

# **De stikstofwerking van verschillende soorten dunne mest bij verschillen- de toedieningstechnieken op grasland**

J.H. Geurink en H.G. van der Meer

**ab-dlo**

Het DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) is onderdeel van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Het instituut is opgericht op 1 november 1993 en is ontstaan door de samenvoeging van het Wageningse Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO) en het in Haren gevestigde Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB-DLO).

DLO heeft tot taak het genereren van kennis en het ontwikkelen van expertise ten behoeve van de beleidsvoorbereiding en -uitvoering van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, het bevorderen van de primaire landbouw en de agrarische industrie, het inrichten en beheren van het landelijk gebied, en het beschermen van natuur en milieu.

AB-DLO heeft tot taak het verrichten van zowel fundamenteel-strategisch als toepassingsgericht onderzoek en is gepositioneerd tussen het fundamentele basisonderzoek van de universiteiten en het praktijkgerichte onderzoek op proefstations. De verkregen onderzoeksresultaten dragen bij aan de bevordering van:

- de bodemkwaliteit;
- duurzame plantaardige produktiesystemen;
- de kwaliteit van landbouwprodukten.

Kernexpertises van het AB-DLO zijn: plantenfysiologie, bodembioïologie, bodemchemie en -fysica, nutriëntenbeheer, gewas- en onkruidedecologie, graslandkunde en agrosysteemkunde.

#### **Adres**

##### *Vestiging Wageningen:*

Postbus 14, 6700 AA Wageningen

tel. 08370-75700

fax 08370-23110

e-mail [postkamer@ab.agro.nl](mailto:postkamer@ab.agro.nl)

##### *Vestiging Haren:*

Postbus 129, 9750 AC Haren

tel. 050-337777

fax 050-337291

e-mail [postkamer@ab.agro.nl](mailto:postkamer@ab.agro.nl)

#### **Na 10-10-1995:**

tel. 0317-475700

fax. 0317-423110

tel. 050-5337777

fax. 050-5337291

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Opzet van het onderzoek	5
2.1. Algemeen	5
2.2. Bemesting met dunne mest en kunstmest	5
2.3. Opbrengstbepalingen	11
2.4. Weersgegevens	11
3. Resultaten	13
3.1. Drogestof- en stikstofopbrengsten per jaar	13
3.2. Verdeling van het dunne mest- en het kunstmest-N effect over de sneden	17
4. Analyse van de resultaten	19
4.1. Inleiding	19
4.2. Efficiënties en recoveries van stikstof uit dunne mest en kunstmest	19
4.3. Werking van stikstof uit dunne mest ten opzichte van kunstmeststikstof	23
4.4. Verband tussen W-ds en W-N	29
4.5. Verband tussen de weersomstandigheden en de benutting van stikstof uit bovengronds toegediende dunne mest	30
5. Discussie	33
6. Conclusies	35
Literatuur	37
Bijlage 1. Drogestofopbrengsten per snede ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) onder invloed van mestsoort, toedieningstechniek en niveau kunstmeststikstof in voorjaar 1989, juni 1989, voorjaar 1990 en voorjaar 1991	4 pp.
Bijlage 2. Stikstofopbrengsten per snede ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) onder invloed van mestsoort, toedieningstechniek en niveau kunstmeststikstof in voorjaar 1989, juni 1989, voorjaar 1990 en voorjaar 1991	4 pp.

## Samenvatting

In 1989 werden zowel in het voorjaar als in juni een proef uitgevoerd waarin de N-werking op grasland van zes verschillende soorten dunne mest (dunne rundermest, dunne vleesvarkensmest, dunne zeugenmest, het centrifugaat van dunne vleesvarkensmest, het effluent van dunne rundermest en het effluent van dunne vleesvarkensmest) werd bepaald. In deze twee proeven werden twee toedieningstechnieken toegepast te weten: diepe injectie en bovengrondse toediening van onverdunde mest.

In 1990 en 1991 werd in het voorjaar een vergelijkbare proef als in 1989 aangelegd, echter met dit verschil dat er slechts drie mestsoorten werden gebruikt (dunne rundermest, dunne vleesvarkensmest en het centrifugaat van dunne vleesvarkensmest), terwijl de toedieningstechnieken werden uitgebreid tot vier (diepe injectie, zode-bemesting en bovengrondse toediening van onverdunde en verdunde mest).

In alle proeven werden ter vergelijking enkele objecten met kunstmest-N opgenomen. Tevens waren er in alle proeven als referentie twee objecten waar geen dunne mest of kunstmest-N werd toegediend. Er werd zo goed mogelijk gezorgd voor voldoende P- en K-bemesting. Alle proeven werden als blokkenproef in viervoud aangelegd.

Er waren grote verschillen in samenstelling tussen de verschillende mestsoorten wat betreft het gehalte aan drogestof, N-totaal, N-mineraal en het aandeel N-mineraal in de N-totaal.

Met behulp van de N-efficiëntie (ANE = apparent nitrogen efficiency) en de N-recovery (ANR = apparent nitrogen recovery) werd de werking van N uit dunne mest vergeleken met de werking van N uit kunstmest. De verhouding tussen de ANE en ANR uit dunne mest en die uit kunstmest geeft een werkingscoëfficiënt van de N uit dunne mest weer, respectievelijk voor het effect op de drogestofproductie (W-ds) en op de N-opname (W-N).

De werking van N uit de verschillende soorten dunne mest is zowel berekend op basis van de toegediende hoeveelheid N-totaal als op basis van de N-mineraal. Door de werking te berekenen op basis van N-mineraal valt het effect van een verschillend aandeel N-mineraal in de N-totaal van de mestsoorten weg.

Uit de resultaten blijkt dat er binnen een zelfde toedieningstechniek in een proef verschillen in W-ds en W-N tussen de mestsoorten voorkomen. Deze verschillen zijn niet consistent over de proeven.

De techniek van mesttoediening had wel een duidelijk effect op de werking van N uit dunne mest.

De gemiddelde W-ds (op basis van de hoeveelheid N-mineraal in de dunne mest) over alle mestsoorten en alle proeven bedroeg bij diepe injectie, zode-bemesting, bovengrondse toediening van onverdunde mest en bovengrondse toediening van verdunde mest (2-3 % ds) respectievelijk 83, 92, 46 en 81 %.

De gemiddelde W-N (eveneens op basis van de hoeveelheid N-mineraal in de dunne mest) over alle mestsoorten en alle proeven bedroeg bij diepe injectie, zode-bemesting, bovengrondse toediening van onverdunde mest en bovengrondse toediening van verdunde mest respectievelijk 115, 98, 48 en 69 %. Deze verschillen zijn zeer waarschijnlijk het gevolg van verschillen in N-verlies door ammoniakvervluchtiging.

Het feit dat de W-N bij diepe injectie gemiddeld 115 % was, betekent waarschijnlijk dat naast de minerale N ook een deel van de organische N uit de mest mineraliseerde en door het gras werd benut.

Bij diepe injectie was de W-N duidelijk hoger dan de W-ds. Dit betekent dat in die situatie de opgenomen N uit de dunne mest minder efficiënt door het gras werd benut voor drogestofproductie dan de opgenomen N uit kunstmest. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de onregelmatige verdeling van de N over het oppervlak en de diepe plaatsing van de mest bij deze techniek (tandafstand 50 cm en een injectie diepte van 15-20 cm).

Bij bovengrondse toediening van verdunde mest was de W-ds juist hoger dan de W-N.

Uit ander onderzoek is gebleken dat bij gecombineerd toedienen van geïnjecteerde dunne mest en kunstmest-N er nauwelijks verschil was tussen de W-N en de W-ds, als bij de verdeling van de kunstmest-N over de sneden rekening werd gehouden met de werking van de N uit de dunne mest. Op grond van het voorgaande mag verwacht worden dat de verschillen in W-N en W-ds die in deze proeven bij diepe injectie werden gevonden bij apart toedienen van dunne mest en kunstmest, bij gecombineerd toedienen van dunne mest en kunstmest sterk zouden verdwijnen. Bij de verdeling van de kunstmest-N over de sneden dient dan wel rekening te worden gehouden met de werking van N uit dunne mest.

Neerslag tijdens en direct na bovengrondse toediening van onverdunde mest had een gunstig effect op de N-werking. In alle gevallen waren W-ds en W-N van bovengronds toegediende onverdunde mest echter aanzienlijk lager dan bij de andere toedieningstechnieken.

# 1. Inleiding

Uit eerder onderzoek is naar voren gekomen dat er grote verschillen bestaan in de benutting van N uit dunne mest (Snijders et al., 1987; Schils et al., 1988; Geurink et al., 1995). Hierbij spelen waarschijnlijk een aantal factoren een rol:

- a. De aard van de dunne mest (samenstelling, fysische eigenschappen).
- b. De dosering en/of wijze van toedienen.
- c. De weersomstandigheden tijdens en direct na toediening.

Van 1989 tot en met 1991 werd een aantal proeven uitgevoerd op grasland op zandgrond, waarin de N-werking van een aantal soorten dunne mest werd vergeleken bij verschillende toedieningstechnieken. In 1989 werden zes soorten dunne mest bij twee toedieningstechnieken onderzocht; in 1990 en 1991 werden drie soorten dunne mest bij vier toedieningstechnieken beproefd.

In dit verslag worden de resultaten vermeld.



## 2. Opzet van het onderzoek

### 2.1. Algemeen

In 1989 werden op de proefboerderij Droevendaal van het AB-DLO te Wageningen twee proeven aangelegd waarin de N-werking van zes verschillende soorten dunne mest werd bepaald bij diepe injectie en bovengrondse toediening. Het verschil tussen de twee proeven bestond in het tijdstip waarop de dunne mest werd toegediend. In de eerste proef werd de mest toegediend in het voorjaar en in de tweede in juni. Het proefveld werd aangelegd op grasland op zandgrond (pH-KCl 4,9, organische stof 3,2 %, P-AL 76 en K-getal 16). Het gras bestond overwegend uit Engels raaigras.

In 1990 werd op de zelfde locatie als in 1989 een vergelijkbare proef aangelegd. In deze proef werden slechts drie mestsoorten gebruikt. Het aantal toedieningstechnieken werd uitgebreid tot vier. De mest werd in het voorjaar toegediend. In deze proef werd bij diepe injectie de mest in één keer voor de eerste snede toegediend. Bij de andere toedieningstechnieken werd de mest in twee keer toegediend, namelijk 50 % voor de eerste snede en 50 % direct na de eerste snede.

In 1991 werd de proef van 1990 herhaald, zij het op een ander perceel grasland eveneens op zandgrond. De bodemanalyse zag er als volgt uit: pH-KCl 5,4, organische stof 3,2 %, P-AL 44 en K-getal 39. Het gras bestond overwegend uit Engels raaigras. Alle proeven werden als blokkenproef in viervoud aangelegd. Het object zonder N-bemesting in achtvoud.

### 2.2. Bemesting met dunne mest en kunstmest

In alle proeven werden naast de verschillende soorten dunne mest ook enkele objecten met kunstmest-N aangelegd. Omdat het in dit onderzoek ging om de werking van N uit dunne mest, werd de P- en K-voorziening op alle objecten optimaal gehouden. De dunne mest werd toegediend met een speciaal voor proefvelden ontwikkelde machine (Schepers, 1978). Bij diepe injectie bedroeg de injectiediepte 15-20 cm en de tandafstand 50 cm. Bij zode-bemesting werd de dunne mest op een diepte van 5-8 cm in gleufjes gebracht met een onderlinge afstand van 20 cm. De kunstmest-N werd toegediend met een kunstmeststrooier (Enti) die speciaal voor het bemesten van proefvelden werd ontwikkeld.

In de Tabellen 1 en 2 wordt een overzicht gegeven van de in de proefplannen voorziene hoeveelheden dunne mest en kunstmest-N met de bijbehorende codes.

In 1989 werden in het voorjaar en in juni (twee proeven) zes soorten dunne mest geïnjecteerd, te weten: dunne rundermest (DRM), dunne vleesvarkensmest (DVM), dunne zeugenmest (DZM), centrifugaat van dunne vleesvarkensmest (DVMC), effluent van dunne rundermest (DRME) en effluent van dunne vleesvarkensmest (DVME). Van DRM werd 40 ton per ha toegediend, van de overige mestsoorten 30 ton per ha.



Tabel 1. Overzicht van de in de proefplannen voorziene hoeveelheden dunne mest (ton·ha<sup>-1</sup>·jaar<sup>-1</sup>)

Code <sup>1)</sup>	Diepe injectie				Zodebemesting		Bovengronds				Verdund bovengronds <sup>2)</sup>	
	1989	1989	1990	1991	1990	1991	1989	1989	1990	1991	1990	1991
	voorj.	juni	voorj.	voorj.	voorj.	voorj.	voorj.	juni	voorj.	voorj.	voorj.	voorj. <sup>3)</sup>
DRM	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	160	160
DVM	30	30	25	25	25	25	30	30	25	25	100	100
DZM	30	30					30	30				
DVMC	30	30	20	20	20	20	30	30	20	20	35	35
DRME	30	30					30	30				
DVME	30	30					30	30				

1) DRM = dunne rundermest

DVM = dunne vleesvarkensmest

DZM = dunne zeugenmest

DVMC = centrifugaat van dunne vleesvarkensmest

DRME = effluent van dunne rundermest

DVME = effluent van dunne vleesvarkensmest

2) Bovengrondse toediening waarbij de mest met water werd verdund tot een drogestofgehalte van 20-30 g per kg

3) Tijdstip van mesttoediening: voorj. = voorjaar

In 1990 en 1991 werd bij zode-bemesting en bij bovengrondse toediening van onbehandelde en verdunde mest, de mest in twee keer toegediend te weten: 50 % voor de eerste snede en 50 % voor de tweede snede

Tabel 2. Overzicht van de in de proefplannen voorziene hoeveelheden kunstmest-N (kg·ha<sup>-1</sup>·snede<sup>-1</sup>)

Jaar	Start proef	Code	Kunstmest-N per snede (kg·ha <sup>-1</sup> )		
			Snede		
			1	2	3
1989	Voorjaar	N0	0	0	0
		N1	30	20	10
		N2	60	40	20
		N3	90	60	30
1989	Juni	N0	0	0	0
		N1	30	20	10
		N2	60	40	20
		N3	90	60	30
1990	Voorjaar	N0	0	0	0
		N1	30	20	20
		N2	60	40	40
		N3	90	60	60
1991	Voorjaar	N0	0	0	0
		N1	30	20	20
		N2	60	40	40
		N3	90	60	60

Het centrifugaat kwam uit een mestverwerkende fabriek. Het effluent werd verkregen door uit de oorspronkelijke mest een deel van de vaste bestanddelen met een mestscheider te verwijderen. Behalve door diepe injectie werden deze zes mestsoorten ook bovengronds toegediend in dezelfde hoeveelheden als bij diepe injectie.

In 1990 en 1991 werd alleen in het voorjaar mest toegediend. Er werden slechts drie mestsoorten gebruikt, te weten DRM, DVM en DVMC. Het aantal mesttoedieningstechnieken werd uitgebreid tot vier: diepe injectie, zode-bemesting, bovengrondse toediening van onbehandelde en verdunde mest, waarbij de mest met water werd verdund tot een drogestofgehalte van 20-30 gram per kg. In 1990 en 1991 werd getracht om met de verschillende mestsoorten en toedieningstechnieken steeds ongeveer een zelfde hoeveelheid N-mineraal te geven. Bij diepe injectie, zode-bemesting en bovengrondse toediening van onverdunde mest werd van de mestsoorten DRM, DVM en DVMC respectievelijk 40, 25 en 20 ton per ha toegediend. Bij bovengrondse toediening van verdunde mest werd van de mestsoorten DRM, DVM en DVMC respectievelijk ongeveer 160, 100 en 35 ton per ha gegeven. Bij injectie werd de mest in één keer toegediend; bij bovengrondse toediening in twee keer, namelijk in gelijke hoeveelheden aan de eerste en tweede snede. Dit werd gedaan om afspoelen van de grote hoeveelheid verdunde mest te voorkomen. Ook bij zode-bemesting werd de mest in twee keer toegediend om overlopen van de sleuven te voorkomen.

In alle proeven werden ter vergelijking enkele objecten met kunstmest-N opgenomen (Tabel 2). De niveaus kunstmest-N werden zodanig gekozen dat ongeveer hetzelfde bereik van opbrengsten verwacht kon worden als op objecten met dunne mest. De kunstmest-N werd over drie sneden verdeeld omdat op de objecten met dunne mest nog een effect op de derde snede werd verwacht.

In de voorjaarsproef van 1989 en de voorjaarsproef van 1991 werden vier sneden geoogst, in de overige proeven drie sneden. Deze vierde snede werd niet bemest met kunstmest-N.

Op het tijdstip waarop de (eerste) dunne mest werd toegediend, werd ook de eerste kunstmest-N gegeven. In alle proeven waren er twee objecten waar geen dunne mest of kunstmest-N werd toegediend. Dit werd gedaan om een betrouwbaardere schatting van de opbrengsten zonder bemesting te krijgen en daarmee ook van de werking van de N uit dunne mest en kunstmest. Opgemerkt dient te worden dat, teneinde op de onbemeste objecten steeds een oogstbare opbrengst te krijgen, het gehele proefveld met 20 kg kunstmest-N per ha werd bemest (basisbemesting). In de proeven in het voorjaar en juni van 1989 werd deze basisbemesting alleen voor de eerste snede gegeven; in 1990 en 1991 werd voor de eerste, tweede en derde snede een basisbemesting van 20 kg kunstmest-N per ha gegeven. De basis bemesting is niet in de Tabellen 1, 2, 3 en 4 vermeld.

In de Tabellen 3 en 4 zijn de werkelijk met de dunne mest en kunstmest toegediende hoeveelheden N-totaal en N-mineraal vermeld. In werkelijkheid wijken deze soms wat af van de in het proefplan voorziene hoeveelheden.

Tabel 3. Werkelijk met de dunne mest toegediende hoeveelheden N-totaal (a) en N-mineraal (b) in de vier proeven (kg·ha<sup>-1</sup>·jr<sup>-1</sup>)

Code	Diepe injectie				Zodebemesting		Bovengronds				Verdund bovengronds	
	1989 voorj.	1989 juni	1990 voorj.	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.	1989 voorj.	1989 juni	1990 voorj.	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.
a.	N-totaal (kg·ha <sup>-1</sup> ·jr <sup>-1</sup> )											
DRM	197	140	227	225	226	225	165	143	211	233	262	252
DVM	289	281	189	273	190	258	290	300	184	263	246	284
DZM	136	135					135	134				
DVMC	239	232	146	150	146	151	235	240	148	144	135	138
DRME	169	166					155	176				
DVME	311	305					331	310				
b.	N-mineraal (kg·ha <sup>-1</sup> ·jr <sup>-1</sup> )											
DRM	105	70	110	98	109	105	88	71	102	108	139	140
DVM	171	162	100	155	102	153	171	172	99	156	155	185
DZM	105	100					105	99				
DVMC	165	154	98	90	99	95	163	159	100	91	99	82
DRME	87	83					80	88				
DVME	186	184					198	187				

Tabel 4. Werkelijk toegediende hoeveelheden kunstmest-N in de vier proeven (kg·ha<sup>-1</sup>·snede<sup>-1</sup>)

Jaar	Start proef	Code	Kunstmest-N per snede (kg·ha <sup>-1</sup> )			Totaal	
			30/03/89	10/05/89	03/06/89		
1989	Voorjaar	N1	32	19	10	61	
		N2	58	40	20	117	
		N3	91	60	30	181	
			08/06/89	14/07/89	17/08/89		
1989	Juni	N1	31	20	10	61	
		N2	59	41	20	119	
		N3	91	61	30	182	
			21/03/90	11/05/90	08/06/90		
1990	Voorjaar	N1	30	20	21	71	
		N2	59	40	40	140	
		N3	90	60	61	210	
			05/04/91	16/05/91	11/06/91		
1991	Voorjaar	N1	30	20	20	71	
		N2	61	41	40	141	
		N3	89	59	60	208	

In Tabel 5 wordt de samenstelling van de mest vermeld.

Tabel 5. Samenstelling van de toegediende dunne mest in de verschillende proeven

Jaar	Tijdstip toediening	Methode van mesttoediening	Code	Samenstelling dunne mest (kg·ton <sup>-1</sup> )			
				ds	N-t	N-min	N-min fractie (%)
1989	Voorjaar	Diepe injectie en bovengronds	DRM	83	5	3	53
			DVM	124	10	6	59
			DZM	31	4	3	78
			DVMC	33	7	5	69
			DRME	82	5	3	51
			DVME	107	10	6	60
1989	Juni	Diepe injectie en bovengronds	DRM	86	5	2	50
			DVM	122	10	6	58
			DZM	28	4	3	74
			DVMC	42	7	5	66
			DRME	83	5	3	50
			DVME	101	9	6	60
1990	Voorjaar-voor eerste snede	Diepe injectie, zode-bemesting en bovengronds	DRM	102	5	3	49
			DVM	99	7	4	53
			DVMC	42	7	5	67
		Verdund bovengronds	DRM	27	2	1	53
			DVM	19	2	1	63
			DVMC	24	4	3	74
1990	Voorjaar- na eerste snede	Zode-bemesting en bovengronds	DRM	101	5	3	48
			DVM	104	7	4	55
			DVMC	44	7	5	68
		Verdund bovengronds	DRM	28	5	3	48
			DVM	20	2	1	63
			DVMC	21	3	3	73
1991	Voorjaar-voor eerste snede	Diepe injectie, zode-bemesting en bovengronds	DRM	110	6	2	44
			DVM	128	10	6	57
			DVMC	51	7	4	60
		Verdund bovengronds	DRM	27	2	1	52
			DVM	25	3	2	63
			DVMC	29	4	2	56
	Voorjaar- na eerste snede	Zode-bemesting en bovengronds	DRM	92	6	3	49
			DVM	113	10	6	62
			DVMC	48	7	5	66
		Verdund bovengronds	DRM	18	2	1	60
			DVM	27	3	2	67
			DVMC	23	4	2	64

Uit Tabel 5 blijkt dat er tussen de mestsoorten grote verschillen waren in samenstelling. In de DZM was het drogestofgehalte het laagst en over het algemeen in de DVM het hoogst. In DVM, DVMC en DVME waren de gehalten N-totaal en N-mineraal duidelijk hoger dan in de andere mestsoorten. Opvallend is de hoge fractie N-mineraal in DZM. Door DRM en DVM met een mestscheider te behandelen, veranderde de samenstelling nauwelijks (vergelijk DRME en DVME met DRM en DVM). De consistentie van het effluent verschilde echter duidelijk van die van de oorspronkelijke mest. In DVMC was het drogestofgehalte duidelijk lager dan in DVM. Hierdoor hoefde veel minder water toegevoegd te worden om deze mest tot ca 20-30 kg drogestof per ton te verdunnen. DVMC had een hogere fractie N-mineraal in N-totaal dan DVM.

In Tabel 6 worden de data van toediening van de dunne mest en de kunstmest-N en van het oogsten van de sneden vermeld.

Op basis van de resultaten van grondonderzoek en de geschatte onttrekking van mineralen door het gras werd steeds gezorgd voor aanvullende bemesting met fosfaat en kali zodat de P- en K-voorziening op alle objecten optimaal werd gehouden.

In het voorjaar van 1989 werd in mei 36 mm (3\*12) en in juni 14 mm water toegediend door middel van kunstmatige beregening.

Tabel 6. Data van toediening van de dunne mest en de kunstmest-N en van oogsten van de sneden

Jaar	Toediening dunne mest	Toediening kunstmest-N	Oogst gras
1989	29/03/89	30/03/89	09/05/89
		10/05/89	02/06/89
		03/06/89	06/07/89
			24/08/89
1989	07/06/89	08/06/89	13/07/89
		14/07/89	17/08/89
		17/08/89	18/10/89
1990	29/03/90 10/05/90	21/03/90	09/05/90
		11/05/90	05/06/90
		08/06/90	02/07/90
1991	22/03/91 15/05/91	05/04/91	13/05/91
		16/05/91	10/06/91
		11/06/91	10/07/91 20/08/91

## 2.3. Opbrengstbepalingen

Afhankelijk van de duur van de werking van de N werden na het toedienen van de dunne mest 3 of 4 sneden geoogst. Er werd gemaaid met een Hege oogstmachine (met een balkbreedte van 1,50 m) op een stoppelhoogte van 4-5 cm. De bruto grootte van de veldjes bedroeg 33 m<sup>2</sup> en de netto grootte 15 m<sup>2</sup>. Omdat het in deze proef ging om de werking van N werd per snede en per veldje de opbrengst aan vers gras bepaald en werd een monster genomen voor bepaling van de gehalten aan drogestof en N-totaal. Uitgangspunt voor het vaststellen van de maaidata was een geschatte opbrengst van 2000-3000 kg drogestof per ha op het snelst groeiende object. De oogstdata van de sneden in de verschillende proeven zijn vermeld in Tabel 6.

## 2.4. Weersgegevens

Op basis van decadegegevens, ontleend aan Stol (1994), zijn voor ieder groeiseizoen voor de betrokken proef neerslagsommen (Tabel 7) en temperatuursommen (Tabel 8) berekend. Deze seizoensgegevens zijn vergeleken met de gemiddelde waarden gedurende de periode 1954-1991. In geen enkel seizoen was het natter dan gemiddeld (tenminste 40 mm meer neerslag). Droger dan gemiddeld (tenminste 40 mm minder neerslag) waren het voorjaar van 1990 en de zomer van 1989.

Warmer dan gemiddeld (tenminste 100 graaddagen meer) waren het voorjaar van 1989 en 1990.

Tabel 7. Neerslag (mm) per drie-maandelijkse periode in Wageningen

Periode	1989	1990	1991	Gemiddeld 1954-1991
1/3-31/5	176	111	92	163
1/6-31/8	175	231	181	218
1/9-30/11	180			200

Tabel 8. Temperatuursommen (graaddagen, drempelwaarde 0 °C) in Wageningen

Periode	1989	1990	1991	Gemiddeld 1954-1991
1/3-31/5	888	891	790	776
1/6-31/8	1504	1498	1488	1495
1/9-30/11	976			926



### 3. Resultaten

#### 3.1. Drogestof- en stikstofopbrengsten per jaar

In de Tabellen 9 en 10 zijn de drogestof- en N-opbrengsten gegeven die in de vier proeven bij de verschillende behandelingen werden verkregen. In Bijlage 1 zijn de drogestofopbrengsten per snede gegeven. In Bijlage 2 zijn de N-opbrengsten per snede gegeven.

Doordat er met de mestsoorten vaak zeer verschillende hoeveelheden beschikbare N (N-mineeraal) gegeven zijn, kunnen de drogestof- en N-opbrengsten in de Tabellen 9 en 10 niet zonder meer vergeleken worden.

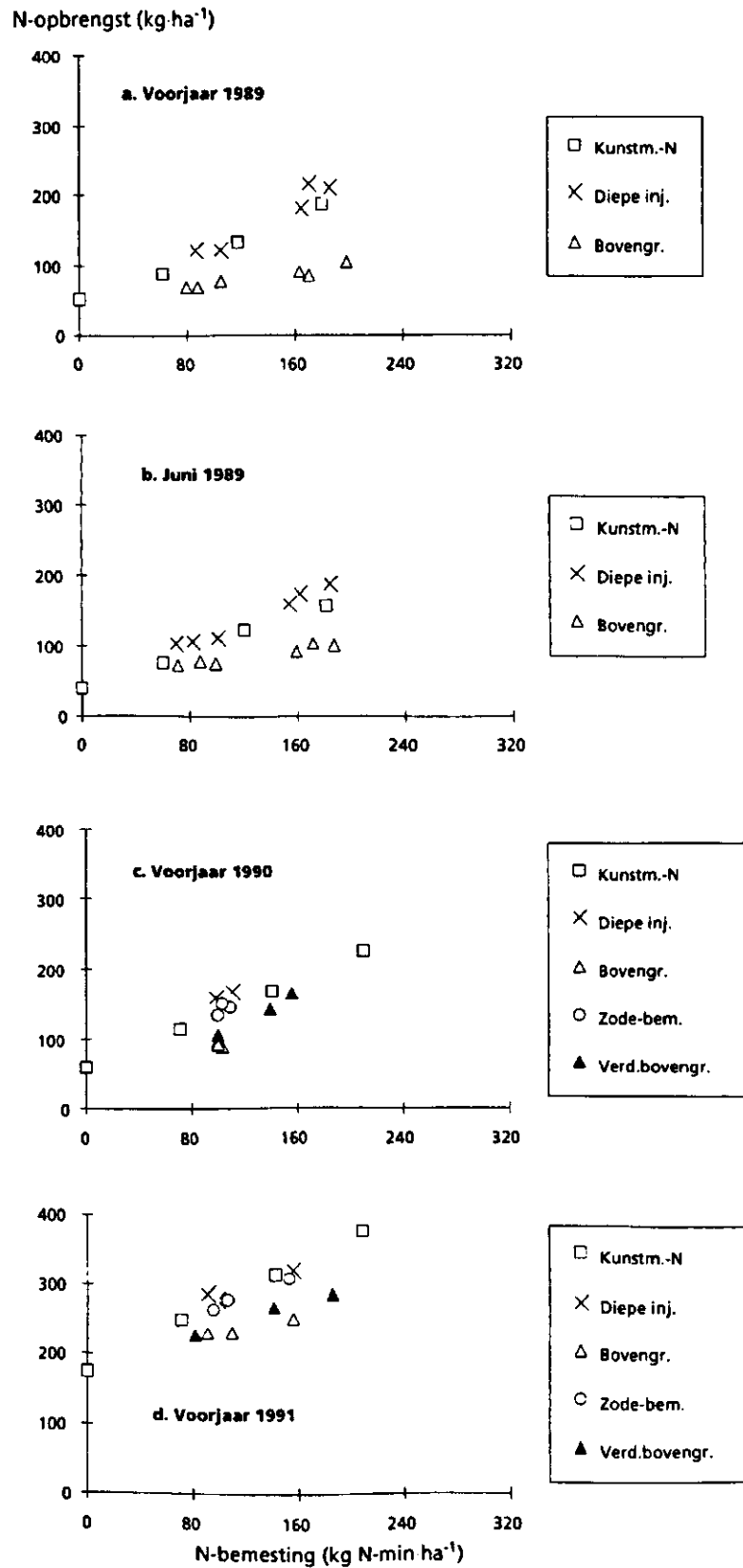
Uit de Tabellen 9 en 10 blijkt duidelijk dat de opbrengsten van de met dunne mest behandelde objecten vrijwel steeds binnen het traject van de opbrengsten op de objecten met kunstmest-N vallen, waardoor de werking van N uit dunne mest dus goed vergeleken kan worden met de werking van N uit kunstmest.

Tabel 9. Drogestofopbrengsten ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) op de vier proefvelden onder invloed van mestsoort, toedieningstechniek en niveau kunstmest-N

Code	Diepe injectie				Zode- bemesting		Bovengronds				Verdund bovengronds	
	1989 voorj.	1989 juni	1990 voorj.	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.	1989 voorj.	1989 juni	1990 voorj.	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.
DRM	5842	4126	6412	10447	6062	11065	4162	3718	4572	10155	6577	11396
DVM	8696	5814	6183	11820	5945	11671	4725	4783	5124	10664	7185	11659
DZM	5780	4466					4527	3796				
DVMC	7622	5719	6083	10515	5832	10931	4751	4305	4773	10087	5416	10239
DRME	5878	4342					4223	3903				
DVME	8459	6279					5420	4575				
N0							3508	2320	3483	8341		
N1							5504	4163	5727	10752		
N2							7037	5942	7015	12119		
N3							8724	6629	7807	12453		







Figuur 2. Stikstofopbrengsten (kg/ha) op de vier proefvelden in afhankelijkheid van de gift N-mineraal bij gebruik van kunstmest of dunne mest (alle mestsoorten) die op verschillende manieren werd toegediend.  
a. Voorjaar 1989; b. Juni 1989; c. Voorjaar 1990; d. Voorjaar 1991.

Tabel 10. Stikstofopbrengsten ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) op de vier proefvelden onder invloed van mestsoort, toedieningstechniek en niveau kunstmest-N

Code	Diepe injectie				Zode- bemesting		Bovengronds				Verdund bovengronds	
	1989 voorj.	1989 juni	1990 voorj.	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.	1989 voorj.	1989 juni	1990 voorj.	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.
DRM	119	103	168	278	146	278	69	72	91	230	142	267
DVM	216	176	158	318	150	307	86	105	99	252	165	285
DZM	122	112					77	75				
DVMC	183	162	159	286	134	264	90	92	93	232	106	229
DRME	121	108					69	78				
DVME	211	190					104	101				
N0							52	39	59	174		
N1							89	76	116	250		
N2							135	124	169	313		
N3							188	159	228	375		

In de proef van 1991 waren de opbrengsten aan drogestof en N op alle objecten duidelijk hoger dan in de overige proeven. De proeven in 1989 en 1990 werden op hetzelfde perceel uitgevoerd; een hooggelegen perceel dat in het verleden als bouwland werd gebruikt. De proef in 1991 lag op een ander perceel grasland dat al veel langer als zodanig in gebruik was en een betere vochtvoorziening heeft. Gelet op de relatief hoge opbrengsten op de onbehandelde objecten (die alleen de basis-bemesting van 20 kg N per ha per snede op de eerste drie sneden kregen) moet geconcludeerd worden dat de natuurlijke vruchtbaarheid van dit perceel hoog was.

Om beter inzicht te krijgen in de werking van de N uit dunne mest bij de toegepaste methoden van mesttoediening, zijn in de Fig. 1 en 2 de drogestof- en N-opbrengsten uitgezet tegen de giften N-mineraal met dunne mest of kunstmest. In deze Figuren wordt geen onderscheid gemaakt tussen de mestsoorten, maar wel tussen de methoden van toediening.

Uit Fig. 1 kan het volgende worden afgeleid:

- Bij diepe injectie was bij een bepaalde gift N-mineraal uit dunne mest de drogestofopbrengst gelijk of iets lager dan bij een zelfde gift kunstmest-N.
- Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest was bij een bepaalde gift N-mineraal uit dunne mest de drogestofopbrengst in alle jaren duidelijk lager dan bij een zelfde gift kunstmest-N. Het verschil was in de voorjaarsproef van 1989 groter dan in de latere proeven.
- Bij zode-bemesting en bovengrondse toediening van verdunde mest was bij een bepaalde gift N-mineraal uit dunne mest de drogestofopbrengst over het algemeen gelijk of iets lager dan bij gebruik van kunstmest-N.
- Op de objecten met kunstmest-N verminderde het effect op de drogestofopbrengst bij hogere giften (afnemende meeropbrengst).

Uit Fig. 2 kan het volgende worden afgeleid:

- Bij diepe injectie was bij een bepaalde gift N-mineraal uit dunne mest de N-opbrengst gelijk of iets hoger dan bij gebruik van kunstmest-N.
- Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest was bij een bepaalde gift N-mineraal uit dunne mest de N-opbrengst in alle proeven duidelijk lager dan bij diepe injectie en bij gebruik van kunstmest-N.
- Bij zode-bemesting was bij een bepaalde gift N-mineraal uit dunne mest de N-opbrengst iets lager dan bij diepe injectie en praktisch gelijk aan die bij kunstmest-N.
- Bij bovengrondse toediening van verdunde mest lagen bij vergelijkbare giften N-mineraal de N-opbrengsten tussen die van zode-bemesting en bovengronds toegediende onbehandelde dunne mest.
- Op de objecten met kunstmest-N was er in alle proeven een nagenoeg lineair verband tussen N-gift en de N-opbrengst.

Het feit dat in de Fig. 1 en 2 per toedieningstechniek de opbrengsten bij de verschillende mestsoorten redelijk op een lijn liggen, duidt er op dat de hier gebruikte mestsoorten voor wat betreft hun N-werking goed vergeleken kunnen worden op basis van hun gehalte aan N-mineraal. In paragraaf 4.3 wordt hierop nader ingegaan.

### 3.2. Verdeling van het dunne mest- en het kunstmest-N effect over de sneden

In Tabel 11 wordt een overzicht gegeven van de verdeling over de sneden van de meeropbrengsten aan drogestof en N die door toediening van dunne mest of kunstmest-N werden verkregen. Als referentie zijn de opbrengsten van de onbemeste objecten (N0) gebruikt. De meeropbrengsten zijn per snede uitgedrukt in procenten van de totale meeropbrengst.

Uit Tabel 11 kan het volgende worden afgeleid:

- Bij diepe injectie kwam in de voorjaarsproef van 1989 de meeropbrengst aan drogestof vooral in de tweede en derde snede tot stand. In de andere proeven werd de meeropbrengst vooral in de eerste en tweede snede verkregen. In de voorjaarsproef van 1989 had diepe injectie in de eerste snede zelfs een klein negatief effect op de drogestofopbrengst.
- Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest kwam in beide proeven in 1989 de meeropbrengst aan drogestof voor het grootste deel in de eerste snede tot stand. In deze twee proeven werd de dunne mest in één keer voor de eerste snede toegediend. In de proeven in 1990 en 1991 (waar de dunne mest in twee keer werd toegediend; te weten 50 % voor de eerste snede en 50 % voor de tweede snede) was de meeropbrengst vrij gelijkmatig over de eerste drie sneden verdeeld.
- Bij zode-bemesting (waar de dunne mest ook in twee keer werd toegediend) kwam de meeropbrengst in ongeveer gelijke verhouding in de drie sneden tot stand.
- Bij toediening van verdunde mest bovengronds (waar de dunne mest ook in twee keer werd toegediend) kwam de meeropbrengst vooral in eerste en tweede snede tot stand.
- Bij diepe injectie heeft de eerste snede doorgaans een grotere bijdrage aan de meeropbrengst aan N dan aan de meeropbrengst aan drogestof. Bij de andere toedieningstechnieken valt de verdeling van het effect op de N-opbrengst beter samen met het effect op de drogestofopbrengst.
- In het voorjaar van 1991 was er vooral bij de injectietechnieken nog een flink effect op de opbrengst van de vierde snede. Na de voorjaarstoediening in 1989 was dat minder.

Tabel 11. Procentuele bijdrage van de verschillende sneden aan het totale effect op de drogestof- en N-opbrengst van verschillende methoden van mesttoediening en kunstmest-N. De cijfers zijn de gemiddelden van de toegediende mestsoorten of trappen kunstmest-N

	Totale effect (kg·ha <sup>-1</sup> )		% verdeling over sneden:							
			1		2		3		4	
	ds	N	ds	N	ds	N	ds	N	ds	N
<b>Voorjaar 1989</b>										
Diepe injectie	3538	110	-3	15	48	52	43	27	12	6
Bovengronds	1127	31	73	78	13	12	10	6	5	3
Kunstmest-N	3529	83	37	45	38	39	23	15	3	2
<b>Juni 1989</b>										
Diepe injectie	2805	142	32	42	45	36	22	22		
Bovengronds	1861	87	73	57	15	21	12	22		
Kunstmest-N	3623	124	49	42	24	28	27	30		
<b>Voorjaar 1990</b>										
Diepe injectie	2744	102	34	53	46	36	20	11		
Zode-bemesting	2463	84	27	35	33	37	40	28		
Bovengronds	1340	35	23	28	41	42	36	31		
Verdund bovengronds	2910	79	32	37	42	43	26	20		
Kunstmest-N	3532	109	30	30	31	31	39	39		
<b>Voorjaar 1991</b>										
Diepe injectie	2586	120	36	60	34	27	9	3	20	9
Zode-bemesting	2881	109	30	34	25	37	25	20	20	10
Bovengronds	1961	64	29	25	37	40	22	25	13	11
Verdund bovengronds	2757	86	33	32	35	42	19	17	12	9
Kunstmest-N	2411	76	32	26	31	31	26	27	12	6

## 4. Analyse van de resultaten

### 4.1. Inleiding

De werking van N uit dunne mest of kunstmest wordt over het algemeen uitgedrukt in extra opbrengst aan drogestof of aan N per kg toegediende N. Het effect op de drogestofopbrengst wordt N-efficiëntie (ANE = apparent nitrogen efficiency) genoemd en het effect op de N-opname N-recovery (ANR = apparent nitrogen recovery) (Van der Meer et al., 1987).

In formules wordt dit als volgt uitgedrukt:

$$ANE = \frac{\text{ds-opbrengst bij een bepaalde N-gift} - \text{ds-opbrengst zonder N-bemesting}}{\text{N-gift (N-totaal of N-mineraal)}}$$

$$ANR = \frac{\text{N-opbrengst bij een bepaalde N-gift} - \text{N-opbrengst zonder N-bemesting}}{\text{N-gift (N-totaal of N-mineraal)}} * 100$$

In het algemeen wordt bij de beschouwing van de N-werking van dunne mest uitgegaan van de totale hoeveelheid N die in mest aanwezig is (organische N + anorganische N). Omdat in deze proeven verschillende mestsoorten werden gebruikt met verschillende percentages N-mineraal in de N-totaal van de mest (Tabel 5), werden de ANE's en de ANR's zowel berekend op basis van de totale hoeveelheid N (organische N + anorganische N) in de mest als op basis van de hoeveelheid anorganische N (N-mineraal).

### 4.2. Efficiënties en recoveries van stikstof uit dunne mest en kunstmest

In Tabel 12 wordt een overzicht gegeven van de ANE's op basis van de totale hoeveelheid N (N-totaal) en op basis van de hoeveelheid anorganische N (N-mineraal) die werd gegeven.

Bij de berekening werd het object zonder dunne mest en kunstmest-N (object N0) als referentie gebruikt. Uit Tabel 12 kan het volgende worden afgeleid:

- Bij diepe injectie waren de gemiddelde ANE's van de twee proeven in 1989 van alle zes soorten mest duidelijk beter dan bij bovengrondse toediening. In de voorjaarsproef was het verschil tussen de twee mesttoedieningstechnieken wat groter dan in de juni-proef. Dit werd vooral veroorzaakt door de relatief hoge ANE's bij bovengrondse toediening in de juni-proef. In paragraaf 4.5. zal hierop nader worden ingegaan.
- In de twee jaren (1990 en 1991) waarin vier mesttoedieningstechnieken werden vergeleken, waren de gemiddelde ANE's bij diepe injectie en zode-bemesting gelijk. Bij bovengrondse toediening van verdunde mest waren de ANE's gelijk of iets lager dan bij diepe injectie en zode-bemesting. Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest waren de ANE's duidelijk lager dan bij diepe injectie en zode-bemesting.

Tabel 12 a. en b. ANE's (meeropbrengst aan drogestof per kg toegediende N-totaal (a) en N-mineraal (b)) van de verschillende soorten dunne mest en kunstmest-N onder invloed van de methode van mesttoediening in de verschillende proeven

Code	Diepe injectie		Gemiddeld		Zode- bemesting		Gemid- deld		Bovengronds		Gemiddeld		Verdund bovengronds		Gemid- deld	
	1989 voorj.	1990 voorj.	1989	90/91	1990	1991	1989	90/91	1989	1990	1989	90/91	1990	1991	1990	90/91
<b>a. N-totaal</b>																
DRM	12	13	12	11	11	12	4	10	5	8	7	6	12	12	12	12
DVM	18	14	15	14	13	13	4	8	9	9	6	9	15	12	13	13
DZM	17		16				8	11			9					
DVMC	17	15	16	16	16	17	5	8	9	12	7	10	14	14	14	14
DRME	14	12	13				5	9			7					
DVME	16	13	14				6	7			7					
<b>b. N-mineraal</b>																
DRM	22	26	24	24	24	26	7	20	11	17	14	14	22	22	22	22
DVM	30	22	26	25	24	22	7	14	17	15	11	16	24	18	21	21
DZM	22	21	22				10	15			12					
DVMC	25	22	24	25	24	27	8	12	13	19	10	16	20	23	21	21
DRME	27	24	26				9	18								
DVME	27	22	24				10	12								
N1							33	31	32	34	32	33				
N2							30	30	25	27	30	26				
N3							29	24	21	20	26	20				

- In alle proeven waren er verschillen in ANE (op basis van N-totaal) tussen de mestsoorten. In het algemeen waren de ANE's van de N uit DRM wat lager dan die uit DVM. Dit zou mogelijk een gevolg kunnen zijn van het kleinere aandeel N-mineraal in N-totaal (Tabel 5).
- De ANE's van kunstmest-N komen goed overeen met die van andere proeven (Snijders et al., 1987).
- Bij bovengronds toegediende onverdunde mest waren er grote verschillen tussen de proeven in benutting van de gegeven N. Aangenomen moet worden dat de weersomstandigheden tijdens en direct na toediening van de mest hiervoor verantwoordelijk waren. In paragraaf 4.5. zal hierop nader worden ingegaan.

In Tabel 13 wordt een overzicht gegeven van de ANR's op basis van de totale hoeveelheid N (N-totaal) en op basis van de hoeveelheid minerale N (N-mineraal) die werd gegeven.

Uit Tabel 13 kan het volgende worden afgeleid:

- Over het algemeen gelden de conclusies die in het voorgaande voor de N-benutting op basis van de ANE werden geformuleerd ook voor de ANR. Echter in een aantal situaties zijn er verschillen. Zo werd in 1990 en 1991 bij diepe injectie gemiddeld een wat hogere ANR gevonden dan bij zode-bemesting, terwijl de ANE-waarden praktisch gelijk waren.
- Bij de ANR's van de kunstmest-N werden verschillen tussen de jaren gevonden. In 1989 waren de ANR's wat lager en in 1991 wat hoger dan gemiddeld.
- In alle proeven waren er verschillen in ANR (op basis van N-totaal) tussen de mestsoorten. In het algemeen waren de ANR's van de N uit DRM wat lager dan die uit DVM. Dit zou mogelijk een gevolg kunnen zijn van het kleinere aandeel N-mineraal in N-totaal (Tabel 5).
- Bij bovengronds toegediende onverdunde mest waren er grote verschillen tussen de proeven in benutting van de gegeven N. Aangenomen moet worden dat neerslag tijdens en direct na toediening van de mest hiervoor verantwoordelijk was.



Tabel 13 a. en b. ANR's (meeropbrengst aan N in procenten van de toegediende N-totaal (a) en N-mineraal (b)) van de verschillende soorten dunne mest en kunstmest-N onder invloed van de methode van mesttoediening in de verschillende proeven

Code	Diepe injectie		Gemiddeld		Zode- bemesting		Gemid- deld		Bovengronds		Gemiddeld		Verdund bovengronds		Gemid- deld		
	1989 voorj.	1990 juni voorj.	1989 90/91	1990 90/91	1990 voorj.	1991 voorj.	1989 90/91	1991 90/91	1989 juni voorj.	1990 voorj.	1989 90/91	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.	1990 voorj.	1991 voorj.	
<b>a. N-totaal</b>																	
DRM	34	46	40	47	39	46	42	42	11	23	15	24	17	19	32	37	34
DVM	57	49	53	52	48	51	50	50	12	22	22	30	17	26	43	39	41
DZM	52	54	53				53		19	27			23				
DVMC	55	53	54	72	51	60	56	56	16	23	23	40	19	32	35	40	37
DRME	41	42	41				41		12	22			17				
DVME	51	49	50				50		16	20			18				
<b>b. N-mineraal</b>																	
DRM	64	91	78	102	80	99	90	90	20	47	31	52	34	41	59	67	63
DVM	96	85	90	96	89	87	88	88	20	39	40	50	29	45	69	60	64
DZM	67	73	70				70		25	37			31				
DVMC	80	80	80	113	76	95	85	85	23	34	34	63	29	49	47	67	57
DRME	80	83	82				82		22	44							
DVME	86	82	84				84		27	33							
N1									61	62	80	108	62	94			
N2									71	72	78	99	71	88			
N3									75	66	80	97	71	88			

### 4.3. Werking van stikstof uit dunne mest ten opzichte van kunstmeststikstof

Met behulp van ANE en ANR (Tabellen 12 en 13) kan de werking van de N uit dunne mest vergeleken worden met de werking van kunstmest-N.

Vaak wordt die verhouding als werkingscoëfficiënt van N uit dunne mest (*W*) aangeduid. De werkingscoëfficiënt kan betrekking hebben op het effect op de drogestofopbrengst (*W*-ds) of op de N-opbrengst (*W*-N):

$$W\text{-ds} = \frac{\text{ANE dunne mest}}{\text{ANE kunstmest}} * 100$$

$$W\text{-N} = \frac{\text{ANR dunne mest}}{\text{ANR kunstmest}} * 100$$

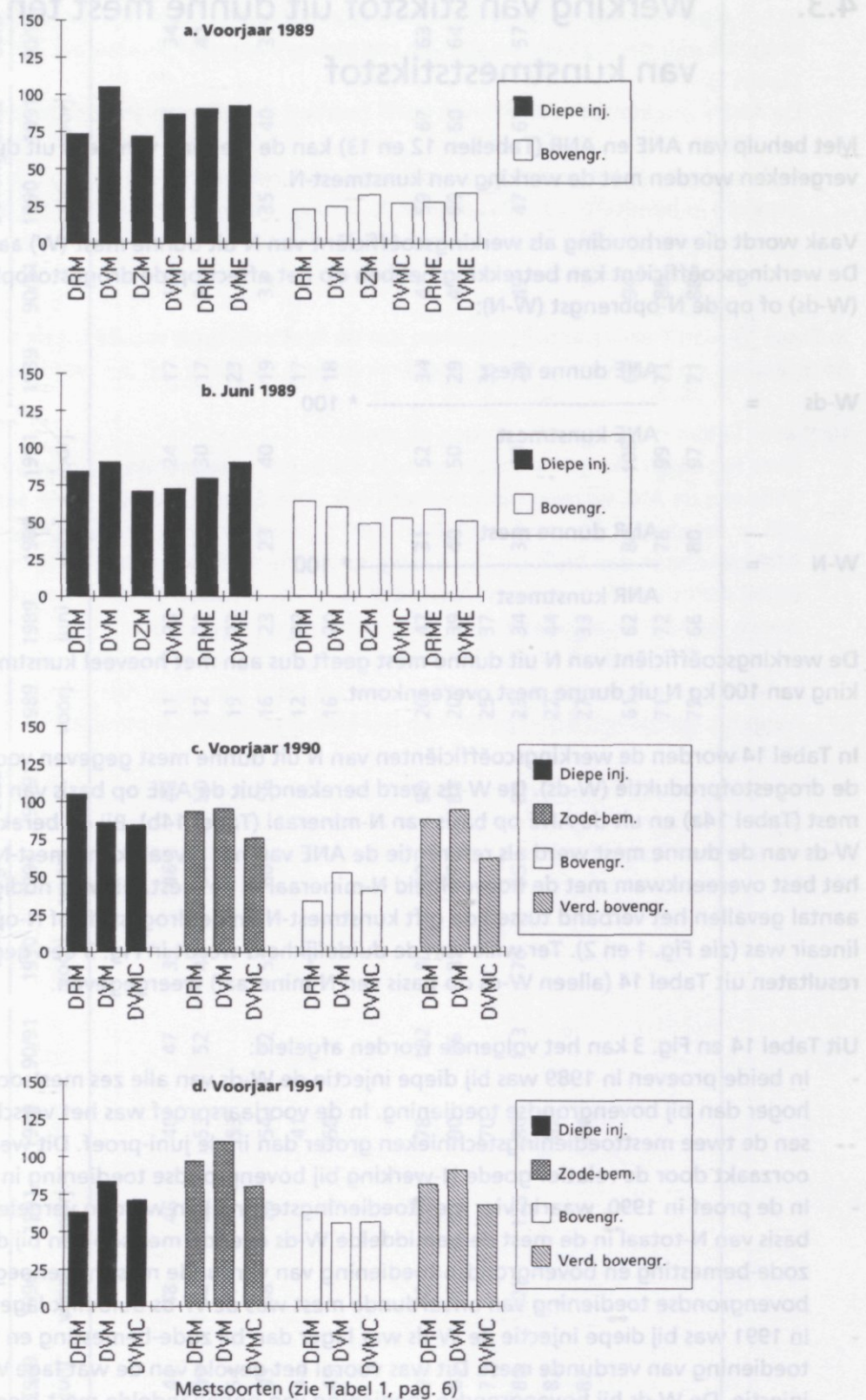
De werkingscoëfficiënt van N uit dunne mest geeft dus aan met hoeveel kunstmest-N de werking van 100 kg N uit dunne mest overeenkomt.

In Tabel 14 worden de werkingscoëfficiënten van N uit dunne mest gegeven voor het effect op de drogestofproductie (*W*-ds). De *W*-ds werd berekend uit de ANE op basis van N-totaal in de mest (Tabel 14a) en uit de ANE op basis van N-mineraal (Tabel 14b). Bij de berekening van de *W*-ds van de dunne mest werd als referentie de ANE van het niveau kunstmest-N gebruikt dat het best overeenkwam met de hoeveelheid N-mineraal in de mest. Dit was nodig omdat in een aantal gevallen het verband tussen de gift kunstmest-N en de drogestof- of N-opbrengst niet lineair was (zie Fig. 1 en 2). Ter wille van de duidelijkheid wordt in Fig. 3 een gedeelte van de resultaten uit Tabel 14 (alleen *W*-ds op basis van N-mineraal) weergegeven.

Uit Tabel 14 en Fig. 3 kan het volgende worden afgeleid:

- In beide proeven in 1989 was bij diepe injectie de *W*-ds van alle zes mestsoorten duidelijk hoger dan bij bovengrondse toediening. In de voorjaarsproef was het verschil in *W*-ds tussen de twee mesttoedieningstechnieken groter dan in de juni-proef. Dit werd vooral veroorzaakt door de relatief goede N-werking bij bovengrondse toediening in de juni-proef.
- In de proef in 1990, waarin vier mesttoedieningstechnieken werden vergeleken, was op basis van N-totaal in de mest de gemiddelde *W*-ds over de mestsoorten bij diepe injectie, zode-bemesting en bovengrondse toediening van verdunde mest nagenoeg gelijk. Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest was de *W*-ds duidelijk lager.
- In 1991 was bij diepe injectie de *W*-ds wat lager dan bij zode-bemesting en bovengrondse toediening van verdunde mest. Dit was vooral het gevolg van de wat lage *W*-ds bij diepe injectie. De *W*-ds bij bovengrondse toediening van onbehandelde mest bleef betrekkelijk weinig achter bij die van diepe injectie.
- Binnen een proef waren er bij een zelfde toedieningstechniek van de mest verschillen in *W*-ds tussen de mestsoorten. Deze verschillen waren in de verschillende proeven echter niet consistent.

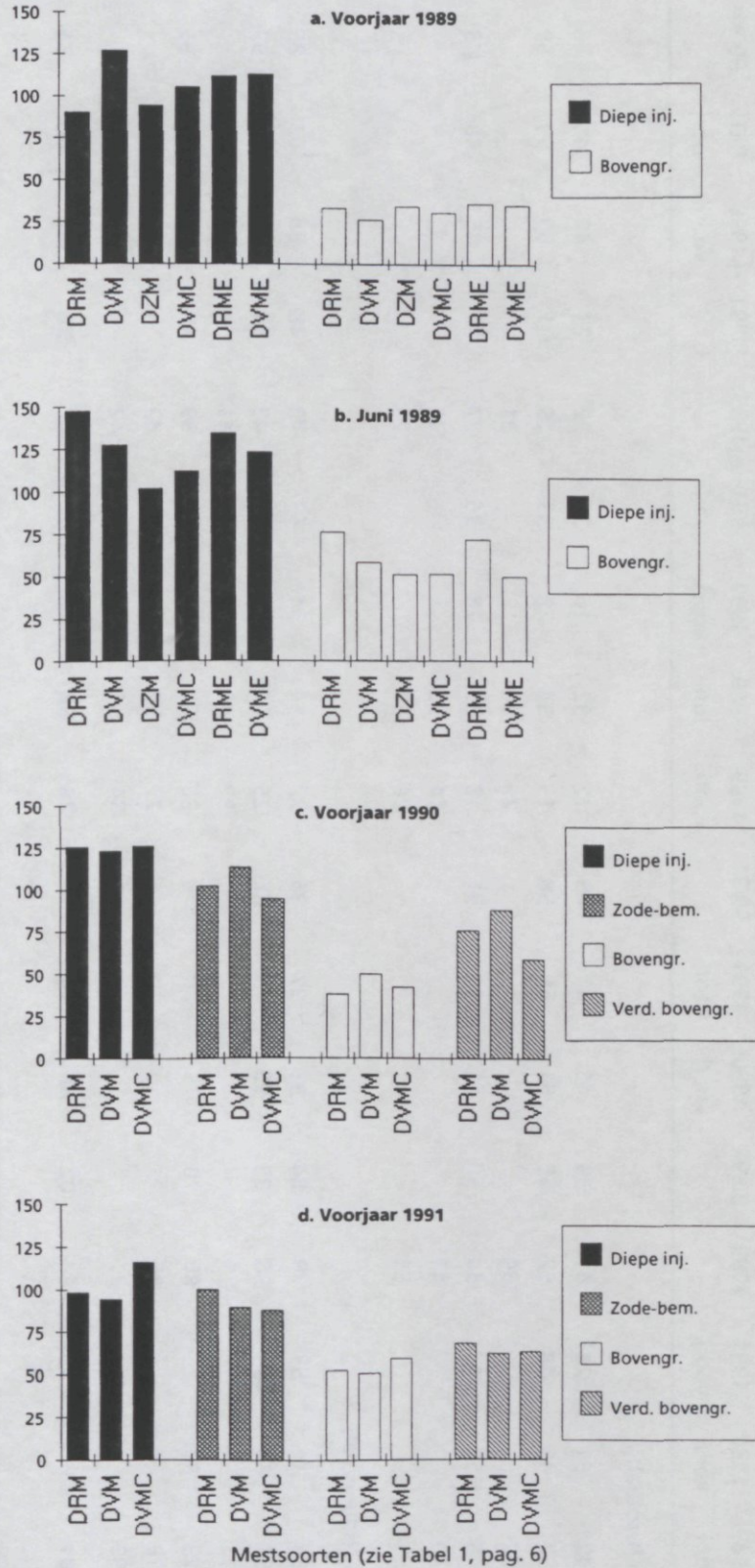
W-ds (op basis van N-min)



**Figuur 3.** Werkingscoëfficiënten van N uit dunne mest (op basis van N-mineraal) ten opzichte van N uit kunstmest voor het effect op de drogestofproductie (W-ds) in de verschillende proeven onder invloed van mestsoort en toedieningstechniek.  
 a. Voorjaar 1989; b. Juni 1989; c. Voorjaar 1990; d. Voorjaar 1991.



W-N (op basis van N-min)



Figuur 4. Werkingscoëfficiënten van N uit dunne mest (op basis van N-mineraal) ten opzichte van N uit kunstmest voor het effect op de N-opbrengst (W-N) in de verschillende proeven onder invloed van mestsoort en toedieningstechniek. a. Voorjaar 1989; b. Juni 1989; c. Voorjaar 1990; d. Voorjaar 1991.

Tabel 14 a. en b. Werkingscoëfficiënten van N uit dunne mest (op basis van N-totaal (a) en N-mineraal (b)) ten opzichte van N uit kunstmest voor het effect op de drogestofproductie (W-ds) in de verschillende proeven onder invloed van mestsoort en toedieningstechniek

Code	Diepe injectie		Gemiddeld		Zode- bemesting		Gemid- deld		Bovengronds		Gemiddeld		Verdund bovengronds		Gemid- deld			
	1989 voorj.	1990 juni voorj.	1989	90/91	1990	1991	1989	90/91	1989	1990	1991	1989	90/91	1990	1991	1989	90/91	
a. W-ds (op basis van N-totaal)																		
DRM	39	42	51	28	41	39	45	45	45	12	32	16	29	22	23	47	45	46
DVM	62	52	45	48	57	46	51	65	58	15	34	28	33	25	31	60	59	59
DZM	55	52			54				25	36				31				
DVMC	60	48	56	43	54	50	51	51	51	18	35	28	36	27	32	45	40	43
DRME	46	40			43				14	29				22				
DVME	55	55			55				20	31				25				
b. W-ds (op basis van N-mineraal)																		
DRM	74	84	105	63	79	84	93	97	95	23	64	34	63	43	48	88	81	85
DVM	105	91	86	84	98	85	95	110	103	25	60	53	56	42	54	95	91	93
DZM	72	71			71				32	49				41				
DVMC	87	73	84	71	80	78	75	80	78	26	52	41	56	39	49	62	68	65
DRME	90	79			85				27	59				43				
DVME	92	90			91				34	51				42				
<b>Gemid- deld</b>	<b>87</b>	<b>81</b>	<b>92</b>	<b>73</b>	<b>84</b>	<b>82</b>	<b>88</b>	<b>96</b>	<b>92</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>42</b>	<b>58</b>	<b>42</b>	<b>50</b>	<b>82</b>	<b>80</b>	<b>81</b>

- Door de W-ds te berekenen op basis van de N-mineraal in de dunne mest in plaats van de N-totaal, werd de spreiding van de W-ds tussen de mestsoorten per toedieningstechniek in de vier proeven in een aantal gevallen kleiner. In andere gevallen bleef de spreiding gelijk of werd zelfs iets groter.
- In enkele gevallen werd een W-ds berekend (op basis van de hoeveelheid minerale N in de mest) van iets meer dan 100 %. Dit zou kunnen betekenen dat in dergelijke situaties de minerale N uit dunne mest een betere werking had op de drogestofproductie dan N uit kunstmest. Op proefvelden waar de recovery van de kunstmest-N niet hoog was (beide proeven in 1989; Tabel 13) zou dat kunnen. Het is echter waarschijnlijker dat naast de minerale N uit de dunne mest ook een deel van de organische N mineraliseerde en werd benut.
- Vooral bij bovengronds toegediende onverdunde mest waren er grote verschillen in W-ds tussen de proeven. Aangenomen moet worden dat de weersomstandigheden tijdens en direct na toediening van de mest hierbij een rol speelden.

In Tabel 15 worden de werkingscoëfficiënten van N uit dunne mest gegeven voor het effect op de N-opbrengst in het geoogste gras (W-N). Ook de W-N werd berekend uit de ANR op basis van N-totaal in de mest en uit de ANR op basis van N-mineraal. Bij de berekening van de W-N van de dunne mest werd als referentie de ANR van het niveau kunstmest-N gebruikt dat het best overeenkwam met de hoeveelheid N-mineraal in de mest. Ter wille van de duidelijkheid wordt in Fig. 4 een gedeelte van de resultaten uit Tabel 15 (alleen W-N op basis van N-mineraal) weergegeven.

Uit Tabel 15 en Fig. 4 kan het volgende worden afgeleid:

- In beide proeven in 1989 was bij diepe injectie de W-N van alle zes soorten mest veel beter dan bij bovengrondse toediening.
- In de proef in 1990, waarin vier mesttoedieningstechnieken werden vergeleken, was de gemiddelde W-N bij diepe injectie het hoogst, gevolgd door zode-bemesting, bovengrondse toediening van verdunde mest en bovengrondse toediening van onverdunde mest.
- In de proef in 1991 was de W-N bij diepe injectie lager dan in 1990 en verschilde nauwelijks van zode-bemesting. In de proef in 1991 was de W-N bij bovengrondse toediening van onverdunde mest het laagst, terwijl de verdunde mest een tussenpositie innam.
- Binnen een proef waren er bij een zelfde toedieningstechniek van de dunne mest soms vrij grote verschillen in W-N tussen de mestsoorten. Deze verschillen waren echter in de verschillende proeven niet consistent.
- Door de W-N te berekenen op basis van de hoeveelheid minerale N in de dunne mest in plaats van de totale hoeveelheid N in de mest, werd de spreiding van de W-N tussen de mestsoorten per toedieningstechniek in de vier proeven in de meeste gevallen kleiner.
- Vooral bij diepe injectie werden W-N's berekend (op basis van de hoeveelheid minerale N in de mest) van ruim boven de 100 %. Dit zou kunnen duiden op een relatief goede werking van de N-mineraal uit de mest, maar betekent waarschijnlijk ook dat naast de minerale N een deel van de organische N uit de dunne mest door het gras werd benut.
- Vooral bij bovengronds toegediende onverdunde mest waren er grote verschillen in W-N tussen de proeven. Aangenomen moet worden dat de weersomstandigheden tijdens en direct na toediening van de mest hiervoor verantwoordelijk waren.

Tabel 15 a. en b. Werkingscoëfficiënten van N uit dunne mest (op basis van N-totaal (a) en N-mineraal (b)) ten opzichte van N uit kunstmest voor het effect op de N-opbrengst (W-N) in de verschillende proeven onder invloed van mestsoort en toedieningstechniek

Code	Diepe injectie		Gemiddeld		Zode- bemesting		Gemid- deld		Bovengronds		Gemiddeld		Verduld bovengronds		Gemid- deld	
	1989 voorj.	1990 juni	1989	90/91	1990	1991	1989	90/91	1989	juni	1990	1991	1989	90/91	1990	1991
a. W-N (op basis van N-totaal)																
DRM	48	74	61	52	49	47	48	18	38	19	24	28	21	40	38	39
DVM	75	73	65	59	61	53	57	16	33	27	30	25	28	55	40	48
DZM	73	75	74	74	74	56	60	27	38	34	37	32	33	43	37	40
DVMC	73	74	85	77	64	56	60	21	34	29	37	28	33	43	37	40
DRME	58	67	63	63	63	36	19	19	36	36	27	27	27	26		
DVME	68	75	71	71	71	30	21	21	30	30	26	26	26			
b. W-N (op basis van N-mineraal)																
DRM	90	147	126	98	119	101	101	33	76	38	52	55	45	76	68	72
DVM	127	127	123	94	127	90	102	27	58	50	51	42	50	88	62	75
DZM	94	102	98	98	98	88	35	35	51	51	43	43	43	43	43	43
DVMC	106	112	126	116	109	88	91	31	51	42	59	41	51	59	63	61
DRME	112	134	123	123	123	72	37	37	72	72	54	54	54	54	54	54
DVME	114	123	119	119	119	50	35	35	50	50	43	43	43	43	43	43
<b>Gemid- deld</b>	<b>107</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>103</b>	<b>116</b>	<b>93</b>	<b>98</b>	<b>33</b>	<b>60</b>	<b>44</b>	<b>54</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>69</b>

Bij de berekening van de W-ds en W-N op basis van de N-mineraal in de mest, valt het effect van een verschillend aandeel N-mineraal in de N-totaal van de mestsoorten weg en waren er geen consistente verschillen tussen de mestsoorten (Fig. 3 en 4). In de Tabellen 14 en 15 werd er per toedieningsmethode in elke proef een gemiddelde W-ds en W-N (op basis van N-mineraal) van alle mestsoorten berekend. Deze gemiddelde waarden worden weergegeven in Tabel 16.

Uit Tabel 16 kan het volgende worden geconcludeerd:

- In de proeven waarin vier toedieningstechnieken werden vergeleken, was de gemiddelde W-ds (over de mestsoorten) het hoogst bij zode-bemesting (92 %), direct gevolgd door diepe injectie (82 %) en bovengrondse toediening van verdunde mest (81 %). Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest was de W-ds duidelijk lager (50 %).
- In deze proeven werd gemiddeld de hoogste W-N vastgesteld bij diepe injectie (114 %), direct gevolgd door zode-bemesting (98 %). Bij bovengrondse toediening van verdunde mest was de W-N duidelijk lager (69 %) dan bij diepe injectie en zode-bemesting. Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest was de W-N met 49 % duidelijk lager dan bij verdunde mest.
- Bij diepe injectie was de W-N duidelijk hoger dan de W-ds. Bij zode-bemesting was het verschil kleiner en bij bovengrondse toediening van onverdunde mest waren de W-N en W-ds vrijwel gelijk. Bij bovengrondse toediening van verdunde mest was de W-ds duidelijk hoger dan de W-N. In paragraaf 4.4. wordt hierop nader ingegaan.

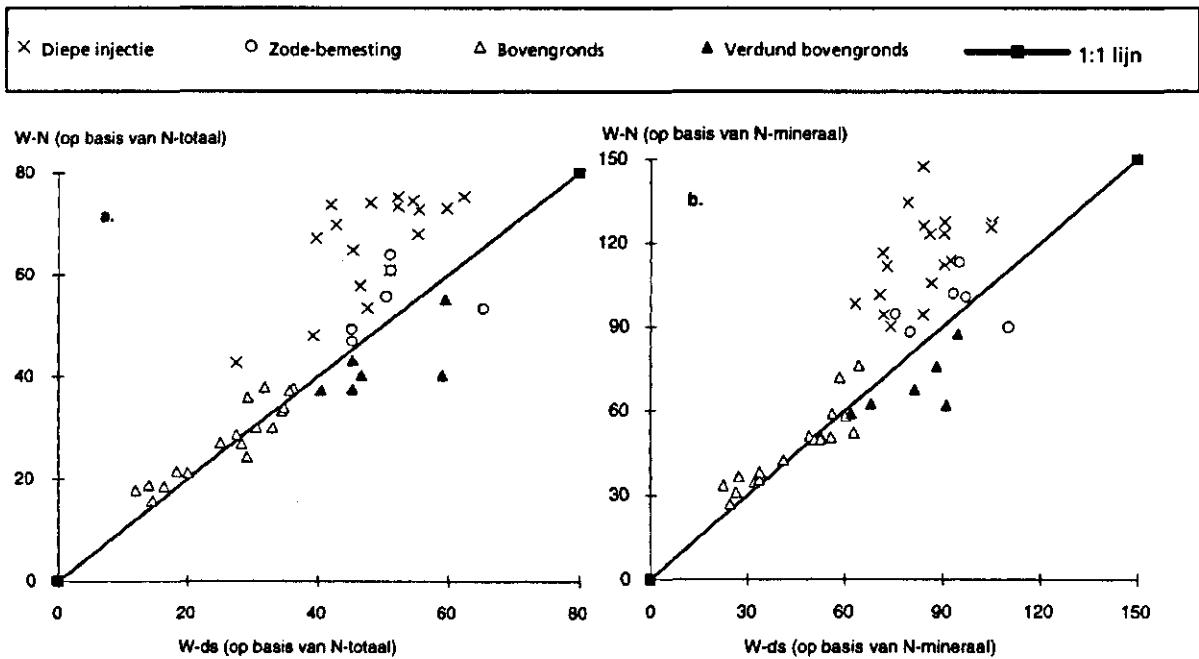
Tabel 16. Gemiddelde werkingscoëfficiënten van N-mineraal uit dunne mest ten opzichte van N uit kunstmest voor het effect op de drogestofproductie (W-ds) op de N-opbrengst (W-N) onder invloed van de toedieningstechniek

Methode van mesttoediening	W-ds (op basis van N-mineraal)			W-N (op basis van N-mineraal)		
	1989	'90/'91	'89/'91	1989	'90/'91	'89/'91
Diepe injectie	84	82	83	116	114	115
Zode-bemesting		92			98	
Bovengronds	42	50	46	46	49	48
Verdund bovengronds		81			69	

#### 4.4. Verband tussen W-ds en W-N

In Fig. 5 wordt het verband weergegeven tussen W-ds en W-N voor de vier toedieningstechnieken van mest. Hiervoor zijn per toedieningstechniek de resultaten van alle proeven en mestsoorten gebruikt. In Fig. 5a zijn de werkingcoëfficiënten uitgezet die zijn berekend op basis van de totale hoeveelheid N die met dunne mest werd gegeven en in Fig. 5b op basis van de hoeveelheid minerale N in de mest.





Figuur 5 a. en b. Verband tussen W-ds en W-N voor de vier toedieningstechnieken van mest in de vier proeven. In a zijn de werkingscoëfficiënten uitgezet die zijn berekend op basis van de totale hoeveelheid N die met de dunne mest werd toegediend en in b op basis van de hoeveelheid minerale N in de mest.

Uit de Fig. 5a en 5b kan het volgende worden afgeleid:

- Bij diepe injectie was in alle gevallen de W-N duidelijk hoger dan de W-ds. Dit betekent dat de opgenomen N uit geïnjecteerde dunne mest minder efficiënt door het gras werd benut voor drogestofproductie dan de opgenomen N uit kunstmest.
- Bij zode-bemesting was in vijf van de zes gevallen de W-N iets hoger dan de W-ds.
- Bij bovengronds toegediende onverdunde mest was er nauwelijks verschil tussen W-N en W-ds.
- Bij bovengronds toegediende verdunde mest was de W-N iets lager dan de W-ds.

Mogelijk houden deze verschillen tussen toedieningstechnieken verband met de regelmatigheid van de verdeling van de N over het oppervlak en met de snelheid waarmee de minerale N beschikbaar komt voor opname door het gewas.

#### 4.5. Verband tussen de weersomstandigheden en de benutting van stikstof uit bovengronds toegediende dunne mest

In het voorgaande werd vastgesteld dat de benutting van N uit bovengronds toegediende onverdunde mest tussen de proeven sterk verschilde. In het voorjaar van 1989 was de benutting laag en in juni 1989 en in het voorjaar van 1991 hoog. Het ligt voor de hand hierbij te denken aan verschillen in N-verliezen door ammoniakvervluchtiging na het toedienen van de dunne mest. In proeven met DRM en DVM werd ook een grote spreiding gevonden in N-benutting tussen jaren bij bovengrondse toediening (Snijders et al., 1987; Geurink et al., 1995). Door

Geurink et al. (1995) werd gevonden dat neerslag tijdens en/of direct na mesttoediening een positief effect had op de N-werking van bovengronds toegediende DVM. Ook is bekend dat bij bovengrondse toediening in enkele dagen veel N door vervluchtiging verloren kan gaan (Hall et al., 1986; Pain et al., 1988; Christensen, 1988; en Vertregt et al., 1988). Tevens werd aangetoond dat kunstmatige beregening tijdens bovengrondse toediening van dunne mest op grasland de ammoniakvervluchtiging kan verminderen (Van Geneijgen et al., 1979). Echter in eerder genoemde proeven met bovengronds toegediende DRM (Snijders et al., 1987) kon geen duidelijk verband worden gevonden tussen de hoeveelheid neerslag tijdens en direct na mesttoediening en de N-benutting door gras.

In Tabel 17 wordt een overzicht gegeven van de neerslaghoeveelheden op de dag van mesttoediening en de eerste dagen daarna.

Uit Tabel 17 kan het volgende worden afgeleid:

- Bij de voorjaarstoediening in 1989 was er op de dag van mesttoediening en de eerste dagen erna geen neerslag. De N-werking van de onverdunde mest die bovengronds werd toegediend was toen laag (Tabellen 14 en 15). Bij de juni-toediening in 1989 was er op de dag van mesttoediening en de eerste dagen erna wel neerslag en was de N-werking van de onverdunde mest die bovengronds werd toegediend relatief hoog. In 1990 en 1991 was er bij de tweede mesttoediening neerslag na bemesten en werd een gemiddelde N-werking vastgesteld. Uit het voorgaande blijkt dat er bij bovengronds toegediende onverdunde mest een gunstig effect was van neerslag op de N-benutting door het gras. Waarschijnlijk werden door de neerslag de N-verliezen door vervluchtiging verminderd.

Tabel 17. Neerslag (mm) op de dag van en de eerste dagen na mesttoediening (station Wageningen)

Jaar	Toediening dunne mest	Dagen na mesttoediening				
		0	1	2	3	4
1989	29/03/89	0	0	0	0	0
1989	07/06/89	10,2	5,5	6,8	0	0,2
1990	29/03/90	0	0	0	0	0
	10/05/90	2,3	2,1	8,9	6,7	0,5
1991	22/03/91	0	0	0	0	0
	15/05/91	0	11,6	3,3	0	0



## 5. Discussie

De N in dunne mest bestaat uit een anorganisch en een organisch gebonden fractie. In het algemeen wordt bij de beschouwing van de N-werking van dunne mest uitgegaan van N-totaal (organische N + anorganische N). In vroegere proeven waarin DRM werd geïnjecteerd, was de W-N iets groter dan het aandeel N-mineraal in de N-totaal van de mest (Snijders et al., 1987). Als er bij diepe injectie maar weinig N-mineraal verloren gaat wat aannemelijk is (van der Meer et al., 1987), betekent dit dat in het jaar van toediening er maar weinig organische N mineraliseert. In Tabel 5 werd de chemische samenstelling van de verschillende soorten dunne mest gegeven die in de verschillende proeven werd gebruikt. Hieruit blijkt dat het percentage N-mineraal in N-totaal varieerde van 44 tot 78 %. Door de W-ds en de W-N te berekenen op basis van de hoeveelheid minerale N in de mest (Tabellen 14 en 15) in plaats van op basis van de totale hoeveelheid N, vond in feite een correctie plaats van het verschillend aandeel N-mineraal en bleken er geen consistente verschillen meer tussen de mestsoorten te zijn. Berekening van de W-ds en W-N op basis van de hoeveelheid N-mineraal in de mest leverde bovendien een goede vergelijking op van de effectiviteit van de toedieningstechnieken (Tabel 16). Opvallend is dat diepe injectie, zode-bemesting en oppervlakkige toediening van verdunde mest ongeveer een gelijke W-ds gaven, maar een sterk verschillende W-N. De verschillen in W-N zijn zeer waarschijnlijk het gevolg van verschillen in N-verlies door ammoniakvervluchtiging. Dat deze verschillen niet tot uiting kwamen in de W-ds, duidt erop dat de door het gras opgenomen N met een verschillende effectiviteit voor drogestofproductie werd benut.

Uit Fig. 5 bleek dat bij diepe injectie de W-N duidelijk hoger was dan de W-ds. In deze proeven waren geen objecten waar een combinatie van dunne mest en kunstmest werden gegeven. Het was dus ook niet mogelijk om een W-N en W-ds van de N uit dunne mest te berekenen bij gecombineerd toedienen van dunne mest en kunstmest-N. Uit eerder onderzoek bleek dat bij diepe injectie van DRM de gemiddelde W-ds en W-N op basis van N-totaal in de mest bij apart toedienen van dunne mest en kunstmest-N resp. 42 en 54 bedroeg. Bij gecombineerd toedienen van geïnjecteerde DRM en kunstmest-N bedroeg de W-ds en W-N van de N-totaal in de mest respectievelijk 41 en 48. Ook bij gecombineerd toedienen was de W-N dus duidelijk hoger dan de W-ds (Snijders et al., 1987). Echter in deze proeven werd bij gecombineerd toedienen van geïnjecteerde DRM en kunstmest-N bij de verdeling van de kunstmest-N over de sneden geen rekening gehouden met de werking van de N uit de geïnjecteerde DRM. In later onderzoek werd dit wel gedaan (Geurink et al., 1995). Hierdoor werd een grote overmaat aan N in bepaalde sneden voorkomen en luxe consumptie van N door het gras beperkt. Bij apart toedienen van dunne mest en kunstmest-N werd een gemiddelde W-ds gevonden van 40 en een W-N van 47. Bij een combinatie van dunne mest en kunstmest-N steeg de W-ds tot 54 en de W-N tot 52. In deze situatie was er bij een combinatie van dunne mest en kunstmest-N nauwelijks verschil tussen W-ds en W-N. Op grond van het voorgaande mag verwacht worden dat de verschillen in W-ds en W-N die in deze proeven bij diepe injectie werden gevonden, bij gecombineerd toedienen van dunne mest en kunstmest-N zouden kunnen verdwijnen als bij de verdeling van de kunstmest-N over de sneden wordt afgestemd op de werking van N uit dunne mest.

Interessant blijft de vraag waarom in deze proef bij apart toedienen van de dunne mest en kunstmest-N alleen bij diepe injectie de W-N veel hoger was dan de W-ds. Mogelijk houdt dit

verband met de onregelmatige verdeling van de N over het oppervlak en de diepe plaatsing (tandafstand 50 cm en een injectiediepte van 15-20 cm) bij diepe injectie. Bij zode-bemesting zijn deze punten duidelijk verbeterd, terwijl bij oppervlakkige toediening van verdunde mest de beschikbare N goed wordt verdeeld en snel opgenomen kan worden waardoor de W-ds juist hoger was dan de W-N.

## 6. Conclusies

- Er waren grote verschillen in samenstelling van de verschillende soorten dunne mest wat betreft de gehalten aan drogestof, N-totaal en N-mineraal.
- Door de werking van de N uit dunne mest te berekenen op basis van N-mineraal in plaats van N-totaal, werd die werking gecorrigeerd voor het verschillend aandeel N-mineraal in de N-totaal van de mestsoorten. De aldus berekende waarden voor W-ds en W-N vertoonden geen consistente verschillen tussen de mestsoorten.
- De gemiddelde W-ds (op basis van de hoeveelheid N-mineraal in de dunne mest) over alle mestsoorten en alle proeven bedroeg bij diepe injectie, zode-bemesting, bovengrondse toediening van onverdunde mest en bovengrondse toediening van verdunde mest (2-3 % ds) respectievelijk 83, 92, 46 en 81 %.
- De gemiddelde W-N (op basis van de hoeveelheid N-mineraal in de dunne mest) over alle mestsoorten en alle proeven bedroeg bij diepe injectie, zode-bemesting, bovengrondse toediening van onverdunde mest en bovengrondse toediening van verdunde mest (2-3 % ds) respectievelijk 115, 98, 48 en 69 %.
- Het verdunnen van de mest met water tot 2-3 % drogestof had bij bovengrondse toediening een veel groter effect op de W-ds dan op de W-N.
- Bij bovengrondse toediening van onverdunde mest was er een gunstig effect van neerslag tijdens- en direct na toediening van de mest op de N-benutting door het gras. In alle gevallen waren W-ds en W-N echter aanzienlijk lager dan bij andere toedieningstechnieken.
- Bij diepe injectie was de W-N duidelijk hoger dan de W-ds. In andere proeven verdween dit verschil (door stijging van de W-ds) bij combinatie van geïnjecteerde mest en kunstmest-N als de verdeling van de kunstmest-N over de sneden was aangepast aan de werking van de N uit de mest.



## Literatuur

Christensen, B.T., 1988.

Ammonia loss from surface applied animal slurry under sustained drying conditions in autumn. In: V.C. Nielsen, J.H. Voorburg & P. l'Hermite (Eds), *Volatile emissions from livestock farming and sewage operations*, Elsevier Applied Science, Amsterdam, 92-102.

Geurink, J.H. & M.G. van Uum-van Lohuyzen, 1995.

Stikstofwerking van geïnjecteerde varkensdrijfmest op grasland. AB-rapport (in voorbereiding).

Geneijgen, J. van & G. Krist, 1979.

Ook in de zomer dunne mest op grasland. Jaarverslag ROC Heino, 32-37.

Hall, J.E. & J.C. Ryden, 1986.

Current research into ammonia losses from sludges and slurries. In: A. Dam Kofoed, J.H. Williams & P. l'Hermite (Eds), *Efficient land use of sludges and manures*, Elsevier Applied Sciences, Amsterdam, 180-192.

Meer, H.G. van der, R.B. Thompson, P.J.M. Snijders & J.H. Geurink, 1987.

Utilization of nitrogen from injected and surface-spread cattle slurry applied to grassland. In: H.G. van der Meer, R.J. Unwin, T.A. van Dijk & G.C. Ennik (Eds): *Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or waste? Developments in Plant and Soil Sciences Vol. 30*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 47-71.

Pain, B.F., Y.J. Rees & D.R. Lockyer, 1988.

Odeur and ammonia emission following the application of pig or cattle slurry to land. In: V.C. Nielsen, J.H. Voorburg & P. l'Hermite (Eds), *Volatile emissions from livestock farming and sewage operations*, Elsevier Applied Science, Amsterdam, 2-11.

Schepers, J.H., 1978.

Beschrijving en handleiding proefveldrijfmestdoseermachine (Schepan MMM) met bijbehorende apparatuur. Rapport no 31, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren, 11 pp.

Schils, R.L.M., 1992.

Invloed van tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland, Rapport 136, PR, Lelystad, 139 pp.

Snijders, P.J.M., J.J. Woldring, J.H. Geurink & H.G. van der Meer, 1987.

Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. Rapport 103, PR, Lelystad, 156 pp.

Stol, W., 1994.

Synoptic and climatic data for agro-ecological research. Simulation Reports CABO-TT nr. 37, CABO-DLO en LUW-TPE, Wageningen, 101 pp.



## Bijlage 1.

### Drogestofopbrengsten per snede (kg·ha<sup>-1</sup>) onder invloed van mestsoort, toedieningstechniek en niveau kunst- meststikstof in voorjaar 1989, juni 1989, voorjaar 1990 en voorjaar 1991

Tabel I-1 Voorjaar 1989

Bemestings- methode	Code	Snedes				Totale drogestofopbrengst (kg·ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	4	
Diepe injectie	DRM	1288	2392	1271	891	5842
	DVM	1392	3173	2889	1242	8696
	DZM	1504	2602	1020	654	5780
	DVMC	1658	3000	1961	1003	7622
	DRME	1416	2555	1134	773	5878
	DVME	1368	3101	2679	1311	8459
Bovengronds	DRM	1978	1156	359	669	4162
	DVM	2446	1274	417	588	4725
	DZM	2380	1287	315	545	4527
	DVMC	2588	1235	409	519	4751
	DRME	2015	1175	388	645	4223
	DVME	2784	1322	586	728	5420
Kunstmest-N	N1	2336	1923	657	588	5504
	N2	2839	2422	1102	674	7037
	N3	2906	3084	1971	763	8724
	N0	1550	1129	290	584	3553
	N0	1535	1068	318	542	3463

Tabel I-2 Juni 1989

Bemestings- methode	Code	Sneden			Totale drogestof opbrengst (kg·ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	
Diepe injectie	DRM	1424	1724	978	4126
	DVM	1972	2205	1637	5814
	DZM	2023	1641	802	4466
	DVMC	2069	2287	1363	5719
	DRME	1587	1785	970	4342
	DVME	2104	2379	1796	6279
Bovengronds	DRM	1850	937	931	3718
	DVM	2687	1170	926	4783
	DZM	2188	882	726	3796
	DVMC	2569	1008	728	4305
	DRME	2038	961	904	3903
	DVME	2526	1149	900	4575
Kunstmest-N	N1	1867	1258	1038	4163
	N2	2747	1586	1609	5942
	N3	3033	1770	1826	6629
	N0	898	801	629	2328
	N0	1023	659	629	2311

Tabel 1-3 Voorjaar 1990

Bemestings- methode	Code	Sneden			Totale drogestofopbrengst (kg·ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	
Diepe injectie	DRM	2130	2540	1743	6412
	DVM	2073	2371	1739	6183
	DVMC	1889	2444	1750	6083
Zode-bemesting	DRM	1770	1973	2318	6062
	DVM	1646	2007	2292	5945
	DVMC	1855	2082	1894	5832
Bovengronds	DRM	1315	1603	1654	4572
	DVM	1533	1857	1734	5124
	DVMC	1363	1792	1618	4773
Verdund bovengronds	DRM	2123	2462	1993	6577
	DVM	2280	2742	2164	7185
	DVMC	1727	2010	1680	5416
Kunstmest-N	N1	1737	1954	2036	5727
	N2	2146	2293	2575	7015
	N3	2479	2566	2761	7807
	N0	1138	1262	1257	3657
	N0	1057	1130	1122	3308

Tabel I-4 Voorjaar 1991

Bemestings- methode	Code	Snedes				Totale drogestofopbrengst (kg·ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	4	
Diepe injectie	DRM	3024	2781	2494	2148	10447
	DVM	3401	3097	2753	2569	11820
	DVMC	3148	2775	2529	2063	10515
Zode-bemesting	DRM	2953	2764	3008	2340	11065
	DVM	3227	2762	3208	2474	11671
	DVMC	3176	2632	3010	2113	10931
Bovengronds	DRM	2682	2771	2801	1901	10155
	DVM	2961	2824	2843	2036	10664
	DVMC	2811	2561	2688	2028	10087
Verdund bovengronds	DRM	3178	3077	2928	2213	11396
	DVM	3360	3121	3027	2151	11659
	DVMC	2934	2721	2702	1882	10239
Kunstmest-N	N1	3017	2736	2978	2021	10752
	N2	3334	3191	3328	2266	12119
	N3	3395	3341	3351	2366	12453
	N0	2165	1925	2351	1678	8119
	N0	2336	2074	2354	1800	8564

## Bijlage 2.

### Stikstofopbrengsten per snede ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) onder invloed van mestsoort, toedieningstechniek en niveau kunstmeststikstof in voorjaar 1989, juni 1989, voorjaar 1990 en voorjaar 1991

Tabel II-1 Voorjaar 1989

Bemestings- methode	Code	Snedes				Totale stikstofopbrengst ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )
		1	2	3	4	
Diepe injectie	DRM	32	53	20	14	119
	DVM	42	94	59	20	216
	DZM	40	56	15	10	122
	DVMC	51	81	36	15	183
	DRME	37	55	17	12	121
	DVME	40	91	59	21	211
Bovengronds	DRM	36	17	6	10	69
	DVM	51	19	7	9	86
	DZM	45	19	5	8	77
	DVMC	56	19	7	8	90
	DRME	36	17	6	10	69
	DVME	63	21	10	12	104
Kunstmest-N	N1	42	29	9	9	89
	N2	60	47	17	10	135
	N3	77	70	30	11	188
	N0	24	15	5	9	53
	N0	22	14	5	8	50

Tabel II-2 Juni 1989

Bemestings- methode	Code	Sneden			Totale stikstofopbrengst (kg·ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	
Diepe injectie	DRM	42	38	22	103
	DVM	67	64	45	176
	DZM	61	34	18	112
	DVMC	68	62	32	162
	DRME	46	39	23	108
	DVME	72	72	46	190
Bovengronds	DRM	34	17	21	72
	DVM	63	20	22	105
	DZM	45	15	16	75
	DVMC	59	17	17	93
	DRME	39	17	21	78
	DVME	58	21	21	101
Kunstmest-N	N1	31	23	22	76
	N2	52	35	38	124
	N3	70	44	45	159
	N0	13	13	13	39
	N0	14	11	13	38

Tabel II-3 Voorjaar 1990

Bemestings- methode	Code	Sneden			Totale stikstofopbrengst (kg·ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	
Diepe injectie	DRM	76	60	32	168
	DVM	72	53	33	158
	DVMC	66	59	33	159
Zode-bemesting	DRM	47	50	49	146
	DVM	44	54	52	150
	DVMC	49	51	35	134
Bovengronds	DRM	25	33	32	91
	DVM	29	37	33	99
	DVMC	27	35	31	93
Verdund bovengronds	DRM	49	57	36	142
	DVM	56	66	44	165
	DVMC	35	41	30	106
Kunstmest-N	N1	33	41	42	116
	N2	50	54	64	169
	N3	71	70	87	228
	N0	18	22	23	62
	N0	16	20	20	56

Tabel II-4 Voorjaar 1991

Bemestings- methode	Code	Snedes				Totale stikstofopbrengst (kg·ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	4	
Diepe injectie	DRM	113	65	56	44	278
	DVM	134	86	47	51	318
	DVMC	111	78	54	44	286
Zode-bemesting	DRM	78	84	69	46	278
	DVM	90	92	75	49	307
	DVMC	82	75	66	41	264
Bovengronds	DRM	59	68	64	40	230
	DVM	69	80	64	40	252
	DVMC	61	60	66	46	232
Verdund bovengronds	DRM	75	84	65	44	267
	DVM	81	92	67	45	285
	DVMC	68	64	58	39	229
Kunstmest-N	N1	74	67	69	40	250
	N2	94	88	86	46	313
	N3	108	105	98	63	375
	N0	45	40	48	33	165
	N0	49	48	49	37	183