

De Marke

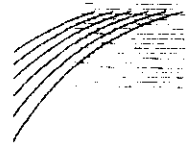
Proefbedrijf voor
Melkveehouderij en Milieu



PR

CLM

Centrum voor Landbouw en Milieu



AB-DLO

Bemestingsonderzoek aan mais en voederbieten op De Marke (1990-1995)

592393

J.J. Schröder (AB-DLO)
L. ten Holte (AB-DLO)

Rapport no. 16
AB-DLO rapport 63
September 1996

Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR)

Referaat

Bemestingsonderzoek aan mais en voederbieten op De Marke (1990-1995).
Rapport nr. 16 'De Marke', rapport nr. 63 AB-DLO, 37 blz. + 13 blz. bijlage.

Het rapport beschrijft de effecten van de hoeveelheid, de aard, het tijdstip en de wijze van bemesting op de opbrengst van mais en voederbieten en de benutting van meststoffen. De resultaten geven aan dat het grote nutriëntennaleveringsvermogen van bodems op 'De Marke' leidt tot een zwakke reactie op bemesting. Als gevolg hiervan blijven opbrengstdervingen bij een terughoudende meststoffenaanvoer vooralsnog beperkt. Dit verschijnsel geeft aanleiding tot het schenken van blijvende aandacht aan de houdbaarheid van bemestingsstrategieën op de langere termijn.

Trefwoorden: mais, voederbieten, wintergewassen, milieu, stikstof, fosfor, nalevering.

ISSN 0928-2637

Adressen betrokken instellingen:

- De Marke, zie binnenzijde omslag
- AB-DLO
Bornsesteeg 65
Postbus 14, 6700 AA Wageningen
tel. 0317-475700, fax 0317-423110
- CLM
Amsterdamsestraatweg 877
Postbus 10015, 3505 AA Utrecht
tel. 030-2441301, fax 030-2441318
- PR
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad
tel. 0320-293211, fax 0320-241584

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 toepassings-gericht onderzoek en is gepositioneerd tussen het fundamentele basisonderzoek van de universiteiten en het praktijkgerichte onderzoek op proefstations. De verkregen onderzoeks-resultaten dragen bij aan de bevordering van:

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

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

Adres

Vestiging Wageningen:
Postbus 14, 6700 AA Wageningen
tel. 0317-47 57 00
fax 0317-42 31 10
e-mail postkamer@ab.dlo.nl

Vestiging Haren:
Postbus 129, 9750 AC Haren
tel. 050-533 77 77
fax 050-533 72 91
e-mail postkamer@ab.dlo.nl

Samenvatting

Tussen 1990 en 1995 vond bemestingsonderzoek plaats aan snijmaïs en voederbieten op 'De Marke'. De resultaten van het onderzoek gaven aan dat deze gewassen in geringere mate reageerden op de hoeveelheid en wijze van mesttoediening dan gevonden in proeven elders. Daarbij kon niet worden aangetoond dat dit werd veroorzaakt doordat de opbrengsten, en daarmee de opnames, in sommige jaren achterbleven als gevolg van droogtestress. Vermoedelijk speelde de grote nalevering van nutriënten vanuit voorvruchten alsmede vanuit het verleden voorafgaand aan de start van 'De Marke', hierbij een rol. Dit had tot gevolg dat de berekende economisch optimale N-gift voor maïs op 'De Marke' lager was dan de landelijke bemestingsrichtlijn die op een groot aantal andere proeven is gebaseerd. Toch was de berekende economisch optimale N-gift voor 'De Marke' 38 kg ha^{-1} hoger dan de gift die men op 'De Marke' gewend is te geven op de praktijkpercelen. Dit had gemiddeld een opbrengstderving van 8 % en een reductie van het N-overschot op maïspercelen van 28 kg ha^{-1} tot gevolg.

Na de oogst van de maïs bleef relatief veel minerale stikstof (N) in de bodem achter die, bij een bemesting van de maïs op basis van de economisch optimale N-gift, met wintergewassen kon worden weggevangen. Na voederbieten bleef weinig minerale N achter omdat het aanbod in het blad kon worden opgeslagen. Bij overmatige giften, echter, trad ook na voederbieten een stijging van de hoeveelheid minerale bodem-N op.

Omdat het onderzoek zich beperkte tot een periode van zes jaar en plaatsvond op verschillende percelen, kon niet worden nagegaan hoe gewasproductiesystemen zich op de langere termijn zullen gaan gedragen. Onderzoek naar het lange-termijngedrag van de gevolgde bemestingsstrategie alsmede naar het lot van de nutriënten in mest en gewasresten, vraagt dan ook blijvende aandacht.

1. Inleiding

De produktiviteit van voedergewassen alsmede de emissies waarmee hun teelten gepaard gaan, worden voor een deel bepaald door de hoeveelheid en aard van de gebruikte meststoffen en het tijdstip waarop en de plaats waar deze meststoffen worden toegediend. Behalve het bemestingsregime, oefenen ook bodem- en weersomstandigheden een belangrijke invloed uit op de produktie en de emissie (Schröder & Ten Holte, 1992; Schröder & Van Dijk, 1995).

De keuze voor een bemestingsregime wordt bepaald door eisen ten aanzien van produktie en emissie, de vraag naar nutriënten door het gewas, het aanbod van nutriënten door de bodem en de benutbaarheid van het nutriëntenaanbod.

Op het proefbedrijf voor melkveehouderij en milieu 'De Marke' probeert men een bedrijfsstelsel te ontwikkelen waarbij de melkproduktie binnen milieukundige randvoorwaarden wordt geoptimaliseerd. Op 'De Marke' heeft men bij de opzet van het bedrijf gekozen voor een ruim aandeel akkerbouwmatige voedergewassen. Maïs en voederbieten zijn daarvan de belangrijkste. Voor het evalueren en optimaliseren van de bedrijfsopzet is het noodzakelijk de produktie- en emissiefuncties van deze beide gewassen te kennen en op basis daarvan bemestingsstrategieën te definiëren. Daartoe heeft tussen 1990 en 1995 onderzoek plaatsgevonden.

Tabel 1. Kenmerken fysische bodemvruchtbaarheid van proefpercelen

Perceel	Blok	Grond- soort	Grond- water- trap	Begin lemig zand (cm)	Verdeling (%) van perceel over klassen van vochtleverend vermogen (mm)				
					< 50	50-100	100-150	150-200	> 200
2		tZn51	VIIId	140-180	100				
3		Hn51	VIIId	80-140	68	27	5		
4		Hn51	VIIId	80-140	68	27	5		
5		Hn51	VIIId	80-140	68	27	5		
10	I,II,III	Hn51	VIIId	80-140	62	38			
10	IV,V	tZd51	VIIId	140-180	100				
11		Hn51	VIIId	80-140	62	38			
16		Hn51	VIIId	80-140	50	50			
19		Hn43	Vlo	40- 80		27	60	13	
21		tZn43	VId	40- 80		80	20		
22		Hn43	VIIId	80-140		57	43		

Tabel 2. Kenmerken chemische bodemvruchtbaarheid van proefpercelen (monsternamen februari 1990)

Perceel	Kenmerk (0-25 cm)					
	organische stof (%)	pH-KCl -	Pw (mg l ⁻¹)	K-HCl (mg 100 g ⁻¹)	N-tot (%)	P-tot (%)
2	4,6	4,3	102	13	0,13	0,198
3	4,5	5,0	37	15	0,16	0,138
4	5,0	5,4	33	7	0,13	0,132
5	4,7	5,1	84	13	0,14	0,195
10*	4,9	5,4	30	10	0,16	0,148
11	5,4	5,3	33	8	0,15	0,145
16**	4,4	4,7	80	21	0,12	0,218
19	4,9	5,3	34	7	0,14	0,163
21	3,8	5,7	38	6	0,13	0,153
22	4,3	5,3	63	9	0,14	0,184

* monster januari 1993, ** monster januari 1995

2. Materialen en methode

Behandelingen

Tussen 1990 en 1995 werden jaarlijks één of meer proeven met maïs en bieten aangelegd op verschillende percelen van 'De Marke'. Tabellen 1 en 2 geven een aantal bodemvruchtbaarheidskenmerken van deze percelen. Het betrof in alle gevallen een leemarme zandgrond. In 1990, 1991 en 1992 werd het effect van kunstmest-N-giften op de opbrengst van maïs en bieten onderzocht. In 1991 vonden de proeven plaats op percelen waar alle behandelingen vóór het ploegen een volveldse basisbemesting met rundveedrijfmest kregen toegediend. In 1992 gold dit voor een deel van de proeven.

In 1993, 1994 en 1995 werd onderzoek verricht naar de effecten van drijfmestplaatsing op de opbrengst van maïs. Daarbij werd een vergelijking gemaakt tussen volvelds toegediende rundveedrijfmest en drijfmest die nabij (afstand ca. 10 cm) de voorziene maïsrij werd geplaatst ('rijenbemesting met dierlijke mest'). Bij beide behandelingen werd daartoe na het ploegen drijfmest geïnjecteerd met de proefvelddoseermachine van AB-DLO. In aanvulling hierop werden vergelijkbare mestgiften volvelds geïnjecteerd (in 1993 alleen vóór het ploegen, in 1994 en 1995 ook na het ploegen) met een praktijkmachine. In de periode 1993-1995 werden alle behandelingen aangelegd in een variant zonder en een variant met rijenbemesting met kunstmest-P. In 1995 vond verder een proef plaats waarin de drogestof (DS)-, N- en P-opbrengst van acht maïsrassen werd vergeleken. Het perceel waarop deze proef plaatsvond, perceel 10, had een Pw 30. De maïs werd gezaaid zonder rijenbemesting met kunstmest-P. Wel werd volvelds mest toegediend na het ploegen. De mestgift was gelijk aan die van de bemeste varianten van de drijfmestplaatsingsproef op hetzelfde perceel in dat jaar. Aanvullende proefgegevens staan vermeld in tabellen 3 en 4 (pag. 6 en 7). De tabellen 5 en 6 (pag. 7) geven de proefopzet en de grootte van de afzonderlijke veldjes. De coderingen en beschrijving van de diverse objecten staan voor de achtereenvolgende proeven vermeld in de tabellen 12 - 27 (pag. 14 - 19) en 30 - 32 (pag. 26 - 27).

Indien op het betreffende proefperceel in het voorgaande jaar maïs werd geteeld, werd daarin (m.u.v. de maïs voorafgaand aan de proef in 1995) gras ondergezaaid. Dit gras werd na de winter, voorafgaand aan de proef, met een messeneg bewerkt en daarna ondergeploegd. In proeven met maïs werd in 1990, 1991 en 1992 bij alle behandelingen opnieuw gras ondergezaaid. De onderzaai van gras vond plaats als de maïs ca. 30 cm hoog was. Aan weerszijden van de maïsrij bleef een 15 cm brede strook vrij van gras.

Tabel 7 (pag. 8) geeft een samenvatting van de onderzochte aspecten.

Waarnemingen

De rundveedrijfmest werd in duplo geanalyseerd op gehalten van de totale hoeveelheid totaal-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, P en K. De samenstelling van de gebruikte rundveedrijfmest en de daarmee toegediende hoeveelheid nutriënten staan vermeld in tabel 8 (pag. 8).

De opbrengsten van maïs en bieten werden door middel van minimaal één tussenoogst en een eindoogst bepaald. Tussenoogsten hadden betrekking op een oppervlakte van 1,5 m x 4 m bij maïs en 2 m x 4 m bij bieten. Eindoogsten waren gebaseerd op oppervlakten van 3 m x 5 m bij maïs en 2 m x 5 m bij bieten.

Bij maïs werd het gehele gewas gehakseld en bemonsterd. In het monster werden de gehalten van DS, N, P en K bepaald. Bij bieten werd het gewas gesplitst in biet en loof (inclusief kop). In monsters van beide fracties werden de DS-, N-, P- en K-gehalten bepaald.

Tabel 3. Algemene proefgegevens bemestingstrappen- en rassenonderzoek maïs 'De Marke' (1990-1995)

Proefnummer Perceelnummer Voorvrucht	1990			1991			1992			1993			1994			1995		
	1108	1109	1110	1152	1153	1178	1177	1178	107000	91000	82000	27-4	3-5	27-4	4	10	10	10
	maïs	maïs	maïs	gras	maïs	maïs	triticale	maïs	biet	gras	82000	27-4	gras	gras	gras	gras	gras	gras
	maïs	maïs	maïs	gras	maïs	maïs	gras	maïs	maïs	gras	82000	27-4	gras	gras	gras	gras	gras	gras
	maïs	maïs	maïs	gras	maïs	maïs	biet	maïs	maïs	biet	82000	27-4	biet	biet	biet	biet	biet	biet
Hoofdgewas:																		
Ras	LG2080	LG2080	LG2080	Anjou09	Anjou09	Anjou09	Anjou09	Anjou09	Melody	Anjou09	Moreno	divers	Anjou09	Moreno	divers	Anjou09	Moreno	divers
Plantdichtheid	(100000)	(100000)	(100000)	85000	88000	93000	93000	(95000)	107000	91000	82000	divers	91000	82000	divers	91000	82000	divers
Datum zaai	24-4	24-4	24-4	23-4	23-4	23-4	23-4	4-5	27-4	3-5	27-4	27-4	3-5	27-4	27-4	3-5	27-4	27-4
Datum kunstmest	10-5	10-5	10-5	23-5	23-5	23-5	23-5	4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Datum drijfmest	-	-	-	19-4	19-4	21-4	21-4	-	26-4	2-5	26-4	26-4	2-5	26-4	26-4	2-5	26-4	26-4
Datum proef/eind-oogst	16-7	16-7	16-7	10-9	10-9	24-6	24-6	24-6	20-7	28-7	28-6	28-6	28-7	28-6	28-6	28-7	28-6	28-6
	21-8	21-8	21-8	2-10	2-10	22-9	22-9	22-9	23-8	12-10	11-7	11-7	12-10	11-7	11-7	12-10	11-7	11-7
	4-10	4-10	4-10	-	-	-	-	-	24-9	-	26-7	26-7	-	26-7	26-7	-	26-7	26-7
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29-8	29-8	-	29-8	29-8	-	29-8	29-8
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25-9	25-9	-	25-9	25-9	-	25-9	25-9
Basisbemesting:																		
Groenbemester (ja/nee)	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Bovengrondse opbrengst (kg N ha ⁻¹)	20	(40)*	25	(40)*	50	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Datum scheuren	15-3	15-3	15-3	8-3	8-3	-	-	3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Drijfmest (kg N-tot ha ⁻¹)	0	0	0	66	94	57	57	0	0-97	0-147	0-109	109	0-147	0-109	109	0-147	0-109	109
Kunstmest-N (kg ha ⁻¹)	0	0	0	0	0	0-20	0-20	0-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0-200	0-200	0-200	0-160	0-160	0-100	0-100	0-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kunstmest-P (kg ha ⁻¹)	22	22	22	22	22	0	0	0	0-22	0-22	0-22	0	0-22	0-22	0	0-22	0-22	0
	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kunstmest-K (kg ha ⁻¹)	0	0	0	145	33	42	42	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Onderzaai:																		
Ras	Tetila	Tetila	Tetila	Tetila	Tetila	Tetila	Kosta/ Tetila	Kosta/ Tetila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Datum zaai	15-6	15-6	15-6	2-7	2-7	9-6	9-6	9-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zaadichtheid (kg ha ⁻¹)	30	30	30	30	30	12/12	12/12	12/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Datum proefoogst	1	16-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	4-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* geschat op basis van meting op naburig perceel

** rb = rijenbemesting, vv = volleleids

Tabel 4. Algemene proefgegevens bemestingsonderzoek **bieten** 'De Marke' (1990-1992)

Proefjaar		1990	1991	1992
Proefnummer		1111	1151	1152
Perceelnummer		11	3	19
Voorvrucht	3	gras	maïs	gras
	2	gras	maïs	gras
	1	gras	maïs	gras
Hoofdgewas:				
Ras		Kyros	Kyros	Kyros
Plantdichtheid		55100	87300	79300
Datum zaai		11-4	7-5	8-4
Datum kunstmest (KAS)		12-4	-	-
Datum kunstmest (Chilisaalpeter)		28-5	23-5	15-4
Datum drijfmest		-	5-3	3-4
Datum proef/eind-oogst	1	16-7	10-9	24-6
	2	21-8	22-11	17-11
	3	5-11		
Basisbemesting:				
Groenbemester (ja/nee)		ja	ja	ja
Bovengrondse opbrengst (kg N ha ⁻¹)		> 50	(40)*	> 50
Datum scheuren		maart	8-3	27-2
Drijfmest (kg N-tot ha ⁻¹)		-	110	0-54
Kunstmest-N (kg ha ⁻¹)		0-300	0-150	0-100
Kunstmest-P (kg ha ⁻¹)		0	0	0
Kunstmest-K (kg ha ⁻¹)		0	0	0

* geschat op basis van meting op naburig perceel

Tabel 5. Proefopzet en grootte van brutoveldjes van **maïs**proeven

Proefjaar	Proefveldjes	Aantal herhalingen	Oppervlak
1990-91	blokken (N1-N5)	in 4 herhalingen	3 m x 15 m
1992	blokken (N3-N6/7)	in 4 herhalingen	3 m x 15 m
	stroken (N1-N2)	in 1 herhaling	10 m x 63 m
1993	blokken (D1-D6)	in 3 herhalingen	6 m x 15 m
	stroken (D7-D8)	in 1 herhaling	6 m x 45 m
1994-95	blokken (D1-D6)	in 5 herhalingen	6 m x 12 m
	stroken (D7-D10)	in 1 herhaling	6 m x 60 m

Tabel 6. Proefopzet en grootte van brutoveldjes van **bieten**proeven

Proefjaar	Proefveldjes	Aantal herhalingen	Oppervlak
1990-91	blokken (N1-N5)	in 4 herhalingen	3 m x 15 m
1992	blokken (N3-N6/7)	in 4 herhalingen	3 m x 15 m
	stroken (N1-N2)	in 1 herhaling	10 m x 45 m

Tabel 7. Onderzochte aspecten van het bemestingonderzoek aan **maïs** en **voederbieten** op 'De Marke' (1990-1995)

		Jaar					
		1990	1991	1992	1993	1994	1995
Maïs	N-trappen	+	+	+			
	Plaatsing van mest				+	+	+
	Rassenproef						+
Voederbieten	N-trappen	+	+	+			
Wintergewassen	C- en N-opbrengst	+	+	+	+	+	+
	idem, bij N-trappen		+				

Tabel 8. Samenstelling van de rundveedrijfmest en de uitgereden hoeveelheden nutriënten

Jaar	Perceel	Samenstelling (kg m ⁻³)				Hoeveelheid (kg ha ⁻¹)			
		N-totaal	NH ₄ -N	P	K	N-totaal	NH ₄ -N	P	K
1991	5	3,9	2	0,82	4,6	66	34	14	78
1991	16	3,9	2	0,82	4,6	94	48	20	110
1991	3	3,7	1,8	0,78	4,5	110	54	24	134
1992	2	3,8	2,5	0,35	3,2	57	38	5	47
1992	19	3,6	2,3	0,35	2,9	54	35	5	46
1993	4	3,9	1,9	0,52	5,0	97	47	13	124
1994	10	4,1	2,1	0,48	4,4	147	75	17	158
1995	10	3,1	1,7	0,39	3,9	109	60	14	137

De opbrengst van de grasonderzaai werd op minimaal één tijdstip vastgesteld door een proefplek van minimaal 0,75 m x 2 m uit te snijden en te wegen. Daarbij bleef een stoppel van ca. 1 cm achter. In monsters van het gemaaide materiaal werden de DS- en N-gehalten bepaald. De berekende opbrengsten van het gras zijn uitgedrukt op hectare-basis en werden daartoe gecorrigeerd voor het onbegroeide deel van het veldje aan weerszijden van de maïsrij. In de bodem werd op verschillende tijdstippen gedurende het seizoen de hoeveelheden minerale N (NO₃-N en NH₄-N) bepaald. Daartoe werden per veldje minimaal 8 steken genomen op willekeurige plekken ten opzichte van de (voormalige) gewasrijen. In beginsel werd de bodem laagsgewijs (20 cm) tot op een diepte van 60 cm bemonsterd.

Definities

De beschikbare hoeveelheid minerale N in het voorjaar werd gedefinieerd als de som van de hoeveelheid minerale bodem-N in het voorjaar vóór bemesting (0 - 60 cm), kunstmest-N en NH₄-N in drijfmest. Als de hoeveelheid minerale bodem-N in het voorjaar vóór bemesting niet was bepaald, werd deze geschat op 30 kg N per ha, een gebruikelijke hoeveelheid voor zandgronden.

De N-terugwinning werd gedefinieerd als het verschil in N-opbrengst tussen twee objecten, uitgedrukt als percentage van het verschil in de gegeven hoeveelheid meststof. Als basis voor de verschillen werd steeds het N1- of D1-object genomen. Het N1-object kon strikt genomen niet steeds, zoals gebruikelijk bij de berekening van de N-terugwinning, als 'onbemest' worden

den beschouwd omdat alle veldjes in sommige proeven een basisbemesting met drijfmest hadden gekregen.

De netto-mineralisatie werd berekend als het verschil tussen de som van de minerale bodem-N in het voorjaar (0 - 60 cm, vóór bemesting), kunstmest-N en $\text{NH}_4\text{-N}$ in organische mest enerzijds, en de som van de N die door het gewas werd opgenomen en de minerale bodem-N gemeten (0 - 60 cm) op het moment waarop de N-opname in het gewas werd bepaald, anderzijds. De uitkomst van een dergelijke berekening is de optelsom van een aantal onbekende winst- en verliesposten te weten: bruto-mineralisatie, depositie, vastlegging in wortels, stoppels, wintergewassen, denitrificatie, uitspoeling en vervluchting.

De optimale N-gift werd bepaald door de DS-opbrengst als kwadratische functie van de minerale N-gift (som van kunstmest-N en $\text{NH}_4\text{-N}$ in drijfmest) te beschrijven en de afgeleide van deze functie gelijk te stellen aan een prijsverhouding van DS en N van 5 kg kg^{-1} . Dat wil zeggen dat het geven van N rendabel werd geacht zolang een extra kg N minimaal 5 kg DS opleverde.

Weersomstandigheden

Met uitzondering van 1990 en 1991 waren de zomers vrij warm tot warm (tabel 9, pag. 10). Vooral in de zomer van 1991 trad ernstige droogteschade op. Berekening werd alleen in 1994 (35 mm op 4 augustus) en 1995 (29 mm op zowel 7 als 21 augustus) toegepast. In 1993 en in iets mindere mate in 1994, viel aan het einde van de zomer zeer veel neerslag.

De winters waren met uitzondering van 1992-1993 milder dan normaal. In de winters van 1989-1990 en 1994-1995 lagen de temperaturen gemiddeld zelfs twee graden boven normaal.

Tabel 9. Gemiddelde temperatuur- en neerslagafwijking 1990-1995 'De Marke'

Periode	Jaar						Normaal- waarde		
	1989	1990	1991	1992	1993	1994		1995	
Neerslag- afwijking (mm)	januari-maart	-	2	-70	-18	-54	65	99	180 mm*
	april-juni	-	-7	29	44	-9	-29	79	179 mm
	juli-september	-	-4	-61	5	192	109	-86	205 mm
	oktober-december	-	13	-6	-23	94	76	-134	210 mm
Temperatuur- afwijking (°C)	januari-maart	-	4,0	0,9	1,9	1,4	1,6	2,3	2,5 °C**
	april-juni	-	0,8	-1,4	2,0	2,0	0,1	0,5	11,7 °C
	juli-september	-	0,5	1,7	1,2	-0,8	1,8	2,3	15,5 °C
	oktober-december	-	1,0	0,0	0,1	-1,0	1,8	-0,2	6,0 °C
oktober-februari	2,3	0,3	0,7	0,7	-0,1	2,3	-	4,2 °C	

* Doetinchem

** Twente

3. Resultaten

3.1. Wintergewassen

Een groot deel van de proeven (tabel 3, pag. 6; en tabel 4, pag. 7) werd voorafgegaan door een wintergewas. De opbrengsten van het wintergewas varieerden per perceel en per jaar (zie Bijlage I). Opbrengstbepalingen in najaar en voorjaar gaven aan dat de DS-opbrengst gedurende de winter sterker toenam dan de N-opbrengst met als gevolg dat C-N-quotiënten in het voorjaar beduidend hoger lagen dan in het najaar (tabel 10). Er werd geen verband gevonden tussen de temperatuursom (vanaf de oogst van de maïs tot aan het moment van de opbrengstbepaling) en de DS-opbrengst (Fig. 1, pag. 12) of de N-opbrengst (Fig. 2, pag. 12). Gemiddeld bedroeg de N-opbrengst van de bovengrondse delen ca. 40 kg N per ha. In 1990 vond in een relatief milde herfst (tabel 9) detailonderzoek plaats naar wintergewassen. De opbrengst van het wintergewas bleek sterk te reageren op de hoeveelheid kunstmest-N die aan het voorafgaande maïsgewas werd gegeven. Omdat de N-opbrengst sterker steeg dan de DS-opbrengst, daalde het C-N-quotiënt naarmate de maïs ruimer bemest was (tabel 11).

Tabel 10. Opbrengstgegevens (bovengronds) en kenmerken van **wintergewassen** 1990-1995 ('De Marke')

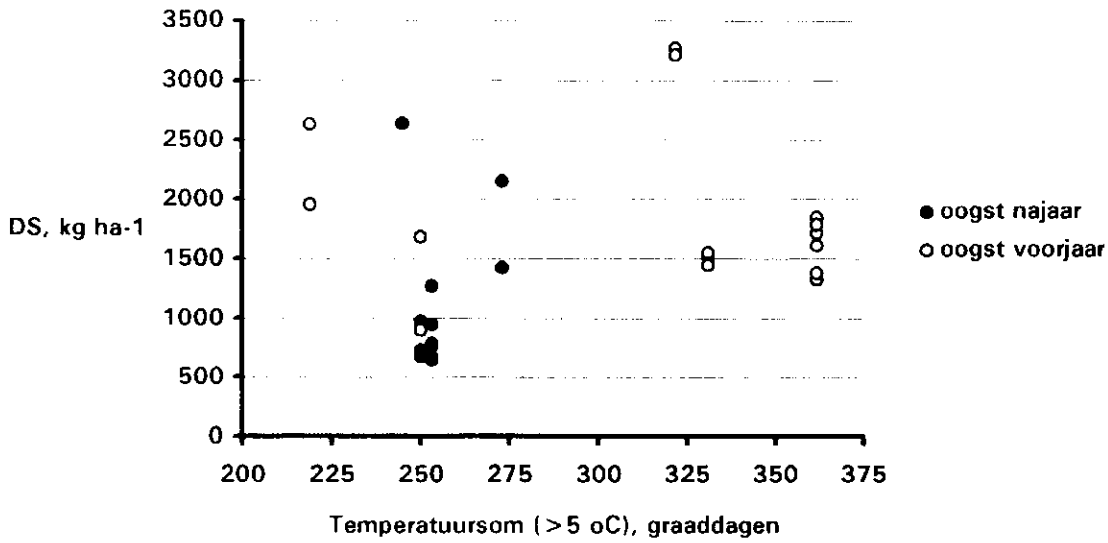
	Alle percelen		Percelen met na- en voorjaarsoogst	
	Oogsttijdstip		Oogsttijdstip	
	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar
Drogestofopbrengst (kg ha ⁻¹)	1138	1854	1002	1877
N-opbrengst (kg ha ⁻¹)	30	42	28	44
N %	2,93	2,04	3,02	1,92
C/N*	14	20	14	21

* C-opbrengst geschat als 0,4 x drogestofopbrengst

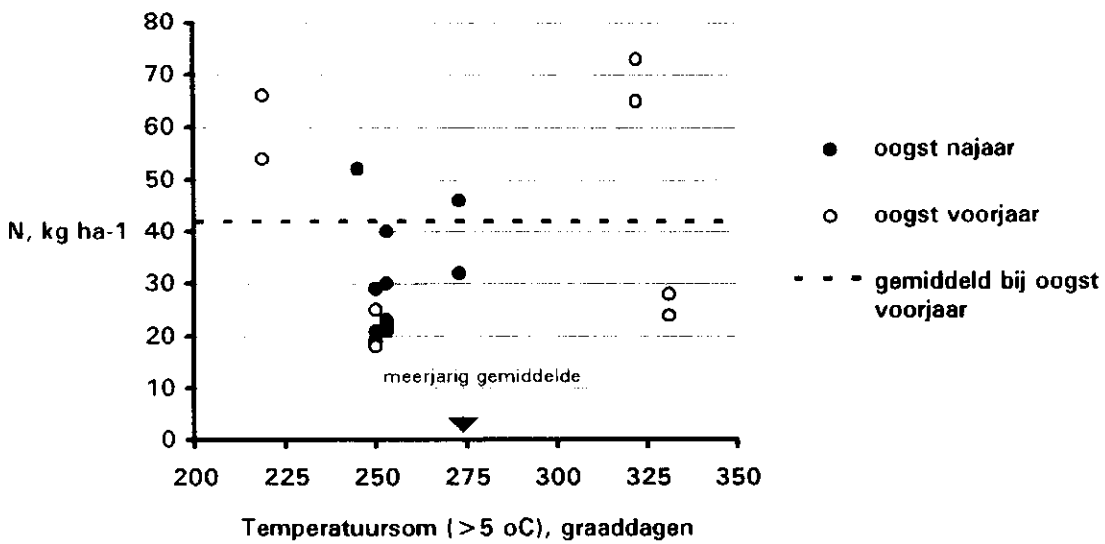
Tabel 11. Opbrengstgegevens voormalige bemestingsproef **maïs**: grasonderzaai, perceel 16, oogstdatum 4-12-1990 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		C/N**
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze				
N1	0	0	0	0	n.v.t.	0	1976	34	23
N2	0	0	0	0	n.v.t.	0	1844	33	22
N3	0	0	0	0	n.v.t.	0	2546	50	20
N4	0	0	0	0	n.v.t.	0	2506	57	18
N5	0	0	0	0	n.v.t.	0	2923	72	16
LSD (p < 0,05)							429	10	-
LSD (p < 0,10)							326	7	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelds; ** C-gehalte geschat als 40% van drogestof



Figuur 1. Drogestofopbrengst van Italiaans raaigras na maïs in relatie tot de temperatuursom tussen de oogst van de maïs en de opbrengstbepaling van het gras ('De Marke', 1990-1995)



Figuur 2. Stikstofopbrengst van Italiaans raaigras na maïs in relatie tot de temperatuursom tussen de oogst van maïs en de opbrengstbepaling van het gras ('De Marke', 1990-1995)

3.2. N-trappen-proeven

In de tabellen 12 - 18 (pag. 14 - 16) en 19 - 27 (pag. 16 - 19) worden de DS- en N-opbrengsten van, respectievelijk, maïs en bieten gegeven. Daaruit blijkt dat de N-benutting bij maïs daalt naarmate meer N gegeven werd, terwijl dit bij bieten niet het geval was.

Fig. 3 - 6 (pag. 19 - 20) en fig. 7 - 9 (pag. 20 - 21) illustreren het verloop van de DS-opbrengst van, respectievelijk, maïs en bieten voor enkele N-trappen. De figuren hebben in beginsel betrekking op de laagste en de hoogste N-trap omdat tusse oogsten zich hiertoe beperkten. De figuren geven in sommige gevallen de indruk dat gewassen niet of zelfs negatief reageerden op N. Met nadruk wordt er op gewezen dat de eindopbrengst van gewassen bij tussenliggende N-trappen, doorgaans wél positief op N reageerden. Verder geven de figuren aan dat verschillen in opbrengst tussen objecten op het ene oogsttijdstip zowel groter als kleiner kunnen zijn dan op een later oogsttijdstip, maar dat van een significante wijziging van de rangorde van objecten in de regel geen sprake is.

De economisch optimale N-gift bedroeg gemiddeld 104 kg N ha^{-1} (tabel 28, pag. 23). De gevonden spreiding van dit optimum ($79 - 150 \text{ kg N ha}^{-1}$) kon niet eenduidig worden toegewezen aan droogtegevoeligheid, de voorvrucht, de berekende netto-mineralisatie (paragraaf 3.5) of het opbrengstniveau. De hoogste opbrengsten werden gerealiseerd op de minst droogtegevoelige percelen. Hoge opbrengten gingen, ondanks vergelijkbare voorvruchten, in 1990 met een relatief lage en in 1992 met een relatief hoge economisch optimale N-gift gepaard. Evenzo bleek een laag opbrengstniveau bij vergelijkbare voorvrucht in 1990 met een relatief hoge en in 1991 met een relatief lage economisch optimale N-gift gepaard te gaan. Relatief hoge economisch optimale N-giften werden gevonden op perceel 3 in 1990 en perceel 21 in 1992. In beide gevallen betrof het percelen met een relatief lage P-toestand. De relatief hoge N-behoefte van maïs op perceel 5 in 1991, echter, kon niet in verband worden gebracht met een relatief lage P-toestand.

Na gescheurd grasland werd over het algemeen een wat hogere netto-mineralisatie berekend. Bij bieten (1990 en 1992) leidde dat tot een lage economisch optimale N-gift, dat wil zeggen een geringe behoefte aan verdere aanvullingen met kunstmest-N of drijfmest-N. Maïs, echter, bleek in een dergelijke situatie (1991) een relatief hoge N-behoefte te hebben.

Bij economisch optimale N-giften bedroeg de N-recovery bij maïs ca. 30 %. Bij overschrijding van deze gift daalde de benutting omdat in dat geval niet of nauwelijke luxe-consumptie van N optrad. Bij onderschrijding van de economisch optimale N-gift nam de recovery enigszins toe. Zo steeg de recovery bij een reductie van de economisch optimale N-gift met 50 kg ha^{-1} , van ca. 30 naar ca. 40 %.

De relatie tussen N-bemesting en de hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst wordt in paragraaf 3.5 besproken. Op de afweging tussen economische en milieukundige doelen wordt in paragraaf 4 nader ingegaan.

Tabel 12. Opbrengstgegevens en N-benutting (ANR) bemestingsproef **maïs**; perceel 3, oogstdatum 4-10-1990 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		ANR (%)
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze				
N1	0	0	0	0	n.v.t.	22	5139	66	-
N2	0	50	0	0	n.v.t.	22	5614	79	26
N3	0	100	0	0	n.v.t.	22	5902	87	21
N4	0	150	0	0	n.v.t.	22	7038	101	23
N5	0	200	0	0	n.v.t.	22	6512	96	15
LSD (p < 0,05)							1649	22	-
LSD (p < 0,10)							1255	17	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelds

Tabel 13. Opbrengstgegevens en N-benutting (ANR) bemestingsproef **maïs**; perceel 16, oogstdatum 4-10-1990 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		ANR (%)
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze				
N1	0	0	0	0	n.v.t.	22	7757	87	-
N2	0	50	0	0	n.v.t.	22	8687	112	50
N3	0	100	0	0	n.v.t.	22	8192	119	32
N4	0	150	0	0	n.v.t.	22	9296	142	37
N5	0	200	0	0	n.v.t.	22	8272	133	23
LSD (p < 0,05)							1375	15	-
LSD (p < 0,10)							1046	11	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelds

Tabel 14. Opbrengstgegevens en N-benutting (ANR) bemestingsproef **maïs**; perceel 22, oogstdatum 4-10-1990 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		ANR (%)
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze				
N1	0	0	0	0	n.v.t.	22	11216	148	-
N2	0	50	0	0	n.v.t.	22	11712	164	32
N3	0	100	0	0	n.v.t.	22	11775	172	24
N4	0	150	0	0	n.v.t.	22	12363	179	21
N5	0	200	0	0	n.v.t.	22	11427	164	8
LSD (p < 0,05)							1090	18	-
LSD (p < 0,10)							830	14	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelds

Tabel 15. Opbrengstgegevens en N-benutting (ANR) bemestingsproef **maïs**; perceel 5, oogstdatum 2-10-1991 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		ANR (%)
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze				
N1	0	0	0	66	n.v.t.	22	7844	111	-
N2	0	35	0	66	n.v.t.	22	8987	128	49
N3	0	60	0	66	n.v.t.	22	9410	138	45
N4	0	110	0	66	n.v.t.	22	10326	151	36
N5	0	160	0	66	n.v.t.	22	8856	131	13
LSD (p < 0,05)							1196	18	-
LSD (p < 0,10)							910	13	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollefelds

Tabel 16. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 16, oogstdatum 2-10-1991 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		ANR (%)
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze				
N1	0	0	0	94	n.v.t.	0	6266	86	-
N2	0	35	0	94	n.v.t.	0	6278	89	9
N3	0	60	0	94	n.v.t.	0	5713	87	2
N4	0	110	0	94	n.v.t.	0	7171	107	19
N5	0	160	0	94	n.v.t.	0	5551	94	5
LSD (p < 0,05)							667	8	-
LSD (p < 0,10)							508	6	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollefelds

Tabel 17. Opbrengstgegevens en N-benutting (ANR) bemestingsproef **maïs**; perceel 2, oogstdatum 22-9-1992 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		ANR (%)
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze				
N1	0	0	0	0	n.v.t.	0	7790	101	-
N2	20	0	0	0	n.v.t.	0	9476	114	65
N3	20	0	0	57	n.v.t.	0	9844	137	47
N4	20	25	0	57	n.v.t.	0	9521	131	29
N5	20	50	0	57	n.v.t.	0	9160	139	30
N6	20	75	0	57	n.v.t.	0	9120	140	26
N7	20	100	0	57	n.v.t.	0	9994	153	29
LSD (p < 0,05)							-	-	-
LSD (p < 0,10)							-	-	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollefelds

Tabel 18. Opbrengstgegevens en N-benutting (ANR) bemestingsproef maïs; perceel 21, oogstdatum 22-9-1992 ('DeMarke')

Object	Bemestingsbehandeling					Opbrengst (kg ha ⁻¹)		ANR (%)	
	N (kg ha ⁻¹)					P (kg ha ⁻¹)	DS		N
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze	RB			
N1	0	0	0	0	n.v.t.	0	11708	136	-
N2	30	0	0	0	n.v.t.	0	10311	128	-27
N3	30	25	0	0	n.v.t.	0	10368	133	-5
N4	30	50	0	0	n.v.t.	0	12230	155	24
N5	30	75	0	0	n.v.t.	0	14212	205	66
N6	30	100	0	0	n.v.t.	0	12570	199	48
LSD (p < 0,05)							-	-	-
LSD (p < 0,10)							-	-	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollelds

Tabel 19. Opbrengstgegevens bemestingsproef bieten; oogstdatum 5-11-1990 ('De Marke')

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)			Drogestofopbrengst (kg ha ⁻¹)			Harvest-index (%)
	Mineraal		Organisch	Biet	Loof	Beide	
	KAS*	Chili*					
N1	0	0	0	12136	2885	15021	81
N2	50	25	0	11691	2848	14540	80
N3	100	50	0	10398	3417	13815	75
N4	150	75	0	12482	3983	16465	75
N5	200	100	0	11566	4180	15746	73
LSD (p < 0,05)				1753	499	1755	-
LSD (p < 0,10)				1334	380	1336	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

Tabel 20. Opbrengstgegevens bemestingsproef bieten; oogstdatum 5-11-1990 ('De Marke')

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)			Stikstofopbrengst (kg ha ⁻¹)			ANR (%)	Harvest-index (%)
	Mineraal		Organisch	Biet	Loof	Beide		
	KAS*	Chili*						
N1	0	0	0	146	89	235	-	62
N2	50	25	0	166	86	252	23	66
N3	100	50	0	163	115	278	29	59
N4	150	75	0	204	135	339	46	60
N5	200	100	0	207	142	349	38	59
LSD (p < 0,05)				22	17	30	-	-
LSD (p < 0,10)				16	13	23	-	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

Tabel 21. Opbrengstgegevens bemestingsproef **bieten**; oogstdatum 5-11-1990 ('De Marke')

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)			Fosforopbrengst (kg ha ⁻¹)			Harvest-index (%)
	Mineraal		Organisch	Biet	Loof	Beide	
	KAS*	Chili*					
N1	0	0	0	23	9	32	72
N2	50	25	0	24	8	33	74
N3	100	50	0	21	11	32	65
N4	150	75	0	22	13	35	64
N5	200	100	0	23	13	36	64
LSD (p < 0,05)				4	5	5	-
LSD (p < 0,10)				3	2	4	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

Tabel 22. Opbrengstgegevens bemestingsproef **bieten**; oogstdatum 5-11-1990 ('De Marke')

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)			Kaliumopbrengst (kg ha ⁻¹)			Harvest-index (%)
	Mineraal		Organisch	Biet	Loof	Beide	
	KAS*	Chili*					
N1	0	0	0	204	82	286	71
N2	50	25	0	222	85	308	73
N3	100	50	0	183	71	253	72
N4	150	75	0	231	86	317	73
N5	200	100	0	214	66	280	76
LSD (p < 0,05)				46	32	74	-
LSD (p < 0,10)				35	24	57	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

Tabel 23. Opbrengstgegevens bemestingsproef **bieten**; oogstdatum 22-11-1991 (De Marke).

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)			Drogestofopbrengst (kg ha ⁻¹)			Harvest-index (%)
	Mineraal		Organisch	Biet	Loof	Beide	
	KAS*	Chili*					
N1	0	0	110	7790	2434	10224	76
N2	0	25	110	7741	2572	10313	75
N3	0	50	110	6456	2552	9008	72
N4	0	100	110	6671	2919	9591	69
N5	0	150	110	7683	3023	10706	72
LSD (p < 0,05)				962	252	1082	-
LSD (p < 0,10)				732	192	823	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

Tabel 24. Opbrengstgegevens bemestingsproef **bieten**; oogstdatum 22-11-1991 ('De Marke')

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)		Stikstofopbrengst (kg ha ⁻¹)			ANR (%)	Harvest-index (%)	
	Mineraal		Biet	Loof	Beide			
	KAS*	Chili*						
N1	0	0	110	95	71	167	-	57
N2	0	25	110	92	78	171	16	54
N3	0	50	110	91	75	166	-2	54
N4	0	100	110	103	86	189	22	54
N5	0	150	110	120	97	217	33	55
LSD (p < 0,05)				17	13	28	-	-
LSD (p < 0,10)				13	10	21	-	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

Tabel 25. Opbrengstgegevens bemestingsproef **bieten**; oogstdatum 16-11-1992 ('De Marke')

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)		Drogestofopbrengst (kg ha ⁻¹)			Harvest-index (%)	
	Mineraal		Biet	Loof	Beide		
	KAS*	Chili*					
N1	0	0	0	16915	3067	19982	85
N2	0	30	0	15897	2975	18872	84
N3	0	0	54	17485	2783	20268	86
N4	0	25	54	18539	3481	22020	84
N5	0	50	54	18500	3477	21977	84
N6	0	75	54	16802	3670	20472	82
N7	0	100	54	15188	3532	18720	81
LSD (p < 0,05)				-	-	-	-
LSD (p < 0,10)				-	-	-	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

Tabel 26. Opbrengstgegevens bemestingsproef **bieten**; oogstdatum 16-11-1992 ('De Marke')

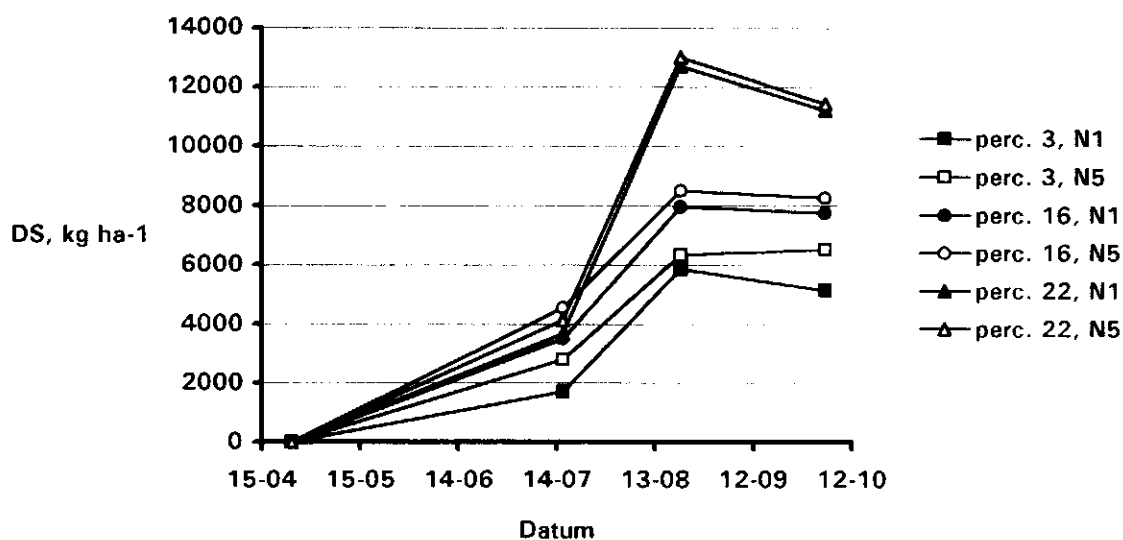
Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)		Stikstofopbrengst (kg ha ⁻¹)			ANR (%)	Harvest-index (%)	
	Mineraal		Biet	Loof	Beide			
	KAS*	Chili*						
N1	0	0	0	132	72	204	-	65
N2	0	30	0	148	77	225	70	66
N3	0	0	54	164	72	237	61	69
N4	0	25	54	189	95	284	101	66
N5	0	50	54	198	93	291	84	68
N6	0	75	54	195	102	297	72	66
N7	0	100	54	208	97	306	66	68
LSD (p < 0,05)				-	-	-	-	-
LSD (p < 0,10)				-	-	-	-	-

* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter

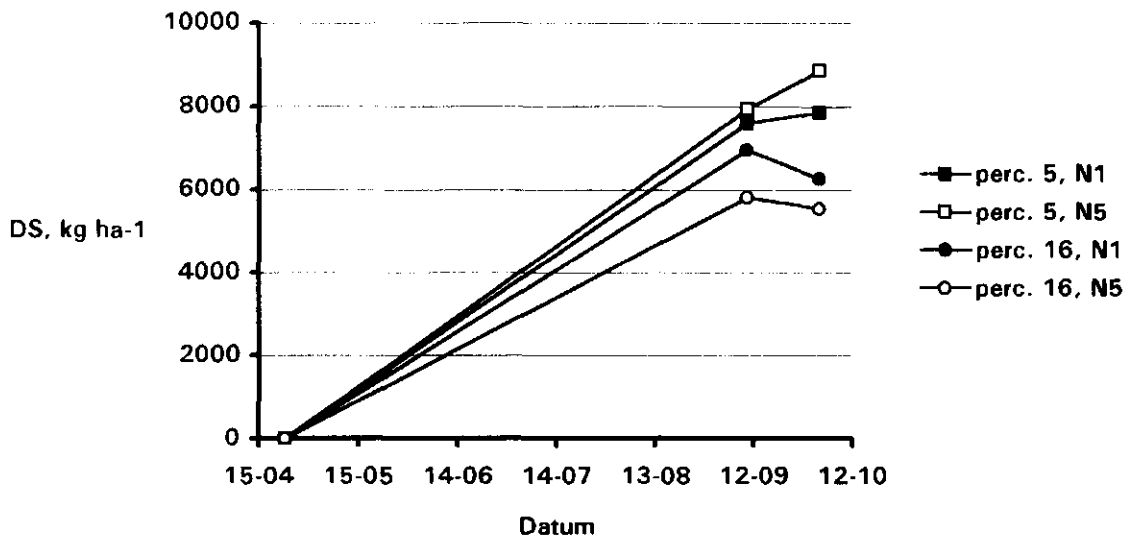
Tabel 27. Opbrengstgegevens bemestingsproef **bieten**; oogstdatum 16-11-1992 ('De Marke')

Object	Bemesting (kg N ha ⁻¹)		Fosforopbrengst (kg ha ⁻¹)			Harvest-index (%)	
	Mineraal		Biet	Loof	Beide		
	KAS*	Chili*					
N1	0	0	0	30	7	37	81
N2	0	30	0	25	7	33	78
N3	0	0	54	32	7	39	82
N4	0	25	54	33	9	42	78
N5	0	50	54	32	8	40	79
N6	0	75	54	29	10	39	75
N7	0	100	54	26	9	36	74
LSD (p < 0,05)				-	-	-	-
LSD (p < 0,10)				-	-	-	-

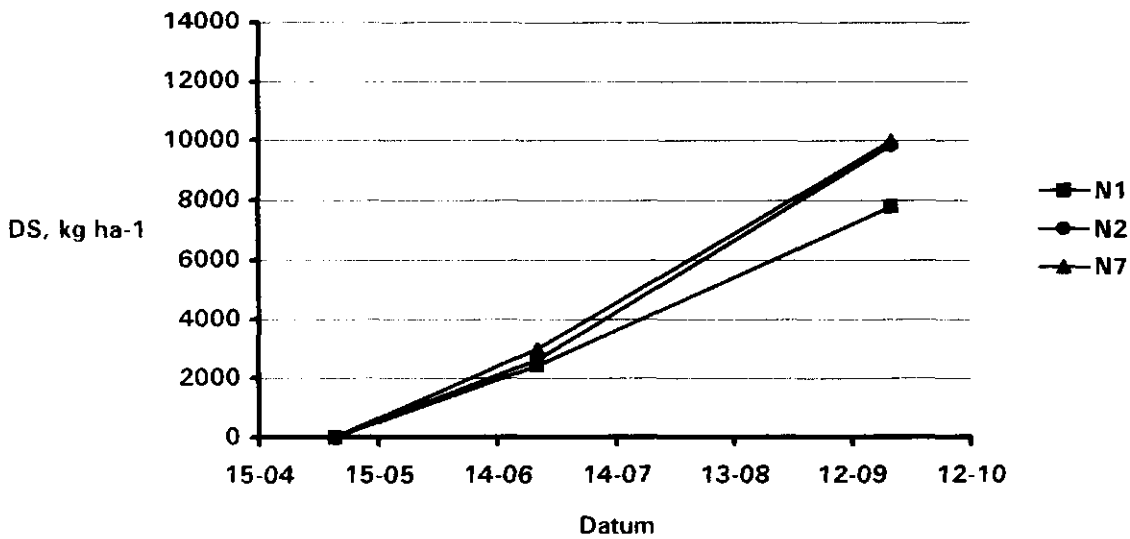
* KAS = kalkammonsalpeter, Chili = chilisalpeter



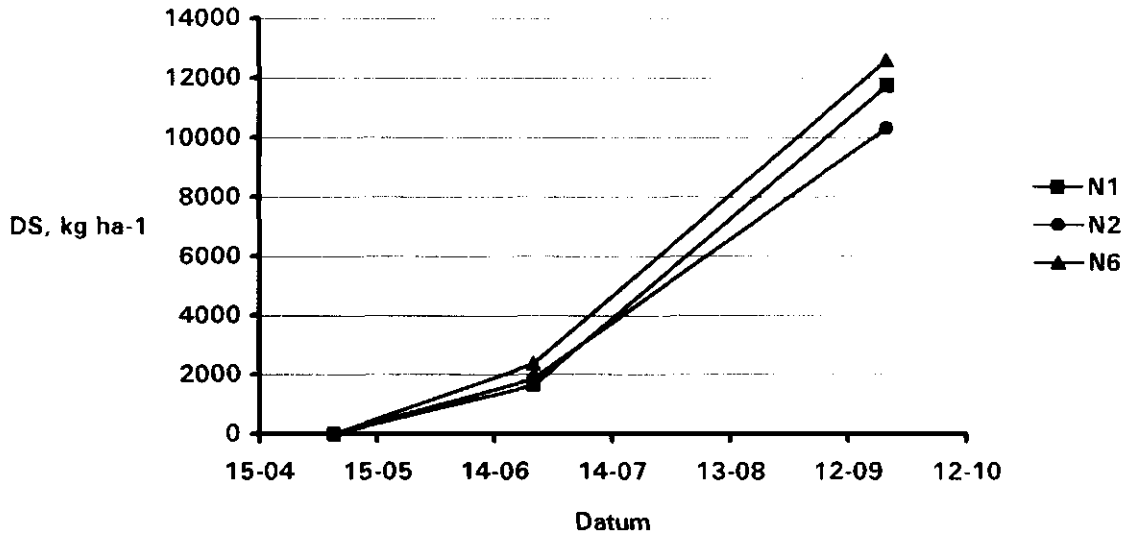
Figuur 3. Effect van kunstmest-N op de opbrengst van **snijmaïs** op drie percelen in 1990



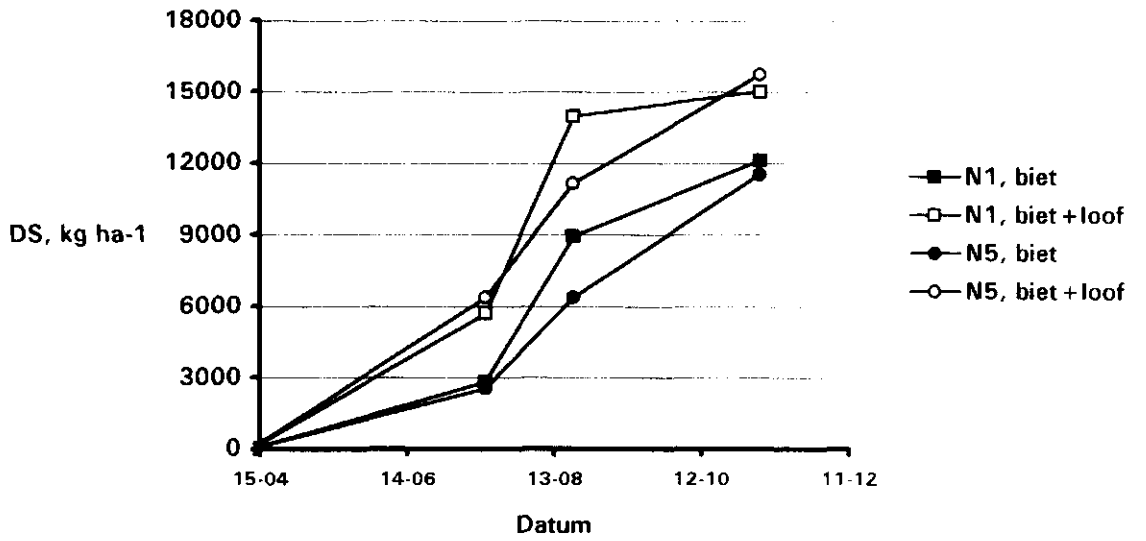
Figuur 4. Effect van kunstmest- en drijfmest-N op de opbrengst van **snijmaïs** op twee percelen in 1991



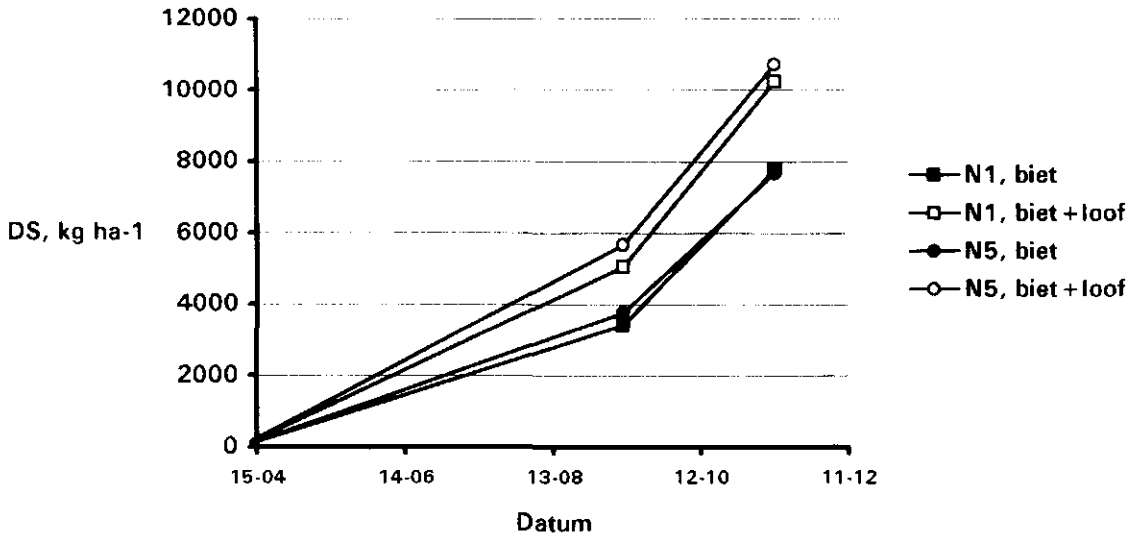
Figuur 5. Effect van kunstmest- en drijfmest-N op de opbrengst van **snijmaïs** op perceel 2 in 1992



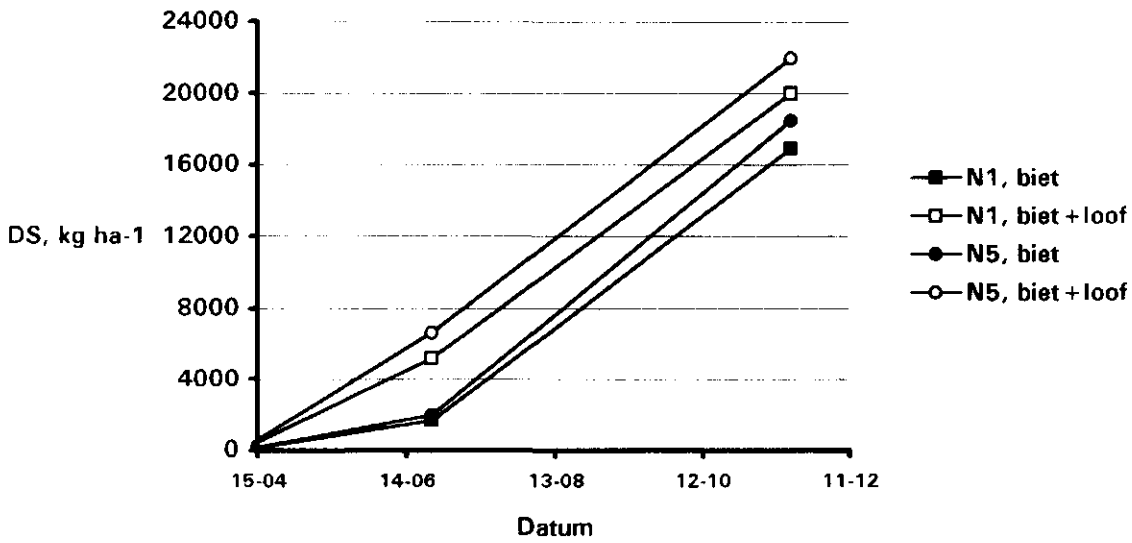
Figuur 6. Effect van kunstmest- en drijfmest-N op de opbrengst van **snijmaïs** op perceel 21 in 1992



Figuur 7. Effect van kunstmest-N op de biet- en loofopbrengst van **bieten** op perceel 11 in 1990



Figuur 8. Effect van kunstmest- en drijfmest-N op de biet- en loofopbrengst van **bieten** op perceel 3 in 1991



Figuur 9. Effect van kunstmest- en drijfmest-N op de biet- en loofopbrengst van **bieten** op perceel 19 in 1992

Tabel 28. Berekende economisch optimale N-gift (kg ha⁻¹) en factoren die daarop mogelijk van invloed kunnen zijn ('De Marke' 1990-1992)

Gewas	Jaar	Perceel	Pw	Droogte- gevoelig- heid*	Voorvrucht**	Geschatte N-levering door wintergewas (kg N ha ⁻¹)	Netto- mineralisatie in voorzomer (kg N ha ⁻¹ d ⁻¹)	Opbrengst (t DS ha ⁻¹)	Economisch Optimale N-gift (kg N ha ⁻¹)	N-benutting bij economisch optimum (ANR, %)******
maïs	1990	3	37	+	m m m	15	0,57	7	150	23
	1990	16	80	+	m m m	20	0,60	9	87	37
	1990	22	63	-	m m m	20	1,08	12	79	27
	1991	5	84	+	g g g	-	0,90	10	120	40
	1991	16	80	+	m m m	30	0,48	7	89	7
	1992	2	102	++	tr g b	-	0,64	10	88	29
	1992	21	38	-	m m m	35	0,83	14	118	57
	gemiddeld:								104	
bieten	1990	11	33	+	g g g	-	1,66	12	0	-
	1991	3	37	+	m m m	25	0,58	8	(54)****	-
	1992	19	34	--	g g g	-	1,12	18	57	-

* + = droogtegevoelig, - = minder droogtegevoelig

** m = maïs, g = gras, b = bieten, tr = tritcale

*** gebaseerd op balans gedurende voorzomer van onbemest veldje met uitzondering van 1991 (perceel 5, 16 en 19) waar netto-mineralisatie gebaseerd werd op balans gedurende gehele seizoen van bemest veldje

**** niet via regressie-analyse berekend maar als de NH₄-N aanvoer bij laagste N-trap

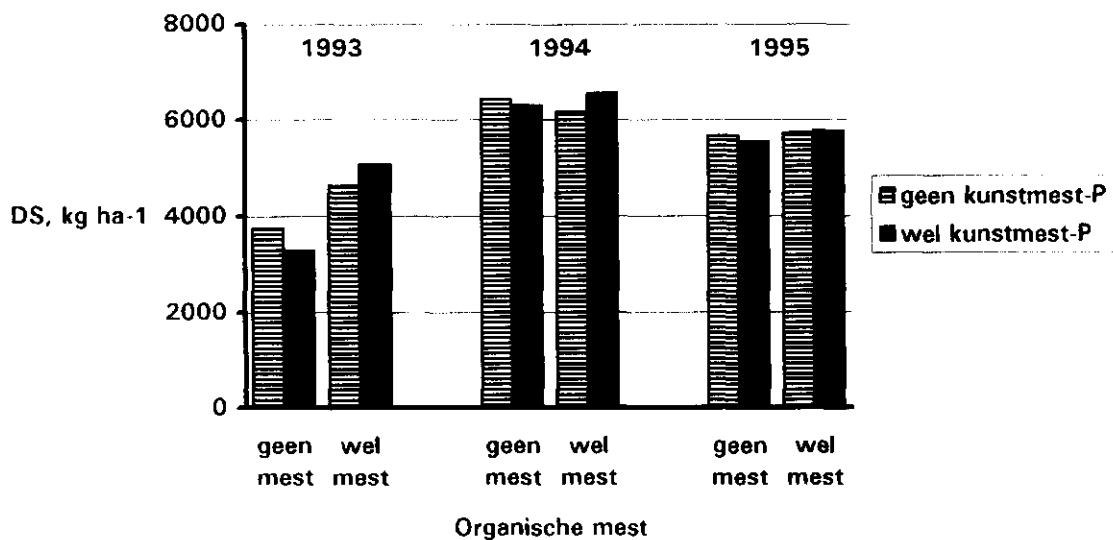
***** geschat op basis van lineaire interpolatie

Tabel 29. Plantdichtheid van **maïs** (m^{-2}) in relatie tot de plaats en wijze van mesttoediening in 1993, 1994 en 1995 ('De Marke')

	Plaats*		Wijze**	Rijenbemesting met kunstmest-P	1993	1994	1995
	Geen mest	RB					
+					10,6	9,6	7,9
		+	DMN		10,6	9,4	8,1
			+	DMN	10,7	9,5	8,1
			+	PMV	10,7	7,2	8,1
+					-	9,5	7,7
				+	10,7	9,2	7,7
		+	DMN	+	10,6	9,1	8,8
			+	DMN	10,8	9,6	9,0
+				+	10,7	8,4	8,5
			+	PMN	-	9,4	8,5
		+	PMN	+	-	9,4	8,5
LSD ($p < 0,05$)					0,3	1,3	1,2
LSD ($p < 0,10$)					0,2	1,0	0,9

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelds

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen, PMN = praktijkmachine na ploegen



Figuur 10. Drogestofopbrengst van **snijmaïs** eind juli in relatie tot de bemestingswijze ('De Marke', 1993-1995)

3.3. Plaatsing van drijfmest

Het onderzoek naar de plaatsing van drijfmest gaf aan dat het uiteindelijke plantgetal van maïs geen significante wijziging onderging als gevolg van de gekozen toedieningstechniek. Toediening van mest nabij de voorziene maïsrij veroorzaakte kennelijk geen zoutschade in de zin van een verlaagde opkomst. Alleen in 1994 leidde de gangbare toedieningswijze van drijfmest (vóór het ploegen: PMV) bij het object zonder rijenbemesting met kunstmest-P, om onverklaarbare redenen, tot een significante daling van de plantdichtheid (tabel 29).

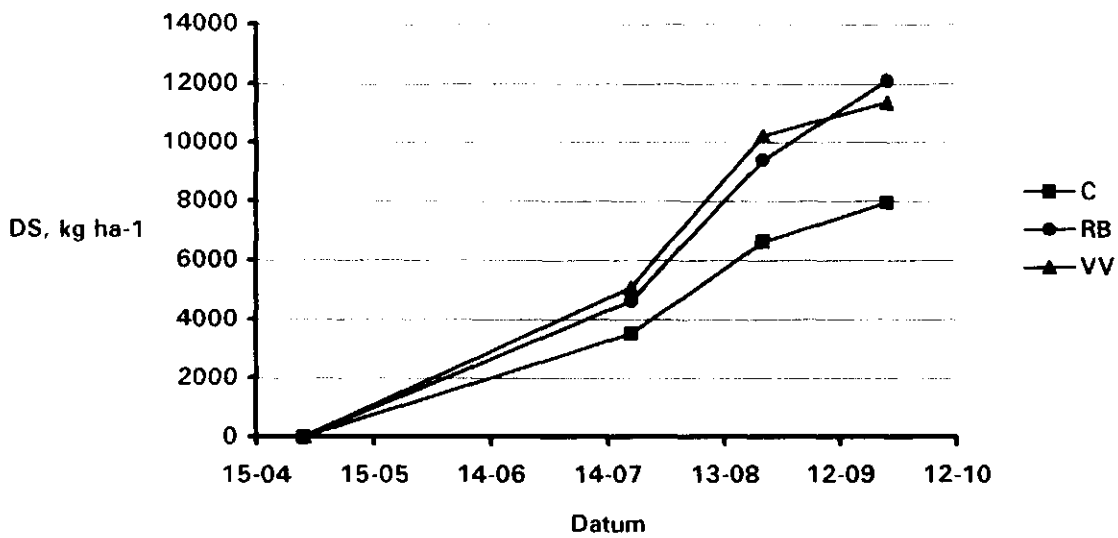
In geen van de jaren werd de eindopbrengst van maïs significant verhoogd door een rijenbemesting met kunstmest-P. Tussentijdse oogsten (zie Bijlage, tabel I-1 t/m I-8, pag. I-1 t/m I-4) gaven echter aan dat het opbrengstverhogende effect van een drijfmestgift enigszins werd vergroot als een rijenbemesting met kunstmest-P was verstrekt. Hoewel zichtbaar, was dit effect in geen van de drie proefjaren significant (Fig. 10). In de figuren 11 - 13 (pag. 26 - 27) wordt het verloop van de DS-opbrengst als gevolg van het al dan niet plaatsen van dierlijke mest nabij de voorziene maïsrij daarom gemiddeld over objecten met en objecten zonder rijenbemesting met kunstmest-P. Noch bij de eindoogst, noch bij de laatste tussenoogst werd de DS-opbrengst significant beïnvloed door de gekozen toedieningstechniek.

In 1993 werd een hogere DS-opbrengst gerealiseerd bij toediening van de drijfmest vóór het ploegen dan bij toediening na het ploegen (tabel 30, pag. 27). Dit effect was alleen in combinatie met een rijenbemesting met kunstmest-P licht significant ($p < 0,10$). Tussen de opbrengsten bij volveldse toediening na het ploegen en die bij de (eveneens na het ploegen) als rijenbemesting toegediende drijfmest, bestonden geen significante verschillen.

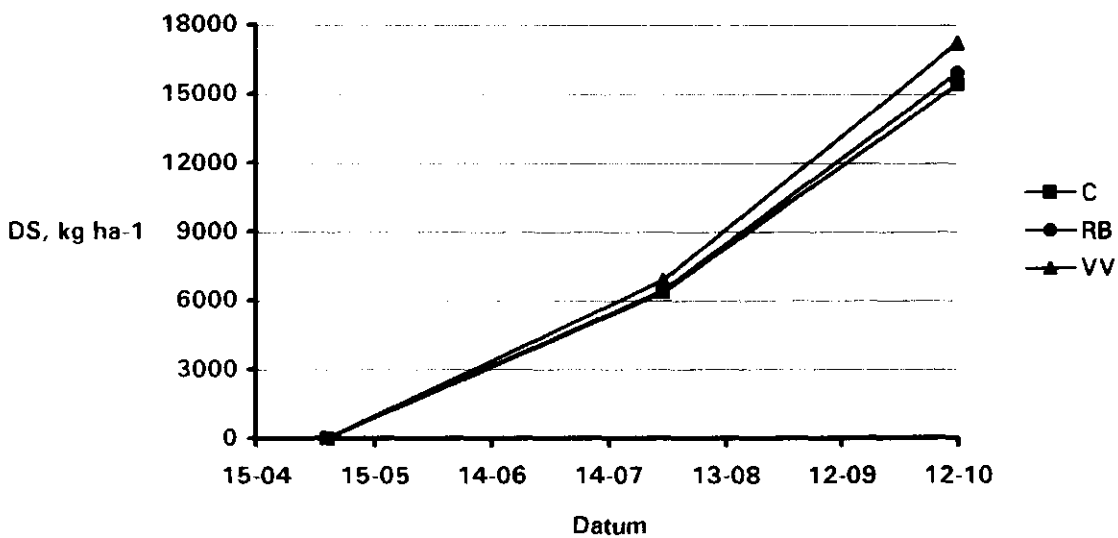
In 1994 werden hogere ($p < 0,05$) DS-opbrengsten gevonden bij toediening van de mest na het ploegen dan bij toediening vóór het ploegen (tabel 31, pag. 27). De achterblijvende opbrengst bij toediening vóór het ploegen kan bij objecten zonder P-rijenbemesting (D4) verband hebben gehouden met het, toevalligerwijs, lagere plantgetal. Bij toediening van drijfmest na het ploegen waren de opbrengsten toegediend als rijenbemesting significant ($p < 0,05$) lager dan bij een volveldse toediening (met dezelfde machine) indien een rijenbemesting met kunstmest-P was gegeven.

In 1995 verhoogde rijenbemesting met dierlijke mest de opbrengst van maïs niet significant ten opzichte van een volveldse gift met dezelfde machine. Dit was noch bij objecten zonder, noch bij objecten met rijenbemesting met kunstmest-P het geval (tabel 32, pag. 28). Wel was de opbrengst van objecten waar de mest als rijenbemesting was toegediend, significant ($p < 0,05$) hoger vergeleken met objecten waar de mest al vóór het ploegen was gegeven.

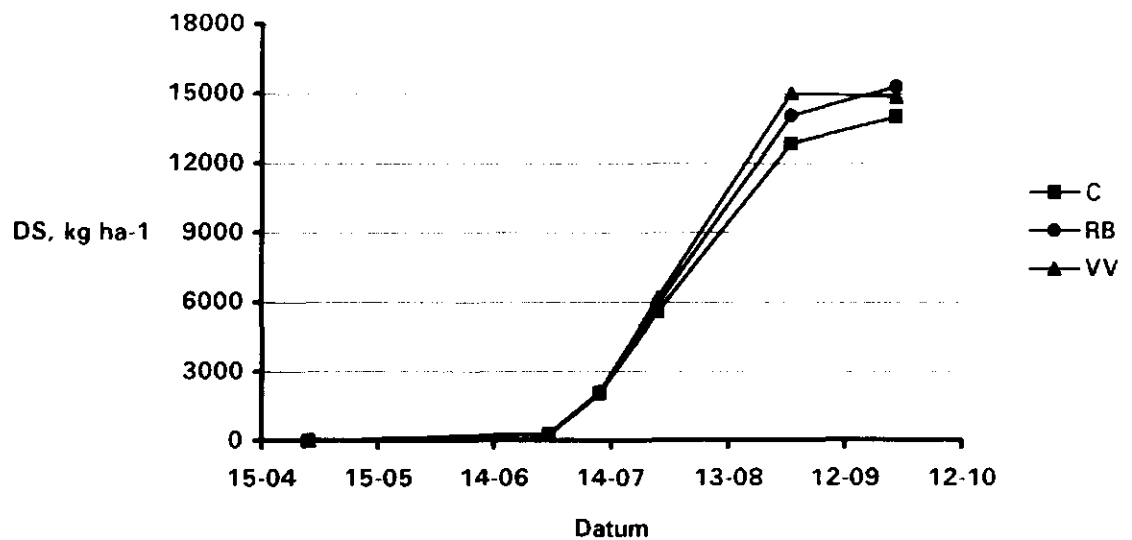
De N-benutting van dierlijke mest bedroeg in 1992 en 1993 ca. 50 % (op basis van N-totaal). In 1994 en 1995, toen maïs op een perceel werd geteeld waar in het voorjaar van 1994 gras was gescheurd, was de benutting ca. 10 % (tabel 33, pag. 29).



Figuur 11. Effect van drijfmestplaatsing op de drogestofopbrengst van **snijmaïs** in 1993 (gemiddelde van wel/geen rijenbemesting met kunstmest-P)



Figuur 12. Effect van drijfmestplaatsing op de drogestofopbrengst van **snijmaïs** in 1994 (gemiddelde van wel/geen rijenbemesting met kunstmest-P)



Figuur 13. Effect van drijfmestplaatsing op de drogestofopbrengst van **snijmaïs** in 1995 (gemiddelde van wel/geen rijebemesting van kunstmest-P)

Tabel 30. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 4, oogstdatum 24-9-1993 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					Opbrengst (kg ha ⁻¹)			
	N (kg ha ⁻¹)					P (kg ha ⁻¹) Mineraal	DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**	RB			
D1	0	0	0	0		0	8440	87	15
D2	0	0	97	0	DMN	0	12015	117	19
D3	0	0	0	97	DMN	0	11480	142	17
D4	0	0	0	97	PMV	0	13109	145	18
D5	0	0	0	0		22	7437	81	14
D6	0	0	97	0	DMN	22	12184	126	19
D7	0	0	0	97	DMN	22	11238	123	17
D8	0	0	0	97	PMV	22	13273	157	18
LSD (p < 0,05)							2402	48	4
LSD (p < 0,10)							1834	37	3

* RB = rijebemesting, VV = vollevelds

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen

Tabel 31. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 10, oogstdatum 12-10-1994 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	15816	260	33
D2	0	0	147	0	DMN	0	15946	271	32
D3	0	0	0	147	DMN	0	16223	280	34
D4	0	0	0	147	PMV	0	13367	227	28
D5	0	0	0	147	PMN	0	16954	288	36
D6	0	0	0	0		22	15045	246	33
D7	0	0	147	0	DMN	22	15926	267	33
D8	0	0	0	147	DMN	22	18218	304	37
D9	0	0	0	147	PMV	22	14749	247	32
D10	0	0	0	147	PMN	22	17934	297	37
LSD (p < 0,05)							2200	35	5
LSD (p < 0,10)							1697	27	4

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelde

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen, PMN = praktijkmachine na ploegen

Tabel 32. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 10, oogstdatum 25-9-1995 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	14668	158	26
D2	0	0	109	0	DMN	0	16285	190	29
D3	0	0	0	109	DMN	0	14307	150	23
D4	0	0	0	109	PMV	0	13800	155	26
D5	0	0	0	109	PMN	0	15566	166	31
D6	0	0	0	0		22	13327	135	24
D7	0	0	109	0	DMN	22	14365	166	27
D8	0	0	0	109	DMN	22	15386	170	28
D9	0	0	0	109	PMV	22	14207	161	26
D10	0	0	0	109	PMN	22	14602	158	27
LSD (p < 0,05)							2008	24	5
LSD (p < 0,10)							1549	18	4

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelde

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen, PMN = praktijkmachine na ploegen

Tabel 33. N-benutting (ANR) van N uit drijfmest op basis van N-totaal en NH₄-N aanvoer (kg N ha⁻¹)

Gewas	Jaar	Perceel	P-rijen- bemesting	Aanvoer		ANR (%)	
				N-totaal	NH ₄ -N	N-totaal	NH ₄ -N
maïs	1992	2	nee	57	38	40	60
			ja	97	47	49	101
	1993	4	nee	97	47	50	103
			ja	147	75	4	9
	1994	10	nee	147	75	13	25
			ja	109	60	7	12
1995	10	nee	109	60	5	10	
		ja	109	60	5	10	
bieten	1992	19	nee	54	35	61	94

3.4. Rassenproef

In de rassenproef bleken verschillen in opkomst te bestaan waardoor de plantdichtheid bij sommige rassen significant ($p < 0,05$) achterbleef (tabel 34). Dit had tot gevolg dat de gevonden verschillen in opbrengst (tabel 35, pag. 30) niet met zekerheid aan genotypen konden worden toegeschreven. Tussen de plantdichtheid en de gerealiseerde eindopbrengst bestond dan ook een zeker verband (Fig. 14, pag. 31). De achterblijvende opbrengsten van de rassen Aladin en Pongo konden daardoor voor minstens een deel berusten op een te geringe plantdichtheid. Alleen bij het ras Husar leek de opbrengst om andere redenen dan de plantdichtheid geringer te zijn dan die van andere rassen. De N-opbrengst (tabel 36, pag. 30) en de P-opbrengst (tabel 37, pag. 30) vertoonden een rangorde die sterk vergelijkbaar was met die van de DS-opbrengst.

Tabel 34. Plantdichtheid van maïs (m⁻²) in de rassenproef in 1995 ('De Marke')

Ras	Datum			
	11 juli	29 augustus	25 september	gemiddeld
Aladin	7,7	6,7	6,1	6,8
Pongo	8,0	8,9	7,6	8,2
Moreno	8,3	8,0	8,2	8,2
LG2181	8,6	9,0	8,0	8,5
Scarlet	7,9	9,2	9,0	8,7
Husar	8,9	8,8	8,5	8,7
Mandigo	8,7	9,2	9,1	9,0
Hudson	9,6	8,7	9,3	9,2
LSD ($p < 0,05$)	1,4	0,8	1,4	0,7
LSD ($p < 0,10$)	1,1	0,6	1,1	0,5

Tabel 35. Drogestofopbrengst (kg ha⁻¹) van **maïs** in rassenproef 1995 ('De Marke')

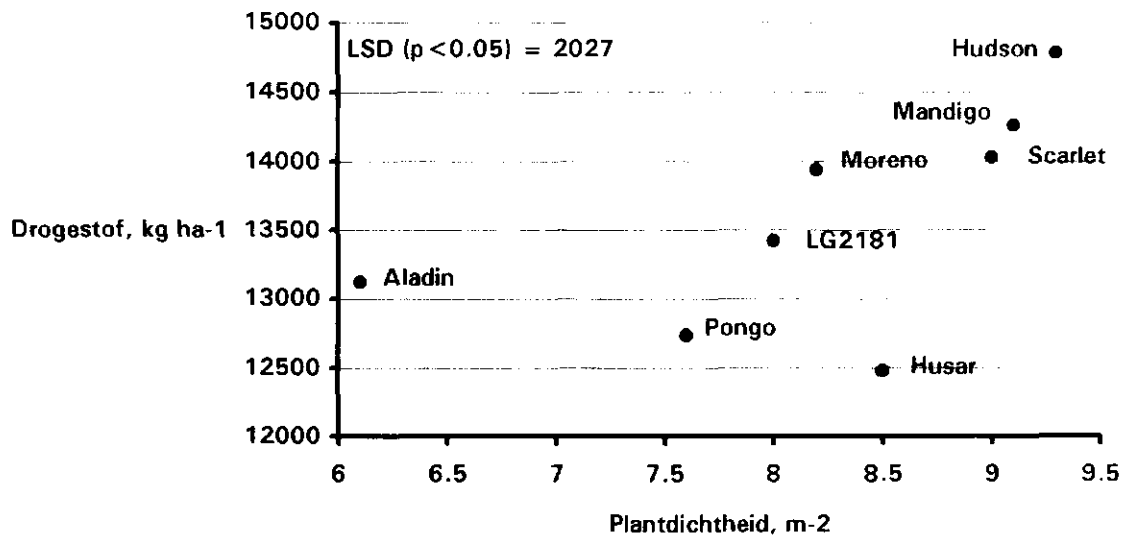
Ras	Datum				
	26 juni	11 juli	26 juli	29 augustus	25 september
Aladin	141	1504	4000	11808	13124
Pongo	149	1301	4452	12062	12734
Moreno	124	1285	3872	12210	13939
LG2181	160	1791	5071	13050	13419
Scarlet	144	1617	4581	12243	14027
Husar	107	1220	4114	11906	12478
Mandigo	95	1398	4681	11524	14262
Hudson	147	1482	4513	11220	14783
LSD (p < 0,05)	69	464	1219	2339	2027
LSD (p < 0,10)	53	354	931	1786	1548

Tabel 36. Stikstofopbrengst (kg N ha⁻¹) van **maïs** in rassenproef 1995 ('De Marke')

Ras	Datum				
	26 juni	11 juli	26 juli	29 augustus	25 september
Aladin	4	45	80	125	141
Pongo	5	39	88	145	132
Moreno	4	42	69	137	138
LG2181	5	54	90	151	143
Scarlet	5	45	73	135	136
Husar	3	37	79	137	138
Mandigo	3	45	89	126	162
Hudson	5	39	73	126	159
LSD (p < 0,05)	-	-	-	-	24
LSD (p < 0,10)	-	-	-	-	18

Tabel 37. Fosforopbrengst (kg P ha⁻¹) van **maïs** in rassenproef 1995 ('De Marke')

Ras	Datum				
	26 juni	11 juli	26 juli	29 augustus	25 september
Aladin	0.3	5	11	27	27
Pongo	0.4	4	12	26	21
Moreno	0.3	5	12	28	25
LG2181	0.4	6	14	27	27
Scarlet	0.4	5	12	29	23
Husar	0.3	4	13	28	21
Mandigo	0.2	5	12	23	25
Hudson	0.4	5	14	25	30
LSD (p < 0,05)	-	-	-	-	5
LSD (p < 0,10)	-	-	-	-	3



Figuur 14. Relatie tussen de plantdichtheid en eindopbrengst van **maïsrassen** in 1995

3.5. Minerale bodem-N

Gegevens met betrekking tot de hoeveelheid minerale bodem-N worden vermeld in de Bijlage I (tabel I-9 t/m I-16, pag. I-5 t/m I-10). Op basis daarvan is met balansen de netto-mineralisatie gedurende het groeiseizoen berekend (zie Bijlage, tabel I-17 en I-18, pag. I-11 en I-12).

Op onbemeste percelen varieerde de dagelijkse netto-mineralisatie van 0,23 tot 0,92 kg N ha⁻¹ na akkerbouwvoorvruchten. Waar in de voorafgaande 12 maanden meerjarig grasland was gescheurd, bedroeg de berekende netto-mineralisatie 0,67 - 1,29 kg N ha⁻¹. Bemesting leidde vrijwel altijd tot een lagere netto-mineralisatie. Dat betekent dat een deel van de aangevoerde N (kunstmest, NH₄-N) op de een of andere manier al gedurende het groeiseizoen verloren ging of werd vastgelegd (tabel 38, pag. 32).

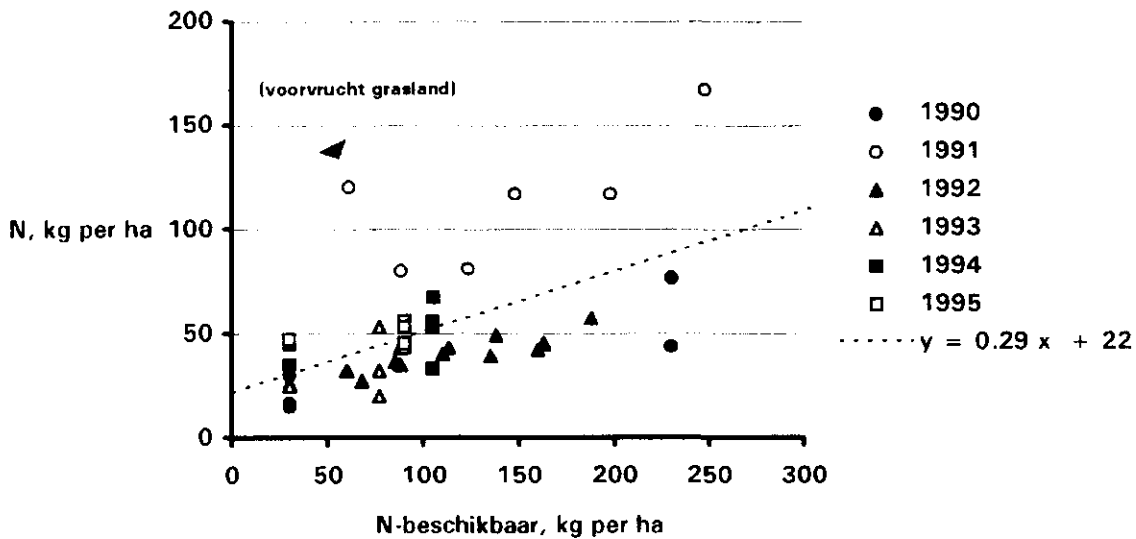
Op basis van balansen die betrokken werden op alleen het voorjaar en de voorzomer, werd een gemiddelde netto-mineralisatie van 0,95 kg N ha⁻¹ berekend. Als de balans van diezelfde percelen op het gehele groeiseizoen werd betrokken, dan bedroeg de netto-mineralisatie gemiddeld 0,70 kg N ha⁻¹. Deze lagere waarde werd op alle percelen met uitzondering van perceel 10 in 1994 gevonden en kan bij de maïsproeven uit de periode 1990-1992 veroorzaakt zijn door vastlegging van N in het ondergezaaide wintergewas. Deze vastlegging werd immers niet gemeten en dus ook niet ingeboekt als term op de balans gedurende het groeiseizoen. Ook in bietenproeven en in maïsproeven zonder wintergewas, echter, werd een geringere netto-mineralisatie berekend in nazomer en herfst. Dit betekent dat in deze periode van het groeiseizoen behalve vastlegging ook een lagere bruto-mineralisatie of een hoger verlies van minerale bodem-N kan zijn opgetreden.

Uit metingen gedurende de periode 16 oktober - 4 december 1990, bleek dat in de herfst een netto-mineralisatie kan plaatsvinden van ca. 0,7 kg ha⁻¹ dag⁻¹ (zie Bijlage, tabel I-17, pag. I-11).

Tabel 38. Berekende netto-mineralisatie ($\text{kg N ha}^{-1} \text{dag}^{-1}$) gedurende het gehele groeiseizoen in relatie tot het jaar, het perceel, de voorvrucht en de bemesting ('De Marke' 1990-1995)

Jaar	Perceel	Voorvrucht				
		minstens 3 jaar akkerbouw			meerjarig grasland tot minimaal 12 maanden ervoor	
		onbemest	bemest		onbemest	bemest
		kunstmest	drijfmest		kunstmest	drijfmest
1990	3	0,23	-0,53			
	16	0,34	-0,23			
	22	0,70	-0,08			
	11*				1,06	0,51
1991	5		0,90			
	16		0,48			
	3*					0,58
1992	2	0,56	0,53			
	21	0,76	0,05			
	19*				0,67	0,60
1993	4	0,43	0,38			
1994	10				1,29	1,38
1995	10	0,92	0,59			

* bietenproeven



Figuur 15. Rest-N na de oogst van **maïs** op 'De Marke' (0 - 60 cm) in relatie tot de beschikbare N

De hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst van maïs ('rest-N') vertoonde een duidelijk verband met de hoeveelheid beschikbare minerale N (Fig. 15, pag. 32). Bij een beschikbare hoeveelheid N van 130 kg ha^{-1} (t.w. 30 kg N als minerale bodemvoorraad in het voorjaar + 100 kg minerale N uit kunstmest of dierlijke mest) werd na de oogst gemiddeld ca. 60 kg N ha^{-1} in de bovenste 60 cm gevonden. Metingen in 1990 gaven aan dat wintergewassen deze hoeveelheden rest-N tot minder dan 20 kg N ha^{-1} konden verlagen (zie Bijlage, tabel I-17, pag. I-11). In 1991 bleef meer rest-N achter dan in andere jaren. Mogelijk was dit op perceel 5 een gevolg van het scheuren van grasland en op perceel 16 het gevolg van een geringe N-onttrekking door de maïs als gevolg van droogteschade. Op bietenpercelen bleef bij economisch optimale N-giften ten tijde van de oogst 1990, 1991 en 1992, respectievelijk 27, 24 en 24 kg N achter in de bovenste 60 cm . Overmatige bemesting leidde in 1990 en 1991, ook bij bieten, tot een duidelijke stijging van de hoeveelheid rest-N (zie Bijlage, tabel I-17 en I-18, pag. I-11 en I-12). Kennelijk waren bieten maar gedeeltelijk in staat om een overmatig aanbod in het loof op te slaan.

4. Discussie

Op 'De Marke' heeft tussen 1990 en 1995 bemestingsonderzoek aan snijmaïs en voederbieten plaatsgevonden. De onderzochte behandelingen waren daarbij geënt op methoden en technieken die in onderzoek elders perspectiefvol gebleken waren met als algemene kenmerken: matige giften, toedieningswijzen van mest die een vlotte onderschepping door plantwortels vergemakkelijken en het wegvangen van nutriëntenrestanten met behulp van wintergewassen.

Wintergewassen in de vorm van ondergezaaid Italiaans raaigras, bleken op 'De Marke' gemiddeld 40 kg N ha^{-1} op te kunnen slaan in de bovengrondse delen. Dit stemde goed overeen met de bevindingen van een zesjarige proef op ROC Heino (Van Dijk et al., 1995). Anders dan in Heino, bleek de N-opname niet systematisch hoger in milde dan in koude winters. Kennelijk waren andere factoren mede bepalend voor de uiteindelijke N-vastlegging. Daarbij kan gedacht worden aan de conditie waarin het wintergewas onder de dekvrucht vandaan kwam of aan de beschikbaarheid van N. Als de N-opname van een wintergewas beperkt wordt door de beschikbaarheid van N, leidt dit tot gewassen met lage N-gehalten. Dit verschijnsel leek zich op 'De Marke' inderdaad voor de doen aangezien de C-N-quotiënten in het voorjaar, voor onderwerken, waren gestegen tot gemiddeld 20. In een dergelijke situatie wordt minerale N weliswaar voor uitspoeling behoed, maar niet volledig in de vorm van minerale-N aan een volgteelt beschikbaar gesteld, omdat de wortels en stoppels van dit soort wintergewassen (ca. 1500 kg DS en 15 kg N ha^{-1}) een nog lager C-N-quotiënt hebben (Schröder & Ten Holte, 1996; Schröder et al., 1996). In de eerder genoemde proef op ROC Heino bleek ongeveer de helft van de N in de bovengrondse delen van het wintergewas beschikbaar te komen in volgende seizoenen (Van Dijk et al., 1995). Dat zou voor 'De Marke' neerkomen op een extra N-levering van ca. 20 kg N ha^{-1} .

De economisch optimale N-gift voor maïs bleek van $79 - 150 \text{ kg N ha}^{-1}$ te variëren zonder een duidelijke relatie met de droogtegevoeligheid van het perceel, de voorvrucht of het opbrengstniveau. Als bodem- en weersomstandigheden de produktiviteit van gewassen beperken, betekent dit kennelijk niet dat de behoefte aan meststoffen evenredig lager is. Dat is pas het geval als diezelfde bodem- en weersomstandigheden geen negatief effect hebben op het aanbod van nutriënten door de bodem en de benutbaarheid van dit aanbod. Van een positief verband tussen het opbrengstniveau en de economisch optimale N-gift was evenmin sprake in de proeven beschreven door Schröder et al. (1993), Vanotti & Bundy (1994) en Schröder et al. (1996).

Gemiddeld bedroeg de economisch optimale N-gift 104 kg N ha^{-1} . Bij een veronderstelde bodemvoorraad in het voorjaar van 30 kg N ha^{-1} (0 - 60 cm) was de gevonden N-behoefte aanmerkelijk geringer dan het advies voor continue maïspercelen ('180 minus N-min in de laag 0 - 30 cm'; Van Dijk, 1993). Dit werd mogelijk veroorzaakt door een hoge N-nalevering vanuit mest die in de voorgaande jaren werd verstrekt (Whitmore & Schröder, 1996) en enige nalevering vanuit wintergewassen (Van Dijk et al., 1995). Dat nalevering vanuit mest die in eerdere jaren gegeven was een oorzaak voor de relatief geringe N-behoefte was, werd eveneens gesuggereerd door het feit dat twee van de drie proeven met een verhoudingsgewijs hogere N-behoefte, plaatsvonden op percelen met een lage P-toestand. Deze P-toestand is wellicht een gevolg van een geringer gebruik van dierlijke mest op de betrokken percelen.

De berekende netto-mineralisatie op onbemeste maïspercelen bedroeg gemiddeld $0,70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$. Dit is meer dan de door Schröder et al. (1993) en Schröder et al. (1996) berekende waarden van, respectievelijk $0,54$ en $0,60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ in proeven waarin de economisch optimale N-gift overeenstemde met het advies. Ook dit vormt een aanwijzing dat de relatief lage economisch optimale N-giften op 'De Marke' verband kunnen houden met een verhoogde netto-mineralisatie. Overigens moet worden opgemerkt dat de berekende netto-mineralisatie van 'De Marke' met fouten behept kan zijn omdat aannamen gedaan werden over de bodemvoorraad in het voorjaar en geen rekening werd gehouden met het feit dat al voor de maïs-oogst enige N in wintergewassen kan zijn vastgelegd; bij een 10 kg ha^{-1} lagere bodemvoorraad en een vroege N-vastlegging in het wintergewas van 20 kg ha^{-1} , zou de berekende netto-mineralisatie nog ca. $0,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ groter geweest zijn.

Op praktijkpercelen van 'De Marke' wordt maïs bemest met 100 kg 'werkzame' N per ha. Daarop wordt 100 , 45 , 35 en 30 kg N ha^{-1} in mindering gebracht voor, respectievelijk, de eerstejaars nawerking van gescheurd grasland, de tweedejaars nawerking van gescheurd grasland op (intensief beweide) huiskavels, de tweedejaars nawerking van gescheurd grasland op veldkavels en een ondergeploegd wintergewas. De resterende behoefte wordt gedekt met drijfmest waarbij een werking van 60% wordt aangehouden. Percelen met een Pw lager dan 40 krijgen een toeslag van $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ drijfmest. Op basis van deze gegevens is een vergelijking gemaakt tussen maïs geteeld volgens deze rekenregels en maïs geteeld op basis van de economisch optimale gift. Deze vergelijking is per proef afzonderlijk uitgevoerd (zie Bijlage, tabel I-19, pag. I-13). Hieruit bleek dat op 'De Marke' gemiddeld 38 kg ha^{-1} minder minerale-N werd verstrekt (ca. $20 \text{ ton drijfmest ha}^{-1}$) dan op basis van economische overwegingen (althans zoals hier gedefinieerd) wenselijk werd geacht. Dit had een opbrengstderving van gemiddeld $770 \text{ kg DS ha}^{-1}$ (8%) tot gevolg. De berekende opbrengstderving was het sterkst in de maïsproef die op gescheurd grasland plaatsvond (perceel 5, 1991). Tegenover deze opbrengstderving stond een reductie van het N-overschot (N-onttrekking minus de minerale N-aanvoer uit drijfmest en/of kunstmest) met 28 kg ha^{-1} en een verlaging van de hoeveelheid minerale bodem-N van naar schatting 11 kg N ha^{-1} ($0 - 60 \text{ cm}$). In financiële termen betekent dat, dat een reductie van het N-overschot op maïspercelen ca. 4 gulden per kg N heeft gekost (onder verrekening van de uitgespaarde mest).

Ondanks het feit dat in een aantal proeven wintergewassen al enige bodem-N hadden vastgelegd op het moment dat de hoeveelheid bodem-N na de oogst werd bepaald, waren de gevonden hoeveelheden rest-N relatief hoog. Bij een N-gift van 100 kg N ha^{-1} bleef op 'De Marke' ca. 60 kg N ha^{-1} achter ($0 - 60 \text{ cm}$). Dit stemde goed overeen met de resultaten van PAGV-proeven op zandgrond uit de periode 1975-1985 (Schröder & Ten Holte, 1992), maar is ca. $1,5$ maal meer dan hetgeen Schröder et al., (1993) en Van Dijk et al. (1995) in andere meerjarige maïsproeven vonden. Overigens bleek ook op 'De Marke' een significante ($p < 0,05$) relatie te bestaan tussen de N-gift en de hoeveelheid rest-N. In tegenstelling tot Schröder et al. (1993) en Van Dijk et al. (1995), kon er voor 'De Marke' geen negatieve relatie worden aangetoond tussen de zomerneerslag (inclusief beregening) en de hoeveelheid rest-N. Voederbieten lieten $25 - 30 \text{ kg N ha}^{-1}$ rest-N achter. Als N-giften de bietenopbrengst niet verder verhoogden, kon aangeboden N maar in beperkte mate in het blad worden opgeslagen zodat ook dan de hoeveelheid rest-N soms toenam. In het onderzoek op 'De Marke' werd niet nagegaan wat het lot van blad-N ($75 - 150 \text{ kg ha}^{-1}$) was als het blad op het land zou zijn achtergelaten.

Volgens het huidige advies is het rendabel om maïs geteeld bij een Pw van ca. 30 , een rijenbemesting met kunstmest-P te geven, tenzij meer dan 50 kg P ha^{-1} in de vorm van dierlijke

mest wordt verstrekt (Van Dijk, 1993). In het onderzoek op 'De Marke' tussen 1993 en 1995, echter, bleek dit niet het geval. Ondanks een beperkte mestgift (ca. 15 kg P ha⁻¹) reageerden de opbrengsten van maïs in de jeugdfase nauwelijks (niet significant) op een rijenbemesting met 22 kg P ha⁻¹. Bij de eind oogst was deze reactie zelfs geheel afwezig. In 1994 en 1995 was ook het effect van de dierlijke mestgift beperkt (< ca. 1600 kg DS ha⁻¹). Dit hing samen met de hoge N-opnames van maïs op onbemeste veldjes. Vermoedelijk speelde nalevering door de voorvrucht (grasland) daarbij een rol.

In de proeven die tussen 1993 en 1995 plaatsvonden werd, behalve het effect van mestplaatsing in het horizontale vlak ('rijenbemesting met dierlijke mest'), ook het effect van plaatsing in het verticale vlak bestudeerd ('toediening ná dan wel vóór het ploegen'). Het onderzoek naar plaatsingstechnieken in het horizontale vlak werd met een andere machine uitgevoerd dan het onderzoek naar plaatsingstechnieken in het verticale vlak. Daardoor is, strikt genomen, een verstrengeling van plaatsingseffecten en machine-effecten opgetreden en zijn vergelijkingen tussen horizontale en verticale plaatsingstechnieken niet zuiver. De beide machines verschilden namelijk in werkbreedte en bodemdruk. Vergelijkingen binnen hetzij horizontale, hetzij verticale plaatsingsvarianten zijn wel mogelijk.

Toediening van de mest vóór het ploegen resulteerde in 1993 in een kleine verhoging van de opbrengst ten opzicht van toediening na het ploegen. Binnen de toediening na het ploegen bestonden er in dat jaar geen significante verschillen. Schröder & Van Dijk (1995) vonden dat toediening na het ploegen een gunstiger effect had in een nat voorjaar. Juist in het droge voorjaar van 1994 (neerslagsom van mei en juni 35 mm < normaal), echter, bleef de opbrengst bij toediening van mest vóór het ploegen enigszins achter bij die na toediening na het ploegen. Daarbij kan het toevalligerwijs lagere plantgetal van laatstgenoemde behandeling overigens een rol gespeeld hebben. Binnen de behandelingen waarbij de mest na het ploegen werd toegediend, bleef de opbrengst in 1994 significant achter als de mest als rijenbemesting werd toegediend en daarbij tevens een rijenbemesting met kunstmest-P was gegeven. In 1995 bestonden er geen significante verschillen tussen de opbrengsten van behandelingen waar de mest na het ploegen was toegediend. Wel bleef de opbrengst in dat jaar achter als dierlijke mest al vóór het ploegen was gegeven. Het zeer natte voorjaar (neerslagsom van mei en juni 106 mm > normaal) kan daarbij een rol gespeeld hebben (Schröder & Van Dijk, 1995).

De positieve ervaringen die Schröder et al. (1995) vonden bij vervanging van een rijenbemesting met kunstmest-P door een drijfmestgift, werden op 'De Marke', ondanks een vergelijkbare P_w en mestgift, niet bevestigd.

De resultaten van het hiervoor besproken onderzoek gaven aan dat de gewassen maïs en voederbieten op 'De Marke' maar in beperkte mate reageerden op de hoeveelheid en wijze van mesttoediening. Deze geringe reactie leek meer een gevolg van de grote nalevering van nutriënten vanuit voorvruchten en vanuit het verleden voorafgaand aan de start van het bedrijf, dan van een geringere opname van nutriënten bij droogtestress.

Omdat het onderzoek zich beperkte tot een periode van zes jaar en plaatsvond op verschillende percelen, kon niet worden nagegaan of de gekozen bemestingsstrategieën ook op de langere termijn zullen voldoen. Onderzoek naar het lange-termijngedrag van de gevolgde strategie alsmede naar het lot van nutriënten in mest en gewasresten, vraagt dan ook blijvende aandacht. Daartoe moeten de in het onderzoek te volgen bemestingstrategieën zo min mogelijk tussentijdse wijzigingen ondergaan en verdient het aanbeveling om de veldjes van een proef op vaste plaatsen aan te leggen. De onderzochte gereedschappen om de benutting te verbeteren, hadden vooralsnog een beperkt effect. Het is echter goed denkbaar dat deze gereedschappen alsnog van belang kunnen worden als het naleveringgedrag van percelen wijzigt. Vanuit dat oogpunt zou overwogen moeten worden om bepaalde proeven in de nabije toekomst te herhalen. Daarbij kan gedacht worden aan het onderzoek naar plaatsings-

technieken voor mest die vanuit een P- en N-benuttingsoogpunt belangrijker kunnen worden bij afnemende bodemvruchtbaarheid. Ook zou onderzocht moeten worden hoe de C/N-verhouding van wintergewassen zodanig gemanipuleerd kan worden dat wintergewas-N met grotere zekerheid door volgteelten kan worden opgenomen. Rond de N-dynamiek van gescheurd grasland resteren eveneens nog vragen omdat wisselbouw een vast onderdeel van de bedrijfsopzet van 'De Marke' vormt. Onderzocht zou moeten worden hoe te scheuren grasland behandeld moet worden om de vrijkomende N zo goed mogelijk door het volggewas te laten benutten.

Referenties

- Dijk, W. van, J.J. Schröder, L. ten Holte & W.J.M. de Groot (1995).
Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Verslag 201, PAGV, Lelystad, 97 pp.
- Dijk, W. van (1993).
Teelt van maïs. Teelthandleiding 58, PAGV, Lelystad, 126 pp.
- Schröder, J.J. & L. ten Holte (1992).
Stikstofbenutting en -verliezen in maïsteelssystemen. In: H.G. van der Meer & J.H.J. Spiertz (eds.) Stikstofstromen in agro-ecosystemen. Agrobiologische Thema's 6, CABO-DLO, 71-85.
- Schröder, J.J., L. ten Holte & G. Brouwer (1995).
Rijenbemesting met drijfmest. Rapport 44, AB-DLO, Wageningen, 46 pp.
- Schröder, J.J. & W. van Dijk (1995).
Maïs telen met minder verlies van mineralen. In: Themadag maïs: naar een evenwicht tussen milieu en economie. Themaboekje 19, PAGV, Lelystad, 12-37.
- Schröder, J.J. & L. ten Holte (1996).
Non-overwintering cover crops: a significant source of N (submitted to Netherlands Journal of Agricultural Science).
- Schröder, J.J., W. van Dijk & W.J.M. de Groot (1996).
Effects of cover crops on the nitrogen dynamics of a maize production system (in voorbereiding).
- Vanotti, M.B. & L.G. Bundy (1994).
Corn nitrogen recommendations based on yield response data. Journal of Production Agriculture 7: 248-256.
- Whitmore, A.P. & J.J. Schröder (1996).
Stikstofmineralisatie op maïspcelen: een modelmatige benadering. Rapport 55, AB-DLO, Haren/Wageningen, 32 pp.

Bijlage I

Opbrengstgegevens van tussentijdse oogsten (tabel I-1 t/m I-8), minerale bodem-N-gegevens (tabel I-9 t/m I-16), netto-mineralisatie (tabel I-17 en I-18), en evaluatie van N-bemesting voor alle proeven

Tabel I-1. Opbrengstgegevens van **wintergewassen** 1990-1995 ('De Marke')

Jaar	Perceel	Datum		Temperatuur som (>5 °C)	Opbrengst	
		maïsoogst	grasoogst		DS (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)
1989-90	1	1 okt.	8 nov.	253	945	30
	2	1 okt.	8 nov.	253	782	30
	3	1 okt.	8 nov.	253	649	21
	6-8	1 okt.	8 nov.	253	670	22
	19	1 okt.	8 nov.	253	1268	40
	22	1 okt.	8 nov.	253	761	23
	1	1 okt.	22 febr.	362	1714	-
	2	1 okt.	22 febr.	362	1609	-
	3	1 okt.	22 febr.	362	1329	-
	6-8	1 okt.	22 febr.	362	1843	-
22	1 okt.	22 febr.	362	1785	-	
1990-91	16 (N3)	4 okt.	4 dec.	245	2640	52
1991-92	21	2 okt.	26 febr.	219	2635	66
	22	2 okt.	26 febr.	219	1954	54
1992-93	2	22 sept.	8 dec.	273	2153	46
	21	22 sept.	8 dec.	273	1423	32
	2	22 sept.	17 febr.	322	3265	73
	21	22 sept.	17 febr.	322	3210	65
1993-94	2	24 sept.	21 mrt.	250	899	18
	21	24 sept.	21 mrt.	250	1681	25
1994-95	2	12 okt.	6 dec.	250	969	19
	11	12 okt.	6 dec.	250	670	21
	6	12 okt.	6 dec.	250	727	29
	2	12 okt.	15 mrt.	331	1513	22
	11	12 okt.	15 mrt.	331	1445	24
6	12 okt.	15 mrt.	331	1551	28	

Tabel I-2. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 4, oogstdatum 20-7-1993 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	3746	44	7
D2	0	0	97	0	DMN	0	4500	85	10
D3	0	0	0	97	DMN	0	4488	71	9
D4	0	0	0	97	PMV	0	4865	89	11
D5	0	0	0	0		22	3294	42	7
D6	0	0	97	0	DMN	22	4757	73	9
D7	0	0	0	97	DMN	22	5647	85	11
D8	0	0	0	97	PMV	22	4797	89	11
LSD (p < 0,05)							1292	29	3
LSD (p < 0,10)							987	22	2

* RB = rijenbemesting, VV = vollevelds

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen

Tabel I-3. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 4, oogstdatum 23-8-1993 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	6737	61	13
D2	0	0	97	0	DMN	0	9468	112	18
D3	0	0	0	97	DMN	0	10405	123	20
D4	0	0	0	97	PMV	0	10114	134	19
D5	0	0	0	0		22	6488	63	14
D6	0	0	97	0	DMN	22	9365	98	18
D7	0	0	0	97	DMN	22	10058	107	18
D8	0	0	0	97	PMV	22	9939	136	18
LSD (p < 0,05)							2142	32	4
LSD (p < 0,10)							1636	25	3

* RB = rijenbemesting, VV = vollevels

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen

Tabel I-4. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 10, oogstdatum 28-7-1994 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	6423	146	17
D2	0	0	147	0	DMN	0	6913	170	18
D3	0	0	0	147	DMN	0	6202	148	16
D4	0	0	0	147	PMV	0	4911	143	14
D5	0	0	0	147	PMN	0	6602	166	18
D6	0	0	0	0		22	6294	126	16
D7	0	0	147	0	DMN	22	5971	153	15
D8	0	0	0	147	DMN	22	7574	186	19
D9	0	0	0	147	PMV	22	5585	144	14
D10	0	0	0	147	PMN	22	7114	175	19
LSD (p < 0,05)							1271	29	4
LSD (p < 0,10)							975	22	3

* RB = rijenbemesting, VV = vollevels

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen,
PMN = praktijkmachine na ploegen

Tabel I-5. Opbrengstgegevens bemestingsproef **mais**; perceel 10, oogstdatum 28-6-95 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	220	7	1
D2	0	0	109	0	DMN	0	216	8	1
D3	0	0	0	109	DMN	0	251	9	1
D4	0	0	0	109	PMV	0	250	9	1
D5	0	0	0	109	PMN	0	122	4	1
D6	0	0	0	0		22	324	11	1
D7	0	0	109	0	DMN	22	289	11	1
D8	0	0	0	109	DMN	22	372	13	2
D9	0	0	0	109	PMV	22	320	11	1
D10	0	0	0	109	PMN	22	222	7	1
LSD (p < 0,05)							89	-	-
LSD (p < 0,10)							69	-	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollevels

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen, PMN = praktijkmachine na ploegen

Tabel I-6. Opbrengstgegevens bemestingsproef **mais**; perceel 10, oogstdatum 11-7-95 (De Marke).

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	2165	67	8
D2	0	0	109	0	DMN	0	1807	67	6
D3	0	0	0	109	DMN	0	2017	65	7
D4	0	0	0	109	PMV	0	1753	61	6
D5	0	0	0	109	PMN	0	1579	50	5
D6	0	0	0	0		22	1945	58	6
D7	0	0	109	0	DMN	22	2192	74	7
D8	0	0	0	109	DMN	22	2220	73	7
D9	0	0	0	109	PMV	22	1913	65	7
D10	0	0	0	109	PMN	22	1598	51	6
LSD (p < 0,05)							575	-	-
LSD (p < 0,10)							443	-	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollevels

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen, PMN = praktijkmachine na ploegen

Tabel I-7. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 10, oogstdatum 26-7-95 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	5668	112	16
D2	0	0	109	0	DMN	0	6309	137	19
D3	0	0	0	109	DMN	0	5979	110	17
D4	0	0	0	109	PMV	0	5754	108	16
D5	0	0	0	109	PMN	0	4833	103	15
D6	0	0	0	0		22	5545	87	15
D7	0	0	109	0	DMN	22	5594	120	16
D8	0	0	0	109	DMN	22	6399	113	17
D9	0	0	0	109	PMV	22	5874	120	16
D10	0	0	0	109	PMN	22	5209	110	16
LSD (p < 0,05)							904	-	-
LSD (p < 0,10)							697	-	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollelevelds

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen, PMN = praktijkmachine na ploegen

Tabel I-8. Opbrengstgegevens bemestingsproef **maïs**; perceel 10, oogstdatum 29-8-95 ('De Marke')

Object	Bemestingsbehandeling					P (kg ha ⁻¹) Mineraal RB	Opbrengst (kg ha ⁻¹)		
	N (kg ha ⁻¹)						DS	N	P
	Mineraal		Organisch						
	RB*	VV*	RB	VV	wijze**				
D1	0	0	0	0		0	13226	159	29
D2	0	0	109	0	DMN	0	14815	185	29
D3	0	0	0	109	DMN	0	14316	183	29
D4	0	0	0	109	PMV	0	13707	185	30
D5	0	0	0	109	PMN	0	12180	157	29
D6	0	0	0	0		22	12484	144	28
D7	0	0	109	0	DMN	22	13301	173	28
D8	0	0	0	109	DMN	22	15753	200	34
D9	0	0	0	109	PMV	22	13572	183	28
D10	0	0	0	109	PMN	22	14258	170	32
LSD (p < 0,05)							2356	-	-
LSD (p < 0,10)							1817	-	-

* RB = rijenbemesting, VV = vollelevelds

** DMN = proefvelddoseermachine na ploegen, PMV = praktijkmachine voor ploegen, PMN = praktijkmachine na ploegen

Tabel I-9 t/m I-13: Minerale bodem-N-gegevens van de proeven met maïsTabel I-9. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1990 bij proeven met hoofdgewas **maïs**

Perceel	Datum	Object	Laag		
			0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm
3	16 juli	N1		58	
		N5		231	
	21 aug.	N1		29	
		N5		139	
	16 okt.	N1		10	
		N5		29	
16	16 juli	N1		32	
		N5		130	
	21 aug.	N1		26	
		N5		156	
	16 okt.	N1		11	
		N5		51	
	4 dec.	N1	5	12	16
		N2	6	11	16
		N3	6	12	19
		N4	7	12	18
N5		6	12	18	
22	16 juli	N1		63	
		N5		185	
	21 aug.	N1		32	
		N5		167	
	16 okt.	N1		20	
		N5		51	

Tabel I-10. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1991 bij proeven met hoofdgewas **maïs**

Perceel	Datum	Object	Laag		
			0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm
5	12 mrt.	N1	9	18	
	23 mei	N1	128	183	213
	26 juni	N1	83	171	216
	10 sept.	N1	10		
		N5	20		
	3 okt.	N1	13	60	120
	22 nov.	N1	39	54	71
16	12 mrt.	N1	13	28	40
	23 mei	N1	87	130	157
		N3	97	153	174
		N5	76	121	143
	26 juni	N1	51	132	172
		N3	85	167	212
		N5	171	269	321
	10 sept.	N1	9		
		N5	27		
	3 okt.	N1	17	44	80
		N2	14	43	81
		N3	18	64	117
		N4	23	73	117
		N5	37	98	167

Tabel I-11. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1992 bij proeven met hoofdgewas **maïs**

Perceel	Datum	Object	Laag		
			0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm
2	18 mei	N1	27	55	82
		N2	32	73	107
		N3	32	69	98
	24 juni	N1	9	17	31
		N2	9	23	42
		N3	8	21	44
		N7	20	59	95
	22 sept.	N1	9	19	27
		N2	10	21	35
		N3	11	23	43
		N4	13	28	43
		N5	14	31	49
		N6	11	26	45
		N7	18	35	57
21	18 mei	N1	35	68	91
		N2	35	62	84
	24 juni	N1	14	32	62
		N2	17	44	71
		N6	55	104	134
	22 sept.	N1	9	19	26
		N2	12	22	32
		N3	13	23	36
		N4	13	27	40
		N5	13	26	39
		N6	12	25	42

Tabel I-12. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1993 en 1994 bij proeven met hoofdgewas **maïs**

Jaar	Perceel	Datum	Object	Laag		
				0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm
1993	4	20 juli	D5	10	21	42
			D3	13	28	52
			D7	12	25	48
			D8	19	40	60
		22 aug.	D5	6	17	25
			D3	13	21	28
			D7	10	18	24
			D8	11	25	37
		24 sept.	D5	5	12	25
			D3	12	22	32
			D7	6	15	20
			D8	12	36	53
1994	10	28 juli	D1	15	40	57
			D6	11	28	49
			D3	47	84	112
			D8	35	65	91
			D4	46	83	114
			D5	23	56	74
		13 okt.	D1	15	30	45
			D6	11	23	35
			D3	20	38	55
			D8	24	46	67
			D4	15	33	53
			D5	10	21	33

Tabel I-13. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1995 bij een proef met hoofdgewas **maïs**

Perceel	Datum	Object	Laag		
			0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm
10	3 juli	D1	40	81	111
		D2	51	111	163
		D2 sleuf	66	159	209
		D3	55	113	152
		D4	49	100	141
		D5	39	84	121
	30 aug.	D1	16	28	39
		D2	19	33	44
		D2 sleuf	21	37	48
		D3	15	26	37
		D4	12	25	37
		D5	16	29	40
	9 okt.	D1	18	36	47
		D2	18	41	56
		D2 sleuf	18	37	51
		D3	20	39	53
		D4	17	32	43
		D5	17	34	45

Tabel I-14 t/m I-16: Minerale bodem-N-gegevens van de proeven met suikerbietenTabel I-14. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1990 bij een proef met hoofdgewas **suikerbieten**

Perceel	Datum	Object	Laag		
			0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm
11	16 juli	N1	13	38	60
		N5	130	226	279
	21 aug.	N1	26	42	
		N5	140	233	
	5 nov.	N1	11	19	27
		N3	11	20	31
		N5	25	58	93

Tabel I-15. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1991 bij een proef met hoofdgewas
suikerbieten

Perceel	Datum	Object	Laag			
			0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm	
3	N1	12 mrt.	8	15		
		23 mei	68	135	162	
		26 juni	57	141	175	
		10 sept.	17			
			20			
	N3	3 okt.		14	26	43
				14	27	39
				23	45	66
	N5	22 nov.		8	17	24
				8	18	26
				11	23	38

Tabel I-16. Hoeveelheid minerale bodem-N (kg ha^{-1}) in 1992 bij een proef met hoofdgewas
suikerbieten

Perceel	Datum	Object	Laag			
			0 - 20 cm	0 - 40 cm	0 - 60 cm	
19	15 apr.	N1	29	55	70	
		N2	28	46	61	
		N3	46	77	87	
	18 mei	N1		53	106	133
			N2	60	116	155
			N3	43	99	133
			N5	76	153	187
			N7	136	228	270
	24 juni	N1		7	17	34
			N2	8	16	29
			N3	9	21	40
			N5	6	26	46
			N7	16	47	68
	17 nov.	N1		8	15	21
			N2	7	14	22
			N3	9	16	22
			N4	9	17	24
			N5	8	16	22
			N6	10	19	24
			N7	8	16	24

Tabel I-17 en I-18: Evaluatie van N-bemesting voor alle proevenTabel I-17. Netto-mineralisatie per periode (kg ha⁻¹) en per dag (kg ha⁻¹ dag⁻¹) op onbemeste en bemeste **maïs**-, **wintergewas**- en **bieten**percelen in 1990 ('De Marke')

Gewas	Perceel	Object	Datum		per	
			start	einde	periode	dag
maïs	3	N1*	1 apr.	16 juli	60	0,57
		N5			52	0,49
		N1*	1 apr.	21 aug.	68	0,48
		N5			-3	-0,02
		N1*	1 apr.	16 okt.	46	0,23
		N5			-105	-0,53
maïs	16	N1*	1 apr.	16 juli	64	0,60
		N5			2	0,02
		N1*	1 apr.	21 aug.	71	0,50
		N5			60	0,42
		N1*	1 apr.	16 okt.	68	0,34
		N5			-46	-0,23
wintergewas	16	N1*	16 okt.	4 dec.	35	0,71
		N5*			33	0,67
bieten	11	N1*	1 apr.	16 juli	176	1,66
		N5			144	1,36
		N1*	1 apr.	21 aug.	260	1,83
		N5			141	0,99
		N1*	1 apr.	5 nov.	232	1,06
		N5			112	0,51
maïs	22	N1*	1 apr.	16 juli	114	1,08
		N5			52	0,49
		N1*	1 apr.	21 aug.	191	1,35
		N5			124	0,87
		N1*	1 apr.	16 okt.	138	0,70
		N5			-15	-0,08

* onbemest

Tabel I-18. Netto-mineralisatie per periode (kg ha⁻¹) en per dag (kg ha⁻¹ dag⁻¹) op onbemeste en bemeste **maïs**-, **wintergewas**- en **bieten**percelen in 1991, 1992, 1993, 1994 en 1995 ('De Marke')

Gewas	Jaar	Perceel	Object	Datum		per	
				start	einde	periode	dag
maïs	1991	5	N1	1 apr.	2 okt.	167	0,90
		16	N1	1 apr.	2 okt.	88	0,48
bieten	1991	3	N1	1 apr.	3 okt.	107	0,58
maïs	1992	2	N1*	1 apr.	24 juni	54	0,64
			N3			27	0,32
			N1*	1 apr.	22 sept.	98	0,56
			N3			92	0,53
maïs	1992	21	N1*	1 apr.	24 juni	70	0,83
			N3			46	0,55
			N1*	1 apr.	22 sept.	132	0,76
			N3			9	0,05
bieten	1992	19	N1*	1 apr.	24 juni	94	1,12
			N3			72	0,86
			N1*	1 apr.	17 nov.	155	0,67
			N3			137	0,60
maïs	1993	4	D5*	1 apr.	20 juli	54	0,49
			D7			56	0,51
			D5*	1 apr.	22 aug.	58	0,41
			D7			54	0,38
			D5*	1 apr.	24 sept.	76	0,43
			D7			66	0,38
maïs	1994	10	D6*	1 apr.	28 juli	145	1,23
			D8			172	1,46
			D6*	1 apr.	12 okt.	251	1,29
			D8			268	1,38
maïs	1995	10	D1*	1 apr.	3 juli	118	1,27
			D3			103	1,11
			D1*	1 apr.	30 aug.	168	1,11
			D3			130	0,86
			D1*	1 apr.	9 okt.	175	0,92
			D3			113	0,59

* onbemest

Tabel I-19. Vergelijking tussen de N-bemesting van **maïs** volgens rekenregels van 'De Marke' en N-bemesting op basis van alleen economische overwegingen

Jaar	1990		1991		1992		gemiddeld
	Perceel	Perceel	Perceel	Perceel	Perceel	Perceel	
	3	16	22	5	16	2	21
Behoeftes 'werkzame' N volgens 'De Marke' (kg ha ⁻¹)	100	100	100	100	100	100	100
Korting als gevolg van voorvruchtnawerking (kg ha ⁻¹)	30	30	30	100	30	0	30
Resterende behoefte (kg ha ⁻¹)	70	70	70	0	70	100	70
Resterende behoefte in N-totaal drijfmest (kg ha ⁻¹)	117	117	117	0	117	167	117
Toeslag als gevolg van Pw<40 (m ³ ha ⁻¹)	15	0	0	0	0	0	15
Totale mestbehoefte (m ³ ha ⁻¹)	45	30	30	0	30	43	45
1. Minerale N-behoefte volgens 'De Marke' (kg NH ₄ -N ha ⁻¹)	90	66	66	0	66	86	66
2. Economisch optimum (kg NH ₄ -N/NO ₃ -N ha ⁻¹)	150	87	79	120	89	88	104
verschil 1.-2.	60	21	13	120	23	2	38
Berekende DS-opbrengst volgens 1. (kg ha ⁻¹)	6120	8590	11880	5810	6210	9580	8690
Berekende DS-opbrengst volgens 2. (kg ha ⁻¹)	6540	8720	11960	9980	6370	9590	9470
verschil 1.-2.	423	135	74	4169	159	8	771
Berekende N-overschot volgens 1. (kg ha ⁻¹)*	-7	50	94	78	18	43	51
Berekende N-overschot volgens 2. (kg ha ⁻¹)*	-62	31	83	15	-3	42	23
verschil 1.-2.	-55	-19	-12	-64	-21	-1	-28
Berekende minerale bodem-N na oogst volgens 1. (kg ha ⁻¹)**	57	50	50	31	50	56	50
Berekende minerale bodem-N na oogst volgens 2. (kg ha ⁻¹)	74	56	54	65	57	56	61
verschil 1.-2.	18	6	4	35	7	0	11

* (opbrengst * 1,35 % N) minus minerale N uit drijfmest en/of kunstmest

** berekend volgens $y = 0,29 \times ((30 + \text{minerale N uit drijfmest en/of mest}) + 22$ (Figuur 15, pag. 15)