

Nota 1237

oktober 1980

Michael
Dorenbos

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding

ALTERRA

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

CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN OPPERVLAKKIG AFSTROMEND WATER

(PROEFVELD ONDERZOEK TE ACHTERVELD)

ing. H.P. Oosterom en ir. J.H.A.M. Steenvoorden

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

	bla.
1. INLEIDING	1
2. EXPERIMENT I (13 november 1979)	3
2.1. Doel en opzet	3
2.2. Uitvoering	3
2.3. Resultaten	5
3. EXPERIMENT II (6 december 1979)	9
3.1. Doel en opzet	9
3.2. Uitvoering	9
3.3. Bespreking resultaten	11
4. EXPERIMENT III (12, 14, 19 en 26 februari 1980)	15
4.1. Doel en opzet	15
4.2. Uitvoering	16
4.3. Waterbalans	18
4.4. Bespreking analyse resultaten	21
5. AANVULLEND ONDERZOEK	27
6. SAMENVATTING	31
7. CONCLUSIES	35
LITERATUUR	37
BIJLAGEN	38

ALTERRA

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

1. INLEIDING

Het water dat een afwateringsgebied via een sloot, beek of rivier verlaat is samengesteld uit verschillende watertypen, die zich onderscheiden door de wijze waarop ze het oppervlaktewater bereiken. Deze watertypen, als voedingsbron voor het oppervlaktewater kunnen onderscheiden worden in:

- neerslag, die op open water valt
- neerslag, die door de bodem percoleert en via stroming in de verzadigde zone als grondwater het oppervlaktewater bereikt
- neerslag, die op de bodem valt en over het maaiveld of door de toplaag van de bodem naar het open water stroomt. Dit wordt oppervlakteafvoer genoemd.
- vuilwaterlozingen, afkomstig van bewoning, agrarische bedrijvigheid en industrie.

Het aandeel van elk van deze bronnen kan variëren en zal beïnvloed worden door klimatologische omstandigheden, bodemkarakteristieken en menselijk ingrijpen. Oppervlakte-afvoer bij landbouwgronden levert een groot gevaar op voor met name de fosfaatverontreiniging. Om deze reden wordt aan het aspect van oppervlakkige afstroming grote aandacht geschonken. Het transport van neerslag over de bodem naar oppervlaktewater kan verschillende oorzaken hebben:

- aanvoer van stuifsneg. Dit verschijnsel zal zich alleen voordoen in een vlak open landschap
- de neerslagintensiteit overtreft de infiltratiemogelijkheden in de bodem. Ook al is de bodem niet geheel verzadigd met water, dan nog bestaat de mogelijkheid van oppervlakte-afvoer

- bergingsmogelijkheden in en op de bodem zijn niet aanwezig. De neerslag intensiteit zal in dit geval groter zijn dan de grondwaterafvoer.

De waterbalans vergelijking voor de laatste 2 gevallen is als volgt:

$$R = N - V - I - B$$

R = oppervlakteafvoer

N = neerslag

V = verdamping

I = infiltratie

B = berging op het maaiveld

Met behulp van deze vergelijking is het niet moeilijk te constateren, dat onder dezelfde klimatologische omstandigheden (N en V hebben in dat geval dezelfde waarde) de grootste bijdrage aan oppervlakteafvoer aanwezig is op gronden met een lage infiltratiecapaciteit en geringe bergingsmogelijkheden. De infiltratiesnelheid bij dezelfde vochttoestand is bij klei- en leemgronden kleiner dan bij zandgrond. Onderzoek naar het optreden en de gevolgen van oppervlakteafvoer voor het milieu is voor specifiek Nederlandse omstandigheden uitgevoerd op gronden met een lage infiltratiecapaciteit en een hoge grondwaterstand. Deze gronden liggen hoofdzakelijk in grasland.

Een vooronderzoek is in de winter 1978/1979 uitgevoerd bij een veehouderijbedrijf te Achterveld in de Gelderse Vallei, waarbij inzicht verkregen is in de hydrologische situatie van de percelen rondom het bedrijf en waarbij een eerste indruk verkregen is van de kwaliteitsverandering tengevolge van een oppervlakteafvoer gebeurtenis. Tijdens dit onderzoek is de stoffenbalans beperkt tot fosfaat (OOSTEROM, 1979). In het winterseizoen 1979/1980 zijn enkele veldexperimenten uitgevoerd op hetzelfde bedrijf, waarbij eveneens gebruik gemaakt is van een regeninstallatie. Er is berekend met diep grondwater, dat ter plekke mineraal arm is (bijlage 1). In deze periode zijn op het voornoemde bedrijf de volgende proeven uitgevoerd:

EXPERIMENT I (13 november 1979). Berekening is uitgevoerd na beweiding, zonder voorafgaande drijfmestgift. Het onderzoek had betrekking op de veranderingen van de concentraties in het oppervlaktewater onder invloed van de oppervlakteafvoer.

EXPERIMENT II (6 december 1979). Bij een bemesting van 35 ton R.D.M. per ha is nagegaan wat de invloed is van de grootte van de oppervlakteafvoer op de concentraties in de oppervlakkig afgevoerde neerslag.

EXPERIMENT III (12, 14, 19 en 26 februari 1980). Invloed van de grootte van de drijfmestgift en de tijd, die verstrijkt tussen bemesting en het optreden van oppervlakteafvoer op de concentraties in het afstromende water.

De analyses zijn voor een klein deel verricht in het veld (geleidingsvermogen, pH), de overige bepalingen door het Laboratorium-Oost te Doetinchem (bicarbonaat, sulfaat, silicaat, chloride, ijzer, mangaan, stikstof-, fosfaatverbindingen en chemisch zuurstofverbruik) en door de stagiaire van de H.L.S.-Den Bosch: M. Verdonshot (calcium, magnesium, natrium en kalium). De bepalingen zijn uitgevoerd volgens NEN-voorschrift.

2. EXPERIMENT I (13 november 1979)

2.1. D o e l e n o p z e t

Bij deze proef is nagegaan in welke mate het afstromende water het oppervlaktewater beïnvloedt. De berekening vond plaats na de beweidingsperiode, waardoor de gehalten in het afstromende water relatief laag zijn. Tijdens de uitvoering is indirect de slootafvoer continu geregistreerd met behulp van een peilschrijver. De registratie is voortgezet totdat nagenoeg geen veranderingen in concentraties meer optraden. Op regelmatige tijden is een monster van het oppervlaktewater genomen. In het sloottalud zijn 2 goten aangebracht ter lengte van 2 m om het afstromende water op te vangen. De afvoeren hiervan zijn gelijktijdig met het nemen van een monster, met behulp van een maatcilinder, gemeten.

2.2. U i t v o e r i n g

Enkele algemene gegevens:

- uitvoering vond plaats na beweidingsperiode

- berekeningstijden van 8.30 - 10.30 en van 12.00 - 15.07
met een druk op de sproeier van 3,2 respectievelijk 3,0 atm.
- aantal en type sproeier: 16 stuks van het type ZB22
- sproeierverband: 12 x 18 m (fig. 1)
- regenintensiteit binnen het verband: 8,3 resp. 8,4 mm.uur⁻¹
- totaal beregend: 148 m³ over een oppervlakte van 5465 m²
- weersgesteldheid: 's morgens nachtvorst, temp. - 1,3°C
(De Bilt) middagtemperatuur maximum 8,3°C
zonnenschijn gedurende 5,3 uur (60%)
windsnelheid minder dan 5 m/sec
uit W. tot ZW-richting
luchtvochtigheid 88%
- aanvang grondwaterstand circa 0,07 m -mv.

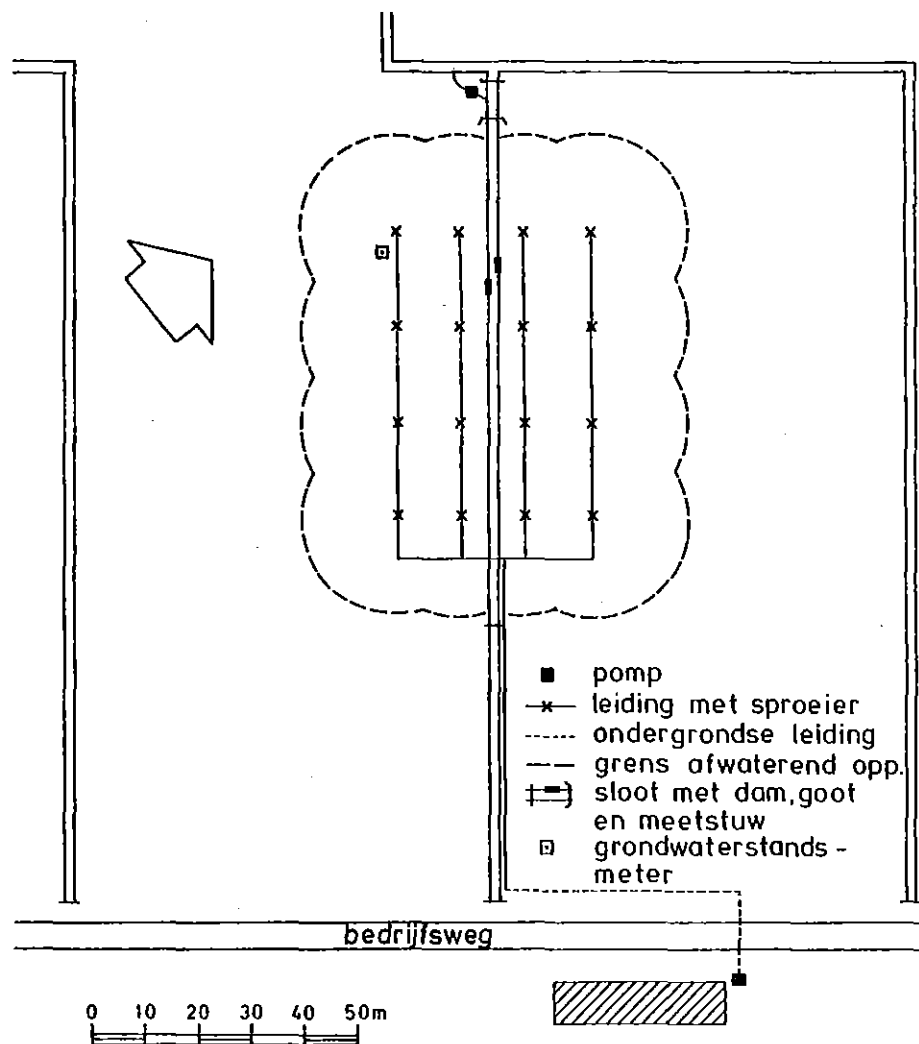


Fig. 1. Ligging en inrichting van het beregende oppervlak

Tijdens de proef is de afvoer van de sloot gemeten door middel van een geijkte meetstuw (type Thomson, 90⁰). Achter de stuw zorgde een pomp er voor, dat het overstortende water afgevoerd werd, zodat steeds een vrije overstort mogelijk was (fig. 1). Het debiet (Q) is berekend volgens de formule:

$$Q = ah^b \text{ (m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}\text{)}$$

h = overstorthoogte in m

a = coëfficiënt (=1,432)

b = exponent (=2,52)

Op regelmatige tijden werd bij de stuw een watermonster genomen (zie bijlage 2).

Tevens is getracht door het plaatsen van 2 taludgoten de oppervlakteafvoer naar kwantiteit en kwaliteit te meten. Bij het plaatsen kon niet voorzien worden hoe het afstromende water zich naar de sloot zou begeven. Tijdens de berekening bleek dan ook, dat één goot niet functioneerde. Tengevolge van oneffenheden in het veld, kwam het afstromende water niet in de goot maar stroomde langs de goot in de sloot.

De periode voorafgaande aan de proef was bepalend voor de uitgangssituatie. Enkele dagen daarvoor had nog oppervlakkige afstroming plaatsgehad, waardoor het grondwater zich nog bovenin het maaiveld bevond. Ook uit de gehalten van het slootwater bij het begin van de proef kan worden afgeleid dat zich oppervlakteafvoer had voorgedaan.

2.3. R e s u l t a t e n

In tabel 1 staan gehalten vermeld van de diverse watertypen, die gezamenlijk de kwaliteit van het oppervlaktewater bepalen. De hoeveelheid regenwater die tijdens de proef direct in de sloot valt is slechts 240 lt. Over een waterbalansperiode van 24 uur is dit een geringe hoeveelheid. Tijdens deze balansperiode vindt er een continue grondwaterstroming naar de sloot plaats. Op grond van gegevens uit het vooronderzoek (OOSTEROM, 1979) kan hiervoor 20 m³ worden genomen. De hoeveelheid, die oppervlakkig afgestroomd is, bedraagt

vervolgens $116-20 = 96 \text{ m}^3$. Omgerekend naar mm.'s over het afwaterend oppervlak is dit 17,6 mm. Totaal is er gemiddeld 27 mm berekend. Wat de gehalten in tabel 1 betreft, is voor het afstromende water en het slootwater het gewogen gemiddelde weergegeven, berekend uit de gegevens van bijlage 1 en 2.

Tabel 1. Waterbalans over 24 uur met gemiddelde gehalten in het beregeningswater, grondwater onder de slootbodem (zie bijlage 1), afstromend water en slootwater (zie bijlage 2)

Bepaling	m^3	totaal-P g.P m^{-3}	Kjeld.-N g.N m^{-3}	C.O.D. $\text{g.O}_2 \text{ m}^{-3}$	Cl- g.m^{-3}	geleiding $\text{mS.m}^{-1} \cdot 20^\circ\text{C}$
Bron:						
Beregeningswater	0,24	0,06	1,4	10	7	15
Grondwater	20	0,07	2,0	30	48	73
Afstromend water	96	0,79	2,9	46	11	36
Totaal oppervl.water 116		0,42	2,9	41	16	47

Uit de analyses blijkt dat door het optreden van oppervlakte-afvoer verrijking optreedt van het open water met fosfaat, organische stof en stikstof. Fosfaatgehalten in het grondwater van zandgronden zijn over het algemeen laag ($< 0,05 \text{ mg P.l}^{-1}$), eveneens de waarde voor Kjeld.-N ($1 \text{ à } 2 \text{ mg N.l}^{-1}$) en C.O.D. ($< 10 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$). Door de aanwezigheid van zeer dunne humeuze /venige laagjes in de ondergrond van de percelen is de C.O.D.-waarde en het Kjeld.-N gehalte hoger. Uit fig. 2 blijkt, nadat de berekening gestopt is, dat de gehalten in het slootwater zich wijzigen door de groter wordende invloed van het grondwater. In deze figuur zijn tevens de relatieve waarden van de kat- en anionen uitgezet, afgeleid van de gegevens in bijlage 2. Tijdens de berekening treedt aanvankelijk bij alle ionenconcentraties een stijging op, die vooral bij kalium en natrium sterk naar voren komt, met vervolgens weer een sterke daling. Na het stopzetten van de

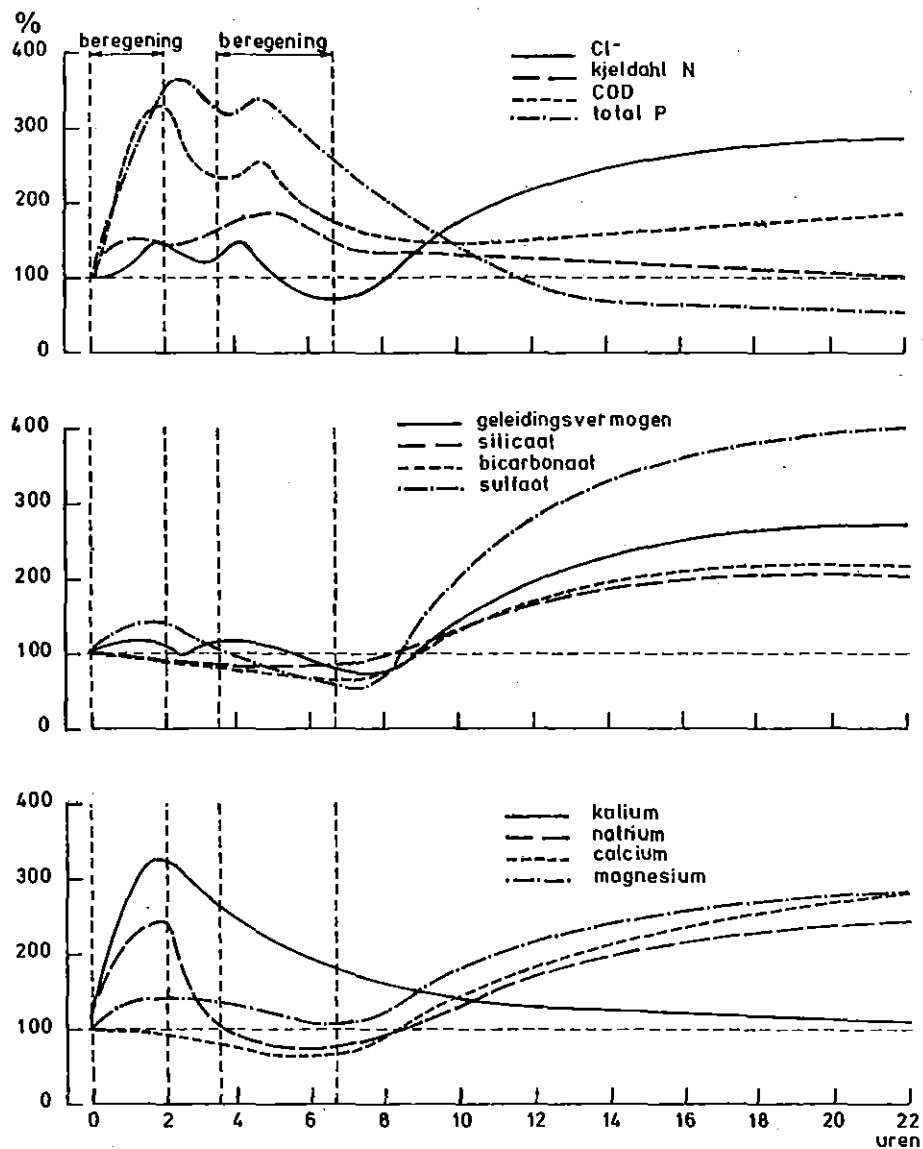


Fig. 2. Relatieve waarden van gehalten in het slootwater voor een periode met oppervlakteafvoer, afkomstig van een 'onbemest' perceel. De concentraties op $t = 0$ uur zijn gelijkgesteld aan 100%

berekening blijft deze daling zich maar voor één ion voortzetten namelijk kalium. De overige ionen zetten een stijging in, die voor het ene ion sterker verloopt dan voor het andere. Dit als gevolg van de concentraties in het toegevoerde grondwater.

Hoewel er ten behoeve van de proef niet van te voren bemest is, heeft in de voorafgaande weideperiode natuurlijk wel toevoer van organische meststoffen plaatsgevonden. Het tijdstip waarop afstroming plaatsvindt is dan ook in grote mate bepalend voor de gehalten in het afstromende water. Tengevolge van het neerslagoverschot in het winterhalfjaar zullen de meststoffen de bodem inspoelen, waardoor ze minder gemakkelijk voor afstroming beschikbaar zijn. In tabel 2 zijn de gegevens weergegeven van 3 objecten onder verschillende omstandigheden. Het tijdstip waarop de neerslag de verdamping continu ging overtreffen ligt volgens de weergegevens van het K.N.M.I. rond 20 oktober. Vanaf dit moment is het neerslagoverschot, genoemd in tabel 2, gesommeerd.

Tabel 2. Gehalten in afstromend water tijdens de weideperiode en bij toenemend neerslagoverschot, berekend vanaf 20 oktober, zonder voorafgaande 'bemesting', uitgezonderd bij object II

Object	Datum	ΣN - Eg v.a. 20 okt. (mm)	totaal-P (mg P.l ⁻¹)	Kjeld-N (mg N.l ⁻¹)	C.O.D. (mg O ₂ l ⁻¹)	Gemeten in:
I	30- 9-'78	(weide- periode)	1,5	4,7	105	grenpel
	15-12-'78	55	0,59	3,2	60	"
	2- 2-'79	225	0,46	3,6	25	taludfles
II	13-11-'79	70	0,79	2,9	46	taludgoot
	11- 1-'80	166*	0,45	1,4	21	"
III	12- 2-'80	325	0,25	2,3	15	"
	26- 2-'80	405	0,20	1,0	22	"

*Totaal neerslagoverschot na bemesting met 35 ton R.D.M. ha⁻¹ (9,5 d.s.) op 5-12-'79 bij vrij diepe grondwaterstand

3. EXPERIMENT II (6 december 1979)

3.1. Doel en opzet

Bij deze proef is nagegaan wat de invloed van de grootte van de beregening is op de concentraties in het afstromende water. Om duidelijke resultaten te verkrijgen is uitgegaan van een bemest perceel (35 ton R.D.M. ha⁻¹, 9,5% d.s.) en om afvoerproblemen bij de goten te voorkomen is gebruik gemaakt van plastic kantstrippen om het afwaterend oppervlak van een goot af te bakenen. Door 4 veldjes op deze wijze aan te leggen op verschillende afstand van de regenleiding kon een verschil in regenintensiteit gecreëerd worden. Op elke 4 m² is een conservenblikje geplaatst om achteraf de hoeveelheid neerslag te kunnen meten. De afvoermeting en bemonstering is vrij frequent gebeurd, namelijk 1 x per kwartier. De berging op het maaiveld, als post van de waterbalans is op 3 manieren bepaald.

3.2. Uitvoering

De bemesting heeft plaatsgevonden op 3 december 1979 door een loonwerker, die in 2 gangen de mest opgebracht heeft. Het gemiddeld drogestofgehalte bedroeg 8,2%. Omgerekend naar de norm van het CONSULENTSCHAP VOOR BODEMAANGELEGENHEDEN IN DE LANDBOUW op basis van 9,5% droge stof is de mestgift 35 ton ha⁻¹ geweest. De samenstelling staat vermeld in bijdrage 3. In de periode tussen bemesting en beregening is er aan natuurlijke neerslag 4,4 mm gevallen.

Enkele algemene gegevens over de uitvoering:

- beregeningstijd van 9,30 - 15,30 met een druk op de sproeiers van 3 atm.
- aantal en type sproeier: 6 stuks van het type ZB22
- regenverband 12 x 18 m (fig. 3)
- weersgesteldheid: grootste gedeelte van de dag dichte mist
luchtvochtigheid 97%
min.temp. 0°C, max. temp. 11,0°
windsnelheid minder dan 5 m/sec uit Z tot ZW-richting
- begin grondwaterstand: 1,30 à 1,40 m -mv; eind circa 0,90 m -mv.

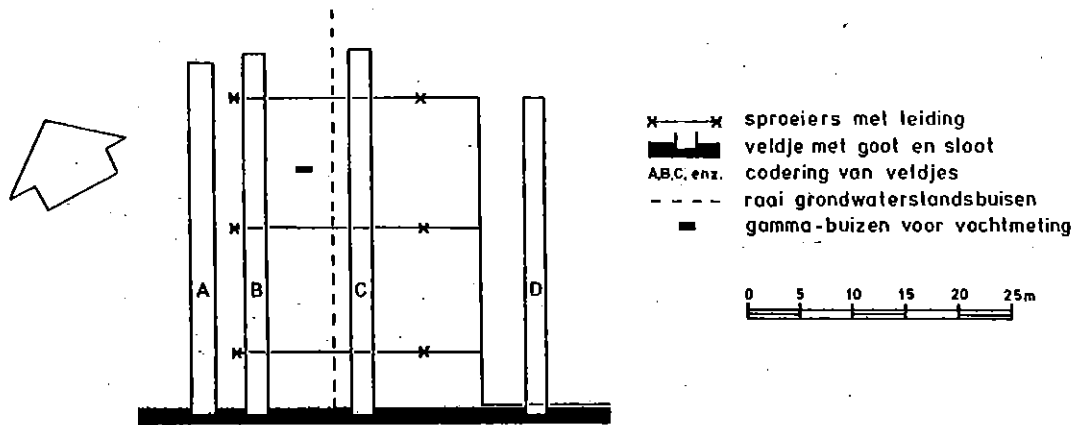


Fig. 3. Ligging en inrichting van de beregeningsveldjes te Achterveld
(december 1979)

In fig. 3 is de ligging van de veldjes ten opzichte van de sproeiers zichtbaar. Doordat de neerslaghoeveelheid gemeten is met behulp van conservenblikjes is per veldje de gemiddelde neerslagintensiteit bekend. De gemeten neerslaghoeveelheden, oppervlakteafvoer en daaruit berekend de berging staan weergegeven in tabel 3, hetgeen een eenvoudige waterbalans weergeeft.

De hoeveelheid neerslag, die niet oppervlakkig afgevoerd wordt, moet beschouwd worden als zijnde geborgen in de bodem en op het maai-veld. Berging in bodem was mogelijk ten gevolge van een lage grondwaterstand doordat de veldjes binnen de invloedssfeer van de bronbemaling van een dichtbijzijnde bouwput lagen. De grondwaterstijging tijdens de proef was 30 à 40 cm. Vochtmetingen voor en tijdens proef, met behulp van γ -meting wezen echter uit, dat het totale vochtgehalte in de bodem niet aantoonbaar was toegenomen (bijlage 14). De maai-veldsberging, de 2de bergingspost is op 2 manieren benaderd:

Tabel 3. Afmetingen van de veldjes en de hoeveelheid neerslag, afvoer en berging (mm) per veldje. De berging is op verschillende wijze berekend. De meting van de berging via waterpassing is gecorrigeerd voor kleine oneffenheden (+ 6,0)

Veldje	Afmetingen	Neerslag	Gootafvoer	Totale berging	Berging op het maaiveld (mm)	
	(m ²)	(1) (mm)	(2) (mm)	(1) - (2)	a) linealen (15.30 h)	b) water- passing
A	32,85 x 2,008	27,9	10,4	17,5	11	4,2(+6,0)
B	33,15 x 1,950	32,3	7,0	25,3	26	7,2(+6,0)
C	33,40 x 2,023	30,2	8,8	21,4	24	4,2(+6,0)
D	31,60 x 2,033	14,2	1,4	12,8	12	8,0(+6,0)
Gem.				19,3	18	5,9(+6,0)

a) door op willekeurige plaatsen de waterdiepten van plassen te meten met behulp van linealen, b) door het uitvoeren van een waterpassing.

Voor een betrouwbare informatie per veldje bleek het aantal linealen te gering. Gemiddeld over de 4 veldjes (28 linealen) is de maaiveldsberging 18 mm op het moment dat de berekening stopt (bijlage 4). Een gedeelte hiervan stroomt nog oppervlakkig af (bijlage 6), hetgeen circa 3 mm is, zodat uiteindelijk als maaiveldsberging $18 - 3 = 15$ mm overblijft. De waterpassing eveneens een puntmeting, waarbij van de oneffenheden enkel de hoogten gemeten worden, geeft een evenwichtiger beeld (tabel 3, bijlage 5). Uit de metingen verricht bij het vooronderzoek bleek dat hier een correctie van 6 mm uitgevoerd moet worden tengevolge van kleine oneffenheden. Op basis van deze twee methoden kan de maaiveldsberging geschat worden op 13 mm, zodat er een infiltratie plaatsgevonden heeft van $19 - 13 = 6$ mm, ook al kon dit niet uit de γ -meting worden afgeleid.

3.3. B e s p r e k i n g r e s u l t a t e n

De gemeten oppervlakteafvoer en de concentraties in de afstromende neerslag staan vermeld in bijlage 6. Zoals in tabel 3 reeds vermeld, is tussen de veldjes onderling een verschil in regenintensiteit met als gevolg, dat veldje D de geringste hoeveelheid neerslag ontvangen heeft en daardoor ook de geringste hoeveelheid oppervlakteafvoer.

Tengevolge van de geringere intensiteit op veldje D, duurde het langer, voordat de stroming aanving gerekend vanaf de start van de berekening. Voor goot D was dit na circa $3\frac{1}{2}$ uur en voor de andere goten na circa $1\frac{1}{2}$ uur. Tijdens de berekening is er zoals reeds vermeld sprake van infiltratie geweest. Voor goot D betekent dit, dat de aanvangsconcentraties enerzijds door de reeds plaatsgevonden infiltratie en anderszijds door de mate van berging in het maaiveld wordt bepaald. Bij vergelijking van de gehalten van goot D met die van B kan men afleiden dat de bergingsmogelijkheden van veldje D geringer moeten zijn geweest aangezien het gehalte relatief hoog is. In tabel 4 staan de concentraties vermeld per mm afgevoerde waterhoeveelheid. Hieruit blijkt dat bij toenemende afvoer, de concentratie geleidelijk afneemt. Na een afvoer van 8 mm bij goot A zijn de gehalten reeds met circa 50% afgenomen. Daling van de concentraties zal het gevolg zijn van de voortdurende toevoer van regenwater, waardoor er steeds een verdunning van het water dat zich op het maaiveld bevindt, optreedt. Vanuit de top laag van de bodem en uit de op de bodem aanwezige mestdelen gaan verbindingen in oplossing, waardoor mogelijk ook de geringe stijging na het stopzetten van de berekening valt te verklaren. Een ander gedeelte zal met het infiltrerende water in de bodem verdwijnen.

Het verloop van de gehalten weergegeven in tabel 4 is voor goot A grafisch uitgezet in fig. 4. In deze figuur is duidelijk zichtbaar, nadat de berekening gestopt is, dat de gehalten zoals totaal-P en kjeld-N in geringe mate toenemen. De verdunning speelt nu geen rol meer, waardoor de aanvoer van onderaf via diffusie een stijging kan veroorzaken.

Letten we vervolgens op het verloop van de gehalten in relatie met de grootte van de afvoer (bijlage 6) dan blijkt dat alle goten een korte aanlooptijd hebben, waarin de gehalten stijgen tot een maximum waarde om daarna weer te dalen. Voor goot A is het verloop grafisch uitgezet in fig. 5. De afvoeren behorende bij deze hoge gehalten zijn slechts enkele %-en van de topafvoer en tevens van korte duur. Uit figuur 4 blijkt, dat deze aanloop geheel in de eerste afgevoerde mm valt. Deze aanloop kan veroorzaakt worden

Tabel 4. Gemiddelde gehalten in 4 gootafvoeren bij toenemende afvoerhoeveelheden (bemesting 35 ton RDM.ha⁻¹)

Gehalten	Goot A			Goot B			Goot C			Goot D		
	COD	tot.-P	Kjeld-N	COD	tot.P	Kjeld-N	COD	tot.-P	Kjeld-N	COD	tot.-P	Kjeld-N
Afvoer 1e mm	1514	23,9	70,3	1183	18,1	54,0	1656	22,0	73,7	1340	19,2	56,7
2	1300	20,3	70,1	1054	16,8	50,9	1541	21,5	70,0	(1128)	(18,5)	(51,4)
3	1155	19,1	59,3	974	15,4	45,0	1256	19,5	58,5			
4	1036	17,1	48,9	835	13,8	38,9	1142	17,8	54,2			
5	911	16,0	44,5	717	12,4	32,9	1090	17,2	47,9			
6	828	15,1	41,3	701	11,7	29,9	1081	16,6	48,2			
7	809	14,0	37,8	(703)	(12,4)	(33,5)	1074	16,5	48,4			
8	796	13,0	32,3				957	16,0	45,4			
9	774	13,2	34,6				(918)	(17,5)	(45,0)			
10	713	15,7	36,9									
11	(689)	(14,7)	(36,1)									

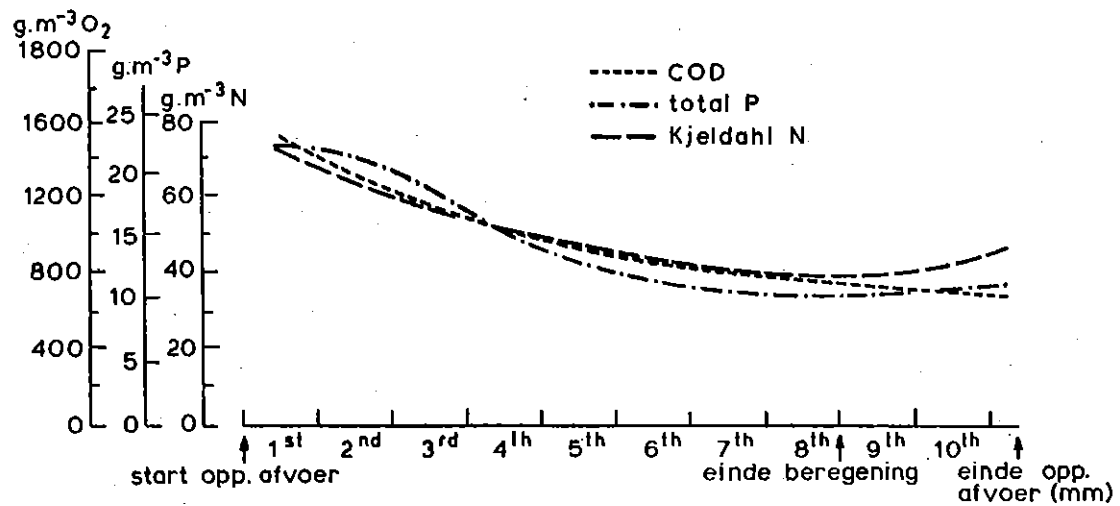


Fig. 4. Gehalten in het afstromende water van goot A in de 1ste, 2de, 3de enz. afgevoerde mm water. (Bemesting $35 \text{ ton RDM.ha}^{-1}$)

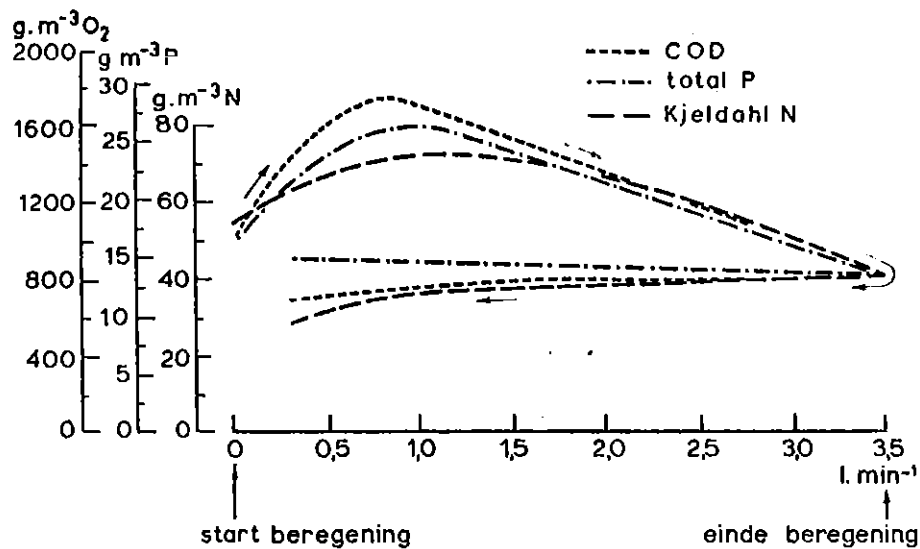


Fig. 5. Verloop van de gehalten in het afstromende water van goot A tijdens en na de beregning in relatie met afvoerintensiteit. (Bemesting $35 \text{ ton RDM.ha}^{-1}$)

doordat een strook grond boven de goot, evenals het talud weinig of niet bemest is. Anderszijds was de slootkant nogal poreus door wilde grassen en mos. Het eerste afstromende water sijpelde hierdoor heen waardoor mogelijk verdunning optrad.

Nog opgemerkt dient te worden, dat er tussen het totaal-P gehalte, Kjeld.-N en C.O.D. van alle goten een goede correlatie is, met de volgende regressielijnen:

$$(x = \text{tot-P}; y = \text{Kjeld.N}) : y = 3,25x - 6,01 \quad (R^2 = 0,80; n = 75)$$

$$(x = \text{ " }; y = \text{COD}) : y = 78,75x - 271,07 \quad (R^2 = 0,80; n = 73)$$

$$(x = \text{Kjeld.-N}; y = \text{COD}) : y = 22,64x - 46,20 \quad (R^2 = 0,86; n = 73)$$

$$(x = \text{ " }; y = \text{NH}_4\text{N}) : y = 0,19x + 4,65 \quad (R^2 = 0,60; n = 26)$$

4. EXPERIMENT III (12, 14, 19 en 26 febr. 1980)

4.1. Doel en opzet

Het doel van deze proef was na te gaan wat de invloed is van de grootte van de drijfmestgift op de concentraties in de afstromende neerslag en in welke mate de concentraties veranderen als de periode tussen bemesting en oppervlakteafvoer groter wordt.

Voor dit doel zijn 4 veldjes aangelegd met kantstrippen en taludgoot (fig. 6). Elk veldje heeft een drijfmestgift ontvangen, die verschilde in grootte. Van de middenstrook R is alleen de achterste helft bemest. De drijfmestdoseringen zijn in handkracht uitgevoerd met behulp van emmers, zodat elk veldje een juiste hoeveelheid ontvangen heeft, die ook regelmatig verdeeld is. Een dag later is de eerste beregening uitgevoerd.

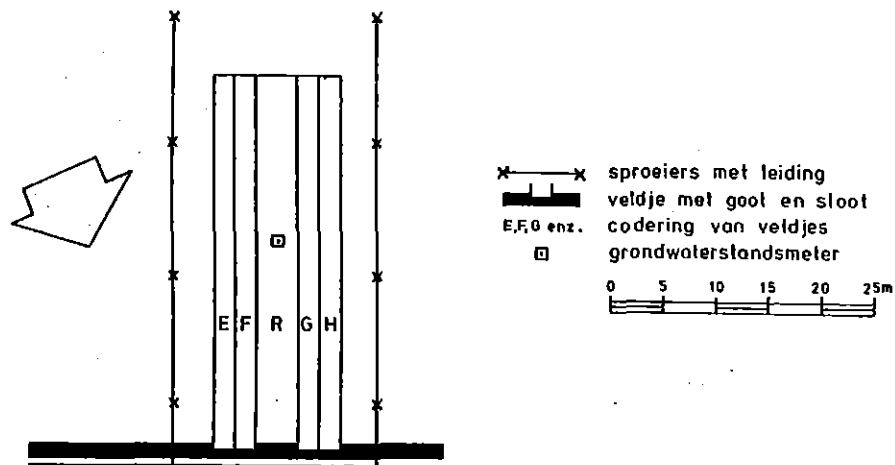


Fig. 6. Ligging en inrichting van de beregeningsveldjes te Achterveld

4.2. U i t v o e r i n g

Op veldjes E tot en met H is een drijfmestgift aangewend van respectievelijk 0, 7, 17 en 27 ton RDM per ha, omgerekend naar 9,5% d.s. Het oorspronkelijke droge stofgehalte bedroeg 6,4%. De samenstelling van de drijfmest staat vermeld in bijlage 3. Het middenveld R heeft op de achterste helft 14 ton per ha ontvangen. De volgende dag (12 februari) is de eerste beregening uitgevoerd en achtereenvolgens op 14, 19 en 26 februari. De neerslag op elk veldje is gemeten met conservenblikjes. Op elke 2 m² was een blikje geplaatst. De gemiddelde beregeningsgift per keer bedroeg circa 25 mm. De gootafvoeren zijn regelmatig gemeten met behulp van een maatcilinder en stopwatch. Tijdens de afvoer zijn 5 monsters genomen waarin bepaald zijn: COD, tot.-P-gehalte, Kjeld.-N, chloride en geleidingsvermogen (bijlage 7). Op basis van het geleidingsvermogen is één van

de monsters geselecteerd voor de bepaling van de kat- en anionen
(tabel 7). Ten aanzien van de uitvoering nog de volgende gegevens:

	1ste berekening	2de berekening	3de berekening	4de berekening
berekeningstijd	8.15-11.35	11.10-14.02	9.53-12.50	9.12-13.01
druk op de sproeiers (atm)	3,4	3,3	3,3	3,2
aantal sproeiers	8	8	8	8
regenverband	19,8x12	19,8x12	15,5x12	15,5x12
weersgesteld- heid:				
- luchtvochtig- heid %	97%	93%	75%	94%
- aantal uren zon	0	0	8,6(85%)	0
- min/max temp. (°C)	1,0/7,2	-2,1/5,2	-0,6/6,6	0,8/5,3
- windsnelheid (m.sec ⁻¹)	<5	<5	<10	<10
- windrichting	Z-ZW	Z-ZW	Z-ZO	NO
- begin grond- waterstand (m -mv)	0,14	0,07	0,33	0,50

Het temperatuurverloop over de gehele proefperiode was als volgt:

op 12 februari	1,0/ 7,2/ 4,5 °C (min./max./gem.temp.)	
13 "	0,7/ 8,0/ 5,0	"
14 "	-2,1/ 5,2/ 1,6	"
15 "	2,9/ 7,1/ 5,1	"
16 "	5,1/ 7,5/ 6,2	"
17 "	1,8/ 9,8/ 5,6	"
18 "	1,9/ 8,9/ 5,0	"
19 "	-0,6/ 6,6/ 2,7	"
20 "	-0,3/ 8,9/ 4,2	"
21 "	1,4/10,3/ 4,8	"
22 "	0,8/11,3/ 5,4	"
23 "	3,1/ 5,7/ 4,5	"

(vervolg temperatuurverloop)

op 24 februari	1,3/11,8/ 5,4 °C (min./max./gem.tem.)	
25 "	0,8/ 8,9/ 4,7	"
26 "	0,8/ 5,3/ 2,9	"

Na elke berekening werden de veldjes afgedekt met transparant plastic, dat vrij van de grond kwam te liggen. Tijdens zonneschijn enkele dagen voor de laatste berekening liep de temperatuur onder het plastic op tot 18°C. Tengevolge hiervan ging het gras zelfs een lichte groei vertonen.

4.3. Water balans

Voor de berekeningsperiode is het mogelijk een waterbalans op te stellen. De neerslag (N) is gemeten, de oppervlakteafvoer R is gemeten, zodat het verschil (N-R) de totale berging (B) en de grondwatervoeding (I) weergeeft. In formule: $N-R = B+I$ (tabel 5). De grondwatervoeding in de periode waarover oppervlakteafvoer plaatsvindt tijdens de experimenten zal 1 à 2 mm bedragen. De restpost in deze formule is de berging. Tijdens de experimenten is getracht een scheiding te maken tussen de berging in de bodem en de maaiveldsberging. Uit voorgaande resultaten was reeds gebleken dat de γ -methode voor vochtmeting niet de aangewezen weg was. Om inzicht te krijgen in de maaiveldsberging zijn op willekeurige plaatsen op elk veldje 7 linealen geplaatst. Bij een volgende berekening werden ze verplaatst, zodat per veldje van 28 plekken de maaiveldsberging is gemeten met de linealen. De maaiveldshoogte kon afgelezen worden of indien er nog plassen stonden zoals bij de 2de berekening de waterhoogte vóór de berekening. Na de berekening op het moment, dat de oppervlakteafvoer nagenoeg gestopt was, werd de waterstand afgelezen. Het verschil geeft de waterhoogte op het maaiveld weer. In bijlage 8 staan de metingen genoteerd, waarvan het gemiddelde per veldje vermeld staat in tabel 5. Zoals blijkt uit de gegevens is de berging in de bodem tijdens de 2de berekening te stellen op 0.

Tabel 5. Waterbalans van de proefveldjes, gemeten waterhoogten op het maaiveld, en de regengift, voordat oppervlakte-afvoer optrad (B = berging, I = infiltratie)

Berekening	Goot	Neerslag (N) (mm)	Afvoer (R) (mm)	N-R = B+I	Waterhoogten op het maaiveld	Gift voordat runn-off optrad
1	E	18,5	6,0	12,5	13,6	12,6
	F	21,9	6,8	15,1	12,3	15,6
	G	29,8	8,7	21,1	16,9	13,9
	H	22,4	6,4	16,0	12,0	12,8
2	E	15,8	5,4	10,4	14,1 (0,5)*	9,9
	F	18,1	5,8	12,3	12,9 (1,0)*	11,8
	G	28,0	11,7	16,3	18,0 (6,0)*	13,1
	H	21,7	7,1	14,6	9,8 (0,2)*	10,4
3	E	25,9	11,0	14,9	16,4	13,4
	F	18,9	5,5	13,4	9,0	12,0
	G	32,1	9,3	22,8	16,1	15,6
	H	35,3	14,5	20,8	11,3	9,6
4	E	24,5	8,9	15,6	10,7	12,8
	F	33,8	13,3	20,5	8,2	16,5
	G	33,1	7,8	25,3	20,4	15,1
	H	25,0	4,5	20,5	11,4	15,6

(*)*reeds aanwezige waterhoogte voordat de berekening aanving

- 1 begin grondwaterstand: 14 cm-mv (eind: 7 cm-mv); beregeningsduur: 195 min.
- 2 begin grondwaterstand: 7 cm-mv (eind: 3 cm-mv); beregeningsduur: 172 min.
- 3 begin grondwaterstand: 33 cm-mv (eind: 6,5 cm-mv); beregeningsduur: 177 min.
- 4 begin grondwaterstand: 50 cm-mv (eind: 9 cm-mv); beregeningsduur: 229 min.

Aangezien de berging op het maaiveld en grondwatervoeding nagenoeg constante grootheden zijn zal een groter verschil van N-R toegeschreven moeten worden aan de bodemberging. Uit de verschillende berekeningen met andere begingrondwaterstanden volgt de berging in de bodem:

1ste berekening (14- 7 cm -mv) : 0,8 mm

2de " (7- 3 " ") : 0 mm

3de " (33-6,5 " ") : 2,5 mm

4de " (50- 9 " ") : 4,2 mm

De grondwaterstand tussen de 1ste en 2de berekening is niet veranderd, waaruit blijkt, dat de wegzijging naar sloot en beek aangevuld is vanuit het maaiveld. Na 2 dagen is het water nog niet

allemaal geïnfiltreerd, gemiddeld 2 mm is nog als zodanig aanwezig.

Een andere methode om de berging te bepalen is het tijdstip, waarop de oppervlakteafvoer begint ofwel de goot gaat afvoeren. De goot was afgedekt, waardoor er geen neerslag in kon vallen. Het moment van afvoer is bepaald aan de hand van de afvoerkrommen weergegeven in bijlage 9. De tijd vermenigvuldigd met de regenintensiteit is de berging over de aanlooperperiode (tabel 5). De berging op deze wijze berekend is de som van de maaiveldsberging en de infiltratie in de bodem over deze periode. Bij de 2de berekening is de infiltratie op 0 te stellen en bij de 1ste berekening zeer gering. Bij de lagere grondwaterstanden zal de invloed van infiltratie toenemen, hoewel dit bij de 3de berekening niet duidelijk uit de getallen blijkt.

Als laatste methode is een waterpassing uitgevoerd met per veldje 68 meetpunten. De hoogten staan vermeld in bijlagen 10 en 11. De diepte van de laagten wordt daarbij aangemerkt als waterdiepte. Bij deze meting moet een correctie toegepast worden, aangezien enkel de hoogten van de oneffenheden gemeten worden. Uit het vooronderzoek en de andere experimenten lijkt een correctie van 6 mm op zijn plaats

In tabel 6 is alles over de maaiveldsberging samengevat.

Tabel 6. Vergelijking van verschillende methoden ter berekening van de maaiveldsberging

Veldje	Waterbalans ¹⁾	Linealen	Start afstroming ²⁾	Waterpassing ³⁾
E	10,1	13,7	12,3	6,9 (+6,0)
F	12,0	10,6	14,2	3,8 (+6,0)
G	19,5	17,9	15,9	12,3 (+6,0)
H	14,7	11,1	12,2	9,8 (+6,0)
gem.	14,1	13,3	13,6	8,2 (+6,0)

1) volgens: $B = N - R - I$ ($I_{\text{gem}} = 3,4 \text{ mm}$)

2) de infiltratie is verwaarloosd

3) vermeerderd met 6,0 mm in verband met oneffenheden

In de tabel zijn de getallen weergegeven in tienden mm, hetgeen als eindresultaat voor deze methoden veel te nauwkeurig is. Desondanks blijkt dat de gemiddelde waarden voor de maaiveldsberging onderling niet meer dan 1 mm bedraagt. Op basis van deze gegevens lijkt een waarde van 13 à 14 mm berging op het maaiveld correct. In de praktijk zou de berging mogelijk iets lager kunnen liggen, doordat het water dan zijn eigen weg via natuurlijke laagten naar de sloot zoekt.

4.4. B e s p r e k i n g a n a l y s e r e s u l t a t e n

In hoofdstuk 2 is reeds aandacht besteed aan de invloed van 'niet bemest' op gehalten in de afstromende neerslag. Tijdens dit experiment is eveneens een niet bemest veldje meegenomen waarvan de resultaten ingepast zijn in het voornoemde hoofdstuk en weergegeven in tabel 2 als object III. Door het reeds toegenomen neerslagoverschot zijn de gehalten hiervan laag. Op de bemeste veldjes komt duidelijk de mate van bemesting tot uiting (fig. 7). Tijdens de 2de berekening blijken de gehalten aan org. stof, fosfaat en stikstof al voor 50 à 80% te zijn gedaald. Bij verdergaande berekening blijkt de daling voor de COD-waarde het sterkst te verlopen en voor fosfaat duidelijk minder. Het COD-gehalte is na circa 80 mm neerslag bij het veldje met een gift van 27 ton RDM, reeds voor 96% gedaald en fosfaat voor 79% (tabel 7). De kationen geven in relatie met 'niet bemest' een geringe verhoging, waarvan kalium de boventoon voert. Aangezien de K-gehalten in het grondwater altijd lager liggen, zal dit een duidelijke verhoging van het gehalte in het oppervlaktewater tot gevolg hebben. De concentraties van de ionen Ca, Mg en Na in het afstromende water zullen echter, gemengd met het toestromende grondwater, een verlaging veroorzaken. De gehalten van de anionen HCO_3 , SO_4 , SiO_2 en Cl zijn tijdens de eerste beregeningsgift bij de hoogste bemesting (27 ton RDM) hoger dan wat normaal is voor grondwater in dit gebied, zodat enkel in dit geval een verhoging optreedt van de concentratie in het oppervlaktewater. Deze bemestingsgift ligt voor de praktijk vrij hoog. Voor grasland wordt per keer slechts 10 à 15 ton geadviseerd. Uit de resultaten volgt dat een verhoging van concentraties optreedt van de verbindingen die bij

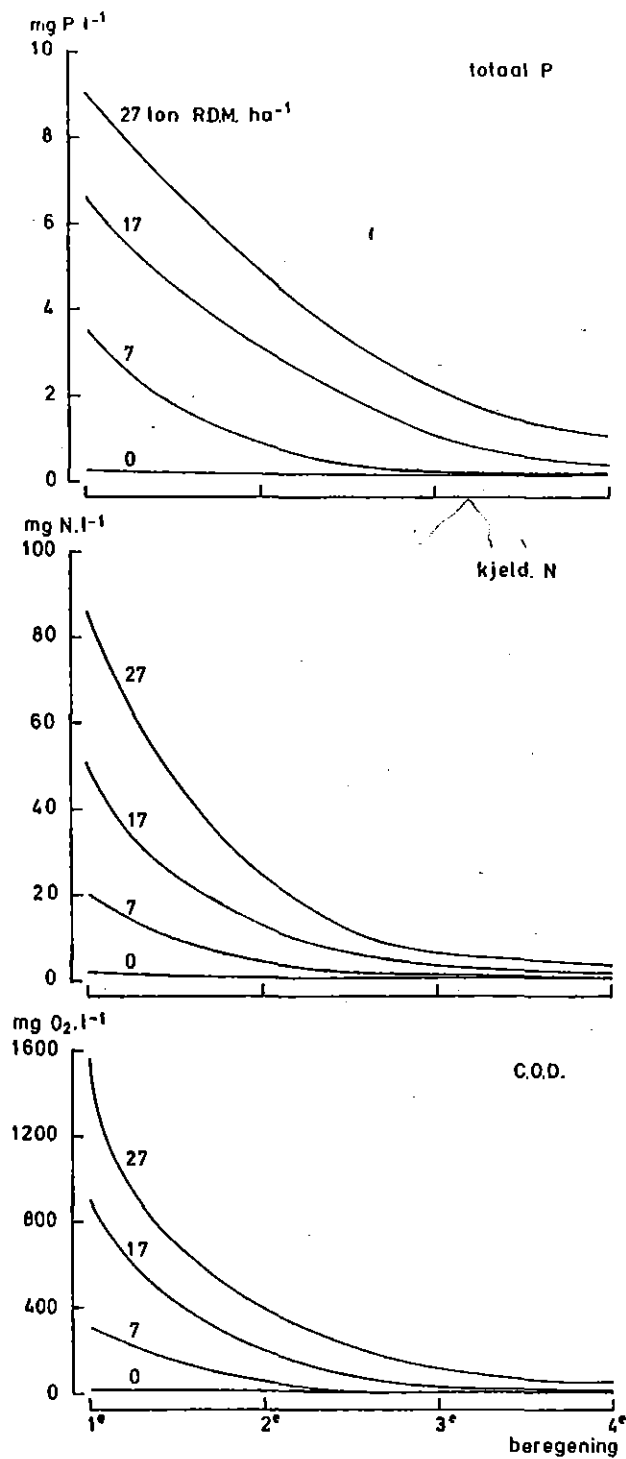


Fig. 7. Verloop van de gehalten in afstromend water van verschillend bemeste veldjes bij verschillende beregeningen (februari 1980)

Tabel 7. Gehalten in het afstromende water tijdens de proef in Achterveld bij 4 achtereenvolgende beregeningen (febr. 1980)

Bemesting vooraf:	Geen				Op 11/2 7t. RDM				Op 11/2 17t. RDM				Op 11/2 27t. RDM			
Datum beregening:	12/2	14/2	19/2	26/2	12/2	14/2	19/2	26/2	12/2	14/2	19/2	26/2	12/2	14/2	19/2	26/2
Beregend (mm)	22	22	35	25	30	28	32	33	22	28	19	34	19	16	26	25
Afvoer (mm)	6	7	15	5	9	12	9	8	7	6	6	13	6	5	11	9
Analyses:																
COD (mg.O ₂ .l ⁻¹)*	15	16	17	22	310	51	21	21	924	206	47	36	1584	339	67	58
Ortho-P (mg.P.l ⁻¹)	0,24	0,16	0,13	0,08	2,7	0,96	0,23	0,12	4,0	3,3	0,67	0,26	5,0	3,6	1,0	0,63
Tot.-P (")*	0,25	0,16	0,17	0,20	3,6	0,87	0,31	0,22	6,6	3,2	1,1	0,48	9,0	5,2	1,9	1,2
NH ₄ -N (mg N.l ⁻¹)	0,15	0,09	0,04	0,06	10	2,1	0,04	0,12	26	9,1	0,77	0,27	47	14	1,3	0,68
Kjeld-N (")*	2,3	0,7	1,0	1,0	20	4,2	1,4	0,9	50	14,1	3,9	1,7	86	25	6,4	3,7
Ca (mg.l ⁻¹)	12	19	21	-	26	22	21	20	35	22	18	-	45	23	18	22
Mg (")	5	4	3	-	7	4	3	4	11	7	3	-	10	8	5	7
Na (")	5	4	4	-	8	4	4	8	16	7	5	-	24	9	6	23
K (")	3	1	1	-	47	7	4	5	107	30	13	-	184	53	16	19
HCO ₃ (")	82	79	85	79	183	110	85	83	310	177	99	87	465	218	109	95
SO ₄ (")	86	28	13	11	90	33	12	12	128	61	16	13	160	74	16	9
SiO ₂ (")	11	11	11	13	17	13	11	13	25	15	11	13	34	17	11	13
Cl (")*	14	12	17	13	23	13	17	12	38	20	18	13	58	24	18	17
EC (mS.m ⁻¹ ,20°C)*	16	17	16	14	34	21	16	15	65	32	19	16	101	43	21	18
Zuurgraad (pH)	-	7,4	-	-	-	7,7	-	-	-	7,9	-	-	-	8,0	-	-
Indamprest. (mg.l ⁻¹)	80	-	-	-	550	-	-	-	1070	-	-	-	1840	-	-	-
Tot. zoutgeh. (mg.l ⁻¹)	219	-	-	-	422	-	-	-	716	-	-	-	1056	-	-	-

*gewogen gemiddelden van 5 monsters

de eutrofiëring een rol spelen tengevolge van de afspoeling van bemest land. Het kalium-ion kan als tracer worden gebruikt. Bij de eerste berekening is van elk veld een representatief monster ter grootte van 2 lt ingedampt om te kunnen bepalen in hoeverre er sprake is van opgeloste en vaste deeltjes. We vergelijken het totaal-zoutgehalte, als som van kat- en anionen met de indamprest. Bij het beschouwen van de indamprest moet rekening gehouden worden met het feit, dat de HCO_3^- -ionen omgezet worden in CO_3^{2-} -ionen en CO_2 , dat als gas ontwijkt. In het water van het 'niet bemeste' veldje ligt het totaal-zoutgehalte, exclusief HCO_3^- , hoger dan de indamprest, zodat aangenomen mag worden dat er geen gronddeeltjes worden mee-gevoerd. Bij de andere veldjes blijken ook andere deeltjes mee te worden gevoerd. Deze zijn afkomstig van de drijfmest, waarvan org. stofdeeltjes in suspensie zijn (tabel 7). Tijdens deze berekening is tevens een monster van 5 lt in een met een stop afgesloten glazen fles weggezet bij een gemiddelde temperatuur van 5°C , om na te gaan hoe groot de bezinking van org. stof is. Na enkele dagen was er nog geen bezinking zichtbaar. Na 1 week was er op de bodem enige bezinking aanwezig. De bovenste liter is daarna druppelsgewijs overgeheveld, waardoor geen wervelingen op konden treden. In deze monsters zijn enkele bepalingen uitgevoerd (tabel 8).

De getallen tonen aan, dat na 1 week een verandering in concentratie heeft plaatsgevonden. De verlaging voor COD, totaal-P en Kjeld.-N, bedraagt respectievelijk 12,5 en 11%. Opmerkelijk is dat het ammonium voor 70% gedaald is. Absoluut gezien is het zelfs sneller gedaald dan het Kjeld.-N (som van $\text{NH}_4\text{-N}$ en org.N), waaruit geconcludeerd kan worden, dat de org. stikstof is toegenomen en wel met 160%. Uit de daling van het NH_4 -gehalte en COD kan afgeleid worden dat er mogelijk groei van bacteriën heeft plaatsgevonden. Het NH_4 kan daarbij gebruikt zijn om bacterie-eiwit te vormen waardoor org. N stijgt. De flessen zijn in het halfdonker in de buitenlucht bewaard.

Tenslotte moet nog iets gezegd worden over het gedeelte dat voor slechts de achterste helft bemest is met 14 ton RDM, per ha (veldje R, fig. 5). De analyses van deze monsters, tijdens de berekeningen genomen, staan vermeld in tabel 9. Bij het voortduren van de neerslag

Tabel 8. Gehalten in het afstromende water tijdens de eerste beregening en in hetzelfde water na bezinking van 1 week (N = oorspronkelijke monster, B = bovenstaande water na bezinking)

Bemesting	geen			7 ton			17 ton			27 ton		
	N	B	B/Nx100%	N	B	B/Nx100%	N	B	B/Nx100%	N	B	B/Nx100%
COD (mg.O ₂ .l ⁻¹)	40	15	37	410	380	93	940	770	82	1630	1480	91
Totaal-P(mg.P.l ⁻¹)	0,27	0,20	74	3,8	3,6	95	7,3	6,9	95	8,6	10,2?	119?
Ortho-P (")	0,24	0,19	79	2,7	1,2	44	4,0	3,3	83	5,0	3,3	66
Kjeld-N (mg.N.l ⁻¹)	2,0	1,4	70	20	18	90	52	44	85	84	78	93
NH ₄ -N (")	0,36	<0,04	<11	10	2,8	28	26,4	9,3	35	46,6	14,8	32
Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	14	17	121	24	26	108	38	42	111	55	64	116

Tabel 9. Gehalten in het afstromende water van het experiment waar-
bij slechts de achterse helft bemest is met 14 ton RDM per
ha

Datum en bemonsterings- tijdstip	12 februari 1980*					14/2-'80
	10.45	11.13	11.28	11.55	12.13	
COD (mg.O ₂ .l ⁻¹)	160	390	395	390	340	60
Totaal-P (mg.P.l ⁻¹)	0,86	2,3	2,5	2,6	2,4	0,09
Kjeld-N (mg.N.l ⁻¹)	7,1	16	18	20	20	6,4
Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	13	19	21	21	25	15
EC (mS.m ⁻¹ , 20°C)	15	31	36	36	38	22
∫ afvoer (geschat) mm	1	4 à 5	6			

*berekend van 8.15-11.35

treedt een stijging van de gehalten op, terwijl bij de totaal bemeste veldjes juist een daling optreedt. De beregeningsduur in relatie met de intensiteit, bepalen in grote mate de afvoer van verontreinigingen. Onder de omstandigheden van de uitgevoerde proef is de belasting van het oppervlaktewater gelijk te stellen aan een perceel met een bemesting van 7 ton RDM ha³.

De invloed van deze wijze van bemesten zal eerst theoretisch benaderd worden aan de hand van bergingsmogelijkheden op het maaiveld. De niet bemeste helft, gelegen langs de sloot zal gemiddeld een geringere berging hebben dan de achterste bemeste helft. Stel dat de gemiddelde berging vooraan 10 mm bedraagt, dan zal deze achteraan, gezien de metingen op de veldjes E, F, G, H (bijlage 10) circa 17 mm moeten bedragen. Bij een gift van 17 mm is dan reeds 3,5 mm 'schoon' water afgevoerd. Als het 'vuile' water begint te stromen moet het nog over de voorste helft van het perceel, waarbij een laag van 10 mm moet worden verdrongen.

Theoretisch is dan nog een gift van 10 mm nodig. Er vanuitgaande dat er tengevolge van verschillende stroomsnelheden voor 50% menging optreedt zal een extra gift van 5 mm nog geen verontreiniging veroorzaken, zodat er totaal 8,5 mm schoon water is afgevoerd. Hoewel

bij veldje R geen afvoeren gemeten zijn, mag op basis van de afvoeren van de andere goten, aangenomen worden dat bij de eerste bemonstering circa 1 mm afgevoerd is. Reeds op dat moment was sprake van een geringe verontreiniging. Bij een totale afvoer van 4 à 5 mm kan gesteld worden dat de concentratie maximaal is. Wil men geen verontreiniging dan is de marge waarin alleen 'schoon water' wordt afgevoerd in de praktijk gering. Veel aandacht is aan dit onderdeel van de proef overigens niet besteed.

5. AANVULLEND ONDERZOEK

Aan de hand van een enkel praktijkgeval is gebleken, dat de bergingsmogelijkheden invloed hebben op de samenstelling van de afstromende neerslag. In nota 1149 (tabel 16) staat de samenstelling vermeld na uitrijden over bevroren bodem. Het bemestingsniveau komt overeen met de laagste bemesting van experiment III. In tabel 10 staan de gemiddelde gehalten van beide gebeurtenissen weergegeven.

In het onderhavige geval ontloopt de totale belasting op het oppervlaktewater elkaar niet veel, ondanks de verschillen in waterhoeveelheid.

In juni 1980 is getracht om de resultaten in het veld verkregen, na te bootsen met behulp van emmers (bijlage 12) en een regensimulator. De resultaten staan vermeld in tabel 11. Bij de opzet is uitgegaan van een maaiveldsberging van 5 mm. De werkelijke berging is achteraf berekend door: 1) het moment van afvoer vast te leggen; de regenintensiteit was bekend. 2) Als restpost van de waterbalans: $N - R = B$. Bij aanvang stond het grondwater in het maaiveld, zodat B betrekking heeft op de maaiveldsberging. Van één serie is de maaiveldsberging gevarieerd van 0 tot 30 mm.

De resultaten bij verschillende voorbehandeling (doorspoeling van de bodem direct na bemesting met 0-25-50-75 mm water) geven een geleidelijke daling te zien van de gehalten in het afgevoerde water. Indien een aantal dagen gewacht wordt met het creëren van oppervlakteafvoer heeft dit eveneens een verlaging tot gevolg.

Tabel 10. Samenstelling van afstromend water onder verschillende bergingsmogelijkheden op het maaiveld

Grondconditie Bemonsteringsdatum Drijfmest gift* (9,57 d.s.)	Bevroren 12-2-'79 7t	Niet-bevroren 12-2-'80 7t
Werkelijk d.s. gehalte (%)	3,0	6,4
<u>Analyses afstromend water:</u>		
COD (mg.O ₂ .l ⁻¹)	4810	310
P-totaal (mg.P.l ⁻¹)	18,5	3,6
Kjeld-N (mg.N.l ⁻¹)	445	20 (10)**
Kalium (mg.l ⁻¹)	825	47
Chloride (")	351	23
Gel. vermogen (mS.m ⁻¹ , 20°C)	454	34
Grondwaterstand (m-mv)	0,30	0,14
Neerslag/beregend (mm)	bemesting/dooi	30
Afvoer (mm)	<1	9
Gemeten in	taludfles	taludgoot
Bemesting vooraf	enkele uren	1 dag

* voor samenstelling drijfmest zie bijlage 2

**NH₄-N aandeel

Om een eerste vergelijking te kunnen maken met de veldomstandigheden is uitgegaan van de emmertjes die niet doorgespoeld en een dag later beregend zijn. De berging is voor ieder emmertje echter verschillend. In fig. 8 is de concentratie uitgezet tegen de berging (berekend uit de waterbalans).

De indruk bestaat, dat er mogelijk een parabolisch verloop bestaat tussen de bergingsmogelijkheden in het maaiveld en de concentratie in het afstromende water. Uitgaande van de veronderstelling dat bij afnemende bergingsmogelijkheden, de concentratie van de oppervlakte-afvoer uiteindelijk uit mestwater zal bestaan. Een betrouwbare uitspraak hierover kan niet gedaan worden, daar resultaten in samenhang met een geringe berging in de experimenten ontbreken. Voor interpretatie van de relatie berging-concentratie lijkt bij een berging >10 mm een

Tabel 11. Resultaten van de proef met emmertjes (juni 1980)

Bemesting: 30 ton RDM op basis van 9,5% droge stof

Samenstelling drijfmest: 11,3% d.s., 960 mg.P.l⁻¹, 4790 mg.N.l⁻¹,

COD 118 000 mg.O₂l⁻¹

Codering	Berging maaiveld (mm)	COD mg.O ₂ .l ⁻¹	Totaal-P mg.P.l ⁻¹	Kjeld-N mg.N.l ⁻¹	NH ₄ -N mg.N.l ⁻¹	Cl mg.l ⁻¹	EC mS.m ⁻¹ , 20°C
I- 0	8,5	1995	9,7	91	30	52	74
-25	5,3- 6,5	1350	8,3	50	22	36	52
-50	7,7- 9,0	725	6,0	33	16	25	40
-75	5,9- 6,5	665	6,7	25	14	25	28
III- 0	7,4- 5,4	1995	16,3	64	19	23	66
-25	8,1- 7,2	800	7,0	35	11	20	36
-50	9,0- 7,4	745	5,7	27	9	18	32
-75	7,7- 6,5	570	5,0	23	7	18	28
VIII- 0	9,8- 7,5	1445	14,7	59	12	32	47
-25	8,6- 6,6	860	11,0	39	10	25	37
-50	6,9- 5,8	880	12,0	41	11	22	37
-75	7,1- 6,4	605	8,3	27	9	21	34
XV- 0	10,9- 9,1	385	7,3	23	7	26	37
-25	12,9-10,3	430	7,0	22	6	19	28
-50	8,9- 7,3	390	7,0	22	6	18	28
-75	8,8- 7,0	315	6,0	18	5	24	30
I- 0- 0	5,3- 1,8	2780	16,0	45	43	65	90
- 0-10	13,6-11,5	1115	7,7	48	16	40	56
- 0-20	27,5-22,6	765	4,7	29	9	26	41
- 0-30	30,2-27,4	625	4,3	29	13	30	41
I- 0	9,4- 7,8	1915	13,3	84	52	52	74
- 0-H	9,9-10,1	2075	14,7	89	37	53	70

Verklaring codering: I, enz. : aantal dagen tussen bemesting en oppervlak-
te-afvoer
-0, -25, enz. : aantal mm water waarmee de bodem vlak na
bemesting is doorgespoeld
-0-0, -0-10, enz: geen doorspoeling - aantal mm berging in
het maaiveld (aanvankelijk gepland)
-H : de regensimulator is verhoogd

Opmerking: De berekeningen zijn uitgevoerd binnen een uur, waarbij aan oppervlakte-
afvoer ca. 26 mm opgevangen is in een maatcilinder. In de maatcilinder
vond al vrij snel ontmenging en bezinking plaats van colloïdale mest-
deeltjes

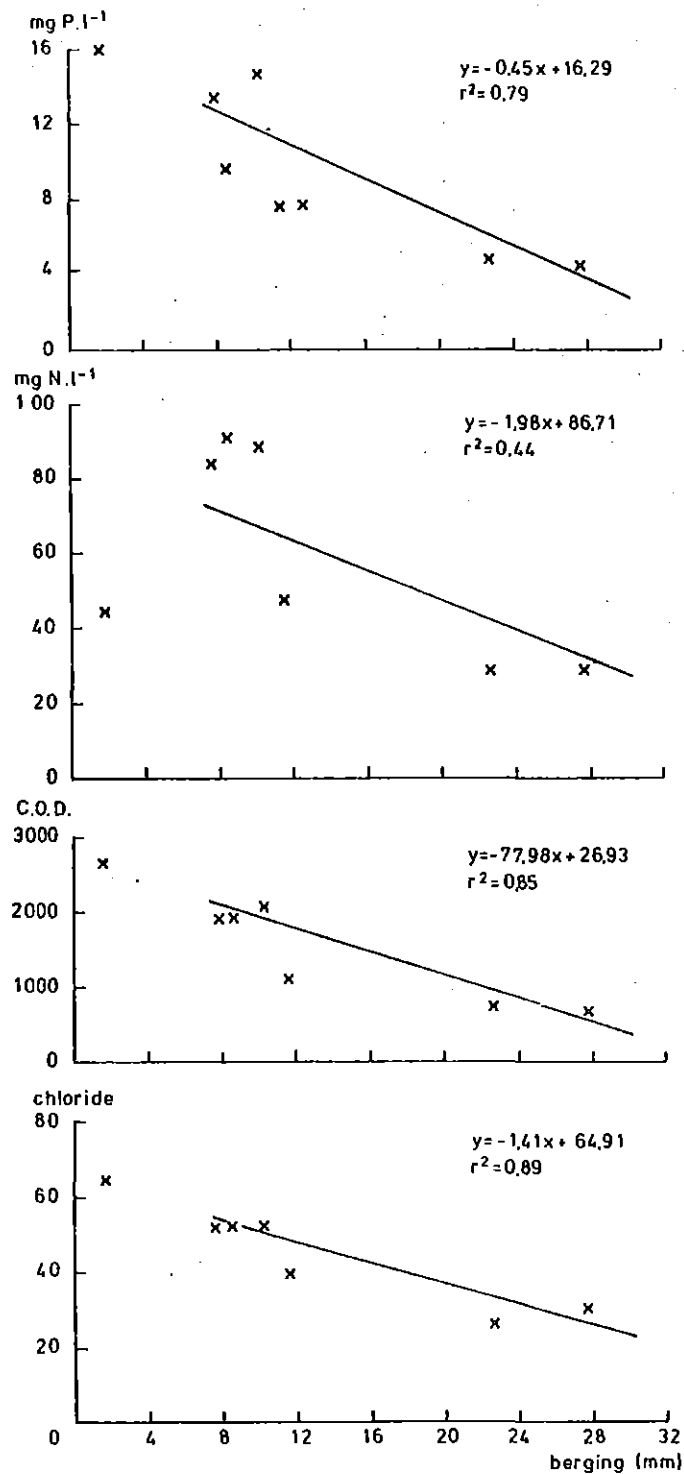


Fig. 8. Totaal-P, Kjeld.-N, COD en chloride-gehalten in afstromend water onder een regensimulator bij verschillende bergings-mogelijkheden op de zode en een oppervlakteafvoer van 26 mm

lineaire regressie eveneens nauwkeurig. Om een parallel te trekken met de veldsituatie zijn de concentraties bij een berging van 13 mm berekend uit de regressielijnen:

COD	1679	mg $O_2.l^{-1}$
totaal-P	10,4	mg $P.l^{-1}$
Kjeld.-N	61	mg $N.l^{-1}$
chloride	47	mg $Cl.l^{-1}$

6. SAMENVATTING

Door het uitvoeren van veldexperimenten met behulp van een beregeningsinstallatie en versterkt door aanvullend onderzoek is inzicht verkregen in de factoren, die van invloed zijn op de chemische samenstelling van afstromende neerslag. Achtereenvolgens zal een samenvatting worden gegeven van de invloed van de bemesting, neerslag, berging op het maaiveld, grondwaterstand en bodemvruchtbaarheid.

I n v l o e d b e m e s t i n g

Door de aanleg van veldjes loodrecht op de sloot, begrensd door plastic kantstrippen kon door het aanbrengen van verschillende bemestingsniveau's inzicht verkregen worden in de concentraties van het afstromende water. Uit fig. 9 blijkt, dat er nagenoeg een rechtlijnig verloop aanwezig is tussen de gehalten en bemestingsniveau.

Gezien de gehalten die in dit gebied in het toestromende grondwater voorkomen (bijlage 1) kunnen de gehalten in het oppervlaktewater tengevolge van oppervlakteafvoer na bemesting fors toenemen. De concentraties van de kat- en anionen (tabel 7) in het afstromende water zijn over het algemeen lager dan in het grondwater met uitzondering echter van het element kalium (bijlage 1). Verhoogde kalium-gehalten in het oppervlaktewater kunnen dan ook een aanwijzing zijn voor de aanwezigheid van afgestroomde neerslag.

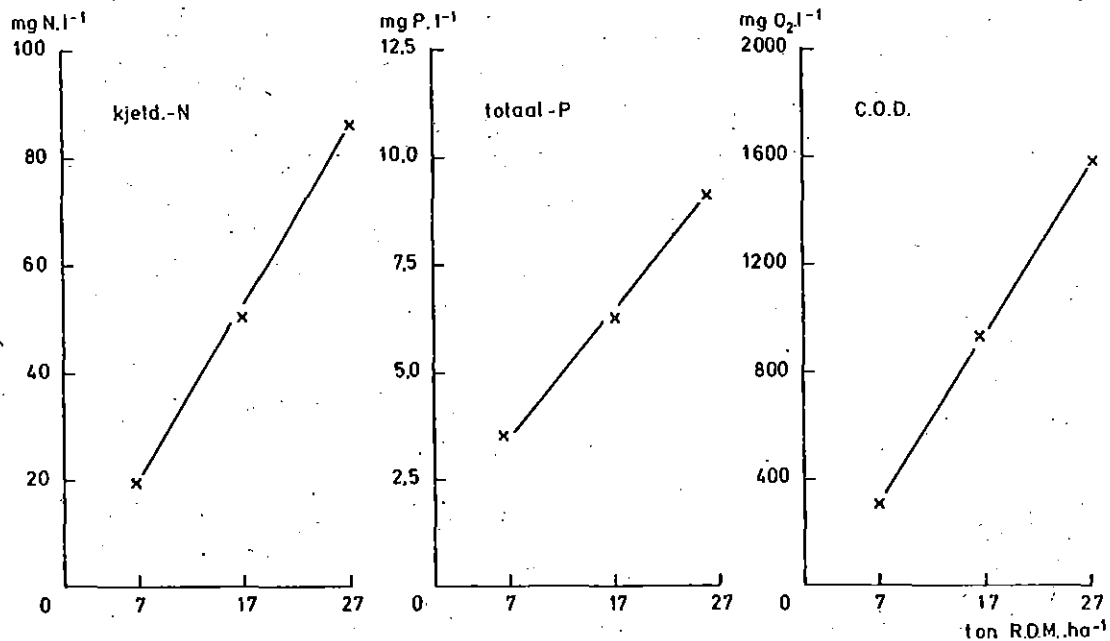


Fig. 9. Relatie tussen bemestingsniveau en gem. gehalten in het afstromende water bij een afvoer van circa 8 mm en een neerslag van circa 25 mm. Bemesting heeft daags tevoren plaatsgevonden

Invloed neerslag overschot

Uit tabel 2 blijkt dat de gehalten in het afstromende water zonder voorafgaande drijfmestgift, sterk bepaald worden door de som van het neerslagoverschot over de voorbije periode. Dat deze invloed sterk aanwezig is, bewijst het experiment in februari 1980. Na bemesting met 27 ton RDM is er circa 60 mm berekend. Bij de volgende oppervlakte-afvoer gebeurtenis liggen de gehalten reeds op een zodanig niveau dat de bemesting niet meer te herkennen is. De gehalten bij afwezigheid van een drijfmestgift kunnen in het afstromende water afhankelijk van het totale voorafgaande neerslagoverschot als volgt variëren:

totaal P 1,5 - 0,2 mg P.l⁻¹
Kjeld.-N 4,7 - 1,0 mg N.l⁻¹
COD 105 - 20 mg O₂.l⁻¹

Kjeld.-N en COD kunnen daardoor waarden bereiken, die lager zijn dan in het grondwater.

I n v l o e d b e r g i n g

Het is aannemelijk te veronderstellen in het geval de berging tot 0 nadert, dat de gehalten in het afstromende water toe zullen nemen om uiteindelijk als mestwater af te stromen (tabel 10). Met behulp van emmertjes en een regensimulator is getracht inzicht te krijgen in de bergingsinvloeden op de concentraties (fig. 8). Uit de resultaten blijkt, dat bij een bergingsverandering van 10 naar 25 mm, Kjeld.-N, totaal-P en COD nagenoeg gehalveerd worden (tabel 12). Gezien de veronderstelling dat het verloop vermoedelijk parabolisch is, zullen de resultaten over dit traject niet veel afwijken. Bij een parabolisch verloop zullen de gehalten bij een berging >25 mm weinig meer dalen, terwijl in het traject <10 mm de gehalten sterk zullen toenemen. In het laatst genoemde traject zijn te weinig waarnemingen gedaan om een betrouwbare uitspraak te doen over het verloop.

Tabel 12. Gehalten in afstromend water bij verschillende berging op het maaiveld van de emmers volgens de regressielijn van fig. 7. De afvoer was 26 mm

Analyse	Berging	
	10 mm	25 mm
Totaal-P (mg.P.l ⁻¹)	11,8	5,0 (43%)
Kjeld-N (mg.N.l ⁻¹)	66,9	37,2 (56%)
COD (mg.O ₂ .l ⁻¹)	1913	744 (39%)
Chloride (mg.l ⁻¹)	51	30 (68%)

In v l o e d g r o n d w a t e r s t a n d

In het veld zijn 2 experimenten uitgevoerd met elk een verschillende grondwaterstand (hfdst. 3 en 4). Het experiment met de emmertjes is uitgevoerd met de grondwaterstand in het maaiveld (hfdst. 5). Het grondwaterniveau heeft indirect invloed op de gehalten in het afstromende water. Bij een lage grondwaterstand zal de neerslag aanvankelijk de bodem indringen en meststoffen meevoeren. In fig. 10 zijn de gehalten van experiment II (goot B) en experiment III (1ste beregening) tegen elkaar uitgezet. De oppervlakteafvoer bedroeg in beide gevallen circa 7 mm, terwijl bij experiment II het grondwater zich op circa 1,30 m -mv bevond. De neerslaghoeveelheid bedroeg 32 mm tegen 23 mm bij exp. III. Op de dag voorafgaande aan de beregening van experiment II was bovendien nog 4,4 mm neerslag gevallen. Deze factoren hebben zodanig meegespeeld dat met name Kjeld.-N en COD in het afstromende water relatief lager waren. Fosfaat wordt in mindere mate beïnvloed door deze waterbeweging.

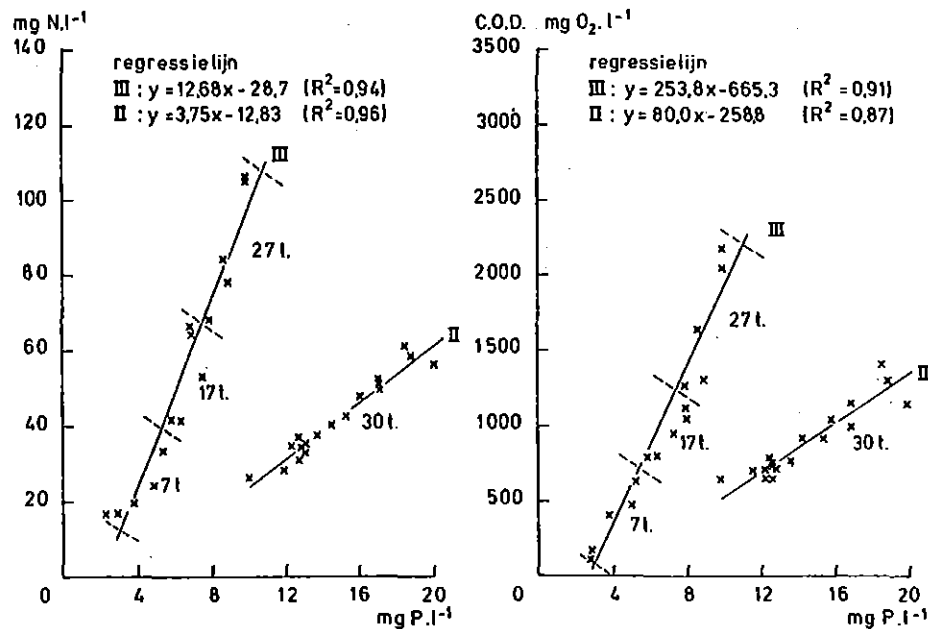


Fig. 10. Regressielijnen van N/P-verhouding en COD/P-verhouding in afstromend water van experiment III (grwst. 0,14 m -mv) en experiment II (grwst. circa 1,30 m -mv)

De gehalten in de afvoeren van de proef met de emmertjes (tabel 11), waarbij op de voorgaande dag bemest is, zonder daarna door te spoelen vertonen niet zo'n duidelijk beeld als de veldproeven. Projectie op fig.10 van deze resultaten (7 stuks) vertonen voor de N/P verhouding een tamelijk grote spreiding ($R^2 = 0,37$), waarvan de punten zowel op als tussen de lijnen III en II liggen. De bijbehorende regressielijn is: $y = 3,6 x + 23,1$. De COD/P-verhouding valt voor het emmertjes-experiment vrij gunstig uit ($R^2 = 0,90$). De bijbehorende punten kunnen opgenomen worden in de regressieberekening van experiment III, waarvoor vervolgens een correlatie van $r^2 = 0,89$ berekend wordt met als lijn $y = 188,5x - 252,6$.

I n v l o e d b o d e m v r u c h t b a a r h e i d

Voordat een experiment werd uitgevoerd zijn er van het betreffende object monsters gestoken over een diepte van 0 - 5 cm -mv. In deze monsters zijn mineraalgehalten bepaald (bijlage 13). Uit deze resultaten blijkt geen duidelijk verband tussen $N-NH_3$ en de bemestingsgift. Het Pw-getal vertoont echter geringe verschillen, die veelal slecht correleren met fosfaatgehalten in het afstromende water. Analyses die de bodemvruchtbaarheid karakteriseren zijn dus weinig zinvol om de mogelijke gevolgen van oppervlakteafvoer aan te geven.

7. CONCLUSIES

1. Tijdens of kort na een beweidingsperiode kunnen relatief hoge waarden in het afstromende water gemeten worden. Naarmate het overschot aan neerslag toeneemt, liggen de gehalten bij een volgende oppervlakte-afvoer gebeurtenis lager (tabel 2). Een neerslagoverschot van circa 50 mm na een gebruikelijke drijfmestgift op grasland beïnvloedt de gehalten bij een daaropvolgende afvoer zodanig, dat deze lager liggen dan tijdens de beweiding (tabel 7).

2. De concentraties in oppervlakteafvoer worden sterk bepaald door de grootte van de laatst plaatsgevonden bemesting. Bij een normale drijfmestgift op grasland van 10 à 15 ton ha⁻¹ zullen de gehalten aan Ca, Mg, Na, HCO₃, SO₄, Cl en SiO₂ echter lager liggen dan in het grondwater. Verrijking van oppervlaktewater vindt slechts plaats door fosfaat, stikstof, organische stof en kalium (tabel 7, bijlage 1).
3. In oppervlakkig afstromend water, afkomstig van een perceel met een helling <2% (bijlage 10 en 11), worden geen gronddeeltjes meegevoerd (tabel 8; nota 1149: fig. 1 en 2).
Is het perceel bemest dan treedt verhoging op van de zoutgehalten en wordt tevens org. stof in suspensie meegevoerd (tabel 8).
Ook tijdens een week bewaartijd van sterk verontreinigd oppervlakkig afgevoerd water treedt geen bezinking van betekenis op (tabel 9).
4. Onder normale omstandigheden zijn bij grasland de bergingsmogelijkheden op het maaiveld groter dan 10 mm (tabel 3, 6).
Hierdoor ontstaat reeds een sterke verdunning voordat er afvoer optreedt (fig. 8). Onder ongunstige omstandigheden in de wintermaanden kan de berging geringer zijn, waardoor de gehalten vele malen hoger komen te liggen (tabel 10).
5. Bij een diepere grondwaterstand nemen de bergingsmogelijkheden in de bodem toe, zodat bij het optreden van een oppervlakteafvoer gebeurtenis reeds een hoeveelheid neerslag die op de mest gevallen is, in de bodem percoleert. Met name de gehalten aan stikstof en opgeloste org. stof worden op deze wijze sterk verminderd (fig. 10).
6. Door slechts een strook in het midden van het perceel te bemesten treedt een vertraging op van de 'verontreinigende oppervlakteafvoer'. De marge, die hierdoor ontstaat resulteert in extra bergingsmogelijkheden. In de praktijk zal het effect echter gering zijn en mogelijk niet groter dan 1 mm (tabel 9).
7. De gehalten aan fosfaat en stikstof in de bodem (0-5 cm) vertonen geen duidelijke relatie met de gehalten in het afstromende water (bijlage 13, tabel 4 en 7).

LITERATUUR

- CONSULENTSCHAP I.A.D. VOOR BODEM'AANGELEGENHEDEN IN DE LANDBOUW,
1974, Samenstelling van organische meststoffen van dierlijke
oorsprong. Bulletin S 64
- OOSTEROM, H.P., 1979. Opzet en uitvoering van een vooronderzoek
(maart 1979) naar oppervlakkige afstroming op lage zand-
grond. ICW-nota 1149, Wgn.

Samenstelling van het beregeningswater en grondwater tijdens de uitvoering van de experimenten te Achterveld

38

Analyse	Soort water	Beregenings- water	Grondwater									
			slootbodem	naast sloot	in het perceel (m-mv)							
					1,50	1,50	2,00	3,00	4,00	5,00		
COD	(mg.O ₂ .l ⁻¹)	10 - 56	38 - 55	50 - 80	80							
Ortho-P	(mg.P.l ⁻¹)	-	<0,01- 0,02	<0,01- 0,03	0,06							
Totaal-P	(")	0,05- 0,07	0,05- 0,17	0,05- 0,13	0,29							
Kjeld-N	(mg.N.l ⁻¹)	1,4	1,7 - 2,8	1,9 - 3,4	4,3							
NH ₄ -N	(")	<0,04- 0,07	<0,07- 0,7	<0,07- 0,07	0,77							
NO ₃ -N	(")	<1	<0,2 5	2 -18	31	63	118	110	<0,2	<0,2		
NO ₂ -N	(")	<0,01	<0,01- 0,03									
Ca	(mg.l ⁻¹)	29	109 -112									
Mg	(")	1	14 - 15									
Na	(")	4	27 - 28									
K	(")	<1	5 - 10	4 -21	33							
HCO ₃	(mg.l ⁻¹)	90	290 -364									
SO ₄	(")	9	100 -128									
Cl	(")	7 -13	40 - 50	45 -59	40	42	50	50	47	41		
SiO ₂	(")	11	17 - 32	9 -22	14							
Gel. vermogen	(mS.m ⁻¹ , 20°C)	15	79 - 81	82 -99	80							
Zuurgraad (pH)		-	6,7 - 6,9			6,4	6,4	6,3	6,8	7,2		
Tot. Fe	(mg.l ⁻¹)	1,4	3,6 - 6,3									
Mn	(")	-	0,35- 0,90									
Aantal bemonsteringen		1 à 2	4	4	33	2	2	2	2	2		
Datum		14/11'79 12/2'80	19/12'78 14/11'79	19/12'78				11/8'79				

Bijlage 1

Gootafvoer en gehalten in het afstromende water in een situatie zonder drijfmest tijdens de berekening van 13 november 1979

Tijdstip	Debiet	Ortho-P	Tot.P	NH ₄ -N	Kjeld.N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	Totaal N	Chloride	E.C.	COD	SiO ₂	Fe-tot.	SO ₄	HCO ₃	
	l.min ⁻¹	mg.P.l ⁻¹				mg.N.l ⁻¹			mg.l ⁻¹	mS.m ⁻¹ .20°	mgO ₂ .l ⁻¹		mg.l ⁻¹			
9.35	1,34	0,50(gef)	0,75		1,6				13,5	35	17	15				
9.55	3,24	0,79	"	1,2	0,28	3,5	0,80	0,021	4,3	14,5	36	36	11	0,70	19	83
10.15	4,00	0,86	"	0,92		3,0				13,8	33	38	13			
10.30	4,95	0,79	"	0,96	0,22	2,8	0,60	0,015	3,4	11,3	36	52	13	0,66	15	88
10.42	3,90			0,89		3,1				12,0	35	36				
10.55	2,52	0,73	"	0,99		3,0				12,4	37	43	13			
11.10	1,68			1,0		3,5				12,4	38	45				
11.18	1,24	0,86	"	1,1		3,1				15,6	39	45	13			
11.40	0,81			1,2		4,1				15,6	40	66				
11.55	0,66			1,2		3,8				16,6	41	71				
12.13	1,57			1,1		4,3				15,2	40	87				
12.30	3,6			1,1	0,16	3,9	0,94	0,024	4,9	14,2	40	80	13	0,77	15	87
13.00	7,5			0,83		3,7				13,1	38	66				
13.20	6,7			0,73	0,29	2,8	0,81	0,021	3,6	10,3	37	48	13	0,57	15	88
13.50	8,1			0,66		2,3				8,9	36	40				
14.30	9,4			0,63	0,21	2,2	0,58	0,018	2,8	8,1	35	50	13	0,43	13	100
15.10	7,65			0,59		2,2				7,8	35	35				
15.25	4,3			0,63		2,7				10,3	35	40				
15.55	1,8			0,69		2,7				11,0	37	43				
16.10	1,36			0,79		2,7				11,3	37	56				
16.25	1,0			0,83	0,04	2,8	0,76	0,021	3,6	12,0	37	51	13	0,36	16	98
16.45	0,63			0,89		3,2				11,7	37	55				
17.10	0,42			0,76		3,3				12,0	37	56				

Afvoer en gehalten in het s l o t w a t e r tijdens de berekening van 13/14 n o v e m b e r 1979

Tijdstip	Over- stort- hoogte (cm)	Debiet l.min ⁻¹	Ortho-P mg.P.l ⁻¹	Tot.P	NH ₄ -N	Kjeld.N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	Totaal N	Chloride mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ .20°	COD mgO ₂ l ⁻¹	Fe-tot.	SiO ₂	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Na	K
					mg.N.l ⁻¹									mg.l ⁻¹						
8.30	5,0	45,2	0,08(gef)	0,16*	0,18	1,6	0,53	0,01	2,14	11,7	43	20	2,2	13	22	137	42	5,6	11	6
9.40	6,3	81,0		0,27		2,8				29,0	92	55								
10.30	9,1	205,0	0,28(gef)	0,53*	0,32	2,8	0,94	0,015	3,76	16,3	46	65	2,1	13	31	122	37	7,6	25	18
11.00	9,3	216,1		0,56		2,6				14,5	42	55								
11.40	7,6	129,9		0,53		3,1				13,8	45	47								
12.00	7,1	109,5		0,46	0,41	2,9	1,4	0,018	4,32	14,5	47	45	0,92	11	22	117	31	7,5	10	14
12.30	7,4	121,5		0,50		3,1				14,9	51	47								
13.00	9,5	228,0		0,53		3,2				14,5	49	51								
13.30	10,6	300,5		0,46		3,5				11,3	42	47					28	6,6	8	12
14.00	11,4	361,0		0,43		3,2				10,6	40	43								
14.30	11,6	377,2		0,50	0,19	3,0	0,87	0,018	3,89	10,6	39	40	1,0	13	9	102	23	5,9	8	11
15.00	11,8	393,8		0,40		2,7				10,3	38	34					42	7,8	14	10
15.35	10,1	266,1		0,40		2,8				8,9	38	30								
16.30	7,7	134,3		0,33		2,2				10,3	23	29								
17.30	6,2	77,8		0,30	0,23	2,5	0,83	0,015		17,0	67	35	0,94	15	31	153	49	9,0	12	10
18.30	5,5	57,5		0,24		2,2				20,5	63	38								
20.30	4,8	40,8		0,14		2,5				25,1	95	30								
22.30	4,5	34,7		0,11	0,22	2,3	0,74	0,01		26,9	97	35	1,3	24	73	267	90	14	21	8
0.30	4,3	30,9		0,11		1,7				29,7	95	32								
2.30	4,2	29,1		0,10		2,1				32,6	113	34								
4.30	4,2	29,1		0,10		2,0				32,2	117	38								
6.30	4,2	29,1		0,10	0,28	2,0	0,55	0,01		34,0	117	38	1,3	26	89	305	115	15	25	7

*ongef/gef.
0,16/0,09
0,53/0,36

Samenstelling Runderdrijfmest Achterveld

Behandeling monsterdatum	Gecentrifugeerd		Niet gecentrifugeerd			
	dec.'79	febr.'80	dec.'79	febr.'80	CONSULENTSCHAP IAD VOOR BODEMAANGELEGEN- HEDEN (1974) drijfmest	gier
Bepaling:						
COD (mg.O ₂ l ⁻¹)	60 000	29 400		68 700	103 000 ²⁾	-
Tot.-P (mg.P.l ⁻¹)	135	99	700	528	873	200
Kjeld.-N (mg.N.l ⁻¹)	2 300	2 550	3900	3 180	4 400	4000
NH ₄ -N (")	1 670	1 612			1 760	-
Ca (mg.l ⁻¹)	650	690		900	1 430	71
Mg "	190	230		360	600	-
Na "	420	470		390	740	740
K "	5 360	4 200		4 000	4 150	6640
HCO ₃ "	10 500	13 300			26 000 ²⁾	-
SO ₄ "	300	980			3 500 ²⁾	-
Cl ⁻ "	1 120	1 230			3 000	4000
SiO ₂ "	110	214			-	-
droge stof (%)	(8,2) ¹⁾	(6,4) ¹⁾	8,2	6,4	9,5	2,6

1) het d.s.gehalte na centrifugeren is niet bepaald

2) geschat

bijlage 4

Aflezings (cm) van de lijnen, geplaatst in het maaiveld, tijdens de berekening van 6 december 1979

Proefveld A			Proefveld B			Proefveld C			Proefveld D		
waterhoogte (cm)		mv (cm)	waterhoogte (cm)		mv (cm)	waterhoogte (cm)		mv (cm)	waterhoogte (cm)		mv (cm)
13.00	15.30		13.00	15.30		13.00	15.30		13.00	15.30	
5,5	5,8	4,0	4,5	4,6	3,7	7,5	8,2	5,2	5,6	6,0	5,3
5,4	5,5	4,2	5,9	6,0	3,7	6,4	6,6	5,0	4,8	4,8	4,7
5,2	5,4	4,4	8,4	8,5	4,1	7,5	7,8	5,0	g.w.	g.w.	5,8
5,0	5,2	4,3	9,0	9,2	4,2	7,0	7,7	5,2	g.w.	g.w.	5,5
4,9	5,3	4,6	5,9	5,9	4,2	7,9	8,2	5,6	7,0	7,2	5,4
4,8	5,0	4,5	8,5	9,0	5,4	5,0	5,0	4,3	7,2	9,2	4,8
5,0	5,5	4,2	4,5	4,7	4,3	9,0	9,3	5,6	g.w.	6,5	5,2

Verhang van elk proefveld (°/oo)

Afstand tot de sloot (m)	Proefveld A	Proefveld B	Proefveld C	Proefveld D
0-10	15,8 ($r^2 = 0,92$)	13,8 ($r^2 = 0,67$)	20,7 ($r^2 = 0,90$)	13,7 ($r^2 = 0,84$)
11-33	6,0 ($r^2 = 0,92$)	4,3 ($r^2 = 0,69$)	5,5 ($r^2 = 0,87$)	5,7 ($r^2 = 0,65$)
0-33	7,3 ($r^2 = 0,93$)	5,9 ($r^2 = 0,83$)	7,7 ($r^2 = 0,90$)	7,4 ($r^2 = 0,86$)

Afstand tot sloot (m)	Goot A				Goot B			
	hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)		hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)	
goot	3192	3148	-	-	3212	3147	-	-
1	3467	3473	0	0	3476	3536	0	0
2	3511	3513	0	0	3549	3533	0	3
3	3502	3522	9	0	3561	3547	0	0
4	3534	3547	0	0	3555	3562	6	0
5	3546	3562	0	0	3573	3577	0	0
6	3552	3567	0	0	3568	3591	5	0
7	3581	3579	0	0	3573	3591	0	0
8	3599	3606	0	0	3588	3598	0	0
9	3593	3600	6	6	3602	3591	0	7
10	3617	3616	0	0	3632	3641	0	0
11	3611	3621	6	0	3623	3627	9	14
12	3614	3617	3	4	3645	3641	0	0
13	3630	3643	0	0	3646	3646	0	0
14	3627	3630	3	13	3621	3654	25	0
15	3642	3639	0	4	3648	3636	0	18
16	3656	3646	0	0	3642	3621	6	33
17	3638	3636	18	10	3669	3641	0	13
18	3680	3654	0	0	3657	3658	12	0
19	3686	3676	0	0	3658	3670	11	0
20	3694	3658	0	18	3663	3658	6	12
21	3670	3663	24	13	3656	3646	13	24
22	3682	3681	12	0	3661	3649	8	21
23	3672	3679	22	2	3666	3644	3	26
24	3706	3692	0	0	3682	3658	0	12
25	3702	3682	4	10	3677	3670	5	0
26	3701	3702	5	0	3676	3678	6	0
27	3692	3698	14	4	3740	3668	0	15
28	3726	3719	0	0	3728	3690	12	0
29	3737	3706	0	13	3731	3716	9	0
30	3724	3747	13	0	3675	3693	65	23
31	3747	3730	0	17	3727	3718	13	0
32	3743	3737	4	10	3702	3753	38	0
33	3740	3764	7	0	3739	3749	1	4
Totaal			150	124			253	225
Gem./raai/m ²			4,54	3,76			7,67	6,70
Gem./veldje/m ²			4,15				7,18	

bijlage 5b

Afstand tot sloot (m)	Goot C				Goot D			
	hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)		hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)	
goot	3237	3159	-	-	3236	3264	-	-
1	3419	3429	0	0	3480	3441	0	0
2	3500	3509	0	0	3533	3512	0	0
3	3531	3524	0	0	3529	3529	4	0
4	3556	3544	0	0	3546	3533	0	0
5	3557	3549	0	0	3564	3557	0	0
6	3584	3576	0	0	3552	3553	12	4
7	3592	3622	0	0	3551	3560	13	0
8	3613	3617	0	5	3580	3596	0	0
9	3617	3634	0	0	3591	3623	0	0
10	3642	3638	0	0	3601	3615	0	8
11	3636	3646	6	0	3662	3621	0	2
12	3651	3682	0	0	3608	3616	54	7
13	3662	3671	0	11	3622	3618	40	5
14	3652	3659	10	23	3650	3505	12	118
15	3645	3670	17	12	3639	3662	23	0
16	3674	3676	0	6	3642	3669	20	0
17	3678	3690	0	0	3648	3673	14	0
18	3677	3690	1	0	3689	3669	0	4
19	3701	3682	0	8	3668	3682	21	0
20	3717	3710	0	0	3686	3686	3	0
21	3713	3713	4	0	3686	3669	3	17
22	3720	3710	0	3	3699	3670	0	0
23	3723	3699	0	14	3694	3695	5	0
24	3724	3721	0	0	3690	3705	9	0
25	3738	3714	0	7	3705	3679	0	26
26	3744	3718	0	3	3698	3695	7	10
27	3744	3742	0	0	3699	3688	6	17
28	3769	3716	0	26	3703	3721	2	0
29	3766	3715	3	27	3692	3732	13	0
30	3780	3757	0	0	3713	3732	0	0
31	3771	3771	9	0	3725	3760	0	0
32	3757	3772	23	0				
33	3742	3752	38	20				
Totaal			111	165			288	218
Gem./raai /m ²			3,36	5,0			9,29	6,60
Gem./veldje /m ²			4,18				7,95	

Afvoer goot A en gehalten in het afstromende water, na bemesting met 35 ton RDM per ha, tijdens de beregening van 6 december 1979

Tijdstip	Debiet	Ortho-P Tot.P		NH ₄ -N	Kjeld.N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	Totaal N	Chloride	E.C.	COD	SiO ₂	Fe-tot.	SO ₄
	l.min ⁻¹	mg.P.l ⁻¹		mgN.l ⁻¹					mg.l ⁻¹	mS.m ⁻¹ , 20°	mgO ₂ l ⁻¹	mg.l ⁻¹		
11.50	0,02	6,6	16,8		55,0					75	1140			
12.15	0,62	8,3	25,1		73,3				97	99	1700			
12.30	0,56		26,7	22,5	67,5	<0,23	<0,01	67,7	101	100	1735	47	5,2	60
12.42	1,53	8,6	23,1		70,2				-	93	1490			
12.53	1,84	7,9	23,8		70,6				83	88	1385			
13.07	1,84		20,1	19,4	65,0	id.	id.	67,4	82	80	1345	42	4,1	
13.25	2,27	7,3	20,1		74,7				74	75	1250			
13.42	2,91		19,8	15,5	54,6	id.	id.	54,8	72	74	1205	34	3,6	60
14.00	2,79	6,6	17,8		62,5				64	69	1050			
14.15	3,06		17,2	14,0	46,9	id.	id.	47,1	64	76	1060	34	3,3	
14.31	2,93	6,6	16,5		46,2				51	72	900			
14.45	3,12		15,5	11,7	42,8	id.	id.	43,0	52	65	925	31	2,6	
15.05	3,30	5,9	14,9		40,6				47	62	775			
15.20	3,47		13,9	10,9	37,0	id.	id.	39,0	46	58	820	28	2,4	
15.42	2,62	6,6	12,9		31,1				42	58	-			
16.02	1,73		13,5	10,9	37,8	id.	id.	38,0	46	58	760	26	3,6	30
16.20	1,24	5,9	13,9		37,8				49	58	715			
16.39	0,95	6,6	18,2		36,0					59	680			
16.59	0,78	6,6	14,5		35,0					61	695			
17.23	0,53	6,6	14,9		36,7					58	695			
17.53	0,31	6,6	14,5		36,0					64	715			

Afvoer goot B en gehalten in het afstromende water, na een bemesting met 35 ton RDM per ha, tijdens de berekening van 6 december 1979

Tijdstip	Debiet	Tot.P	NH ₄ -N	Kjeld.N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	Totaal N	Chloride	E.C.	COD	SiO ₂	Fe-tot.	SO ₄
	l.min ⁻¹	mg.P.l ⁻¹	mgN.l ⁻¹					mg.l ⁻¹	mS.m ⁻¹ , 20°	mgO ₂ l ⁻¹	mg.l ⁻¹		
11.30	0,07	9,9	14,8	27,0				44	54	640			
12.05	0,14	18,8		58,5				83	85	1270			
12.23	0,45	18,5	14,8	61,6	<0,23	<0,01	61,8	91	83	1435	30	3,9	30
12.45	1,20	16,8		50,0				82	79	1140			
12.57	1,78	19,8		56,3				77	76	1160	-		
13.13	1,76	16,8	14,0	51,8	id.	id.	52,0	64	42	1140	30	3,6	
13.32	1,96	16,8		50,4				61	74	995			
13.50	2,10	15,8	14,0	47,6	id.	id.	47,8	55	68	1035	30	3,2	
14.04	2,13	15,2		43,0				57	65	915			
14.17	2,31	14,2	12,4	40,6	id.	id.	40,8	45	65	930	27	2,5	28
14.33	2,38	13,5		37,5				53	62	760			
14.50	2,02	12,5	10,1	31,1	id.	id.	31,3	40	59	770	27	2,0	
15.06	2,34	12,2		34,6				48	58	650			
15.25	2,45	11,6	10,1	28,4	id.	id.	28,6	35	57	715	23	2,2	
15.45	1,47	12,2		33,3				43	57	705			
16.07	0,80	12,5	10,1	33,9	id.	id.	34,1	36	57	730	26	2,2	20
16.24	0,56	12,5		33,6				49	59	640			
16.43	0,28	12,5		34,0				47	36	755			
17.05	0,18	12,8		34,0				50	36	695			

Afvoer goot C en de gehalten in het afstromende water, na een bemesting met 35 ton RDM per ha, tijdens de berekening van 6 december 1979

Tijdstip	Debiet	Tot.P	NH ₄ -N	Kjeld.N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	Totaal N	Chloride	E.C.	COD	SiO ₂	Fe-tot.	SO ₄
	l.min ⁻¹	mg.P.l ⁻¹	mg.N.l ⁻¹					mg.l ⁻¹	mS.m ⁻¹ , 20°	mgO ₂ l ⁻¹	mg.l ⁻¹		
11.30	0,06	14,5		44,0				73	72	1155			
12.00	0,34	17,8		60,8				85	85	1440			
12.20	0,81	24,4	17,9	70,0	0,23	0,01	70,2	85	84	1715	47	3,8	50
12.35	0,96	21,5		74,0				97	87	1785			
12.48	1,27	22,8		81,2				90	86	1660			
13.15	1,78	21,5	20,2	72,8	id.	id.	73,0	75	80	1580	47	3,8	
13.30	2,12	21,5		67,5				71	76	1505			
13.50	2,44	19,8	16,3	58,8	id.	id.	59,0	58	66	1270	42	6,9	44
14.14	2,60	17,8		55,7				62	69	1160			
14.20	3,11	17,8	14,8	53,2	id.	id.	53,4	52	64	1130	39	3,0	
14.45	3,14	17,2		47,3				54	68	1085			
15.01	3,21	16,5	14,8	48,3	id.	id.	48,5	50	64	1080	39	3,1	
15.16	3,34	16,5		48,4				54	64	1085			
15.42	2,11	16,5	12,4	48,3	id.	id.	48,5	42	64	1025	39	3,5	20
16.03	1,56	15,8		44,8				51	65	915			
16.27	1,09	15,5		41,0				57	62	910			
16.48	0,79	16,5		43,0				55	63	775			
17.08	0,58	17,5		44,0				59	66	905			
17.30	0,47	17,5		44,0				61	67	945			
18.02	0,30	17,5		45,0				63	70	955			

Afvoer goot D en de gehalten in het afstromende water, na een bemesting met 35 ton RDM per ha, tijdens de berekening van 6 december 1979

Tijdstip	Debiet	Tot.P	NH ₄ -N	Kjeld.N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	Totaal N	Chloride	E.C.	COD	SiO ₂	Fe-tot.	SO ₄
	l.min ⁻¹	mg.P.l ⁻¹	mg.N.l ⁻¹					mg.l ⁻¹	mS.m ⁻¹ ,20°	mg.O ₂ l ⁻¹		mg.l ⁻¹	
13.00	0,06	11,9		49,0				43	42	790			
13.20	0,06	15,8		56,4				56	57	1335			
13.45	0,18	21,1	12,4	60,2	0,23	0,01	60,4	74	63	1450	42	4,0	45
14.02	0,35	20,8		63,5				60	65	1475			
14.30	0,28	21,5	12,4	59,5	id.	id.	59,7	71	64	1450	46	4,4	
14.36	0,40	22,4		59,5				63	64	1410			
14.55	0,38	19,1	14,0	57,0	id.	id.	57,2	70	61	1400	46	4,0	55
15.10	0,69	18,5		49,0				60	64	1330			
15.23	0,66	18,5	14,0	55,0	id.	id.	55,2	70	67	1305	45	3,9	
15.50	0,52	18,2		57,4				61	65	1200			
16.10	0,37	18,5	14,8	53,9	id.	id.	54,1	62	65	-	40	3,7	55
16.33	0,28	18,8		50,0				62	67	1140			
16.54	0,22	18,5		50,0				62	67	1090			
17.13	0,16	18,2		52,0				61	68	1075			
17.35	0,13	18,2		46,0				61	69	1065			

Berekening op dinsdag 12 februari 1980 (start 8.15, stop 11.35)

Goot E							Goot F						
Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl ⁻ mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C	Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl ⁻ mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C
9.50	0,265						10.33	0,930	1280	6,9	64	49	78
10.20	0,395					31	11.03	3,283	1130	6,9	66	44	73
10.40	1,050	2170	9,9	105	73	114	11.17	5,771	940	7,3	52	38	66
11.08	3,284	2040	9,9	105	69	131	11.34	6,147	790	5,9	41	35	58
11.22	4,000	1630	8,6	84	55	102	11.52	3,291					60
11.36	4,262	1300	8,9	78	53	94	12.06	2,088	800	6,3	41	36	62
11.53	2,940					86	12.32	1,200					62
12.09	2,000	1040	7,9	69	48	90	12.56	0,790					
12.35	1,245					92	13.18	0,600					
13.00	0,850						13.36	0,460					
13.20	0,640						14.20	0,276					
13.37	0,520												
14.20	0,190												
Goot G							Goot H						
9.55	0,754	635	5,3	34	30	49	10.05	1,206	10	0,26	4,2	15	15
10.26	3,158	490	5,0	25	24	38	10.35	2,668	10	0,26	2,1	15	16
10.50	4,222	410	3,8	20	22	38	10.57	3,146	40	0,26	2,0	14	15
11.32	5,771	180	2,8	17	22	30	11.30	4,157	< 5	0,26	2,4	14	18
11.48	3,869					40	11.45	3,217					16
12.04	2,436	110	2,8	14	21	30	12.02	1,920	< 5	0,18	1,4	13	16
12.25	1,480					30	12.23	1,120					18
12.55	0,810						12.52	0,635					
13.16	0,520						13.15	0,430					
13.34	0,350						13.33	0,300					
14.22	0,120						14.21	0,120					

Berekening op donderdag 14 februari 1980 (start 11.10; stop 14.02)

Goot E							Goot F						
Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl ⁻ mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C	Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl ⁻ mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C
12.39	0,420						13.10	0,886	220	2,6	14	20	23
13.00	0,460						13.35	3,864	245	3,3	17	20	38
13.15	1,855	350	5,3	24	23	28	13.50	4,855	200	3,3	16	20	34
13.37	3,034	370	5,6	26	23	46	14.01	5,182	205	3,3	15	19	33
13.50	3,548	340	4,0	25	24	50	14.15	3,660					31
14.02	3,807	355	5,9	27	24	43	14.40	1,765	130	3,0	13	19	31
14.18	2,500					43	15.05	0,860					31
14.43	1,814	245	5,3	19	24	43	15.40	0,570					33
15.05	1,180					46	16.05	0,370					33
15.40	0,740					45	16.40	0,152					
16.05	0,540					46							
16.40	0,240												
Goot G							Goot H						
12.34	0,327						12.40	0,910					
12.50	2,909	70	0,92	4,9	13	18	12.53	1,076	20	0,19	0,84	13	16
13.18	6,171					19	13.06	2,832					16
13.23	7,200	60		4,8	14	22	13.20	3,456	20	0,16	1,3	12	19
13.43	8,027	50		4,6	13	20	13.40	3,787	30	0,20	0,14	11	19
13.56	9,103	40		3,6	13	20	13.55	4,418	10	0,14	0,70	12	19
14.14	5,926					19	14.12	3,826					15
14.38	2,667	45		4,1	14	20	14.36	2,180	< 5	0,13	0,63	13	14
15.00	1,510					20	15.00	1,210					15
15.35	0,700					21	15.35	0,790					15
16.00	0,400					21	16.00	0,540					15
16.37	0,200						16.37	0,284					

Berekening op dinsdag 19 februari 1980 (start 9.53; stop 12.50)

Goot E							Goot F						
Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C	Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C
11.18	0,285					15	11.58	1,180					19
11.33	2,377					23	12.12	2,743	55	1,2	4,2	20	16
11.44	3,884	90	1,9	7,1	17	21	12.24	3,342	50	1,3	4,1	20	19
12.00	5,584					19	12.44	4,848	40	0,9	3,9	17	19
12.14	5,526	75	1,8	6,9	17	21	13.07	3,129	45	1,0	3,2	16	19
12.26	6,404					21	13.31	1,520	50	1,0	3,9	24	19
12.47	7,971	55	1,8	6,2	17	20	13.49	0,993					19
13.01	5,517					-	14.26	0,377					19
13.09	4,529	60	1,9	5,7	17	21	15.12	0,180					20
13.33	2,471					23	16.00	0					
13.51	1,660	60	2,1	6,2	21	23							
14.27	0,750					25							
15.14	0,355					28							
Goot G							Goot H						
11.13	0,550					15	10.45	0,680					
11.28	3,927	18	0,36	1,4	18	14	11.05	1,700					
11.43	4,286					16	11.22	4,145	20	0,21	1,5	18	15
11.57	5,165					-	11.42	4,611					14
12.08	4,989	18	0,31	1,5	18	16	11.55	5,676					16
12.23	5,333					16	12.07	6,667	20	0,19	1,1	17	16
12.42	6,000	14	0,30	1,3	14	16	12.21	7,627					15
13.04	4,295	20	0,27	1,3	20	16	12.39	8,700	10	0,17	0,98	16	16
13.29	1,500	18	0,31	1,0	18	-	13.03	7,000	20	0,14	0,91	17	16
13.48	0,729					16	13.28	3,304	15	0,14	0,77	17	16
14.24	0,199					16	13.46	2,010					16
15.10	0,101					16	14.23	0,955					15
16.00	0						15.09	0,423					
							16.00	0					

bijlage 7c

Berekening op dinsdag 26 februari 1980 (start 9.12; stop 13.01)

Goot E

Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C
11.06	0,425					24
11.24	1,115					20
11.40	2,717	65	1,4	4,7	16	19
11.55	3,538					18
12.15	3,804	50	1,2	4,0	17	17
12.30	4,864					17
12.54	5,394	70	1,2	3,5	16	17
13.13	3,896	45	1,2	3,0	17	17
13.33	2,320					17
13.46	1,590					18
14.14	0,850					
15.10	0,360					20
16.20	0					

Goot G

11.10	1,080					16
11.28	2,034					16
11.44	2,830	25	0,26	1,1	14	15
11.57	3,573					15
12.19	3,631	25	0,24	1,0	12	15
12.33	4,058					15
12.37	4,180					-
12.58	5,534	20	0,20	0,85	12	15
13.16	3,138	15	0,20	0,68	12	14
13.35	1,372					14
13.48	0,840					16
14.16	0,260					16
15.13	0,092					
16.20	0					

Goot F

Tijd	Afvoer lt.min ⁻¹	COD mg.O ₂ l ⁻¹	Tot.P mg.P.l ⁻¹	Kjeld.-N mg.N.l ⁻¹	Cl mg.l ⁻¹	E.C. mS.m ⁻¹ 20°C
11.08	0,630					17
11.26	3,279					16
11.42	4,878	40	0,56	1,9	14	16
11.56	6,437					16
12.17	6,735	50	0,46	1,9	14	15
12.31	7,224					15
12.56	8,025	30	0,46	1,8	12	15
13.15	5,136	25	0,46	1,3	13	15
13.34	2,740					15
13.47	1,860					16
14.15	0,810					17
15.11	0,250					16
16.20	0					

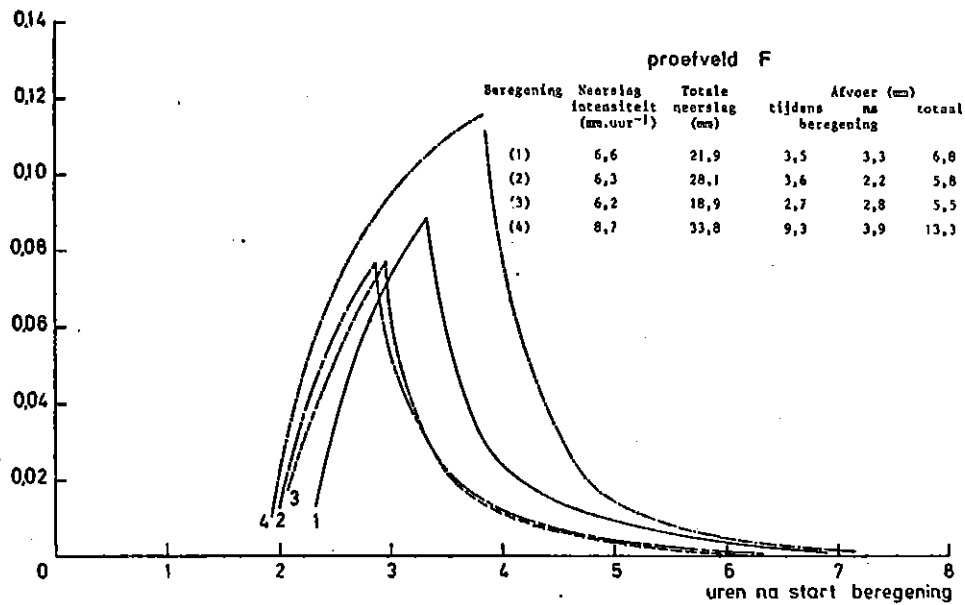
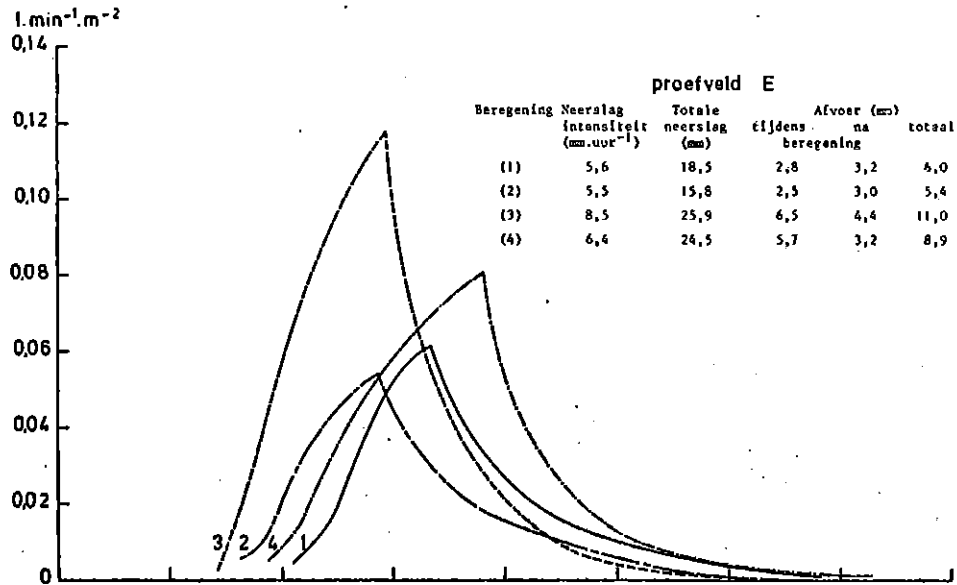
Goot H

11.30	0,025					16
11.47	0,841					16
12.00	1,856	30	0,23	1,2	14	14
12.21	2,425	25	0,21	1,0	13	14
12.35	2,609					14
13.00	3,494	20	0,18	1,0	13	14
13.18	2,259	15	0,18	0,7	12	14
13.36	1,260					14
13.49	0,840					15
14.17	0,390					15
15.15	0,980					16
16.20	0					

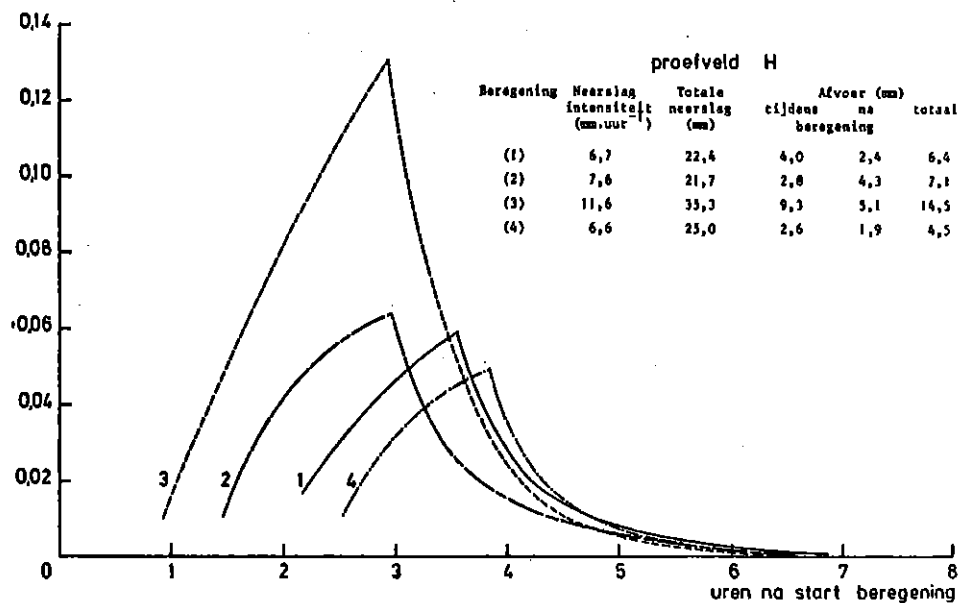
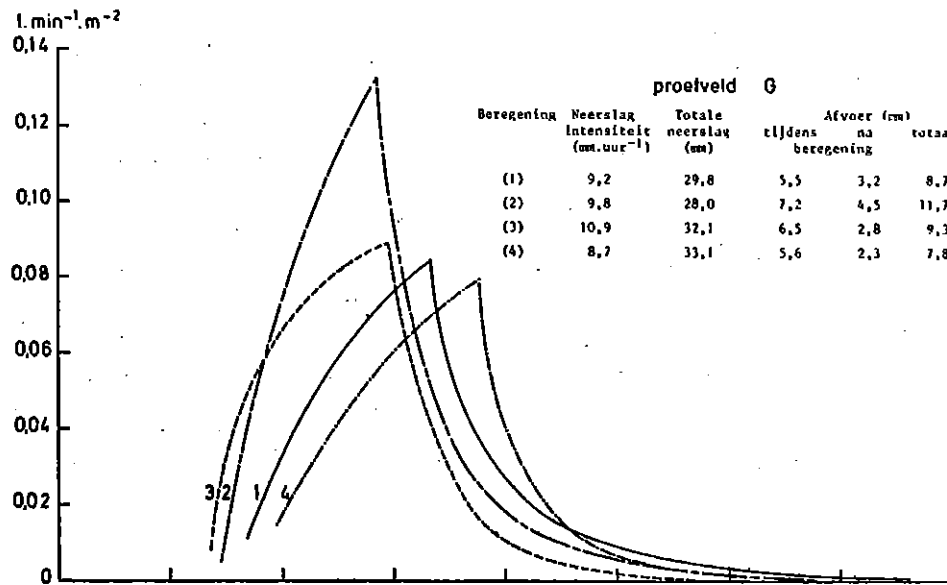
Aflezings (cm) van de linealen tijdens experiment III (mv = aflezing maaiveld; ws = aflezing
waterniveau; ws - mv = wh = waterhoogte)

veldje no. lineaal		Aflezing (cm) van de linealen met datum en tijdstip																			
		6-2-80			11-2-80 (13.45)			14-2-80				19-2-80(15.20)				26-2-80(15.30)					
		mv	ws	wh	mv	ws	wh	mv	ws	ws	wh	mv	ws	wh	mv	ws	wh	mv	ws	wh	
E	1	5,4	5,9	0,5	5,5	7,5	2,0	3,5			5,3	1,8	5,2	6,4	1,2	4,5	6,4	1,9	3,9	3,5	0
	2	4,2	5,4	1,2	5,5	6,7	1,2	4,5			6,3	1,8	3,5	5,1	1,6	3,0	5,1	2,1	4,0	5,0	1,0
	3	5,0		0	5,3		0	5,9			5,3	0	4,5	5,9	1,4	3,8	5,9	2,1	3,4	6,7	3,3
	4	5,1	5,8	0,7	5,4	6,3	0,9	5,0	5,3		6,5	1,2	5,5	6,8	1,3	5,0	6,8	1,8	4,9	6,1	1,2
	5	4,3	5,7	1,4	4,0	6,4	2,4	3,8			5,9	2,1	4,0	4,9	0,9	3,8	4,9	1,1	5,5	5,5	0
	6	5,1	6,9	1,8	6,1	8,1	2,1	5,9	6,0		7,6	1,6	6,0	8,1	2,1	5,3	8,1	1,8	5,4	7,4	2,0
	7	4,5	5,2	0,7	4,6	5,5	0,9	5,6			6,6	1,0	5,3	5,6	0,3	4,9	5,6	0,7	5,6	5,1	0
Gem.		0,9			1,36			1,36				1,26				1,64				1,07	
F	8	5,3		0	5,5		0	3,8			3,9	0,1	6,8	6,8	0	4,3	6,8	0	5,7	5,2	0
	9	2,7	2,5	0	3,9	4,2	0,3	4,8			4,9	0,1	4,2	5,9	1,7	3,6	5,9	2,3	4,2	5,9	1,7
	10	4,0	5,4	1,4	4,6	6,1	1,5	4,9			6,3	1,4	3,4	3,6	0,2	3,4	3,6	0,2	4,1	4,5	0,4
	11	5,8	6,6	0,8	5,8	7,1	1,3	6,8	6,0		7,4	1,4	5,4	5,7	0,3	4,9	5,7	0,8	3,9	5,5	1,6
	12	4,8	6,9	2,1	5,0	7,8	2,8	4,6	5,9		7,8	1,7	4,5	5,5	1,0	4,1	5,5	1,4	3,9	5,3	1,4
	13	4,4	5,5	1,1	6,0	7,6	1,6	5,1			4,7	2,6	4,8		0	4,8		0	4,5		0
	14	5,3	5,8	0,5	5,2	6,3	1,1	5,0			6,0	1,0	4,3	5,5	1,2	3,9	5,5	1,6	4,4	5,1	0,7
Gem.		0,84			1,23			1,19				0,63				0,90				0,82	
G	15	2,2		0	5,3		0	5,8			5,1	0	3,9	4,3	0,4	3,4	4,3	0,9	6,5	5,1	0
	16	3,8	5,3	1,5	3,8	5,2	1,4	4,8			5,8	1,0	4,3	4,9	0,6	4,2	4,9	0,7	3,8	5,0	1,2
	17	4,5	6,4	1,9	4,6	6,8	2,2	4,9			7,1	2,2	5,0	5,0	0	4,9	5,0	0,1	4,3	4,5	0,2
	18	6,4	8,1	1,7	7,1	8,3	1,2	7,3	7,3		8,9	1,6	6,1		0	4,9		0	3,6	4,2	0,6
	19	5,5	7,6	2,1	5,4	8,1	2,7	5,6	6,7		8,5	1,8	4,1	7,7	3,6	4,1	7,7	3,6	4,2	7,2	3,0
	20	5,0	8,4	3,4	5,1	8,9	3,8	5,6	8,1		9,5	1,4	6,8	9,7	2,9	5,1	9,7	4,6	4,2	9,2	5,0
	21	4,2	4,5	0,3	6,7	7,2	0,5	6,4			6,7	0,3	5,0	6,0	1,0	4,6	6,0	1,4	4,5	8,8	4,3
Gem.		1,56			1,69			1,19				1,21				1,61				2,04	
H	22	4,6	5,8	1,2	5,0	6,0	1,0	5,8			6,6	0,8	5,1	6,5	1,4	4,9	6,5	1,6	3,7	4,6	0,9
	23	5,8	7,6	1,8	4,0	6,7	2,7	4,5	4,7		6,9	2,2	6,0	8,1	2,1	5,9	8,1	2,2	4,5	8,2	3,7
	24	4,4	5,8	1,4	4,0	5,4	1,4	5,6			6,8	1,2	6,4	7,4	1,0	6,0	7,4	1,4	5,0	5,5	0,5
	25	4,5	5,0	0,5	4,6	5,0	0,4	5,0			5,4	0,4	3,9	4,3	0,4	3,7	4,3	0,6	4,2	4,2	0
	26	5,0	5,6	0,6	5,3	5,9	0,6	6,0			6,3	0,3	4,4	4,5	0,1	3,9	4,5	0,6	4,8	4,8	0
	27	4,0	6,1	2,1	3,9	6,2	2,3	6,0			7,8	1,8	3,9	4,5	0,6	3,9	4,5	0,6	4,0	5,9	1,9
	28	4,3		0	3,9		0	5,3			4,8	0	3,3	4,3	1,0	3,4	4,3	0,9	4,8	5,8	1,0
Gem.		1,09			1,20			0,96				0,94				1,13				1,14	

bijlage 9



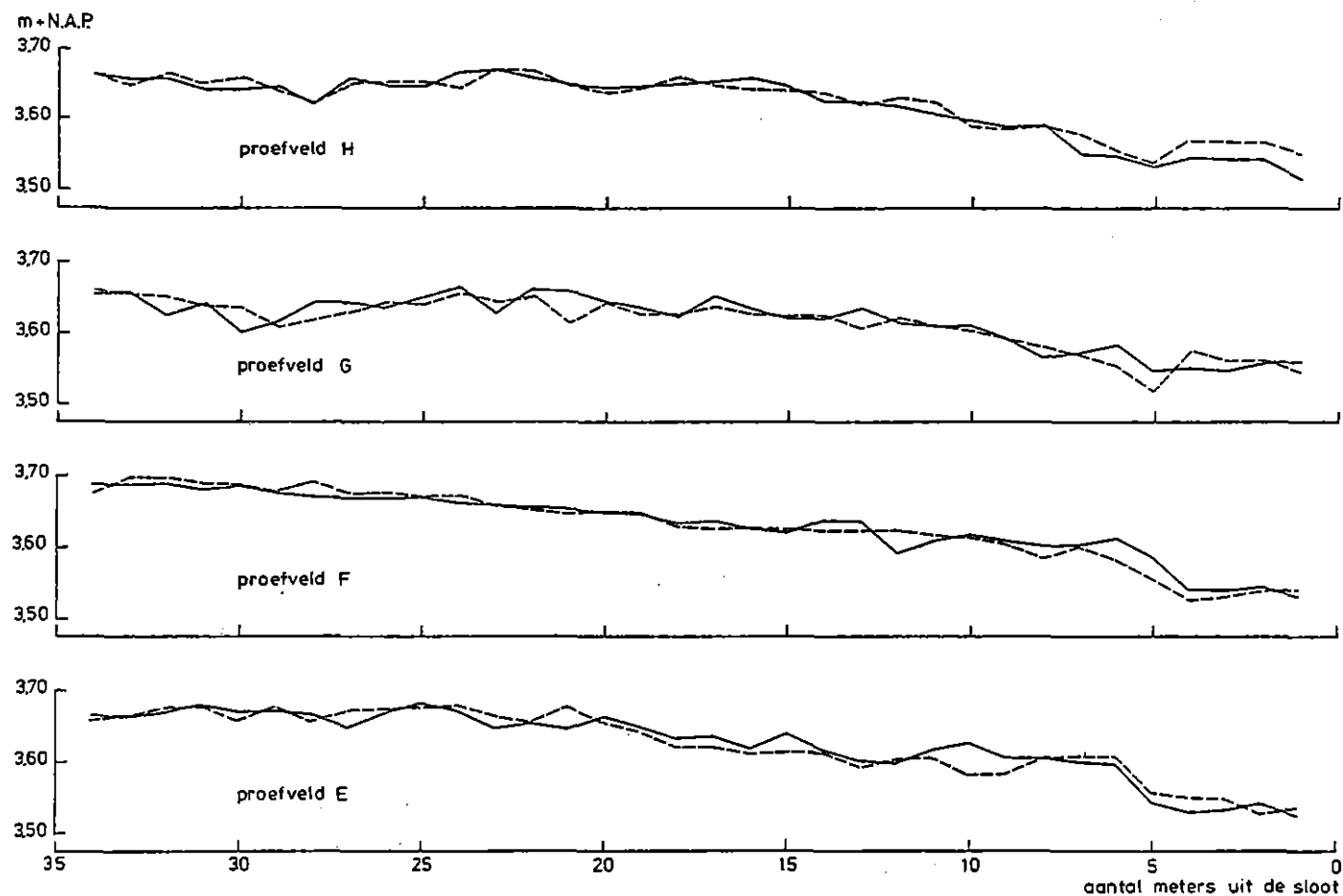
Verloop van de afvoer behorend bij experiment III tijdens de verschillende beregeningen



bijlage 10

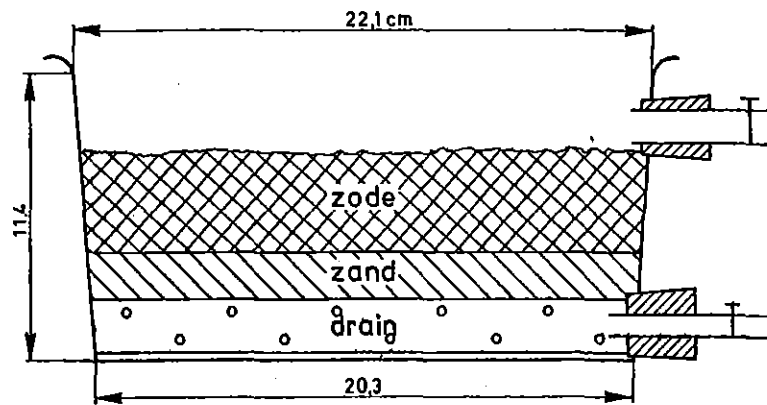
Afstand tot sloot (m)	Goot ΔE				Goot ΔF			
	hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)		hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)	
1	3536	3524	0	0	3539	3536	0	0
2	3529	3539	7	0	3542	3545	0	0
3	3552	3530	0	9	3530	3533	12	12
4	3545	3546	7	0	3527	3530	15	15
5	3559	3574	0	0	3554	3582	0	0
6	3603	3603	0	0	3584	3606	0	0
7	3600	3599	3	4	3596	3597	0	9
8	3600	3604	3	0	3589	3595	7	11
9	3587	3605	16	0	3606	3606	0	0
10	3586	3623	17	0	3613	3613	0	0
11	3612	3610	0	13	3619	3604	0	9
12	3605	3593	7	30	3627	3579	0	34
13	3599	3594	13	29	3623	3630	4	0
14	3618	3610	0	10	3621	3634	6	0
15	3619	3636	0	0	3627	3615	0	19
16	3717	3616	2	20	3628	3623	0	11
17	3625	3628	0	8	3624	3635	4	0
18	3623	3624	2	12	3627	3630	1	5
19	3647	3641	0	0	3646	3645	0	0
20	3657	3656	0	0	3649	3645	0	0
21	3680	3638	0	18	3648	3653	1	0
22	3657	3646	23	10	3653	3656	0	0
23	3665	3642	15	14	3657	3653	0	3
24	3679	3664	1	0	3673	3659	0	0
25	3678	3671	2	0	3667	3667	6	0
26	3675	3663	5	8	3677	3676	0	0
27	3673	3645	7	26	3673	3674	4	2
28	3655	3663	25	8	3693	3668	0	8
29	3676	3668	4	3	3679	3672	14	4
30	3657	3664	23	7	3686	3682	7	0
31	3680	3676	0	0	3689	3678	4	4
32	3678	3673	2	3	3698	3688	0	0
33	3666	3666	14	10	3697	3689	1	0
34	3659	3666	21	10	3677	3687	21	2
Totaal			219	252				107 148
Gem./raai/m ²			6,44	7,41				3,14 4,35
Gem./veldje/m ²			6,9					3,75

Afstand tot sloot (m)	Goot G				Goot H			
	hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)		hoogte (mm t.o.v. NAP)		berging (mm)	
1	3544	3564	0	0	3551	3517	0	0
2	3560	3559	0	5	3561	3546	0	0
3	3562	3546	0	18	3566	3547	0	0
4	3576	3550	0	14	3568	3546	0	1
5	3515	3545	61	19	3534	3533	34	14
6	3550	3583	26	0	3551	3548	17	0
7	3568	3573	8	10	3577	3547	0	1
8	3579	3564	0	19	3585	3588	0	0
9	3590	3589	0	0	3583	3588	2	0
10	3604	3607	0	0	3585	3594	0	0
11	3608	3610	0	0	3624	3607	0	0
12	3619	3615	0	0	3629	3623	0	0
13	3606	3637	13	0	3618	3623	11	0
14	3625	3620	0	17	3636	3621	0	2
15	3623	3621	2	16	3641	3646	0	0
16	3626	3634	0	3	3642	3659	0	0
17	3639	3651	0	0	3646	3654	0	5
18	3627	3625	12	26	3659	3649	0	10
19	3626	3634	13	17	3643	3645	16	14
20	3643	3645	0	6	3638	3641	21	18
21	3611	3660	32	0	3645	3646	14	13
22	3651	3659	0	1	3665	3654	0	5
23	3640	3625	11	35	3669	3670	0	0
24	3656	3664	0	0	3644	3670	25	0
25	3640	3649	16	15	3650	3644	19	26
26	3646	3636	10	28	3649	3649	20	21
27	3633	3643	23	21	3644	3658	25	12
28	3620	3641	36	23	3612	3620	57	50
29	3609	3616	47	48	3634	3649	35	21
30	3633	3600	23	64	3652	3643	17	27
31	3638	3638	18	26	3646	3640	23	30
32	3652	3626	4	38	3664	3658	5	12
33	3654	3656	2	8	3659	3654	10	16
34	3664	3659	0	5	3660	3662	9	8
Totaal			357	482				360 306
Gem./raai/m ²			10,5	14,18				10,59 9,0
Gem./veldje/m ²			12,34					9,80



Hoogteverloop (m + NAP) van het maaiveld van de proefveldjes

Dwarsdoorsnede runn-off emmer



bijlage 13

Bodem analyses Achterveld

Onbemest	N-min	N-NH ₃	A-cijfer	Pw-getal	P-Al	P-tot.
12/11/'79 Noord	41	4	50,0	40	-	0,17
Zuid	37	5	50,3	45	-	0,14
Gem.	39	4,5	50,2	42,5	-	0,16
Bemest 35 ton RDM (03/12/'79)						
6/12/'79 veldje A	112	14	54,2	50	-	0,15
B	89	8	59,0	48	-	0,16
C	86	8	55,2	53	-	0,15
D	87	12	54,8	50	-	0,17
Gem.	94	10,5	55,8	50	-	0,16
10/01/'80						
A	13	8	81,2	43	-	0,14
C	23	9	72,8	50	-	0,12
Gem.	18	9	77,0	46,5	-	0,13
13/02/'80						
27 ton RDM (E)	17	-	74,3	40	-	0,15
17 ton RDM (F)	118	-	101,8	29	-	0,15
7 ton RDM (G)	13	-	78,7	-	-	-
0 ton RDM (H)	57	-	60,2	31	-	0,13
29/02/'80 (19/03/'80)						
27 ton RDM (E)	-(22)	-(-)	67,0	55(41)	27(21)	0,16(-)
17 ton RDM (F)	-(19)	-(-)	69,9	52(49)	23(19)	0,15(-)
7 ton RDM (G)	-(17)	-(-)	76,6	54(49)	26(19)	0,17(-)
0 ton RDM (H)	-(18)	-(-)	69,7	45(57)	21(20)	0,14(-)
Gem.	-(19)	-(-)	70,8	52(49)	24(20)	0,16(-)

Pw-getal: mg P₂O₅.l⁻¹ droge grond

N-min.: mg/kg droge grond

N-NH₃: mg/kg droge grond

A-cijfer: g vocht/100 gr. droge grond

P-tot.: g/100 gr. droge grond