

Veldproeven met gras, klaver, maïs en voederbieten

Onderzoek in 1991 op 'De Marke'

VERWIJDERD UIT DE COLLECTIE

VERWIJDERD UIT DE COLLECTIE

**T. Baan Hofman
L. ten Holte**

januari 1995

De Marke, Hengelo

Rapport 11

DLO-Instituut voor Agrobiologisch en
Bodemvruchtbaarheidsonderzoek
(AB-DLO), Wageningen/Haren
Rapport 31

1 92 194

Referaat

T. Baan Hofman & L. ten Holte, 1995

Veldproeven met gras, klaver, maïs en voederbieten.

Onderzoek in 1991 op 'De Marke'.

Rapport 11, De Marke, Hengelo.

Rapport 31, DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodem-
vruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Wageningen/Haren.

27 blz. tekst en figuren, 7 blz. bijlagen

Dit rapport bevat het verslag van resultaten van drie N-bemestingsproeven op grasland waarvan twee met een gras/witte-klaver-mengsel, drie N-bemestingsproeven op maïs en één op voederbieten.

Bij het grasland nam bij gras in monocultuur tot en met het hoogste N-bemestingsniveau de drogestof- en stikstofopbrengst toe met elke hogere N-gift. Bij gras/klaver-mengsels echter was er nauwelijks verschil tussen de N-bemestingsniveaus, alleen de hogere N-niveaus produceerden (wat) meer. Gras/klaver-mengsels produceerden bij eenzelfde N-bemesting aanmerkelijk meer dan gras in monocultuur.

Aan het einde van het seizoen verschilde de hoeveelheid N-mineraal in de bodem onder grasland niet tussen de laagste drie N-bemestingsniveaus, het één na hoogste en vooral het hoogste N-niveau lieten wel een grotere voorraad in de bodem achter.

Met dalende N-giften bleef het P-gehalte in het gras- en gras/klaver-gewas op peil, de fosfaattoestand van de bodem is voor het P-gehalte in het gewas van groter belang.

Toenemende N-bemestingen verhoogde de drogestofopbrengsten van maïs, bij het hoogste N-bemestingsniveau echter was de opbrengst lager. Voederbieten hadden bij de verschillende N-bemestingsniveaus ongeveer een gelijke drogestofopbrengst. Tot aan de oogst van de maïs en de voederbieten nam de bodemvoorraad minerale stikstof af, de aanvankelijke verschillen tussen de stikstoftrappen zijn met name bij de maïs gebleven. Na de oogst was de hoeveelheid N-mineraal in de bodem bij de praktijkgift maar vooral bij de hoogste N-gift nog aanmerkelijk. Voederbieten lieten beduidend minder stikstof in de bodem achter.

Trefwoorden:

proefbedrijf, melkveehouderij, 'De Marke', stikstof, fosfaat, kali, drogestofopbrengsten, stikstofopbrengsten, N-mineraal, N-recovery, gras, witte klaver, maïs, voederbieten.

ISSN 0928-2637.

Adressen betrokken instellingen:

- * De Marke: binnenzijde omslag.
- * CLM
Amsterdamsestraatweg 877
Postbus 10015, 3505 AA Utrecht
tel. 030-441301, fax 030-441318.
- * AB-DLO
Bornsesteeg 65
Postbus 14, 6700 AA Wageningen
tel. 08370-75700, fax 08370-23110
- * PR
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad
tel. 03200-93211, fax 03200-41584.

Inhoudsopgave

	pagina
1 Inleiding	1
A Algemeen	1
B Het weer	1
2 Stikstofbemestingsproeven op grasland	3
2.1 Materiaal en methoden	3
3 Resultaten	5
3.1 Drogestofopbrengsten	5
3.2 Relatie N-bemesting, N-opbrengsten en klaveraandeel	6
3.3 Meeropbrengsten drogestof en stikstof als reactie op de aanwezigheid van klaver	13
3.4 N-recovery en N-efficiëntie	15
3.5 N-mineraal in de bodem	17
4 Stikstof-, fosfaat- en kali-gehalten in het gewas	19
5 Samenvatting onderzoek op grasland	21
6 Stikstofbemestingsproeven op bouwland	23
6.1 Materiaal en methoden	23
6.1.1 Maïs	23
6.1.2 Voederbieten	24
7 Resultaten	25
7.1 Maïs	25
7.1.1 Drogestofopbrengst	25
7.1.2 Opname stikstof	26
7.1.3 N-mineraal in de bodem	26
7.1.4 Stikstofbalans	27
7.2 Voederbieten	28
7.2.1 Drogestofopbrengst	28
7.2.2 Opname stikstof	28
7.2.3 N-mineraal in de bodem	28
7.2.4 Stikstofbalans	30
8 Samenvatting onderzoek op bouwland	31

1 Inleiding

A Algemeen

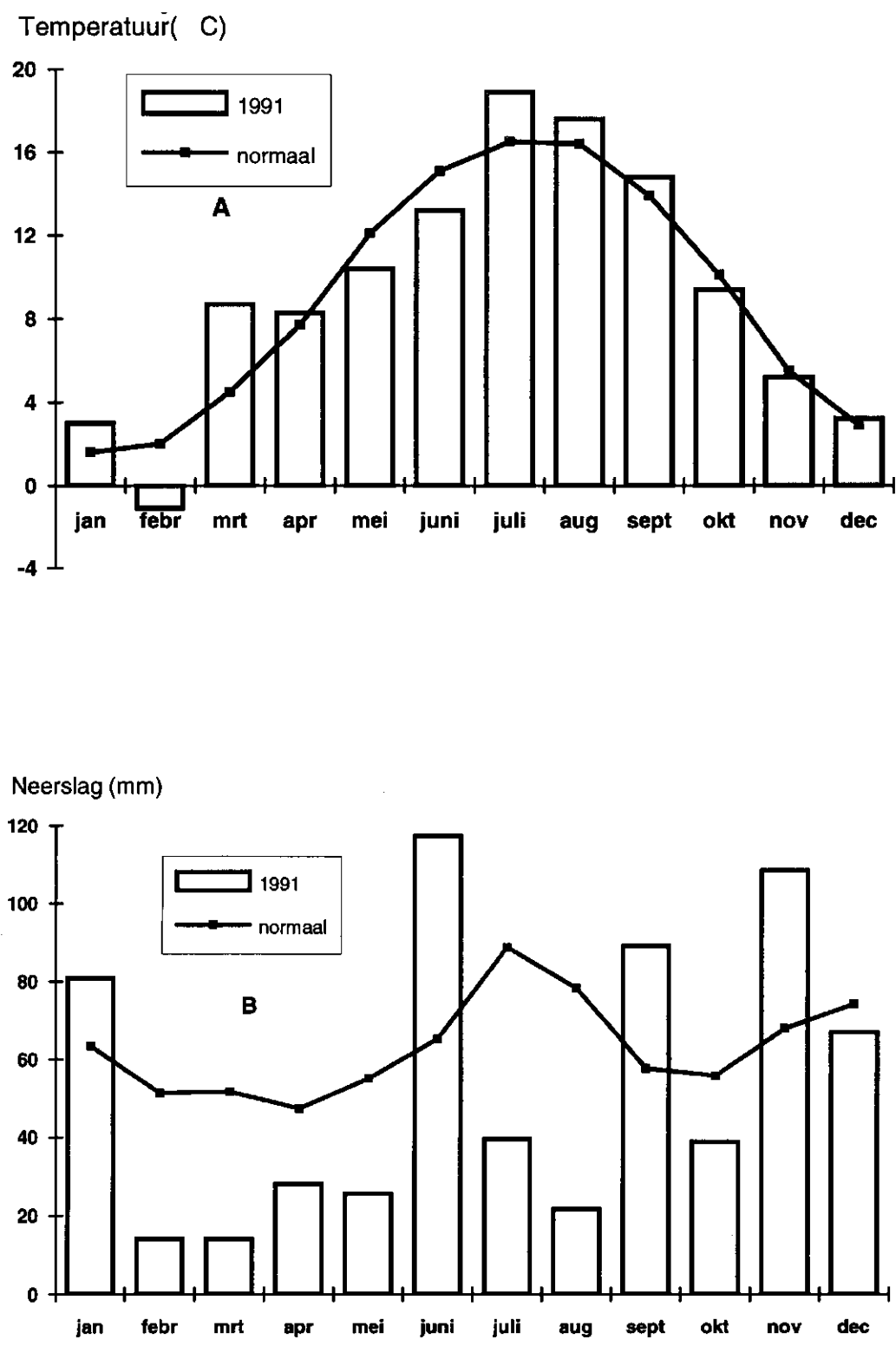
Evenals in 1990 werden op het Proefbedrijf Melkveehouderij en Milieu 'De Marke' stikstofbestedingsproeven uitgevoerd: drie in grasland, drie in maïs en één in voederbieten.

Doel van de proeven is de invloed van stikstofbesteding op drogestofproductie en stikstofstromen in bodem en gewas van gras, gras + witte klaver, maïs en bieten te karakteriseren. Van belang hierbij is de vraag of met het beoogde stikstofbestedingsniveau op het bedrijf een redelijke voederproductie van voldoende kwaliteit wordt bereikt zonder de gestelde normen voor verliezen van stikstof te overschrijden. Niet alleen de stikstof die aan het einde van het groeiseizoen in de bodem achter blijft zal verloren gaan maar op de weinig vochthoudende zandgrond van dit bedrijf zal bij aanzienlijke regenval ook tijdens het groeiseizoen uitspoeling kunnen plaatsvinden.

Met lagere N-bestedingen op grasland dan volgens het gangbare advies, zoals op dit bedrijf plaatsvindt, zal een gedeelte van het verlies aan drogestof- en stikstofopbrengst (eiwit) kunnen worden opgevangen door gebruik te maken van gras + witte klaver mengsels. Witte klaver verhoogd in die situaties altijd in meer of mindere mate de drogestof- en stikstofopbrengst.

B Het weer

De temperatuur was in maart en april hoger dan normaal (vroeg voorjaar) maar bleef in mei en juni duidelijk achter (Fig. 1A). Door een zeer koude nacht in april vroren de bieten af zodat ze moesten worden overgezaaid. Vooral juli was warmer dan gemiddeld maar ook augustus en september waren warm. De regenval was van februari tot en met mei aanmerkelijk lager dan normaal (Fig. 1B). Juni had een flink neerslag overschot. Bijna de helft van de totale hoeveelheid van die maand viel op 27 juni zodat niet al dit vocht beschikbaar was voor de gewassen maar voor een deel in de bodem zal zijn weggezakt en buiten bereik van de wortels kwam. Het droge en warme weer na 27 juni veroorzaakte al weer snel daarna verdroging van de gewassen, vooral de grasgroei werd spoedig weer geremd. De warme maanden juli en augustus gingen gepaard met een groot neerslagtekort. Dit tekort bedroeg in juli 47 mm en in augustus 50 mm. In deze twee maanden bedroeg de neerslag slechts 40 % van normaal zodat 1991 een warm maar vooral droog groeiseizoen had.



Figuur 1 Gemiddelde dagtemperatuur (Fig. A) en maandelijkse neerslag (Fig. B) in 1991. Voor 1991 gemeten in Hengelo en normaal is het veeljarig gemiddelde van het KNMI te De Bilt

2 Stikstofbemestingsproeven op grasland

2.1 Materiaal en methoden

Van de drie proeven op grasland waren er twee aangelegd in 1990: proefveld 1112 op perceel 1, ingezaaid in het voorjaar van 1990 met een gras/witte klaver mengsel en proefveld 1114 op perceel 19. Dit laatste perceel was enkele jaren eerder ingezaaid zonder klaver. Het derde proefveld (1113) werd aangelegd op perceel 13. Dit perceel was in 1990 totaal verdroogd en is in oktober van dat jaar opnieuw ingezaaid met een gras/witte klaver mengsel. Op dit perceel lag in 1990 ook een proef. (zie verslag stikstofproeven op 'De Marke' 1990)

Tabel 1 Overzicht graslandproeven in 1991

proefveld	aanleg proef	mono gras	gras + klaver	perceel	vochtleverend vermogen
1112	1990	--	+	1	50 mm
1113	1991	+	+	13	50 mm
1114	1190	+	--	19	125 mm

Proefveld 1113 had naast het gras/klaver-mengsel ook een monocultuur gras. Binnen een proefveld bedroeg per object het aantal parallellen 3. Van de drie proeven zijn de schema's als Bijlagen 1 tot en met 3 toegevoegd.

Van de proefvelden 1112 en 1113 werden in alle sneden het drooggewichtspercentage klaver in het mengsel bepaald. In het gras en de klaver werd het stikstofgehalte vastgesteld.

De geplande vijf N-bemestingsniveaus in de proeven waren:

- N 0 = 0 kg N per ha per jaar
- N 1 = 125 kg N per ha per jaar
- N 2 = 250 kg N per ha per jaar
- N 3 = 375 kg N per ha per jaar
- N 4 = 500 kg N per ha per jaar

De verdeling van de stikstof over de sneden in % van de jaargift was als volgt:

snede:	1	2	3	4	gepland:	5	6
%	25	20	20	15		10	10

Door het droge weer tijdens het groeiseizoen werden er slechts vier inplaats van de geplande zes sneden gras geoogst. Daardoor werd er 80 % van de geplande stikstof gegeven. In Tabel 2 staan de werkelijk gegeven hoeveelheid N, P en K. Omdat de fosfaattoestand van de grond hoog tot zeer hoog was is deze meststof niet gegeven. De hoeveelheid gegeven K was hoger dan het hoogste N- niveau aan de bodem onttrokken zal hebben. De kali voorziening was dus niet groeibeperkend.

Tabel 2 Bemesting van de drie proeven in 1991 met stikstof, fosfaat en kali in kg per ha per jaar

N-niveau	Proeven 1112, 1113 en 1114		
	N	P	K
N 0	0	0	600
N 1	100	0	600
N 2	200	0	600
N 3	300	0	600
N 4	400	0	600

Op 14 maart, ongeveer bij de aanvang van het groeiseizoen, werd de hoeveelheid N-mineraal in de bodem bepaald en wel van de lagen 0-20, 20-40 en 40-60 cm onder maaiveld. Bij de in 1990 aangelegde proefvelden 1112 en 1114 van de objecten N₀ en N₄. Op het nieuwe proefveld 1113 waren op dat moment nog geen N-niveaus aanwezig en werd dus het gehele proefveld bemonsterd. Direct na de laatste snede op 2 november werden van de drie proefvelden alle N-bemestingsniveaus bemonsterd, evenals in het voorjaar in drie lagen van elk 20 cm.

Om vast te stellen of bij lage N-bemestingsniveaus het fosfaatgehalte in het gras of gras/klaver-mengsels zo laag is dat de voeding van melkvee problematisch wordt is in een aantal gewasmonsters van de proeven uit 1990 (zie CABO-DLO verslag 155) het P- en tevens ook het K-gehalte bepaald. De resultaten zijn in dit verslag opgenomen.

3 Resultaten

3.1 Drogestofopbrengsten

In Fig. 2 zijn van de drie proefvelden de drogestofopbrengsten per snede cumulatief weergegeven en in Tabel 3 zijn de drogestofopbrengsten per snede en het jaartotaal opgenomen. Zonder klaver in de zode (proefveld 1113, mono gras en 1114) was de reactie van de drogestofopbrengsten op de stikstofgiften bij en N_2 groot, in beide proeven steeg tussen N_0 en N_1 de opbrengst met bijna 4 ton. Tussen N_1 en N_2 bedroeg de verhoging ongeveer 2,7 ton drogestof per ha per jaar. Boven het N-niveau van 250 kg per ha per jaar (N_2) was de produktietoeename veel geringer en bedroeg vaak niet meer dan enkele honderden kilogrammen per ha. Na begin augustus (derde snede) groeide er niet veel gras meer, de bodem was uitgedroogd. Na de regenval in september is de grasgroei ook niet meer goed hersteld. Zonder N-bemesting en witte klaver was de drogestofproduktie van het grasland laag: 2,5 ton per ha, waarvan het grootste deel in de eerste en tweede snede groeide.

Met witte klaver in de zode produceerden de objecten N_0 van de proeven 1112 en 1113 veel meer. De drogestofopbrengst steeg van 2,5 ton zonder klaver naar 8 ton met klaver, een verhoging dus van 5,5 ton drogestof per ha per jaar. Met een N-gift van 100 kg per ha per jaar steeg de drogestofopbrengst tussen N_0 en N_1 met ongeveer 1 ton. Bij de hogere N-niveaus was de opbrengstverhoging van het gras/klaver-mengsel op proefveld 1113 groter dan op 1112.

Waarschijnlijk komt dit omdat 1113 het eerste produktiejaar was na herinzaai, de zode van 1112 was een jaar eerder ingezaaid. Dit was in 1990 tussen eerstejaars- en meerjarig gras ook zo. De meestal diepere beworteling en mogelijk hogere vitaliteit van eerstejaars gras (en klaver?) geeft blijkbaar betere groeimogelijkheden.

Met klaver was bij proefveld 1113 de drogestofopbrengst per N-bemestingsniveau altijd hoger dan van de monocultuur gras (Fig. 3), ook onder de slechte groeiomstandigheden tussen de derde en vierde snede (Tabel 3). Witte klaver kan in eerste instantie beter tegen droogte dan gras, de drogestofproduktie gaat langer door, er zijn echter wel aanwijzingen dat gras op den duur beter overleeft dan klaver.

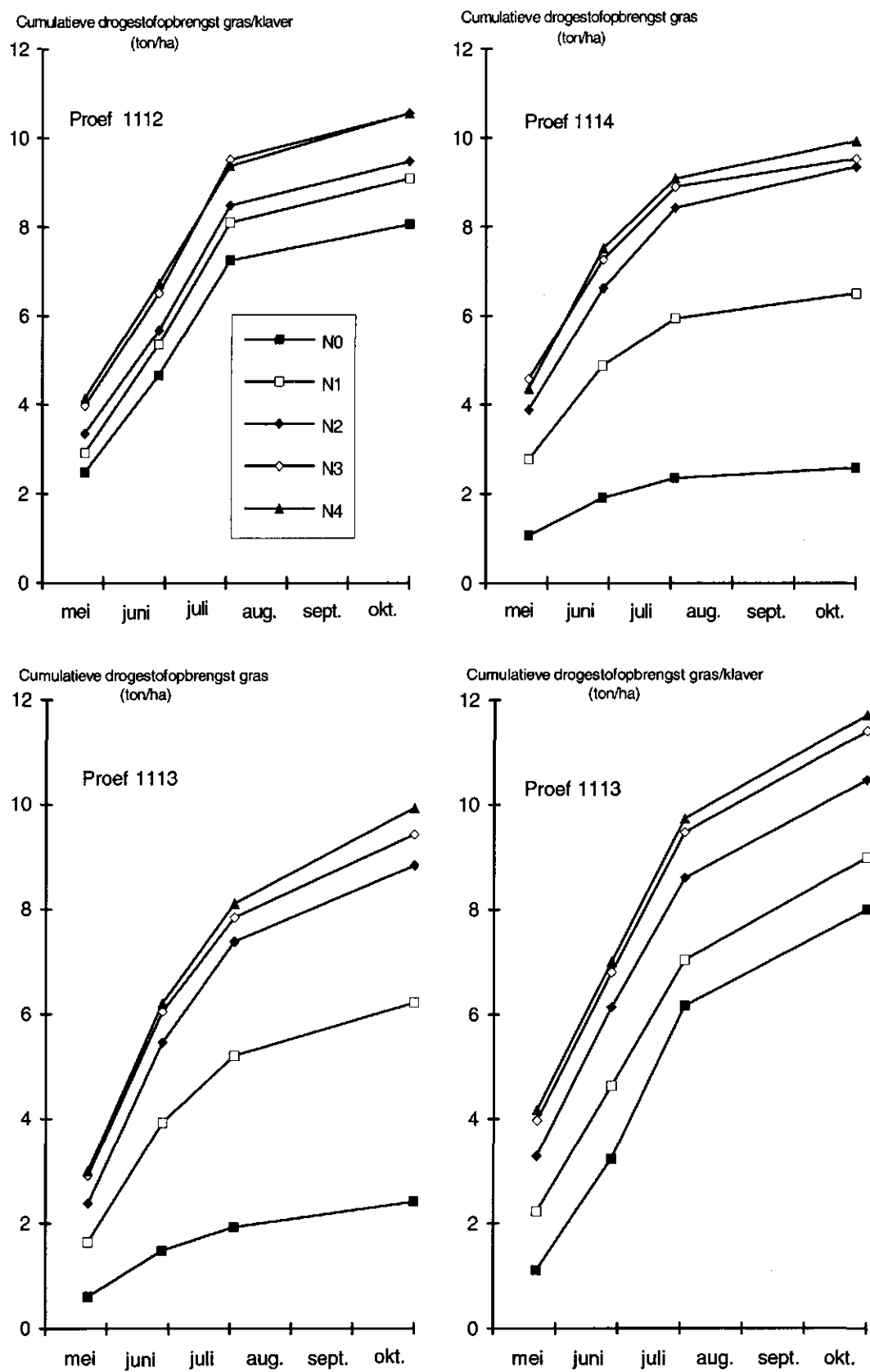
De objecten N_0 , N_1 en N_2 van proefveld 1112 op perceel 1 produceerde in 1991 ongeveer evenveel als in 1990. De jaaropbrengsten van N_3 en N_4 waren in 1991 respectievelijk 0,5 en 1 ton per ha lager. Voor proefveld 1113 op perceel 13 is geen vergelijking mogelijk en bij 1114 op perceel 19 was bij alle objecten de opbrengst lager, ongeveer 0,5 ton per ha bij N_0 en per N-niveau oplopend tot ruim 3 ton bij N_4 . Verschil in vochtvoorziening tussen beide jaren kan hierbij een rol hebben gespeeld.

Tabel 3 Drogestofopbrengsten (ton per ha) van de N-bemestingsproeven in 1991, per snede en jaartotaal

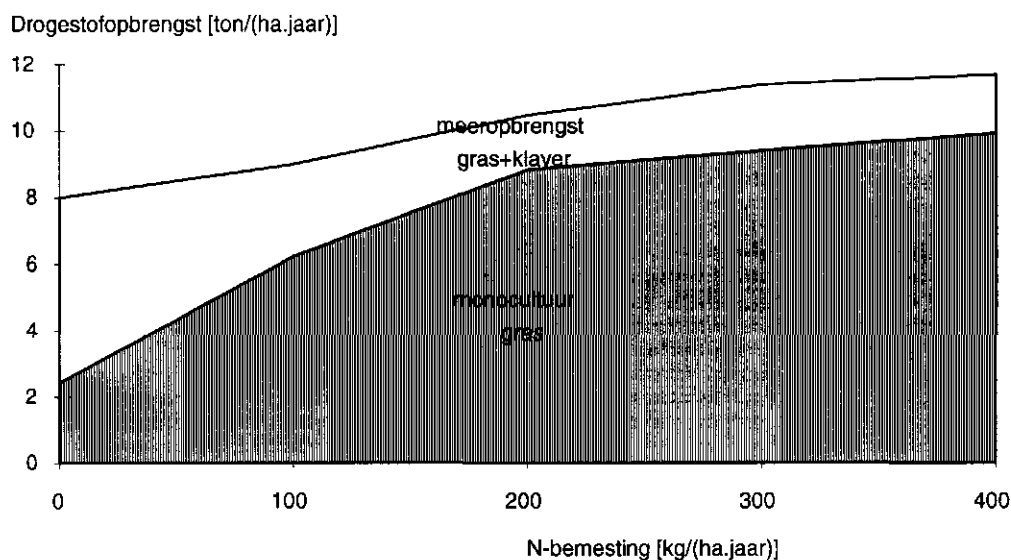
Object (Perceel)	Maaidata				totaal 1991
	21 mei 1 ^e snede	27 juni 2 ^e snede	2 aug, 3 ^e snede	31 okt, 4 ^e snede	
1112	gras/klaver				
N ₀	2,48	2,17	2,59	0,81	8,05
N ₁	2,91	2,45	2,74	0,98	9,08
N ₂	3,35	2,32	2,82	0,98	9,47
N ₃	3,98	2,53	3,01	1,02	10,54
N ₄	4,14	2,59	2,64	1,17	10,55
1113	mono gras				
N ₀	0,61	0,88	0,44	0,49	2,42
N ₁	1,65	2,28	1,28	1,02	6,23
N ₂	2,38	3,08	1,92	1,44	8,83
N ₃	2,92	3,13	1,79	1,58	9,42
N ₄	3,01	3,21	1,89	1,83	9,93
1113	gras/klaver				
N ₀	1,11	2,13	2,92	1,83	8,00
N ₁	2,23	2,40	2,41	1,95	8,99
N ₂	3,30	2,84	2,46	1,87	10,47
N ₃	3,97	2,84	2,66	1,93	11,40
N ₄	4,17	2,84	2,72	1,98	11,71
1114	mono gras				
N ₀	1,06	0,84	0,44	0,23	2,58
N ₁	2,77	2,10	1,06	0,56	6,50
N ₂	3,88	2,72	1,81	0,92	9,34
N ₃	4,58	2,68	1,64	0,63	9,52
N ₄	4,36	3,15	1,58	0,83	9,92

3.2 Relatie N-bemesting, N-opbrengsten en klaveraandeel

In Fig. 4 zijn per proefveld de N-opbrengsten per snede cumulatief weergegeven en in Tabel 4 per snede en het jaartotaal. Bij proefveld 1112 met gras/klaver is de N-opbrengst van het object N₀ wat hoger dan van N₂ terwijl de drogestofopbrengst (Tabel 3) lager was. Witte klaver heeft een hoger N-gehalte dan het gras van deze objecten. Het hogere aandeel klaver in het mengsel van N₀ ten opzichte van N₂ (Fig. 6) geeft daarom ondanks de lagere drogestof-opbrengst een iets hogere N-opbrengst. De objecten N₃ en N₄ hebben ondanks een lager aandeel klaver een duidelijk hogere N-opbrengst dan N₀, N₁ en N₂, vooral als gevolg van het hogere N-gehalte in het gras en in mindere mate door de hogere drogestofproduktie (Tabel 3).



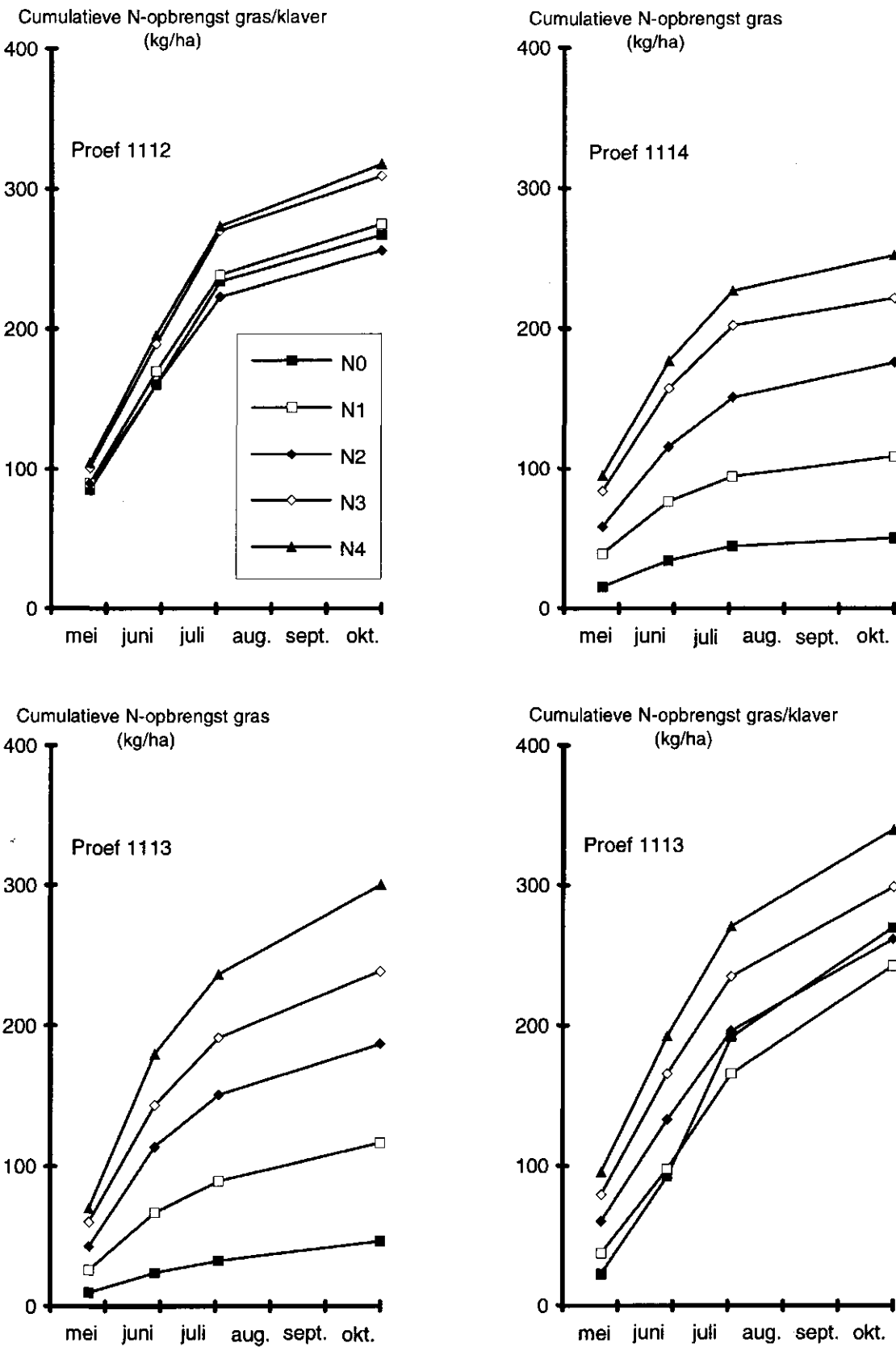
Figuur 2 Drogestofopbrengsten, cumulatief per snede, van de drie proefvelden: proef 1112 met een mengsel gras/klover, de heringezaaide proef 1113 met gras in monocultuur en een mengsel gras/klover en proef 1114 met gras in monocultuur



Figuur 3 Proefveld 1113. Drogestofopbrengsten van gras in monocultuur en van het mengsel gras + witte klaver bij verschillende N-bemestingsniveaus.
De meeropbrengst is het verschil in opbrengst tussen de monocultuur gras en het mengsel gras/klaver

Elke verhoging van de N-gift met 100 kg per ha per jaar verhoogde de N-opbrengst in het gras van proefveld 1114 met ongeveer 60 kg, pas bij de hoogste gift (N_4) was de meeropbrengst aan stikstof minder en bedroeg voor dat object 31 kg (Tabel 4). De verschillen in drogestofopbrengst tussen N_2 , N_3 en N_4 waren veel geringer (Fig. 1). Bij deze drie hoogste N-bemestingsniveaus werd de drogestofproductie dus sterker geremd dan de N-opname.

Voorgaande geldt ook voor proefveld 1113 met gras in monocultuur. Ook hier gaf de verhoging van de N-gift met 100 kg per ha per jaar een meeropbrengst van 60 kg stikstof. In deze proef echter bij alle N-niveaus dus ook bij de trap van 300 naar 400 kg (N_3 naar N_4). Met klaver was bij proefveld 1113 de N-opbrengst van het object N_0 hoger dan van N_1 en N_2 , dit was ook zo bij proef 1112. De sterke stijging na de tweede snede van het aandeel klaver in het mengsel bij het object N_0 valt in Fig. 4 af te lezen, de helling van de lijn bij de cumulatieve N-opbrengst van proefveld 1113 is aanmerkelijk steiler dan die van de overige objecten. Bij N_1 (100 kg N per jaar) werd de toename van de klaver door de N-bemesting zodanig geremd dat de N-opbrengst ondanks de N-gift achter bleef bij het N_0 object. De remming van de ontwikkeling van de klaver (Fig. 6) en dus de N-opbrengst bij het N_2 object werd hier gecompenseerd door de N-gift van 200 kg per ha per jaar. Als gevolg van de stijging van het stikstofgehalte in het gras werden, ondanks het geringere aandeel klaver bij N_3 en N_4 , de N-opbrengsten van deze objecten per N-trap van 100 kg per ha met 30 kg verhoogd (Tabel 4). Evenals bij de drogestofopbrengsten was per N-bemestingsniveau de N-opbrengst van het gras/klaver-mengsel altijd hoger dan van de monocultuur gras (Fig. 5).

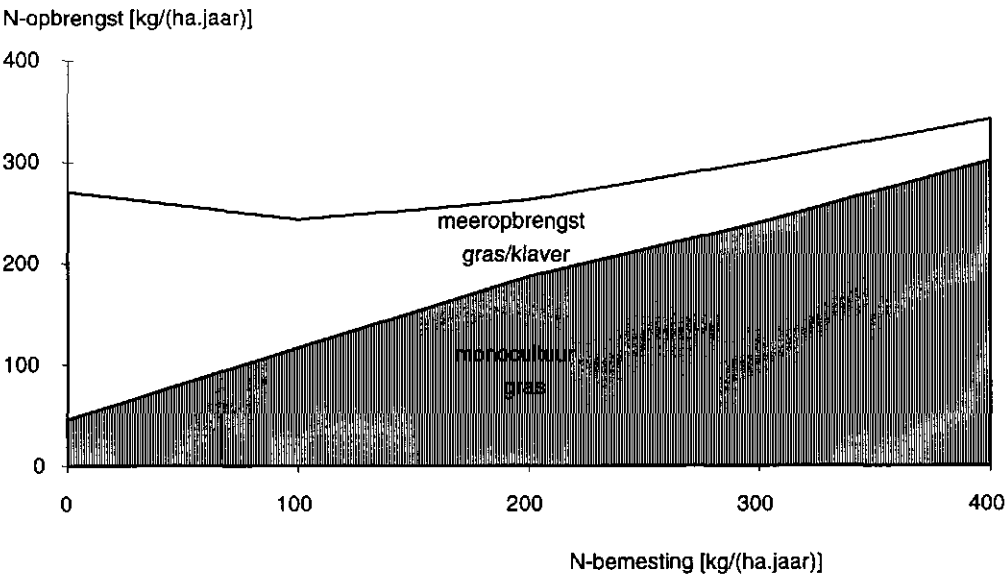


Figuur 4 Stikstofopbrengsten, cumulatief per snede, van de drie proefvelden: proef 1112 met een gras/klover-mengsel, proef 1113 met gras in monocultuur en een gras/klover-mengsel en proef 1114 met gras in monocultuur

Tabel 4 Stikstofopbrengsten (kg per ha) van de drie N-bemestingsproeven in 1991, per snede en jaartotaal

Object	Maaidata				Totaal 1991
	21 mei 1 ^e snede	27 juni 2 ^e snede	2 aug. 3 ^e snede	31 okt. 4 ^e snede	
1112	gras/klaver				
N ₀	85	76	73	33	266
N ₁	89	80	69	36	274
N ₂	89	71	63	33	256
N ₃	101	88	81	39	309
N ₄	105	91	78	44	317
1113	mono gras				
N ₀	10	14	9	14	46
N ₁	26	41	23	27	117
N ₂	42	71	37	36	187
N ₃	60	83	48	48	239
N ₄	70	110	57	64	300
1113	gras/klaver				
N ₀	23	70	100	78	270
N ₁	37	61	68	77	243
N ₂	60	73	63	65	262
N ₃	80	86	69	64	299
N ₄	96	97	78	69	340
1114	mono gras				
N ₀	15	19	10	6	50
N ₁	39	37	18	14	109
N ₂	58	58	35	25	176
N ₃	84	74	45	19	221
N ₄	95	82	50	25	252

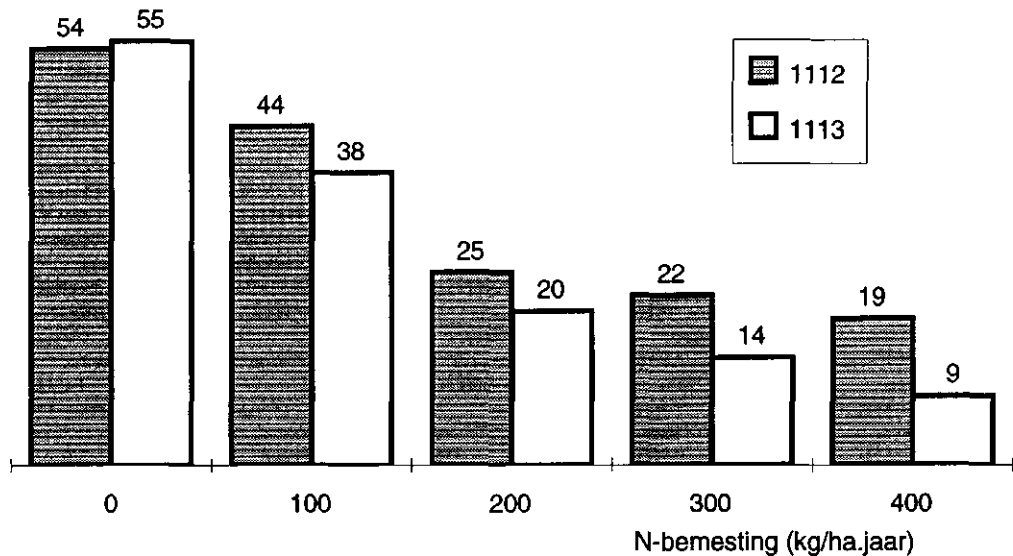
Het percentage klaver in het mengsel wordt sterk beïnvloed door de hoogte van de stikstofgift (Fig. 6). Tussen de N-gift van 100 kg en 200 kg is de afname van het aandeel klaver het grootst. Opvallend is, ondanks de hoge N-bemesting van 400 kg, het aandeel klaver van 19 % bij het object N₄ in dit tweede proefjaar van proefveld 1112. Ook bij het in het voorjaar gestarte proefveld 1113 neemt bij het hoogste N-niveau het aanvankelijk lage klaveraandeel in de loop van het groeiseizoen toe van één procent in mei tot 23 procent in november (Fig. 7). Het aandeel klaver nam bij proefveld 1112 gedurende het seizoen niet sterk toe of af. De jonge klaver van proefveld 1113 ontwikkelde zich sterk en bij het object N₀ steeg het aandeel tussen mei en augustus van 14 naar 92 procent.



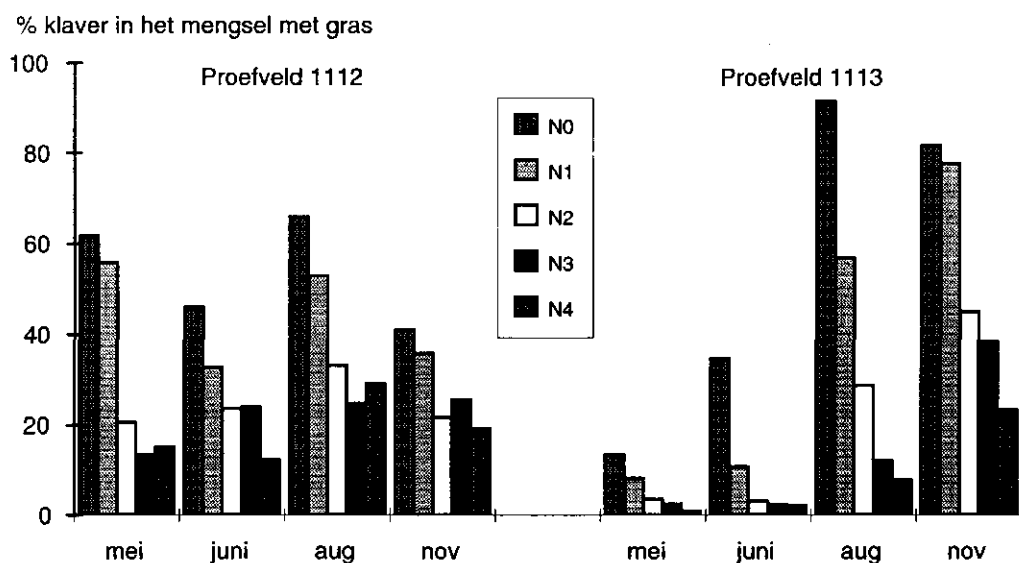
Figuur 5 Proefveld 1113. Stikstofopbrengsten van gras in monocultuur en het mengsel gras+witte klaver. De meeropbrengst is het verschil in opbrengst tussen de monocultuur gras en het mengsel gras/klaver

Meestal loopt het aandeel klaver na augustus terug, bij proefveld 1113 was het aandeel in de snede van 2 november toegenomen, behalve bij het N₀ object. Wellicht kwam het lage gras-aandeel door een achterblijvende grasgroei als gevolg van gebrek aan opneembare stikstof na de zware regenval eind augustus waarbij veel stikstof kan zijn uitgespoeld. De geringe drogestofopbrengsten na de derde snede (Fig. 2) ondersteunen die gedachte. Het percentage klaver was hoger door een lagere opbrengst van het gras in het mengsel.

Bij het bemestingsniveau van 250 kg per ha per jaar (bedrijfsniveau) was het aandeel klaver bij deze maaiproeven ongeveer 25 procent.



Figuur 6 Percentages witte klaver (drooggewicht) bij verschillende N-niveaus in de mengsels gras/klaver van de proeven 1112 en1113



Figuur 7 Percentages witte klaver (drooggewicht) per snede bij verschillende N-niveaus in de mengsels gras/klaver van de proefvelden 1112 en 1113

In het verslag van de veldproeven op 'De Marke' in 1990 (CABO-DLO verslag 155) werd aandacht besteed aan de verschillen in vochtvoorziening binnen het proefveld 1112 op perceel 1. Ook in 1991 waren de verschillen in drogestofopbrengsten en N-opbrengsten tussen de parallellen 1 en 2 met een wat betere vochtvoorziening en de drogere grond van parallel 3 groot. In Tabel 5 zijn van deze proef de drogestof- en N-opbrengsten per snede en het jaartotaal afzonderlijk per parallel gegeven. Dit om ook nu weer aan te geven wat de invloed van een wat beter- en een slecht vochtleverendvermogen van de bodem betekent voor de productie van het grasland. Ten opzichte van het gemiddelde van parallel 1 en 2 was de drogestofopbrengst van de drogere parallel 3 bij N_0 , N_1 , N_2 , N_3 en N_4 respectievelijk 2,4; 2,4; 3,5; 3,3 en 5 ton per ha per jaar lager. In dezelfde volgorde was van parallel 3 de N-opbrengst 86, 87, 132, 120 en 164 kg per ha lager dan van de andere twee parallellen.

Dat de opbrengsten van parallel 3 in de eerste snede al duidelijk achterbleven is waarschijnlijk een gevolg van de slechtere zode die in het voorgaande jaar onder invloed van de droogte was ontstaan. De verschillen in opbrengst als gevolg van vochttekort namen toe naarmate het N-bemestingsniveau hoger werd. Dit is verklaarbaar, bij het hogere N-niveau is de productie hoger er wordt dus meer water gebruikt. In een grond met een lager vochthoudendvermogen zal het aanvankelijk sneller groeiend gewas eerder door de watervoorraad heen zijn en min of meer verdrogen. Bij lagere N-niveaus zijn de opbrengstniveaus lager en dus is de periode van watertekort ook kleiner.

Het aandeel klaver in de drie laagste N-bemestingsniveaus van parallel 3 bedroeg ongeveer de helft van het aandeel klaver in de parallellen 1 en 2, bij N_3 en N_4 was de invloed van de langdurige droogte op de klaver nog groter en daalde het aandeel tot éénderde (N_3) en tot bijna nihil in N_4 .

Tabel 5 Drogestofopbrengsten (ton per ha) en N-opbrengsten (kg per ha) van de veldproef 1112 met witte klaver in de zode. Voor elke parallel per snede en jaartotaal

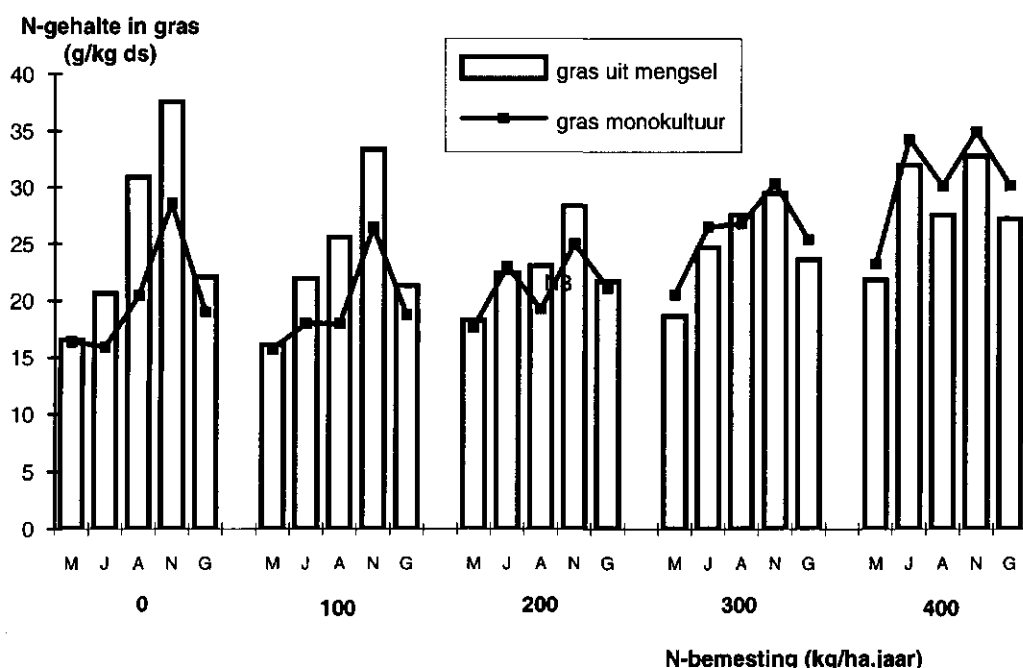
Veldje/ object	Drogestofopbrengst						N-opbrengst				
						Maaidata					
	21 /5	27/6	2/8	31/10			21 /5	27/6	2/8	31/10	
	1 ^e sn	2 ^e sn	3 ^e sn	4 ^e sn	1991		1 ^e sn	2 ^e sn	3 ^e sn	4 ^e sn	1991
4 N ₀	2,68	2,79	2,99	1,18	9,63		93	93	87	48	321
9 N ₀	2,44	1,98	2,83	0,87	8,12		85	70	78	35	269
15 N ₀	2,31	1,75	1,96	0,38	6,40		76	64	55	14	209
3 N ₁	3,00	2,84	2,79	1,20	9,83		97	90	68	45	300
8 N ₁	3,03	2,54	3,02	1,38	9,97		91	83	82	50	306
12 N ₁	2,69	1,97	2,42	0,38	7,45		79	66	58	13	216
2 N ₂	3,69	2,36	3,64	1,63	11,32		108	72	78	52	310
10 N ₂	3,82	2,50	2,96	0,69	9,96		107	85	69	27	288
13 N ₂	2,53	2,10	1,86	0,63	7,12		52	55	41	20	169
5 N ₃	4,32	2,57	3,34	1,19	11,43		125	94	87	47	354
6 N ₃	4,40	2,90	3,46	1,15	11,90		104	101	95	45	345
11 N ₃	3,21	2,11	2,24	0,73	8,29		74	70	59	26	229
1 N ₄	4,58	2,80	3,04	1,37	11,79		122	100	87	50	359
7 N ₄	4,66	3,09	3,42	1,43	12,60		127	112	103	55	397
14 N ₄	3,18	1,88	1,48	0,72	7,26		65	61	42	27	194

3.3 Meeropbrengsten drogestof en stikstof als reactie op de aanwezigheid van klaver

Met behulp van de monocultuur gras en het mengsel gras/klaver van proefveld 1113 is te berekenen wat de bijdrage was van de klaver aan de drogestof- en N-opbrengsten. In Fig. 3 is de drogestofmeeropbrengst per N-bemestingsniveau grafisch weergegeven. Gemiddeld over alle N-niveaus was de drogestofopbrengst van het mengsel 10,11 ton per ha per jaar. De gemiddelde opbrengst van gras in monocultuur was 7,37 ton, het verschil dus van 2,74 ton. De opbrengst van de klaver in de mengsels was gemiddeld 2,43 ton, dit gedeeld op de 2,74 ton meeropbrengst van het mengsel geeft een opbrengstverhoging door het mengsel van 1,13 ton per ton geproduceerde klaver. Anders gesteld: één ton klaver aanwezig in het mengsel verhoogde op jaarbasis de drogestofopbrengst van het gras/klaver-mengsel met 1,13 ton per ha.

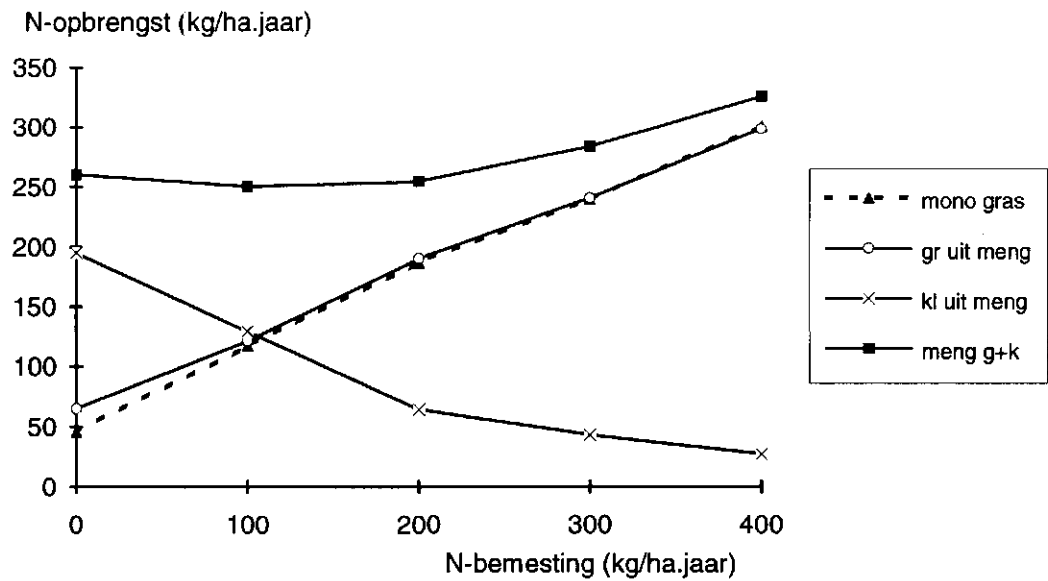
Voor stikstof (Fig. 5) kan een zelfde berekening worden gemaakt. De gemiddelde N-opbrengst over alle N-bemestingsniveaus van het mengsel bedroeg 274 kg per ha per jaar, voor gras in monocultuur bedroeg dit 178 kg, een verschil dus van 96 kg. Door nu dit getal te delen op de gemiddelde klaver opbrengst van 2,43 ton (zie hiervoor) kan worden vastgesteld dat per ton geproduceerde klaver er 40 kg meer stikstof in het mengsel geoogst werd.

In Fig. 8 zijn per N-trap, per snede en van het jaar gemiddelde de N-gehalten in het gras uit het mengsel gras/klaver en van de monocultuur gras gegeven. Bij de objecten N_0 , N_1 en N_2 was het N-gehalte in het gras uit het mengsel hoger dan in het gras van de monocultuur, vooral bij de derde en vierde snede. Duidelijk is dat overdracht van stikstof van klaver naar gras snel opgang komt. Het aandeel klaver in de mengsels was in de eerste snede slechts gering (Fig. 7, proefveld 1113) en had geen invloed op het N-gehalte. De ontwikkeling van de klaver tijdens de tweede snede gaf direct een verhoogd N-gehalte. Dit verschil in N-gehalte nam in de derde en vierde snede verder toe, samen met de verdere toename van het aandeel klaver in de mengsels. De verschillen in N-gehalte namen af naarmate het aandeel klaver in het mengsel kleiner was. Opvallend is het N-gehalte van bijna 4 % in het gras uit het mengsel bij het object N_0 van de laatste snede. Voorgaande betekent dat bij een ruim aandeel klaver in de graszode de kunstmest-stikstofbemesting al vroeg in de nazomer moet worden gestaakt om te voorkomen dat veel minerale stikstof afkomstig uit (afstervende?) klaverdelen verloren zal gaan. Niet duidelijk is waarom het N-gehalte in het gras van de monocultuur bij N_3 en vooral N_4 wat hoger was dan van het gras uit het mengsel. Mogelijk nam de klaver een gedeelte van de gegeven stikstof op wat dan niet meer voor het gras beschikbaar was en een zekere verlaging van het gehalte veroorzaakte.



Figuur 8 Proefveld 1113. Stikstofgehalten in gras uit het mengsel met witte klaver en in gras van de monocultuur. Per snede en N-bemestingsniveau en het gemiddelde van de vier sneden. M= mei; J= juni; A= augustus; N= november; G= gemiddeld

Nu is aangegeven dat er overdracht van stikstof plaatsvindt van klaver naar gras blijft nog de vraag wat het lot van de stikstof uit kunstmest is. In Fig. 9 is per N-bemestingsniveau de stikstofopbrengst van de monocultuur gras en van de afzonderlijke componenten van het mengsel gras/klaver gegeven. Per N-niveau was de N-opbrengst van het gras in monocultuur gelijk aan de N-opbrengst van de gras uit het mengsel, beiden hebben bij een gelijke N-gift dus evenveel opgenomen. Het is echter wel waarschijnlijk dat de klaver wel wat van de gegeven stikstof heeft opgenomen en op de één of andere wijze stikstof heeft overgedragen aan het gras gezien het hogere N-gehalte in het gras uit het mengsel. Zonder een N-gift (N_0) was de N-opbrengst in het gras uit het mengsel wel wat hoger dan het gras in monocultuur. (Fig. 9).



Figuur 9 Proef 1113. Stikstofopbrengsten per N-bemestingsniveau van gras uit de monocultuur, van gras en klaver afzonderlijk uit het mengsel gras/klaver en het totaal van het mengsel

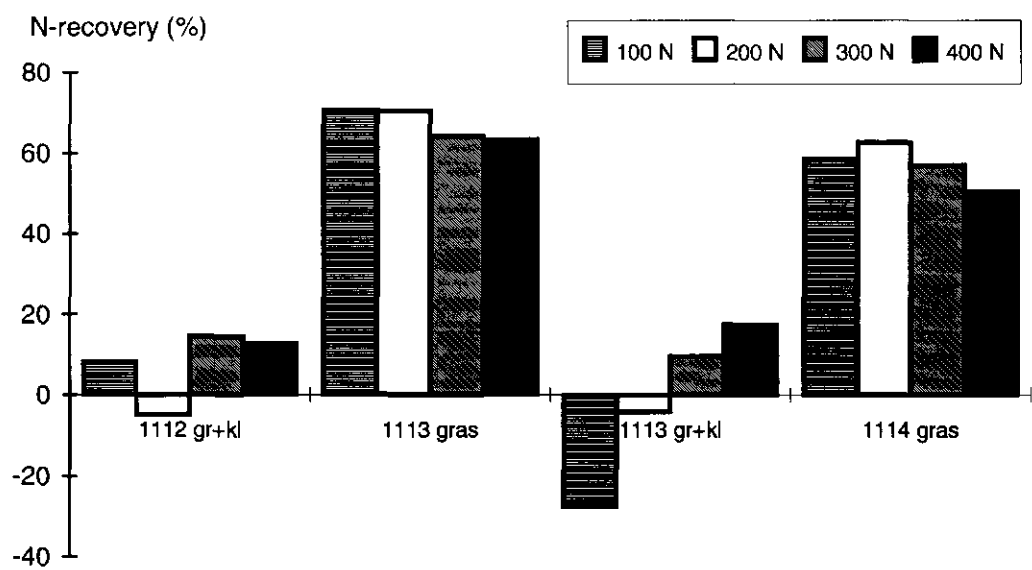
3.4 N-recovery en N-efficiëntie

Bij de bestudering van de verliezen aan stikstof is van belang welk deel van de gegeven stikstof in het gewas wordt teruggewonnen (N-recovery). Deze wordt als volgt berekend:

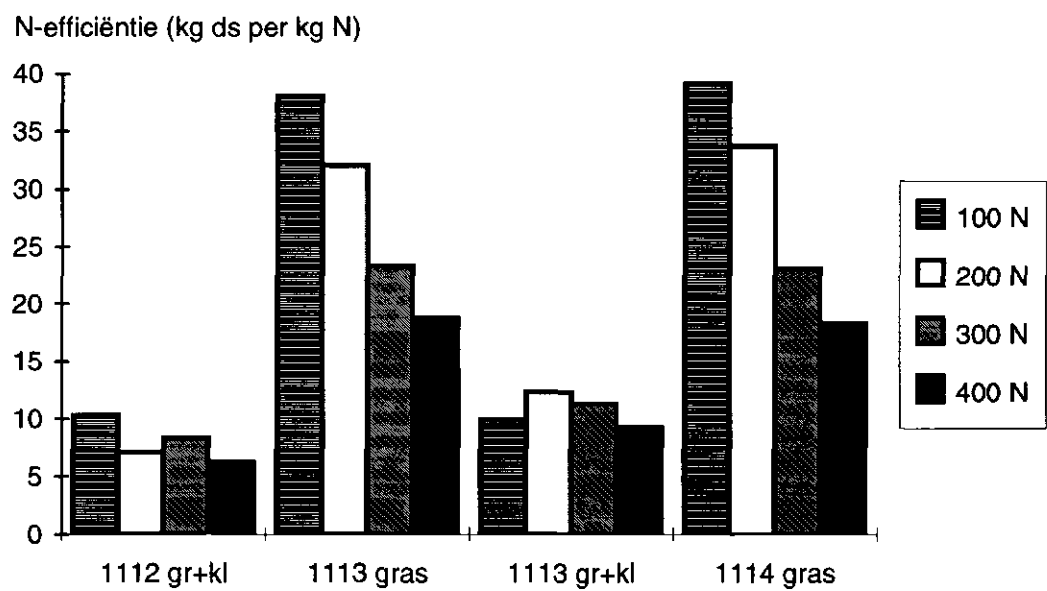
$$\text{N-recovery (\%)} = \frac{(\text{N-opbrengst bemest} - \text{N-opbrengst onbemest})}{\text{N-gift}} \times 100$$

In Fig. 10 is de recovery van de drie proefvelden gegeven. Op het eerstejaars proefveld 1113 zonder klaver was de recovery wat hoger dan op het oudere grasland van proefveld 1114. Bij de N-giften van 100 en 200 kg was de recovery 6 à 7 % hoger dan met een bemesting van 300 en 400 kg stikstof per ha. Alleen de objecten N₁ en N₂ van proefveld 1113 haalden een recovery van 70 %. De recovery van N₃ en N₄ was ongeveer 64 %, bij proefveld 1114 was die van N₂ iets hoger dan 60 en van de andere objecten lagen de waarden tussen 50 en 58 %. De N-recovery mag vrij laag worden genoemd en was in 1990 wat hoger dan in het hier beschreven jaar.

De N-recovery per snede kan sterk variëren. De N-bemestingen vòòr snede 2 en 3 waren gelijk, en voor N₁, N₂, N₃ en N₄ respectievelijk 25, 50, 75 en 100 kg per ha, de som van de stikstofgift voor deze 4 objecten is dus 250 kg per snede. Bij de tweede snede was de totale N-opbrengst door deze 4 objecten bij proefveld 1113 monocultuur gras 305 kg en bij 1114 wat lager namelijk 251 kg. De N-opbrengst bij de derde snede bedroeg in de dezelfde volgorde 166 en 148 kg per ha. De N-recovery in de tweede snede bedroeg derhalve 116 en 93 % en in de derde snede veel lager namelijk 63 en 55 %. De stikstof vòòr de derde snede is net voor de zware regenval op 27 juni gestrooid, denkbaar is dat een gedeelte van deze N-gift met het regenwater buiten bereik van de graswortels is gekomen en is uitgespoeld.



Figuur 10 Stikstofrecovery bij de vier N-bemestingsniveaus van de drie proeven



Figuur 11 N-efficiëntie (kg drogestof per kg N) van de proefvelden 1112 met een gras/klover-mengsel, 1113 met gras in monocultuur en een gras/klover-mengsel en 1114 met gras in monocultuur, bij de gegeven stikstofbemestingsniveaus

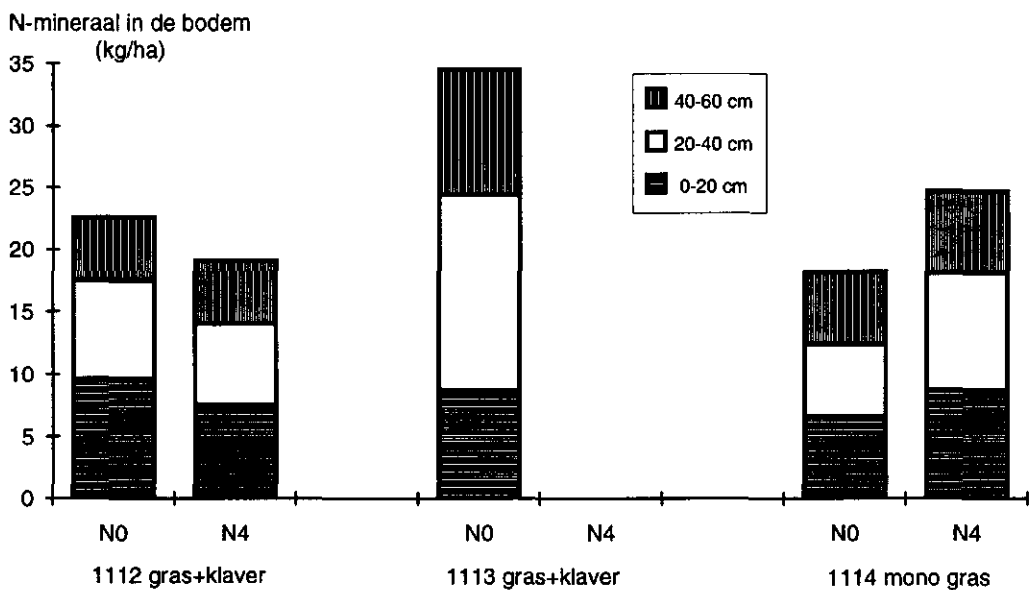
De N-recovery van proefveld 1112 (gras/klover) en 1113 (gras/klover) was veel lager dan van het proefveld zonder klover, soms zelf negatief (Fig. 11). Dit komt door de gelijke, soms iets lagere of zelfs wat hogere N-opbrengst van het N_0 object ten opzichte van de bemeste objecten. Geen-, een lage- of hoge- stikstofbemesting heeft, bij een hoog aandeel klover in het object N_0 , nauwelijks invloed op de N-efficiëntie. Ten opzichte van N_0 steeg onder invloed van de N-bemesting de drogestofopbrengst van de gras/klover-mengsels slechts gering, per kg gegeven stikstof was er weinig mééropbrengst en dus de geringe N-efficiëntie van ongeveer 10 kg drogestof per kg stikstof.

Zonder witte klaver reageert het gras sterk op de stikstof. Bij het bemestingsniveau van 250 kg stikstof per ha per jaar bedroeg de N-efficiëntie ongeveer 33 kg drogestof per kg stikstof, 6 kg minder dan bij het N-niveau van 125 kg. Boven het niveau van 250 kg (N₃ en N₄) was de meeropbrengst per kg stikstof met 23 en 18 kg drogestof per ha duidelijk lager.

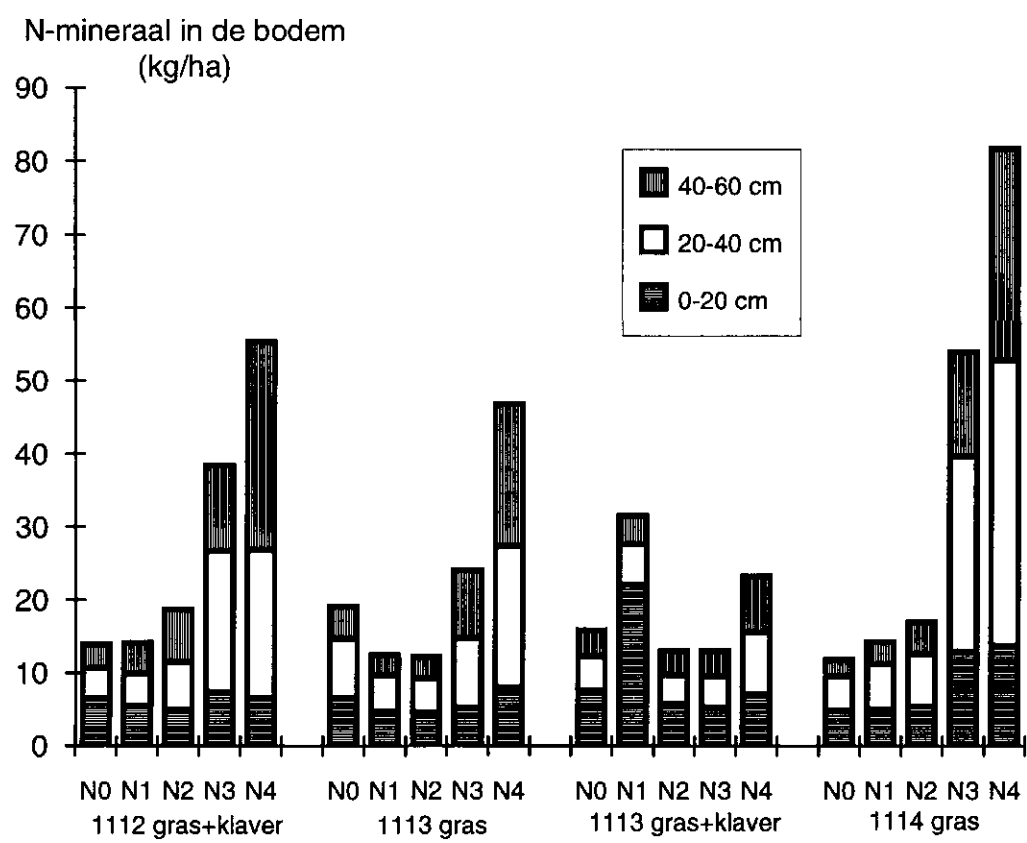
3.5 N-mineraal in de bodem

Tussen de in het voorgaande jaar onbemeste en hoogst bemeste objecten (N₀ en N₄) van de proefvelden 1112 en 1114 was op 14 maart geen duidelijk verschil in de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem en bedroeg ongeveer 20 kg per ha in de laag van 0 tot 60 cm (Fig. 12). Bij het in het najaar heringezaaide perceel 13 (proef 1113) was deze hoeveelheid met 35 kg wat hoger. Waarschijnlijk was deze stikstof afkomstig uit de mineraliserende ondergeploegde zode.

Op 2 november bij de laatste snede was de hoeveelheid N-mineraal bij de objecten N₀, N₁ en N₂ gering, meestal beneden de 20 kg per ha in de laag van 0 tot 60 cm (Fig. 13). Deze hoeveelheid was bij N₃ hoger, vooral bij proefveld 1114, en bij N₄ weer hoger en wel 56 kg bij proefveld 1112 en 82 kg bij 1114. Deze minerale stikstof zat vooral in de lagen 20-40 cm en 40-60 cm en was dus op dat moment al buiten bereik van de wortels. Uitzondering is proefveld 1113 (gras/klaver) waar geen duidelijk verhoging bij N₃ en N₄ waarneembaar was. Onder de gras/klaver-mengsels werden geen grotere hoeveelheden N-mineraal gevonden dan onder monoculturen gras. Bij het bemestingsniveau van 250 kg per ha per jaar (bedrijfsniveau) is ook geen verhoogde hoeveelheid N-mineraal vastgesteld. Wel moet worden opgemerkt dat de proefvelden niet worden beweide en dat door de slechte verdeling van mestflatten en urineplekken er bij beweiding mogelijk wel te veel N-mineraal in de bodem achterblijft.



Figuur 12 Hoeveelheden N-mineraal in de bodem op 14 maart vòòr de eerste N-bemesting. Proef 1112 (gras/witte klaver zode), het heringezaaide perceel 13 (mengsel gras/klaver èn gras in monocultuur) en proef 1114 met gras in monocultuur.



Figuur 13 Hoeveelheden N-mineraal in de bodem op 2 november, na de laatste snede.
Proef 1112 met een mengsel gras/klaver, proef 1113 met gras in monocultuur
en een mengsel gras/klaver en proef 1114 met gras in monocultuur.

4 Stikstof-, fosfaat- en kali-gehalten in het gewas

Hoog-productief melkvee heeft naast stikstof (eiwit) ook een zekere behoefte aan fosfaat en kali. Kali is vrijwel altijd in overmaat in ruwvoer aanwezig. Zo geeft de Verkorte Tabel voor Voedernormen Landbouwhuisdieren (1988) als globaal benodigde gehalten per kg drogestof van het rantsoen voor kali een getal van 8 gram. In Tabel 6 is af te lezen dat in het gewas van de proefvelden op 'De Marke' in 1990 bij elk N-bemestingsniveau het K-gehalte vier tot zes maal hoger was dan de benodigde 8 gram. Tabel 6 laat ook zien dat soms, maar niet altijd, een hogere N-bemesting leidt tot een hoger K-gehalte in het gewas. Op het proefveld 1112 op perceel 1 waren de K-gehalten met bijna 50 gram per kg drogestof (erg) hoog. Vooral omdat het aandeel klaver hier met name bij N_0 erg hoog was en witte klaver in het algemeen een lager K-gehalte heeft dan met stikstof bemest gras. Op proefveld 1114 (perceel 19) kwamen de K-gehalten overeen met wat in het algemeen wordt gevonden.

Er bestaat een vermoeden dat met lage of geen N-bemesting op grasland het P-gehalten in het ruwvoer zal dalen tot mogelijk te lage waarden voor melkvee. De al genoemde Verkorte Tabel geeft aan als benodigd P-gehalte in het rantsoen 3 tot 4 gram per kg drogestof waarbij 4 g nodig is voor hoog productieve dieren. Bij proefveld 1112 op perceel 1 met een zeer hoge fosfaattoestand van de bodem daalt in de tweede snede het P-gehalte inderdaad met het dalen van de N-gift (Tabel 6) maar voldoet zelfs zonder N-bemesting nog net aan de norm (P-gehalte = 3,9 g per kg drogestof). Bij de vierde snede van deze proef zijn de gehalten zelfs hoger dan 5 g en is er nagenoeg geen verschil tussen de N-niveaus.

Bij het proefveld 1114 op perceel 19 waren de P-gehalten in de tweede snede aan de lage kant. De fosfaattoestand van de bodem was 'voldoende' en er is niet met fosfaat bemest (Tabel 1). In de vierde snede echter voldeed het P-gehalte wel aan de norm, bij de hoogste N-bemesting was het gemiddelde gehalte slechts 3,6 g maar dit werd vermoedelijk veroorzaakt door de tweede parallel van dit object waar als gevolg van andere plantensoorten dan gras het gehalte aanmerkelijk lager was dan in de twee andere parallellen. In deze proef daalde het P-gehalte naarmate de N-bemesting hoger was.

Waarschijnlijk is dit een gevolg van het achterwege laten van de fosfaatbemesting en de hogere onttrekking door de hogere grasproductie van de zwaarder bemestte N-objecten. Dit ook al omdat er in het algemeen een verband bestaat tussen N- en P-gehalte in gras en de twee 'goede' parallellen van de N_4 trap een hoger N- maar een lager P-gehalte hadden dan N_0 en N_2 van dit proefveld.

Tabel 6 Stikstof, fosfaat en kalium gehalten in het gewas van de proefvelden 1112 (gras + witte klaver) en 1114 (gras in monocultuur) van de tweede en vierde snede in 1990.
Per parallel en het gemiddelde van de drie parallellen

Proef 1112 Perceel 1 1990							
N-trap	N-bem.	2 ^e snede			4 ^e snede		
		N	P	K	N	P	K
N ₀	0 kg	22,0	4,0	48,5	38,3	5,8	51,5
		20,9	3,9	45,8	40,0	5,8	52,4
		20,9	3,7	37,3	32,4	5,3	45,1
	gemiddeld	21,3	3,9	43,9	36,9	5,6	49,7
N ₂	250 kg	23,4	4,4	48,7	35,0	5,6	51,6
		26	4,4	49,2	28,8	5,4	46,4
		26,3	4,7	49	26,9	5,4	43,7
	gemiddeld	25,2	4,5	49	30,2	5,5	47,2
N ₃	375 kg	25,5	4,7	54,4	30,4	5,0	43,2
		31,0	4,6	53,6	30,5	5,6	51,9
		27,1	5,3	57,7	31,7	5,4	46,9
	gemiddeld	27,9	4,9	55,2	30,9	5,3	47,3
Proef 1114 Perceel 19 1990							
N-trap	N-bem.	2 ^e snede			4 ^e snede		
		N	P	K	N	P	K
N ₀	0 kg	16,0	3,2	18,7	24,7	4,9	30,8
		14,8	3,0	17,9	26,3	4,9	32,1
		16,0	3,3	18,3	26,4	5,1	31,7
	gemiddeld	15,6	3,2	18,3	25,8	5,0	31,5
N ₂	250 kg	19,7	3,1	20,6	26,2	4,3	33,1
		21,1	3,0	21,4	26,2	4,2	33,8
		20,2	3,1	22,4	25,0	4,3	33,3
	gemiddeld	30,3	3,1	21,5	25,8	4,3	33,4
N ₄	500 kg	27,3	3,4	24,2	31,6	4,1	36,0
		28,2	3,1	25,1	17,6	2,8	25,1
		27,6	3,2	23,1	31,1	3,9	34,4
	gemiddeld	27,7	3,2	24,1	26,8	3,6	31,8

5 Samenvatting onderzoek op grasland

De drogestofopbrengsten varieerden van 2,5 ton per ha (geen N-bemesting en geen klaver) tot 11,7 ton per ha (400 kg N en wel klaver). Vooral door de droogte was de grasgroei gedurende de zomermaanden gering. Een groot gedeelte van de neerslag in de zomermaanden viel eind juni op één dag, waardoor veel van dit water en zeer waarschijnlijk ook een flink gedeelte van de N-bemesting gegeven vóór de derde snede voor de grasgroei verloren ging. Zonder witte klaver in de zode was er bij alle N-trappen een duidelijke reactie van de drogestofopbrengsten op de hoogte van de N-gift, dus ook nog bij de hoogste trap. Die reactie was sterker naarmate de vochtvoorziening beter was. Bij de N-opbrengsten van het gras waren de verschillen als gevolg van hogere N-gehalten bij hogere N-giften nog groter. Het mengsel gras/klaver reageerde met een kleiner of groter aandeel klaver wel op de hoogte van de N-gift maar in drogestofopbrengsten in slechts geringe mate, vooral tot en met het niveau van 200 kg stikstof per ha per jaar. De N-opbrengst van N_0 en N_1 (100 kg N) was zelfs wat hoger dan van N_2 . Dit door het hoge N-gehalte in de klaver. Bij geen of lage N-bemestingen werden evenals in 1990 hoge percentages klaver in de mengsels vastgesteld. Per geproduceerde ton klaver was de meeropbrengst aan drogestof 1,1 ton en aan stikstof 40 kg per ha per jaar. Aanwezigheid van klaver in het mengsel, ook bij de hoge bemestingsniveaus leidde altijd tot hogere drogestof- en stikstofopbrengsten. Witte klaver produceert bij aanvangende droogte langer door dan Engels raaigras, bij langdurige droogte overleeft gras echter beter.

Het fosfaat-gehalte in het gewas kan bij een voldoende fosfaattoestand van de grond en geen aanvullende P-bemesting tijdens het seizoen (te) laag zijn voor hoog-producerend melkvee. Dit met name in het voorjaar. De P-gehalten in het gewas lijken onder invloed van dalende N-giften op peil te blijven, de fosfaattoestand van de bodem is hierbij van meer belang.

De hoeveelheid N-mineraal in de bodem was aan het einde van het groeiseizoen in het algemeen laag, alleen bij de twee hoogste N-bemestingsniveaus was de hoeveelheid duidelijk te hoog. Er was geen verschil in hoeveelheid N-mineraal in de bodem onder een monocultuur gras- dan wel onder een mengsel gras/klaver.

De stikstofterugwinning (N-recovery) en N-efficiëntie waren aan de lage kant. Dit kan een gevolg zijn van de verplaatsing van stikstof naar voor het gras te diepe grondlagen na zware regenval tijdens het groeiseizoen. De bewortelingsdiepte van het gras bedroeg niet veel meer dan 25 cm, daaronder komen vaak storende lagen voor waarin wortels niet of nauwelijks indringen.

Een lichte, weinig vochthoudende zandgrond als van het proefbedrijf 'De Marke' heeft voor een goede produktie en acceptabele stikstofverliezen van het grasland een voldoende en regelmatige regenval tijdens het groeiseizoen nodig, grotere hoeveelheid neerslag in een kortere periode leiden al tot (grote) verliezen van stikstof. Langdurige droogte veroorzaakt opbrengstderving bij het grasland en schade aan de gras- en gras/klaver-zode.

6

Stikstofbemestingsproeven
op bouwland

6.1

Materiaal en methoden

6.1.1

Maïs

Proefvelden werden aangelegd op de percelen 5, 16 en 22 (bijlage 1). Op deze percelen was ook in 1990 maïs geteeld met als stoppelgewas Italiaans raaigras. Het gras werd kort na de winter met een messeneg bewerkt en kort voor het zaaien van de maïs ondergeploegd. Op de percelen 5 en 16 werd op 23 april het maïsras Anjou 09 gezaaid, op perceel 22 het ras Hiro. Voor en na opkomst werd in totaal zes keer geëgd. In de tweede helft van juni werd de maïs geschoffeld en begin juli is er met een rijenzaaimachine 30 kg/ha Italiaans raaigras tussen de maïsrijen gezaaid. Dezelfde dag werd een rijenbespuiting met Lentagran en Atrazin uitgevoerd.

Op perceel 5 werd op 19 april 17 m³/ha runderdrijfmest geïnjecteerd, waarin 48 kg werkzame N, 14 kg P en 78 kg K. Op perceel 16 werd 24 m³/ha geïnjecteerd, waarin 67 kg N, 19 kg P en 110 kg K en 21 m³/ha op perceel 22, waarin 59 kg N, 17 kg P en 97 kg K. Op perceel 5 werd 145 kg K/ha als kunstmest toegediend, op de percelen 16 en 22 respectievelijk 33 kg en 110 kg.

De experimenten werden uitgevoerd door de 'praktijkgift' runderdrijfmest aan te vullen met stikstof uit kunstmest. De aanvullende bemesting is op 23 mei uitgevoerd door het strooien van 0, 35, 60, 110 en 160 kg N/ha in de vorm van kalkammonsalpeter. Het 'nul'-object van het proefveld kwam dus overeen met de praktijkgift van het hele perceel. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de stikstofbemesting. De proefvelden werden aangelegd in de vorm van gewarde blokkenproeven met elk vier parallellen. Voor schema's van de proefvelden wordt verwezen naar bijlage 2. Op perceel 16 lag de proef op dezelfde plek als het jaar daarvoor (zodanig dat ook de N-trappen op dezelfde plek lagen).

Het proefveld op perceel 22 bleek erg onregelmatig en sterk veronkruid met zwarte nachtschade. Daarom zijn op dit proefveld slechts een zeer beperkt aantal waarnemingen verricht.

Tabel 1

De hoeveelheden toegediende stikstof op de proefvelden met maïs (rdm-N = werkzame N in runderdrijfmest, kas-N = N in kalkammonsalpeter, tot-N = rdm-N + kas-N)

object	perceel 5			perceel 16			perceel 22		
	rdm-N	kas-N	tot-N	rdm-N	kas-N	tot-N	rdm-N	kas-N	tot-N
N ₁	48	0	48	67	0	67	59	0	59
N ₂	48	35	83	67	35	102	59	35	94
N ₃	48	60	108	67	60	127	59	60	119
N ₄	48	110	158	67	110	177	59	110	169
N ₅	48	160	208	67	160	227	59	160	219

Het proefveld wordt bij de bespreking van de proefresultaten buiten beschouwing gelaten maar de gegevens zijn voor de volledigheid wel vermeld in bijlage 3. Op de proefvelden op de twee andere percelen is op 10 september een tussenoogst uitgevoerd bij de objecten N₁ en N₅. Op 2 oktober is de eindopbrengst van alle objecten bepaald. Bij beide oogsten werd per veld 6 m² met de hand geoogst. Het gewas werd gehakseld en er werd een submonster genomen om het drogestof- en stikstofgehalte te bepalen. Voor, twee maal tijdens en bij het einde van het groeiseizoen zijn de bodemlagen 0-20, 20-40 en 40-60 cm bemonsterd om de hoeveelheid minerale stikstof daarin te meten.

6.1.2 Voederbieten

In voederbieten werd een bemestingsproefveld aangelegd op perceel 3 (zie bijlage 1). In 1990 was op dat perceel maïs geteeld, met Italiaans raaigras als stoppelgewas. Nadat het stoppelgewas in maart met een messeneg was bewerkt en vervolgens ondergeploegd, werd begin april het ras Kyros gezaaid. Helaas vrozen de bieten eind april af zodat begin mei moest worden overgezaaid. Omdat de zomer extreem droog was werden de bieten op 5 september beregend met 37 mm water. Het blad was toen al voor een deel afgestorven.

Op 5 april is op het perceel 30 m³/ha runderdrijfmest geïnjecteerd, waarin 84 kg werkzame N, 24 kg P en 138 kg K. De experimenten werden uitgevoerd door de 'praktijk' gift runderdrijfmest aan te vullen met stikstof uit kunstmest.

De aanvullende bemesting is op 23 mei uitgevoerd door het strooien van 0, 25, 50 of 100 kg N/ha in de vorm van Chilisalpeter. De veldjes met de twee hoogste bemestingsniveaus werden op 26 juni extra bemest met 50 kg N/ha. De kunstmestgift werd op die objecten gedeeld om zoutschade aan het jonge gewas te voorkomen. Het 'nul' object van de proef kwam ook bij de bieten overeen met de praktijkgift van het hele perceel. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de toegediende N-meststoffen. Het proefveld werd aangelegd in de vorm van een gewarde blokkenproef met vier parallellen (bijlage 2).

Tabel 2 De hoeveelheden toegediende stikstof (kg/ha) op het proefveld met voederbieten (rdm-N = werkzame N in runderdrijfmest, Chili-N = N in Chilisalpeter, tot-N = rdm-N + Chili-N)

object	rdm-N	Chili-N	tot-N
N ₁	84	0	84
N ₂	84	25	109
N ₃	84	50	134
N ₄	84	100	184
N ₅	84	150	234

Op 10 september, werd een tussenoogst uitgevoerd en op 22 november werd de eindopbrengst bepaald. Het oogsten gebeurde door met de hand 8 m² te rooien. Zowel de opbrengst van de bieten als die van het loof werden bepaald. In gewasmonsters werden de drogestof- en stikstofgehalten gemeten.

Gedurende het groeiseizoen werd het gehalte aan minerale stikstof in de bodem regelmatig vastgesteld door de lagen 0-20, 20-40 en 40-60 cm te bemonsteren. Dat gebeurde alleen bij de objecten N₁, N₃ en N₅.

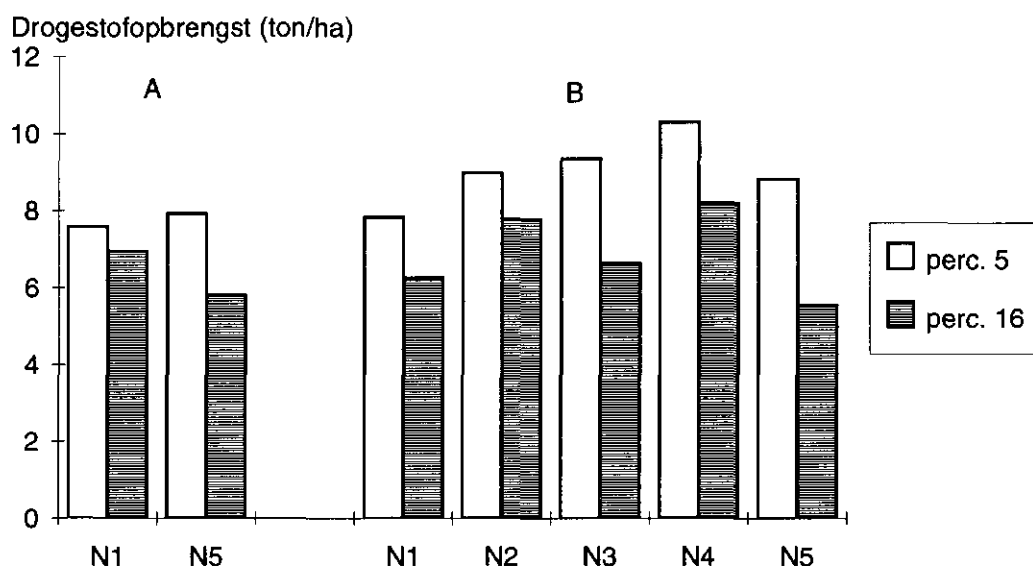
7 Resultaten

7.1 Maïs

7.1.1 Drogestofopbrengst

In 1991 waren de weersomstandigheden erg ongunstig voor de groei van maïs. Door het koude en natte voorjaar wilde de maïs aanvankelijk nauwelijks groeien. Het onkruid groeide wel goed zodat vaak moest worden geëgd, wat de vitaliteit van de maïs niet ten goede kwam. Op het koude en natte voorjaar volgde een droge, warme zomer waardoor de maïs al snel last kreeg van vochtgebrek. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de opbrengst laag was.

Gemiddeld over de praktijkpercelen werd slechts 6,5 ton drogestof/ha geoogst. De drogestofopbrengsten van de proefvelden werden op 10 september (tussenoogst) en 3 oktober (eind-oogst) bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Fig. 1.

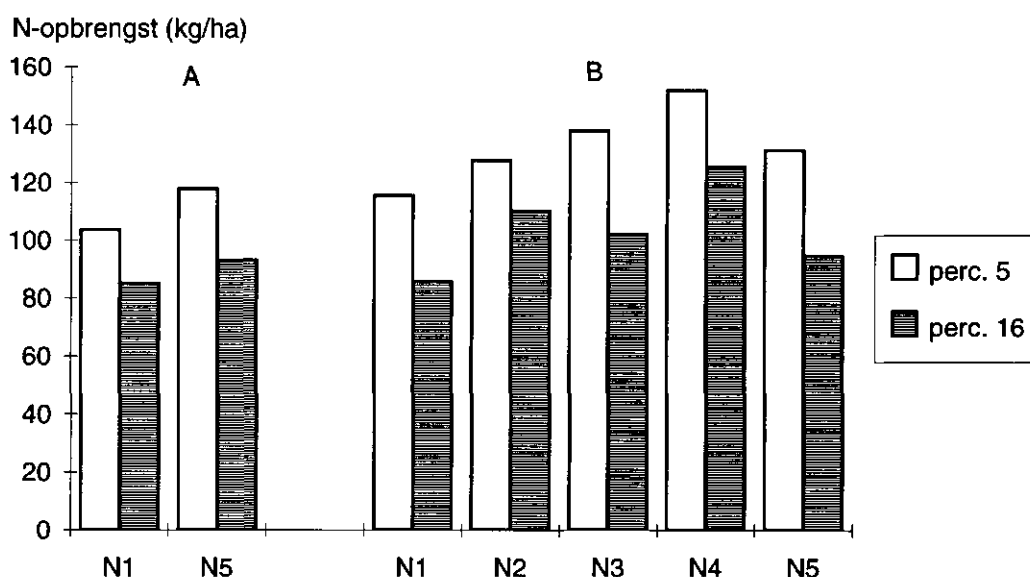


Figuur 1 Drogestofopbrengsten van maïs bij verschillende N-bemestingsniveaus op 10 september (A) en 2 oktober (B)

Opvallend is dat de opbrengst op perceel 5 duidelijk hoger is dan die van perceel 16, vooral bij de hoogste N-gift. Het verschil lijkt te worden veroorzaakt door een betere vochtvoorziening op perceel 5. Opvallend is dat de opbrengst op perceel 5 toeneemt tot het op één na hoogste N-niveau en daarna afneemt. Ook op perceel 16 is de opbrengst van N₅ lager dan die van N₄. Het is aannemelijk dat bij het hoogste N-niveau vochttekort de oorzaak is van de groeireductie. Door een snellere begingroei bij een hoger N-niveau was de voorraad vocht daar het eerst uitgeput. Op het iets drogere perceel 16 was vochttekort nog belangrijker dan op perceel 5, zodat daar de daling in opbrengst eerder en scherper optreedt. Op perceel 16 is de opbrengst na 10 september afgenomen. Door de droogte was het gewas te zeer beschadigd om nog van de neerslag te kunnen profiteren.

7.1.2 Opname stikstof

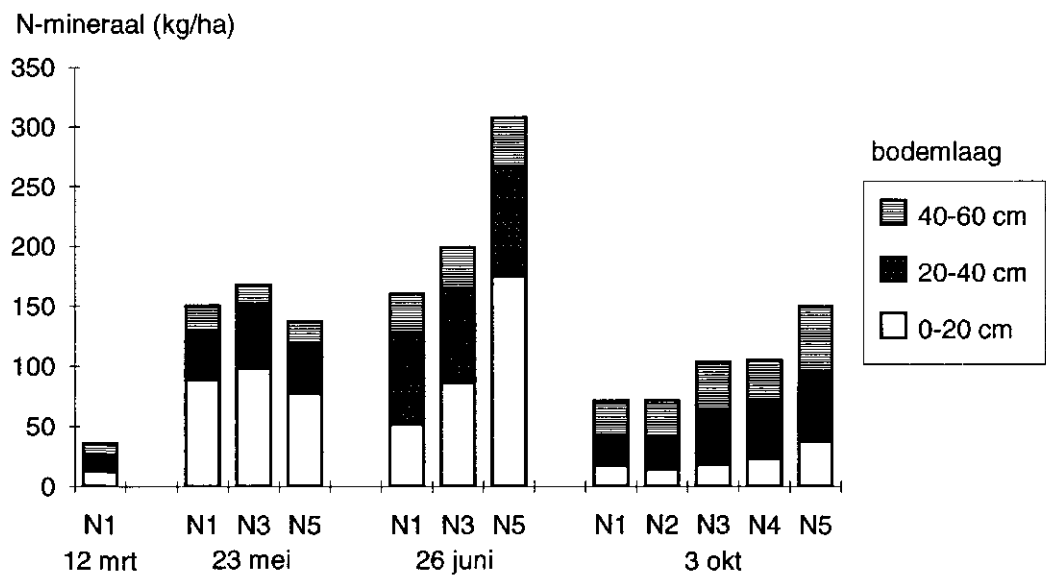
Uit de analyse van de gewasmonsters blijkt dat het stikstofgehalte van het gewas op perceel 5 nauwelijks werd beïnvloed door de mate van stikstofbemesting. Het N-gehalte varieerde van 1,42 % (N₁) tot 1,49 % (N₅) in de drogestof. Op perceel 16 waren de verschillen groter. Het stikstofgehalte werd onder invloed van een hogere N-gift verhoogd van 1,37 % (N₁) tot 1,71 % (N₅). De invloed van de bemesting op de opname van stikstof in oogstbare organen (Fig. 2) is bij perceel 16 dan ook groter dan de invloed van bemesting op de drogestof-opbrengst (Fig. 1)



Figuur 2 Stikstofopbrengsten van maïs bij verschillende N-bemestingsniveaus op 10 september (A) en 2 oktober (B)

7.1.3 N-mineraal in de bodem

Kort na de winter, met lage bodemtemperaturen en een neerslagoverschot, is de voorraad minerale stikstof in de bodem minimaal. Daarna neemt de bodemvoorraad toe door mineralisatie, bemesting en depositie en af door opname door de maïs en op de lichte grond van 'De Marke' ook door uitspoeling. Denitrificatie en vastlegging als organische stikstof kunnen ook bijdragen aan de afname. De voorraden minerale N op verschillende tijdstippen zijn weergegeven in bijlage 4. De belangrijkste gegevens van het proefveld op perceel 16 zijn weergegeven in Fig. 3. Op perceel 5 is minder intensief gemeten, maar de gegevens die daar verzameld zijn corresponderen vrij goed met die van perceel 16. Met uitzondering van de voorraad kort na de winter zijn de voorraden op perceel 5 in de laag 0-60 cm steeds 30 tot 60 kg N groter dan op perceel 16, ondanks een beduidend grotere opname door het gewas.



Figuur 3 Hoeveelheden minerale stikstof in de bodem van het proefveld op perceel 16

Kort na de winter bevindt zich in de bovenste 60 cm van de bodem 36 kg stikstof. Dat is een normale hoeveelheid voor zandgrond. De bodem is dus vrijwel leeg. Door bemesting met 24 m³ drijfmest en door mineralisatie neemt de hoeveelheid toe tot ongeveer 150 kg op 23 mei. Daarna werd de kunstmest toegediend. Als gevolg van de verschillen in kunstmestgiften zijn de verschillen tussen de objecten op 26 juni erg groot. Het 'praktijk'-object N₁ had in de laag 0-60 cm 160 kg stikstof, het object N₅ 300 kg. Het verschil van 140 kg N komt aardig overeen met het verschil in bemesting (160 kg N). Door de opname van stikstof is de bodemvoorraad bij de oogst op 3 oktober sterk afgenomen, maar verschillen tussen de objecten zijn gebleven. Op het 'praktijk'-object N₁ komt nog ruim 70 kg N voor en op het N₅ object 150 kg. De afname na 26 juni op het N₅-object is groter dan de afname op het N₁-object. Dit kan niet verklaard worden uit een grotere opname door het gewas (Fig. 2). De voorraad minerale stikstof van de objecten N₃, N₄ en N₅ is op 3 oktober zo groot dat het vanggewas Italiaans raaigras vermoedelijk niet kan voorkomen dat een belangrijk deel van de stikstof tijdens de herfst en winter zal uitspoelen. Dat geldt in nog sterkere mate voor deze objecten van het proefveld op perceel 5.

7.1.4 Stikstofbalans

Op basis van de hoeveelheden minerale stikstof in de bodem kort voor en kort na de teelt en kennis van de bemesting en de onttrekking door het gewas zijn stikstofbalansen op te stellen. Voor de objecten van het proefveld op perceel 16 zijn deze gegevens samengevat in Tabel 3. N-min heeft betrekking op de minerale stikstof in de laag 0-60 cm. Er is alleen gerekend met het werkzame deel van de stikstof in drijfmest en er is geen rekening gehouden met mineralisatie van organische stikstof in de bodem en depositie.

Bij de objecten N₁ t/m N₄ is het verschil tussen input en output, het stikstofoverschot, negatief. Dat kan omdat er ook door mineralisatie en depositie minerale stikstof beschikbaar is gekomen. Het overschot op de balans neemt toe naarmate de bemesting toeneemt. Bij het N₅ object is het overschot 72 kg N hoger dan bij N₁. Van de 160 kg N die object N₅ meer als meststof heeft gekregen dan object N₁ is ruim 45 % niet terug te vinden in het gewas of als minerale N in de bodem.

Tabel 3 Stikstofbalansen (kg/ha) bij vijf N-bemestingsniveaus van het proefveld op perceel 16

		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
input	N-min	37	37	37	37	37
	drijfmest	67	67	67	67	67
	kunstmest.	0	35	60	110	160
output	N-min	71	72	103	105	150
	gewas	86	110	102	126	95
input-- output		-53	-43	-41	-17	19

7.2 Voederbieten

7.2.1 Drogestofopbrengst

Ook voor de voederbieten waren de weersomstandigheden tijdens het groeiseizoen zeer ongunstig. In de tweede helft van april vrozen de bieten af zodat ze moesten worden overgezaaid. De maand juni was te koud en te nat. Juli, augustus en een deel van september waren zo droog en warm dat het blad van de bieten voor een belangrijk deel afstierf. Na de droogte vormden de bieten nieuw blad en groeiden weer maar het groeiseizoen was niet lang genoeg meer om nog redelijke opbrengsten te kunnen realiseren. De bieten op de praktijk-percelen werden op 5 december geoogst. De opbrengst aan bieten was gemiddeld 7,6 ton drogestof/ha (50 ton vers). Het blad werd niet geoogst. Op het proefveld werd op 10 september een tussenooft uitgevoerd en op 22 november de eindooft. De drogestofopbrengsten van beide data staan in Fig. 4.

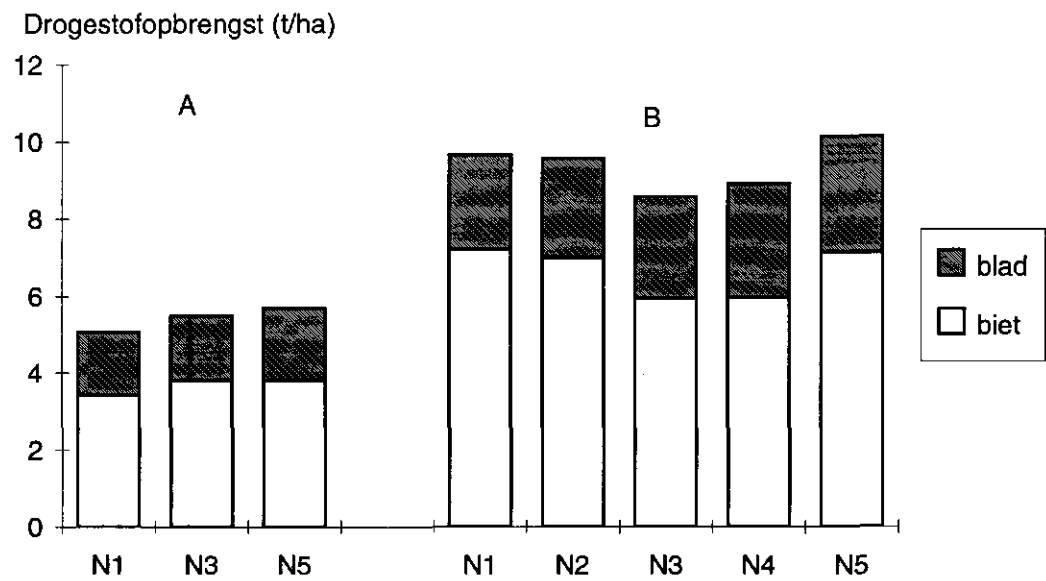
In tegenstelling tot bij maïs neemt de opbrengst na 10 september nog sterk toe. Dat wordt veroorzaakt door het vermogen van bieten om na droogte nieuw blad te vormen en door het langere groeiseizoen. Het bemestingsniveau had nauwelijks invloed op de uiteindelijke drogestofopbrengst.

7.2.2 Opname stikstof

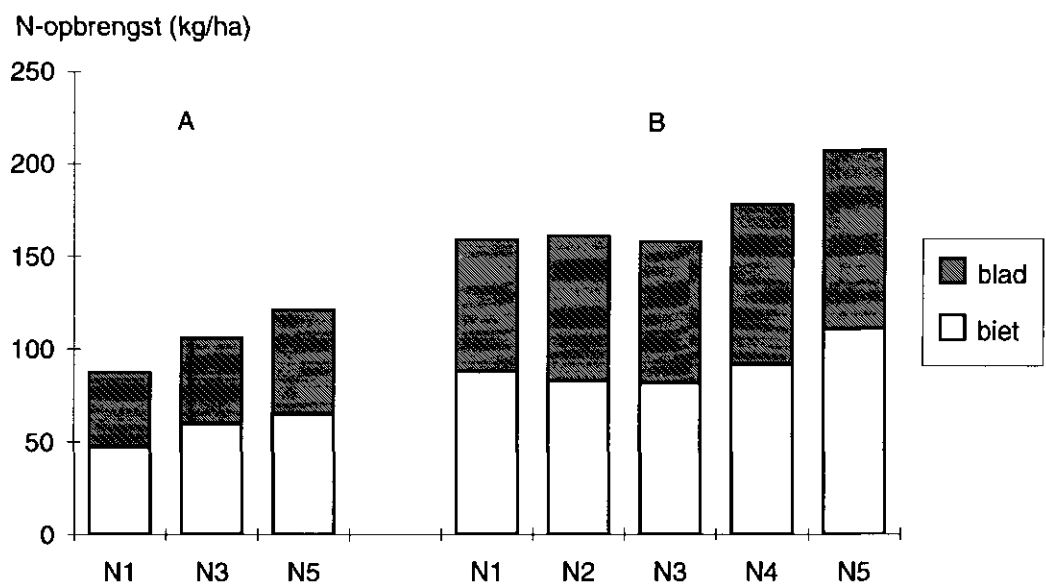
Het N-gehalte van zowel bieten als loof neemt toe als de stikstofbemesting toeneemt. Hoewel de drogestofopbrengst nauwelijks reageert op een toenemende bemesting (Fig. 4) is dat door het hogere N-gehalte van de drogestof met de stikstofopbrengst wel het geval (Fig. 5).

7.2.3 N-mineraal in de bodem

Op 12 maart bevond zich in de laag 0-40 cm slechts 15 kg minerale stikstof. Door bemesting en mineralisatie nam de voorraad toe tot 162 kg op 23 mei en 175 kg op 26 juni in de laag 0-60 cm van het 'praktijk'-object N₁. Daarna nam de voorraad sterk af door opname door het gewas. De voorraden minerale stikstof op 3 oktober en 22 november zijn weergegeven in Fig. 6.

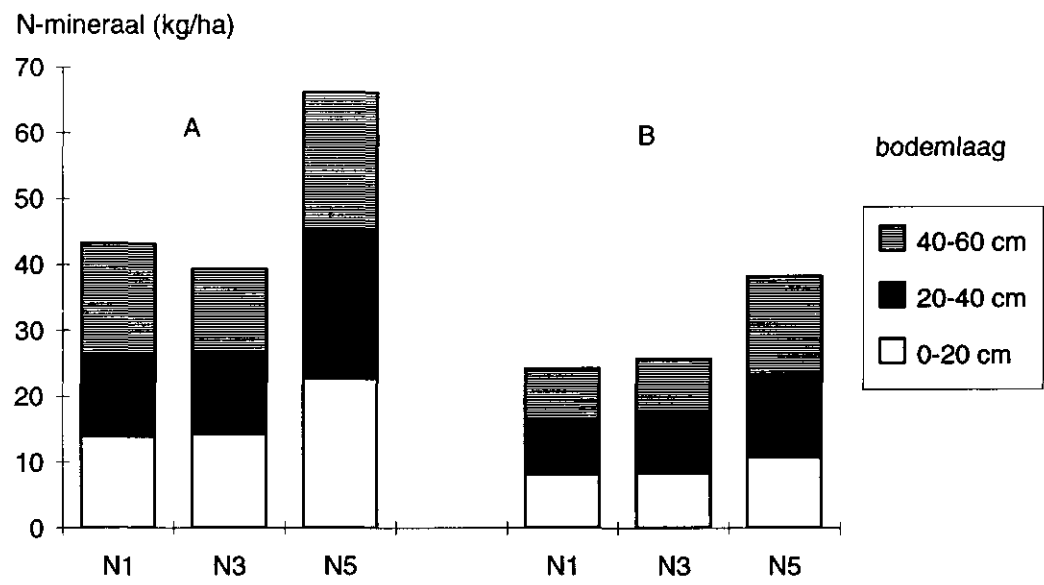


Figuur 4 Drogestofopbrengsten bij verschillende stikstofbemestingsniveaus van voederbieten op 10 september (A) en 22 november (B)



Figuur 5 Stikstofopbrengsten van de voederbieten op 10 september (A) en 22 november (B)

Op beide data blijkt de voorraad minerale stikstof van het N₅-object hoger dan die van N₁ en N₃, maar het verschil is veel minder groot dan bij maïs, waar het verschil tussen N₁ en N₅ op 3 oktober 80 kg N was. Bieten zijn beter in staat een groot stikstofaanbod te verwerken. Het risico van een onaantvaardbaar hoog uitspoelingsverlies bij een hoge N-bemesting is bij voederbieten dus klein.



Figuur 6 Voorraden minerale stikstof in de bodem op 3 oktober (A) en 22 november (B)

7.2.4 Stikstofbalans

In Tabel 4 is de stikstofbalans gegeven van de verschillende objecten. De hoeveelheid N-min heeft betrekking op de minerale stikstof in de laag 0-60 cm aan het begin en einde van het groeiseizoen. Er is alleen rekening gehouden met de werkzame fractie van de stikstof in de drijfmest en er is geen rekening gehouden met mineralisatie en depositie.

Tabel 4 Stikstofbalansen (kg/ha) bij drie N-bemestingsniveaus van het proefveld met voederbieten

		N ₁	N ₃	N ₅
input	N-min	23	23	23
	drijfmest	84	84	84
	kunstmest	0	50	150
output	N-min	24	26	38
	gewas	159	158	207
input-output		-76	-27	12

Ook bij bieten neemt het overschot (input - output) toe naarmate de N-bemesting hoger is. Op het N₅-object is 88 kg stikstof meer verdwenen dan op het N₁-object. Van de 150 kg meststof-stikstof die het N₅-object meer kreeg is dus bijna 60 % niet geoogst of teruggevonden als minerale N in de bodem. Waar de stikstof is gebleven is onduidelijk. Mogelijk is een deel vastgelegd in afgestorven blad en daardoor als organische stikstof aan de bodemvoorraad toegevoegd.

8 Samenvatting onderzoek op bouwland

In 1991 werden op het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu 'De Marke' drie stikstofbestedingsproeven uitgevoerd in maïs en één in voederbieten. Een gift van 50-70 kg (maïs) of 85 kg (voederbieten) werkzame N/ha uit drijfmest werd aangevuld met kunstmeststikstof. Voor maïs bedroeg die aanvulling maximaal 160 kg N/ha, voor bieten 150 kg N/ha. De praktijkpercelen kregen alleen de basisgift drijfmest. Doel van het onderzoek was na te gaan wat de invloed is van het verhogen van de mestgift op gewasopbrengst en de stikstofverliezen. Die kennis is noodzakelijk om op een milieuverantwoorde wijze zo hoog mogelijke opbrengsten te kunnen halen. Hoge opbrengsten zijn gewenst om de aankoop van voer te beperken.

De weersomstandigheden waren in 1991 uitermate ongunstig. De bieten vroren in april af, juni was koud en nat en april en augustus waren zeer droog en warm. De opbrengsten van de gewassen waren dan ook laag. De praktijkopbrengst van de maïs was 6,5 ton drogestof/ha, die van de bietenwortels 7,6 ton/ha. Duidelijk is dat weersfactoren een veel belangrijker rol hebben gespeeld in de gewasproductie dan de bemesting.

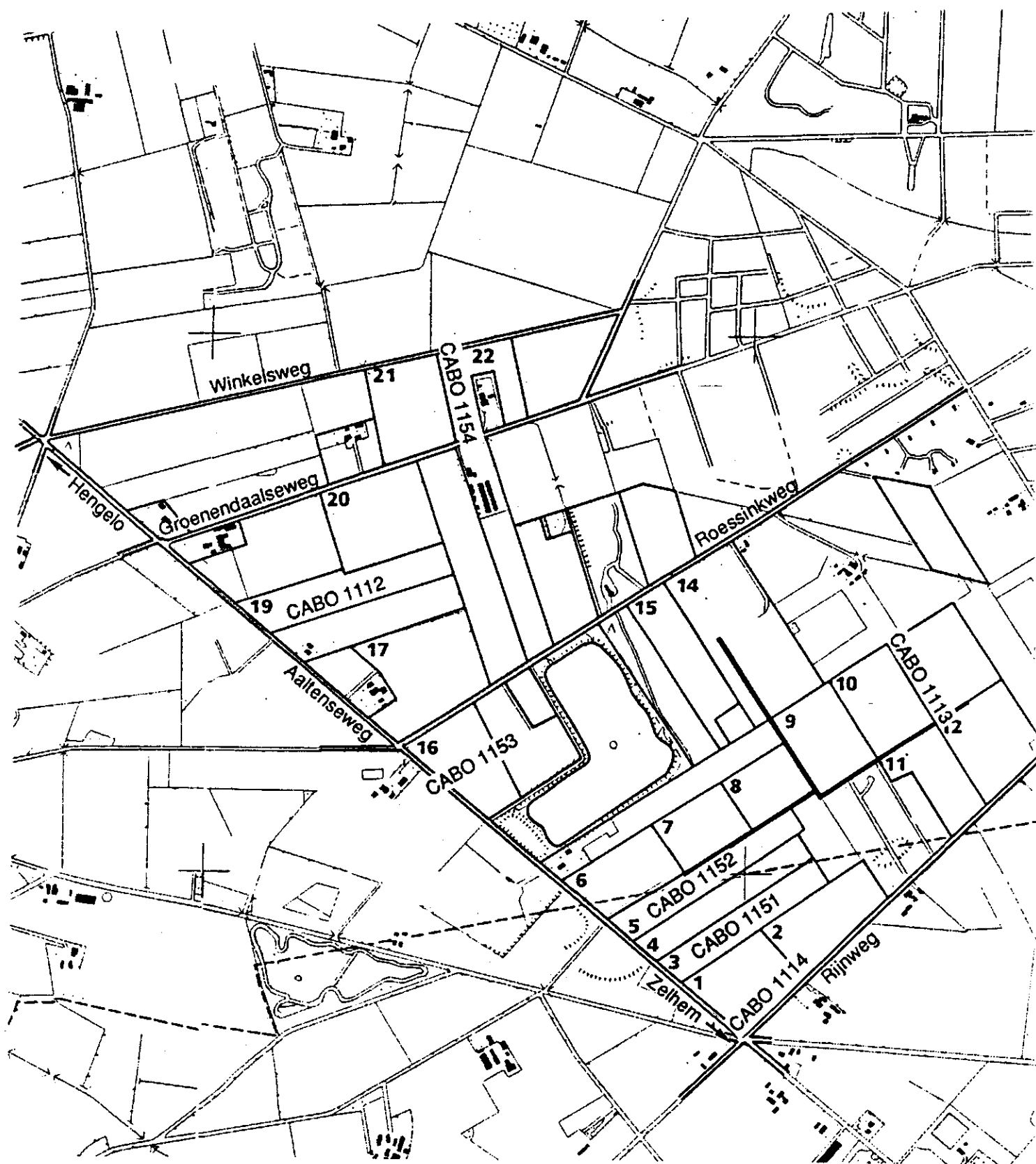
Bij de maïs leidde extra stikstof tot een verhoging van de opbrengst. Bij hoge stikstofgiften daalde de opbrengst, vermoedelijk als gevolg van toenemende droogteschade. Bij een hoog stikstofniveau is het vochtverbruik in de jeugdfase groter omdat het gewas dan sneller groeit. Daardoor is de beperkte voorraad bodemvocht sneller uitgeput. De stikstofverliezen worden door een hogere N-bemesting veel groter. Bij de hoogste N-giften resteert bij de oogst zoveel minerale stikstof dat ook bij het telen van een vanggewas (Italiaans raaigras) de uitspoelingsnormen met betrekking tot nitraat naar verwachting zullen worden overschreden. Op basis van de resultaten van deze proef in maïs is het verhogen van de 'praktijkgift' ongewenst.

Bij bieten had verhoging van de bemesting nauwelijks effect op de drogestofopbrengst. Het stikstofgehalte van het gewas nam echter toe. Mede daardoor was de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem aan het einde van het groeiseizoen ook bij hoge N-giften gering. Toch blijkt ook bij bieten een aanzienlijk deel van een extra N-gift niet te worden geoogst. Mogelijk wordt een deel vastgelegd in afgestorven (afgevallen) blad. Bij de droogte in 1991 stierf al het bietenblad af. Een verhoging van de N-bemesting van voederbieten op 'De Marke' is dan ook niet direct wenselijk.

Bijlagen

In de tekst wordt naar de volgende bijlagen verwezen:

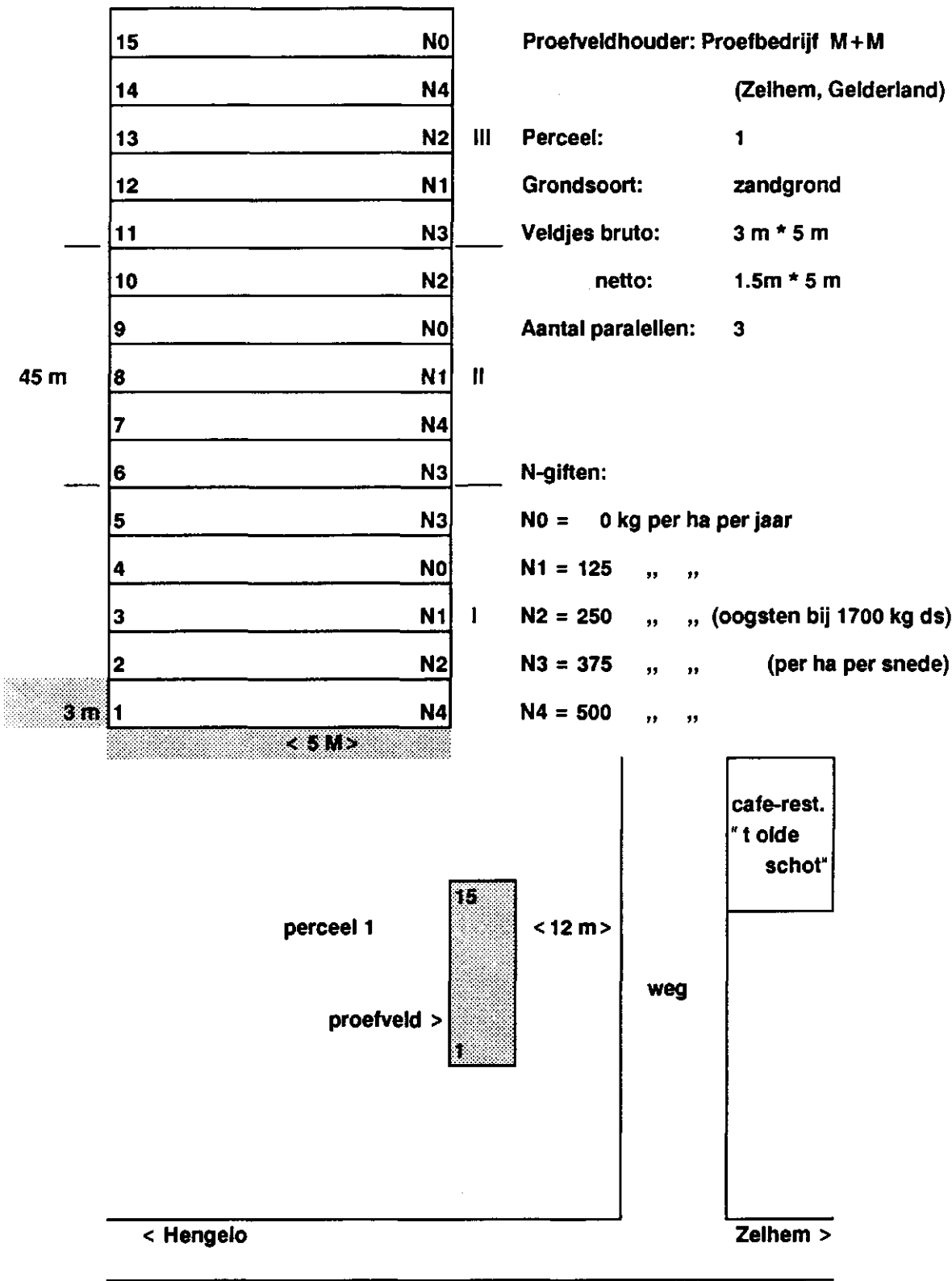
- * Plattegrond 'De Marke' met ingetekend de proefvelden
- * Schema's proefvelden grasland
- * Schema's proefvelden maïs en bieten
- * Resultaten maïsproef op perceel 22



Perceelsindeling proefbedrijf 'de Marke'

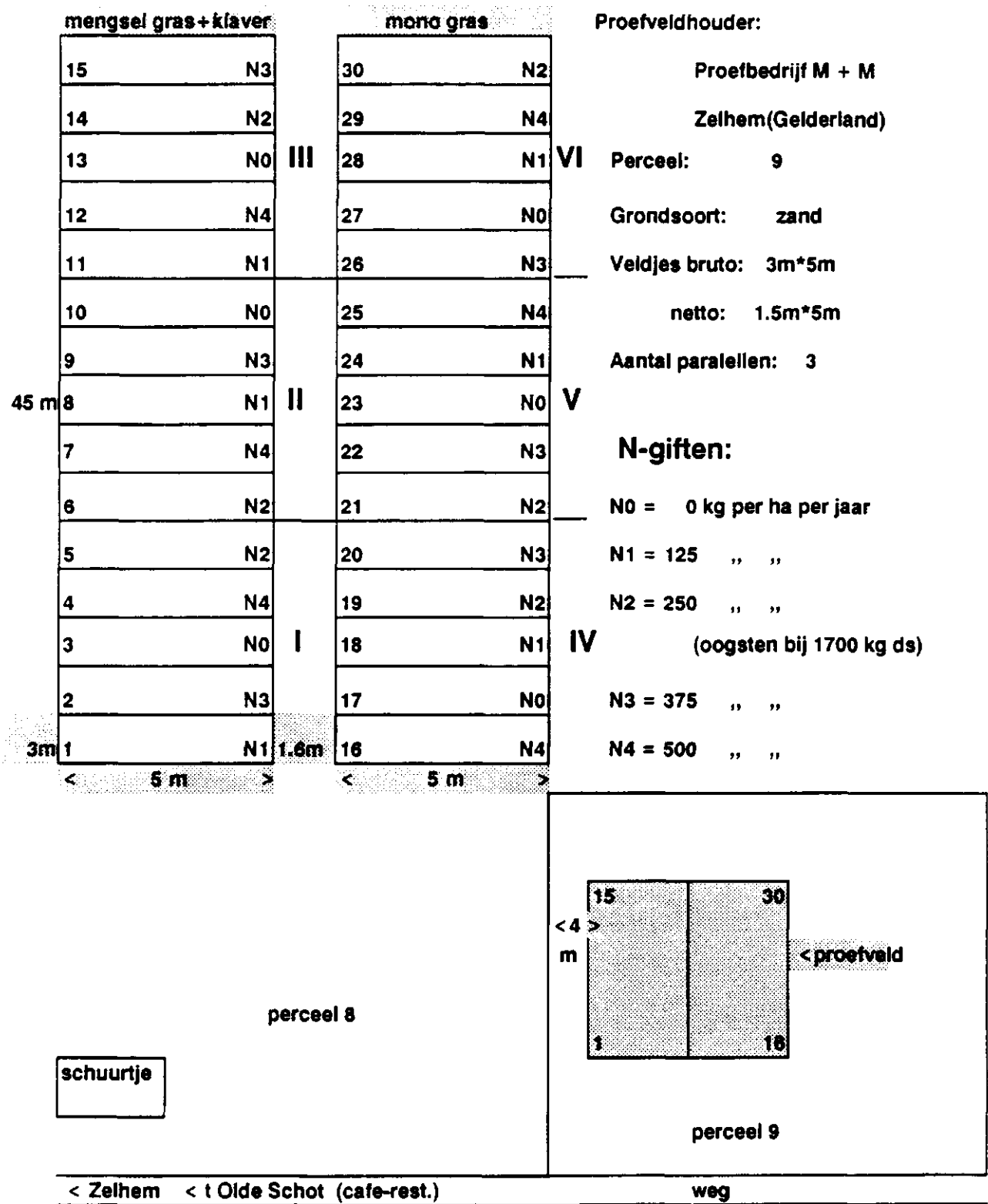
Proef N-niveaus in grasland

Schema proef in praktijkperceel no 1 (ingezaaid grasland, voorjaar 1990)



Proef N-niveaus in grasland (met en zonder witte klaver)

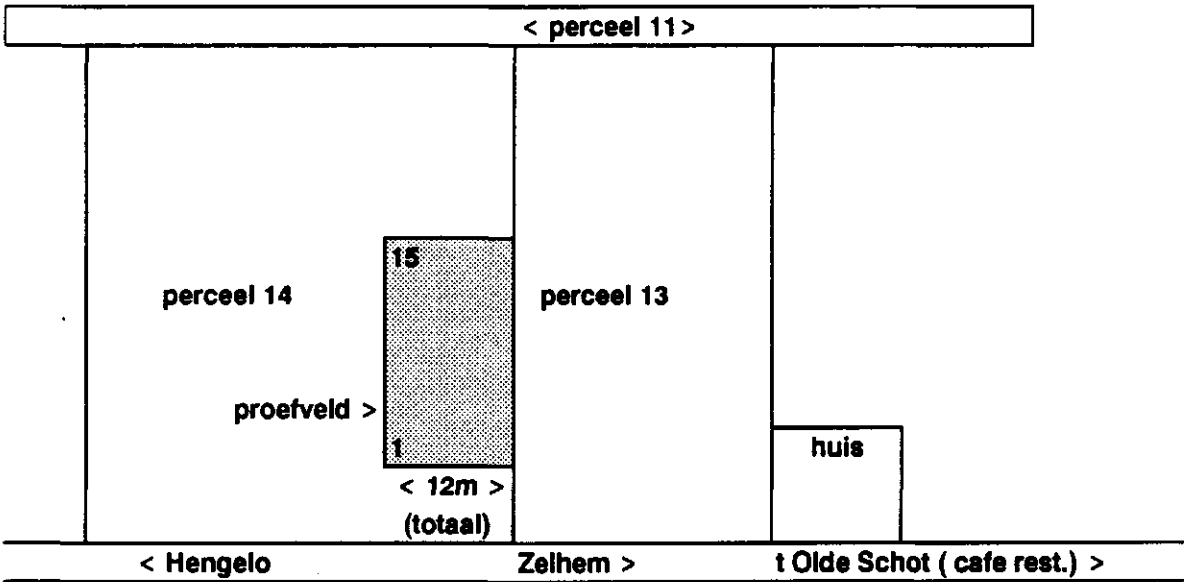
Schema proef in praktijkperceel no 9 (nieuw ingezaaid grasland , najaar 1990)



Proef N-niveaus in grasland

Schema proef in praktijkperceel no 14 (ouder grasland)

15		N1	III	Proefveldhouder: Proefbedrijf M+M	
14		N2		Zelhem (Gelderland)	
13		N3		perceel:	14
12		N0		Grondsoort:	zandgrond
11		N4	II	Veldjes bruto:	3 m * 5 m
10		N3		netto:	1.5m * 5 m
9		N0		Aantal parallellen:	3
8		N4		N-giften:	
45 m	7	N2	I	N0 = 0 kg per ha per jaar	
	6	N1		N1 = 125 „ „	
	5	N0		N2 = 250 „ „ (oogsten bij 1700 kg ds)	
	4	N4		N3 = 375 „ „ (per ha per snede)	
3 m	3	N2		N4 = 500 „ „	
	2	N1			
	1	N3			
< 5 m >					



PROEFBEDRIJF MELKVEEHOUDERIJ EN MILIEU

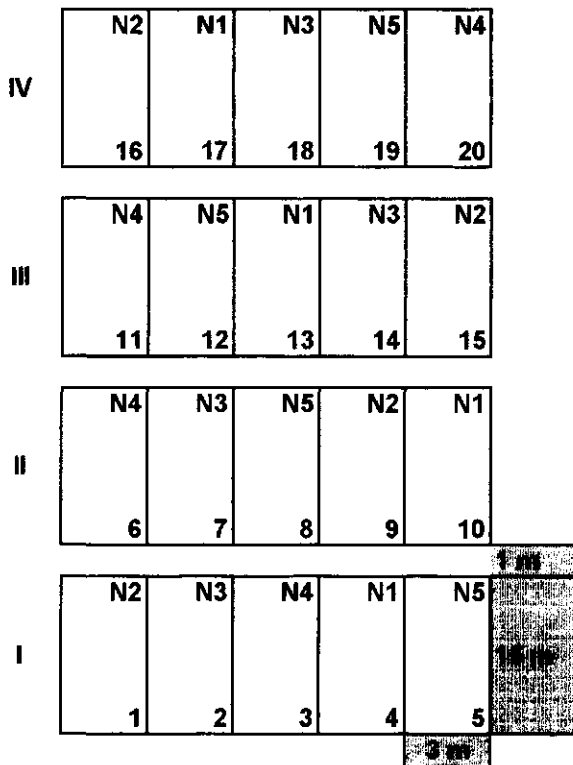
STIKSTOFPROEVEN IN MAIS (1991)

CABO 1152 op perceel 5*
CABO 1153 op perceel 16
CABO 1154 op perceel 22
* Voor de drie proeven geldt hetzelfde schema

OBJECTEN

Bemesting (kg N/ha)					
N-trap	=	basis*	+	kas	= totaal
N1	=	65	+	0	= 65
N2	=	65	+	35	= 100
N3	=	65	+	60	= 125
N4	=	65	+	110	= 175
N5	=	65	+	160	= 225

* = 16 ton drijfmest + 20 kg N /ha in de rij



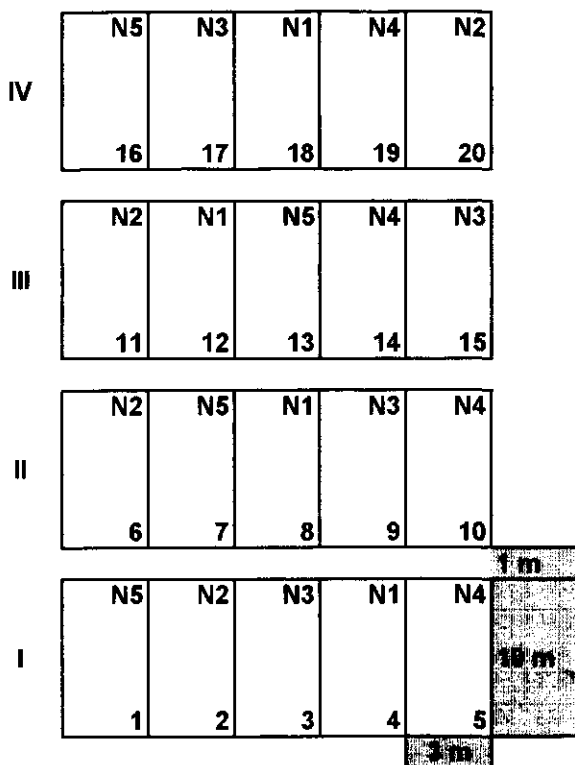
STIKSTOFPROEF IN VOEDERBIETEN (1991)

CABO 1151 op perceel 3

OBJECTEN

Bemesting (kg N/ha)					
N-trap	=	basis*	+	Chili	= totaal
N1	=	75	+	0	= 75
N2	=	75	+	25	= 100
N3	=	75	+	50	= 125
N4	=	75	+	100	= 175
N5	=	75	+	150	= 225

* = 30 ton drijfmest per ha



Bijlage 3

Opbrengst van de mais op 10 september

Perceel 22

	N1
vers	28.2 t/ha
droog	6.8 t/ha
N-opname	93 kg/ha

Bijlage 4

N-mineraal (kg/ha) in de bodem per laag (cm) en bemestingsniveau

Perceel 5

		0-20	20-40	40-60	60-100	0-20	0-40	0-60
12 mrt.	N1	9	9	—	—	9	18	—
23 mei	N1	131	52	24	—	131	183	206
26 juni	N1	85	83	35	—	85	168	203
10 sept.	N1	10	—	—	—	10	—	—
	N5	21	—	—	—	21	—	—
	prakt.	10	—	—	—	10	—	—
3 okt.	N1	14	44	47	—	14	57	104
22 nov.	N1	40	14	13	40	40	54	67

Perceel 16

		0-20	20-40	40-60	0-20	0-40	0-60
12 mrt.	N1	14	14	9	14	27	37
23 mrt.	N1	89	40	22	89	129	151
	N3	99	53	16	99	152	168
	N5	78	42	17	78	120	137
26 juni	N1	52	76	32	52	129	160
	N3	86	78	35	86	164	199
	N5	175	92	41	175	267	308
10 sept.	N1	9	—	—	9	—	—
	N5	28	—	—	28	—	—
	prakt.	9	—	—	9	—	—
3 okt.	N1	18	25	29	18	43	72
	N2	15	27	30	15	42	72
	N3	18	44	41	18	62	103
	N4	24	47	35	24	71	106
	N5	38	58	54	38	96	150

Vervolg bijlage 4

Perceel 22

		0-20	20-40	40-60	60-100	0-40	0-60
23 mei	N1	100	36	20		135	156
10 sept.	N1	9	—	—		—	—
22 nov.	voor	3	6	11	46	9	27
	achter	28	45	15	40	73	88

Perceel 3

		0-20	20-40	40-60	0-40	0-60
12 mrt	N1	8	8	—	15	—
23 mei	N1	68	67	28	135	162
26 juni	N1	57	85	34	141	175
10 sept.	N1	17	—	—	—	—
	N3	20	—	—	—	—
	N5	24	—	—	—	—
3 okt.	N1	14	12	17	26	43
	N3	14	12	13	27	39
	N5	23	22	21	45	66
22 nov.	N1	8	8	8	17	24
	N3	8	9	8	18	26
	N5	11	13	15	23	38