesting is geprobeerd ze te kwantificeren en staan gegeven in tabel 4.

Voor berekening van de aanvoer van mest door weidend vee in tabel 4 is ervan uitgegaan dat de hoeveelheden per koe per dag en de gehalten in de mest hetzelfde waren dan in de stalperiode. Bij de berekening is daarom tabel 3 gebruikt.

Voor berekening van de ruimtelijke depositie zijn de neerslagcijfers van het KNMI gebruikt en de gehalten van neerslag van het monsterpunt Loenderveenseplassen zoals die gegeven worden door het RID.

Tabel 3. Samenstelling van dierlijke meststoffen in kg per 1000 kg mest

	ds	os	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	Cl	SO_3	volume gewicht	invloed op pH in kg CaO **)		productie in kg *) per stalperiode
												bw.	grl.	
Gier														
Rundvee	26	10	4.0	0.2	8.0	0.1	0.2	1.0	4.0	2.0	1.032	- 3	- 2	4000
Varkens	20	5	6.5	0.9	4.5	0.6	0.2	1.0	4.0	1.8	1.010	- 7	- 6	900
Dunne mest														
Rundvee	95	60	4.4	1.8	5.5	2.1	1.0	1.0	3.0	1.8	1.040	- 1	0	10000
Mestvarkens	80	50	5.5	4.7	5.0	5.0	1.5	0.7	1.5	1.6	1.033	+ 1	+ 2	1600
Zeugen (onverdund)	60	40	3.9	3.7	3.9	0.8	1.3	0.7	1.5	1.0	-	- 2	- 1	-
Zeugen (verdund)	10	10	2.0	0.9	2.5	5.2	0.2	0.2	0.5	-	-	-	-	-
Vleeskalveren	20	15	3.0	1.3	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	3000
Kippen	140	90	9.2	8.0	5.0	13.7	1.5	1.0	2.0	2.0	-	+ 4	+ 6	80
Vaste mest														
Rundvee loopstal	240	160	5.5	2.5	6.0	3.0	1.0	1.0	2.0	0.8	0.700	0	+ 1	5500
Rundvee grupstal	215	140	5.5	3.8	3.5	4.0	1.5	1.0	2.0	0.6	0.900	0	+ 1	5000
Varkens	230	160	7.5	9.0	3.5	9.0	2.5	1.0	2.0	1.0	-	+ 2	+ 4	700
Kippen vochtige	322	230	12.5	18.7	9.0	23.5	2.5	2.0	3.5	4.0	-	+19	+21	40
Kippen droge	580	370	21.0	25.0	20.0	45.0	3.5	3.0	8.0	6.0	-	+21	+27	30
Kippen deeppit	530	240	14.3	36.1	19.2	67.0	4.0	3.5	8.7	10.0	-	+50	+53	20
Kippen strooiselmest	530	350	15.8	20.0	11.0	28.6	4.4	3.5	5.4	8.3	-	+11	+14	40
Slachtkuikens	580	460	26.0	24.0	21.5	20.5	6.0	4.0	5.5	9.0	0.465	- 1	+ 4	7
Kalkoenen	450	340	17.4	19.3	16.1	24.6	5.0	5.8	8.0	9.5	-	+ 8	+12	-
Paarden	310	250	5.0	3.0	5.6	3.1	1.8	-	-	-	0.700	-	-	-
Champignonmest	391	203	7.0	7.8	9.6	51.1	2.9	2.6	2.8	13.8	0.500	+41	+43	-
Nertsen	320	180	9.5	33.0	2.5	34.5	2.0	1.0	1.5	9.3	-	+ 9	+11	-

*) Rundvee 180 dagen, overige veesoorten 365 dagen.
Slachtkuikens bij 5.5 ton per jaar, mestkalveren 3 afleveringen per jaar.

**) Bij doelmatige aanwending in voorjaar. Bij herfstaanwending $\pm$ 0.2 x N-gehalte meer negatief of minder positief.

Samengesteld februari 1983 door het CAD voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw naar gegevens van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren

Tabel 4. Aantal koedagen per ha, hoeveelheid neerslag in mm en hoeveelheid verwerkte bagger in $m^3.ha^{-1}$ en de aanvoer van stikstof, fosfaat en kali hierdoor in kg per ha in beide meetjaren op hoog en laag peil. * = niet bepaald

Peil periode	Hoog 1-10-81 - 1-10-82			Laag 1-10-81 - 1-10-82			Hoog 1-10-82 - 1-10-83			Laag 1-10-82 - 1-10-83		
aantal koedagen ha^{-1}	140			248			134			161		
bagger/$m^3.ha^{-1}$	182			-			-			-		
component	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
aanvoer door												
koeien	34	6	36	61	11	63	33	6	34	39	7	41
neerslag	22	< 1	*	22	< 1	*	19	< 1	*	19	< 1	*
bagger	437	44	*									

De aanvoer door middel van bagger is bepaald door voor en na het baggeren de slootbodem van de te baggeren sloot op te meten en gelijktijdig op 20 verschillende plaatsen in de slootbodem een monster te nemen. De analyseresultaten van het mengmonster van deze bagger samen met de hoeveelheid bagger geeft dan de vracht van de verschillende stoffen. Ook in de vracht die door bagger toegevoerd wordt aan het land zal een dubbeltelling voorkomen. Een gedeelte van de mestgift die met het grondwater wordt afgevoerd naar de sloot zal door middel van eerst plantengroei in de sloot en later afsterving ervan deelnemen aan de baggervorming. Een gedeelte van de bagger zal ontstaan door ingetrapte slootkanten. Ook dit kan moeilijk als toevoer van buitenaf worden gekwantificeerd.

De aanvoer van stoffen door middel van beregening of bevloeiïng is moelijk te kwantificeren omdat de preciese hoeveelheden bevloeiïngswater niet bekend zijn. Omdat het water voor de bevloeiïng uit de geselecteerde sloten wordt gehaald wordt deze post al meegeteld met de vracht van het ingelaten water (zie par. 5.5.).

5.5. W a t e r b a l a n s

Bij een onderzoek waar de waterbalans centraal staat zijn bepaalde metingen en waarnemingen van groot belang. In dit onderzoek zijn de berging van vocht in het profiel en de verdamping van het gewas onbekend. De verdamping is redelijk te benaderen doch voor de berging is dit moeilijker te berekenen. Wordt een onderzoek in de winter bij hoge grondwaterstanden gestart en geëindigd onder dezelfde omstandigheden in de winter die daarop volgt, dan is de berging te verwaarlozen. Bij dit onderzoek is dit niet het geval, de volgende rekenwijze en benadering van de berging is gevolgd.

Wanneer bij een bepaalde grondwaterstand het profiel in evenwicht is, dan is de zuigspanning van de kolom grond, die boven het grondwater staat, gelijk aan de logaritme van de kolom in cm boven het grondwater. Staat het grondwater op bijvoorbeeld 50 cm-mv dan is de pF-waarde in de evenwichtssituatie voor de eerste 10 cm boven het grondwater gelijk aan 1,0. Voor 20 cm boven het grondwater is de pF-waarde 1,30 enz.

Op deze manier is het dus mogelijk om voor beide ontwateringsprofielen een gelijke benadering te vinden van de vochtberging in het profiel. Deze benadering van de berging is natuurlijk alleen mogelijk als er aan de begin- en eindperiode een natte tijd aan voorafgegaan is wat bij dit onderzoek in alle perioden het geval is geweest.

Om een overzicht van de gemeten en berekende waarden te krijgen die op de waterbalans en afvoer betrekking hebben is tabel 5 samengesteld uit deze gegevens. Door een optelsom van het hoge peil te maken blijkt dat er in 792 dagen 252,8 mm meer verdampt of afgevoerd moet zijn.

Nu is het hoge peilobject ingesloten door een omgeving met een laag peil en er is grote kans dat het water van het hoge peil zijn weg zoekt naar het lager gelegen peil.

De afvoeren zijn gemeten, en de fout bij de aflezing van de registratiestroken kan niet zo groot zijn.

Wanneer we aannemen dat de verdamping te laag berekend zou zijn dan moet het lage peil ook zulke grote afwijkingen geven. Dit is niet het geval zoals blijkt uit de optelling in tabel 5 namelijk in 609 dagen hier maar een afwijking van 8,6 mm. De aanname van een afstroming van hoog- naar laag peil is dus redelijkerwijs aantoonbaar zoals ook wordt gemeten in het chloridegehalte in het diepere grondwater.

De aanname dat er in dit gebied geen kwel of wegzijging plaats vindt wordt hier niet bestreden doch in het object zelf is het redelijkerwijs aantoonbaar. Bovendien zijn de afvoeren die door de ondergrond gaan in de winterperiode het grootst, dan zijn er namelijk ook de grootste verschillen tussen de slootpeilen van de hoog- en diep ontwaterde objecten in het proefgebied en de verdamping de kleinste fout heeft.

Wordt figuur 2, 3 bekeken waar ook de grondwaterstanden en de slootwaterstanden op weergegeven zijn dan blijkt dat er niet veel verband bestaat tussen beide peilen.

Dit wordt namelijk ook beïnvloed doordat in de sloten een bepaald peil gehandhaafd wordt, want zakt het peil van de sloot te diep dan wordt er water ingelaten wat namelijk ook blijkt uit een dieper wegzakken van het grondwater en een stijging van het slootwater.

Tabel 5. Overzicht van de gemeten en berekende waarden van de waterbalans voor hoog- en laag peil

Balansperioden datum	Aantal dagen	Neerslag mm N	Verdamping mm E	mm N-E	Inlaat mm I	Afvoer mm sloot	Afvoer mm greppel	Vochtberging in het profiel mm ΔV	Balans-overschot mm N+I-E-A-ΔV
Hoog peil									
05/04-82 - 05/10-82	183	255,9	431,9	- 176,0	202,1	0		- 16,0	
05/10-82 - 07/07-83	245	607,8	215,9	392,0	0	90,3	80,5	+ 91,2	
07/07-83 - 15/11-83	161	201,9	350,3	- 148,4	142,6	0		+ 3,0	
05/11-83 - 05/06-84	203	472,9	194,8	278,1	0	119,7	96,9	- 28,0	
05/10-82 - 05/05-84	609	1282,7	761,0	521,7	142,6	210,0	177,4	+ 66,2	210,7
Laag peil									
05/10-82 - 28/06-83	266	611,1	294,7	316,4	0	219,9		+ 95,7	
08/06-83 - 06/09-83	70	50,9	161,0	- 110,1	78,6	0		- 13,5	
06/09-83 - 05/06-84	273	620,7	258,9	362,0	0	318,5		+ 17,5	
05/10-82 - 05/06-84	609	1282,7	714,6	568,1	78,6	538,4		+ 99,7	8,6

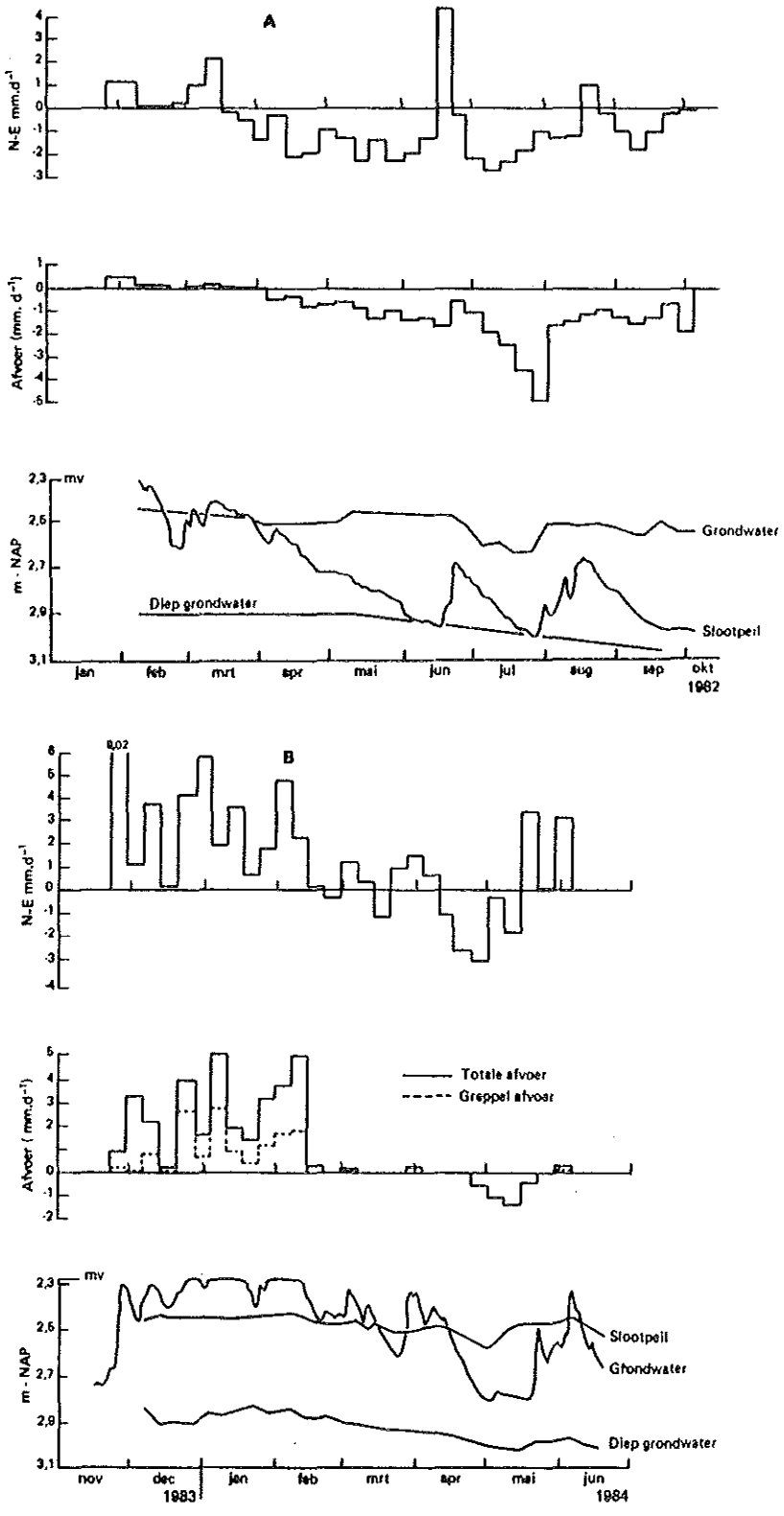


Fig. 2. Het verloop van het berekende verdampingsoverschot (N-E), de afvoer van greppel en de totale afvoer. Het verloop van het grondwater, slootpeil en diepe grondwaterpeil voor het proefobject met hoog slootwaterpeil

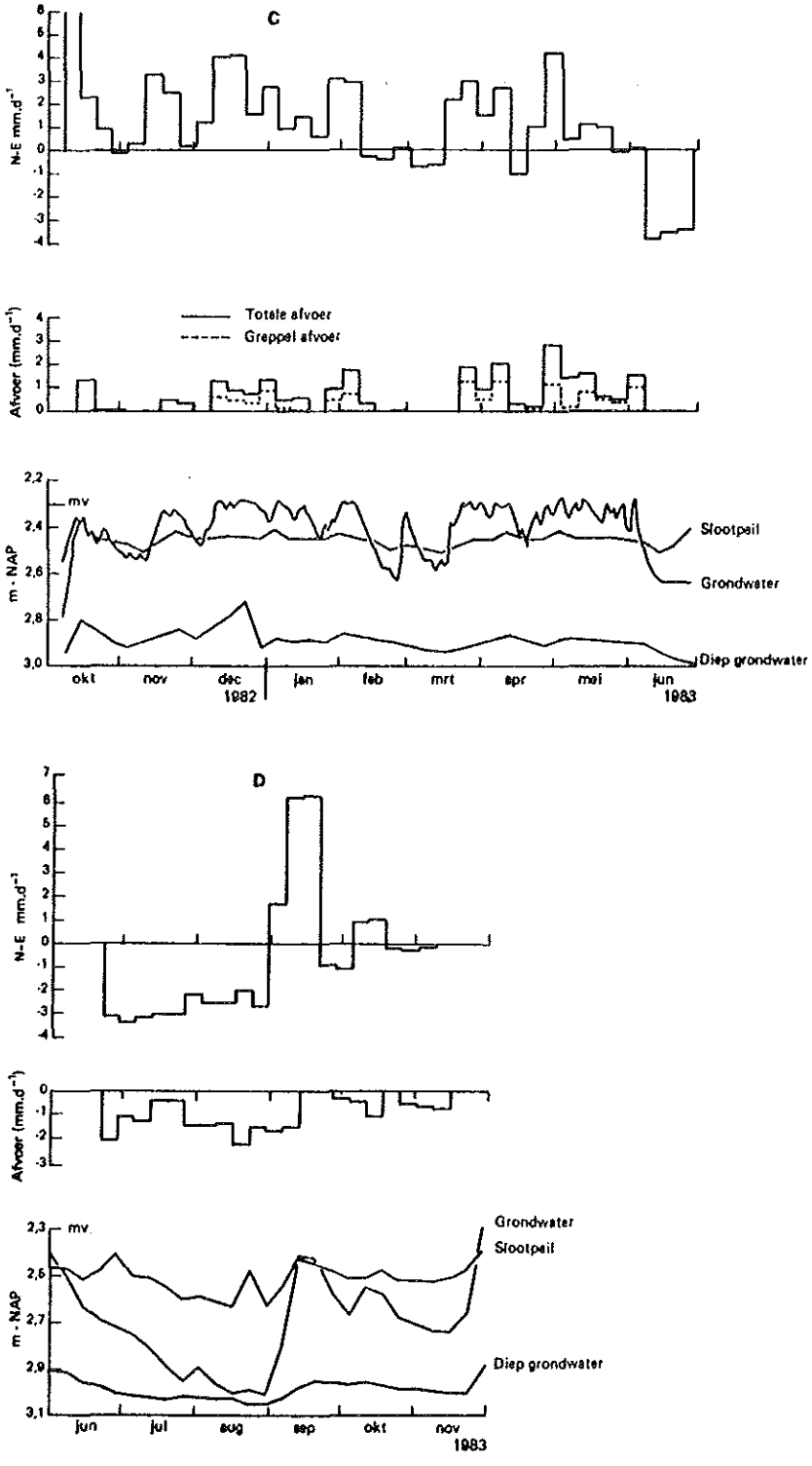


Fig. 2. Het verloop van het berekende verdampingsoverschot (N-E), de afvoer van greppel en de totale afvoer. Het verloop van het grondwater, slootpeil en diepe grondwaterpeil voor het proefobject met hoog slootwaterpeil

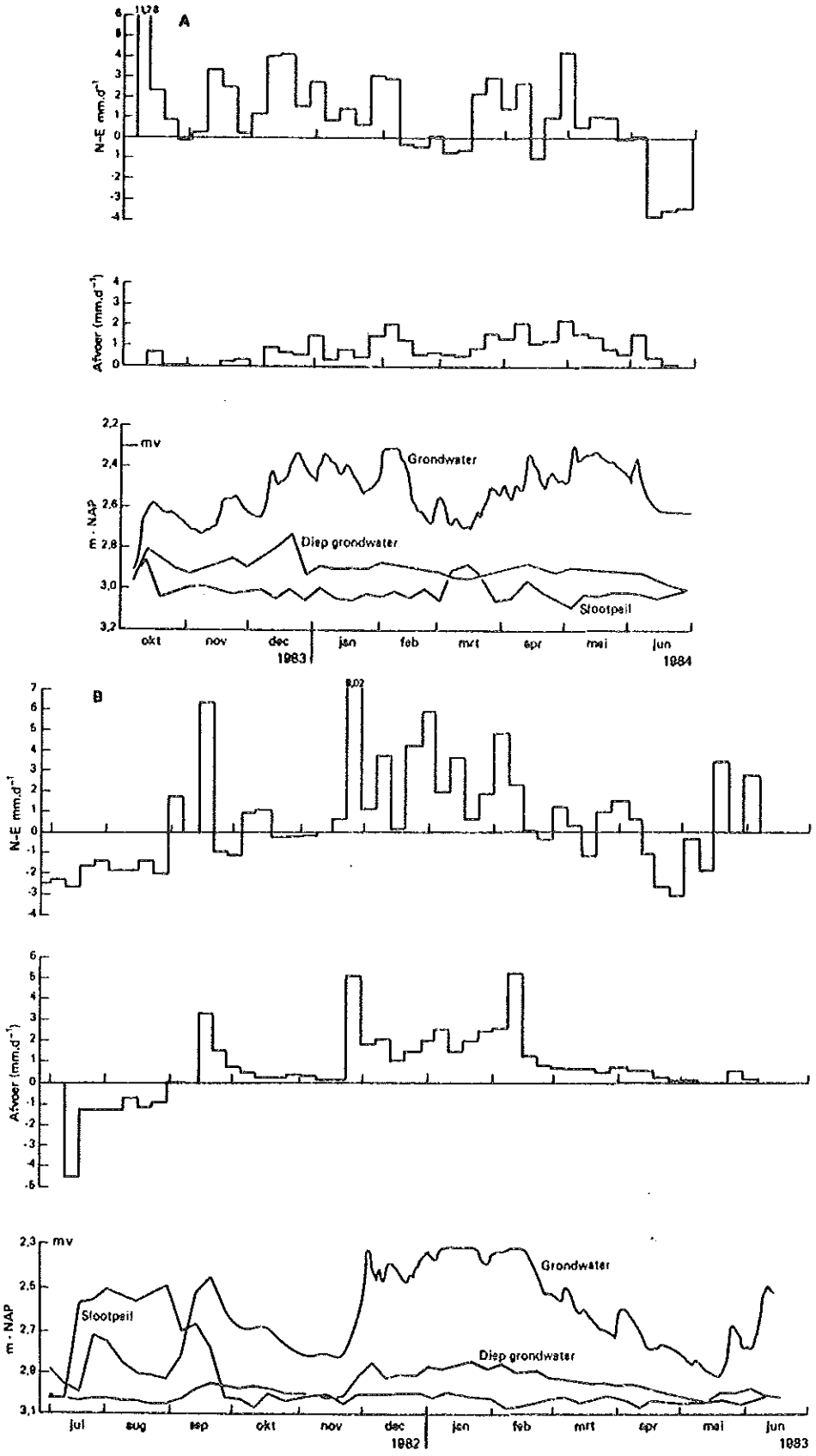


Fig. 3. Het verloop van het berekende verdampingsoverschot (N-E), de afvoer van de sloot, verloop grondwater, slootpeil en diep grondwaterpeil voor het proefobject met laag slootwaterpeil

In de figuren 2 en 3 worden N-E weergegeven tegen de tijd deze figuren laten zien dat wanneer N-E negatief is ook de grondwaterstand gaat dalen en aanvulling vanuit de sloot onvoldoende is. In figuur 2a is hier namelijk de zaak omgekeerd. Het verschil tussen grondwater en slootwater is hier namelijk minimaal. De verdamping is in deze periode dan ook minimaal en het neerslagoverschot groter. In deze periode is ook het diepe peil opgenomen wat in de periode 1982 niet mogelijk was.

5.6. I n l a a t

5.6.1. Algemeen

In de zomer, wanneer er een neerslagtekort is moet er in de veenweidegebieden water worden ingelaten.

Voor het onderzoeksproject op het ROC in Zegveld betekent dat, dat er na enige tijd gebiedsvreemd water wordt ingelaten met geheel andere samenstelling dan normaliter ter plekke voorkomt.

Zowel verlaagde als verhoogde peilen zullen als het neerslagtekort vrij groot wordt en het grondwater in de percelen dieper wegzakt een vochttekort van het gewas te zien geven.

Er wordt dan vaak water ingelaten om te trachten de grondwaterstand weer op peil te brengen en om te gebruiken voor beregening of bevloeiïng.

Op de proefpercelen werd daartoe een voorziening in de damwanden aangebracht, waardoor in de zomer water kon worden ingelaten tot het aldaar voorkomende polderpeil.

Tijdens de proefperiode is op deze manier iedere week het slootpeil weer op polderpeil gebracht en in extreem droge perioden moest dit vaker gebeuren.

Aan de hand van de slootpeilstijging, die normaal in 3 à 4 uur weer op het gewenste peil was, is de hoeveelheid water berekend die per keer werd ingelaten. Door meerdere keren per inlaatperiode te bemonsteren is een mengmonster verkregen waarvan na analyse samen met de hoeveelheid water, de vracht via het ingelaten water kon worden berekend.

5.6.2. Inlaatprocedure

De lengte van de inlaatperiode in de zomer is afhankelijk van de procedure van het inlaten die voor het hoge- en lage peil verschillend was. In de lente komend vanuit een natte winter situatie werd op beide percelen dan pas water ingelaten als de opbolling die de grondwaterstand in het perceel te zien gaf verdwenen was.

Op het hoge peil was tot op dat moment sprake van een afvoersituatie. Als de opbolling verdween en een holle grondwaterspiegel ontstond, omdat door de gewasgroei de verdamping toenam, begon door infiltratie het slootpeil te zakken en kwam zodoende beneden het polderpeil. Dit was het moment waarop water via het inlaatschot werd toegelaten.

De inlaat op het hoge peil ging net zo lang door in de herfst totdat de neerslag de verdamping overtrof, er weer een bolle grondwaterstandspiegel ontstond en de stromingsrichting van het grondwater zich keerde en tot afvoer kwam.

Op het lage peil werd ook pas water ingelaten als de opbolling van de grondwaterspiegel verdwenen was en veranderde in een holle vorm.

Omdat echter de opbolling in het voorjaar ten opzichte van het ingestelde peil op het lage peil groter was dan op het lage peil duurde het langer tot de opbolling verdwenen was.

Ten gevolge daarvan werd met de aanvang van inlaat op het lage peil later begonnen dan het hoge peil.

In de loop van de zomer werd het waterpeil in de lage peilsloten vaak verhoogd tot polderpeil (zelfde peil als het hoge peil).

In het najaar wordt echter vrij vroeg gestopt met de inlaat op het lage peil omdat men wil voorkomen dat het water wat men heeft ingelaten weer uit moet pompen als in de herfst de neerslag de verdamping gaat overtreffen.

Vanwege de latere aanvang en het vroegere einde aan de inlaat op het lage peil ten opzichte van het hoge peil is de periode van inlaat op het lage peil altijd korter dan op het hoge peil.

5.6.3. Ingelaten hoeveelheden water

De hoeveelheden water in mm die in de proefperiode zijn ingelaten zijn gegeven in tabel 6.

Tabel 6. Overzicht van de waterbalans in mm in de groeiseizoenen voor de percelen met hoog peil en laag peil (zie voor symbolen vergelijking (1))

Periode	Aantal dagen	Neerslag	Verdamping	-	Inlaat	Vochtberging	Balansoverschot
Hoog peil		N	E	N-E	I	ΔV	
5/4-82 5/10-82	183	255,9	431,9	- 176,0	202,1	- 16,0	+ 42,1
7/6-83 15/11-83	161	201,9	350,3	- 148,4	142,6	+ 3,0	- 8,8
Laag peil							
28/6-83 6/9-83	70	50,9	161,0	- 110,1	78,6	- 13,5	- 18,0

De inlaat op het lage peil wordt alleen gegeven voor het jaar 1983 aangezien in de zomer van 1982 de damwanden op het verlaagde peil nog niet waren geplaatst.

De cijfers in tabel 3 hebben betrekking op de perceelsoppervlakte waarvoor de desbetreffende sloot als afwateringsmiddel fungeert.

5.6.4. Concentraties van het ingelaten water

Van het ingelaten water is elke week een mengmonster genomen (zie hoofdstuk 3.2.4.).

De uitkomsten van de analyses zijn weergegeven in fig. 4 voor het hoge peil in zomer 1982, in fig. 5 voor het hoge peil in zomer 1983 en in fig. 6 voor het lage peil in zomer 1983.

Wat betreft het ingelaten water in het jaar 1982 zien we het volgende:

Oplopende gehalten in de loop van het seizoen van chloride en fosfaat.

Voor chloride komt dat doordat in de loop van het seizoen het ingelaten water steeds meer onder invloed komt te staan van gebiedsvreemd water, in dit geval Rijnwater met hoge chloride gehalten.

Bij fosfaat valt op dat eigenlijk alleen organisch fosfaat sterk oploopt in de loop van het seizoen, terwijl het ortofosfaat gehalte van het ingelaten water het hele seizoen vrij constant blijft.

Dit komt doordat in de loop van de zomer een massale plantengroei in de toevoersloten op gang kwam en het polderpeil ongeveer 20 cm beneden het normale peil daalde.

Hierdoor werd het natte volume van de sloot een stuk kleiner en daardoor de stroomsnelheid bij waterinlaat hoger. Dit had tot gevolg dat veel slib opdwarrelde en met het inlaatwater de geselecteerde sloot inspoelde, waar het met de bemonstering van het ingelaten water werd meegenomen.

De gehalten van calcium, magnesium en sulfaat van het ingelaten water op het hoge peil in 1982 lieten een dalende tendens zien tegen het einde van het seizoen. De waarschijnlijke oorzaak hiervan is dat in het begin van het seizoen nog vrij veel water in de toevoersloten aanwezig was, wat in de winter en voorjaar was uitgeslagen bij het diepe peil. In dit uitgeslagen water zijn de gehalten van calcium, magnesium en sulfaat vrij hoog. In de loop van het inlaatseizoen wordt dit water vervangen door gebiedsvreemd water. In dit geval Rijnwater, waarin de gehalten van calcium, magnesium en sulfaat lager zijn.

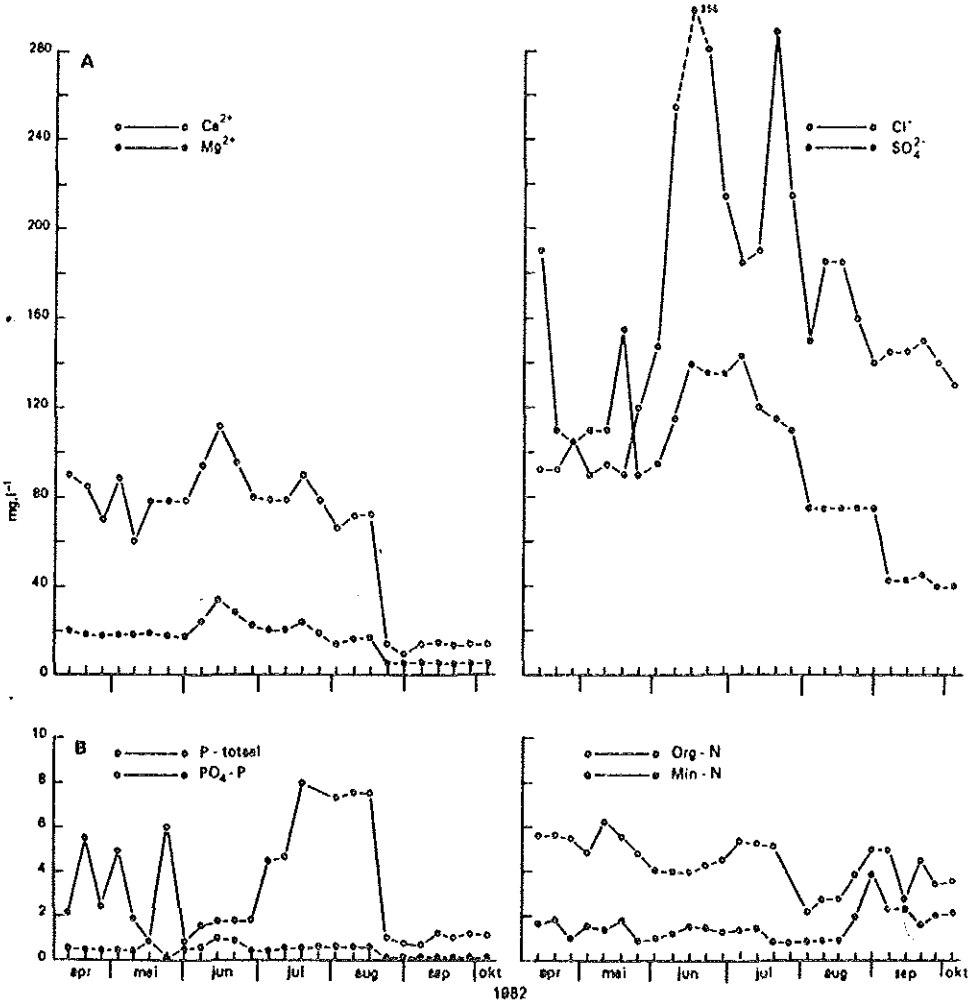


Fig. 4. Concentraties van calcium, magnesium, sulfaat, chloride, minerale stikstof, organische stikstof, orthofosfaat en totaal fosfaat van het ingelaten water in zomer 1982 op het hoge peil.
Ca, Mg, SO_4 en Cl in $mg.l^{-1}$.
Minerale stikstof ($NH_4^+ + NO_3^- + NO_2^-$) en organische stikstof in $mg.N.l^{-1}$. Ortho-fosfaat en totaalfosfaat in $mg.P.l^{-1}$.

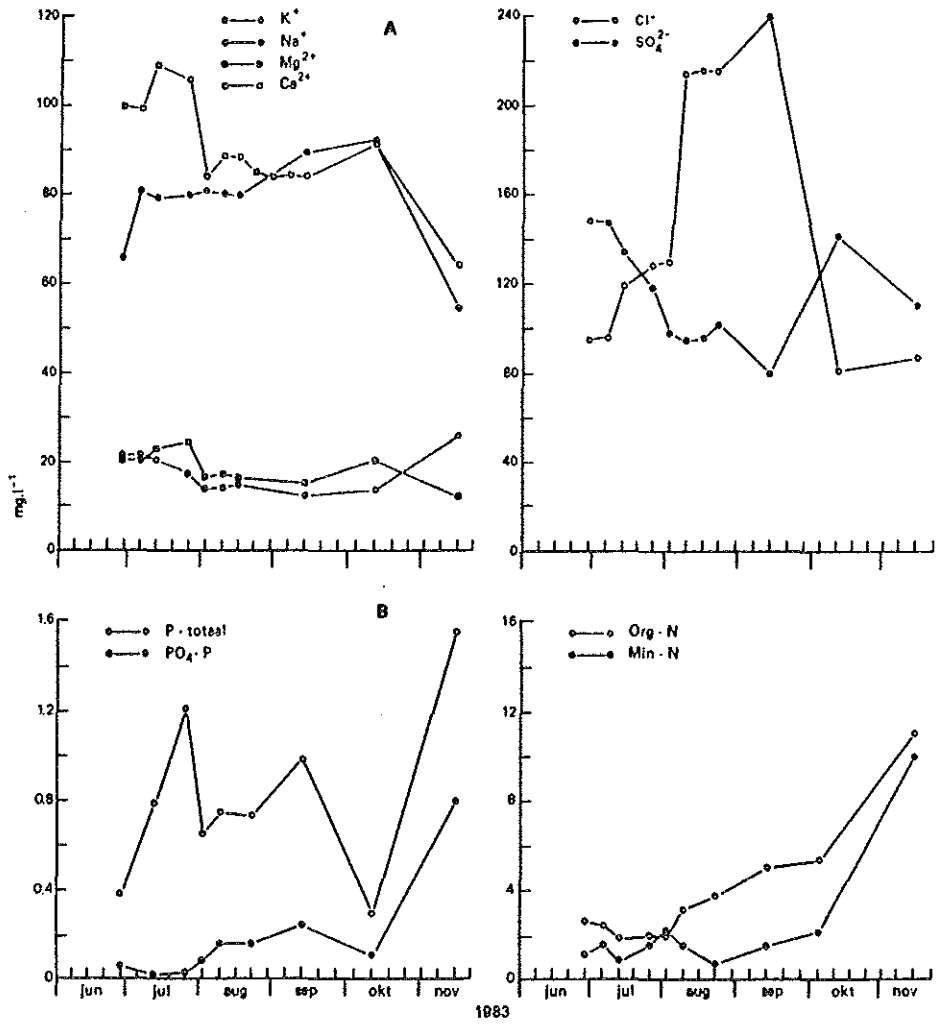


Fig. 5. Concentraties van natrium, kalium, calcium, magnesium, sulfaat, chloride, minerale stikstof, organische stikstof, orthofosfaat en totaalfosfaat van het ingelaten water in zomer 1983 op het hoge peil.

Na, K, Ca, Mg, SO_4 en Cl in $mg.l^{-1}$.

Minerale stikstof ($NH_4^+ + NO_3^- + NO_2^-$) en organische stikstof in $mg.N.l^{-1}$.

Orthofosfaat en totaalfosfaat in $mg.P.l^{-1}$.

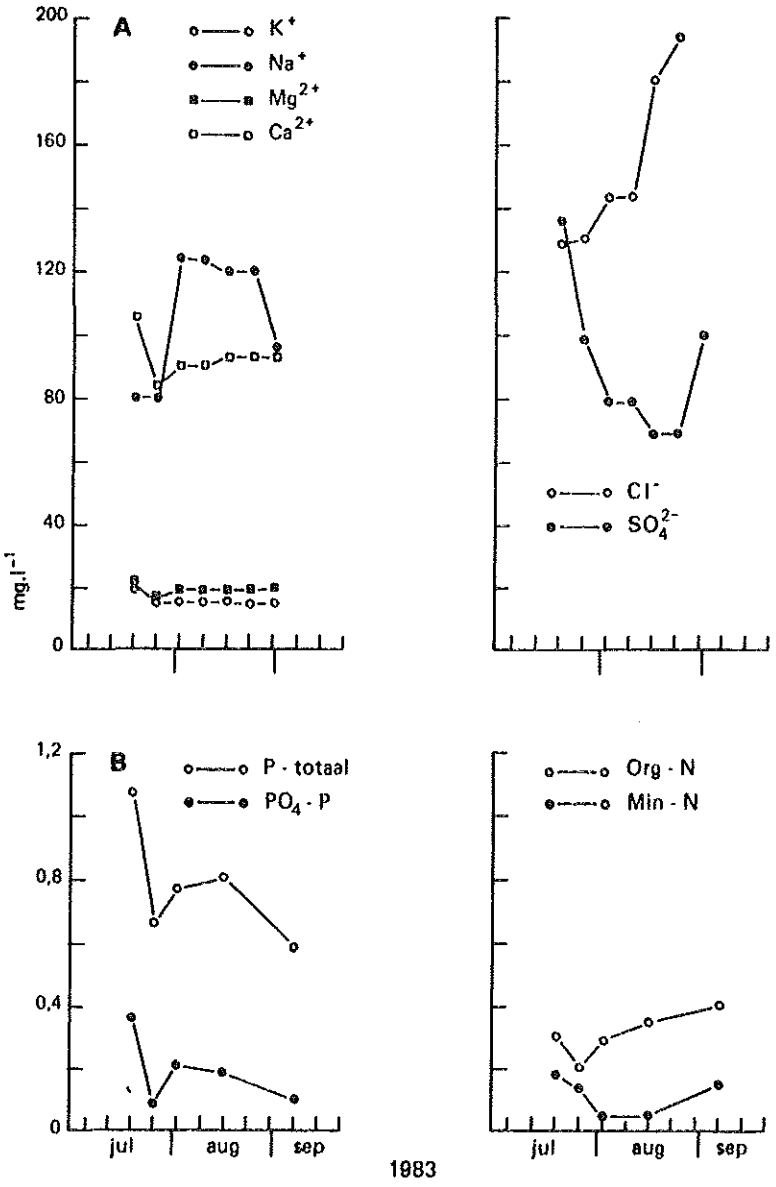


Fig. 6. Concentraties van natrium, kalium, calcium, magnesium, sulfaat, chloride, minerale stikstof, organische stikstof, orthofosfaat en totaalfosfaat van het ingelaten water in zomer 1983 op het lage peil.
Na, K, Ca, Mg, SO_4 en Cl in $mg.l^{-1}$.
Minerale stikstof ($NH_4^+ + NO_3^- + NO_2^-$) en organische stikstof in $mg.N.l^{-1}$.
Orthofosfaat en totaalfosfaat in $mg.P.l^{-1}$.

Over 1983 valt over het ingelaten water op het hoge peil het volgende op te merken.

Een veel kortere inlaatperiode dan in 1982.
Omdat er minder water nodig is geweest is een geringere invloed van gebiedsvreemd (=Rijn)water te zien aan het minder hoog oplopen van het chloridegehalte. Het sulfaatgehalte beweegt zich op het zelfde peil als in 1982. Na half september loopt het sulfaatgehalte weer sterk op. Dit komt doordat na half september op het lage peil weer water werd uitgeslagen op de poldersloot. In dit uitgeslagen water waren de sulfaatgehalten in september en oktober gemiddeld ± 200 mg $SO_4.l^{-1}$ zodat de sulfaatgehalte in het water van de poldersloot, die op 13 september nog 80 mg $SO_4.l^{-1}$ was hierdoor verhoogd werd.

Dit zelfde effect was ook merkbaar bij de magnesium en calciumgehalten van het inlaatwater. De afvoer van water uit het verlaagde peil liep eind september tot bijna niets terug en begon begin november weer.

Dit is goed te zien aan de gehalten van magnesium, calcium en sulfaat van het inlaatwater die tot half november een dalende tendens te zien geeft.

De gemiddelde gewogen gehalten van het ingelaten water zijn gegeven in tabel 7.

Tabel 7. Gemiddelde gewogen gehalten (mg.l^{-1}) van het ingelaten water in de beide meetjaren op hoog en laag peil

peil	hoog	hoog	laag
jaar	1982	1983	1983
ml. mm	202,1	142,6	78,6
min N	1,83	2,66	1,27
org. N	5,20	4,63	3,05
PO_4-P	0,45	0,21	0,25
P org.	5,44	0,84	0,89
Ca^{2+}	80,65	86,26	94,15
Mg^{2+}	20,29	17,53	19,08
Na^{+}		177,14	97,96
K^{+}	17,81	17,53	16,54
SO_4^{2-}	118,26	106,59	106,87
Cl^{-}	229,59	164,10	147,58

5.6.5. Vracht van ingelaten water

De totale vracht van ingelaten stoffen wordt berekend door de hoeveelheid ingelaten water te vermenigvuldigen met de gehalten van het ingelaten water.

Voor stikstof en fosfaat zijn daartoe twee curves berekend die de inlaathoeveelheden in de tijd weergegeven in fig. 7 en 8. De hoeveelheden werden berekend in kg per ha over het oppervlak dat door de sloot van water werd voorzien.

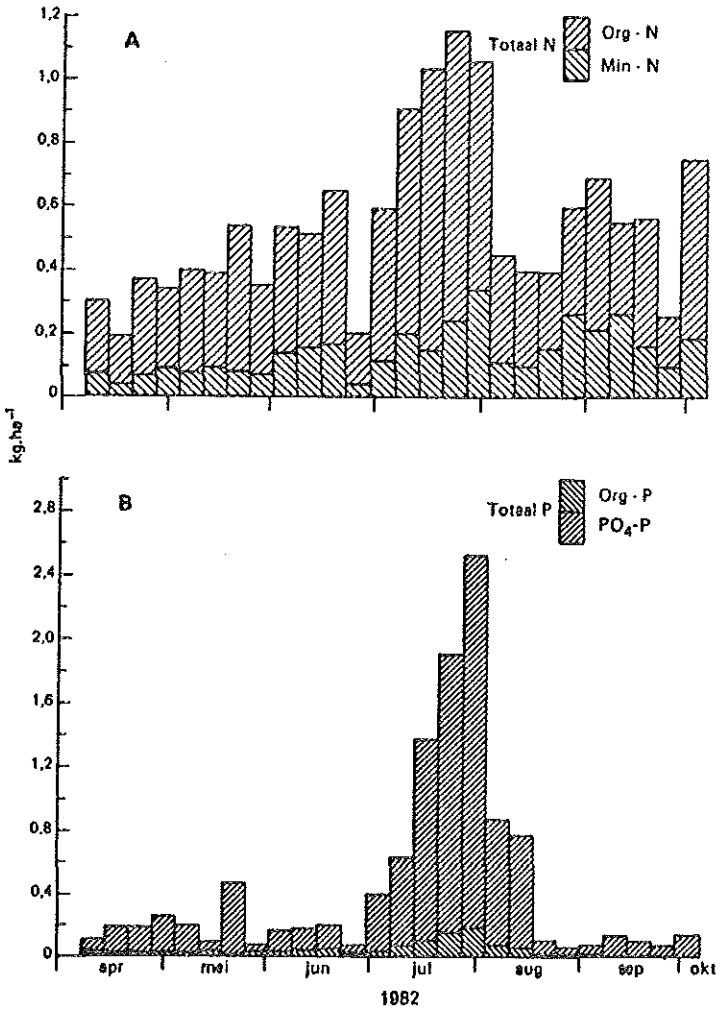


Fig. 7. Vracht van stikstof (a) en fosfaat (b) in kg per ha die door het ingelaten water werd aangevoerd op hoog peil in zomer 1982. De totale stikstofvracht is opgesplitst in organisch gebonden N en minerale N (NH_4^+ + NO_3^- + NO_2^-). De totaal fosfaatvracht in ortho-P en organisch gebonden P

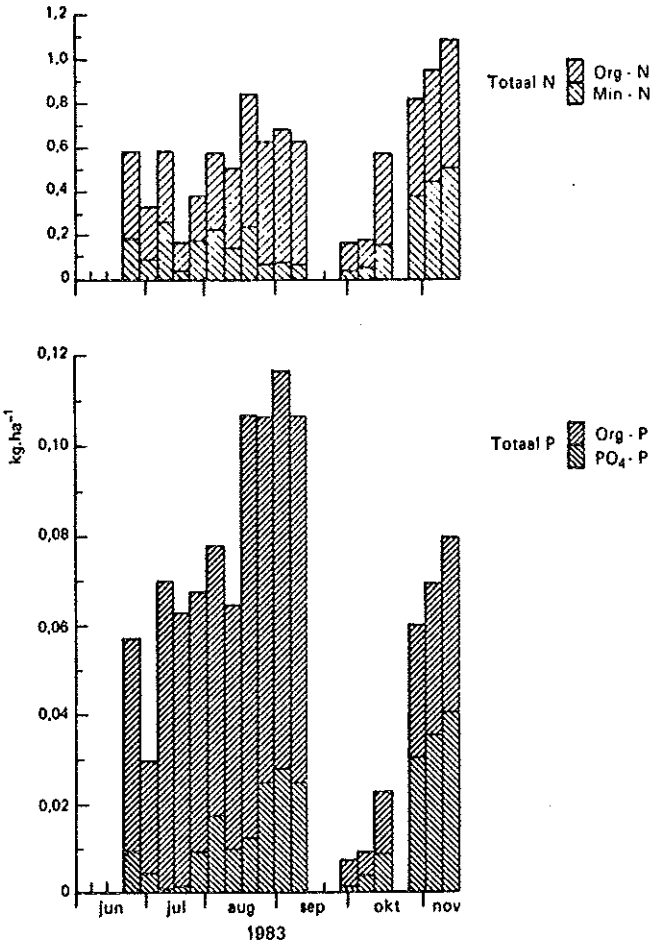


Fig. 8. Vracht van stikstof (a) en fosfaat (b) in kg per ha die door het ingelaten water werden aangevoerd op hoog peil in zomer 1983. De totale stikstofvracht is opgesplitst in organisch gebonden N en minerale N (NH_4^+ + NO_3^- + NO_2^-). De totaalfosfaatvracht is opgesplitst in ortho-P en organisch gebonden P

De totale vracht aan stoffen die door het ingelaten water werden aangevoerd op hoog- en verlaagd peil in de jaren 1982 en 1983 zijn gegeven in tabel 8.

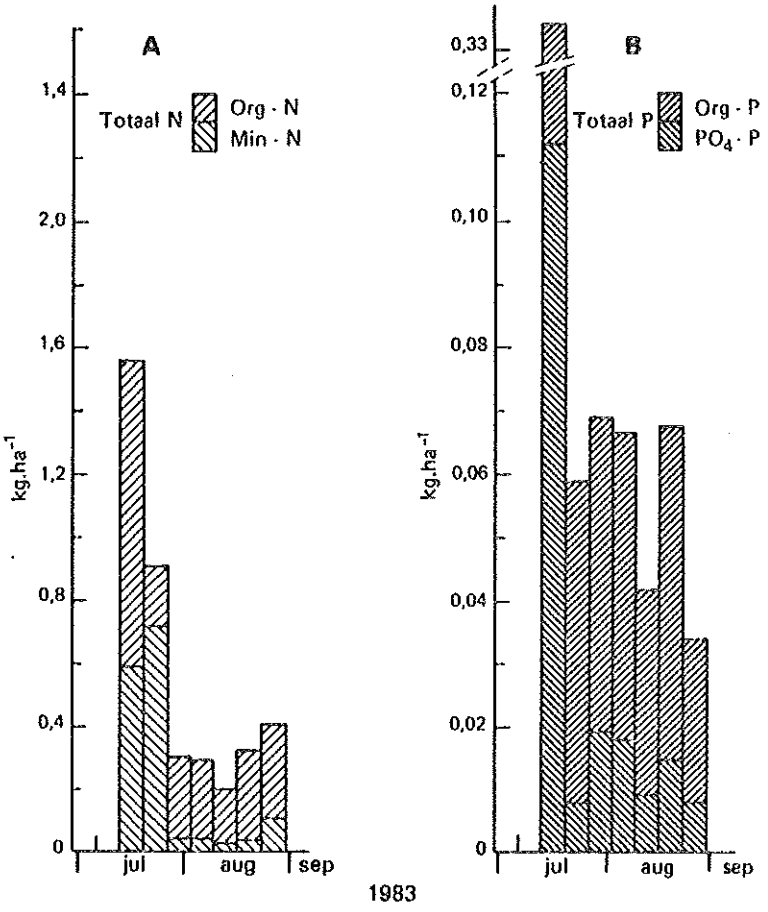


Fig. 9. Vracht van stikstof (a) en fosfaat (b) in kg per ha die door het ingelaten water werd aangevoerd op laag peil in zomer 1983. De totale stikstofvracht is opgesplitst in organisch gebonden N, en minerale N (NH_4^+ + NO_3^- + NO_2^-). De totaal fosfaatvracht is opgesplitst in ortho-P en organisch gebonden P

Tabel 8. Waterinlaat ($mm.jr^{-1}$) en vracht van stoffen ($kg.ha^{-1}.jr^{-1}$) aangevoerd met ingelaten water in de jaren 1982 en 1983 op hoog en laag peil

Jaar peil	1982 hoog	1983 hoog	1983 laag
inlaat-mm	202,1	142,6	78,6
min-N	3,7	3,8	1,0
org.-N	10,5	6,6	2,4
totaal-N	14,2	10,4	3,4
PO_4-P	0,9	0,3	0,2
P-org.	11,0	1,2	0,7
totaal-P	11,9	1,5	0,9
Ca^{2+}	163	123	74
Mg^{2+}	41	25	15
Na^{+}	-	110	77
K^{+}	36	25	13
SO_4^{2-}	239	152	84
Cl^{-}	464	234	116

5.7. D i e p g r o n d w a t e r

In het najaar van 1982 is ook een diep filter geplaatst tot op het zand en wel op een diepte van 7 meter-maaiveld. Wekelijks werd dit filter, dat naast de sloot met het diepe peil stond, gepeild.

Het verloop van het diepe grondwater staat weergegeven in figuur 2 en 3. Aan het verloop van het diepe grondwater is te zien dat kwel in deze percelen niet optreedt. Het diepe grondwater is slechts incidenteel bemonsterd omdat grote veranderingen, wat de samenstelling van dit water in de tijd betreft, niet aannemelijk zijn.

6. RESULTATEN EN DISCUSSIE WATERHUISHOUDING EN WATERKWALITEIT

6.1. A f v o e r v e r l o o p

Om de afvoer uit de sloten en daarmee de aanvoer uit de aangrenzende percelen te kunnen meten zijn de sloten aan beize zijden alsmede de greppels bij het hoge peil met damwanden afgesloten.

Op de plaatsen waar de afvoer plaats vond waren meetstuwen met een V-vormige opening van 90° aangebracht (type Thomson). Het waterpeil in greppels en sloten werd met peilschrijvers geregistreerd. De afvoerberekeningen vonden plaats met de voor dit meetschat gegeven formule namelijk:

$$q = 1{,}4 \text{ tg } \tfrac{1}{2}\alpha \cdot h^{2,5} \text{ (m.sec}^{-1}\text{)} \qquad (3)$$

bij $\alpha = 90° = \text{tg } \frac{1}{2}\alpha = 1$

waarbij h = overstorthoogte ten opzichte van onderkant meetschot in cm.

In de figuren 2 en 3 wordt de afvoer weergegeven in afvoer via de sloot. Bij het hoge peil is tevens de afvoer via de greppel gegeven. Het afvoerverloop is weergegeven in mm per dag over een weekperiode.

Bij een negatieve waarde van de afvoer wordt de inlaat in de sloten bedoeld. Bij het lage peil ontbreekt de periode 5/4-'82 - 5/10-'82 dit in verband met het nog niet ingericht zijn van dit proefobject.

Greppelafvoer begint bij het hoge peil in de eerste week van december 1983 op te treden en het treedt in de volgende perioden alleen op als het profiel geheel verzadigd is en het grondwater tot aan maaiveld staat. Een afstroming van het neerslagoverschot bij een bevroren bovenlaag is in de meetperiode niet opgetreden, wat natuurlijk bij een drijfmestbemesting op bevroren grond veel nutriënten in het afvoerwater zou brengen.

Een bemesting van drijfmest op het hoge peil is in het natte gedeelte van de winterperiode ook achterwege gelaten. Mest uitrijden op een natte veengrond zou de grasmat totaal vernielen en de wagens zouden verzakken. Op het bedrijf zelf kan de mest bovendien op het diep ontwaterde gedeelte uitgereden worden.

Bij het lage peil zorgt de diepe ontwatering voor een meer gelijkmatige afvoer dan het hoge peil. Bij het lage peil zakt het neerslagoverschot langzaam via het grondwater uit naar de sloot, wat bij het hoge peil meer als oppervlakte- en greppelafvoer gebeurt. Bij een vergelijkbare periode voor hoog- en laag peil is te zien dat de gemeten slootafvoer van het lage peil hoger uitvalt dan van het hoge peil inclusief de greppelafvoer.

Neemt men de periode 5/10-'82 tot en met 5/6-'84 dan zien we dat bij het hoge peil in 609 dagen een gemeten afvoer van 387,4 mm, terwijl bij het lage peil in dezelfde periode 538,4 mm gemeten wordt. Uit deze berekeningen blijkt dat de afstroming van hoog- naar laag peil van het sloot- en grondwater via de ondergrond verloopt.

In voorgaand onderzoek over afvoer van dit gebied heeft BUITENDIJK (1984) een afvoer berekend met het model Flowex waar hij de verdeling van de afvoer vermeldt van sloot en greppel in procenten van de totale afvoer.

Buitendijk komt dan voor de greppelafvoer voor de periode 1952-1982 op 46% van de totale afvoer.

Nemen we nu de periode 5/10-'82 tot en met 7/6-'83 van tabel 5 dan is de verdeling van de greppelafvoer ten opzichte van de totale afvoer 47% en de periode 15/11-'83 tot en met 5/6-'84 geeft 45%. Uit deze cijfers blijkt dat de meetjaren representatief zijn voor een langjarig gemiddeld jaar.

6.2. Afvoer van stoffen uit het gebied

Als in het najaar een neerslagoverschot ontstaat stijgt hierdoor het grondwaterpeil. Zodra de grondwaterspiegel zijn holle vorm verliest komt de afvoer naar de sloten op gang.

Als de regenval erg intensief geweest is en de intensiteit van de neerslag de bergingscapaciteit van de grond overtreft zal ook de greppelafvoer op gang komen. Met de afvoer van sloot en greppel worden chemische stoffen naar het oppervlaktewater afgevoerd. Met het greppelwater zullen vooral stoffen meegevoerd worden die aan het oppervlakte van het perceel voorkomen. Bij de eerste afvoer uit de sloot in het najaar wordt de stromingsrichting omgekeerd vergeleken met de inlaatperiode, zodat het water dat in het begin naar de sloot wordt afgevoerd

ten dele uit water bestaat dat in de zomer is ingelaten. Door de verschillende transportwegen van het greppelwater en het via de sloot afgevoerde grondwater zullen dan ook grote verschillen in chemische kwaliteit kunnen voorkomen.

De chemische kwaliteit van het afgevoerde water is voor de componenten chloride (a), sulfaat (b), magnesium (c) en calcium (d) gegeven in fig. 10.

Als we de verschillende componenten bekijken vallen de volgende zaken op.

6.2.1. Chloride

De kwaliteit van het afgevoerde water is wat betreft chloride zowel in de sloot van het hoge peil als in de sloot van het lage peil in beide jaren ongeveer gelijk.

Wel zijn de gehalten in het begin van afvoerperiode 82/83 voor beide sloten wat hoger dan in de afvoerperiode 83/84. Dit kwam door de droge zomer van 1982 toen er vrij veel water moest worden ingelaten. In dit water kwamen op het einde van het inlaatseizoen vrij hoge chloridegehalten voor. Omdat aan het begin van de afvoerperiode de sloten gevuld zijn met inlaatwater vinden we deze hoge chloridegehalten dan ook weer terug in de eerste afvoergolf.

Duidelijk is te zien dat wat betreft chloridegehalte het greppelwater op het hoge peil zich geheel anders gedraagt dan het slootwater. Dit komt doordat de greppel gevoed wordt met water dat een zeer geringe verblijftijd heeft in of op het perceel. Dit in tegenstelling tot het voedingswater van de sloten. Door deze geringe verblijftijd zullen meststoffen die op de bodem liggen van het perceel waar de greppel ligt, dan ook vaak een duidelijke invloed hebben op de kwaliteit van dat greppelwater. De gift van 20 ton ha^{-1} dierlijke mest op 14 februari 1983 is duidelijk terug te vinden in verhoogde chloridegehalten in het greppelwater. Ook de giften van 16 ton dierlijke mest op 17 februari 1984 is duidelijk te zien in de chloridegehalten net zo als de 400 kg kali die half maart op het hoge peil is gegeven verhoogde chloridegehalten veroorzaakt in het greppelwater.

Wat betreft de sloten is goed te zien dat de chloridegehalten in de loop van de afvoerperiode steeds lager worden.

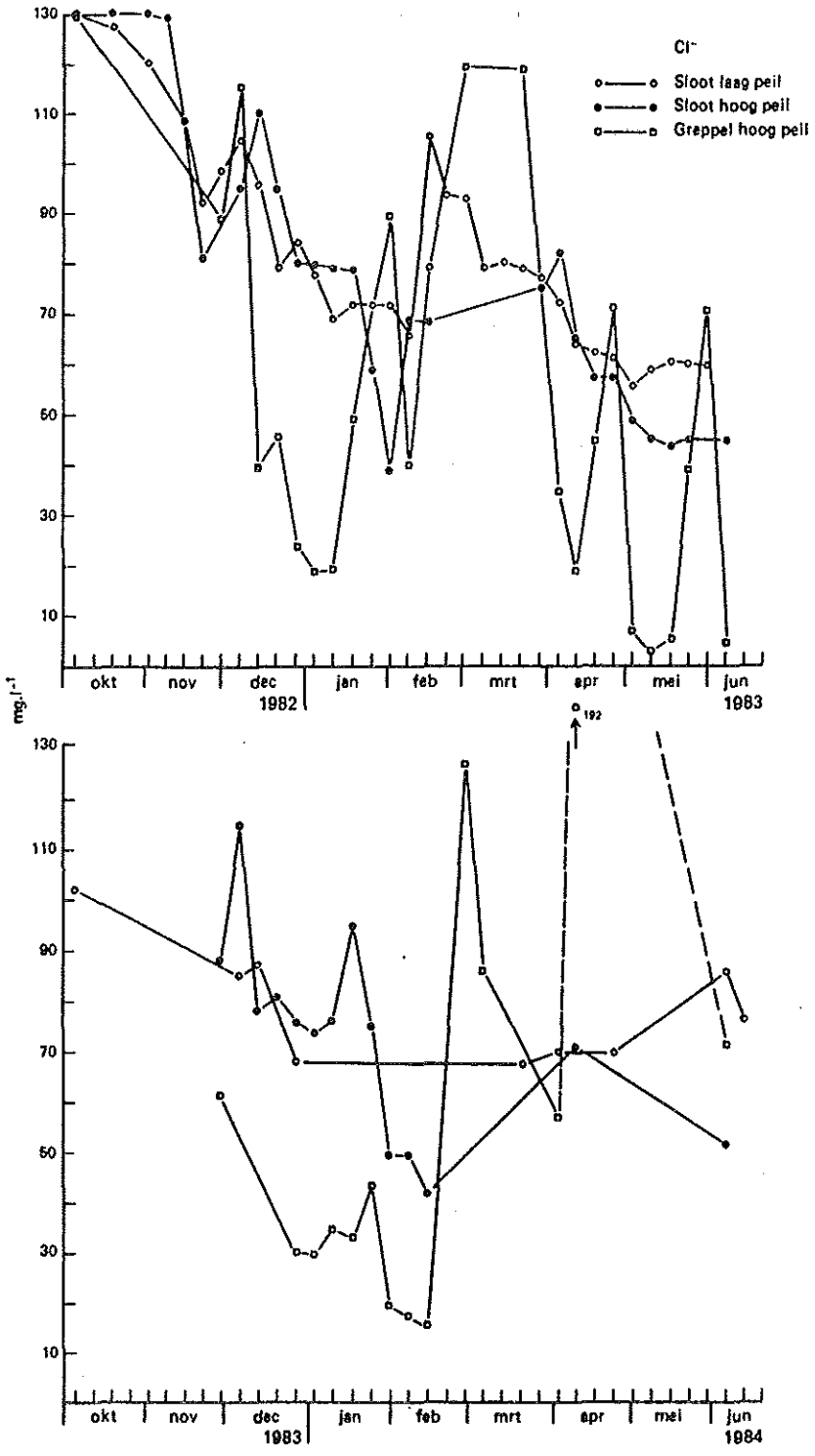


Fig. 10. Gehalten van chloride in $mg.l^{-1}$ van het afgevoerde water in de winters 1982/83 en 1983/84 van de hoge peilsloot, hoge peilgreppel en de laagpeilsloot

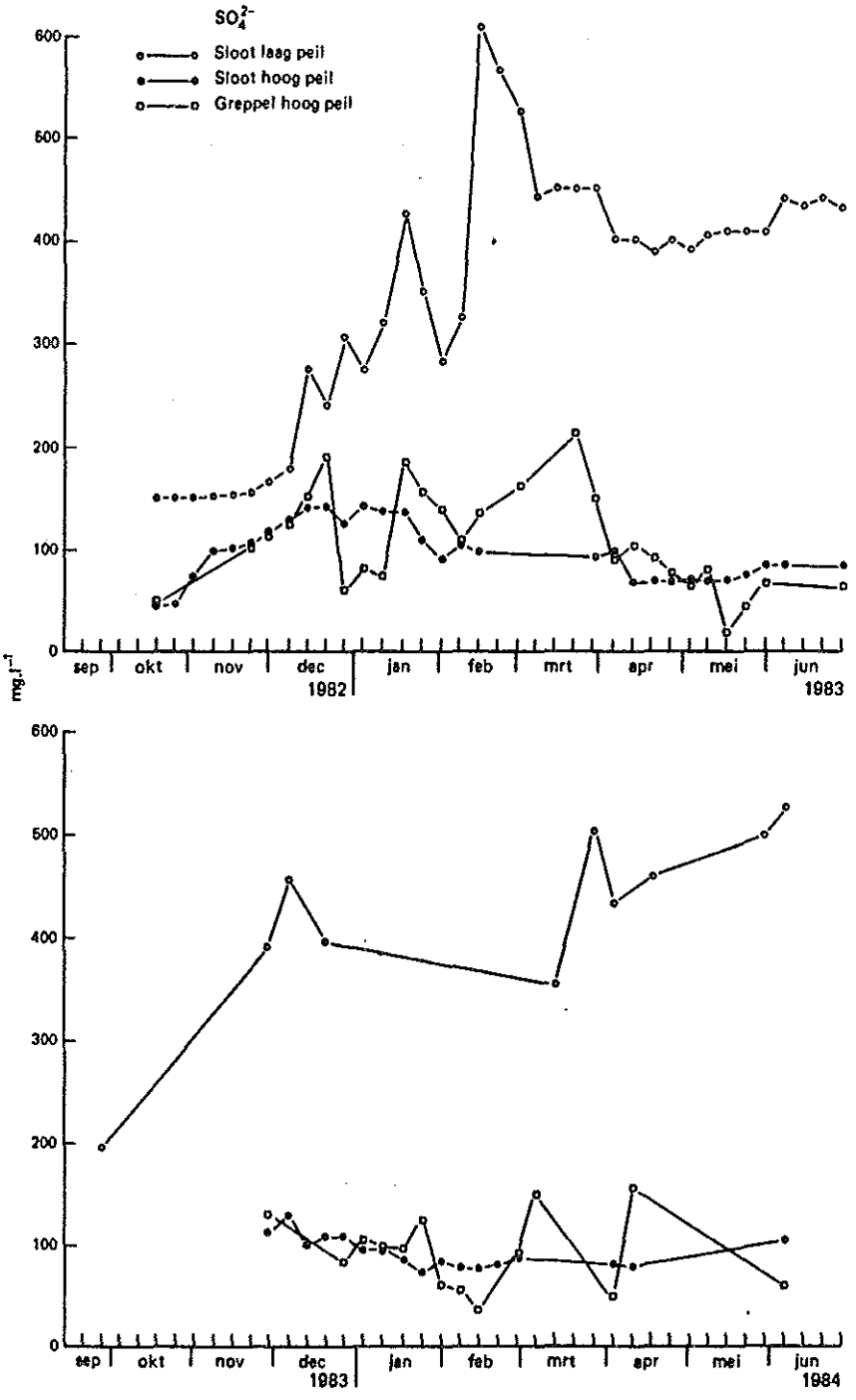


Fig. 10.B Gehalten van sulfaat in mg.l^{-1} van het afgevoerde water in de winters 1982/83 en 1983/84 van de hoge peilsloot, hoge peilgreppel en de laagpeilsloot

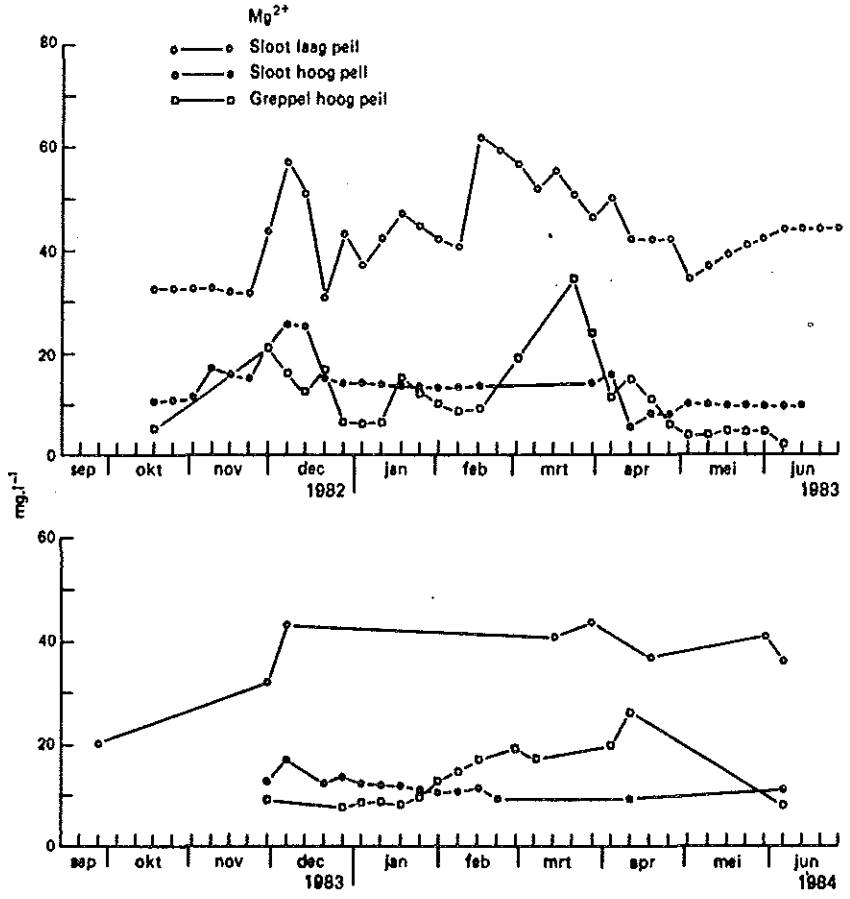


Fig. 10. Gehalten van magnesium in $mg.l^{-1}$ van het afgevoerde water in de winters 1982/83 en 1983/84 van de hoge peilsloot, hoge peilgreppel en de laagpeilsloot

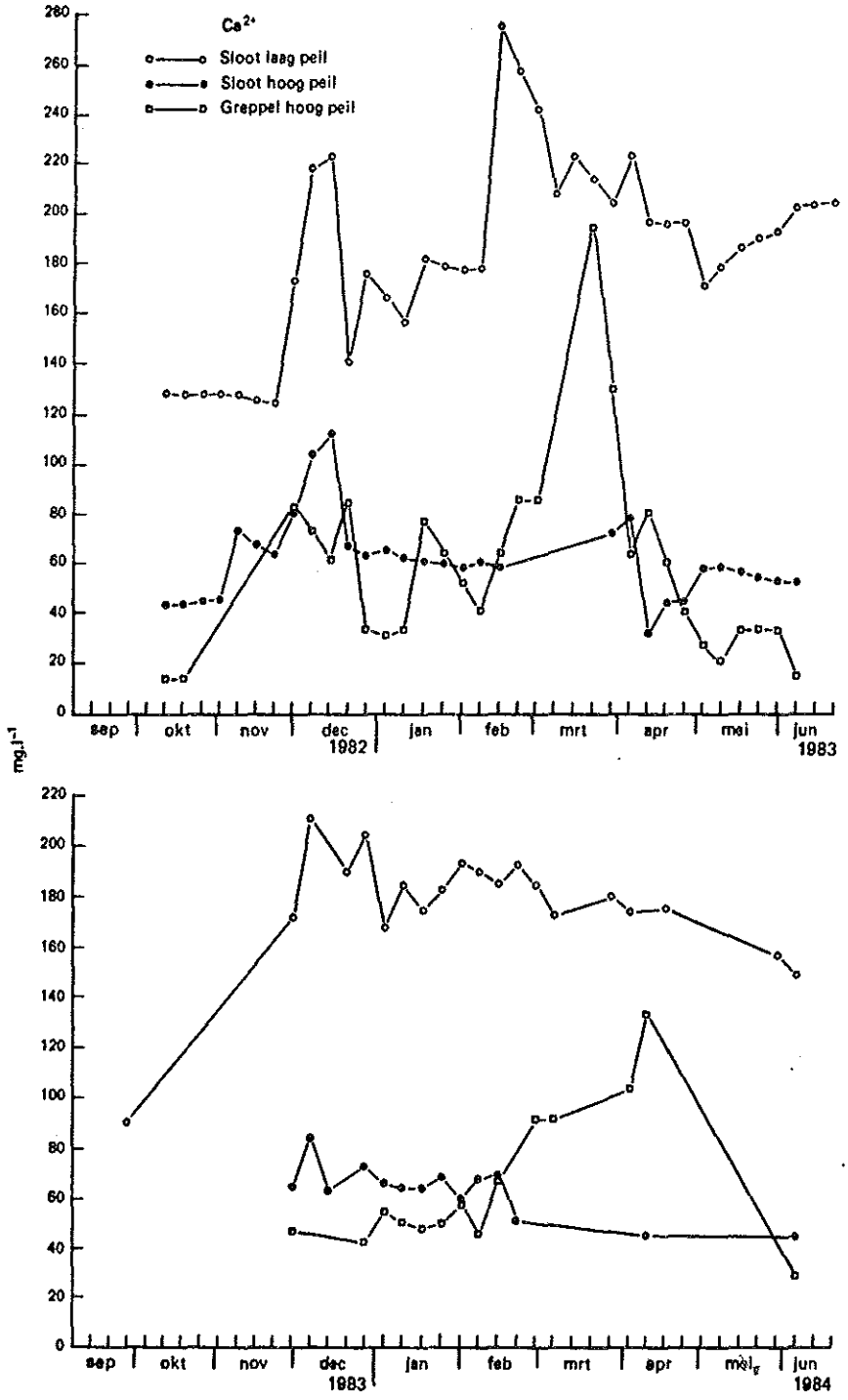


Fig. 10. Gehalten van calcium in $mg.l^{-1}$ van het afgevoerde water in de winters 1982/83 en 1983/84 van de hoge peilsloot, hoge peilgreppel en de laagpeilsloot

6.2.2. Sulfaat

Het verloop van het sulfaatgehalte bij het hoge peil in het greppel en slootwater kenmerkt zich door zeer geringe fluctuaties gedurende de meetperioden. Dit is in beide jaren zo. De gehalten op het verlaagde peil bevinden zich beide jaren op een veel hoger niveau dan op het hoge peil. De sulfaatgehalten op het verlaagde peil vertonen een tendens tot oplopen in de loop van de afvoerperioden. Dit is in beide jaren zo.

De verklaring hiervoor is dat het water dat zich aan het begin van de afvoerperiode in de sloot bevindt uit inlaatwater bestaat. Naarmate de afvoerperiode voortschrijdt wordt dit vervangen door grondwater dat beïnvloed is door bemesting en veenoxidatie.

Gemiddeld is het sulfaatgehalte van het inlaatwater in de zomer van het lage peil 106 $mg.l^{-1}$. Het eerste water dat gemeten wordt is het inlaatwater dat zich al in de sloot bevindt. Dit wordt langzaam aan vervangen door water dat vanuit het perceel deze sloot voedt. In het begin van de afvoer zal dit voedingswater nog voor een gedeelte bestaan uit geïnfiltreerd inlaatwater. In de loop van de afvoerperiode zal het echter meer en meer onder invloed komen van grondwater. Dit grondwater staat onder invloed van afbraakprocessen in de veenbodem waarin hoge sulfaatgehalten voorkomen. In veel mindere mate zal er invloed zijn van het sulfaat dat gevormd wordt bij de mineralisatie van de dierlijke mest.

6.2.3. Calcium en magnesium

Voor zowel calcium als magnesiumgehalten geldt dat er een vrij goed verband bestaat met de sulfaatgehalten van het afgevoerde water. Dit geldt zowel voor hoog als laag peil. Bij de sloot met het lage peil worden veel hogere gehalten aangetroffen dan bij de sloot op het hoge peil. Dit heeft te maken met de processen die plaatsvinden in de veenbodem als het peil verlaagd is.

Het hoge calciumgehalte in het greppelwater op 22 maart in 1983 wordt veroorzaakt door de kalkammonsalpetergift van 480 $kg.ha^{-1}$ op 8 maart en de vrij grote greppelafvoer die in de tweede helft van maart optrad.

6.2.4. Stikstof

De stikstofgehalten van het afgevoerde water zijn gegeven in fig. 11.

Er is een onderscheid gemaakt in ammoniumstikstof, nitrietstikstof en nitraatstikstofgehalte wat tesamen het mineraalstikstofgehalte vertegenwoordigt en het organisch stikstofgehalte.

De stikstofgehalten van de afvoer op het hoge peil zijn uitgesplitst in de stifstofgehalten van het afgevoerde greppelwater en de stikstofgehalten van het slootwater.

Voor het lage peil zijn de stikstofgehalten van de afvoer van de sloot gegeven, omdat er geen greppelafvoer voorkomt.

Wat opvalt in de verschillende stikstofgehalten is dat er een enorme variatie is in de hoogte van de gehalten, maar ook een enorme variatie in de tijd.

Nitrietstikstof draagt in alle gevallen nauwelijks bij in het totaal. De variatie in de stikstofgehalten in de tijd kan deels samenhangen met de invloed van een bepaalde mestgift, deels met de invloed van de verblijftijd in de sloot waardoor bepaalde processen meer of minder zullen plaats vinden. In dit onderzoek spelen deze twee invloeden door elkaar heen.

Bij het lage peil heeft ammonium in 1982/83 een vrij grote invloed op het totaal-N gehalte. In het jaar daarna (1983/84) is die invloed weer veel kleiner (zie ook tabel 9).

Bij de hoog peil sloot heeft ammonium een veel geringere invloed op het totaal stikstofgehalte. In de greppel op het hoge peil daarentegen kan het ammoniumgehalte vrij hoog oplopen (36 mg N/l op 21-2-84). Dit heeft ongetwijfeld te maken met de gift van dierlijke mest die op 17 februari plaatsvond. Door een klein beetje regen in de periode erna (ca. 1,5 mm) vond in de greppel een kleine afvoer plaats, die wat ammoniumgehalte betrof direct op de voorgaande mestgift reageerde. Het organisch stikstofgehalte vertoont in diezelfde periode in de greppelafvoer ook een piek van 47 mg N/l.

Het organisch stikstofgehalte in het slootwater op het lage peil is in de meetperiode 83/84 veel hoger dan in de periode 82/83 (zie ook tabel 9). Op het hoge peil in de slootafvoer neemt het organisch stikstofgehalte in beide jaren een groot gedeelte van de totale stikstofafvoer voor zijn rekening. Ook in de greppelafvoer kan het organisch stikstofgehalte vrij hoog oplopen.

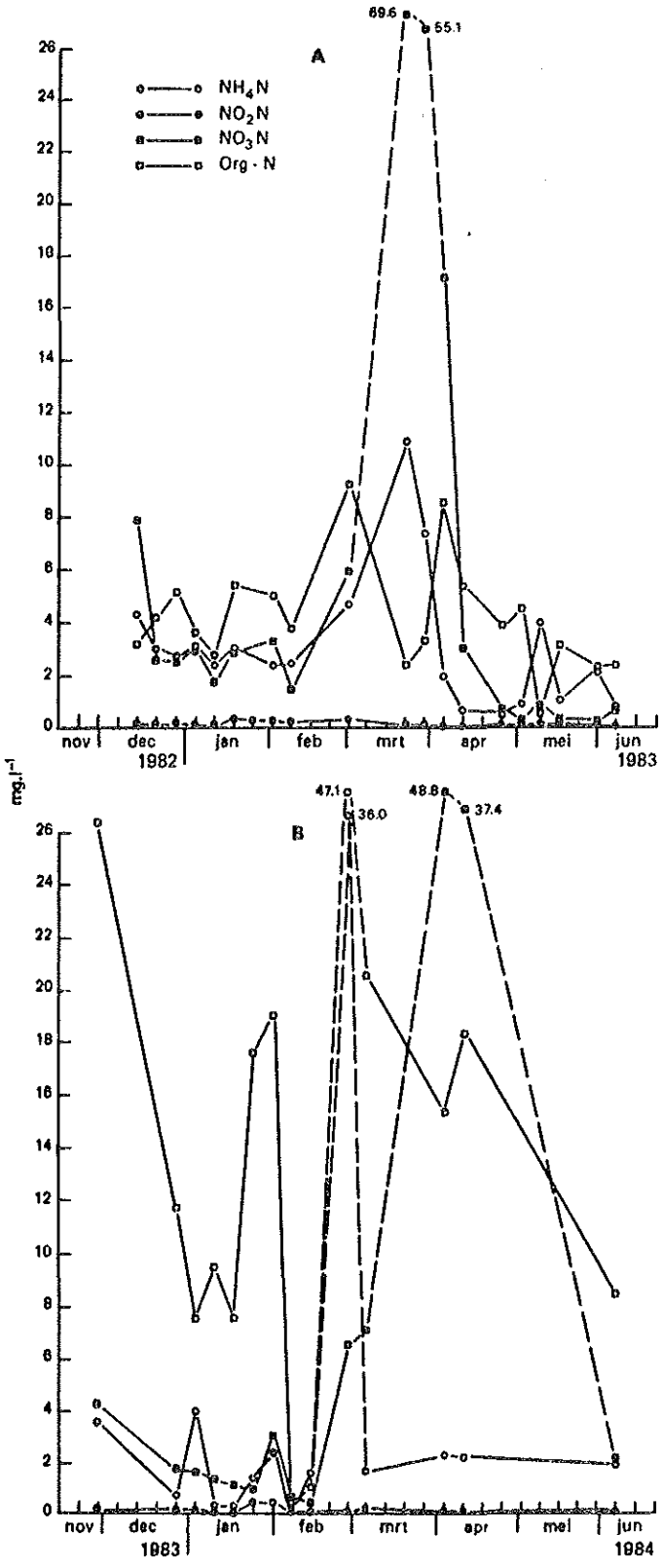


Fig. 11. Stikstofgehalten in het afgevoerde water van de hoge peilgreppel in beide meetjaren.
NH_4-N, NO_3-N, NO_2-N, organische stikstof in mg.N.l^{-1}

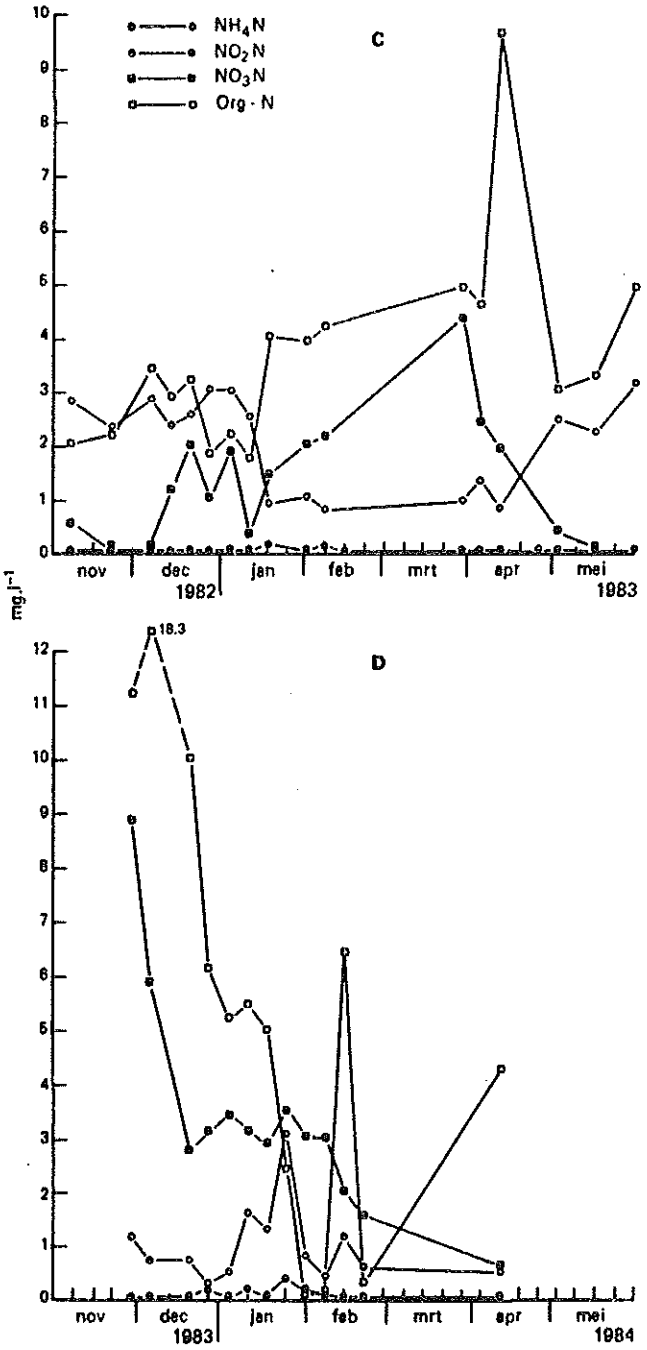


Fig. 11. Stikstofgehalten in het afgevoerde water van de hoogpeilsloot in beide meetjaren.
NH_4-N, NO_3-N, NO_2-N, organische stikstof in $mg.N.l^{-1}$

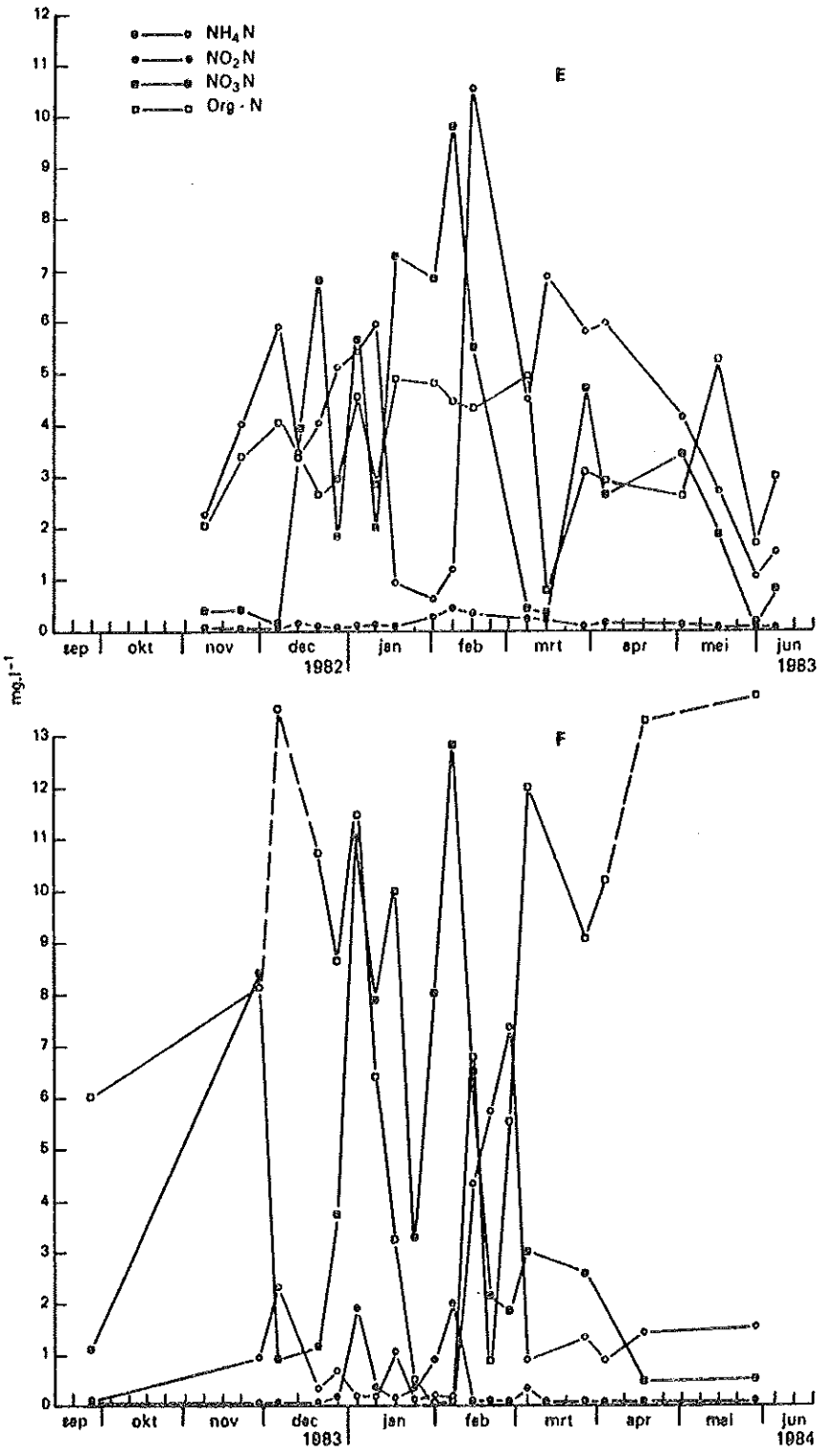


Fig. 11. Stikstofgehalten in het afgevoerde water van de laagpeilsloot in beide meetjaren.
NH_4-N, NO_3-N, NO_2-N, organische stikstof in mg.N.l^{-1}

Nitraat geeft op het lage peil een beeld van sterk fluctuerende gehalten, die in het midden van de afvoerperiode het hoogst zijn. Aan het einde van de afvoerperiode lopen de nitraatstikstofgehalten op het lage peil sterk terug, vermoedelijk onder invloed van de toenemende biologische aktiviteit als gevolg van de stijgende watertemperatuur. Dit is in beide jaren zo.

In de hoogpeilsloot zijn de nitraatstikstofgehalten gemiddeld beduidend lager dan in de laagpeilsloot en met wat minder fluctuatie. Wel lopen de nitraatstikstofgehalten net zoals in de afvoer van het lage peil aan het einde van het jaar terug. Aan de nitraatstikstofgehalten van het greppelwater is goed te zien dat de bemesting een grote invloed op de gehalten van nitraat kan hebben. In allebei de jaren zijn de nitraatstikstofgehalten in de afvoer van het greppelwater zeer hoog in het voorjaar, namelijk oplopend tot 50 à 70 mg N/l. Dit is ook de periode waarin een grote kunstmestgift gedeeltelijk in de vorm van nitraat gegeven wordt. (480 kg KAS ha^{-1} op 8-3-82 en 550 kg KAS ha^{-1} op 12-3-82) zie bijlage 2.

Een sterk afwijkend patroon wordt gevonden bij het verloop van de gehalten aan organisch N en nitraat in het slootwater bij het hoge peil voor het najaar van 1982 en 1983. In 1982 waren de gehalten in de eerste afvoer voor organisch N en nitraat respectievelijk circa 2 en 0,6 mg N/l, terwijl in 1983 de gehalten respectievelijk circa 18 en 9 mg N/l waren. Deze hoge gehalten lopen langzaam terug tot een 'normaal' niveau, dat voor nitraat omtreeks half december is bereikt en voor organisch N pas eind januari. Het ammoniumgehalte loopt hierbij op van circa 0,5 mg N/l tot 3 mg N/l. In beide jaren is kort tevoren bemest met drijfmest. De verschillende reactie hangt samen met de vochttoestand van de grond. In 1982 was de bodem al verzadigd voor de bemesting zodat geen snelle percolatie door scheuren kon plaatsvinden. In 1983 kwamen de eerste neerslagoverschotten pas na de drijfmestgift. Het organisch N wordt slecht door de bodem gebonden evenals het inmiddels door mineralisatie gevormde nitraat. Deze verbindingen spoelen daarom snel door scheuren en grote poriën naar grond- en oppervlaktewater. Uit het ingespoelde organisch N wordt langzaam ammonium gevormd. Zie voor een vergelijkbare problematiek eveneens bij par. 6.2.5. over fosfaat, waarbij dieper op de waterhuishouding wordt ingegaan.

6.2.5. Fosfaat

De fosfaatgehalten in de afvoer van laagpeilsloot, hoogpeilsloot en greppel zijn gegeven in figuur 12. De totaalfosfaatgehalten zijn opgesplitst in orthofosfaat en organisch fosfaat.

Op het lage peil verschillen de gehalten van fosfaat in het afvoerwater in beide jaren niet veel.

Het beeld wat ontstaat is er een van oplopende gehalten naar het einde van de afvoerperiode toe, hetgeen hoogst waarschijnlijk samenhangt met het vrijkomen van fosfaat uit het bodemslib door de oplopende temperatuur.

In de afvoer van de hoogpeilsloot vertonen de gehalten in de twee onderzoeksperioden een geheel verschillend beeld. De gehalten in 1983/84 liggen gemiddeld op een iets hoger niveau (tabel 9).

In de afvoer van het greppelwater vertonen de fosfaatgehalten sterke fluctuaties met verschillende hoge pieken. De hoge piek in begin maart 1983 zal veroorzaakt zijn door de mestgift van dierlijke mest die half februari plaatsvond op het perceel. De mestgift van dierlijke mest op 1 november 1983 zal de hoge fosfaatgehalten in november en december 1983 veroorzaakt hebben. Op 17 februari 1984 volgde weer een gift van dierlijke mest en de periode daarop stijgen de fosfaatgehalten weer sterk. Bij al deze reacties op dierlijke mest geeft het organisch gebonden fosfaatgehalte het grootste aandeel in het totaalfosfaatgehalte.

Bij de beschouwing van de fosfaatgehalten van de afvoer van beide sloten en de greppel is duidelijk te zien dat de fosfaatgehalten in de sloten een gelijkmatiger beeld geeft, dan dat van de gehalten van de greppel. Dit komt doordat sloten worden gevoed met grondwater. Dit grondwater is veel langer onderweg dan het oppervlakkig afstromende water of het ondiepe grondwater waarmee de greppel gevoed wordt. Tijdens dit transport vinden processen plaats in bodem en grondwater.

Hierdoor komen fluctuaties in gehalten van de slootafvoer veel minder duidelijk naar voren dan in het greppelwater.

Een zeer opvallend punt is het grote verschil bij de sloot met het hoge peil tussen de P-gehalten bij de eerste afvoeren in de najaren van 1982 en 1983. In het najaar van 1982 wordt op 23 oktober op perceel 13 20 m^3/ha drijfmest uitgereden. De slootafvoer vertoont in de loop van november totaalfosfaatconcentraties die oplopen tot 0,2 `0,3 mg P/l.

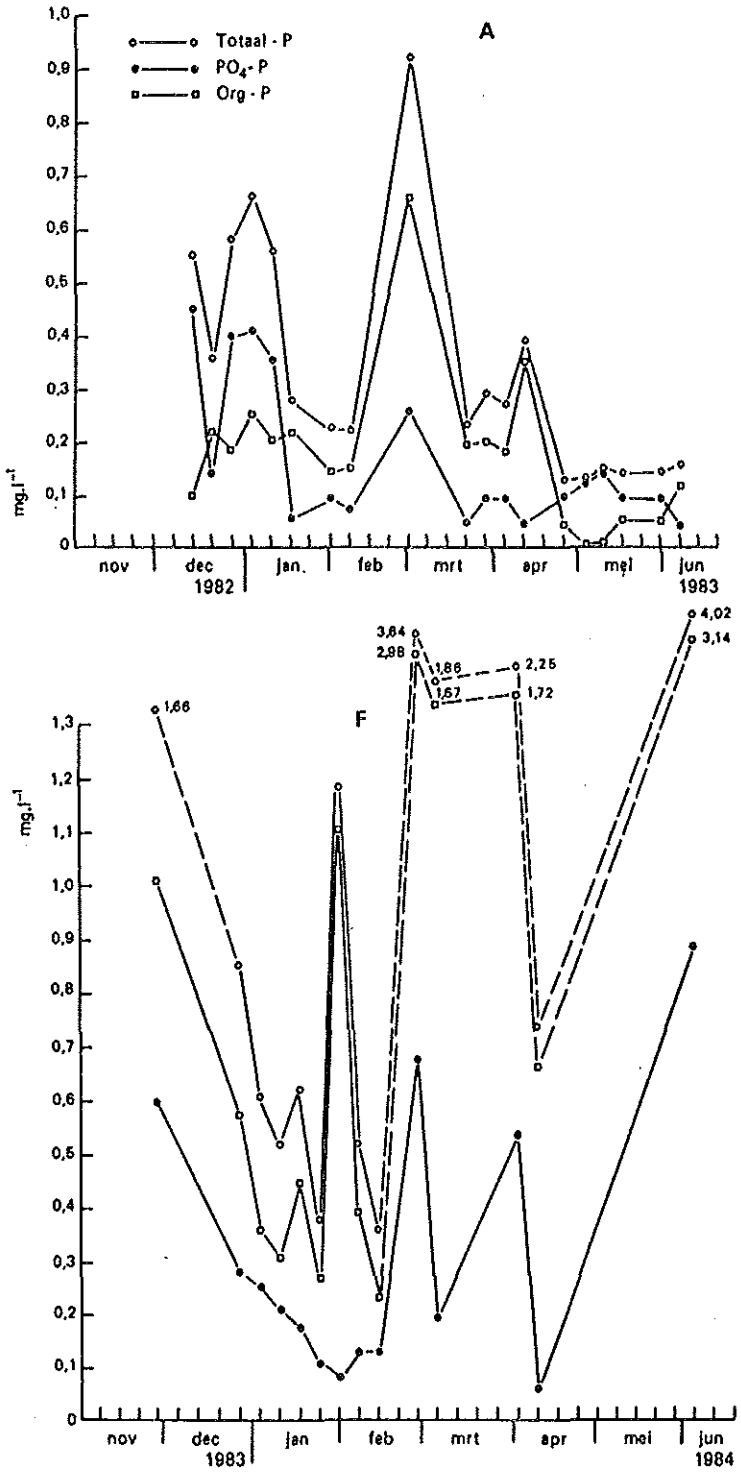


Fig. 12. Fosfaatgehalten in het afgevoerde water van de hoogpeilsloot, hoge peilgreppel en de laagpeilsloot in beide meetjaren. Totaalfosfaat, orthofosfaat en organisch fosfaat in mg.P.l^{-1}

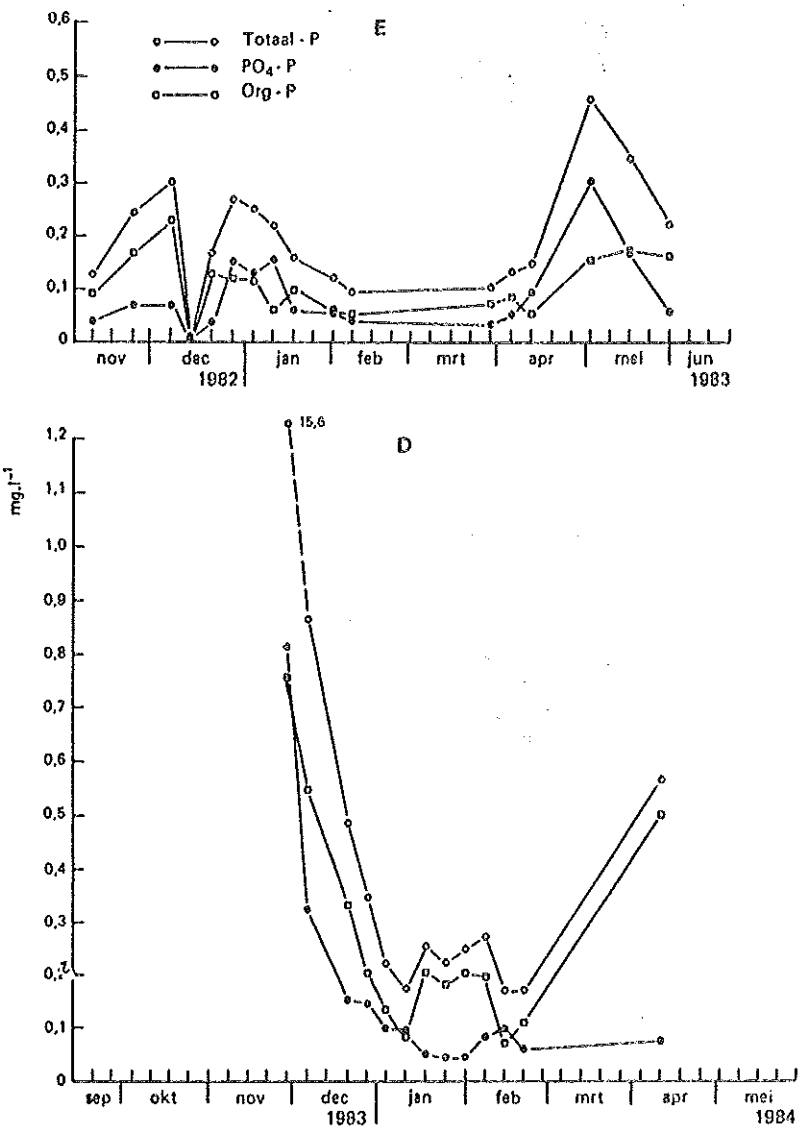


Fig. 12. Fosfaatgehalten in het afgevoerde water van de hoogpeilsloot, hoge peilgreppel en de laagpeilsloot in beide meetjaren. Totaalfosfaat, orthofosfaat en organisch fosfaat in mg.P.l^{-1}

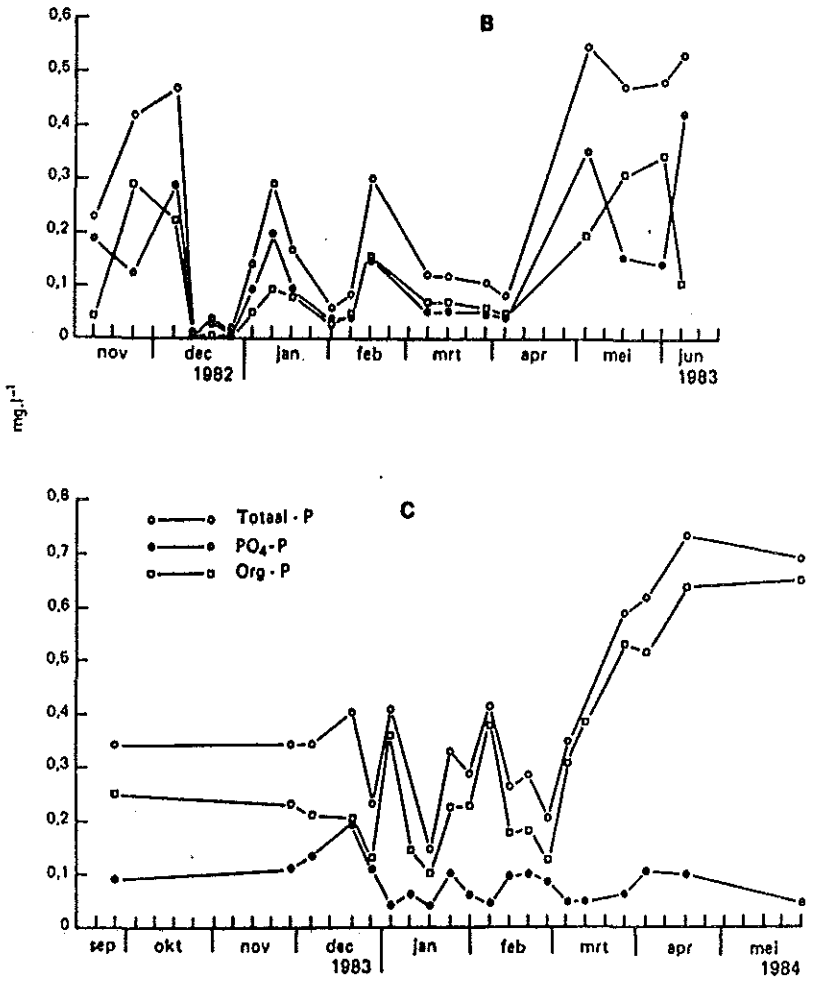


Fig. 12. Fosfaatgehalten in het afgevoerde water van de hoogpeilsloot, hoge peilgreppel en de laagpeilsloot in beide meetjaren. Totaalfosfaat, orthofosfaat en organisch fosfaat in $mg.P.l^{-1}$

Een geheel ander patroon vertoont het najaar van 1983. Na een drijfmestgift van 16 m^3/ha op zowel perceel 12 als 13 op 1 november bedraagt het totaal P-gehalte in de eerste slootafvoer eind november circa 1,6 mg P/l, om daarna in de loop van december geleidelijk af te dalen tot 0,2 mg P/l. De verklaring hiervoor moet vooral gezocht worden in de weersomstandigheden voorafgaande aan de bemesting in combinatie met de bodemfysische eigenschappen. In 1982 was reeds vlak voor de drijfmestgift van 23 oktober een hoeveelheid neerslag gevallen waardoor de grondwaterstand bijna tot in het maaiveld steeg (fig. 2a). Hierdoor kunnen de door indroging ontstane scheuren in de veengrond geheel of gedeeltelijk zijn dichtgetrokken. Door zowel de opvulling van de poriën met water als het dichttrekken kan geen snel transport na de bemesting op 23 oktober plaatsvinden. In het najaar van 1983 waren er geen neerslagoverschotten voorafgaande aan de drijfmestgift. De eerste neerslagoverschotten na de drijfmestgift medio 25 november leidden ook tot een grote grondwaterstandstijging van ± 45 cm tot in het maaiveld. Dit is ongetwijfeld samengegaan met een snel transport van neerslagoverschotten door scheuren en tevens van P uit drijfmest. Bij het lage peil wordt dit niet waargenomen omdat de drijfmest daar pas later is uitgereden.

Over de beide meetjaren is het gemiddelde gewogen gehalte van de verschillende componenten uitgerekend en is gegeven in tabel 9.

Tabel 9. Afvoer in mm en de gemiddelde gewogen gehalten in $mg.l^{-1}$ van de verschillende componenten van de afvoer van hoog peilsloot, greppel, sloot + greppel hoog peil en van laag peil, in beide meetjaren

Jaar	82/83	82/83	82/83	82/83	83/84	83/84	83/84	83/84
type afv.	sloot	grep.	sl+gr	sloot	sloot	grep.	sl+gr	sloot
peil	hoog	hoog	hoog	laag	hoog	hoog	hoog	laag
aantal mm	90,3	80,5	170,8	219,9	119,7	96,9	216,6	318,5
NO_3-N	1,2	5,7	3,3	3,8	3,9	2,3	3,3	5,7
NO_2-N	0,1	0,06	0,08	0,2	0,1	0,1	0,1	1,4
NH_4-N	1,9	2,0	1,9	4,2	1,2	1,4	1,3	0,3
min N	3,2	7,76	5,4	8,2	5,2	3,8	4,6	7,4
org. N	4,1	5,8	4,9	4,1	7,9	9,8	8,7	7,6
tot. N	7,3	13,5	10,2	12,3	13,0	13,6	13,3	15,0
PO_4-P	0,11	0,12	0,12	0,13	0,17	0,21	0,18	0,09
P org.	0,33	0,25	0,29	0,31	0,50	0,83	0,65	0,38
P tot.	0,44	0,37	0,41	0,45	0,67	1,04	0,83	0,47
Ca^{2+}	61,8	47,8	55,2	214,0	77,3	57,2	68,3	186,0
Mg^{2+}	12,4	6,8	9,8	48,5	13,9	11,5	12,8	38,5
Na^+	-	-	-	-	54,8	19,6	39,1	47,7
K^+	-	-	-	-	18,8	21,9	20,2	9,5
SO_4^{2-}	90,5	76,5	84,0	413,8	108,7	89,1	99,9	385,2
Cl^-	73,1	31,7	53,6	94,0	81,8	31,2	59,1	78,1

Ook bij deze manier van benaderen zijn de grote verschillen te zien in calcium, magnesium en sulfaat en in geringere mate chloride. Dat chloride niet gelijk uitkomt bij hoog en laag peil heeft waarschijnlijk te maken met het wegzijgingsprobleem van het hoge peil naar het lage peil. Aan beide afvoerperioden zijn er twee zomers voorafgegaan waarin aan het einde van de zomer water met vrij hoge chloridegehalten is ingelaten. Aangezien het hoge peil in de winter een wegzijging te zien geeft zal ook een gedeelte van het water met hoge chloridegehalten worden afgevoerd naar het lage peil. Er is duidelijk een afname van het verschil te constateren in het jaar 83/84 waarbij in de zomer 83 minder water met lagere chloridegehalten is ingelaten (tabel 8).

6.3. Afgevoerde vracht uit het gebied

Van de gemeten componenten is de totale vracht berekend over de beide meetjaren. Dit is gedaan door de afvoerhoeveelheden te vermenigvuldigen met de gehalten en deze uitkomsten over de meetperiode op te tellen.

De totale afgevoerde hoeveelheden stoffen zijn gegeven in tabel 10. De grote verschillen in afgevoerde vrachten tussen hoog en laag peil zijn vooral te zien in de vrachten sulfaat, calcium, magnesium en chloride.

Voor calcium, magnesium en sulfaat heeft dit te maken met de mineralisatie van het veen op het lage peil. Dit is het gevolg van een betere aeratie van de bodem. Voor een gedeelte wordt het ook veroorzaakt door een grotere hoeveelheid water die van het lage peil wordt afgevoerd. Omdat het hoge peil een wegzijging geeft in de winterperiode zie par. 5.5 tabel 5 zal de afvoer van het hoge peil dan ook hoger liggen dan uitkomsten in tabel 10.

Tabel 10. Afvoer in mm en in kg per ha afwaterend oppervlak van de hoogpeilsloot, hoogpeilgreppel, greppel + sloot en sloot laag peil in beide meetperioden

Jaar type afv. peil aantal mm	82/83 sloot hoog 90,3	82/83 grep. hoog 80,5	82/83 sl+gr hoog 170,8	82/83 sloot laag 219,9	83/84 sloot hoog 119,7	83/84 grep. hoog 96,9	83/84 sl+gr hoog 216,6	83/84 sloot laag 318,5	Gemiddeld over 2 jaar hoog	 laag
NO_3-N	1,1	4,6	5,7	8,3	4,7	2,2	7,1	18,0	6,4	13,2
NO_2-N	0,1	0,05	0,15	0,4	0,1	0,1	0,2	4,5	0,18	2,5
NH_4-N	1,7	1,6	3,3	9,3	1,4	1,4	2,8	1,0	3,05	5,2
min N	2,9	6,25	9,15	18,0	6,2	3,7	9,9	23,5	9,5	20,8
org. N	3,7	4,7	8,4	9,0	9,4	9,5	18,9	24,2	13,7	16,6
tot N	6,6	10,9	17,5	27,0	15,6	13,2	28,8	47,7	23,2	37,4
PO_4-P	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3
P org.	0,3	0,2	0,5	0,7	0,6	0,8	1,4	1,2	0,95	0,95
P tot	0,4	0,3	0,7	1,0	0,8	0,1	1,8	1,5	1,25	1,25
Ca^{2+}	55,8	38,5	94,3	470,6	92,5	55,4	147,9	592,5	121,1	531,6
Mg^{2+}	11,2	5,5	16,7	106,6	16,6	11,1	27,7	122,6	22,2	114,6
Na^{+}	-	-	-	-	65,6	19,0	84,6	152,0	-	-
K^{+}	-	-	-	-	22,5	21,2	43,7	30,4	-	-
SO_4^{2-}	81,8	61,6	143,4	910,0	130,1	86,3	216,4	1226,8	179,9	1068,4
Cl^{-}	66,0	25,5	91,5	206,8	97,9	30,2	128,4	248,6	109,8	227,7

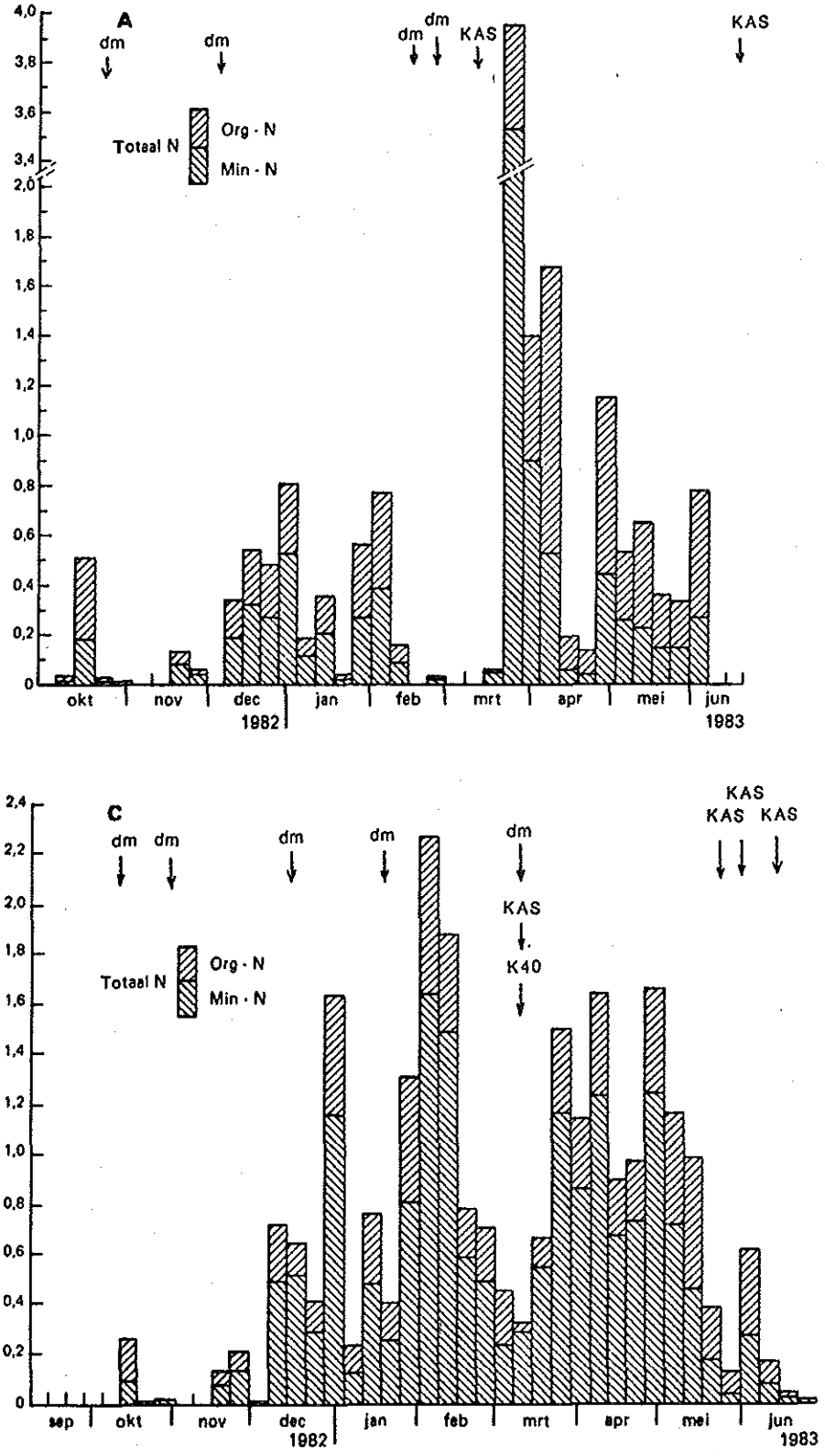


Fig. 13. Het verloop van de stikstofvracht in de afvoerperiode 1982/83 in kg N per ha afwaterend oppervlak op zowel hoog peil (A) als laag peil (C). Met daarin de gegeven bemesting naar soort. dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

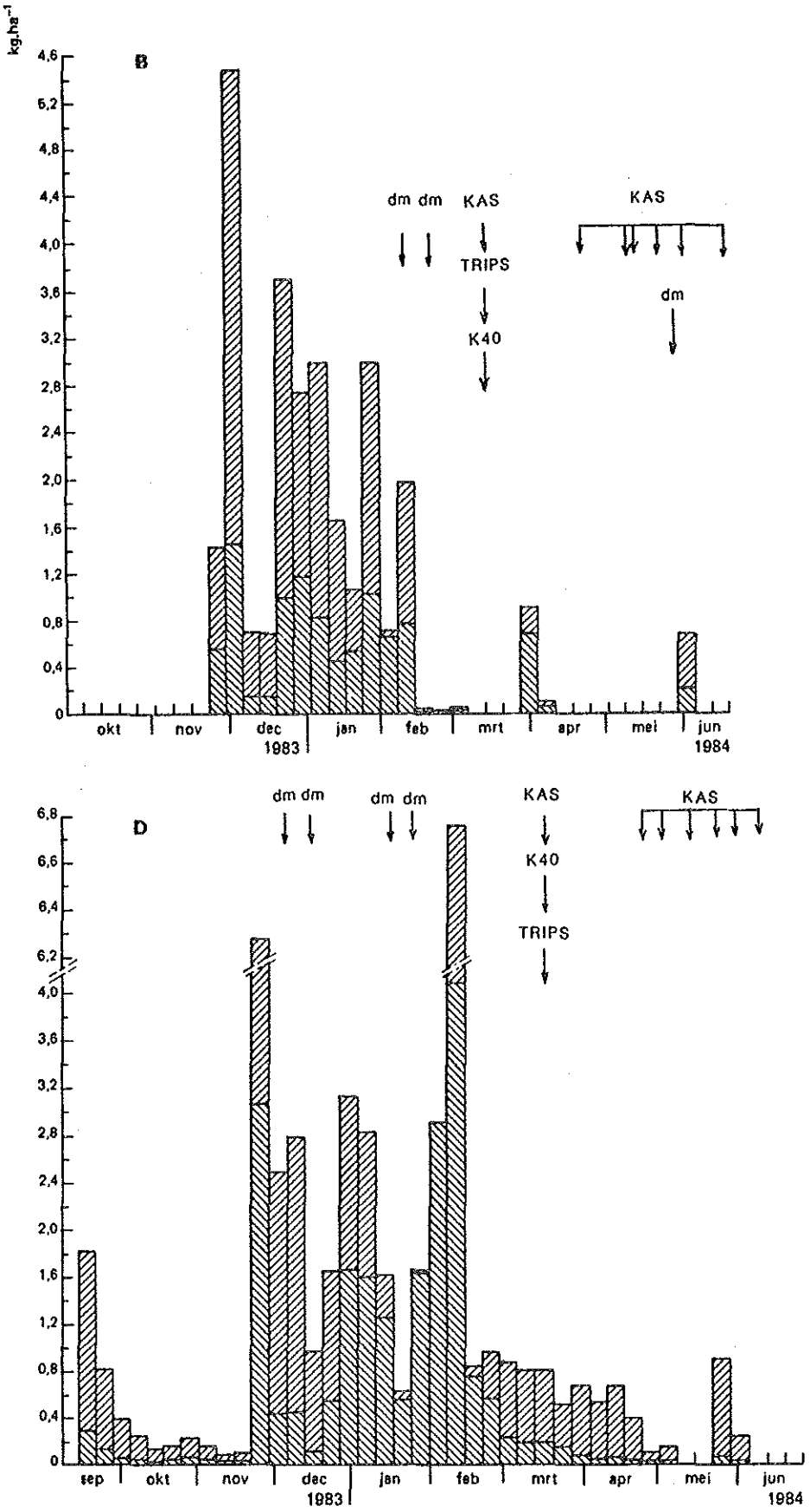


Fig. 13. Het verloop van de stikstofvracht in de afvoerperiode 1983/84 in kg N per ha afwaterend oppervlak op zowel hoog peil (B) als laag peil (D). Met daarin de gegeven bemesting naar soort. dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

6.3.1. Stikstofvracht

Voor stikstof is het verloop van de afvoervracht gegeven in fig. 13.

Om een indruk te krijgen van de vorm waarin stikstof is afgevoerd is het totaal stikstofgehalte opgesplitst in de componenten organisch gebonden stikstof en minerale stikstof. Wat opvalt is dat de afvoer van het lage peil een meer constant afvoerverloop heeft dan het hoge peil. Een belangrijke bijdrage tot de niet constante afvoer van het hoge peil komt mede door de invloed van de greppels op het hoge peil.

De greppels voeren in de winter bij hoge grondwaterstanden de neerslag vrijwel direct af. Hierin kunnen allerlei stoffen in oplossing zijn gegaan al naar gelang de aktiviteiten die op het perceel plaatsvinden of plaatsgevonden hebben.

Op het lage peil bestaat de afvoer uit grondwater dat eerst in contact is geweest met de ondergrond alvorens tot afvoer te komen.

De invloed die de greppel op het hoge peil heeft op de afvoer van stikstof is goed te zien, wanneer greppel en sloot apart in een figuur worden weergegeven zie fig. 14.

Duidelijk hierbij is dat de hoge pieken vooral veroorzaakt worden door de afvoer van de greppel. Dat die afvoeren van de greppel soms zo hoog zijn, is enerzijds het gevolg van de grote hoeveelheid water die bij veel regen door de greppel wordt afgevoerd. Anderzijds is het ook het gevolg van de aktiviteiten die worden uitgevoerd op het perceel zoals het uitrijden van dierlijke mest.

6.3.2. Fosfaatvracht

De afvoer van fosfaat in de proefperiode 82/83 zijn gegeven in fig. 15.

De afvoeren in 1982/83 van beide objecten ontlopen elkaar niet veel. De totale vracht ligt bij het lage peil een fraktie hoger dan bij het hoge peil. Dit heeft te maken met de totale hoeveelheid water die wordt afgevoerd. De gemiddelde gewogen gehalten aan fosfaat die werden afgevoerd in 1982/83 waren voor het hoge peil 0,41 mg P/l en voor het lage peil 0,59 mg P/l.

De grotere concentratie voor het lage peil was praktisch geheel te wijten aan het hogere organisch P gehalte.

De afvoer periode 1983/1984 geeft voor fosfaat een ander beeld dan de afvoerperiode 1982/1883.

De afgevoerde hoeveelheden in de proefperiode 1983/84 zijn gegeven in fig. 14.

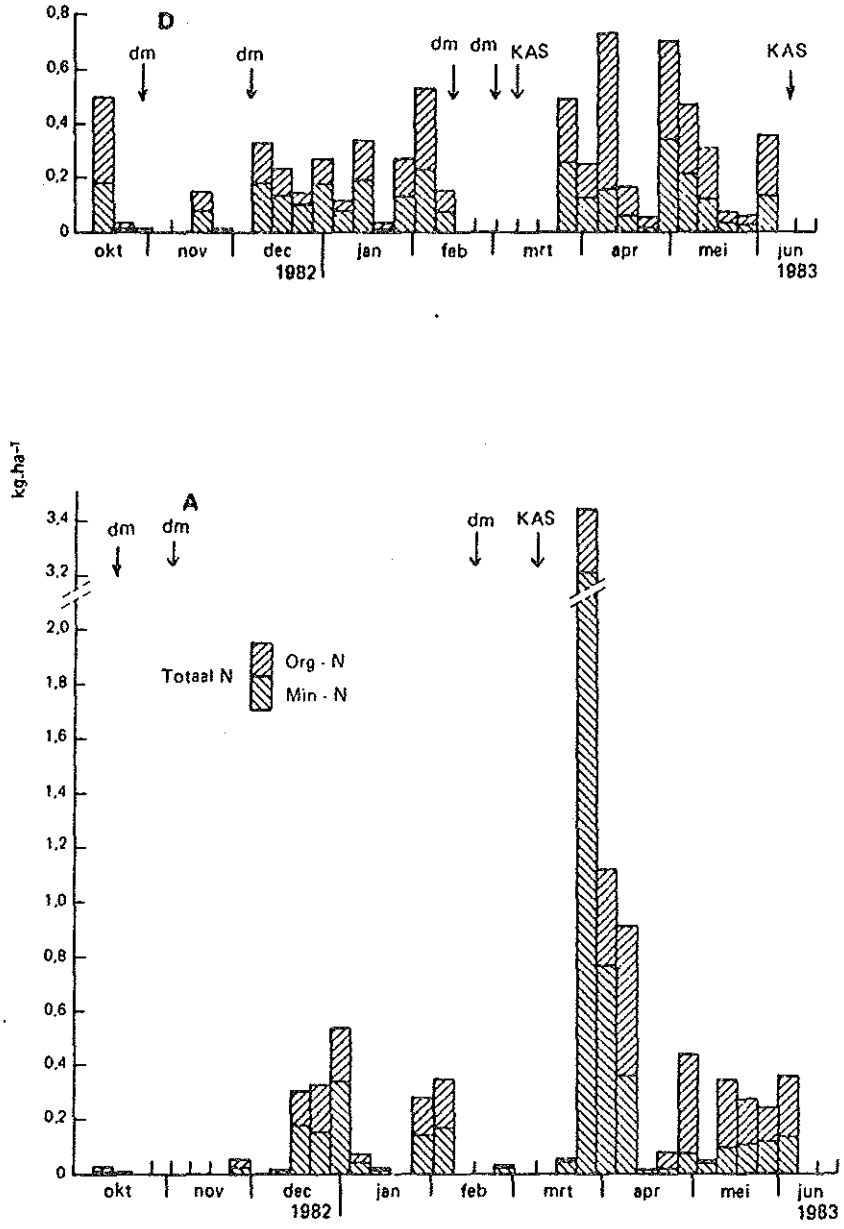


Fig. 14. Verloop van de stikstofvracht op het hoge peil in de afvoerperiode 1982/83 in kg N per ha afwaterend oppervlak van de sloot (D) en de greppel (A) met daarin de gegeven bemesting naar soort.

dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

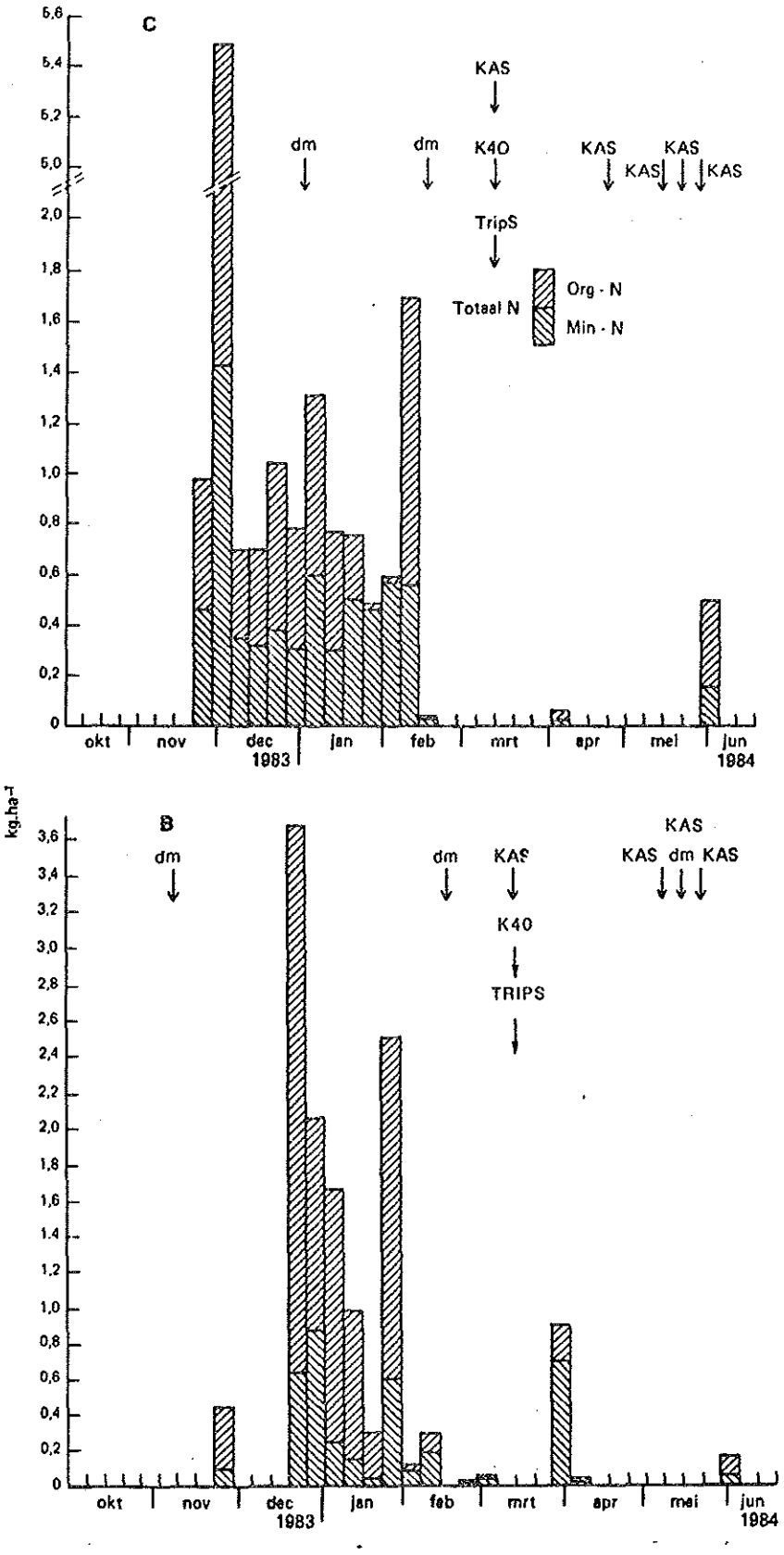


Fig. 14. Verloop van de stikstofvracht van het hoge peil in de afvoerperiode 1983/84 in kg N per ha afwaterend oppervlak van de sloot (C) en de greppel (B) met daarin de bemesting naar soort.
dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

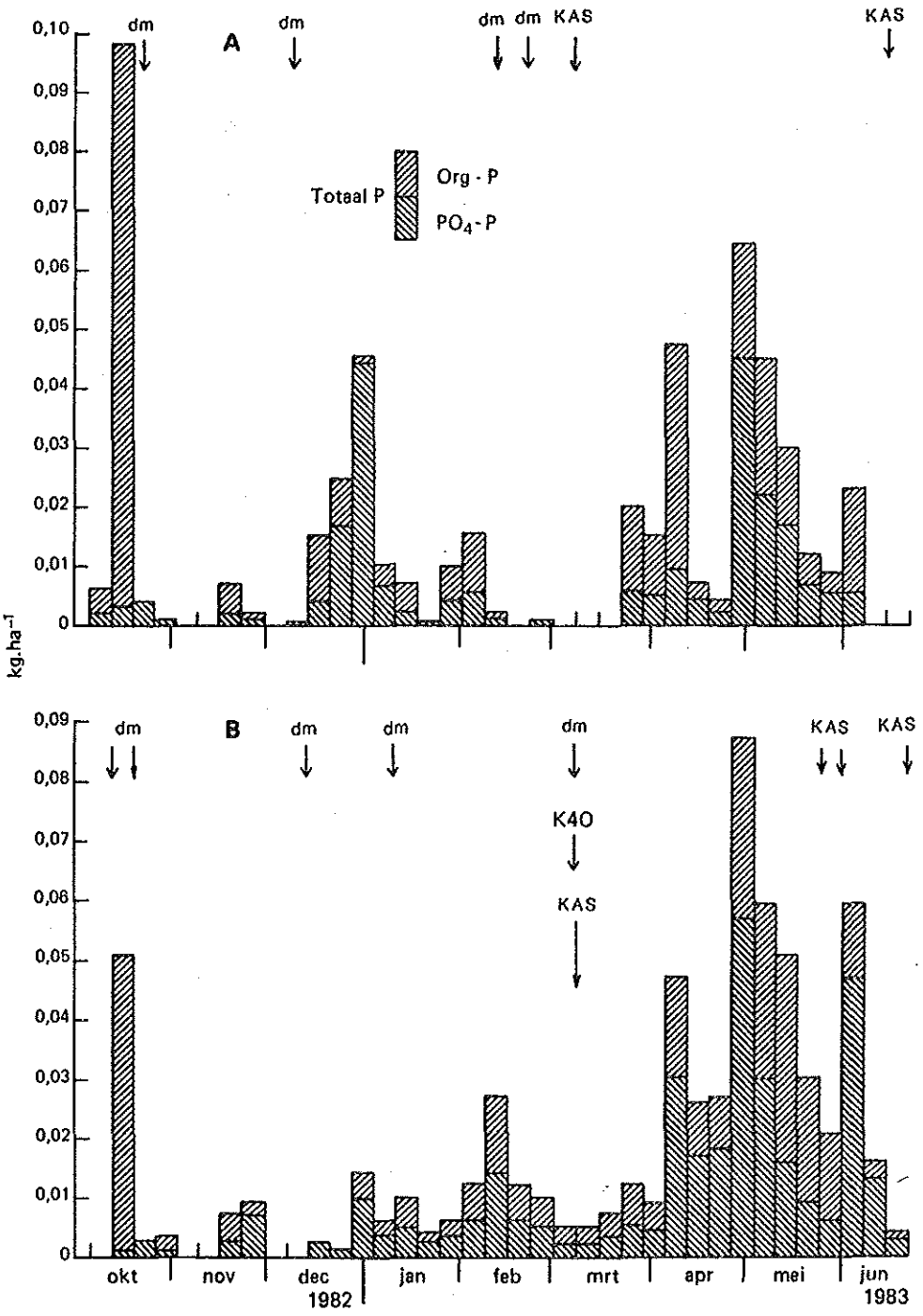


Fig. 15. Het verloop van de fosfaatvracht in de afvoerperiode 1982/83 voor zowel het hoge peil (A) als laag peil (B) in kg P per ha afwaterend oppervlak met daarin de gegeven bemesting naar soort. dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

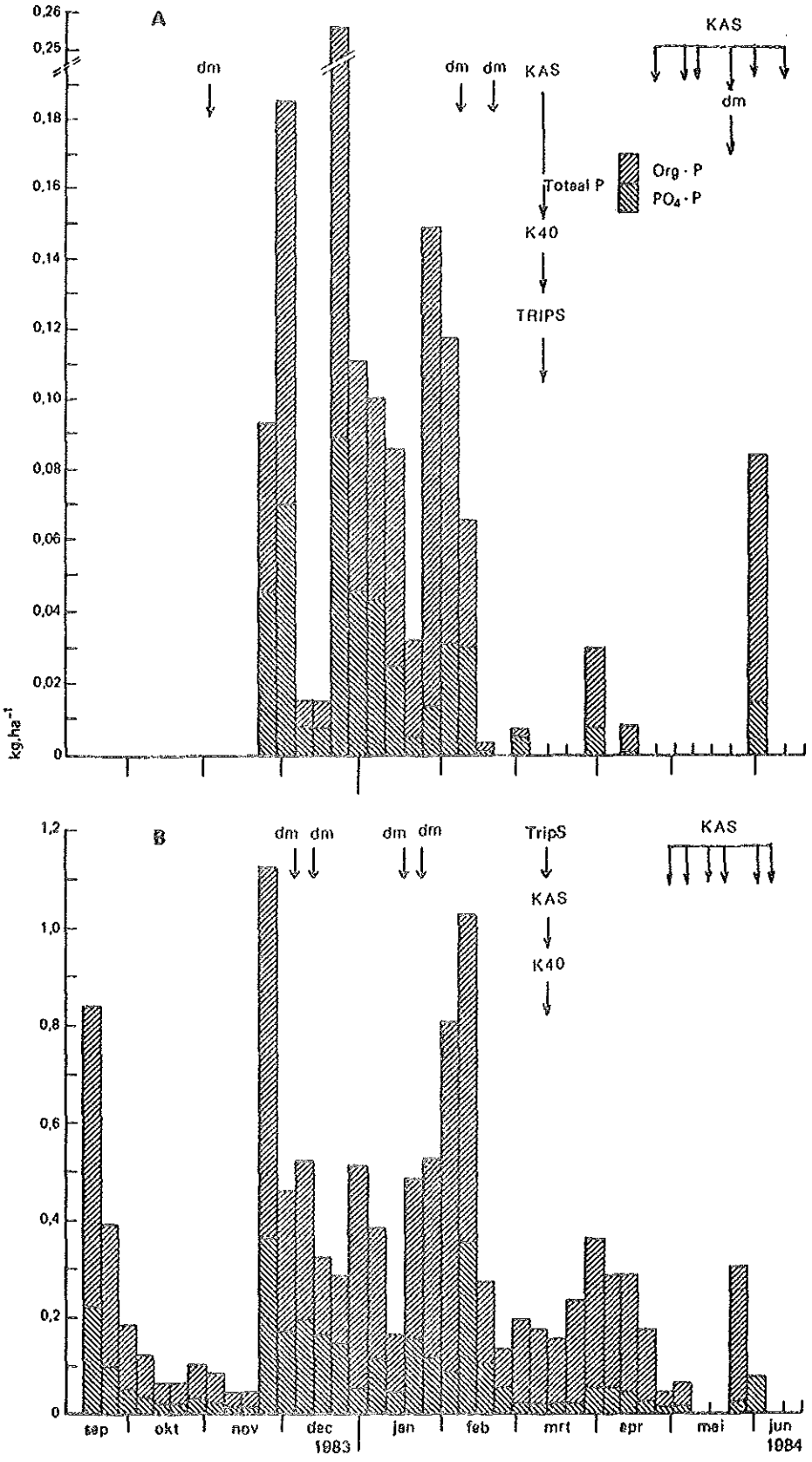


Fig. 16. Het verloop van de fosfaatvracht in de afvoerperiode 1983/84 voor zowel het hoge peil (A) als laag peil (B) in kg P per ha afwaterend oppervlak met daarin de gegeven bemesting naar soort. dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

Voor het lage peil ontstaat hier ongeveer een gelijk beeld als in 1982/83. Ook wanneer de gemiddelde gewogen concentraties in aanmerking worden genomen. De nadruk ligt ook hier weer op het gedeelte aan organisch P dat wordt afgevoerd.

Voor het hoge peil ontstaat echter in 83/84 een geheel ander beeld dan in de afvoerperiode 82/83. De totale afvoer aan fosfaat is in 83/84 hoger dan op het lage peil. Het afvoerverloop geeft een beeld te zien waarin vele pieken voorkomen, en het aandeel van de greppel wordt hoger dan het aandeel dat de sloot afvoert op het hoge peil. Dit is ook duidelijk als het afvoerverloop van de greppel naast dat van de sloot gezet wordt in fig. 17.

In het begin van de afvoerperioden is in beide jaren in de sloot een hoge piek in de vrachten te zien. Dit heeft onder andere te maken met de gehalten van het laatste ingelaten water. Dit water wordt namelijk het eerst uit de sloot afgevoerd voordat de afvoer van het perceel afgevoerd wordt. Ook de reacties die gehalten van het eerst afgevoerde water uit de percelen ondervinden zullen de vracht bepalen. Zie ook par. 6.2.5.

Bij het lage peil zal ook het eerste afgevoerde water voor een groot gedeelte bestaan uit het laatst ingelaten water. Na die eerste hoge piek geven de afvoeren van de sloot in 1982/83 en 1983/84 ongeveer hetzelfde beeld.

Het grote verschil in de afvoer van fosfaat op het hoge peil in deze beide jaren vindt zijn oorzaak vooral in het verschil van de greppelafvoer die in het seizoen 83/84 veel hoger was dan in het seizoen 82/83.

Omdat juist de greppel sterk reageert op de aktiviteiten die op het perceel plaatsvinden is in de figuur de tijdstippen van bemesting gegeven.

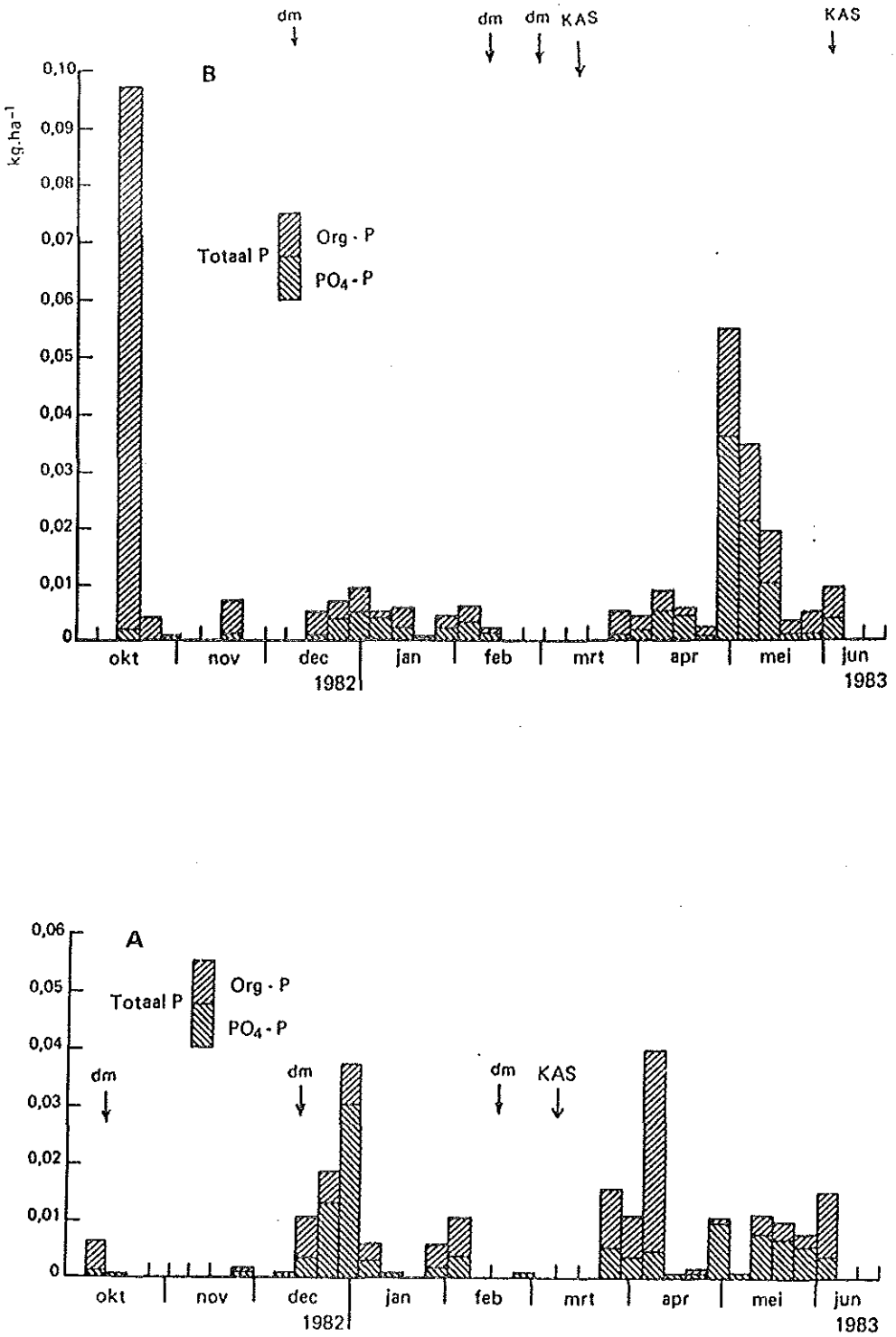


Fig. 17. Het verloop van de fosfaatvracht op het hoge peil in de afvoerperiode 1982/83 in kg P per ha afwaterend oppervlak van de sloot (B) en de greppel (A) met daarin de gegeven bemesting naar soort.
dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

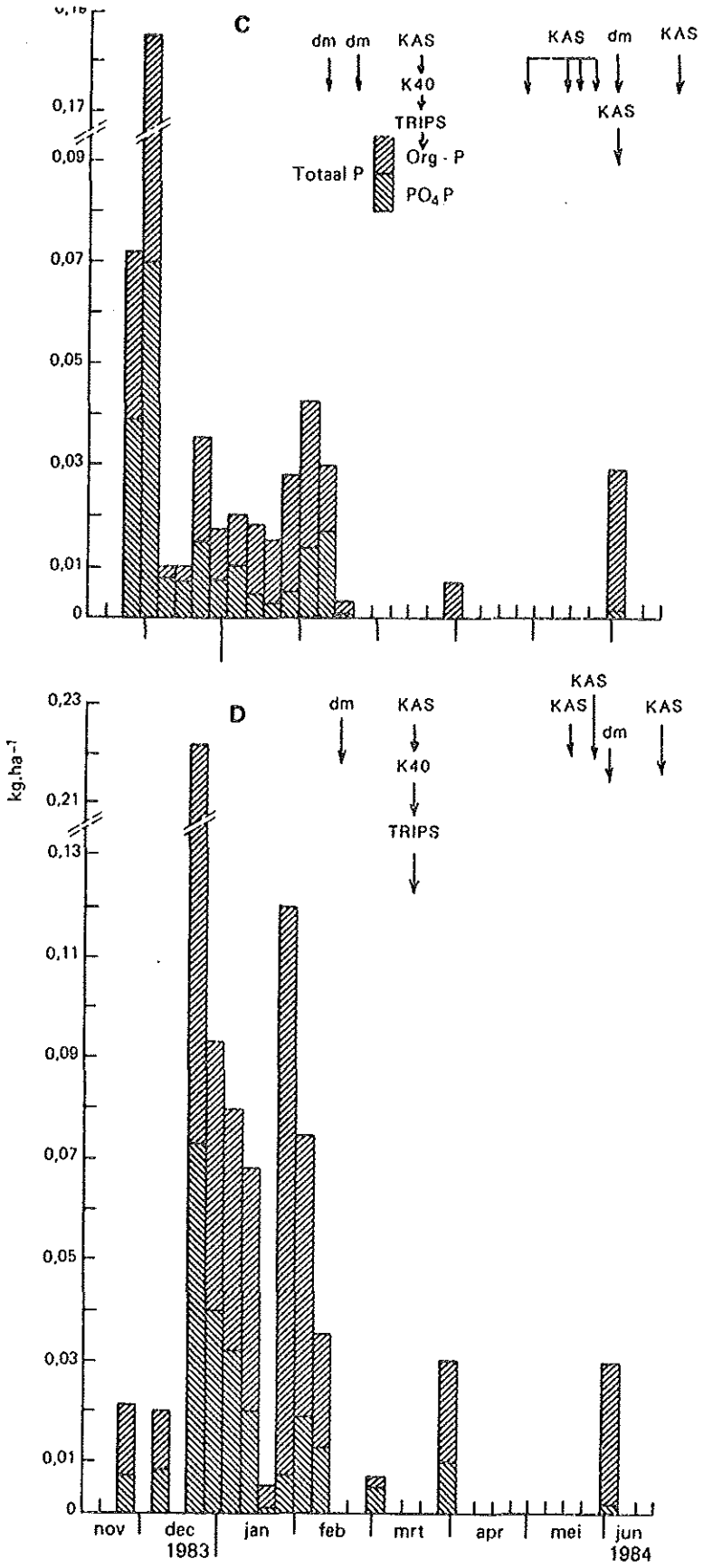


Fig. 17. Het verloop van de fosfaatvracht op het hoge peil in de afvoerperiode 1983/84 in kg P per ha afwaterend oppervlak van de sloot (C) en de greppel (D) met daarin de gegeven bemesting naar soort.

dm = drijfmest, KAS = kalkammonsalpeter, K40 = kali 40, TripS = tripelsuper

6.4. Vastlegging van mineralen in de sloot

Een gedeelte van de nutriënten van het inlaatwater wordt vastgelegd in de waterplanten. Deze sterven veelal in het najaar af en vormen op de bodem van de sloot bagger. Ook kunnen in de slootbagger stoffen worden vastgelegd die in de winter met het grondwater worden aangevoerd en op de grens anaeroob-aeroob neerslaan.

Een onzekerheid in deze manier van benaderen is de herkomst van de bagger. Niet alle bagger zal afkomstig zijn van de vorming door waterplanten en precipitatie. Een gedeelte zal ook afkomstig zijn van het intrappen door vee van de slootkanten en mogelijk van het omhoog komen van de slootbodem onder invloed van grondwaterdruk. Om een indruk van deze nutriënten te verkrijgen is daarom in 1982 gebruik gemaakt van het baggeren van een sloot, door enige metingen te verrichten.

Er is daartoe voor en na het baggeren een meting van de hoogte van de slootbodem verricht, zodat een schatting kon worden gemaakt van de hoeveelheid bagger die werd afgevoerd uit de sloot.

Gelijktijdig zijn op 20 plaatsen in de baggerlaag monsters genomen. Deze monsters zijn geanalyseerd op stikstof en fosfaat.

Er werd 293 m^3 bagger uit de sloot afgevoerd met ongeveer 12% ds. Bij een soortgelijk gewicht van de bagger van 1,0 was er 35 160 kg ds aanwezig in de bagger.

De gemiddelde concentratie was 2 gram P per kg ds en 20 gram N per kg ds. Deze bagger bevatte dus ongeveer 70 kg P en 703 kg N.

Dit werd op 1,6 ha verspreid wat overeenkomt met 437 kg $N.ha^{-1}$ en 43 kg $P.ha^{-1}$.

De sloten op het ROC Zegveld worden gemiddeld eens in de 6 jaar gebaggerd (VERHEUL 1985 pers. med.). Per jaar wordt dan 73 kg stikstof ha^{-1} en 7,3 kg fosfaat ha^{-1} aan bagger gevormd.

6.5. Vastlegging van stoffen in waterplanten

In de zomer vindt vooral op het hoge peil een massale plantengroei plaats. In het tweede gedeelte van de zomer kunnen de sloten geheel begroeid zijn met het kroosvarentje.

Omdat bekend is dat dit plantje luchtstikstof kan binden is op vier plaatsen in de hoge peilsloot 1 m^2 geoogst en geanalyseerd zodat inzicht verkregen kon worden in hoeveel stikstof en fosfaat in de kroosvaren werden vastgelegd. In de gehele sloot was 2380 kg kroosvaren aanwezig met 6,5% ds.

Er was 0,4 kg P vastgelegd en 3,6 kg N. Wanneer we dit betrekken op de oppervlakte die afvoert op de sloot dan is dit 0,23 kg P/ha en 2,1 kg N/ha.

Deze kroosvaren zal in de herfst afsterven en dan of aan de baggervorming deelnemen of met het slootwater worden afgevoerd, waar het dan wordt geregistreerd als afgevoerd P en N. De opgenomen fosfaat is echter niet afkomstig uit het perceel maar van het water dat in de zomer wordt ingelaten. Geconstateerd kan worden dat de in kroosvaren opgeslagen N en P slechts een gering deel (minder dan 10%) betreft van de jaarlijks gevormde bagger.

6.6. Bemonstering bovenste grondwater

Op beide proefpercelen is het grondwater in de hersft en in de lente bemonsterd. Uit 20 boorgaten die tot ongeveer 30 cm beneden de grondwaterspiefel reikten is het toestromende water geanalyseerd.

In het voorjaar wanneer het grondwater hoog in het perceel staat kan dat water beschouwd worden als water dat recent is ontstaan uit het neerslagoverschot waarmee allerlei stoffen uit de bovengrond zijn uitgespoeld.

In het najaar bestaat het water uit een mengsel van beregenings- of bevloeiïngswater, inlaatwater en wat ouder grondwater. De analyseresultaten op de verschillende data zijn gegeven in tabel 9.

Tabel 9. Gehalten van verschillende componenten in het bovenste grondwater in voorjaar en najaar op hoog- en laag peil in de verschillende meetperioden. Gehalten in $mg.l^{-1}$. Stikstof uitgedrukt als stikstof N. Fosfaat uitgedrukt als P

	Voorjaar 82		Najaar 82		Voorjaar 83		Najaar 83		Voorjaar 84	
	20-4-82		14-10-82		14-6-83		11-10-83		12-6-84	
	hoog	laag	hoog	laag	hoog	laag	hoog	laag	hoog	laag
org. N	9,4	7,0	8,0	7,9	6,8	11,2	5,8	2,5	14,4	19,2
NH_4-N	2,4	2,1	2,2	2,0	5,1	5,1	4,8	5,2	2,1	5,2
NO_3-N	0,6	0,1	6,6	14,7	0,3	2,4	6,0	11,9	0,5	0,2
NO_2-N	0,4	0,4	0,5	0,5	0,1	0,2	0,4	0,3	< 0,1	< 0,1
tot. N	12,8	9,6	17,2	25,0	12,3	18,8	17,0	20,0	17,0	24,6
org. P	0,56	0,31	0,19	0,13	0,93	0,80	0,15	0,11	1,04	0,81
PO_4-P	0,05	0,01	0,01	0,03	0,19	0,08	0,03	0,02	0,01	0,02
tot. P	0,62	0,32	0,20	0,16	1,12	0,88	0,18	0,13	1,05	0,83
Ca^{2+}	74	130	47	62	156	106	42	59	104	124
Mg^{2+}	11	18	5	11	19	11	5	9	16	14
SO_4^{2-}	75	263	295	320	267	395	165	487	157	131
Cl^-	59	128	95	81	67	78	145	247	67	96

De bemonstering van het grondwater in voorjaar 1982 heeft plaats gevonden eind april en in het najaar half oktober. Omdat er in augustus 1982 reeds enige afvoer was geweest is het mogelijk dat de najaarsbemonstering is beïnvloed door inspoeling van plantenvoedende stoffen uit het profiel omdat er zowel op hoog- als laag peil begin augustus kalkammonsalpeter is gestrooid.

De voorjaarsbemonstering van 1983 heeft in het begin van juni plaats gevonden. Deze bemonstering is ongetwijfeld enigszins beïnvloed door ingespoelde meststoffen. Op het hoge peil is op 8 maart 480 kg kalkammonsalpeter gestrooid en op het lage peil op 8 maart 350 kg kali 40 en op 27 mei 130 kg kalkammonsalpeter.

Het neerslagoverschot vanaf begin maart tot de bemonstering in juni was namelijk ongeveer 120 mm. Dit kon op hoog- zowel als op laag peil onmogelijk geborgen worden. Op het hoge peil is een deel afgevoerd via de greppel, zodat daar de beïnvloeding van het grondwater minder zal zijn. Het nitraatgehalte bij het lage peil is dan ook hoger dan bij de andere voorjaarsbemonsteringen. Bij het hoge peil is het nitraatgehalte niet verhoogd.

De bemonstering in het najaar van 1983 heeft plaatsgevonden in de eerste helft van oktober en is waarschijnlijk beïnvloed door een vrij groot neerslagoverschot begin september en kunstmestgiften op het hoge- en lage peil in dezelfde periode.

De voorjaarsbemonstering in het voorjaar van 1984 vond half juni plaats. Er was dat voorjaar 975 kg kalkammonsalpeter per ha op het hoge peil en 560 kg kalkammonsalpeter per ha op het lage peil gegeven.

Het gesommeerde neerslagoverschot vanaf kunstmestgift tot aan het tijdstip van de bemonstering is nihil, zodat er in het voorjaar 84 waarschijnlijk geen kunstmest via de ondergrond is afgevoerd.

Duidelijk is te zien dat de gehalten van nitraat in het najaar hogere waarden geven dan in het voorjaar. Dit heeft vooral te maken met de genoemde inspoeling van nitraat in de nazomer. Of daarnaast de betere aeratie door diepere grondwaterstanden gevolgen heeft voor de nitraatvorming op grotere diepte is onzeker.

Als er in het voorjaar nitraat in zou spoelen van de eerste kunstmestbemesting, wat heel goed denkbaar is, zal het snel weer denitrificeren doordat de grond erg nat is en er snel zuurstofloze situaties in de ondergrond ontstaan.

Wanneer de kwaliteitgegevens over voorjaar en najaar over de meetperioden worden gemiddeld ontstaat de volgende tabel (10).

Tabel 10. Kwaliteitsgegeven van het bovenste grondwater ($mg.l^{-1}$) van hoog en laag peil gemiddeld over de periode april 82 tot juni 84

Component	Voorjaar		Najaar	
	hoog	laag	hoog	laag
org. N	10,2	12,5	6,9	5,2
NH_4-N	3,2	4,1	3,5	3,6
NO_3-N	0,5	0,9	6,3	13,3
NO_2-N	0,2	0,2	0,5	0,4
min. N	3,9	5,2	10,3	17,3
tot. N	14,1	17,7	17,2	22,5
org. P	0,84	0,64	0,17	0,12
PO_4-P	0,08	0,04	0,02	0,03
tot. P	0,92	0,68	0,19	0,15
Ca^{2+}	111	120	45	61
Mg^{2+}	15	14	5	10
SO_4^{2-}	166	263	230	404
Cl^-	64	101	120	164

Duidelijk is het verschil in nitraatgehalte dat in het najaar duidelijk hoger is dan in het voorjaar. Op het lage peil zijn de nitraatgehalten hoger dan van het hoge peil.

Organische stikstof is in het voorjaar zowel voor hoog als voor laag peil hoger dan in het najaar. Ammonium geeft geen verschillen te zien. Het mineraal stikstofgehalte is in het najaar het hoogst met in zowel het najaar als in het voorjaar nadruk op het lage peil.

In het totaal N-gehalte zijn de verschillen tussen hoog en laag peil gering ten opzichte van het absolute niveau. Organisch P is in het voorjaar hoger; net zoals het PO_4-P gehalte. Bij alle bemonsteringen was het organisch P gehalte bij het hoge peil hoger dan bij het lage peil.

Het verband in tussen aan de ene kant calium en magnesium en aan de andere kant sulfaat komt hier niet voor zoals bij de gehalten van het afgevoerde slootwater.

Dit is niet vreemd wanneer we bedenken dat het bovenste grondwater bestaat uit water van verschillende oorsprong en beïnvloeding dat deels nog een lange weg heeft te gaan voordat het in de sloot terecht komt. De kwaliteit van het grondwater is dus zeker niet maatgevend voor de kwaliteit van het oppervlaktewater.

7. EVALUATIE VAN HET ONDERZOEK

Het doel van het onderzoek is de bestudering van de effecten van peilverlaging in veenweidegebieden voor de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater. In de projectbeschrijving is hiervoor de volgende vraagstelling geformuleerd:

- in welke mate treedt wijziging op in de uitspoeling van mineralen naar het grondwater?
- welke wijzigingen doen zich voor in de waterhuishouding die relevant zijn voor de waterkwaliteit?
- in welke mate verandert de mineralenbelasting van het oppervlaktewater als gevolg van wijzigingen in oppervlakte-afvoer en uitspoeling via het grondwater?

Bij het onderzoek is als uitgangspunt genomen een intensieve bedrijfsvoering. De bedrijfsvoering wordt uiteraard enigszins beïnvloed door de waterhuishouding. Bij de proefpercelen komt dit tot uiting in de hoogte van de kunstmest-N gift en het tijdstip van de kunstmestbemesting. Bij het hoge peil is meer kunstmest-N gegeven, namelijk gemiddeld over 2 groeiseizoenen 320 $kg.ha^{-1}.jr^{-1}$ N ten opzichte van 240 $kg.ha^{-1}jr^{-1}$ N. Het tijdstip van de eerste kunstmestbemesting is bij het hoge peil soms iets later maar meestal gelijk. Vooral in het begin van het groeiseizoen worden bij het hoge peil hogere mestgiften toegediend, terwijl het aantal bemestingen 1 à 2 lager ligt. De hoeveelheid drijfmest ligt bij het lage peil wat hoger namelijk 38 m^3 in plaats van 28 m^3 rundveedrijfmest per ha per jaar. Wanneer en op welk object drijfmest wordt uitgereden hangt vooral af van de toestand van de percelen.

Het vermoeden bestaat dat de gemeten waterafvoer bij het hoge peil is beïnvloed door wegzijging naar het lagere peil of lekkage, ondanks de genomen voorzorgsmaatregelen. De proefpercelen zijn namelijk omringd door sloten met hetzelfde waterpeil (fig. 1) en de damwanden zijn royaal bemeten ten aanzien van breedte en diepte. Bij het hoge peil is het overschot op de waterbalans circa 100 mm.jaar^{-1}. De theoretisch berekende afvoer is groter dan de gemeten afvoer. Bij het lage peil komen deze waarden overeen (tabel 5). Als we uitgaan van gelijkblijvende concentraties dan zou zonder deze afvoerproblemen de mineralenafvoer bij het hoge peil (tabel 10) circa 50% te laag zijn. Voor N betekent dit dat de verschillen in de mineralenafvoer vrijwel verwaarloosbaar zouden zijn, terwijl voor P de vracht bij hoog peil 50% hoger komt te liggen dan bij laag peil. De grote verschillen in Ca-, Mg- en SO_4-gehalten blijven bestaan. Deze veel hogere gehalten bij het lage peil zijn een gevolg van de mineralisatieprocessen na ontwatering.

Ondanks de onzekerheid rond de waterkwantiteit levert het onderzoek toch waardevolle inzichten op in de gevolgen voor de waterkwaliteit. In het navolgende zal hierop nader worden ingegaan, waarbij uitsluitend aandacht zal worden besteed aan N en P, omdat voor Ca, Mg en SO_4 de gevolgen duidelijk zijn, namelijk sterk verhoogde gehalten door de afbraakprocessen in het veen na ontwatering.

De gevolgen voor de N- en P-belasting worden in hoge mate bepaald door het tijdstip van bemesting en de klimatologisch omstandigheden. Het resultaat van de 2 meetjaren had daarom zowel kunnen zijn dat peilverlaging leidt tot een lagere N- en P-afvoer via de afgevoerde neerslagoverschotten als ook het omgekeerde. De verschillen in N- en P-belasting komen tot stand via de volgende zes deelprocessen:

1) scheurvorming en snel transport
2) oppervlakkige afvoer na drijfmestgift
3) uitspoeling en oppervlakkige afvoer na kunstmestgift
4) mineralisatie van veen
5) mineralisatie van bagger in de sloot
6) inlaat van oppervlaktewater

ad 1) Scheurvorming en snel transport

Door de indroging van het veen treedt scheurvorming op. Wordt drijfmest uitgereden op een tijdstip in het najaar dat de grondwaterstand nog diep is en treedt er daarna een periode op met neerslagoverschotten dan vindt er een snel transport van mestdeeltjes naar het grondwater plaats, maar ook naar het oppervlaktewater (zie par. 6.2.4. en 6.2.5.). In het onderzoek is dit effect heel duidelijk naar voren gekomen voor zowel stikstof als fosfaat bij het object met het hoge peil. Indien bij het lage peil op hetzelfde tijdstip drijfmest zou zijn uitgebracht zou dezelfde problematiek zich hebben voorgedaan.

ad 2) Oppervlakkige afvoer na drijfmestgift

Bij het object met het lage peil doet zich geen oppervlakkige afvoer voor, omdat greppels overbodig zijn en de percelen altijd een holle ligging hebben. Bij hoog peil komt oppervlakkige afvoer regelmatig voor. Circa 50% van de afvoer is greppelafvoer. Dit betekent dat het risico van oppervlaktewater verontreiniging na het uitrijden van dierlijke mest in najaar en winter altijd groot is. Bij het perceel met het hoge peil zijn dan ook meerdere malen hoge gehalten aan N en P gemeten.

ad 3) Uitspoeling en oppervlakkige afvoer na kunstmestgift

De eerste kunstmestgift is in de onderzoeksjaren veelal in de periode begin maart tot half maart gegeven. In beide jaren hebben zich daarna op het hoge peil nog afvoersituaties voorgedaan, waarbij hoge gehalten aan NO_3^- en soms ook NH_4^+ zijn gemeten. Bij het object met het diepe peil zal bij neerslagoverschotten na kunstmestbemesting in het voorjaar een deel van het NO_3^- dieper in het profiel doordringen. In verband met de hoge vochtgehalten van het veen zal dit nooit erg diep kunnen zijn. Bovendien zal het NO_3^- door de beschikbare organische stof snel worden gedenitrificeerd tot stikstofgas. Bij de voorjaarsbemonstering in het voorjaar wordt in het grondwater vrijwel geen nitraat aangetroffen.

ad 4) Mineralisatie van veen

Diepere ontwatering van veen leidt tot een verhoogde aeratie van de grond en daardoor tot een versnelde mineralisatie van het veen.

Zowel bij het hoge peil als bij het lage peil daalt de grondwaterstand in het midden van het perceel zomers tot circa 60 à 70 cm-mv (fig. 2). Dit betekent dat de diepte tot waar mineralisatie optreedt niet veel zal verschillen. De op iets grotere diepten gevormde afbraakprodukten kunnen daarbij met de neerslagoverschotten naar het grondwater worden afgevoerd. Dit komt bij de analyses van het grondwater naar voren in het aandeel van organisch P en organisch N in de N- en P-gehalten. Het aandeel is veelal hoog, met name bij fosfaat. De verschillen in gehalten tussen hoog en laag peil zijn gering.

ad 5) Mineralisatie van bagger in de sloot

Uit het onderzoek naar de slootbaggerproduktie en -samenstelling komt naar voren dat de jaarlijks gevormde hoeveelheid aanzienlijk is. Aangezien éénmaal in de circa zes jaar wordt gebaggerd kan het jaar waarin onderzoek wordt gedaan invloed hebben op de resultaten. Een jaar vóór het onderzoek is de sloot met het hoge peil gebaggerd. De invloed van de bagger kan met name sterk naar voren komen in het voorjaar bij oplopende watertemperaturen (zie bijlage 3). Bij het hoge peil blijven de organisch-N gehalten vanaf maart vrijwel altijd onder de 5 $g.m^{-3}$ N, terwijl bij het lage peil de gehalten in het voorjaar van '84 vrijwel continu boven de 10 $g.m^{-3}$ N liggen en zelfs oplopen tot circa 19 $g.m^{-3}$ N. De mineralisatie wordt bij het lage peil versneld door de geringe waterdiepte, waardoor de temperatuur sneller stijgt.

ad 6) Inlaat van water

De inlaat van water voor veenweidegronden dient om een zekere droge stof produktie veilig te stellen. Het zal daarom in principe niet veel uitmaken of men intensieve landbouw nastreeft bij hoog peil of bij laag peil als het gaat om de waterhoeveelheid. De in dit onderzoek gemeten verschillen tussen hoog en laag peil vallen waarschijnlijk in de praktijk grotendeels weg als het gaat om hele polders in plaats van geïsoleerde percelen of bedrijven. Bij laag peil is de waterdiepte gering en de natte doorsnede kleiner en dus de stroomsnelheid bij gelijke inlaat hoger. De uitwisseling tussen slootbagger en ingelaten water zal daardoor intensiever worden hetgeen zal resulteren in hogere org. N- en org. P-gehalten.

Een vermindering van de N- en P-verontreiniging van grond- en oppervlaktewater in veenweidegebieden kan via de volgende maatregelen worden bereikt, zoals uit het voorgaande kan worden geconcludeerd:

- een zo frequent mogelijk baggeren van sloten en het handhaven van voldoende diepte;
- geen drijfmest uitrijden op een veengrond in uitgedroogde toestand, noch bij hoog peil noch bij laag peil;
- geen drijfmest uitrijden in najaar en winter op percelen met hoog slootpeil;
- splitsen van de eerste kunstmest N-gift bij hoog peil.

Uiteraard gaan deze maatregelen gepaard met extra kosten, maar dit aspect valt buiten het kader van dit onderzoek.

Niet alle vragen rond de waterkwaliteitsveranderingen bij peilverlaging in veenweidegebieden zijn met dit onderzoek beantwoord. Met name is onduidelijk in welke mate fosfaat afkomstig van bemesting, zowel via kunstmest als dierlijke mest door uitspoeling bij kan dragen aan de belasting van het grondwater in de situatie dat geen drijfsmest wordt uitgereden op veengrond in uitgedroogde toestand. De vraag hierbij is in welke mate transport plaats vindt door bijvoorbeeld complexvorming met uit het veen afkomstige afbraakprodukten. Dit onderzoek naar het gedrag van afbraak en mobiliteit van N- en P-verbindingen uit zowel dierlijke mest als veengrond dient op laboratoriumschaal te worden uitgevoerd door middel van kolomonderzoek.

De keuze tussen hoog en laag peil uit oogpunt van de waterkwaliteit wordt mede bepaald door de algemene bemestingsmaatregelen, die in voorbereiding zijn. Bepaalde maatregelen zoals het verbod tot drijfmest uitrijden in najaar en winter zal vooral leiden tot een verlaging van de belasting bij het hoge peil. Er is echter nog onvoldoende kennis over afbraak en mobiliteit van N- en P-verbindingen uit zowel dierlijke mest als veengrond. Het is daarom niet verantwoord nu al uitspraken hierover te doen.

8. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Er is de laatste tijd steeds meer belangstelling voor de verbetering van de ontwatering vanuit landbouwkundig oogpunt van veenweidegebieden. Een diepere ontwatering wordt veelal wenselijke geacht in verband met de gewenste draagkracht ten behoeve van landbouwkundig bodemgebruik. Door diepere ontwatering treedt er een wijziging op in het bodemmilieu. Dit kan gevolgen hebben voor de kwaliteit van het afgevoerde water.

Om een indruk te krijgen van de invloed die peilverlaging in veenweidegebieden heeft op de chemische samenstelling van het afgevoerde water is op het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) te Zegveld een proef uitgevoerd.

Het accent van het onderzoek ligt op de grootte van de nutriëntenstroom naar het oppervlaktewater. De aanvoer van stoffen met gebiedsvreemd water welke in de zomerperioden het proefgebied binnengelaten werd is tevens onderzocht. De proef was zo opgezet dat er twee verschillende slootpeilen onderzocht konden worden namelijk het polderpeil (hoog) en een verlaagdpeil waarvan het slootpeil ± 0,80 meter-mv ligt.

De inlaat was ten gevolge van de droge zomer 1982 en de zeer droge zomer 1983 relatief hoog. De winters binnen de proefperiode waren droog tot normaal.

Het voorjaar van 1983 was extreem nat. De grote verschillen tussen de twee percelen kwamen vooral tot uiting in de gehalten aan sulfaat, calcium en magnesium. De gemeten stikstofafvoer op het hoge peil was lager dan op het lage peil, terwijl de fosfaatafvoer in de twee meetjaren wisselde.

Gemiddeld werd er per ha in de afvoerperiode 1982/83 op het hoge peil 16,3 kg N en op het lage peil 27,0 kg N afgevoerd. Voor fosfaat waren deze hoeveelheden respectievelijk 0,7 kg P voor het hoge en 1,3 kg P voor het lage peil.

In de afvoerperiode 1983/84 werd er per ha op het hoge peil 28,8 kg N en op het lage peil 47,7 kg N afgevoerd.

Voor fosfaat was dit respectievelijk 1,8 kg P voor het hoge peil en 1,5 kg P voor het lage peil. Op het hoge peil neemt de greppel voor zowel stikstof als fosfaat ongeveer de helft van de afvoer voor zijn rekening. Door wegzijging van water is de gemeten afvoer op het hoge peil te laag. De algemene conclusie is dat vooral afhankelijk van het weer en het tijdstip van bemesten in najaar, winter en voorjaar de N- en P-belasting bij het lage peil hoger of lager kan zijn dan bij het hoge peil. De onderscheiden deelprocessen die bijdragen aan de N- en P-belasting van het water zijn:

- scheurvorming in de veengrond en snel transport van mestdeeltjes bij uitrijden van drijfmest in het najaar op de bodem in uitgedroogde toestand;
- oppervlakkige afvoer na drijfmestgiften;
- uitspoeling en oppervlakkige afvoer na kunstmestgift in het voorjaar;
- mineralisatie van het veen;
- mineralisatie van bagger in de sloot;
- inlaat van oppervlaktewater.

Er is nog onvoldoende zicht op afbraak en mobiliteit van org. N- en org. P-verbindingen uit dierlijke mest en veengrond. Dit zal via laboratoriumonderzoek nader moeten worden onderzocht.

Maatregelen die kunnen bijdragen aan een verlaagde N- en P-belasting van oppervlaktewater zijn:

- frequent baggeren en handhaving van voldoende waterdiepte;
- geen dierlijke mest op uitgedroogde veengrond, noch bij hoog peil, noch bij laag peil;
- geen dierlijke mest uitrijden in najaar en winter bij percelen met hoog peil en greppels;
- splitsen van de eerste kunstmest N-gift bij hoog peil.

Voor de afweging van de maatregelen is echter een verdere kwantificering noodzakelijk waarbij zowel waterkwaliteit als kosten in beschouwing moeten worden genomen.

LITERATUUR

BUITENDIJK, J., 1984. Flowex een numeriek model voor simulatie van verticale stroming van water door onverzadigde grond. ICW nota 1494, Wageningen.

FEDDES, R.A., KOWALIK, P., NEUMAN, S.P. and BRESLES, 1976. Finite difference and finite element simulation or field water uptake by plants. ICW Techn. Bull. 94.

HARMSEN, J., 1982. De analyse van nitriet, nitraat en bromide in water met behulp van vloeistofchromatografie. ICW nota 1367.

——— 1983. Chemische analysemethoden gebruikt voor de Zuidelijke Peelstudie. Projectgroep Zuidelijk Peelgebied 17. ICW nota 1398.

HAVINGA, L., 1973. Enige ervaringen met peilverlagingen en drainage in veenweidegebieden. ICW nota 626.

OOSTEROM, H.P. en A. VAN DE TOORN, 1982. De betekenis van veen(weide)-gronden voor de waterkwaliteit in het westen van ons land. ICW nota 1306.

RIJTEMA, P.E. en C.G. TOUSSAINT, 1983. Een globale raming van de fosfaatbelasting uit het landelijk gebied. ICW nota 1322.

SCHOTHORST, C.J., 1978. Het zakkingsproces bij ontwatering van de westelijke veenweidegronden. Landb. Tijdschr. 90/6.

VERHEUL, J.M., 1985. Persoonlijke mededelingen.

JAARVERSLAG 1983. Stichting Regionaal Onderzoek Centrum voor rundveehouderij in het westelijk weidegebied.

Bijlage 1

TIJDSTIPPEN VAN BEMESTING, HOEVEELHEID IN KG PER HA, EN SOORT MEST OP DE ONDERZOCHTE PERCELEN IN DE JAREN VAN EIND 1981 TOT JUNI 1984

KAS = kalkammonsalpeter; Trip. S = Tripsuper; K 40 = kali 40; DM = dierlijke mest

Datum	Perceel 12				Datum	Perceel 13				Datum	Perceel 16				Datum	Perceel 17			
	KAS	Trip.S	K 40	DM		KAS	Trip.S	K 40	DM		KAS	Trip.S	K 40	DM		KAS	Trip.S	K 40	DM
17/12-1981				16 000	17/12-1981				16 000						23/12-1981				16 000
8/ 3-1982			250							8/ 3-1982		200	400		22/ 2-1982				16 000
31/ 3	350	300			31/ 3-1982	250	300	250		16/ 3	200				16/ 3	200			
26/ 5	175				19/ 5	175				19/ 5	100				26/ 5	100			
15/ 6	175				8/ 6	175				8/ 6	100				8/ 6	100			
8/ 7	150				8/ 7	150				25/ 6	100				10/ 6				20 000
2/ 8	100				2/ 8	100				22/ 7	100				23/ 6	100			
16/ 8	100				31/ 8	100				9/ 8	100				5/ 7	100			
10/ 9	100				23/10				20 000	31/ 8	100				22/ 7	100			
2/12				20 000						29/10				20 000	16/ 8	100			
										15/12				20 000	10/ 9	100			
															16/10				20 000
21/ 2-1983				20 000	14/ 2-1983				20 000	7/ 3-1983				20 000	9/ 1-1983				20 000
8/ 3	480				8/ 3	480				8/ 3			325		8/ 3	350			
15/ 6	250				24/ 6	300				27/ 5	130				31/ 5	140			
4/ 7	250				25/ 7		300			15/ 6	130				15/ 6	140			
22/ 7	250				28/ 7	300				24/ 6	130				15/ 7	140			
25/ 7		200	300		19/ 8	160				22/ 7	130				25/ 7		150	150	
19/ 8	160				2/ 9	160				25/ 7		150	150		28/ 7	140			
1/11				16 000	1/11				16 000	11/ 8	130				19/ 8	140			
										2/ 9	130				2/ 9	140			
										5/12				16 000	11/12				16 000
6/ 2-1984				16 000	17/ 2-1984				16 000	18/ 1-1984				16 000	24/ 1-1984				16 000
12/ 3	550	250	400		12/ 3	550	250	400		12/ 3	260	250	150		12/ 3	280	100		
26/ 4	250				11/ 5	250				27/ 4	100				2/ 5	100			
13/ 5	175				23/ 5	175				18/ 5	100				24/ 5	100			
31/ 5	150				24/ 5					2/ 6	100				31/ 5	100			
					11/ 6	150													

Bijlage 2

NEERSLAG IN MM GEMETEN OP HET PROEFBEDRIJF TE ZELGVELD IN DE JAREN 1982, 1983 EN 1984

	Jan.	Febr.	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1982												
1										0	1	0
2										0,3	1,9	0
3										0,2	0	0
4										1,4	0	0,1
5										7,8	0	4,5
6										0,2	0	0,8
7										12,1	0	2,8
8										13,2	4,5	0,1
9										12,9	0	11,2
10										29,8	0,9	9,5
11										2,2	0	7,8
12										1,5	5,4	0,1
13										6,3	2,8	0,2
14										5,2	3,5	0
15										4,5	6,5	0,7
16										0,4	5,6	1,2
17										0,5	5,7	4,5
18										2,8	4,3	2,7
19										0,3	1,5	9,5
20										0	0	3,7
21										1,9	0	6,9
22										2,4	7,4	9,1
23										4,8	0	1,0
24										0	0	0
25										0	1,2	0
26										0	0,5	0
27										0	0,2	0
28										0	0,4	0,7
29										0	0,2	0,2
30										0	0,4	0
31										0		0
dek I										77,9	9,0	29,0
dek II										23,7	35,3	30,4
dek III										9,1	10,3	17,9
M										110,7	54,6	77,3
1983												
1	0	5,7	0	2,3	10,1	5,0	0,5	7,0	10,4	0	0	0,4
2	0	7,1	0	0	2,8	21,8	0	0	0	0,4	0	0
3	13,6	1,5	0	0,4	9,2	0	0	0	13,1	0,2	0	0
4	6,4	0,4	0	2,0	0	0	0,1	0	0,5	0,1	0	0
5	3,1	8,1	0	2,8	0	0,7	0	0	0	0	0	0,7
6	2,0	4,6	0	12,4	0,9	0	0,2	0,8	2,9	0,1	0	5,4
7	0,2	0	0	0,3	9,4	0	2,4	0	0	3,3	0	0
8	0	0,6	0	2,2	4,9	0,4	0	0	0	2,9	0	3,2
9	1,6	0,2	0	0	2,7	0	0	0	0,1	2,6	0	14,8
10	0,5	0	0	12,0	0,4	0	0	0	2,6	3,7	0	4,5
11	0	0	0,1	0,2	10,4	0	0	0	19,4	1,7	0	2,6

Bijlage 2a

	Jan.	Febr.	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
12	0	0	0,1	2,0	3,7	0	0	0	26,8	0	0	0,9
13	1,8	0	0	0,4	7,1	0	0	0,4	7,4	0,2	0,6	0
14	7,5	0	2,0	0,4	0	0	0	0,3	20,4	0	0,1	0
15	1,5	0	0	0	0,7	0,5	0	0,2	4,7	0,7	0	0
16	0	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0	9,8	0,6	0
17	0	0,1	2,3	2,6	0,2	0	0	1,2	13,3	4,0	0	0
18	1,4	0,1	0,7	0,1	1,4	0,3	0	0	8,0	0,1	0,7	0
19	1,3	0	7,4	2,3	0,9	0	0	0	0,1	0,5	0	0,3
20	0,9	0	4,1	0	5,1	0,2	0	0,3	0,5	0	1,0	0,8
21	0	0	5,2	9,8	8,4	0	0	2,9	2,0	0	2,1	0
22	0	0,3	3,4	0,7	4,6	0	0	0,3	0,1	0,2	0,9	10,0
23	0	0	9,1	9,8	0,2	1,0	0	0	0,1	0,3	0	0,9
24	0,4	0	0,5	0	1,0	0	0,2	0	0,4	0,2	1,0	2,6
25	4,2	0,2	12,6	0	3,4	0	0,2	0	0,2	1,5	10,4	14,8
26	0	2,7	1,5	0	0,1	0	6,2	0	0,1	0	9,2	4,3
27	0	2,0	5,2	20,7	0,5	0,8	0,3	0	0,1	0	40,6	2,3
28	5,7	0	0,2	0	9,2	0	0	0,5	0	0,6	2,8	0
29	0,1		0,7	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0	0
30	2,7		6,0	0	0,2	0	0	0	0	0,3	1,5	0
31	9,5		5,7		0		0	0		0		0,1
dek I	27,4	28,2	0	34,4	40,4	27,9	3,2	7,8	29,6	13,3	0	29,0
dek II	14,4	0,3	16,7	8,2	29,5	1,0	0	2,4	100,6	17,0	3,0	4,8
dek III	22,6	5,2	50,1	42,5	28,5	1,8	6,9	3,7	3,0	3,1	68,5	35,8
M	64,4	33,7	66,8	85,1	98,4	30,7	10,1	13,9	133,2	33,4	71,5	69,6

1984

1	10,3	2,4	1,5	0	0,6	6,8	0
2	12,3	5,1	9,3	0	0	0,1	1,6
3	13,6	4,9	1,0	0,1	8,5	7,0	1,0
4	3,1	1,4	0	0,9	0	19,7	1,1
5	1,8	5,8	0,3	5,5	0,1	0	0
6	0	15,0	0,1	0,2	2,5	0,3	0
7	6,2	1,9	0	5,6	0	5,8	0
8	2,4	18,2	0	0	0	0	0
9	1,5	0	0	0	2,8	0	8,2
10	0,2	0	6,3	0	0,7	0	24,4
11	3,0	0	1,8	2,7	0	0	5,2
12	2,2	0	0,1	1,7	0	0	0
13	4,2	0	0,1	0,1	0	0	2,6
14	4,1	0	0	0,2	0	2,5	4,8
15	3,1	0	0	0,4	0	0	18,9
16	9,7	0	0	0,1	0	0	0,4
17	1,2	0	0	0	3,5	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0,2
19	0,4	0	0	0	0	0	0,3
20	0,2	0	0	0	10,3	0	0
21	0	2,3	0	0	21,7	0	0
22	0	0	0	0	4,9	3,6	0
23	0	0	0	0	2,0	2,9	0
24	5,4	0	2,0	0	1,0	2,4	0
25	0	0	1,1	0	0	2,4	0
26	0	0	2,8	0	0	0	0,7

Bijlage 2b

	Jan.	Febr.	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
27	0	0	10,4	0	9,2	0,2	0,2					
28	5,8	0	10,3	0	0,3	0,9	0,5					
29	4,2	0	3,3	0	2,0	4,3	0					
30	0,4		0,1	0	0,5	0,1	0					
31	3,4		5,4		0,2		2,8					
dek I	51,4	51,7	18,5	12,3	15,2	39,7	36,3					
dek II	27,7	0	2,0	5,2	13,8	2,5	32,4					
dek III	19,2	2,3	35,4	0	41,8	16,8	4,2					
M	98,3	57,0	55,9	17,5	70,8	59,0	72,9					

Bijlage 3

TEMPERATUURMETINGEN OP ZEGVELD IN HET VOORJAAR 1984 VOOR DE SLOTEN MET HOOG EN LAAG PEIL EN IN DE BUITENLUCHT IN °C

Datum	Hoog peil		Laag peil		Buitenlucht
	diepte 3 cm	diepte 40 cm	diepte 3 cm	diepte 10 cm	
27/3	5,6	-	8,4	-	8,2
3/4	7,2	-	9,0	-	5,0
10/4	7,6	-	9,4	-	7.0
17/4	18,5	14,2	20,0	20,0	11,0
24/4	-	-	-	-	16,0
1/5	12,0	11,8	17,3	17,3	12,7
8/5	9,0	12,0	18,2	18,0	12,0
15/5	11,9	12,2	14,2	14,0	12,0
22/5	12,0	12,4	14,0	14,0	14,0
29/5	12,0	12,3	11,9	12,0	12,0