

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



nota

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

GEVOLGEN VAN BEWEIDING OP ZANDGRASLAND VOOR
DE NITRAATVERLIEZEN DOOR UITSPOELING
(ACHTERBERG 1985 - 1987)

ing. H. Fonck

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-middelen, 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

NOTA 1870

I N H O U D

	blz
1. INLEIDING	1
2. PROEFOPZET	3
2.1. Deelnemers	3
2.1.1. Duur van het onderzoek	3
2.2. Proefveld	3
2.2.1. Plaats en indeling	3
2.3. Waterhuishoudkundige en bodemkundige aspecten	5
2.3.1. Bodemprofiel	5
2.4. Waterhuishouding	6
3. HET ICW-AANDEEL IN HET ONDERZOEK	9
3.1. Opzet	9
3.2. Uitvoering	9
3.2.1. Bemonstering maaiproef	9
3.2.2. Bemonstering beweidingsproef	11
3.2.2.1. Drainwateronderzoek	11
3.2.3. Grondwaterbemonstering beweidingsproef	12
3.2.4. Samenvatting bemonstering	13
4. WATERBALANS	15
5. UITSPOELING	20
5.1. Algemeen	20
5.2. Maaiproef	20
5.2.1. Winteruitspoeling	20
5.2.2. Zomeruitspoeling	23
5.2.3. De gemiddelde N-concentratie	23
5.3. Beweidingsproef	24
5.3.1. Algemeen	24
5.3.2. Reconstructie grondwaterstandsverloop	25
5.4. Berekening uitspoeling	27
6. SAMENVATTING	32
BIJLAGEN	34



1. INLEIDING

Het ICW-onderzoek naar nitraatuitspoeling onder invloed van beweiding is een onderdeel van een ruimer opgezet onderzoek. Dit onderzoek wordt samen met de LUW (Vakgroep Graslandkunde), CABO, IB en NMI uitgevoerd, waarbij de stikstofhuishouding van grasland centraal staat.

Het is bekend dat vooral de laatste decennia het gebruik van kunstmeststikstof en van krachtvoer sterk gestegen is. Niet alleen de produktiviteit is daardoor sterk toegenomen, maar ook de aanvoer van stikstof en de nitraatverliezen naar het milieu. Een duidelijk beeld van wat met deze grote hoeveelheid stikstof onder invloed van bodemprofiel, waterhuishouding en bedrijfsvoering gebeurt, ontbreekt vooralsnog.

Teneinde na te gaan of op intensieve weidebedrijven de stikstof efficiënter benut en de verliezen verkleind kunnen worden, zijn de verschillende processen van de stikstofkringloop zo goed mogelijk geanalyseerd aan de hand van een zogenaamd stikstofdiagram (Fig. 1). De getallen zijn door VAN DER MEER (1987) ontleend aan informatie van de stikstofproefbedrijven en geven aan hoeveel stikstof er jaarlijks wordt aangevoerd, afgevoerd of verplaatst.

Uit dit diagram valt af te leiden dat op intensieve weidebedrijven de benutting van de beschikbare stikstof ronduit slecht is. Een direct gevolg daarvan is, dat onnodig veel stikstof vervluchtigt of uitspoelt.

In het onderhavige onderzoek zal getracht worden de stikstofstromen zoveel mogelijk te kwantificeren, zowel bij beweiding als zonder beweiding en bij verschillende bemestingsniveaus.

Op basis van dit onderzoek moet het mogelijk worden geacht om enerzijds de benutting van stikstof te verbeteren en anderszijds de verliezen te beperken.

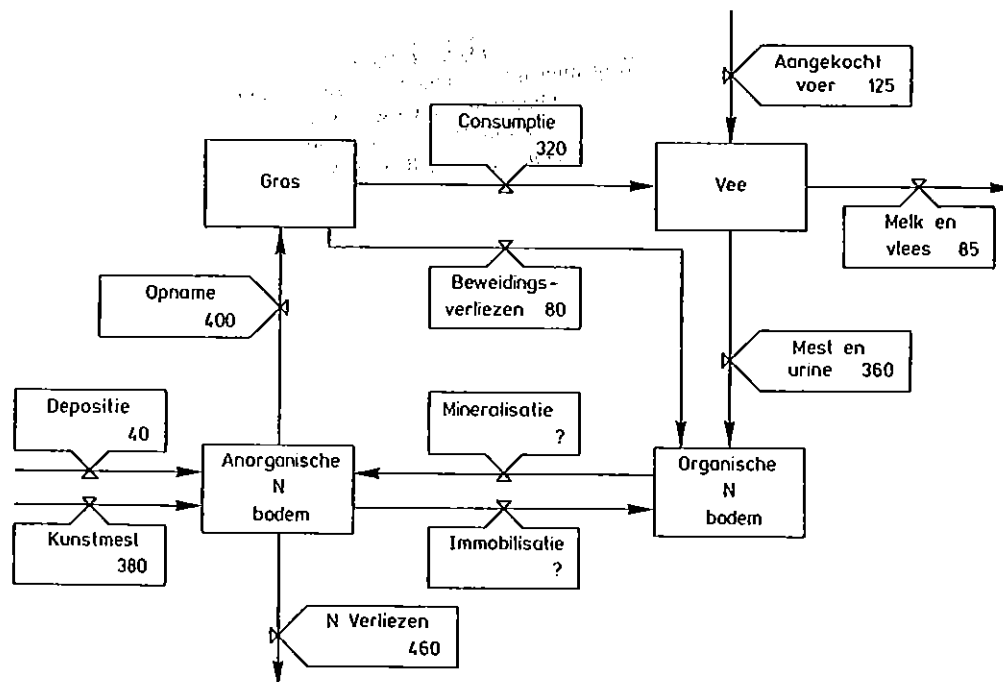


Fig. 1. Stikstofstromen-diagram van intensieve weidebedrijven met daarin aangegeven kg N.ha.⁻¹.jaar⁻¹ (VAN DER MEER, 1987)

In het onderhavige rapport wordt aléén het ICW-aandeel in het totale onderzoek, dat wil zeggen de waterhuishouding en de uitspoeling, belicht.

Het uitspoelingsonderzoek is begonnen met ingang van de winteruitspoelingsperiode 1985/1986. Het onderhavige verslag behandelt die periode tot en met de zomer van 1987, dus 2 uitspoelingsseizoenen.

2. PROEFOPZET

2.1. Deelnemers

Aan het totale onderzoek doen de volgende instituten mee:

CABO: N-mineraal in de bodem

ICW : Waterhuishouding en nitraatuitspoeling

NMI : Ammoniakvervluchting

IB : Denitrificatie en immobilisatie

LUW (Graslandkunde): N-opname in gras en benutting door vee

2.1.1. Duur van het onderzoek

Dit eerste rapport zal een verslag behelzen van het eerste deel van het uitspoelingsonderzoek, dat zich uitstrekt over de periode van begin winteruitspoeling 1985/1986 tot en met einde van de uitspoeling van het seizoen 1986/1987.

2.2. Proefveld

2.2.1. Plaats en indeling

De proef wordt uitgevoerd op het LU-proefbedrijf "de Meenthoeve" te Achterberg (gem. Rhenen). Op Fig. 2A is op een situatieschets de plaats van de bij de proef betrokken percelen aangegeven.

De percelen zijn ongeveer 18 m breed en 200 m lang. Op halve lengte zijn de percelen doorsneden door een bedrijfspad, waardoor 2 percelen van ieder ± 100 m lengte ontstaan, waarvan het beweidingsschema wel eens kan verschillen (zie Fig. 2B).

Op deze percelen is een beweidingsschema (standweiden met ossen) aangelegd met vier stikstofbemestingstrappen in tweevoud:

$N_1 = 250$ kg N/ha/jaar

$N_2 = 400$ kg "

$N_3 = 550$ kg "

$N_4 = 700$ kg "

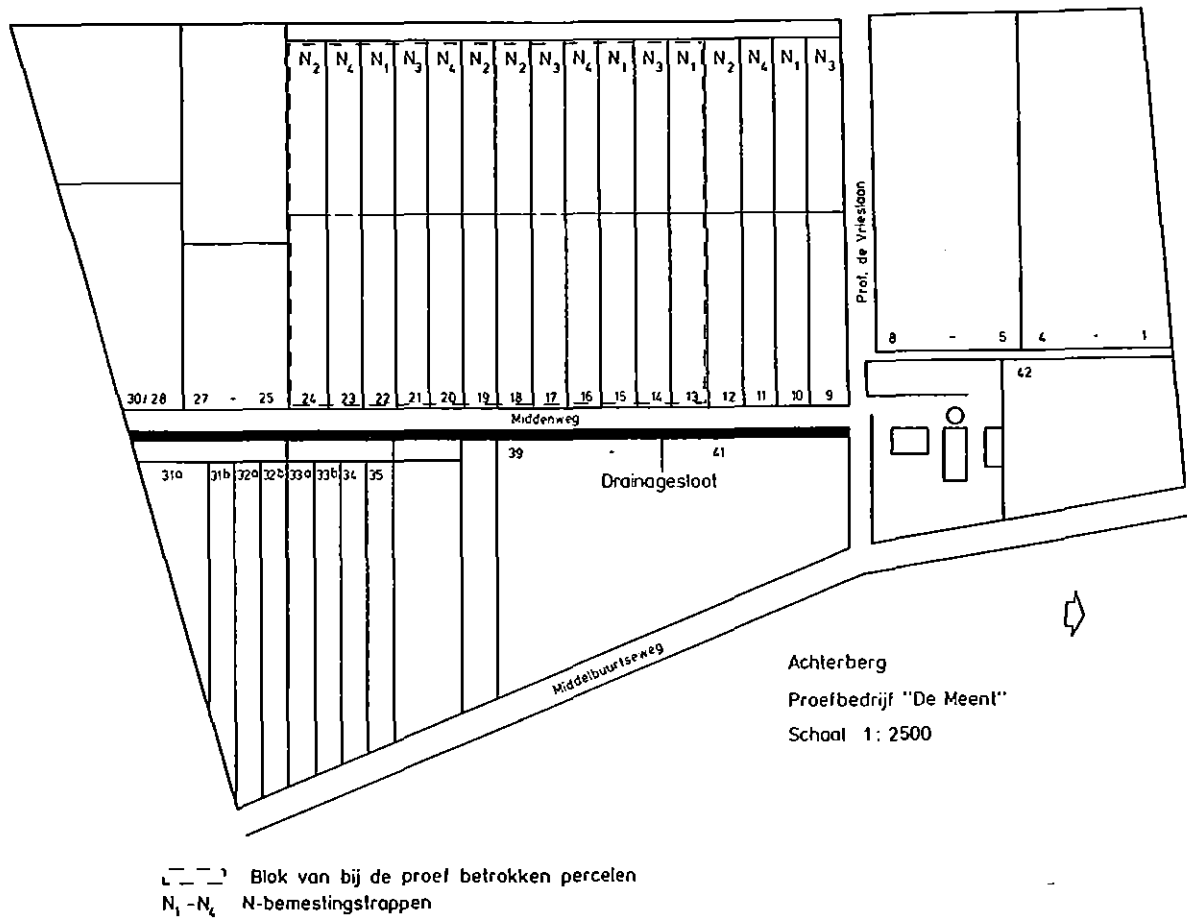


Fig. 2A. Situatieschets

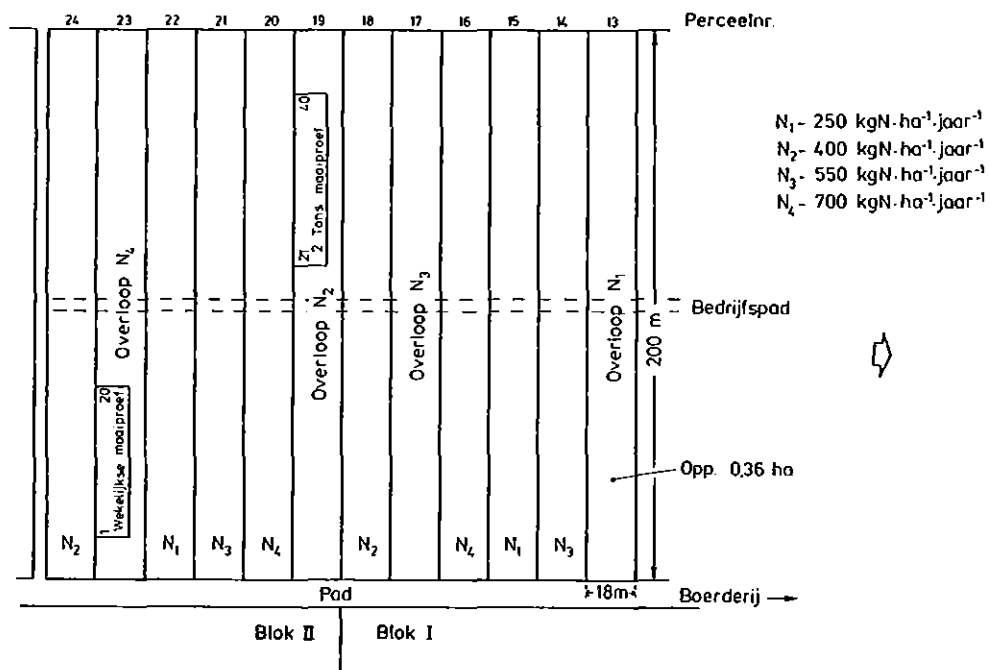


Fig. 2B. Situatieschets weideproef

Daarnaast is op percelen 19 en 23 een maaiproef ingericht ter verkrijging van een inzicht in de stikstofhuishouding zonder beweiding. Hierop bevinden zich kleine proefveldjes, die wekelijks gemaaid worden. Het zijn proefveldjes met dezelfde stikstofbemestingstrappen als bij de beweidingsproef, met daarnaast nog een nulobject, dus zonder enige bemesting. Deze proefveldjes zijn in vier herhalingen aangelegd. Bij de wekelijkse maaiproef wordt op een herhaling de stikstofconcentratie in het bovenste grondwater gemeten (zie fig. 3).

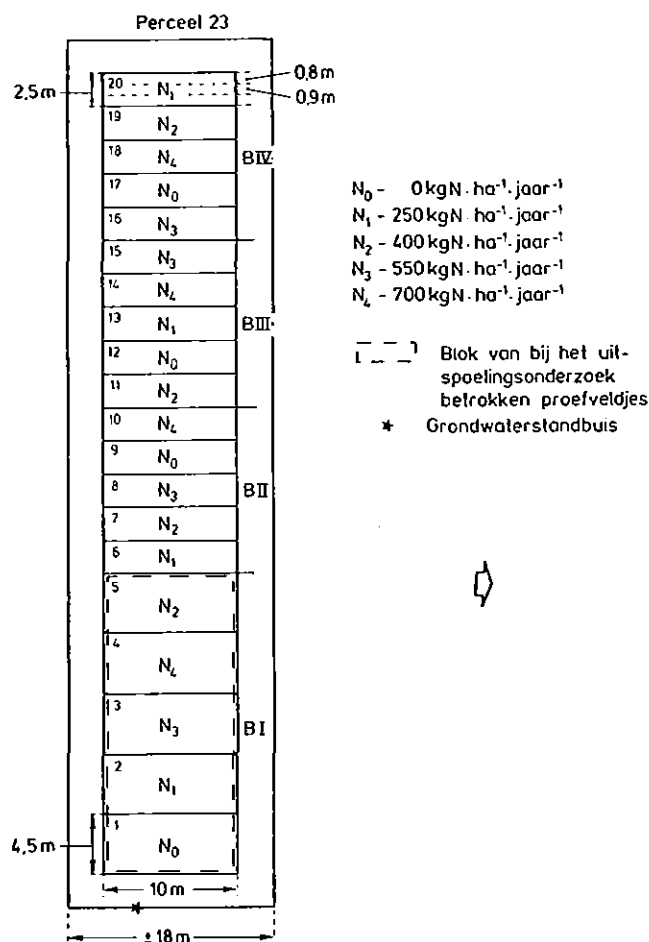


Fig. 3. Proefschema voor de wekelijkse maaiproef

2.3. Waterhuishoudkundige en bodemkundige aspecten

2.3.1. Bodemprofiel

Het bodemprofiel is eenvoudig van opbouw en weinig gelaagd. Het humusgehalte in de bovenste 25 cm is gemiddeld laag (hoogstens 6%), maar

niet regelmatig verdeeld over de bouwvoor.

Daaronder komt geelwit laagterraszand voor met een tamelijk uniforme korrelgrootte. Tot 120 cm diepte zijn ringmonsters gestoken van 12 lagen van elk 10 cm dikte ter bepaling van de pF-curve en het droog volumegewicht.

Tabel 1. Bepaalde droge volumegewichten

Diepte in cm	Dr.vol.gew. in g/cm ³	Diepte in cm	Dr.vol.gew. in g/cm ³
8	1.40	70	1.68
20	1.46	80	1.70
30	1.50	90	1.72
40	1.62	100	1.71
50	1.66	110	1.70
60	1.69	120	1.70

Uit de geringe variatie van het droge volumegewicht tussen 40 en 120 cm diepte blijkt de grote éénvormigheid van de zandondergrond (Fig. 4).

2.4. Waterhuishouding

Op het perceel waarop de maaiproef is gesitueerd, is een grondwaterstandsbuis geplaatst, waarin de grondwaterstand onder uiteenlopende weersomstandigheden af en toe wordt opgenomen. Zie voor de gemeten grondwaterstanden Bijlage A. De grondwaterstandsbuis is ± 3 meter naast de drain geplaatst. Gedurende de zomer komt de grondwaterstand zelden beneden 130 cm - mv en tijdens natte periode komt de grondwaterstand zelden en dan nog maar gedurende korte tijd, boven 75 cm - mv.

Dat de grondwaterstand in natte perioden zelden boven 75 cm - mv komt, is het gevolg van de aangelegde drainage. De drains liggen over de gehele lengte van de percelen en monden uit in de sloot langs de Middenweg (zie Fig. 2).

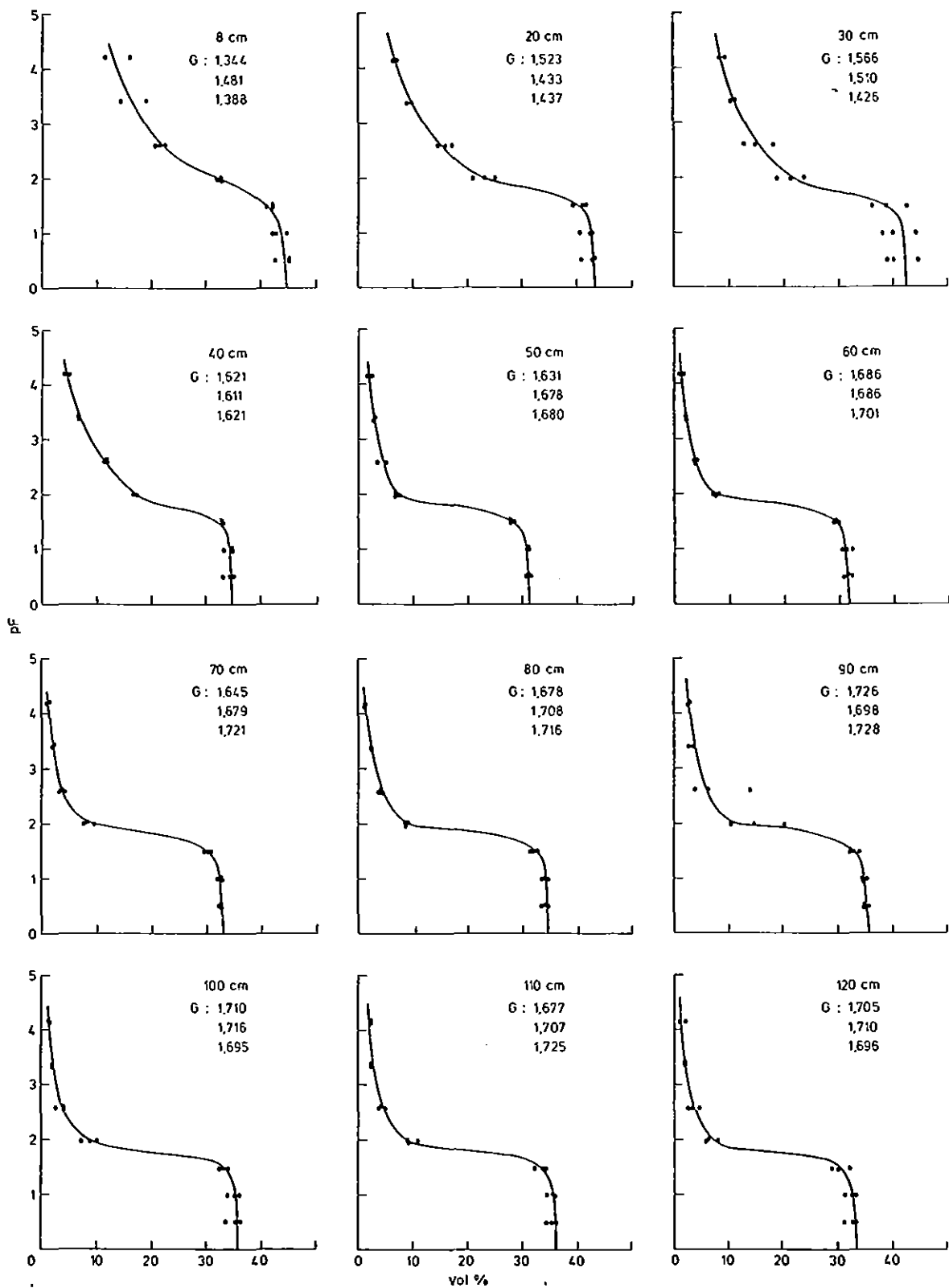


Fig. 4. pF-curven van de Meenthoeve te Achterberg voor verschillende diepten met het droog volumegewicht G (in g/cm^3) in drievoud

Elk perceel bevat één drain die ongeveer in het midden is gelegen. Aangezien de breedte van de percelen circa 18 m bedraagt, is ook de drainafstand ongeveer 18 m. De diepte van de drains op de grens van het perceel op ongeveer 10 meter van de uitmonding bedraagt 110 - 120 cm - mv.

Het hoogteverschil tussen de uitmondingen van de drains en de slootbodem is gering: 20 à 25 cm. Omdat de sloot vrij moet lozen, zijn de mogelijkheden daartoe in hoge mate afhankelijk van de begroeiingstoestand waarin de bodem verkeert.

Aangezien de drainagesloot maar 1 maal officieel geschouwd wordt, zijn er perioden waarin door de begroeiing de lozing stagneert, zodat een optimale drainerende werking van het systeem dan niet gewaarborgd is. Dat grondwater in droge perioden zelden dieper dan 130 cm - mv wegzakt, is waarschijnlijk het gevolg van de steeds aanwezige kwel vanuit de Veluweheuvels.

3. HET ICW-AANDEEL IN HET ONDERZOEK

3.1. Opzet

Het aandeel van het ICW in het totale onderzoek bestaat uit het uitvoeren van metingen en berekeningen van de waterbalans en het berekenen van de nitraatuitspoeling op grond van bemonsteringen.

Het onderzoek naar de nitraatuitspoeling vindt plaats bij:

- 1) veldjes, die gemaaid worden;
- 2) percelen, die beweid worden.

De methoden, die toegepast worden om de nitraatuitspoeling te kwantificeren zijn voor beide bovengenoemde objecten verschillend, namelijk:

- ad. 1) de grootte van de N-uitspoeling wordt bepaald op basis van berekende grondwatervoeding en gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht op circa 1 m diepte;
 - ad. 2) de N-uitspoeling wordt gekwantificeerd op basis van drainafvoeren en nitraatconcentraties in het drainwater.
- Waterbalansberekeningen kunnen hierbij als ondersteuning dienen.

Om een beeld te krijgen van de waterkwaliteit van het bovenste grondwater onder de beweidde percelen worden door middel van de boorgatenmethode in juni watermonsters verzameld in een raai op enige afstand van de drain.

3.2. Uitvoering

Aan de opzet van het onderzoek, zoals dat in paragraaf 3.1. geschetst is, is op de volgende wijze uitvoering gegeven.

3.2.1. Bemonstering maaiproef (geen beweiding).

Op perceel 23 zijn begin november 1985 op de eerste vijf proefveldjes (zie Fig. 3) keramische cups geïnstalleerd op ± 100 cm diepte. Per veldje zijn vanuit de bruto rand vier cups schuin tot onder het netto veld ingeboord.

De cups staan met slangetjes in verbinding met een putje direct onder maaiveld in de bruto strook. Door het aanleggen van een onderdruk kan bodemvocht/grondwater rond de cups door het poreuze materiaal worden aangezogen en verzameld. Opzet is om met regelmatige tussenpozen in afhankelijkheid van de neerslagoverschottensituatie te bemonsteren, maar door vorst en sneeuw kan deze opzet worden vrijdeld. In de uitspoelingsperiode 1985/1986 is viermaal bemonsterd en in de periode 1986/1987 zevenmaal (Tabel 2).

Tabel 2. Analyseresultaten van de grondwaterbemonstering op de maai-proef van nitraatstikstof en chloride in mg/l, grondwaterstand

Datum	$N_0 = 0$		$N_1 = 250$		$N_2 = 400$		$N_3 = 550$		$N_4 = 700$		Grwst.
	N	Cl	N	Cl	N	Cl	N	Cl	N	Cl	cm-mv
Winterbemonstering											
5 dec.1985	11.1	81	11.1	80	21.9	86	19.6	98	27.8	109	77
16 jan.1986	3.4	77	13.1	56	14.9	51	13.8	35	22.1	54	72
17 mrt. "	2.9	17	11.3	19	14.0	63	26.9	34	18.5	39	±90
8 apr. "	2.5	31	13.5	28	12.2	55	17.8	15	17.8	27	87
13 nov. "	5.4	19	11.7	19	8.1	39	13.1	28	17.6	-	97
bemonsteringssets geïnstalleerd op nieuwe plaatsen											
11 dec. "	5.2	38	12.6	49	21.2	26	18.7	27	12.2	38.6	43 34 95
9 jan.1987	2.5	128	8.6	37	17.4	51	8.1	97	14.4	41.5	64 73 90
27 apr. "	3.8	65	4.7	30	9.5	27	18.1	32	14.4	11.7	- 29 98
Zomerbemonstering											
1 jun.1987	1.4	65	2.5	31	8.4	-	31.6	40	45.8	9.5	202 35 90
3 juli "	0	42	60.9	29	6.3	38	26.2	26	12.4	7.4	117 84 ±110
28 juli "	2.3	40	6.1	19	5.9	31	24.8	36	21.7	0.6	74 28 -
oud nw oud nw bemonsteringsset*											

* N_4 -bemonsteringsset: oud = analyseresultaten van de oude set op ± 1 meter van de drain

N_4 -bemonsteringsset: nw = analyseresultaten van de bij N_4 opnieuw geplaatste set sinds 11 december 1986.

Deze serie ligt op circa 4 m van de drain.

De bestaande sets lagen op ± 1 meter afstand van de drain. Om het risico te verkleinen dat het onttrokken water beïnvloed zou worden door toestromend water uit de ondergrond werd besloten tot verplaatsing. Alle sets zijn daarom vlak vóór 11 december 1986 verplaatst ten opzichte van de drains, dat wil zeggen ± 3 meter verder van de drain af. Alléén op veldje N4 (= 700 kg N) is de oude set gehandhaafd, teneinde te kunnen constateren welke effecten de verplaatsing eventueel sorteert.

3.2.2. Bemonstering beweidingsproef

3.2.2.1. Drainwateronderzoek

Niets lijkt eenvoudiger dan het bemonsteren via drains. Niet alleen omdat de drainafvoer direct kan worden gemeten, zodat de opstelling van een waterbalans berekening overbodig zou worden, maar op elk gewenst moment kan bovendien een bemonstering worden uitgevoerd, gecombineerd met een debietmeting. Daarmee zou men de beide componenten in handen hebben, die vereist zijn om de uitspoeling te kunnen berekenen. Bovendien zou in dit geval, waar de drains nagenoeg oin het midden van de percelen liggen en de perceelsbereedte gelijk is aan de drainafstand, het monster een nauwkeurige afspiegeling zijn van bemestingsniveau en bedrijfsvoering.

Dergelijke debietmetingen blijven evenwel, hoe frekwent ook uitgevoerd, momentopnamen. En de ervaring heeft geleerd, dat draindebieten binnen korte tijd sterk kunnen variëren. Daarom was voorzien in de installatie van een drietal zelfregistrerende draindebietmeters, die samen met de op de proefboerderij verzamelde dagelijkse neerslagwaarnemingen ook nog een goed inzicht zouden kunnen geven in de relatie tussen neerslag en afvoer.

Er waren evenwel een tweetal factoren, die reeds in een vroegtijdig stadium de mogelijkheid tot het ontstaan van problemen openbaarden.

Dat waren:

- 1) De vrije lozing, die in perioden van wateroverlast de drainuitmond-singen tijdelijk onder water zou kunnen zetten, zodat debietmeting en bemonstering onmogelijk zou zijn.

- 2) De zeer geringe marge tussen slootbodem en diepte van de drainuitletting, die het onder 1) genoemde effect nog zou versterken.

Zelfregistrerende draindebietmeters mogen nooit onder water komen, niet alleen omdat de registratie zelf dan onmogelijk wordt, maar ook omdat dan het uurwerk onherstelbaar beschadigd wordt.

Daarom is reeds in de zomer van 1986 besloten tot de installatie van een damwand met pomp ter hoogte van perceel 13, die ten allen tijde het handhaven van een slootpeil beneden de drainuitlettingen zou moeten kunnen verzekeren.

De houten damwand is in de zomer van 1986 geplaatst. Daarop is in de herfst een pomp gemonteerd en wel een VOPO centrifugaalpomp, type B114-100 met een capaciteit van 50-60 m³/uur bij een opvoerhoogte van 1 meter.

Hoewel de capaciteit van de pomp ruim voldoende bleek, was de werking gedurende de winter 1986/87 verre van feilloos. Dit was het gevolg van een onder de heersende omstandigheden falend vlottersysteem, waardoor de pomp niet zelfstandig aan- en afsloeg op de geëigende momenten. Dit euvel is in de winter niet afdoende verholpen kunnen worden, waardoor niet aan de voorwaarden kan worden voldaan voor een goed werkende continue debietregistratie. Over die winterperiode kan dan ook alleen beschikt worden over enkele met de hand bepaalde debieten en genomen watermonsters.

De betekenis hiervan is beperkt, vooral voor wat de gemeten debieten betreft, omdat het momentopnamen zijn. Voor het bepalen van de neerslagoverschotten zullen waterbalansberekeningen op basis van neerslag verdamping en vochtbergingsveranderingen onontbeerlijk zijn.

Vóór de winterperiode 1987/88 zal de gehele installatie opnieuw worden geplaatst, zodat wel een goed peilbeheer kan worden gevoerd.

3.2.3. Grondwaterbemonstering beweidingsproef

In juni 1986 zijn een viertal in de beweidingsproef betrokken percelen bemonsterd met gebruikmaking van de boorgatenmethode en in mei/juni 1987 is dit nog eens op ruimere schaal geschied.

Zie voor bemonsteringsdata Tabel 3.

Tabel 3. Analyseresultaten bemonstering beweidingsproef via de boorgatenmethode

Datum	Perceel	N-Bemesting (kg/ha/jr)	Nitraat (mg N/l)	Chloride (mg/l)	E.G.V. (mS/m bij 20°C)
1986					
25 juni	22	250	6.3	28.5	19
4 juni	24	400	27.8	45.8	41
26 juni	21	550	27.0	39.3	36
1 juli	16	700	72.9	35.1	66
1987					
29 mei	15	250	11.1	21.4	25
t/m	22	250	5.0	22.8	18
2 juni	18	400	36.8	35.2	43
	24	400	17.0	31.8	28
	14	550	48.8	35.6	48
	21	550	60.2	39.7	52
	16	700	71.1	32.8	57
	20	700	87.4	33.0	67

In een 20-tal boorgaten per perceel is grondwater aangezogen vanuit de zone juist onder het freatisch valk (op dat moment 110 - 120 cm - mv) tot zo diep als mogelijk bleek in verband met het optreden van loopzand (140 - 160 cm - mv). Van de verzamelde watermonsters zijn gelijke volumina gemengd en geanalyseerd als mengmonster per perceel. De plaats van de reeks monstergaten was steeds midden tussen de drain en de perceelsscheiding, dus op ongeveer 4,5 meter van de scheiding met het belendende perceel.

3.2.4. Samenvatting bemonstering

Gedurende de eerste twee jaren zijn de volgende bemonsteringen uitgevoerd in de winter:

	<u>1985/86</u>	<u>1986/87</u>
<u>maaiproef</u>		
bodemvocht/grondwater (keramische potjes)	4x	7x
<u>beweidingsproef</u>		
drainafvoeren		regelmatig tij-
grondw. bem.		dens afvoeren
(boorgaten)	1x (juni)	1x(mei/juni)

Verder zijn er nog grondbemonsteringen op uitgevoerd door het CABO op 3 à 4 plaatsen per perceel en 3 à 4 keer per jaar op de beweidingsproef. Deze bemonsteringen gaan niet dieper dan 60 cm (zie bijlage D).

4. WATERBALANS

Omdat er geen vochtbepalingen in de bodem hebben plaatsgehad, zal de opstelling van de waterbalans moeten geschieden op grond van vastgestelde neerslagoverschotten en van bergingsmogelijkheden.

Neerslagoverschotten kunnen vrij goed worden benaderd op grond van neerslagwaarnemingen op de proefboerderij zelf en van neerslagwaarnemingen, benevens dagwaarnemingen van de Penmanverdamping op het station Haarweg van de Vakgroep Natuur- en Weerkunde van de LU op slechts luttele kilometers afstand.

Op bijlage A zijn de neerslaggegevens en op bijlage B de verdampingsgegevens verzameld voor de periode van januari 1985 tot en met mei 1987. De bergingsmogelijkheden dienen afgeleid te worden uit de beschikbare pF-curven (zie fig. 4A en 4B).

Het profiel bezit een goede doorlatendheid en de mogelijkheden voor het optreden van een capillaire opstijging van betekenis, zijn gering. De zogenaamde veldcapaciteit bij $\pm$ pF 2,0 zal daarom slechts gedurende zeer korte tijd overschreden worden en mag daarom als de bovengrens van de bergingscapaciteit worden beschouwd.

Een manier om het tijdstip vast te stellen, waarop een neerslagoverschot gaat optreden, is het constateren van een grondwaterstandsstijging. In dit geval is dat verschijnsel niet duidelijk te constateren, omdat dan de drainage in werking treedt. Dat houdt meteen in, dat het constateren van drainafvoer een nog duidelijker signaal is, indien de registratie daarvan goed functioneert.

In het uitspoelingsseizoen 1985/86 treedt op 19 oktober een flink neerslagoverschot op na een langdurige droge periode.

Een start van de waterbalans op $\pm$ 20 oktober 1985 blijkt aan de gestelde eis van het bereiken van de veldcapaciteit te voldoen. Na een strenge vorstperiode in januari en februari 1986, waarin géén waterafvoer mogelijk is, treden er incidenteel weer neerslagoverschotten op tussen eind maart en begin mei 1986. Voor alle zekerheid loopt de waterbalans dóór tot de start van de uitspoelingsperiode gedurende de winter 1986/1987.

Een afsluiting van de waterbalans kan plaatshebben begin mei 1987. De zomer van 1987 kent daarna nog wel perioden met grote neerslagoverschotten, doch deze kunnen beter getrokken worden bij de volgende uitspoelingsrapportage.

Blijkens de pF-curven bedraagt de bergingsmogelijkheid tussen pF 2,0 en pF 4,0 $\pm$ 100 mm. Na uitdroging moet dus theoretisch eerst 100 mm water aangevuld worden alvorens afvoer kan plaatsvinden.

Zie voor de basis van de waterbalans Tabel 4.

De waterbalans is opgesteld van oktober 1985 t/m juli 1987. Voor de berekening van de uitspoeling kunnen naar behoefte perioden uit worden gelicht.

Wat de verdamping betreft, het volgende: de reductiefactor voor de open water verdamping f kan variëren van circa 0,3 - 0,8, afhankelijk van de beschikbaarheid van te verdampen water. In perioden, waarin afvoer optreedt, bedraagt deze factor uiteraard altijd 0,8, omdat de aanvoer van te verdampen vocht optimaal is. Alleen in drogere perioden wordt deze factor kleiner.

Hoeveel deze factor in drogere perioden reduceert, kan in dit geval niet berekend doch slechts geschat worden. Zeker is, dat de waarde van de reductiefactor vrijwel nooit tot 0,3 zal afnemen, omdat zelfs in een langdurige droge periode het grondwaterpeil nooit zóver daalt, dat grondwaterinvloed niet meer merkbaar is.

De toegepaste geschatte reductiewaarden staan vermeld in de desbetreffende kolom van Tabel 4.

Gemeten debieten zouden een goede controlemogelijkheid kunnen vormen voor de waarde van f , maar alléén voor de hoge waarden, want wanneer de drains afvoeren is er sprake van een nat profiel en een optimale beschikbaarheid van te verdampen water.

Het enige aanknopingspunt voor wat betreft de zomerperiode, wordt gevormd door de vochtbemonsteringsresultaten van het CABO in bijlage D. Ook hieruit blijkt, dat de vochtgehalten in het groeiseizoen maar zelden echt laag worden. Hieruit kan de conclusie worden getrokken, dat de opstelling van een waterbalans ook in deze periode een redelijk uitgangspunt biedt. Daarom is de waterbalans in Tabel 4 continu uitgevoerd.

NOTA 1870

17

Tabel 4. Basiswaterbalans - Overzicht van neerslag- en verdampingsoverschot per decade in mm
(N = neerslag; E_p = potentiële verdamping; f = reductiefactor voor E_0 ; fE_0 = werkelijke verdamping)

Periode (in decaden)	N	E_p = $0,8 E_0$	Waarde van f	fE_0 wordt:	Afvoer	Vochttekort tussen pF=2,0 en pF=4,0
1985						
april I	33.3	15.8	0.8		17.5	
II	32.6	14.4	0.8		18.2	
III	12.1	18.8	0.8			6.7
mei I	8.4	20.1	0.8			18.4
II	15.2	27.2	0.8			30.4
III	9.4	38.2	0.7	33.4		54.4
juni I	33.2	33.5	0.8			54.7
II	48.3	23.2	0.8			29.6
III	38.4	24.6	0.8			15.8
juli I	5.4	34.9	0.8			45.3
II	12.7	33.8	0.7	29.6		62.2
III	48.8	29.3	0.8			42.7
aug. I	41.6	24.9	0.8			26.0
II	27.4	25.0	0.8			23.6
III	27.2	23.4	0.8			19.8
sept. I	36.0	17.4	0.8			1.2
II	15.8	12.6	0.8		2.0	
III	2.8	11.1	0.8			10.5
oct. I	20.6	8.6	0.8		1.5	
II	2.6	4.6	0.8			2.0
III	0.4	1.0	0.8			2.6
nov. I	36.2	2.6	0.8		31.0	
II	27.8	1.1	0.8		26.7	
III	9.3	0.2	0.8		9.1	
dec. I	28.6	2.0	0.8		26.6	
II	14.4	1.4	0.8		13.0	
III	44.9	1.0	0.8		43.9	
1986						
jan. I	26.3	1.0	0.8		25.3	
II	71.4	2.4	0.8		69.0	
III	24.0	3.0	0.8		21.0	
febr. I	0.6	3.0	0.8			2.4
II	0.0	4.0	0.8			6.4
III	0.0	5.0	0.8			11.4
maart I	9.5	5.5	0.8			7.4
II	2.6	6.0	0.8			10.8
III	71.4	6.5	0.8		54.1	
april I	16.4	9.8	0.8		6.6	
II						
III	16.6	20.0	0.8			3.4
mei I	46.7	28.1	0.8		15.2	
II	8.0	31.8	0.8			23.8
III	13.1	39.3	0.65	31.9		42.6
juni I	27.2	24.0	0.8			39.4
II	4.2	43.5	0.65	35.3		68.5
III	7.4	45.3	0.55	31.1		92.2
Afvoer april '85 t/m juni '86					380.7	

NOTA 1870

18

Vervolg tabel 4.

Periode (in de- caden)	N	E_p = $0,8 E_0$	Waarde van f	fE_0 wordt:	Afvoer	Vochttekort tussen $pF=2,0$ en $pF=4,0$
1986						
juli	I	14.36	36.9	0.5	23.12	100.0
	II	0.4	33.8	0.4	16.9	100.0
	III	32.3	31.3	0.8		100.0
aug.	I	4.4	33.7	0.7	29.5	100.0
	II	10.0	29.1	0.6	21.89	100.0
	III	37.1	23.1	0.8		86.0
sept.	I	27.8	16.5	0.8		74.7
	II	18.4	14.3	0.8		70.6
	III	0.1	11.6	0.8		82.1
oct.	I	1.1	10.7	0.8		91.7
	II	25.5	6.4	0.8		72.6
	III	51.6	4.2	0.8		25.2
nov.	I	10.1	1.3	0.8		16.4
	II	32.3	1.6	0.8	14.3	
	III	18.2	0.8	0.8	17.4	
dec.	I	8.1	0.4	0.8	7.7	
	II	43.0	0.2	0.8	42.8	
	III	59.0	0.0	0.8	59.0	
1987						
jan.	I	29.7	0.9	0.8	28.8	
	II	0.0	0.0		0.0	
	III	2.5	1.7	0.8	0.8	
febr.	I	9.0	2.0	0.8	7.0	
	II	10.0	3.0	0.8	7.0	
	III	16.7	4.7	0.8	12.0	
maart	I	29.0	6.3	0.8	22.7	
	II	2.0	8.2	0.8		6.2
	III	24.5	15.4	0.8	2.9	
april	I	11.7	16.7	0.8		5.0
	II	22.8	17.6	0.8	0.2	
	III	0.52	32.4	0.7	28.4	28.2
mei	I	4.2	27.5	0.6	20.6	44.6
	II	40.8	21.8	0.8		25.6
	III	37.4	33.1	0.8		21.3
juni	I	67.5	20.9	0.8	34.3	
	II	7.9	31.8	0.8		23.9
	III	13.9	27.8	0.7	24.3	34.3
juli	I	0.0	44.9	0.6	33.7	68.0
	II	10.9	38.0	0.5	23.7	81.8
	III	23.2	22.8	0.8		81.4
Afvoer juli '86 t/m juli '87					256.9	

Voor praktisch gebruik is deze waterbalans opgesplitst in balansperiodes die gemarkeerd worden door stikstofbemonsteringsdata. Het resultaat daarvan is Tabel 5.

Tabel 5. Berekende grondwatervoeding op de maaiproef over de balansperioden tussen de bemonsteringsdata in mm/periode

Balansperiode	Σ N	Σ fE ₀	Σ N-fE ₀	Σ fE ₀ -N	Som N-fE ₀	A f v o e r		Vocht- tekort*
						periode	som	
1985								
3/4 -18/6	156.3	171.1	39.9	54.7	- 14.8	31.4	31.4	46.2
18/6 -20/8	200.8	173.6	73.6	46.4	+ 27.2	0	31.4	19.0
20/8 - 6/11	111.5	79.4	43.0	10.9	+ 32.1	13.1	44.5	0
6/11- 5/12	74.0	3.0	71.0	0	+ 71.0	71.0	115.5	0
1986								
5/12-16/1	149.2	4.0	145.2	0	+145.2	145.2	260.7	0
16/1 -17/3	63.8	23.7	54.4	14.3	+ 40.1	50.4	311.1	10.3
17/3 - 8/4	90.3	15.3	75.3	0.3	+ 75.0	64.7	375.8	0
8/4 -13/11	377.3	426.0	137.2	185.9	- 48.7	11.8	11.8	15.7
13/11-11/12	56.9	1.5	55.4	0	+ 55.4	39.7	51.5	0
1987								
11/12- 9/1	131.4	0.9	130.5	0	+130.5	130.5	182.0	0
9/1 -27/4	128.5	89.9	65.0	26.4	+ 38.6	53.8	235.8	15.2
27/4 - 1/6	82.6	87.6	23.3	28.3	- 5.0	0	235.8	20.2
1/6 - 1/7	98.3	84.2	55.6	41.5	+ 14.1	35.4	271.2	41.5
3/7 -28/7	26.3	656	2.2	41.5	- 39.3	0	271.2	80.8

*vochttekort aan het eind ten opzichte van veldcapaciteit

Σ (N-fE₀) totale neerslagoverschot per periode

Σ (fE₀-N) totale verdampingsoverschot per periode

Vochttekort is bergingsverandering in de laag 0-100 cm in mm

Controle:

Som (N-fE₀) = periode afvoer + vochttekort eind vorige periode
- vochttekort eind deze periode

(Deze controlemogelijkheid gaat niet op in de periode 8 april tot 3 november 1986, omdat daarin de laag 0-100 cm de mogelijke bergingsverandering tussen pF 2,0 en pF 4,0 wordt overschreden).

Er zijn twee uitspoelingsperioden onderscheiden:

I: 3 april 1985 - 8 april 1986

II: 8 april 1986 - 28 juli 1987

5. UITSPOELING

5.1. Algemeen

De uitspoeling wordt gevonden als het produkt van de berekende grondwatervoeding (zie Tabel 5) en de gemeten concentratie van nitraat-N in het bovenste grondwater (zie Tabel 1).

Uitgedrukt in kg NO₃-N/ha/jaar wordt de uitspoeling berekend door toepassing van:

$$\text{Uitspoeling} = 0,01 \cdot s \cdot y \text{ kg NO}_3\text{-N/ha/jaar, als:}$$

s = aantal mm grondwatervoeding, en

y = NO₃-N concentratie in mg NO₃-N/l

De waarde van y per balansperiode wordt gevonden uit:

$$[(\text{NO}_3\text{-N conc. datum I} + \text{NO}_3\text{-N conc. datum II}) : 2]$$

waarbij datum I en II staan voor de bemonsteringsresultaten aan begin en einde van een balansperiode.

5.2. Maaiproef

5.2.1. Winteruitspoeling

In paragraaf 3.2.1. is reed uiteengezet dat de bemonsteringssets in november 1986 op de maaiproef ± 3 meter verder buiten het hart van de drains zijn herplaatst. Een vergelijking van de analyseresultaten van de gehandhaafde en verplaatste set van het bemestingsniveau 700 kg N/ha/jaar maakt duidelijk, dat er van een constant niveauverschil - op grond waarvan een correctie zou kunnen plaatsvinden - geen sprake is.

Voor de uitspoelingsberekening worden daarom de analyseresultaten ongecorrigeerd gebruikt, zowel de oude als de nieuwe totdat een gefundeerd inzicht is verkregen in het probleem van wel of niet corrigeren. Dat wordt wellicht mogelijk na nog een seizoen metingen.

Als gevolg van de extreem natte zomer van 1987 loopt het uitspoelingsseizoen door tot en met juli 1987. De waterbalans loopt ook zover door, maar vanaf 1 mei wordt uitspoeling als behorend tot het volgende seizoen gerekend. Dan spoelt n.l. ook reeds de kunstmest uit, die bij het nieuwe seizoen behoort.

In Tabel 6 is de berekende bruto uitspoeling van de maaiproef gegeven. Er is gebruik gemaakt van de analyseresultaten uit Tabel 1 en van de berekende afvoeren uit Tabel 5. Hierbij dient aangetekend, dat voor de balansperiode vóór 5 december 1985 weliswaar de afvoer bekend is, maar niet de N-concentratie op het moment, dat deze periode begint (begin nov.). Hiervan is een schatting gemaakt op grond van het concentratieverloop in 1986, toen wel een bemonstering vóór die van december heeft plaatsgehad.

Tabel 6. Berekende bruto-uitspoeling in kg NO₃-N/ha op de maaiproef
(oud = oude bemonsteringsset; nieuw = nieuwe bemonsteringsset)

Periode	Bemesting in kg N/ha/jaar					Afvoer in mm	
	N ₀ =0	N ₁ =250	N ₂ =400	N ₃ =550	N ₄ =700		
Winterperiode 1985/1986:							
6/11 - 5/12/'85	5.6	7.1	11.5	10.7	14.8	71	
5/12/'85-16/ 6/'86	10.5	17.5	26.7	24.1	36.2	145	
16/ 1 -17/ 3/'86	1.6	6.1	7.2	10.2	10.2	50	
17/ 3 - 8/ 4/'86	1.8	8.1	8.5	14.5	11.8	65	
Totaal	19.5	38.8	53.9	59.5	73.0	331	
Winterperiode 1986/1987:							
13/11 -11/12/'86	2.1	4.9	5.9	6.4	6.0	14.0	40
11/12/'86- 9/ 1/'87	5.0	13.9	25.3	17.6	17.4	52.5	131
9/ 1 -27/ 4/'87	1.7	3.6	7.3	7.1	7.8	14.4	54
Totaal	8.8	22.4	38.5	31.1	31.2	80.9	225
						oud	nieuw
Zomer 1987:							
27/ 4 - 1/ 6/'87	0	0	0	0	0	0	0
1/ 6 - 3 7/'87	0.2	0.6	2.5	10.1	10.2	3.0	35
3/ 7 -28/ 7/'87	0	0	0	0	0	0	0
						oud	nieuw

Teneinde het effect van de mestdosering duidelijker tot z'n recht te laten komen, dient de uitspoeling van het zogenaamde 'nulobject', waarop geen enkele vorm van bemesting heeft plaatsgehad, te worden afgetrokken. Hierdoor wordt het ook mogelijk de netto uitspoeling per uitspoelingsseizoen uit te drukken in procenten van de totale mestgift. Dit alles is geschied in Tabel 7.

Tabel 7. Berekende netto-uitspoeling in kg NO₃-N/ha op de maaiproef tevens uitgedrukt in procenten van de totale mestgift (%)
(oud = oude bemonsteringsset; nieuw = nieuwe bemonsteringsset)

Periode	Bemesting in kg N/ha/jaar					
	N ₀ =0	N ₁ =250	N ₂ =400	N ₃ =550	N ₄ =700	N ₄ =700
Winterperiode 1985/1986:						
6/11 - 5/12/'85	0	1.5(0.6)	5.9(1.5)	85.1(0.9)	9.2(1.3)	
5/12/'85-16/ 6/'86	0	7.0(2.8)	16.2(4.1)	13.6(2.5)	25.7(3.7)	
16/ 1 -17/ 3/'86	0	4.5(1.8)	5.6(1.4)	8.6(1.6)	8.6(1.2)	
17/ 3 - 8/ 4/'86	0	6.3(2.5)	6.7(1.7)	12.7(2.3)	10.0(1.4)	
Totaal	0	19.3(7.7)	34.4(8.7)	40.0(7.3)	53.5(7.6)	
Winterperiode 1986/1987:						
13/11 -11/12/'86	0	2.8(1.1)	3.8(1.0)	4.3(0.8)	3.9(0.6)	11.9 (1.7)
11/12/'86- 9/ 1/'87	0	8.9(3.6)	20.3(5.1)	12.6(2.3)	12.4(1.8)	47.5 (6.8)
9/ 1 -27/ 4/'87	0	1.9(0.8)	5.6(1.4)	5.4(1.0)	6.1(0.9)	12.7 (1.8)
Totaal		13.6(5.5)	29.7(7.5)	22.3(4.1)	22.4(3.3)	72.1 (10.3)
Zomer 1987:						
27/ 4 - 1/ 6/'87	0	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0 (0)
1/ 6 - 3 7/'87	0	0.4(0.2)	2.3(0.6)	9.9(1.8)	10.0(1.4)	2.8 (0.4)
3/ 7 -28/ 7/'87	0	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0 (0)
					oud	nieuw

Het blijkt, dat in de twee winteruitspoelingsseizoenen het uitspoelingspercentage niet veel uiteenloopt en ook dat het uitspoelingspercentage per bemestingsobject weinig variatie vertoont. Over het algemeen is de uitspoeling en dus ook het percentage wat lager in de winter van 86/87 dan in de winter van 85/86, maar in 86/87 is ook de totale grondwatervoeding lager.

Het verschil in uitspoelingsgrootte op het hoogste bemestingsobject tussen de oude en de nieuw geplaatste bemonsteringsset kan pas verklaard worden, wanneer méér meetgegevens ter beschikking staan.

5.2.2. Zomeruitspoeling

De zomerafvoer in 1986 (tussen 8 april en 13 november) bedraagt slechts circa 12 mm die in 1987 (tussen 27 april en 28 juli) circa 35 mm. Voor de zomer van 1986 staan geen analyseresultaten ter beschikking, in de zomer van 1987 zijn 3 bemonsteringen uitgevoerd. Hoewel deze, strikt genomen, niet meer behoren tot het aflopende uitspoelingsseizoen, omdat de uitspoeling reeds onder invloed staat van de mestgiftten van het groeiseizoen 1987, zijn deze resultaten toch reeds in Tabel V gegeven. De netto--uitspoeling is vermeld in Tabel 7. Uitgedrukt in procenten van de totale mestgift blijkt de netto-uitspoeling gedurende het groeiseizoen verwaarloosbaar klein.

5.2.3. De gemiddelde N-concentratie

Teneinde een betere aansluiting te krijgen bij andere onderzoeksresultaten, is de uitspoeling ook weergegeven in de vorm van een gemiddelde N-concentratie in het bemonsterde grondwater. Deze wordt verkregen door toepassing van:

$$\frac{\text{totale bruto-uitspoeling in kg N/ha/jaar} \times 100}{\text{totale grondwatervoeding in mm}}$$

en is weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8. Gemiddelde $\text{NO}_3\text{-N}$ concentratie over de uitspoelingsperioden van de maaiproef in mg N/l

<u>Bemestingsobject</u>	
Bemesting in kg N/ha/jaar	N-concentratie mg N/l
Winter 1985/86	
0	5.6
250	11.7
400	16.6
550	18.0
700	22.1
Winter 1986/87	
0	3.9
250	10.0
400	17.1
550	13.8
700	13.9 oude bem.set
	24.4 nieuwe bem.set
Zomer 1987	
0	0.6
250	1.7
400	7.1
550	28.9
700	29.1 oude bem.set
	8.6 nieuwe bem.set

5.3. Beweidingsproef

5.3.1. Algemeen

Aan de analyseresultaten staan ter beschikking:

1° de drainwaterbemonsteringen

(Bijlage C);

2° de éénmalige zomerbemonsteringen in het bovenste grondwater volgens de boorgatenmethode in 1986 en 1987 (Tabel 9);

3° de resultaten van de grondbemonsteringen, die door het CABO zijn uitgevoerd in 1985, 1986 en 1987 op enkele beweide percelen 3 à 4 keer gedurende het groeiseizoen (Bijlage D).

Voor wat betreft de vochthuishouding staan ten dienste:

- 1° het gereconstrueerde grondwaterstrandverloop (zie 5.3.2.);
- 2° debieten van de drains (Bijlage C)
- 3° vochtbepalingen, behorend bij de CABO-grondbemonsteringen (zie hierboven onder 3°;
- 4° dagwaarnemingen neerslagen (Bijlage A) en verdamping (Bijlage B) samen verwerkt in:
- 5° basiswaterbalans (Tabel 4).

Tabel 9. Analyseresultaten van de grondwaterbemonstering in de zomer volgens de boorgatenmethode op de beweidingsproef

Datum	Perceel	N-Bemesting	NO ₃ (mg N/l)	Cl (mg/l)
1986				
25 juni	22	250	6.3	28.5
4 juni	24	400	27.8	45.8
26 juni	21	550	27.0	39.3
1 juli	16	700	72.9	35.1
1987				
20 mei	15	250	11.1	21.4
	22	250	5.5	22.8
t/m	18	400	36.8	35.2
	24	400	17.0	31.8
2 juni	14	550	48.8	35.6
	21	550	60.2	39.7
	16	700	71.1	32.8
	20	700	87.4	33.0

5.3.2. Reconstructie grondwaterstandsverloop

Het is mogelijk gebleken met behulp van de verzamelde dagwaarnemingen van neerslag en verdamping (Bijlage A en B) en de incidentele grondwa-

terstandswaarnemingen het totale grondwaterstandsverloop op een bevredigende wijze te reconstrueren op grond van de samenhang, die blijkt te bestaan tussen de grondwaterstandsfluctuatie per decade en het neerslag- respectievelijk verdampingsoverschot, eveneens per decade. Deze samenhang is weergegeven in Fig. 5, terwijl een overzicht van neerslag, verdamping en grondwaterstand, zowel gemeten als gereconstrueerd, chronologisch is weergegeven in Fig. 6. Deze figuren kunnen worden geraadpleegd in perioden dat (te) weinig waarnemingen voorhanden zijn.

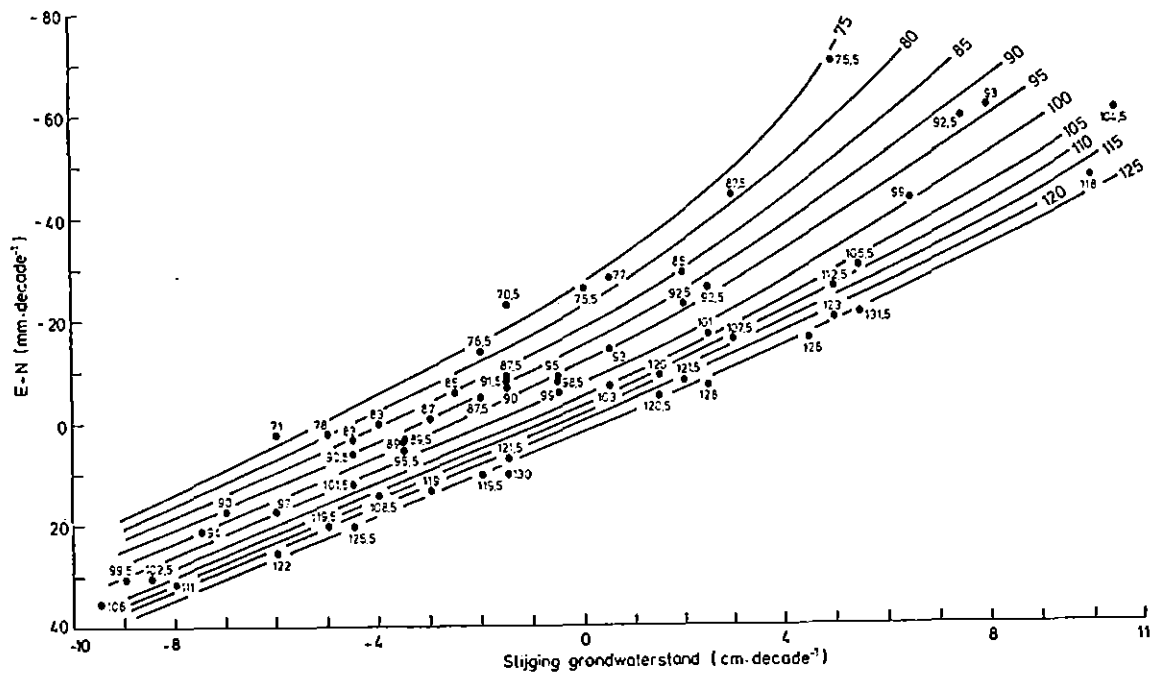


Fig. 5. Lijnen van gelijke grondwaterstand in cm - mv aan het begin van elke decade

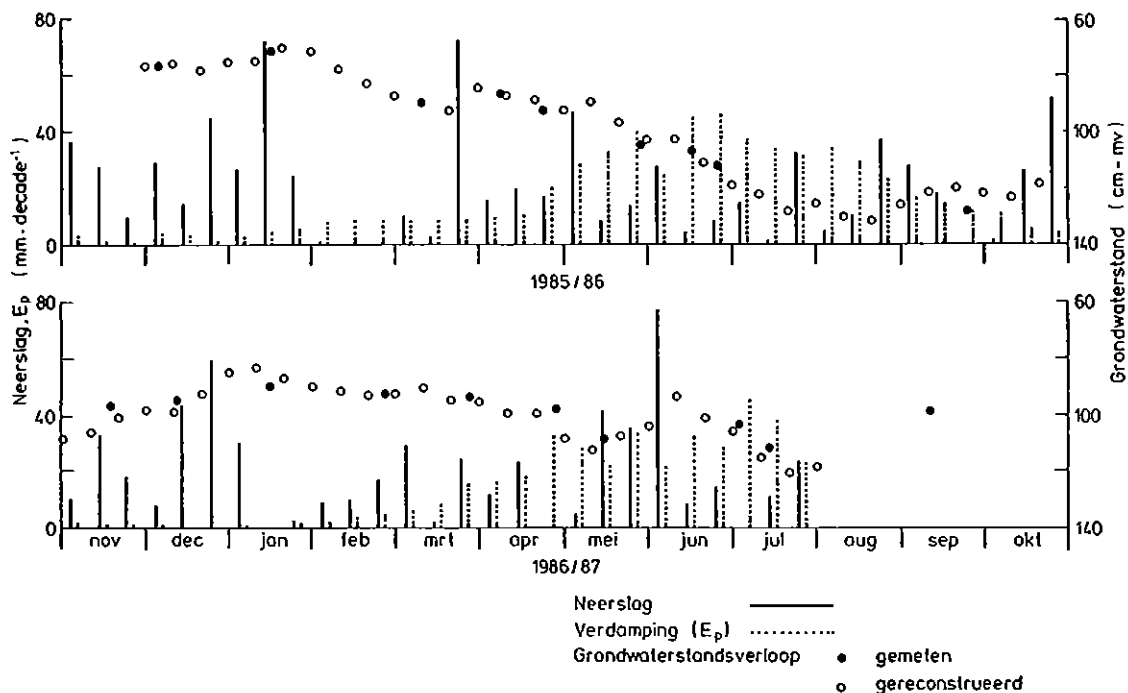


Fig. 6. Overzicht van: neerslag, verdamping en grondwaterstandsverloop

5.4. Berekening uitspoeling

Voor het winteruitspoelingsseizoen 1986/87 staat een reeks drainwaterbemonsteringen ter beschikking, welke in twee richtingen samenhang vertonen: 1. met de grootte van de mestgift;

2. met de tijd.

Hiervoor kan echter ook genomen worden: de gesommeerde berekende afvoer uit Tabel 4.

De samenhang is weergegeven in Fig. 7 en Tabel 10.

N-concentraties kunnen daarop overigens bij elke gewenste afvoersom worden afgelezen. Dwarsdoorsneden door Fig. 7 bij de verschillende bemonsteringsdata/neerslagsommen zijn weergegeven in Fig. 8.

Hoewel een samenhang met het bemestingsniveau als geconstrueerd in Fig. 7 onmiskenbaar aanwezig is, moet tevens geconstateerd worden, dat er ook aanzienlijke niveauverschillen zijn tussen de resultaten van twee herhalingen onderling. Er is dus kennelijk ook een invloed van het bodemprofiel in het spel, dat zich zodanig manifesteert dat de percelen met een hoog nummer vrijwel altijd een (aanzienlijk) lagere concentratie vertonen dan de herhalingen met een laag nummer.

Tabel 10. Gemeten N-concentraties (mg N/l) bij oplopende afvoersommen in mm gedurende de winter 1986/87 op de beweidingsproef voor de vier toegepaste bemestingsniveaus in het drainwater

Bemonst.datum	26	8	23	27	31	5	24
	nov.	dec.	dec.	dec.	dec.	jan.	mrt
Afvoersom mm	25	39	91	117	141	156	221
N-bem.	Veldje						
250	15	19.8	20.5	27.1	28.2	21.5	20.5
kg N/ha	22	12.6	26.8	18.9	17.8	22.3	14.4
400	18	26.3	28.4	33.1	30.7	29.8	33.2
kg N/ha	24	14.2	12.8	18.9	17.9	18.2	17.9
550	14	46.5	45.1	59.8	56.8	47.6	44.9
kg N/ha	21	45.5	31.7	43.9	40.0	—	39.9
700	16	50.9	50.2	62.1	60.6	55.1	51.8
kg N/ha	20	54.3	61.7	68.1	60.8	58.0	53.6

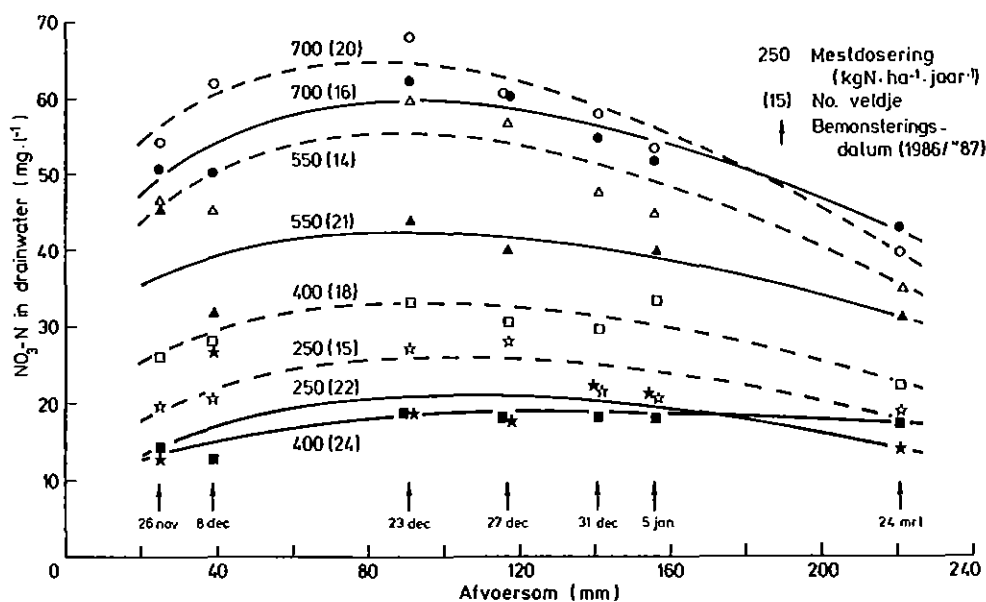


Fig. 7. Samenhang tussen N-concentratie in mg N/l in het drainwater en de som van de drainwaterafvoer in mm in de winter 1986/87 op de beweidingsproef bij verschillende bemestingsniveaus

Het lijkt vooralsnog zinvol deze duidelijke niveauverschillen te handhaven totdat méér gegevens uit méér uitspoelingsperioden ter beschikking staan. Daarom zullen voor de uiteindelijke uitspoelingsberekening de lijnen per perceel gebruikt worden, die ook in Fig. 7 zijn getrokken. De benodigde gegevens voor de uitspoelingsberekening volgens paragraaf 5.1. kunnen beide in Fig. 7 worden afgelezen.

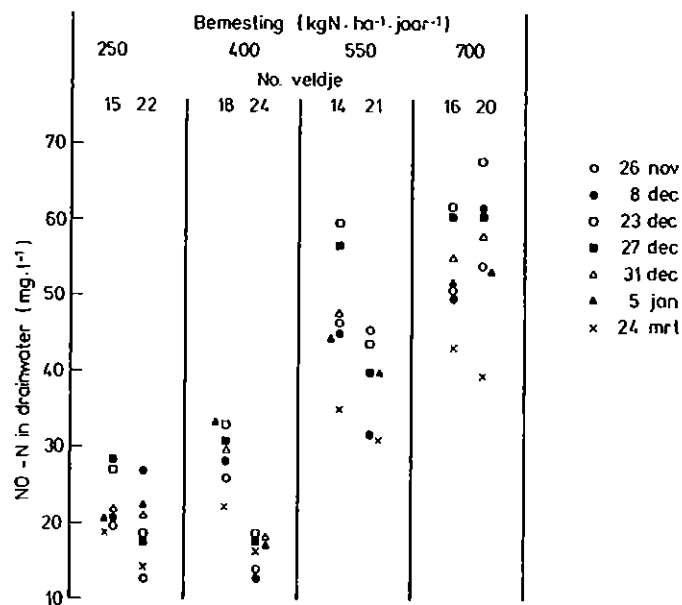


Fig. 8. Samenhang tussen N-concentratie in mg N/l in het drainwater en bemestingsniveau in kg N/ha/jaar bij verschillende bemonsteringsdata

In Tabel 11 is de berekende uitspoeling gegeven. Direct na de drainwaterbemonstering van 24 maart stijgen de N-concentraties in het drainwater sterk (14 april, zie Bijlage C), hetgeen er op zou kunnen wijzen, dat de bemesting van het nieuwe seizoen haar invloed doet gelden. Een netto uitspoeling kan niet worden berekend, omdat de aftrek van het nul-object niet beschikbaar is.

De bruto uitspoeling, uitgedrukt in procenten van de kunstmestgift, is gegeven in Tabel 12.

De gemiddelde N-concentratie, als bedoeld in par. 5.2.3., is weergegeven in Tabel 13.

Tabel 11. Berekende bruto uitspoeling in kg N/ha per perceel op de beweidingsproef gedurende de winter 1986/87

Perceel	15	22	18	24	14	21	16	20
Periode								
1986								
20 nov.- 2 dec.	2.7	2.0	3.7	1.9	6.4	5.2	6.9	7.9
2 dec.-15 dec.	7.0	5.4	9.4	4.8	16.2	12.6	17.3	19.4
15 dec.-25 dec.	10.1	8.2	12.9	7.2	21.8	16.6	23.4	25.4
25 dec.-29 dec.	6.7	5.5	8.5	4.9	14.2	10.9	15.3	16.4
29 dec.- 2 jan.	5.0	4.0	6.3	3.8	10.4	8.1	11.3	11.8
1987								
2 jan.- 8 feb.	9.1	7.4	11.4	7.2	18.8	14.8	20.7	21.5
8 feb.- 1 mei	11.9	9.2	14.9	11.6	23.4	20.8	28.0	26.1
Totaal 8 febr. '87	40.6	32.5	52.2	29.8	87.8	68.2	94.9	102.4
Totaal 1 mei 1987	52.5	41.7	67.1	41.4	111.2	89.0	122.9	128.5

Tabel 12. Bruto uitspoeling van de winter 1986/87, uitgedrukt in procenten van de totale kunstmestgift

	Bemesting in kg N/ha/jaar							
	N ₁ = 250	N ₂ = 400	N ₃ = 550	N ₄ = 700				
Totaal 8 febr. '87	16.2	13.0	13.1	7.5	16.0	12.4	13.6	14.6
Totaal 1 mei 1987	21.0	16.7	16.8	10.4	20.2	16.2	17.6	18.4

Tabel 13. Gemiddelde N-concentratie in mg N/l in het afgevoerde drainwater

Perceel	Bemesting in kg N/ha/jaar							
	N ₁ = 250		N ₂ = 400		N ₃ = 550		N ₄ = 700	
	15	22	18	24	14	21	16	20
Totaal 8 febr. '87	18.4	14.7	23.6	13.5	39.7	30.9	42.9	46.3
Totaal 1 mei 1987	23.8	18.9	30.4	18.7	50.3	40.3	55.6	58.1

Als een vorm van controle op deze berekeningswijze zou de berekende uitspoeling uitgezet kunnen worden tegen de voorraad aan minerale N volgens de grondbemonstering van 26 nov. '86, dus voorafgaande aan de uitspoelingsperiode. Een verband, verlopen volgens de 45°-lijn zou erop wijzen dat de in de herfst aanwezige N in de daarop volgende uitspoelingsperiode volledig uitspoelt.

In Fig. 9 is de samenhang nagegaan.

Hierbij dient aangetekend dat, aangezien in november niet steeds beide herhalingen zijn bemonsterd, dan ook alléén het bemonsterde perceel in de figuur is opgenomen. Van de in november 1986 aanwezige minerale N blijkt in de daaropvolgende uitspoelingsperiode slechts 50 à 6% uit te spoelen.

De verschillen tussen de vier mengmonsters kunnen op eenzelfde perceel en bij eenzelfde bemonstering, erg groot zijn. De bemonsteringen hebben diagonaalsgewijs over de lengte van de percelen plaatsgehad, waarbij bemonstering 1 en 3 en ook 2 en 4 steeds het dichtst bij elkaar hebben plaatsgehad. Als gevolg van de beweiding treedt evenwel een grote variabiliteit op in bemonsteringsresultaten. Dat is nu eenmaal inherent aan onderzoek op beweidde percelen.

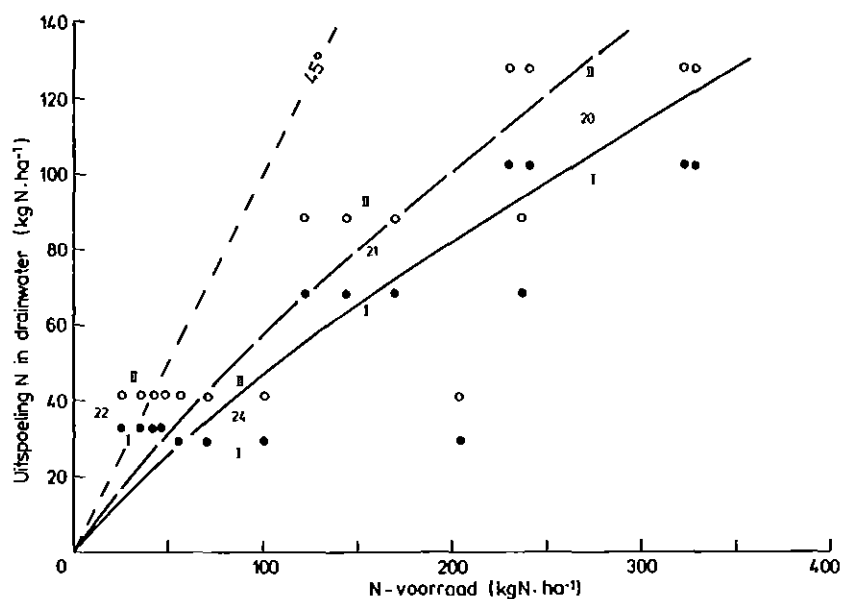


Fig. 9. Is er méér of minder N uitgespoeld tussen nov. '86 en maart resp. mei '87 dan er op 13 nov. '86 aanwezig was volgens de CABO-bemonstering op minerale N ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$) van de laag 0-60 cm op de verschillende N-objecten

6. SAMENVATTING

In de herfst van 1985 is het ICW begonnen met haar aandeel, te weten een uitspoelingsonderzoek, in een gezamenlijk object met andere instituten, dat ten doel heeft een inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden tot verkleining van het verschil tussen aanvoer en afvoer van stikstof door betere benutting.

Het ICW-aandeel in het onderzoek bestaat vooral uit het kwantificeren van de nitraatuitspoeling.

De proef bestaat uit een maaiproef met kleine proefveldjes en een beweidingsproef met gehele percelen. Op beide proeven worden dezelfde vier stikstofbemestingstrappen toegepast.

De maaiproef is in vier herhalingen uitgevoerd. Op één van de vier herhalingen zijn bemonsteringssets aangebracht met keramische cups aangebracht teneinde bemonsteringen van het grondwater te kunnen uitvoeren. Dit is in de uitspoelingsperiode van de winter 1985/86 vier maal geschied en in de winter 1986/87 eveneens vier maal. Bovendien zijn in de zomer van 1987 tussen 1 juni en 1 augustus nog eens drie bemonsteringen uitgevoerd.

Op de beweidingsproef is in de zomer van 1986 zowel als die van 1987 een éénmalige grondwaterbemonstering uitgevoerd in juni volgens de boorgatenmethode. In 1986 is dat op één van de beide herhalingen geschied, in 1987 op beide herhalingen. Omdat het gehele object gedraineerd is, zijn ook de drainafvoeren als bemonsteringsobject gebruikt. Tussen 26 november 1986 en 14 april 1987 zijn negen bemonsteringen uitgevoerd. Tevens zijn de debieten gemeten, bedoeld als ondersteuning voor de opstelling van de waterbalans.

Om er zeker van te zijn, dat de drains te allen tijde bemonsterbaar zouden zijn, dat wil zeggen dat de uitmondingen steeds boven het slootwaterpeil zouden blijven, is in de zomer van 1986 aan het begin van het object een damwand met pomp geplaatst, teneinde die bemonsterbaarheid te verzekeren. Het gestelde doel is niet geheel bereikt als gevolg van optredende kinderziekten in de installatie.

Dagwaarnemingen van open-water-verdamping en neerslag, benevens de vaststelling van pF-curven uit ringmonsters in het bodemprofiel tot 120 cm

diepte complementeerden de waarnemingen. Die waarnemingen waren nodig voor het berekenen van de uitspoeling in twee uitspoelingsperioden (winter). Tevens werd daar tussendoor de uitspoeling in de zomer berekend, wanneer optredende afvoer dat wenselijk maakte.

Uit al deze gegevens is een bruto uitspoeling berekend, die zich bij de beweidingsproef beweegt tussen 10 en 20% van de totale kunstmestgift. Bij de maaiproef ligt de uitspoeling tussen de 5 en 10% van de totale kunstmestgift.

NOTA 1870

34

BIJLAGE A

NEERSLAG

1985 Datum	jan.	febr.	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.
1	6.8	1.3	0.2	6.3	1.9		3.8					2.1
2	0.1		3.6	3.4	5.8			0.5			1.7	
3								6.4	1.7		1.9	4.4
4	0.4		3.2		0.6	8.3		4.9	17.9	1.1		0.3
5			7.6	3.6	0.1	0.1		9.8	2.3		2.5	6.6
6	1.7		0.3	10.0		3.8		1.2	2.5		13.9	4.0
7				7.2		8.3		0.9	2.8		2.1	9.6
8		0.9		0.1				0.7	7.3	13.2	1.2	0.2
9	0.1	0.1		0.2		6.5	1.6	1.4	1.5	5.5	5.5	0.9
10	0.6			2.5		6.2		15.8		0.8	7.4	0.5
11			4.3	11.8		0.6		1.0			18.2	0.5
12	1.6			7.2		10.8					6.0	
13				7.9		3.7						
14	0.1		3.3	3.1		5.7		3.6	0.7		1.3	6.6
15			0.2	1.0	1.2		3.3		0.2	0.5		0.3
16			1.3	1.6	0.3	1.0	1.5	2.4	7.4	0.6	2.3	1.6
17	0.3							14.7	0.4	1.5		
18							0.6		3.7			3.0
19					7.8	6.6		5.7	3.4			1.3
20			1.9		5.9	19.9	7.3					1.1
21	2.2		0.5		6.4	10.0		0.7			0.3	3.8
22	3.2				1.4	6.2	7.1	3.2	1.9		0.3	
23			0.7						0.9		2.5	0.3
24	3.2	0.5	2.4			3.9		4.6				
25	4.8		3.1	1.3		0.1		0.3				4.3
26	5.6		7.8	0.2	1.6	9.7	6.3	4.2				10.5
27			6.9	9.5		6.2	2.2			0.1	1.0	26.0
28		0.1	1.0	0.7			2.0			0.3	2.3	
29	1.9		1.4	0.4		2.3	10.5				0.6	
30	3.3		3.5				18.2				2.3	
31	1.7		13.3				2.5	14.2				
Decade												
I	9.7	2.3	14.9	33.3	8.4	33.2	5.4	41.6	36.0	20.6	36.2	28.6
II	2.0	0.0	11.0	32.6	15.2	48.3	12.7	27.4	15.8	2.6	27.8	14.4
III	25.9	0.6	40.6	12.1	9.4	38.4	48.8	27.2	2.8	0.4	9.3	44.9
Totaal	37.6	2.9	66.5	78.0	33.0	119.9	66.9	96.2	54.6	23.6	73.3	87.9

NOTA 1870

35

VERVOLG BIJLAGE A

Neerslag

1986 Datum	jan.	febr.	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.
1				6.0		0.6				0.1	5.5	0.9
2	4.2			3.3		0.1			0.3			0.2
3	5.6	0.4		2.7				0.4	5.3	0.1		
4	2.8			1.6	14.9	7.3		4.0	13.1			
5	3.3		7.1	4.4	0.5	2.9	6.0		6.3			1.9
6	9.4		2.4	0.3	0.3	11.3	2.5		2.8			2.8
7	1.0			1.1	16.4	3.4	2.2			0.8		0.7
8							2.5			0.1	2.4	
9		0.2			3.7		1.0					0.8
10					10.9	1.6	0.1				2.2	0.8
11	8.4				2.0	0.2		0.1		0.5	1.7	
12	5.3							1.8				1.1
13	6.9				1.2				5.1			3.9
14	8.9			1.1	1.0		0.4		3.0		0.4	3.2
15	12.3			2.8	0.5				10.3		0.3	8.2
16	1.8			8.4	3.3							3.5
17	0.4		0.1								0.3	3.1
18	1.5		2.5	0.9		4.0		0.1		0.3	3.9	6.3
19	17.9			2.1				3.4		8.5	18.4	3.3
20	8.0			4.0				4.6		16.2	7.3	10.4
21			3.7	4.0	6.9			0.2		11.3	11.3	6.5
22	8.5			6.4				13.1		15.7	2.1	0.1
23	7.6		15.3			7.4	0.5	0.7		4.0	3.0	0.1
24	3.2		2.6		2.1		23.4				0.7	
25	2.8		7.5	0.3			7.6	0.1		6.8		8.0
26	0.6		2.1	0.6			0.7	10.9		0.7	1.1	1.2
27			4.2	5.2				4.1		3.8		1.1
28	1.3		14.6	0.1				0.4	0.1	1.7		1.8
29			9.7		0.8		0.1	3.3		2.9		3.6
30			5.5		3.3			4.1		0.4		32.9
31			6.2					0.2		4.3		3.7
Decade												
I	26.3	0.6	9.5	19.4	46.7	27.2	14.3	4.4	27.8	1.1	10.1	8.1
II	71.4	0.0	2.6	19.3	8.0	4.2	0.4	10.0	18.4	25.5	32.3	43.0
III	24.0	0.0	71.4	16.6	13.1	7.4	32.3	37.1	0.1	51.6	18.2	59.0
Totaal	121.7	0.6	83.5	55.3	67.8	38.8	47.0	51.5	46.3	78.2	60.6	110.1

NOTA 1870

36

VERVOLG BIJLAGE A

Neerslag

1987 Datum	jan.	febr.	maart	april	mei	juni	juli
1	13.0		10.8		0.1	0.6	
2	2.7		18.2		0.3	3.1	
3	0.1	0.3			3.8	2.2	
4	8.4						
5	2.3	0.1				0.1	
6	2.3	2.8		4.6		2.6	
7	0.5			1.5		3.0	
8	0.1	3.1		1.2		21.6	
9	0.3	1.8		2.6		43.3	
10		0.9		1.8			
11		2.6	1.2	10.2	2.1	2.4	
12		3.0	0.8	8.1	18.5		
13					3.1	5.2	0.1
14					8.1	0.2	
15		3.3			3.1		1.0
16					2.4		2.8
17					0.8	0.1	3.9
18		1.0			0.8		0.8
19		0.1		3.6			1.5
20				0.9	1.9		0.8
21					5.2		2.4
22	0.4	0.3			2.2		3.3
23	1.1		10.1		5.7		1.6
24			0.5		0.1	7.9	2.2
25			8.5			2.6	0.3
26	1.0	1.9				1.7	0.7
27		14.5	1.2			1.0	4.9
28			2.7		0.6		0.2
29			0.9	0.2	20.5		6.1
30			0.6		2.6	0.7	1.3
31					0.5		0.2
Decade							
I	29.7	9.0	29.0	11.7	4.2	76.5	0.0
II	0.0	10.0	2.0	22.8	40.8	7.9	10.9
III	2.5	16.7	24.5	0.2	37.4	13.9	23.2
Totaal	32.2	35.7	55.5	34.7	82.4	98.3	34.1

Gemeten grondwaterstanden
in cm - mv

Datum	cm
5 dec. 1985	77
15 jan. 1986	72
10 maart	90
2 april	80
8 april	87
24 april	93
28 mei	105
16 juni	107
25 juni	112
24 sept.	128
17 nov.	97
11 dec.	95
15 jan. 1987	90
26 febr.	93
27 maart	94
27 april	98
15 mei	109
1 juni	90
12 juli	112

NOTA 1870

37

BIJLAGE B

POTENTIËLEVERDAMPING BOVEN GRAS (Penmanverdamping $E_p = fE_0$)
IN WAGENINGEN (in mm)

1985 Datum	jan.	febr.	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.
1				1.4	2.5	4.6	3.3	1.6	2.1	1.1	0.1	0.0
2				1.4	1.5	5.3	3.6	1.8	1.9	0.9	0.2	0.0
3				2.6	1.2	5.1	4.9	2.9	1.3	0.9	0.0	0.2
4				2.4	1.2	5.1	5.1	2.1	1.7	0.7	0.1	0.1
5				0.3	1.8	1.6	4.6	2.1	0.8	0.8	.5	0.0
6				2.1	3.3	1.6	3.1	3.1	2.3	1.5	0.9	0.0
7				1.3	2.4	2.7	3.1	3.0	2.0	1.2	0.1	0.1
8				2.1	2.9	3.2	2.6	3.4	1.0	0.5	0.0	0.1
9				1.2	2.5	1.7	2.8	3.2	1.9	0.4	0.5	0.1
10				1.0	0.8	2.6	1.8	1.7	2.4	0.6	0.2	0.0
11				0.4	1.2	2.5	3.7	3.0	1.7	0.5	0.1	0.2
12				0.7	1.7	2.5	3.8	3.5	1.8	0.6	0.2	0.1
13				1.6	1.0	2.1	4.9	3.9	0.3	0.7	0.2	0.0
14				1.0	1.2	1.0	4.0	2.4	1.2	0.6	0.2	0.1
15				1.6	3.9	3.1	4.0	2.5	2.2	0.4	0.0	0.0
16				1.1	3.7	2.7	1.6	2.3	1.0	0.5	0.2	0.0
17				1.9	4.4	2.7	3.7	0.9	0.3	0.5	0.0	0.0
18				1.8	4.1	3.5	2.7	2.8	1.2	0.2	0.0	0.1
19				2.7	4.0	1.8	2.3	1.5	2.1	0.3	0.1	0.0
20				1.6	2.0	1.3	3.1	2.2	0.8	0.3	0.1	0.0
21				2.2	1.6	2.9	4.1	3.2	1.4	0.1	0.1	0.2
22				2.2	2.2	2.5	0.9	2.3	0.5	0.0	0.0	0.0
23				1.6	0.8	2.4	3.4	1.9	1.2	0.0	0.0	0.0
24				2.3	3.2	3.2	4.3	0.3	1.3	0.0	0.0	0.1
25				1.4	3.6	3.3	4.3	2.2	1.2	0.0	0.1	0.1
26				1.5	4.9	0.8	0.9	1.1	1.2	0.0	0.0	0.1
27				1.2	5.0	2.4	3.6	2.9	1.2	0.2	0.0	0.0
28				2.3	3.0	1.6	1.9	3.0	0.7	0.4	0.0	0.1
29				1.9	4.5	1.2	3.0	2.5	1.3	0.0	0.0	0.0
30				2.2	4.7	4.3	1.1	2.9	1.1	0.2	0.0	0.1
31					4.7		1.8	1.2		0.1		0.0
Decade												
I	-0.6	5.0	5.0	15.8	20.1	33.5	34.9	24.9	17.4	8.6	2.6	0.6
II	0.0	3.0	6.0	14.4	27.2	23.2	33.8	25.0	12.6	4.6	1.1	0.5
III	3.0	4.0	14.0	18.8	38.2	24.6	29.3	23.5	11.1	1.0	0.2	0.7
Totaal	2.4	12.0	25.0	49.0	85.5	81.3	98.0	73.4	41.1	14.2	3.9	1.8

NOTA 1870

38

VERVOLG BIJLAGE B

Potentiële verdamping boven gras in Wageningen

1986 Datum	jan.	febr.	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.
1	0.1	0.2	0.5	1.4	4.3	0.9	5.1	4.2	1.4	1.2	0.3	0.1
2	0.2	0.1	0.4	1.0	4.2	1.7	4.4	3.4	1.8	0.8	0.2	0.0
3	0.0	0.3	0.6	1.1	3.7	1.3	4.4	4.4	1.2	1.3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.6	0.8	2.4	3.0	4.8	2.9	2.1	1.3	0.1	0.0
5	0.1	0.1	0.7	1.1	2.7	2.2	2.5	3.6	2.4	1.4	0.0	0.0
6	0.2	0.2	1.0	1.7	2.4	1.6	2.5	3.8	1.1	0.9	0.3	0.0
7	0.0	0.3	0.4	0.5	3.7	0.8	3.6	3.4	2.4	0.9	0.1	0.2
8	0.0	0.1	0.5	0.6	2.1	2.5	4.1	1.8	1.0	0.9	0.0	0.0
9	0.1	0.2	0.2	0.5	1.8	4.8	3.3	2.9	2.0	0.9	0.1	0.0
10	0.1	0.0	0.8	1.1	0.8	5.2	2.2	3.3	1.1	1.1	0.2	0.1
11	0.1	0.4	0.9	0.9	2.0	3.1	3.8	3.5	2.0	0.4	0.9	0.0
12	0.1	0.2	0.7	1.5	4.0	3.9	3.9	3.4	1.2	0.7	0.4	0.1
13	0.1	0.2	0.6	1.5	2.9	5.0	4.4	3.7	2.0	0.5	0.0	0.0
14	0.0	0.3	0.4	0.6	2.2	5.4	2.5	3.4	0.9	0.8	0.1	0.0
15	0.0	0.1	0.5	0.9	1.7	5.8	4.3	3.7	0.4	1.0	0.0	0.0
16	0.2	0.1	0.7	0.4	3.1	3.1	4.1	2.8	1.4	0.5	0.0	0.0
17	0.0	0.2	1.1	1.7	3.5	3.9	3.0	2.5	1.3	0.5	0.0	0.0
18	0.0	0.3	1.0	1.2	3.9	4.3	2.5	2.8	1.9	0.9	0.0	0.1
19	0.0	0.1	0.8	0.9	4.2	4.2	2.4	1.0	1.5	1.0	0.1	0.0
20	0.0	0.1	0.6	0.7	4.3	4.8	2.9	2.3	1.7	0.2	0.1	0.0
21	0.1	0.4	0.7	1.4	4.7	4.0	3.3	3.2	1.3	0.3	0.1	0.0
22	0.1	0.2	1.1	2.3	3.0	5.2	1.9	1.8	0.8	0.0	0.3	0.0
23	0.1	0.2	1.0	1.8	2.3	4.5	3.3	2.0	1.5	0.4	0.0	0.0
24	0.0	0.1	0.9	1.5	2.9	1.4	1.6	2.5	1.5	0.4	0.1	0.0
25	0.1	0.1	0.8	2.1	5.0	4.4	1.1	2.5	1.6	0.8	0.3	0.0
26	0.0	0.5	0.6	1.5	5.0	4.9	1.9	2.3	1.4	0.2	0.0	0.0
27	0.1	0.1	0.5	2.3	3.4	4.9	4.6	0.9	1.1	0.6	0.0	0.0
28	0.2	0.2	0.9	2.4	2.6	5.2	4.1	2.6	1.5	0.2	0.0	0.0
29	0.0		1.1	1.4	2.4	5.2	3.2	2.0	0.7	0.4	0.0	0.0
30	0.1		1.2	2.3	3.9	5.6	3.2	1.9	0.2	0.8	0.0	0.0
31	0.1		1.0		4.1		3.1	1.3		0.1		0.0
Decade												
I	0.8	1.5	5.7	9.8	28.1	24.0	36.9	33.7	16.5	10.7	1.3	0.4
II	0.5	2.0	7.3	10.3	31.8	43.5	33.8	29.1	14.3	6.5	1.6	0.2
III	0.9	1.8	9.8	19.0	39.3	45.3	31.3	23.0	11.6	4.2	0.8	0.0
Totaal	2.2	5.3	22.8	39.1	99.2	112.8	102.0	85.8	42.4	21.4	3.7	0.6

NOTA 1870

39

VERVOLG BIJLAGE B

Potentiële verdamping boven gras in Wageningen

1987 Datum	jan.	febr.	maart	april	mei	juni	juli
1	0.0	0.1	0.6	2.0	0.9	3.1	4.8
2	0.0	0.2	0.1	2.0	3.1	2.6	4.2
3	0.0	0.0	0.9	1.5	1.5	1.6	4.0
4	0.0	0.1	0.6	1.2	1.4	2.3	4.9
5	0.0	0.0	0.8	2.2	3.2	1.2	5.3
6	0.0	0.2	0.7	1.4	2.8	2.9	5.3
7	0.4	0.2	0.5	1.3	4.0	2.9	4.6
8	0.5	0.1	1.0	1.5	3.8	1.6	4.0
9	0.0	0.1	0.9	1.3	4.2	1.0	4.1
10	0.0	0.0	0.2	1.7	2.6	1.7	3.7
11	0.0	0.2	0.1	2.0	1.4	2.7	4.4
12	0.0	0.3	0.7	0.8	1.4	3.6	5.1
13	0.0	0.1	0.6	1.9	2.7	1.2	3.4
14	0.0	0.2	0.5	0.7	1.7	4.0	5.2
15	0.0	0.4	0.7	2.6	0.8	2.7	3.0
16	0.0	0.0	1.0	1.7	2.2	2.8	4.0
17	0.0	0.1	1.4	2.0	3.0	3.9	2.6
18	0.0	0.2	0.9	2.8	1.6	3.5	4.5
19	0.0	0.2	1.1	1.2	4.1	3.6	3.1
20	0.0	0.1	1.2	1.9	2.9	3.8	2.7
21	0.0	0.3	1.8	2.7	3.0	3.2	2.2
22	0.1	0.4	2.0	3.1	2.1	3.3	2.2
23	0.2	0.2	2.4	3.2	4.2	2.2	2.4
24	0.1	0.1	3.1	3.6	4.2	2.6	1.3
25	0.0	0.3	0.4	3.2	4.8	3.1	2.9
26	0.0	0.5	1.3	3.2	4.7	2.5	3.6
27	0.0	0.1	0.1	3.9	2.8	2.0	1.9
28	0.1	0.2	1.1	3.8	2.9	2.4	1.4
29	0.4		1.1	3.1	1.6	3.0	0.7
30	0.3		1.0	2.6	1.7	3.5	2.1
31	0.5		1.1		1.1		2.1
Decade							
I	0.9	1.0	6.3	16.1	27.5	20.9	44.9
II	0.0	1.8	8.2	17.6	21.8	31.8	38.0
III	1.7	2.1	15.4	32.4	33.1	27.8	22.8
Totaal	2.6	4.9	29.9	66.1	82.4	80.5	105.7

NOTA 1870

40

BIJLAGE C1

DEBIETEN VAN DRAINWATER

Perceel en Bemesting	26 nov. 1986	28 nov. 1986	8 dec. 1986	23 dec. 1986	27 dec. 1986	31 dec. 1986	5 jan. 1987	24 maart 1987	27 maart 1987	14 april 1987	In % (gemid- deid)
Gemeten debieten - grains in mm/etmaal											
13 N ₁ =250*	3,4	1,7			4,56	8,0	5,52		3,64	0,94	10,4
14 N ₃ =550	3,1	1,36	1,3	2,35	4,75	8,0	6,6		4,68	2,03	9,9
15 N ₁ =250	1,85	0,39	0,004		3,48	8,0	5,28		4,16	1,06	5,3
16 N ₄ =700	2,9	1,85	1,26		4,85	8,0	6,6		5,35	2,20	10,8
17 N ₃ =550*	2,55	1,46			4,25				3,57	1,32	8,5
18 N ₂ =400	2,9	1,08	0,96	2,21	4,8	6,96	6,6		4,68	1,76	8,9
19 N ₂ =400*	3,4	1,85		3,31	4,56		6,6		6,24	2,64	11,6
20 N ₄ =700	2,0	0,97	0,67	2,30	3,65		5,28		4,68	1,26	6,7
21 N ₃ =550	2,0	0,46	0,38	0,91	1,41					0,98	4,3
22 N ₁ =250	0,97	0,14	0,17	1,78	2,4		5,28			1,10	3,6
23 N ₄ =700*	2,9	1,57		2,93	3,43					2,64	10,0
24 N ₂ =400	3,4	1,36	0,98	2,64	3,00					3,30	10,0
Totaal	31,37	14,19			45,14					21,23	100,0
Berekend totaal			10,7	26,9		77,2	70,0		50,0		
Gecorrigeerde debieten in mm/etmaal											
13 N ₁ =250*	3,26	1,48	1,11	2,80	4,69	8,03	7,28		5,20	2,31	
14 N ₃ =550	3,11	1,40	1,06	2,66	4,47	7,64	6,93		4,95	2,20	
15 N ₁ =250	1,66	0,75	0,57	1,43	2,39	4,09	3,71		2,65	1,18	
16 N ₄ =700	3,39	1,53	1,16	2,91	4,88	8,34	7,56		5,40	2,40	
17 N ₃ =550*	2,67	1,21	0,91	2,29	3,84	6,56	5,95		4,25	1,89	
18 N ₂ =400	2,79	1,26	0,95	2,39	4,02	6,87	6,23		4,45	1,98	
19 N ₂ =400*	3,64	1,65	1,24	3,12	5,24	8,96	8,12		5,80	2,58	
20 N ₄ =700	2,10	0,95	0,72	1,80	3,02	5,17	4,69		3,35	1,49	
21 N ₃ =550	1,35	0,61	0,46	1,16	1,94	3,32	3,01		2,15	0,96	
22 N ₁ =250	1,12	0,51	0,38	0,97	1,63	2,78	2,52		1,80	0,80	
23 N ₄ =700*	3,14	1,42	1,07	2,69	4,51	7,72	7,0		5,0	2,22	
24 N ₂ =400	3,14	1,42	1,07	2,69	4,51	7,72	7,0		5,0	2,22	
Totaal	31,37	14,19	10,70	26,91	45,14	77,20	70,00		50,00	22,23	

*overloopperceel

NOTA 1870

41

VERVOLG BIJLAGE C2

ANALYSERESULTATEN IN DRAINWATER (NO₃ in mg N/l en Cl in mg/l)

Perceel en Bemesting	Ana- ly- se	26 nov. 1986	28 nov. 1986	8 dec. 1986	23 dec. 1986	27 dec. 1986	31 dec. 1986	5 jan. 1987	24 maart 1987	27 maart 1987	14 april 1987
13 N ₁ =250*	N	20,4									
	Cl	55,7									
14 N ₃ =550	N	46,5		45,1	59,8	56,8	47,6	44,9	35,2		40,7
	Cl	37,5		54,2	33,0	30,6	29,5	27,1	33,4		42,5
15 N ₁ =250	N	19,8		20,5	27,1	28,2	21,5	20,5	19,2		
	Cl	33,4		42,8	40,0	31,0	30,2	26,3	35,0		
16 N ₄ =700	N	50,9		50,2	62,1	60,6	55,1	51,8	43,3		22,4
	Cl	54,9		54,1	28,0	28,0	28,5	25,5	32,2		44,0
17 N ₃ =550*	N	41,3									
	Cl	44,2									
18 N ₂ =400	N	26,3		28,4	33,1	30,7	29,8	33,2	22,4		45,9
	Cl	44,6		48,0	33,1	31,5	30,2	32,9	35,4		39,0
19 N ₂ =400*	N	21,5									
	Cl	73,2									
20 N ₄ =700	N	54,3		61,7	68,1	60,8	58,0	53,6	39,9		24,7
	Cl	51,0		66,4	31,3	31,0	31,4	26,3	40,9		40,2
21 N ₃ =550	N	45,5		31,7	43,9	40,0		40,0	31,3		40,7
	Cl	53,7		45,7	35,9	31,0		25,5	37,5		52,0
22 N ₁ =250	N	12,6		26,8	18,9	17,8	22,3	21,0	14,4		
	Cl	53,0		60,2	31,2	31,9	34,1	28,9	41,0		
23 N ₄ =700*	N	14,9									
	Cl	46,0									
24 N ₂ =400	N	14,2		12,8	18,9	17,9	18,2	17,9	17,3		30,5
	Cl	31,3		66,0	31,0	30,8	29,7	30,-4	42,9		45,2

*over loopperceel

NOTA 1870

42

BIJLAGE D

ANALYSERESULTATEN VAN DE GRONDBEMONSTERING VOOR VOCHT EN MINERALE
STIKSTOF IN KG N/HA EN MG N/L (naar gegevens CABO in 1985)

Mengm.	Perceel	Bem.	Datum	Vocht in vol. %			mg N/l			kg N/ha		
				cm - mv			cm - mv			cm - mv		
			1985	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
I	22	250N	03/04	35.2	32.0	30.0	12.8	16.2	21.4	9.0	10.4	12.9
II				35.3	33.9	31.4	18.8	17.8	19.0	13.3	12.1	11.9
III				36.4	30.8	28.1	15.7	15.5	18.5	11.5	9.5	10.4
I			18/06	27.9	27.6	28.6	25.5	14.1	14.8	14.2	7.8	8.5
II				29.2	28.1	28.2	20.5	15.0	17.5	12.0	8.4	9.9
III				28.9	28.5	27.6	14.4	15.6	19.2	8.3	8.9	10.6
IV				29.5	28.1	26.9	85.0	13.6	16.0	50.1	7.6	8.6
I			20/08	25.0	28.1	26.4	26.3	20.4	16.3	9.2	7.6	5.2
II				26.4	28.7	27.7	10.9	10.0	9.0	4.0	3.8	3.0
III				25.0	30.3	26.4	29.9	13.6	68.2	10.5	5.5	21.7
IV				29.0	31.1	29.1	13.7	62.9	39.0	5.6	26.0	13.7
I			06/11	29.7	31.4	29.2	35.0	82.0	33.6	20.8	51.5	19.6
II				32.3	30.2	29.9	50.8	38.9	20.0	32.8	23.5	12.0
III				33.3	29.7	31.5	16.2	20.2	18.2	10.8	12.0	11.5
IV				29.9	29.3	28.1	22.2	20.1	17.7	13.3	11.8	9.9
I	24	400N	03/04	33.7	30.6	28.6	17.4	22.1	19.3	11.7	13.5	11.0
II				33.3	30.2	30.4	13.8	14.8	17.9	8.2	8.9	10.9
III				31.7	29.7	29.9	12.3	18.6	24.1	7.8	11.0	14.4
I			18/06	28.0	26.9	25.9	107.7	30.0	38.7	60.3	16.1	20.0
II				31.5	26.4	25.9	95.7	63.4	31.7	60.3	33.5	16.4
III				28.0	26.3	25.6	42.0	22.0	22.9	23.5	11.6	11.7
IV				28.6	26.6	27.1	141.9	38.5	30.5	81.2	20.5	16.5
I			20/08	25.7	28.2	28.9	20.7	93.7	45.6	7.5	35.2	15.9
II				25.0	30.8	26.6	16.2	41.6	17.4	5.7	17.1	5.6
III				17.9	20.3	20.1	156.2	72.1	32.6	39.1	19.5	7.9
IV				18.9	20.9	19.4	71.2	148.7	31.2	18.8	41.3	7.3
I			06/11	31.5	28.2	29.4	41.0	44.58	50.4	25.8	25.1	29.6
II				32.3	29.9	28.7	46.6	60.3	51.5	30.1	36.1	29.6
III				32.3	29.6	30.0	121.3	66.6	31.1	78.4	39.4	18.7
IV				31.7	29.1	29.5	84.3	95.6	77.1	53.4	55.6	45.5
I	21	550N	03/04	34.6	32.4	31.4	16.5	22.0	27.7	11.4	14.3	17.4
II				32.7	31.1	30.9	15.4	25.6	26.1	10.1	15.9	16.1
III				36.8	33.5	30.2	14.3	16.7	23.3	10.5	11.2	14.1
I			18/06	28.5	26.0	26.1	132.7	47.0	40.6	75.6	24.4	21.2
II				26.9	26.0	24.4	50.9	29.4	33.5	27.4	15.3	16.3
III				25.9	24.5	23.9	81.2	36.6	25.5	42.1	17.9	12.2
IV				27.0	26.7	25.1	244.4	45.1	39.7	132.0	24.1	19.9
I			20/08	16.9	18.3	17.3	182.5	121.6	70.8	43.1	29.7	14.7
II				17.7	21.5	17.8	161.5	110.6	62.2	40.1	31.6	13.3
III				17.3	19.7	19.3	240.9	251.7	202.4	58.3	65.9	47.0
IV				16.2	18.6	19.1	207.2	116.4	97.1	46.8	28.9	22.3
I			06/11	31.5	28.8	27.4	224.9	204.7	126.7	141.7	118.3	69.4
II				31.0	26.9	25.4	119.3	111.7	72.5	53.6	60.1	36.8
III				28.6	27.9	27.1	90.2	123.8	96.7	51.6	69.1	52.4
IV				34.5	25.7	33.0	91.5	70.6	94.2	63.1	36.3	62.2

NOTA 1870

43

VERVOLG BIJLAGE D

Analyseresultaten van de grondbemonstering voor vocht en minerale stikstof in kg N/ha en mg N/l (naar gegevens CABO in 1985)

Mengm.	Perceel	Bem.	Datum	Vocht in vol. %			mg N/l			kg N/ha		
				cm - mv			cm - mv			cm - mv		
			1985	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
I	20	700N	03/04	32.5	30.0	27.7	21.1	29.1	29.0	13.7	17.5	16.1
II				33.6	30.0	28.1	16.0	21.9	22.4	10.8	13.1	12.6
III				35.2	29.9	28.7	12.3	18.6	29.2	8.7	11.1	16.8
I			18/06	24.3	23.6	22.2	182.2	68.4	40.4	88.5	32.3	17.9
II				26.6	26.1	25.2	200.2	54.4	56.6	106.5	28.4	28.5
III				26.9	23.0	23.2	345.7	186.8	88.2	186.0	85.9	40.9
IV				27.7	24.5	25.2	289.3	101.3	64.2	160.3	49.6	32.4
I			20/08	26.5	27.5	26.1	242.9	218.9	108.9	89.9	80.1	34.2
II				26.3	25.4	25.7	279.1	196.4	127.7	102.7	66.4	39.6
III				25.9	25.5	23.9	277.2	202.2	118.5	100.3	68.7	34.1
IV				24.0	24.3	23.6	455.2	314.9	157.8	152.9	102.0	44.8
I			06/11	29.2	27.2	26.2	230.8	259.4	229.6	134.8	141.1	120.3
II				32.2	28.2	25.2	157.1	211.2	217.8	101.2	119.1	109.8
III				30.5	28.1	26.6	162.2	204.4	197.6	98.9	114.9	105.1
IV				31.3	27.6	25.4	213.4	212.8	229.7	133.6	117.5	116.7
m a a i p r o e f												
I	23	veld-	03/04	32.7	33.9	29.9	111.2	32.6	37.3	72.7	22.1	22.3
II		jes 1		36.2	32.9	30.0	105.2	19.1	26.2	76.6	12.6	15.7
III		t/m20		33.2	32.6	29.7	68.0	23.8	24.5	45.2	15.5	14.3
I	23	400N	18/06	23.7	27.6	27.7	71.7	41.7	34.2	39.1	23.0	18.9
II				29.2	28.2	26.4	72.8	24.1	35.0	42.5	13.6	18.5
I	23	400N	20/08	24.2	28.1	28.1	47.0	62.8	42.6	22.7	23.5	14.4
II				26.2	30.9	29.1	22.6	25.3	22.6	8.3	10.4	7.9
I	23	250N	06/11	30.5	29.4	28.4	14.8	14.1	12.6	9.0	8.3	7.2
II				37.8	33.3	29.7	10.5	9.9	8.2	7.9	6.6	4.9
I		400N		30.9	30.3	29.4	25.3	27.7	30.8	15.6	16.8	18.1
II				34.9	31.4	28.6	19.3	20.7	15.9	13.5	13.0	9.1
I		550N		30.2	29.1	31.2	35.8	56.0	32.3	21.6	32.6	20.2
II				35.0	31.5	30.4	40.2	51.4	53.8	28.1	32.4	32.7
I		700N		35.2	29.1	28.7	63.9	109.2	135.3	45.0	63.6	77.7
II				35.0	32.6	29.2	62.2	123.1	124.0	43.5	80.3	72.4

NOTA 1870

44

VERVOLG BIJLAGE D

Analyseresultaten van de grondbemonstering voor vocht en minerale stikstof in kg N/ha en mg N/l (naar gegevens CABO in 1986)

Mengm.	Perceel	Bem.	Datum	Vocht in vol. %			mg N/l			kg N/ha		
				cm - mv			cm - mv			cm - mv		
			1986	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
I	22	250N	26/03	38.5	31.7	29.4	26.2	32.7	53.7	20.2	20.7	31.6
II				36.8	30.5	30.9	22.1	19.0	14.4	16.3	11.6	8.9
III				38.0	31.1	31.5	23.9	19.8	18.0	18.2	12.3	11.3
I	15		29/06	20.7	21.3	17.9	117.5	356.9	198.4	48.6	152.0	71.0
II				21.9	22.1	16.3	33.1	35.9	43.5	14.5	15.9	14.2
III				19.7	19.4	18.1	94.7	44.6	42.6	37.3	17.3	15.4
IV				19.3	21.5	17.8	55.9	63.4	71.8	21.6	27.3	25.6
I	22a		13/11	28.6	26.3	28.7	24.1	30.7	28.3	13.8	16.1	16.0
II				27.2	28.2	26.9	32.6	16.3	14.7	17.7	9.2	7.9
III				27.9	28.2	26.6	21.9	36.8	15.3	12.2	20.8	8.1
IV				30.9	27.8	29.1	12.8	13.0	16.0	7.9	7.2	9.3
I	24	400N	26/03	34.9	32.0	31.7	28.0	20.2	19.3	19.5	12.9	12.2
II				35.5	32.4	28.4	31.8	23.1	22.7	22.6	15.0	12.9
III				34.5	30.5	30.4	32.7	28.8	30.0	22.6	17.6	18.2
I	24a		29/06	20.6	20.9	19.6	114.8	153.0	78.4	47.3	64.0	30.7
II				19.9	21.3	21.6	71.9	67.7	62.2	28.6	28.8	26.9
III				20.3	23.3	20.3	46.1	39.4	51.6	18.7	18.4	20.9
IV				19.7	20.9	20.4	128.6	60.0	57.7	50.7	25.1	23.5
I	24a		13/11	26.5	26.3	26.4	87.6	185.9	112.7	46.4	97.8	59.5
II				26.9	26.9	27.7	54.3	37.5	37.5	29.2	20.2	20.8
III				28.6	26.6	25.7	31.8	71.8	85.1	18.2	38.2	40.7
IV				27.2	26.7	26.1	17.3	41.3	44.1	9.4	22.1	23.0
I	21	550N	26/03	36.9	33.5	31.0	29.5	26.0	28.5	21.8	17.4	17.7
II				33.9	30.9	29.9	26.4	23.7	26.8	17.9	14.6	16.0
III				35.2	31.4	32.5	29.4	21.5	28.6	20.7	13.5	18.6
I	21a		29/06	17.6	22.4	21.1	133.3	187.7	132.7	46.9	84.1	57.0
II				20.3	21.0	19.7	174.4	228.6	167.5	70.8	86.0	66.0
III				19.3	22.4	17.9	153.1	172.8	131.6	59.1	77.4	47.1
IV				18.6	20.4	16.4	165.7	224.3	161.0	61.6	91.5	62.8
I	21a		13/11	26.9	25.2	23.7	52.3	146.9	143.1	28.1	74.0	67.8
II				25.9	22.8	21.7	155.0	184.1	168.2	80.3	83.9	73.0
III				25.5	25.5	24.1	35.3	121.5	136.8	18.0	62.0	65.9
IV				26.7	24.5	23.2	33.6	88.1	128.6	17.9	43.2	59.7
I	20	700N	26/03	35.6	27.0	36.2	35.4	38.1	30.7	25.2	20.6	22.2
II				33.7	31.5	29.4	57.3	31.5	33.0	38.6	19.8	19.4
III				36.3	33.9	31.4	35.0	41.5	48.6	25.4	28.1	30.5
I	20a		29/06	18.4	18.5	15.4	380.5	302.6	164.1	140.0	112.0	50.5
II				19.6	20.0	18.4	352.7	310.8	251.8	138.3	124.3	92.7
III				19.2	21.5	18.4	188.7	197.8	176.2	72.5	85.1	64.8
IV				18.9	22.5	17.9	430.5	301.7	161.5	162.7	135.8	57.8
I	20a		13/11	25.6	24.2	23.2	114.7	333.2	221.8	58.7	161.3	102.9
II				27.5	24.2	23.2	63.5	183.5	229.5	34.9	88.8	106.5
III				29.0	22.7	22.2	286.7	181.9	179.0	166.3	82.6	79.5
IV				27.3	26.1	25.1	81.0	169.3	216.0	44.2	88.4	108.4

NOTA 1870

45

VERVOLG BIJLAGE D

Analyseresultaten van de grondbemonstering voor vocht en minerale stikstof in kg N/ha en mg N/l (naar gegevens CABO in 1987)

Mengm.	Perceel	Bem.	Datum	Vocht in vol. %			mg N/l			kg N/ha		
				cm - mv			cm - mv			cm - mv		
			1987	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
I	22a	250N	23/03	34.0	32.0	31.0	20.4	21.6	24.9	13.9	13.8	15.4
II				35.6	30.8	28.9	18.8	15.5	11.9	13.4	9.5	6.9
III				33.9	30.9	30.2	18.7	15.3	16.2	12.7	9.5	9.8
I	15a		24/06	27.7	27.5	26.9	60.6	24.8	32.0	33.6	13.6	17.2
II				31.0	26.6	24.9	17.2	20.3	19.9	10.7	10.8	5.9
III				30.6	26.9	25.1	30.0	24.8	24.1	21.4	13.3	12.1
IV				26.9	29.3	26.1	86.9	58.7	65.6	46.8	34.4	34.2
I	15a		02/09	25.2	28.1	25.6	62.3	40.9	45.1	31.4	23.0	23.1
II				24.2	25.2	24.2	80.1	59.7	39.3	38.8	30.1	19.0
III				27.3	26.0	24.7	91.2	73.9	46.7	49.8	38.4	23.1
IV				25.9	28.7	26.1	131.2	123.1	60.8	68.0	70.7	31.7
I	24a	400N	23/03	33.6	30.9	28.0	28.4	17.8	16.4	19.1	11.0	9.2
II				33.7	29.6	29.0	21.8	18.4	18.6	14.7	10.9	10.8
III				35.7	33.9	29.9	27.4	16.2	17.9	19.6	11.0	10.7
I			24/06	32.5	30.5	29.5	153.6	64.0	62.9	99.8	39.0	36.6
II				30.2	29.9	28.4	92.7	59.3	55.8	56.0	35.5	31.7
III				33.9	28.2	29.9	40.4	72.8	46.3	37.4	41.1	27.7
IV				33.7	29.9	31.5	88.9	65.6	46.8	59.9	39.2	39.5
I			02/09	27.3	29.0	28.4	145.5	95.9	69.5	79.4	55.6	39.5
II				31.2	29.7	26.4	97.1	63.6	48.8	60.6	37.8	25.8
III				27.9	29.1	27.7	126.3	117.0	79.8	70.5	68.1	44.2
IV				29.6	28.7	28.9	70.0	78.3	60.6	41.4	44.9	35.0
I	21a	550N	23/03	36.1	25.5	29.9	26.2	31.5	37.1	18.9	16.1	22.2
II				33.2	29.6	29.7	27.2	21.3	22.5	18.1	12.6	13.4
III				31.9	31.4	32.0	29.4	26.4	22.0	18.7	16.6	14.1
I			24/06	31.3	29.5	27.6	18.1	83.5	122.3	11.3	49.6	67.5
II				30.0	26.7	28.9	84.7	87.6	50.2	50.8	46.8	29.0
III				31.1	27.9	27.7	52.2	79.8	58.3	32.5	44.5	32.3
IV				27.2	20.9	17.8	77.7	120.4	59.7	42.3	75.6	35.2
I			02/09	26.3	27.8	28.4	85.8	163.6	103.7	45.1	91.0	58.9
II				24.9	25.5	26.6	150.9	140.9	113.1	75.1	71.9	60.2
III				28.6	29.9	34.7	75.3	233.9	95.6	43.1	139.9	66.3
IV				26.6	26.9	26.2	107.2	140.9	78.2	57.0	75.8	41.0
I	20a	700N	23/03	33.7	30.5	28.2	28.3	22.6	23.1	19.1	13.8	13.0
II				34.6	29.0	28.6	29.6	23.0	26.6	20.5	13.3	15.2
III				32.5	31.5	29.7	30.3	22.6	21.8	19.7	14.2	12.9
I			24/06	32.2	27.0	25.5	90.4	215.9	148.8	58.2	116.6	75.9
II				29.5	26.6	27.6	110.5	141.6	69.2	65.2	75.3	38.2
III				30.7	26.1	27.1	175.2	154.3	78.2	107.6	80.5	42.4
IV				28.7	28.1	26.9	115.5	202.8	89.5	66.3	114.0	48.2
I			02/09	26.5	30.5	26.4	158.7	226.9	144.8	84.1	138.4	76.5
II				26.3	26.1	23.7	144.5	244.0	158.4	76.0	127.4	75.1
III				27.3	30.2	27.4	142.2	212.4	102.5	77.6	128.3	56.2
IV				26.9	27.3	25.1	224.8	278.4	158.3	120.9	152.0	79.5