

NN31545.1955

ICW Nota 1955^H
februari 1989

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW



INVLOED VAN NITRIFICATIEREMMERS BIJ BOUWLAND OP
ZANDGROND OP DE KWALITEIT VAN HET GRONDWATER
Droevendaal 1987/1988

nota

BIBLIOTHEEK DE HAAFF
Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

A. van den Toorn &
J. Pankow

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen



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

1 JUNI 1989

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. UITVOERING	2
3. AFVOERBEREKENING	4
4. RESULTATEN	6
5. SAMENVATTING	17
BIJLAGEN	18

1 . INLEIDING

Het onderzoek naar vermindering van stikstofverliezen in de landbouw richt zich de laatste jaren ook op het gebruik van zogenaamde nitrificatieremmers bij toediening van drijfmest in najaar en winter. Nitrificatieremmers blokkeren de omzetting van ammonium in nitraat waardoor het risico van nitraatuitspoeling en denitrificatie kleiner wordt. Om de invloed van deze nitrificatieremmers op de gewasproductie en de waterkwaliteit te onderzoeken is in het najaar 1985 samen met het CABO een onderzoek gestart op het proefbedrijf Droevendaal.

De invloed van de nitrificatieremmer op de nitraatuitspoeling wordt door het ICW onderzocht. In deze nota worden de resultaten gegeven en besproken van het derde onderzoeksjaar (1987/1988).

De resultaten van het eerste en tweede jaar onderzoek zijn beschreven in Nota 1765 (VAN DEN TOORN en PANKOW, 1987) en Nota 1844 (PANKOW en VAN DEN TOORN, 1988).

In het derde jaar van onderzoek is voor het eerst ook K^+ in het uitspoelingsonderzoek meegenomen. Behalve NO_3^- en NH_4^+ zijn tevens pH, EC, Cl^- en SO_4^{2-} geanalyseerd.

2. UITVOERING

Op het Proefterrein Droevendaal van het CABO zijn veldjes aangelegd om de werking van nitrificatieremmers te onderzoeken. Er is gewerkt met drie data van mestgift en twee verschillende hoeveelheden drijfmest en met veldjes met en zonder toevoeging van remmer aan de mest.

Tabel 1 geeft een overzicht van de proefveldjes.

Tabel 1. Overzicht proefveldjes

						Objecten:	
	D ₁ R ₃	21	D ₂ R ₁	42	D ₁ R ₃	63	<u>T = tijdstip van toedienen</u>
	N ₁	20	D ₁ R ₃	41	D ₁ R ₁	62	
	D ₁ R ₂	19	D ₁ R ₁	40	D ₂ R ₂	61	T ₁ = 21 oktober 1987
T ₁	D ₂ R ₃	18	T ₃ D ₂ R ₃	39	T ₂ D ₂ R ₁	60	T ₂ = 8 december 1987
	D ₁ R ₁	17	N ₁	38	D ₁ R ₂	59	T ₃ = 26 februari 1988
	D ₂ R ₂	16	D ₁ R ₂	37	N ₁	58	
	D ₂ R ₁	15*	D ₂ R ₂	36	D ₂ R ₃	57	<u>D = hoeveelheid drijfmest</u>
	N ₁	14	D ₂ R ₂	35*	D ₁ R ₃	56	D ₁ = 80 kg N of t/ha Dr.M
	D ₂ R ₁	13*	D ₁ R ₃	34	D ₂ R ₃	55	D ₂ = 160 kg N of t/ha Dr.M
	D ₁ R ₃	12	N ₁	33	D ₂ R ₂	54*	
T ₂	D ₂ R ₂	11*	T ₁ D ₁ R ₂	32*	T ₃ D ₂ R ₁	53*	<u>R = remmers</u>
	D ₂ R ₃	10	D ₂ R ₁	31*	D ₁ R ₁	52*	R ₁ = geen remmer
	D ₁ R ₁	9	D ₂ R ₃	30	N ₁	51*	R ₂ = Didin
	D ₁ R ₂	8	D ₁ R ₁	29*	D ₁ R ₂	50*	R ₃ = N-Serve
	D ₂ R ₂	7	D ₂ R ₃	28	D ₁ R ₁	49	
	D ₁ R ₁	6	D ₁ R ₂	27	D ₂ R ₁	48*	N = Kunstmest stikstof
	D ₁ R ₃	5	N ₁	26	D ₂ R ₃	47	
T ₃	N ₁	4	T ₂ D ₁ R ₁	25	T ₁ N ₁	46	N ₁ = kalksalpeter
	D ₁ R ₂	3	D ₁ R ₃	24	D ₁ R ₂	45	160 kg N/ha
	D ₂ R ₃	2	D ₂ R ₂	23	D ₂ R ₂	44	
	D ₂ R ₁	1	D ₂ R ₁	22	D ₁ R ₃	43	

* uitspoelingsonderzoek

De hoeveelheid remmer (Didin) bedraagt in oktober en december 25 kg en in maart 15 kg per ha. Alle veldjes zijn in drievoud aangelegd op dezelfde plek als de twee voorgaande jaren.

In het uitspoelingsseizoen 1987/1988 is er op drie data geïnjecteerd, de data 21-10-1987, 8-12-1987 en 26-2-1988. Er zijn daarbij ongeveer de volgende hoeveelheden rundveedrijfmest gegeven met de volgende gehalten (TEN HOLTE, CABO).

	Tonnen/ha	% NH ₄ -N	% N tot	kg NH ₄ -N/ha
21-10-1987	50	0,19	0,42	95
	100	0,19	0,42	190
8-12-1987	50	0,19	0,45	95
	100	0,19	0,45	190
26-02-1988	50	0,25	0,49	125
	100	0,25	0,49	250

Op dezelfde data is op het N-veldje 160 kg nitraat-N gegeven in de vorm van kalksalpeter (Ca(NO₃)₂). Het grondwater van 15 veldjes (zie tabel 3) is in de loop van de periode met neerslagoverschotten 7 maal bemonsterd, waarbij er per keer per veldje ongeveer 3/4 liter (1 liter per m² = 1 mm) bodemvocht is afgezogen. Het gewas dat werd verbouwd was mais.

3. AFVOERBEREKENING

Voor de berekening van de afvoer in het derde jaar van de uitspoelingsproef is er van uitgegaan dat tijdens de bemonstering de vochtthuishouding van de bodem in evenwichtsituatie verkeerde.

Tabel 2 geeft een overzicht van de grootte van de waterbalanstermen voor de perioden tussen de bemonsteringen.

De neerslag is gemeten op het proefcomplex zelf, de verdamping (E_0) is gemeten op het weerstation Wageningen.

De verdamping van het gewas (E) is gelijk gesteld aan de potentiële verdamping (E_p) en is van eind juli tot half oktober gesteld op $0,8 \cdot E_0$. Voor kale grond is de verdamping gesteld op $0,3 \cdot E_0$.

De bergingsverandering in de bodemvoorraad is berekend op basis van de grondwaterstandsveranderingen.

De gemeten grondwaterstanden zijn weergegeven na Tabel 2.

Tabel 2. Hoeveelheid neerslag (N), open waterverdamping (E_0), verdamping door gewas en kale grond (E), de bergingsverandering in het profiel en de afvoer per balansperiode (mm)

Balansperiode	N	E_0	E	$N-E$	Berging	Afvoer
1 30-07-1987 - 14-10-1987	190,9	117,5	94,0	96,9	0	96,9
2 14-10-1987 - 18-11-1987	72,8	10,5	3,2	69,6	+40,0	29,6
3 18-11-1987 - 30-11-1987	51,9	1,8	0,5	51,4	-16,0	67,4
4 30-11-1987 - 5-01-1988	68,9	6,5	2,0	66,9	+ 9,0	57,9
5 5-01-1988 - 26-01-1988	72,8	5,0	1,5	71,3	+ 7,0	64,3
6 26-01-1988 - 8-03-1988	105,5	22,4	6,7	98,8	-16,0	114,8
7 8-03-1988 - 30-03-1988	<u>83,3</u>	<u>16,8</u>	<u>5,0</u>	<u>78,3</u>	<u>0</u>	<u>78,3</u>
Totaal	646,1	180,5	112,9	533,2	+24,0	509,2

De gemeten grondwaterstanden tijdens de bemonstering waren:

30-07-1987	→	95 cm - mv.
14-10-1987	→	95 cm - mv.
18-11-1987	→	70 cm - mv.
30-11-1987	→	80 cm - mv.
5-01-1988	→	75 cm - mv.
26-01-1988	→	70 cm - mv.
8-03-1988	→	80 cm - mv.
30-03-1988	→	80 cm - mv.

4. RESULTATEN

De periode van uitspoeling heeft geduurd van 30-7-1987 tot 30-3-1988. Er is in deze periode 509,2 mm water afgevoerd en er is in deze periode 7 maal bemonsterd. De analyseresultaten van deze bemonsteringen zijn gegeven in de tabellen 3a t/m 3g.

Tabel 3a. Gehalten van het grondwater op circa 90 cm - mv onder de verschillende veldjes per bemonsteringsdatum

Bemonsteringsdatum 14-10-1987 grondwaterstand 95 cm - mv

Veld nr.	pH	E.C. ms/m	Cl ⁻ g/m ³	NO ₃ -N g/m ³	SO ₄ ²⁻ g/m ³	K ⁺ g/m ³	NH ₄ -N g/m ³	Veldcode
8	5,9	18,4	< 5	4,6	28	13,6	0,37	T ₂ D ₁ R ₂
9	5,9	27,2	< 5	11,8	48	18,3	0,80	T ₂ D ₁ R ₁
11	6,1	39,4	< 5	27,5	44	37,3	0,51	T ₂ D ₂ R ₂
13	6,0	48,5	< 5	37,9	55	27,0	0,52	T ₂ D ₂ R ₁
15	6,7	24,6	13,2	21,8	43	26,2	0,60	T ₁ D ₂ R ₁
29	6,0	23,6	< 5	5,6	43	19,0	0,48	T ₁ D ₁ R ₁
31	6,3	38,6	< 5	4,6	55	43,6	0,61	T ₁ D ₂ R ₁
32	6,2	23,7	< 5	7,8	39	19,8	0,42	T ₁ D ₁ R ₂
35	6,1	59,9	< 5	56,1	56	48,9	0,51	T ₁ D ₂ R ₂
48	6,1	27,8	< 5	7,5	63	21,2	0,32	T ₁ D ₂ R ₁
50	5,9	75,4	42,8	63,1	50	59,2	0,26	T ₃ D ₁ R ₂
51	6,4	17,7	< 5	3,1	31	9,2	0,40	N
52	6,1	26,3	5,2	13,0	35	15,2	0,60	T ₃ D ₁ R ₁
53	7,0	38,3	11,7	22,6	62	22,3	0,60	T ₃ D ₂ R ₁
54	6,3	55,2	18,1	41,3	61	29,9	0,46	T ₃ D ₂ R ₂

Tabel 3b. Gehalten van het grondwater op circa 90 cm - mv onder de
verschillende veldjes per bemonsteringsdatum
Bemonsteringsdatum 18-11-1987 grondwaterstand 70 cm - mv

Veld nr.	pH	E.C. ms/m	Cl ⁻ g/m ³	NO ₃ -N g/m ³	SO ₄ ²⁻ g/m ³	K ⁺ g/m ³	NH ₄ -N g/m ³	Veldcode
8	6,2	16,9	< 5	4,4	35	14,9	0,34	T ₂ D ₁ R ₂
9	5,9	20,3	< 5	5,2	43	22,4	0,92	T ₂ D ₁ R ₁
11	6,1	32,5	< 5	21,3	50	30,4	0,52	T ₂ D ₂ R ₂
13	6,0	30,4	< 5	14,3	61	22,3	0,53	T ₂ D ₂ R ₁
15	6,1	28,9	< 5	5,1	65	27,8	0,79	T ₁ D ₂ R ₁
29	6,3	26,3	< 5	11,8	49	21,7	0,54	T ₁ D ₁ R ₁
31	6,2	31,4	< 5	16,9	48	38,2	0,70	T ₁ D ₂ R ₁
32	6,1	22,5	< 5	6,2	46	18,4	0,40	T ₁ D ₁ R ₂
35	5,8	34,0	< 5	21,1	65	32,0	0,51	T ₁ D ₂ R ₂
48	5,7	25,2	< 5	6,3	54	21,0	0,35	T ₁ D ₂ R ₁
50	5,7	49,5	18,4	32,2	81	28,0	0,21	T ₃ D ₁ R ₂
51	6,0	20,4	< 5	4,2	42	12,5	0,43	N
52	6,7	19,2	< 5	4,9	30	12,7	0,68	T ₃ D ₁ R ₁
53	7,1	24,7	< 5	8,0	52	19,0	0,62	T ₃ D ₂ R ₁
54	5,8	29,9	5,0	15,9	48	18,1	0,47	T ₃ D ₂ R ₂

Tabel 3c. Bemonsteringsdatum 30-11-1987 grondwaterstand 80 cm - mv

Veld nr.	pH	E.C. ms/m	Cl ⁻ g/m ³	NO ₃ -N g/m ³	SO ₄ ²⁻ g/m ³	K ⁺ g/m ³	NH ₄ -N g/m ³	Veldcode
8	5,7	22,7	< 5	14,0	29	17,0	0,76	T ₂ D ₁ R ₂
9	5,7	22,9	5,6	12,7	30	10,1	0,73	T ₂ D ₁ R ₁
11	5,9	32,0	< 5	24,7	38	14,4	0,62	T ₂ D ₂ R ₂
13	5,8	31,0	< 5	16,6	61	12,1	0,67	T ₂ D ₂ R ₁
15	5,8	32,4	< 5	9,5	67	12,4	0,63	T ₁ D ₂ R ₁
29	5,9	37,3	25,6	23,1	35	12,7	0,50	T ₁ D ₁ R ₁
31	5,9	33,2	6,3	19,4	43	16,2	0,47	T ₁ D ₂ R ₁
32	5,8	27,3	10,2	13,4	34	7,1	0,53	T ₁ D ₁ R ₂
35	5,7	27,4	< 5	18,1	40	12,4	0,51	T ₁ D ₂ R ₂
48	5,6	30,0	11,2	13,5	47	9,8	0,49	T ₁ D ₂ R ₁
50	5,8	26,8	9,1	12,0	47	6,6	0,56	T ₃ D ₁ R ₂
51	6,0	22,3	< 5	9,4	35	<5	0,55	N
52	5,9	28,0	14,7	14,1	30	<5	0,57	T ₃ D ₁ R ₁
53	5,7	30,4	6,3	19,6	39	8,3	0,62	T ₃ D ₂ R ₁
54	5,7	31,2	7,7	20,4	39	8,0	0,61	T ₃ D ₂ R ₂

Tabel 3d. Gehalten van het grondwater op circa 90 cm - mv onder de
verschillende veldjes per bemonsteringsdatum
Bemonsteringsdatum 5-01-1988 grondwaterstand 75 cm - mv

Veld nr.	pH	E.C. ms/m	Cl ⁻ g/m ³	NO ₃ -N g/m ³	SO ₄ ²⁻ g/m ³	K ⁺ g/m ³	NH ₄ -N g/m ³	Veldcode
8	5,7	16,7	< 5	7,5	24	16,5	0,99	T ₂ D ₁ R ₂
9	5,7	23,7	7,0	17,0	27	17,3	0,67	T ₂ D ₁ R ₁
11	5,8	25,9	5,3	15,1	32	33,4	1,20	T ₂ D ₂ R ₂
13	5,7	29,8	10,9	16,9	34	26,4	0,98	T ₂ D ₂ R ₁
15	5,8	51,9	68,4	22,9	36	41,5	0,69	T ₁ D ₂ R ₁
29	5,5	64,7	44,2	60,8	31	42,2	0,48	T ₁ D ₁ R ₁
31	5,7	46,0	32,6	32,6	33	47,4	0,43	T ₁ D ₂ R ₁
32	5,7	42,7	54,0	21,4	34	23,6	0,64	T ₁ D ₁ R ₂
35	5,8	43,8	63,9	23,4	26	40,9	0,55	T ₁ D ₂ R ₂
48	5,5	57,4	46,7	47,0	27	34,2	0,42	T ₁ D ₂ R ₁
50	5,6	36,8	20,0	22,9	44	20,8	0,67	T ₃ D ₁ R ₂
51	5,7	20,7	< 5	5,1	27	11,5	0,62	N
52	5,9	21,5	7,4	5,8	25	10,8	0,68	T ₃ D ₁ R ₁
53	5,6	24,3	8,8	17,1	26	18,9	0,77	T ₃ D ₂ R ₁
54	5,7	32,0	13,7	22,8	35	21,0	0,70	T ₃ D ₂ R ₂

Tabel 3e. Bemonsteringsdatum 26-01-1988 grondwaterstand 70 cm - mv

Veld nr.	pH	E.C. ms/m	Cl ⁻ g/m ³	NO ₃ -N g/m ³	SO ₄ ²⁻ g/m ³	K ⁺ g/m ³	NH ₄ -N g/m ³	Veldcode
8	5,6	37,0	60,5	11,4	12	23,7	0,26	T ₂ D ₁ R ₂
9	6,1	35,2	39,1	15,8	18	22,4	0,27	T ₂ D ₁ R ₁
11	6,0	63,2	101,1	20,8	19	59,4	0,29	T ₂ D ₂ R ₂
13	6,0	71,5	101,7	31,6	31	49,6	0,30	T ₂ D ₂ R ₁
15	5,9	79,1	99,9	41,2	31	58,2	0,37	T ₁ D ₂ R ₁
29	5,8	54,7	21,4	49,1	27	37,2	0,28	T ₁ D ₁ R ₁
31	6,0	53,2	26,5	41,3	24	55,3	0,28	T ₁ D ₂ R ₁
32	6,0	45,8	38,1	23,3	37	26,7	0,30	T ₁ D ₁ R ₂
35	5,9	53,1	84,8	22,7	23	42,7	0,35	T ₁ D ₂ R ₂
48	5,8	77,9	42,6	70,8	27	41,1	0,26	T ₁ D ₂ R ₁
50	5,9	27,7	17,6	17,0	17	18,6	0,25	T ₃ D ₁ R ₂
51	6,0	15,7	11,1	9,9	17	10,3	0,27	N
52	6,2	20,0	8,3	6,0	21	10,9	0,30	T ₃ D ₁ R ₁
53	5,9	19,9	8,1	15,4	25	18,9	0,35	T ₃ D ₂ R ₁
54	5,9	23,3	15,2	17,7	32	20,6	0,45	T ₃ D ₂ R ₂

Tabel 3f. Gehalten van het grondwater op circa 90 cm - mv onder de
verschillende veldjes per bemonsteringsdatum
Bemonsteringsdatum 8-03-1988 grondwaterstand 80 cm - mv

Veld nr.	pH	E.C. ms/m	Cl ⁻ g/m ³	NO ₃ -N g/m ³	SO ₄ ²⁻ g/m ³	K ⁺ g/m ³	NH ₄ -N g/m ³	Veldcode
8	5,7	15,7	35,8	47,7	41	21,6	0,22	T ₂ D ₁ R ₂
9	5,8	32,4	52,2	53,2	31	33,7	0,27	T ₂ D ₁ R ₁
11	5,9	42,4	88,7	64,4	28	60,2	0,31	T ₂ D ₂ R ₂
13	5,7	45,7	86,9	62,5	41	55,5	0,31	T ₂ D ₂ R ₁
15	5,9	46,4	80,6	24,9	51	64,2	0,38	T ₁ D ₂ R ₁
29	5,9	22,0	37,2	36,5	50	30,6	0,28	T ₁ D ₁ R ₁
31	5,7	26,9	39,3	20,9	54	49,8	0,28	T ₁ D ₂ R ₁
32	5,8	21,6	45,6	55,6	31	25,4	0,30	T ₁ D ₁ R ₂
35	5,8	41,8	74,0	32,2	48	53,5	0,39	T ₁ D ₂ R ₂
48	5,5	25,9	34,4	7,2	58	31,0	0,28	T ₁ D ₂ R ₁
50	5,7	14,1	40,0	4,0	64	15,3	0,22	T ₃ D ₁ R ₂
51	5,8	11,1	35,1	7,9	60	11,0	0,25	N
52	6,1	11,8	29,8	5,5	65	11,5	0,32	T ₃ D ₁ R ₁
53	5,7	12,8	39,3	5,8	66	21,2	0,35	T ₃ D ₂ R ₁
54	5,7	12,9	39,3	4,3	90	22,7	0,43	T ₃ D ₂ R ₂

Tabel 3g. Bemonsteringsdatum 30-03-1988 grondwaterstand 80 cm - mv

Veld nr.	pH	E.C. ms/m	Cl ⁻ g/m ³	NO ₃ -N g/m ³	SO ₄ ²⁻ g/m ³	K ⁺ g/m ³	NH ₄ -N g/m ³	Veldcode
8	5,7	29,1	29,4	15,1	132	22,9	0,23	T ₂ D ₁ R ₂
9	5,9	42,7	28,7	38,5	39	28,1	0,28	T ₂ D ₁ R ₁
11	6,0	87,9	53,3	99,3	19	68,4	0,27	T ₂ D ₂ R ₂
13	5,9	83,0	45,6	89,2	30	66,0	0,27	T ₂ D ₂ R ₁
15	6,0	53,6	44,2	39,6	133	54,7	0,24	T ₁ D ₂ R ₁
29	5,7	28,4	24,5	16,6	54	24,5	0,22	T ₁ D ₁ R ₁
31	5,7	48,4	46,3	36,9	70	52,2	0,23	T ₁ D ₂ R ₁
32	5,8	38,3	23,8	33,7	53	31,5	0,26	T ₁ D ₁ R ₂
35	5,8	51,0	59,6	32,9	51	46,6	0,25	T ₁ D ₂ R ₂
48	5,6	36,0	28,7	21,3	59	30,1	0,26	T ₁ D ₂ R ₁
50	5,7	22,2	27,3	7,1	123	13,7	0,21	T ₃ D ₁ R ₂
51	6,0	13,6	13,3	4,3	68	9,4	0,18	N
52	6,1	21,1	28,0	6,0	81	12,7	0,26	T ₃ D ₁ R ₁
53	5,8	17,7	15,4	6,4	83	20,8	0,22	T ₃ D ₂ R ₁
54	6,0	19,8	20,3	5,7	105	22,8	0,20	T ₃ D ₂ R ₂

Evenals vorig jaar komen er in het afgevoerde water alleen lage ammoniumgehalten voor.

Het gebruik van nitrificatieremmer heeft op het ammoniumgehalte dus geen invloed gehad. Aan de hand van analyseresultaten, en de hoeveelheid van het afgevoerde water is per veldje een berekening gemaakt van de afgevoerde hoeveelheid nitraatstikstof.

Deze resultaten zijn gegeven in Tabel 4. Tevens is in deze tabel de hoeveelheid afgevoerde nitraatstikstof gegeven ten opzichte van de hoeveelheid die onder het kunstmest-N veldje uitspoelt.

De resultaten tussen de herhalingsveldjes 15, 31, en 48 liggen in uitspoelingseizoen 1987-1988 redelijk dicht bij elkaar.

Tabel 4. Nitraatafvoer in kg N per ha op de verschillende veldjes in de verschillende balansperioden

Balans periode	1	2	3	4	5	6	7	1 t/m 7	Uitsp. t.o.v. kunst- mest-N veldje	Veld- code
Afvoer mm	96,9	29,6	67,4	57,9	64,3	114,8	78,3	509,2		
Veld										
8	4,4	1,3	6,2	6,2	6,1	33,7	24,5	82,4	49,7	T ₂ D ₁ R ₂
9	11,4	2,5	6,0	8,6	10,5	39,6	35,9	114,5	81,8	T ₂ D ₁ R ₁
11	26,6	7,2	15,5	11,5	11,5	48,9	64,0	185,2	152,5	T ₂ D ₂ R ₂
13	36,7	7,7	10,4	9,7	15,6	54,0	59,4	193,5	160,8	T ₂ D ₂ R ₁
15	21,1	4,0	4,9	9,4	20,6	37,9	25,2	123,1	90,4	T ₁ D ₂ R ₁
29	5,4	2,6	11,7	24,3	35,3	49,1	20,8	149,2	116,5	T ₁ D ₁ R ₁
31	4,5	3,2	12,2	15,0	23,7	35,7	22,6	116,9	84,2	T ₁ D ₂ R ₁
32	7,6	2,1	6,6	10,0	14,4	45,3	35,0	121,0	88,3	T ₁ D ₁ R ₂
35	54,3	11,4	13,2	12,0	14,8	31,5	25,5	162,7	130,0	T ₁ D ₂ R ₂
48	7,3	2,0	6,7	17,5	37,9	44,8	11,1	127,3	94,6	T ₁ D ₂ R ₁
50	61,1	14,1	14,9	10,1	12,8	12,0	4,3	129,3	96,6	T ₃ D ₁ R ₂
51	3,0	1,1	4,6	4,2	4,8	10,2	4,8	32,7	0,0	N
52	12,6	2,7	6,4	5,8	3,8	6,6	4,5	42,4	9,7	T ₃ D ₁ R ₁
53	21,9	4,5	9,3	10,6	10,4	12,1	4,8	73,6	40,9	T ₃ D ₂ R ₁
54	40,0	8,5	12,2	12,5	13,0	12,6	3,9	102,7	70,0	T ₃ D ₂ R ₂

Om de hoeveelheden uitgespoelde nitraatstikstof per behandelingsmethode goed te kunnen vergelijken is Tabel 5 gemaakt.

Voor de uitspoeling onder het $T_1D_2R_1$ veldje is de hoeveelheid berekend uit het gemiddelde van veldje 15, 31 en 48.

Tabel 5. Nitraatuitspoeling (kg N/ha/jr) bij de verschillende behandelingen

	D1 = 50 ton/ha			D2 = 100 ton/ha			
	T_1	T_2	T_3		T_1	T_2	T_3
R_1	149	115	42	R_1	122	194	74
R_2	121	82	129	R_2	163	185	103

Ten aanzien van Tabel 4, 5 en 6 kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden:

- de N-uitspoeling van het kunstmestveldje is het laagst;
- bij gebruik van dierlijke mest is de laagste uitspoeling gevonden bij injectie in het voorjaar zonder toepassing van nitrificatieremmers;
- wordt Didin in het voorjaar toegepast, dan stijgt de N-uitspoeling duidelijk, vooral bij 50 ton per ha;
- de toediening van dierlijke mest, in najaar en winter veroorzaakt een hogere uitspoeling van nitraat vergeleken met voorjaarstoediening behalve bij 50 ton.ha⁻¹ met Didin;
- toevoeging van Didin in najaar en winter heeft, ten opzichte van niet toevoegen van Didin bij 100 ton/ha geleid tot een hogere uitspoeling (T_1) of vrijwel gelijke uitspoeling van nitraat (T_2). Ook voor het T_2 -object was mogelijk een hogere uitspoeling gemeten als niet circa een kwart van de mest oppervlakkig was toegediend door een technisch defect (Bijlage 1). Hierdoor is er meer vervluchtigd en minder uitgespoeld.

Het gemiddelde nitraatgehalte van het uitgespoelde water bij de verschillende behandelingen is uitgerekend door de totale uitgespoelde hoeveelheid nitraatstikstof te delen door de totale hoeveelheid afgevoerd water gedurende de hele afvoerperiode. De gehalten zijn gegeven in Tabel 6.

Nitrificatieremmers hebben in principe geen invloed op de K-uitspoeling. In het uitspoelingsseizoen 1987-1988 is ook het kaligehalte van het afgevoerde water gemeten om een indruk te krijgen van de K-uitspoeling.

Tabel 6. Gemiddeld nitraatgehalte in mg NO₃-N.l⁻¹. van het afgevoerde water bij de verschillende behandelingen

	D1 = 50 ton/ha			D2 = 100 ton/ha			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	
R ₁	29	22	8	R ₁	24	38	14
R ₂	24	16	25	R ₂	32	36	20
N veldje			6				

De totale hoeveelheid afgevoerde K bij de verschillende behandelingen is gegeven in de tabell 7 en 8.

Tabel 7. Kali-afvoer in kg K⁺ per ha op de verschillende veldjes in de verschillende balansperioden

Balans									K ⁺ uitspoeling	
periode	1	2	3	4	5	6	7	lt/m7	t.o.v. kunst-	
Afvoer									mestveldje	
mm	90,6	29,6	67,4	57,9	64,3	114,8	78,3	509,2		Veldcode
Veld										
8	13,3	4,2	10,8	9,7	12,9	26,0	17,4	94,3	44,4	T ₂ D ₁ R ₂
9	17,7	6,0	10,9	7,9	12,8	32,2	24,2	111,7	61,8	T ₂ D ₁ R ₁
11	36,1	10,0	15,1	13,8	29,8	68,7	50,3	223,8	173,9	T ₂ D ₂ R ₂
13	26,1	7,2	11,6	11,1	24,4	60,3	47,6	188,3	138,4	T ₂ D ₂ R ₁
15	25,4	7,9	13,5	15,6	32,1	70,3	46,5	211,3	161,4	T ₁ D ₂ R ₁
29	18,4	6,0	11,6	15,9	25,5	39,0	21,6	138,0	88,1	T ₁ D ₁ R ₁
31	42,2	12,1	18,3	18,5	33,0	60,3	39,9	224,3	174,4	T ₁ D ₂ R ₁
32	19,2	5,7	8,6	8,9	16,2	29,9	22,3	110,8	60,9	T ₁ D ₁ R ₂
35	47,4	12,0	15,0	15,4	26,9	55,2	39,2	211,1	161,2	T ₁ D ₂ R ₂
48	20,5	6,2	10,4	12,7	24,2	41,4	23,9	139,3	89,4	T ₁ D ₂ R ₁
50	57,4	12,9	11,7	7,9	12,7	19,4	11,3	133,3	83,4	T ₃ D ₁ R ₂
51	8,9	3,2	5,9	4,8	6,9	12,2	8,0	49,9	0	N
52	14,7	4,1	6,0	4,6	7,0	12,9	9,5	58,8	8,9	T ₃ D ₁ R ₁
53	21,6	6,1	9,2	7,9	12,2	23,0	16,4	96,4	46,5	T ₃ D ₂ R ₁
54	29,0	7,1	8,8	8,4	13,4	24,9	17,9	109,5	59,6	T ₃ D ₂ R ₂

De afvoer van het $T_1D_2R_1$ veldje is berekend uit het gemiddelde van veldje 15, 31 en 48.

Tabel 8. Kali-uitspoeling (kg K/ha/jr) bij de verschillende behandelingen

	D1 = 50 ton/ha			D2 = 100 ton/ha			
	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	
R_1	138	112	59	R_1	191	188	96
R_2	111	94	133	R_2	211	224	110
N veldje			50				

Wat betreft de K-uitspoeling kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- de laagste K-uitspoeling is gemeten bij het kunstmestveldje;
- Didin heeft in principe geen invloed op de K-uitspoeling. De veel hogere K-uitspoeling bij een voorjaarbemesting van 50 ton/ha met Didin, $T_3D_1R_2$ is daarom onverklaarbaar. Het hoge niveau is niet te verklaren uit de bemesting;
- aanwending van dierlijke mest in najaar en winter leidt tot een aanzienlijke verhoging van de K-uitspoeling ten opzichte van de voorjaarsbehandeling. Een uitzondering vormt hier $T_3D_1R_2$.

Het gemiddelde kaligehalte van het uitgespoelde water bij de verschillende behandelingen is berekend door de totale K-uitspoeling te delen door de hoeveelheid afgevoerd water in de afvoerperiode.

De gehalten zijn gegeven in Tabel 9.

Tabel 9. Gemiddelde K^+ -gehalte (mg K/l) van het afgevoerde water bij de verschillende behandelingen

	D1 = 50 ton/ha			D2 = 100 ton/ha			
	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	
R_1	27	22	12	R_1	38	37	19
R_2	22	19	26	R_2	41	44	22
N veldje			10				

De hoeveelheid uitgespoeld nitraat-N en Kalium ten opzichte van het kunstmest N-veldje is gegeven in Tabel 10.

Tabel 10. Uitgespoelde hoeveelheden nitraat-N en Kalium in kg/ha.jr van de veldjes met verschillende behandelingen ten opzichte van het kunstmest-N veldje

			Nitraat-N uitspoeling	K ⁺ -uitspoeling
T ₁	D ₁	R ₁	117	88
	D ₁	R ₂	88	61
	D ₂	R ₁	90	142
	D ₂	R ₂	130	161

T ₂	D ₁	R ₁	82	62
	D ₁	R ₂	50	44
	D ₂	R ₁	161	138
	D ₂	R ₂	153	174

T ₃	D ₁	R ₁	10	9
	D ₁	R ₂	97	83
	D ₂	R ₁	41	46
	D ₂	R ₂	70	61

De resultaten van de nitraat-N en K-uitspoeling zijn grafisch weergegeven in Fig. 1 en 2.

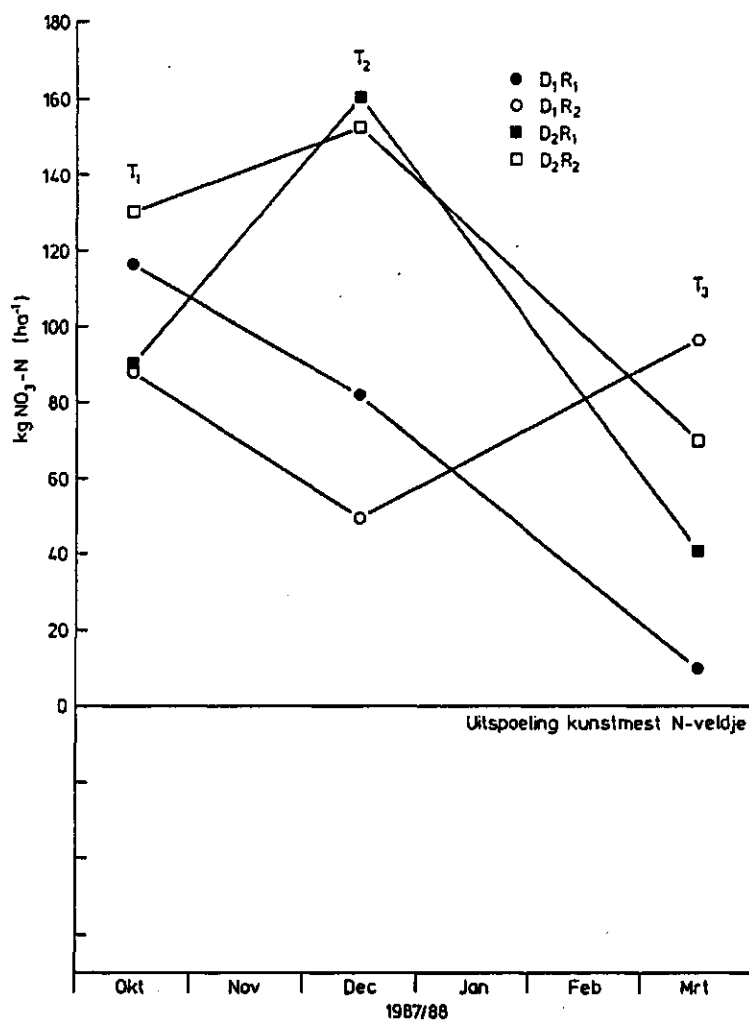


Fig. 1. Uitspoeling in kg nitraat-N per ha van de verschillende behandelingen op de tijdstippen van bemesting T₁, T₂ en T₃ voor de periode augustus 1987 tot april 1988

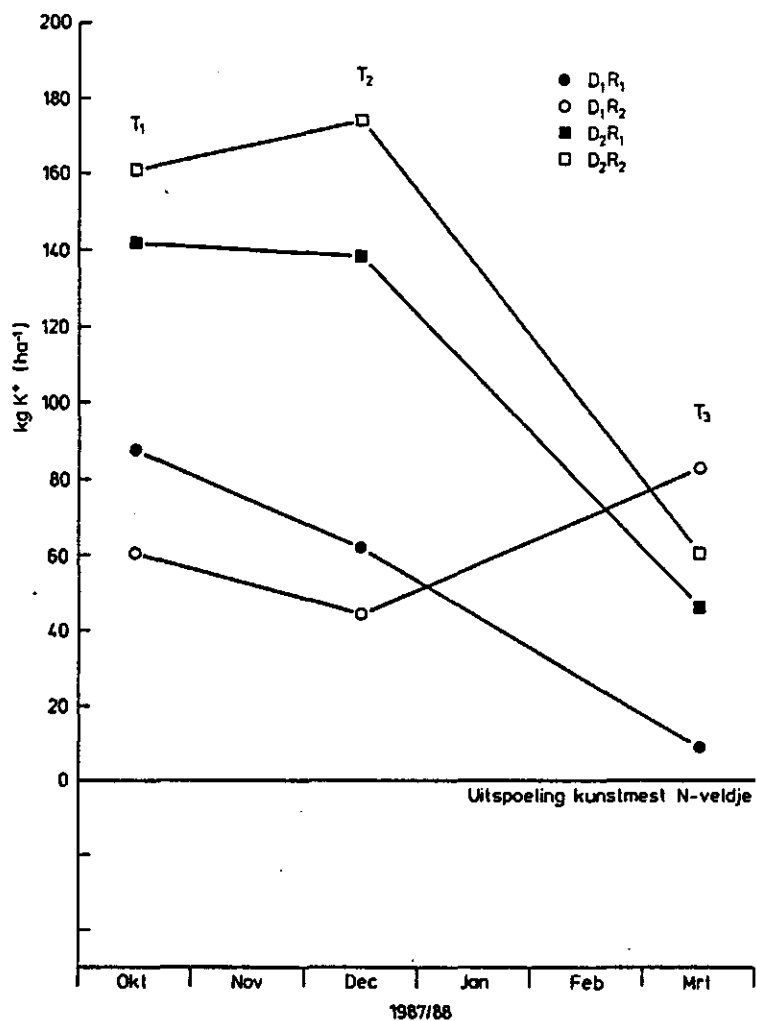


Fig. 2. Uitspoeling in kg K per ha van de verschillende behandelingen op de tijdstippen van bemesting T₁, T₂ en T₃ voor de periode augustus 1987 tot april 1988

5. SAMENVATTING

De invloed van nitrificatieremmers bij de toediening van dierlijke mest op de nitraatuitspoeling naar het grondwater is voor het derde achtereenvolgende jaar nagegaan bij een zandgrond met het gewas snijmais. Het onderzoek is uitgevoerd bij twee drijfmestniveaus en 3 tijdstippen van toediening (najaar, winter, voorjaar). Tevens is de K-uitspoeling gemeten.

De laagste N-uitspoeling is gemeten bij het kunstmest-object. Bij gebruik van dierlijke mest is de laagste uitspoeling gevonden bij injectie in het voorjaar zonder remmer. Toepassing van de remmer in najaar en winter heeft wisselende gevolgen voor de nitraatuitspoeling.

De laagste K-uitspoeling is gemeten bij het kunstmest-object. Bij bemesting met dierlijke mest is de uitspoeling het laagst bij voorjaarstoedieningen. Een hogere mestgift leidt tot een hogere K-uitspoeling.

Een definitieve interpretatie is pas mogelijk in samenhang met de door het CABO verzamelde gegevens over gewasopname.

BIJLAGE 1

BASISGEGEVEN CABO MESTGIFT EN CONCENTRATIE 1987/1988

Datum injekteren	Veld no.	Ton/ha drijfm.	Ton/ha drijfm.	Code	% N NH ₄	% N tot.	P %	K %	S.G.
21-10-1987	15	94,2	112,7	D2R1	0,19	0,42	0,08	0,47	1,02
	29	46,4	48,9	D1R1					
	31	94,2	98,1	D2R1					
	32	44,9	49,8	D1R2					
	35	101,1	95,1	D2R2					
	48	101,0	115,3	D2R1					
8-12-1987	8	48,1	46,7	D1R2	0,19	0,45	0,09	0,51	1,043
	9	41,8	48,1	D1R1					
	11*	99,1	101,6	D2R2					
	13	96,5	96,0	D2R1					
26-02-1988	50	47,8	64,1	D1R2	0,25	0,49	0,08	0,50	1,026
	52	53,9	49,5	D1R1					
	53	103,3	100,0	D2R1					
	54	105,5	97,7	D2R2					

* Bij de hoeveelheid 99,1 is één injectiepoet oppervlakkig toegediend (½ deel).

Er was een slang losgesprongen.

BIJLAGE 2

NEERSLAG DROEVENDAAL

Data	1988												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	0	6,7	1,6	0	5,2	2,2	0	0	2,7	0	1,3	0	
2	8,3	0,8	0	0	2,6	0	0	0	3,2	0	0	0	
3	4,1	2,4	2,5	0	2,6	0	0	1,1	1,8	0	0	6,7	
4	2,5	0	0	0	3,5	1,3	0	0	9,3	0	0	3,5	
5	17,9	8,2	4,3	0	0	0	8,2	0	0	0	0	3,4	
6	0,5	0,6	10,1	0	0	1,5	1,6	0	0	3,6	0	4,4	
7	2,0	6,5	0,1	0	0,6	0	10,5	0	0	13,6	0	0,5	
8	0	1,3	0	0	0	0	1,2	0	0	13,0	0	0,8	
9	1,2	3,7	2,7	1,7	0	0	0,3	0	0	5,5	0	3,1	
10	13,2	6,0	2,4	2,0	8,9	1,0	0	0	0	0	4,0	0	
11	0	0	5,7	0	0	0	2,0	9,2	0	0	0	2,8	
12	0	2,0	0,6	0	0	0	0	0	0,7	0,2	11,2	0,5	
13	0	0	4,1	0	0	0	3,1	0	9,4	0	1,2	0,2	
14	0,4	0,2	3,4	0	0	0	3,5	0	4,0	0	0	1,5	
15	0	0	5,0	0	0	0	9,0	0	1,7	0	0	1,0	
16	0	0	1,2	3,3	0	0	6,6	0	3,9	0	0	0	
17	0	0,9	0	2,5	0	0	5,5	0	2,3	0	0	0	
18	0	2,5	0	0	0,5	0,5	1,0	0	1,8	0	2,7	14,6	
19	0	0,7	9,5	1,4	0	0	0	0	0,6	5,0	2,0	9,1	
20	1,2	0	10,0	0,2	1,5	0,5	0	2,1	0	4,6	0	0,8	
21	0,3	0,1	1,7	0	0	0	0	7,0	0	0,2	0	0,6	
22	8,4	3,1	1,1	0	0	11,5	2,8	8,0	0	0	1,6	0	
23	9,7	2,0	3,2	0	2,0	1,6	10,4	1,5	0	0	0	3,4	
24	6,3	0	5,8	0	0	1,0	0,6	0	15,7	0	0	0,8	
25	11,7	0	7,1	0	0	1,4	3,2	6,5	4,3	0	1,3	0	
26	2,9	0	3,9	0	3,0	0	8,6	1,9	0,4	0	0	0,4	
27	5,0	1,3	2,8	0	4,2	0	6,3	0	5,9	0	1,0	0,5	
28	8,3	2,2	2,8	4,1	2,7	0	0	1,6	3,3	0	0,5	0	
29	7,7	4,8	5,0	0	3,0	0	0	18,2	0,5	0,4	12,2	0	
30	1,0		5,3	0	3,0	0	0	0	0	0	10,7	0	
31	6,0		1,3		0		0	0		0		0	