

Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras

Meerjarenverwerking deling van de stikstofbemesting

Ing. J.R. van der Schoot, ir. G.E.L. Borm en ir. W van den Berg

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is financieel mede mogelijk gemaakt door:

Het Productschap, Granen, Zaden en Peulvruchten,
Postbus 29739
2502 LS Den Haag

PPO intern projectnummer: 5146218

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING	4
2	INLEIDING.....	5
3	PROEFVELDEN	6
4	RESULTATEN	8
4.1	Zaadopbrengsten.....	9
4.2	Afvalpercentage	12
4.3	Gewasproductie en oogstindex.....	13
4.4	Legering	15
4.5	Aardichtheid en zaadopbrengst per aar.....	16
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES.....	17
	LITERATUUR.....	18
	BIJLAGE 1. ZAADOPBRENGSTEN PER PROEF	19

1 Samenvatting

Om te komen tot een mogelijke verfijning van het N-advies voor Engels raaigras is in 2000 meerjarig bemestingsonderzoek gestart. In de proeven van 2000 en 2001 lag één object met gedeelde bemesting (tweede gift in vlagbladstadium). In 2002, 2003 en 2005 zijn in totaal zes stikstofproeven (klei en zand) geoogst van het tetraploïde ras Elgon. In de proeven lagen diverse basisgiften en zijn bijbemestingen van 30 en 60 kg N/ha in twee gewasstadia (DC32 en vlagbladstadium) toegediend. De effecten van de diverse giften en bijbemestingen op de gewasontwikkeling en zaadproductie zijn gevolgd. Voor het tetraploïde ras Elgon lijkt het oude bemestingsadvies aan de lage kant. Mede op basis van dit uitgevoerd onderzoek is het bemestingsadvies voor de rassen van het tetraploïde hooitype verhoogd naar 205-Nmin.

Gedeelde bemesting gaf in drie van de zes proeven (in 2002 op zand en in 2003 en 2005 op klei) meer zaad dan éénmalige giften met dezelfde hoeveelheid N-totaal per ha. Het gunstigst was een bijbemesting in het vlagbladstadium, waarbij meeropbrengsten tot 300 kg zaad/ha werden behaald. In de andere drie proeven werd door de gedeelde bemesting niet de opbrengst van de éénmalige gift gehaald.

Gedeelde bemesting met een bijbemesting in het vlagbladstadium gaf veelal een mindere en latere legering dan een éénmalige gift met dezelfde hoeveelheid N/ha. Met name op kleigrond verdient een deling aanbeveling waarbij 30 tot 60 kg van de totale stikstofgift in het vlagbladstadium wordt gegeven.

De toediening van Moddus lijkt een belangrijke rol te spelen of legeringsverschillen zich wel of niet manifesteren. Bij geen toepassing van Moddus lijkt deling van stikstof positiever uit te pakken op de zaadopbrengst dan met toepassing van Moddus.

2 Inleiding

In de periode 1978-1984 is door het PA(G)V onderzoek uitgevoerd op kleigronden naar de hoogte van de optimale stikstofbemesting voor de belangrijkste grassoorten waarvan in Nederland zaaizaad wordt geproduceerd (Meijer, 1986). In dit onderzoek werd voor Engels raaigras een relatie vastgesteld tussen de optimale stikstofbemestingsgift en de bodemvoorraad in het voorjaar. In later uitgevoerd onderzoek werd de gevonden relatie voor zandgronden bevestigd. Deling van stikstof met een tweede gift gaf lagere opbrengsten dan een optimale éénmalige gift.

Op grond van het vermelde uitgevoerde onderzoek wordt bij de zaaizaadteelt van Engels raaigras aanbevolen de benodigde hoeveelheid stikstof éénmalig in het vroege voorjaar te verstrekken. Een tweede gift, die in het onderzoek pas eind mei werd verstrekt, deed de kans op doorwas toenemen.

De praktijk kiest echter met name bij late rassen vaak voor een gedeelde toepassing. In Deens onderzoek bleken er wel degelijk mogelijkheden voor deling van de stikstofgift waarbij de tweede gift begin mei werd verstrekt.

Uit PPO-onderzoek in 2000 en 2001 bleek dat bijsturen met stikstof mogelijk was (Borm 2001 en Borm 2003). Deling van stikstof, met een tweede gift in het vlagbladstadium, gaf dezelfde of een hogere opbrengst dan met een latere en gaf minder legering.

In de jaren 2002, 2003 en 2005 zijn uitgebreide proeven met deling van stikstof uitgevoerd. De afzonderlijke oogstjaren zijn in eerder verschenen rapporten beschreven (Borm 2004, van der Schoot 2004 en van der Schoot 2006). In dit verslag worden de resultaten van de in de jaren 2000 t/m 2005 uitgevoerde proeven met N-deling met elkaar vergeleken en wordt getracht tot éénduidige conclusies te komen.

In andere rapporten van dit project is het onderzoek naar het effect van het type/ras beschreven (Borm 2001, Borm 2003 en Borm 2004, van der Schoot 2004 en van der Schoot 2005) en het onderzoek naar het gebruik van de chlorofylmeter als instrument om de N-voorziening gedurende het groeiseizoen vast te stellen en met stikstof bij te sturen. De chlorofylmeter bleek echter geen goed instrument te zijn (Borm 2001, Borm 2003 en Borm 2004 en van der Schoot 2004). De in het project vastgestelde verschillen tussen typen/rassen in stikstofrespons heeft geleid tot een bijstelling van het stikstofadvies dat nu specifiek naar type is.

3 Proefvelden

In de oogstjaren 2000 en 2001 zijn in Lelystad proeven aangelegd. Het project is in 2002, 2003 en 2005 vervolgd met uitgebreidere proeven op kleigrond en zandgrond op de proefbedrijven in respectievelijk Colijnsplaat (proefboerderij Rusthoeve) en Marwijksoord. (proefboerderij Kooyebvurg) Zie ook tabel 1.

In de proeven is steeds het tetraploïde ras Elgon gebruikt. De toepassing van Moddus is niet op alle proeven gelijk geweest. Het advies was tot 2002 om het middel in gewasstadium DC 30-31 toe te passen. Daarna is het advies aangepast naar DC 31-33. Op zandgrond is het in de praktijk niet gebruikelijk om Moddus toe te passen. Omdat er in tetraploïde rassen toch wel een positief effect van Moddus mag worden verwacht en om de vergelijking met de kleiproeven te verbeteren is in de proeven van 2003 en 2005 wel Moddus toegepast. Het was de bedoeling dat voor oogstjaar 2005 zowel op de klei- als de zandlocatie een gereduceerde dosering Moddus zou worden toegepast. Dat is op de zandlocatie nagelaten.

Tabel 1. **Proefvelden**

Proefcode	Oogstjaar	Gewas	Locatie	Grondsoort	Moddusbespuiting	stadium
PAV0642	2000	1e jaars	Lelystad	Klei	0.8 L/ha	DC 30-31
AGV3172	2001	1e jaars	Lelystad	Klei	0.8 L/ha	DC 30-31
KB1191	2002	1e jaars	Marwijksoord	Zand	Geen	DC 31-33
RH0206	2002	1e jaars	Colijnsplaat	Klei	1,0 L/ha	DC 31-33
KB1208	2003	1e jaars	Marwijksoord	Zand	0.8 L/ha	DC 31-33
RH0303	2003	2e jaars	Colijnsplaat	Klei	0.8 L/ha	DC 31-33
KB1239	2005	1e jaars	Marwijksoord	Zand	0.8 L/ha	DC 31-33
RH0503	2005	1e jaars	Colijnsplaat	Klei	0.5 L/ha	DC 31-33

De proeven in 2000 en 2001 werden aangelegd als gewarde blokkenproeven met diverse stikstofobjecten (tabel 2).

Tabel 2. **Onderzochte objecten in 2000 en 2001**

Code	Omschrijving bemesting
N11	adviesbemesting
N21	advies + 45
N31/41	advies - 45
N51	advies - 90
N3/4	adviesbemesting (gedeeld met 60 kg N/ha in vlagbladstadium)

De proeven in de oogstjaren 2002, 2003 en 2005 werden aangelegd als gewarde blokkenproeven met diverse stikstofobjecten (tabel 3). De basisobjecten zijn N11, N31 en N41 met resp. adviesbemesting, advies minus 30 kg en advies minus 60. Op de zandlocatie Kooijenburg is uitgegaan van het advies 165 – (bodemvoorraad 0-60 cm) en voor de kleigrond (Rusthoeve) van het advies 165 – 0,6*(bodemvoorraad 0-90 cm).

Als uitersten hebben daarnaast de objecten N21 met een bemesting ver boven advies en N51 met een bemesting ver onder het advies in de proef gelegen om het effect van stikstof op de chlorofylwaarde en de opbrengstreactie op stikstof goed te kunnen bepalen.

De basisobjecten zijn in twee gewasstadia (DC32: tweede knoopstadium en vlagbladstadium) bijbemest met 30 en 60 kg N/ha om vast te stellen of met deze bijbemesting een opbrengstverhoging wordt gerealiseerd.

De bijbemestingsobjecten zijn zo gekozen dat er, wat betreft totale N-gift, in veel gevallen een vergelijking kan worden gemaakt met éénmalige voorjaarsgiften en andere bijmestobjecten.

Om na te gaan of t.o.v. KAS kalksalpeter met voornamelijk nitraat-stikstof als 2^e-gift een positief effect heeft is een extra object (N36) in de proef opgenomen.

Tabel 3. **Onderzochte objecten 2002, 2003 en 2005** (giften in kg N/ha)

code	omschrijving	startgift	DC32	vlagblad
N21	advies+45	205		
N11	adviesbemesting	160		
N12		160	30	
N14		160		30
N31	advies-30	130		
N32		130	30	
N33		130	60	
N34		130		30
N35		130		60
N36		130		30 KS
N41	advies-60	100		
N42		100	30	
N43		100	60	
N44		100		30
N45		100		60
N51	advies-90	70		

Met de uiteindelijke bemesting is rekening gehouden met de bodemvoorraad stikstof. De hoeveelheid gemeten stikstof in de bodem bedroeg gemiddelde over de proeven 15 kg N/ha. Gemiddeld was dit vrij laag met een vrij hoge adviesgift als gevolg. Bij N-giften boven de 130 kg N/ha is de eerste toediening veelal gedeeld om zoutschade te vermijden. De aanvulling is dan ca twee weken later gegeven.

Tabel 4. **Bodemvoorraadstikstof in het voorjaar in kg N/ha in de laag 0-90 cm (zand 0-60 cm)**

Proefcode	Oogstjaar	Gewas	Locatie	Grondsoort	Nmin voorjaar	adviesgift
PAV0642	2000	1e jaars	Lelystad	Klei	5	160
AGV3172	2001	1e jaars	Lelystad	Klei	13	155
KB1191	2002	1e jaars	Marwijksoord	Zand	4	160
RH0206	2002	1e jaars	Colijnsplaat	Klei	26	150
KB1208	2003	1e jaars	Marwijksoord	Zand	12	155
RH0303	2003	2e jaars	Colijnsplaat	Klei	0	160
KB1239	2005	1e jaars	Marwijksoord	Zand	4	160
RH0503	2005	1e jaars	Colijnsplaat	Klei	50	135

De bemesting is in 2001 niet geheel volgens plan uitgevoerd. Een aantal objecten kregen 10 kg minder N.

4 Resultaten

De resultaten van de afzonderlijke proeven en de bespreking daarvan zijn te vinden in de diverse verslagen per oogstjaar. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste parameters, waarvan een invloed van de hoogte van de N-bemesting en eventuele delingseffecten kunnen worden verwacht, beschreven zijnde zaadopbrengst, afvalpercentage, gewasproductie, legering en aardichtheid.

In tabel 5 staat een overzicht van de statistische verwerking van de genoemde parameters. Met uitzondering van aardichtheid deden zich zeer betrouwbare effecten voor.

Bij zaadopbrengst was er ook een betrouwbare jaarinteractie, maar in vergelijking met de reactie van de zaadopbrengst op de bemesting was het effect klein. Het effect van bemesting en de interactie locatie*bemesting op het afvalpercentage was ongeveer even groot.

De interactiecomponenten waren bij de zaadopbrengst en de gewasproductie veelal significant, waarbij vooral de locatie (is grondsoort) de belangrijkste rol speelde (tabel 6). In de volgende paragrafen wordt hierop verder ingegaan.

Tabel 5. Statistische verwerking (Fprob-waarden) proeven 2002 t/m 2005 Kooijenburg en Rusthoeve.

Gewasparameter	bemesting	jaar*bemesting	locatie*bemesting	jaar*locatie*bemesting
Zaadopbrengst	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Afvalpercentage	< 0.001	0.252	< 0.001	0.014
Gewasproductie	< 0.001	0.262	0.018	0.015
Legering	< 0.001	0.381	0.140	0.116
Aardichtheid	0.323	0.924	0.047	0.445

Tabel 6. Statistische verwerking (variation rate) proeven 2002 t/m 2005 Kooijenburg en Rusthoeve.

Gewasparameter	bemesting	jaar*bemesting	locatie*bemesting	jaar*locatie*bemesting
Zaadopbrengst	53.01	2.19	4.81	2.47
Afvalpercentage	4.54	1.18	4.34	1.75
Gewasproductie	23.67	1.17	1.99	1.73
Legering	6.93	1.08	1.44	1.50
Aardichtheid	1.19	0.47	2.26	1.01

4.1 Zaadopbrengsten

Uit de statistische verwerking (tabel 5) blijkt dat er zowel sprake was van een significante reactie op de bemesting als van een interactie met locatie. En tevens was er sprake van een jaarinteractie. Het bemestingseffect was echter verreweg het grootst, op afstand gevolgd door het locatie-effect. Het lijkt dan ook geoorloofd de nog minder betekenis hebbende drieweginteracties te negeren.

In tabel 7 en de figuren 1 en 2 zijn de gemiddelde zaadopbrengsten per locatie weergegeven. In de bijlage staan de zaadopbrengsten per proefveld vermeld. Het opbrengstverschil tussen beide locaties was groot. De zaadopbrengsten op klei waren beduidend hoger dan op zandgrond.

Voor de zandlocatie Kooijenburg valt in eerste instantie vooral de onverklaarbaar hoge zaadopbrengst van de N2 (45 kg boven het advies) op (tabel 7 en figuur 1) die door geen van de andere objecten werd geëvenaard. Dit was in alle drie de oogstjaren het geval. Het is op basis van deze cijfers dan ook niet duidelijk bij welke N-gift de optimale zaadopbrengst ligt voor dit ras op deze grondsoort.

Er was bij de eenmalige giften een duidelijke respons van de zaadopbrengst op de stikstofgift. De gedeelde giften van in totaal 190 kg N/ha gaven geen betrouwbare opbrengstverhoging t.o.v. de éénmalige gift van 160 kg N/ha. Als de objecten met eenzelfde hoeveelheid stikstof van N-totaal van 160 kg N/ha worden bekeken valt op dat de gedeelde giften ook geen meeropbrengst t.o.v. de éénmalige bemesting met 160 kg N/ha gaven. Ook was er nauwelijks verschil tussen de bijbemestingen in het DC32-stadium en de bijbemestingen in het vlagbladstadium. Een rechtstreekse vergelijking van de gedeelde giften van in totaal 190 N/ha met een éénmalige gift van 190 kg N/ha kan niet worden gemaakt, omdat dit object niet was aangelegd.

De stikstofreactie op de kleilocatie Rusthoeve was sterker. Ook op deze locatie nam de zaadopbrengst toe bij stijging van de gegeven hoeveelheid stikstof. De zaadopbrengst bij de hoogste in één keer toegediende stikstofgift werd overtroffen door enkele objecten waar de stikstofgift gedeeld werd gegeven en de totale stikstofgift geringer was. Als de objecten met eenzelfde hoeveelheid toegediende stikstof worden bekeken, vallen een aantal zaken op. De bijbemestingen in het DC32-stadium op de startgiften van 100 en 130 kg N/ha haalden vergelijkbare opbrengsten als de éénmalige giften van 130 en 160 kg N/ha. Door dezelfde bijbemestingen in het vlagbladstadium werd 70 tot 100 kg meer zaad geproduceerd. Door de bijbemestingsobjecten in het vlagbladstadium met een N-totaal van 190 kg N/ha werd de zaadopbrengst met nogmaals 200 kg zaad/ha verhoogd.

Tabel 7. Effect stikstofbemesting op gemiddelde zaadopbrengst voor locatie Kooijenburg en Rusthoeve (2002, 2003 en 2005).

	startgift kg/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
<i>Kooijenburg</i>							
N2	205	1750 f					
N1	160	1520 cde	1590 e		1570 de		
N3	130	1440 c	1500 cde	1520 cde	1510 cde	1590 e	1510 cde
N4	100	1310 b	1470 cd	1450 c	1490 cde	1470 cd	
N5	70	980 a					
<i>Rusthoeve</i>							
N2	205	2620 fg					
N1	160	2470 de	2630 fg		2720 gh		
N3	130	2340 c	2490 de	2610 fg	2540 ef	2740 h	2560 ef
N4	100	2140 b	2340 c	2480 de	2420 cd	2540 ef	
N5	70	1680 a					
F prob.		<.001					
I.s.d. 5%	binnen proef	110					

Door de bijbemestingen in het vlagbladstadium van 30 en 60 kg N/ha op respectievelijk de startgiften van 160 en 130 kg N/ha werden gemiddeld over de drie proefjaren de hoogste zaadopbrengsten gehaald.

Dit was overigens niet in alle jaren het geval. In het oogstjaar 2002 haalde de bijbemesting van 60 kg N/ha op de basis van 130 kg N/ha niet eens de zaadopbrengst van de éénmalige gift van 160 kg N/ha (zie Bijlage 1). De bijbemestingen van 30 kg N/ha op een startgift van 160 kg N/ha haalden wel steeds hogere opbrengsten dan de éénmalige giften van 160 kg N/ha. Door de bijbemestingen in het vlagbladstadium werden hogere opbrengsten bereikt dan door de bijbemestingen in het

DC32-stadium.

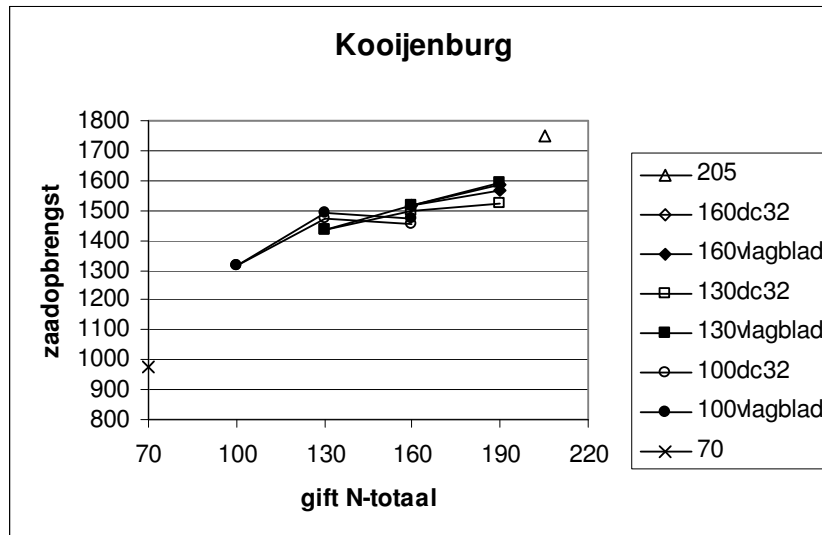
De bijbemesting van 30 kg kalksalpeter gaf dezelfde zaadopbrengst als de bijbemesting van 30 kg stikstof met KAS.

In onderstaande tabel 8 staan de opbrengsten van kleigrond inclusief de oogstjaren van 2000 en 2001 te Lelystad vermeld. De conclusies zijn hetzelfde als bij de proeven van alleen de Rusthoeve. Gedeelde bemesting, waarbij de tweede gift in het vlagbladstadium werd gegeven, gaf een kleine opbrengstverhoging.

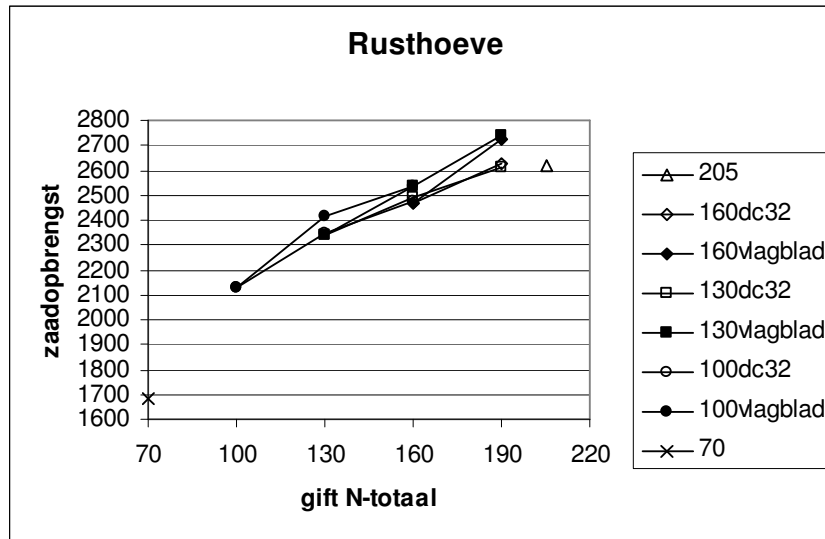
Tabel 8. Effect stikstofbemesting op zaadopbrengst klei inclusief (gemiddelde 5 proeven).

	startgift kg/ha	alleen startgift	vlagblad 60
N2	205	2570 d	
N1	160	2430 c	
N4	100	2070 b	2480 cd
N5	70	1660 a	
chi prob.		<.001	
I.s.d.		90	

Figuur 1. Zaadopbrengsten zandlocatie Kooijenburg, gemiddelde van drie oogstjaren 2002, 2003 en 2005.



Figuur 2. Zaadopbrengsten kleilocatie Rusthoeve, gemiddelde van drie oogstjaren 2002, 2003 en 2005.



4.2 Afvalpercentage

Uit tabel 5 en 6 blijkt dat het afvalpercentage net zoals de zaadopbrengst behalve door bemesting vooral ook door de locatie werd beïnvloed. In tabel 9 zijn de resultaten per locatie weergegeven. Het betreft gemiddelden van drie oogstjaren 2002, 2003 en 2005. Op de kleilocatie Rusthoeve was het verschil tussen de objecten klein en niet significant.

Op de zandlocatie Kooijenburg nam het percentage toe bij hogere stikstofgiften. Het hoge percentage van de N2 werd vooral veroorzaakt door de proef van 2005. Zonder de hoge waarde van 25% in 2005 is het verschil met N11 0,7%. Van de objecten met eenzelfde hoeveelheid totaal toegediende stikstof verschilde het percentage bij een N-totaal gift van 160 kg N/ha maximaal 2%. Het afvalpercentage van de bijbemesting met 60 kg N/ha in vlagbladstadium op de startgift van 130 kg N/ha was met 17,8% wat hoger dan van de andere objecten met eenzelfde stikstofgift. Dit verschil was echter niet significant en werd vooral veroorzaakt door het al eerdere genoemde proefveld van oogst 2005.

Op de locatie Kooijenburg was er een goed verband tussen de zaadopbrengst en het afvalpercentage.

Tabel 9. Effect stikstofbemesting op afvalpercentage voor locaties Kooijenburg en Rusthoeve, gemiddelde van 2002, 2003 en 2005.

	startgift kg/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
<i>Kooijenburg</i>							
N2	205	19.9 h					
N1	160	15.9 efg	16.3 fg		16.3 fg		
N3	130	12.7 ab	15.0 cdef	15.9 efg	16.4 fg	17.8 gh	15.5 def
N4	100	11.8 a	13.7 abcd	13.9 bcde	13.2 abc	15.2 cdef	
N5	70	12.2 ab					
<i>Rusthoeve</i>							
N2	205	13.2					
N1	160	12.4	13.4		13.0		
N3	130	13.2	13.2	13.6	12.3	13.1	13.1
N4	100	12.8	12.7	12.7	12.4	13.2	
N5	70	13.8					
F prob.		<.001					
I.s.d. 5%	binnen proef	2.0					

4.3 Gewasproductie en oogstindex

Voor de eigenschap gewasproductie was ook vooral het bemestingsniveau bepalend voor relevante verschillen (tabel 5 en 6). Er was wel sprake van een significante locatie-interactie en een jaarinteractie naast een drieweginteractie. In tabel 10 zijn de gemiddelde waarden per locatie weergegeven.

De gewasproductie was op de kleilocatie Rusthoeve evenals de zaadproductie veel hoger dan op zandlocatie Kooijenburg.

De oogstindex (tabel 11) was op Rusthoeve ook gunstiger.

Bij de éénmalige giften liep vooral bij Kooijenburg de gewasproductie op bij hogere bemestingsniveau's.

Op Rusthoeve waren de verschillen tussen de N3, N1 en N2 klein. Door de bijbemestingen van 30 en 60 kg N/ha werd de gewasproductie verhoogd. In de meeste gevallen was dit verschil voor beide locaties niet significant.

De verschillen tussen de objecten met dezelfde hoeveelheid N-totaal waren veelal niet significant. Bij de gedeelde giften was vooral bij de hogere N-niveau's de productie van de in het vlagblad toegediende stikstof wat hoger in vergelijking met de objecten die in het DC32 stadium een extra gift hebben gekregen. Deze objecten hadden ook een hogere zaadproductie.

Op beide locaties nam de oogstindex (tabel 11) toe bij hogere basisgiften. De extra giften gaven ook een hogere stikstofindex. Bij dezelfde totale stikstofgift was met name bij Rusthoeve door deling van stikstof enige toename van oogstindex.

Tabel 10. Effect stikstofbemesting op gewasproductie in ton/ha, voor locaties Kooijenburg en Rusthoeve gemiddelde 2002, 2003 en 2005.

	startgift kg/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
<i>Kooijenburg</i>							
N2	205	11.4 f					
N1	160	10.2 cde	10.3 cde		10.3 cde		
N3	130	9.8 cd	9.7 bc	9.7 bcd	10.3 de	10.6 e	10.3 cde
N4	100	9.5 b	10.2 cde	9.7 bc	10.1 bcde	10.0 bcde	
N5	70	7.8 a					
<i>Rusthoeve</i>							
N2	205	15.3 cd					
N1	160	15.1 cd	15.2 cd		15.7 d		
N3	130	15.0 c	15.1 cd	14.9 c	15.1 cd	15.7 d	15.3 cd
N4	100	14.2 b	14.8 bc	15.2 cd	14.8 bc	15.2 cd	
N5	70	12.1 a					
F prob.		0.018					
I.s.d. 5%	binnen proef	0.6					

Tabel 11. Effect stikstofbemesting op oogstindex (zaad/gewasproductie x 100), voor locaties Kooijenburg en Rusthoeve, gemiddelde 2002, 2003 en 2005.

	startgift kg/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
<i>Kooijenburg</i>							
N2	205	15.4					
N1	160	14.8	15.4		15.2		
N3	130	14.6	15.4	15.7	14.6	15.0	14.6
N4	100	13.8	14.5	15.0	14.8	14.6	
N5	70	12.5					
<i>Rusthoeve</i>							
N2	205	17.2					
N1	160	16.3	17.3		17.3		
N3	130	15.6	16.5	17.5	16.8	17.5	16.7
N4	100	14.9	15.9	16.3	16.3	16.7	
N5	70	13.9					

4.4 Legering

Een nadeel van een te hoge beschikbaarheid van stikstof is een te vroege legering. In de proeven van 2000 en 2001 legerde het gewas van het object met de gedeelde bemesting later en minder dan van de éénmalige giften. In tabel 12 en figuur 3 is de legering van vlak voor de bloei gemiddeld over de proefvelden van 2002 t/m 2005 weergegeven. Er was geen sprake van een significante locatie dan wel jaarinteractie (tabel 5).

Het bemestingsniveau's had zoals verwacht een sterke invloed om de mate van legering. Door de bijbemestingen en daardoor een hogere beschikbaarheid aan stikstof werd de legering versterkt.

Het meest interessant is de vergelijking tussen de objecten met eenzelfde hoeveelheid toegediende stikstof.

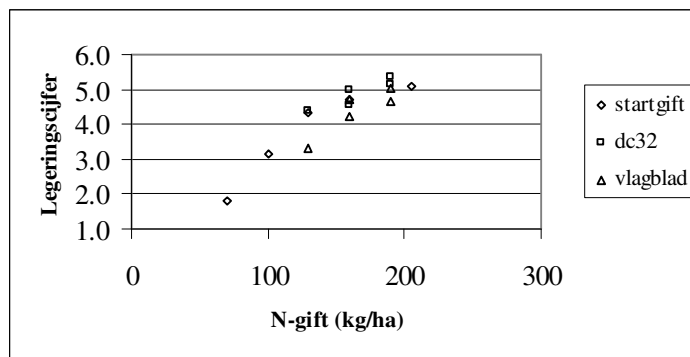
De objecten met een gedeelde bemesting in het DC32-stadium vertoonden een legering die vergelijkbaar of wat sterker was dan de objecten met een éénmalige bemesting. De legering van de in het vlagbladstadium bijbemeste objecten was omstreeks half juni gelijk of minder sterk in vergelijking met éénmalige giften. Bij lagere bemestingsniveau's waren de verschillen tussen de momenten van bijbemesting groter dan bij hogere bemestingsniveau's.

De mate van legering was op de locatie Kooijenburg minder sterk dan op Rusthoeve. Zo was de legering van object N11 bij Kooijenburg gemiddeld 3,8 en bij Rusthoeve 5,3. Tussen de locaties bestond een groot verschil in gewasproductie, waarbij op Kooijenburg minder gewasmasa voorkwam. Daarnaast kan de werking van de groeiregulator Moddus en de hogere dosering op Kooijenburg in 2005 een rol hebben gespeeld.

Tabel 12. Effect stikstofbemesting op legering voor de volle bloei; omstreeks half juni, proeven oogstjaren 2002, 2003 en 2005, gemiddelde van Kooijenburg en Rusthoeve.

	startgift kg/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	5.1 ef					
N1	160	4.7 cdef	5.1 f		5.0 def		
N3	130	4.3 c	4.6 cde	5.4 f	4.7 cdef	4.6 cde	4.6 cde
N4	100	3.1 b	4.4 cd	5.0 def	3.3 b	4.2 c	
N5	70	1.8 a					

Figuur 3. Legering voor de volle bloei; omstreeks half juni, proeven oogstjaren 2002, 2003 en 2005, gemiddelde van Kooijenburg en Rusthoeve.



4.5 Aardichtheid en zaadopbrengst per aar

Uit tabel 5 bleek er voor de parameter aardichtheid een significante locatie-interactie te zijn. In tabel 13 zijn van de waargenomen objecten de resultaten per locatie/grondsoort vermeld.

De aardichtheid was op Rusthoeve beduidend hoger dan op Kooijenburg. Dit zou kunnen samenhangen met een vroegere zaaitijd op de Rusthoeve en een vlottere voorjaarsontwikkeling.

Op de zandlocatie Kooijenburg was de aardichtheid van het object met de éénmalige bemesting volgens advies opvallend lager dan van de overige objecten met dus een lagere bemesting of een gedeelde gift. De verschillen waren overigens niet significant. De gedeelde bemesting gaf op Kooijenburg geen lagere aardichtheid.

Op de kleilocatie had het object met bemesting volgens advies een significant hogere dichtheid dan de objecten met een lagere startbemesting. Door de gedeelde bemesting, waarbij dus dezelfde totale hoeveelheid N werd toegediend, werd deze dichtheid niet gehaald. Dit komt overeen met de verwachting dat stikstof de aaraanleg stimuleert. Het effect op de zaadopbrengst was wel minder groot dan het verschil in aardichtheid aangaf. De objecten met de bijbemestingen in vlagbladstadium van de Rusthoeve hadden bijvoorbeeld een hogere zaadopbrengst dan de éénmalige gift van 160 kg N/ha. Het verband tussen de aardichtheid en de zaadopbrengst is dan ook niet sterk. De wat geringere aardichtheid bij de gedeelde bemesting werd ruimschoots gecompenseerd door een hogere zaadopbrengst per aar (tabel 14). Vermoedelijk verliep de zaadvulling door de geringere legering bij deling van de stikstofgift gunstiger.

Tabel 13. Effect stikstofbemesting op aardichtheid in aantal per m², voor locaties Kooijenburg en Rusthoeve gemiddelde van 2002, 2003 en 2005.

		startgift kg/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60
Kooijenburg	N1	160	1250 a				
	N3	130	1425 a	1335 a		1350 a	
	N4	100	1385 a		1255 a		1265 a
Rusthoeve	N1	160	1755 c				
	N3	130	1535 ab	1375 a		1580 bc	
	N4	100	1530 ab		1530 ab		1520 ab
	F prob.		0.047				
Binnen proef	I.s.d. 5%		200				

Tabel 14. Effect stikstofbemesting op de zaadopbrengst per aar (mg/aar), voor locaties Kooijenburg en Rusthoeve gemiddelde van 2002, 2003 en 2005.

		startgift kg/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60
Kooijenburg	N1	160	122				
	N3	130	101	112		112	
	N4	100	95		116		116
Rusthoeve	N1	160	141				
	N3	130	152	181		161	
	N4	100	140		162		167

5 Discussie en conclusies

Algemeen

Het onderzoek beslaat veel proeven in diverse jaren. De weersomstandigheden waren in de meeste jaren gunstig wat betreft bloei en legering, zeker in de belangrijke maand juni. Er is geen extreem vroege legering geweest en er is geen doorwas waargenomen. Dit in tegenstelling tot het onderzoek van Willem Meijer, waar geen groeiregulatie werd toegepast en de tweede stikstofgift pas werd gegeven toen het gewas al in aar was (Meijer 1986).

In de proeven heeft steeds het tetraploïde ras Elgon gelegen. In hoeverre deze resultaten representatief zijn voor andere typen en rassen is niet bekend.

Bij het starten van het onderzoek was vanuit de graszaadfirma's het advies om Elgon met maximaal 130 kg N/ha te bemesten. Uit de proeven bleek dat bij hogere giften beduidend hogere opbrengsten konden worden gehaald. Het gevolg van de gekozen N-trappen en bijbemestingsniveau's was dat er in de meeste proeven geen opbrengstoptimum kon worden vastgesteld. Het object met een bemesting van 45 kg N/ha boven het toen geldende oude algemene advies gaf veelal de hoogste opbrengst. De tweede giften van 30 en 60 kg N/ha gaven dan ook in alle gevallen hogere opbrengsten te zien. Het bemestingsadvies is kortgeleden mede op basis van dit onderzoek verhoogd naar het algemene advies van 195 minus N_{min} en specifiek voor tetraploïde rassen naar 205 – N_{min}.

Kooijenburg

Uit de resultaten van de drie op Kooijenburg uitgevoerde proeven blijkt er geen positief effect van stikstofdeling op de zaadopbrengst. Wel was de kans op vroege legering wat kleiner. Een belangrijk discussiepunt is het gebruik van Moddus. In de praktijk wordt op zandgrond zeker bij de teelt van grasveldtypen geen Moddus gebruikt i.v.m. een verhoogde ziektedruk. De kans op legering is dan wel een stuk groter en daarmee kan er een positief effect van stikstofdeling uitgaan. In de uitgevoerde proeven is een tetraploïd ras gezaaid, waarbij de toepassing van Moddus goed heeft uitgepakt. In het oogstjaar 2002 is geen Moddus toegepast en waren de zaadopbrengsten van de gedeelde objecten tot 90 kg zaad/ha hoger dan van éénmalige giften met dezelfde hoeveelheid toegediende stikstof. In de daaropvolgende oogstjaren was er met gebruik van Moddus weinig verschil in zaadopbrengst tussen éénmalige en gedeelde giften. Het opbrengstniveau was in alle drie de jaren ongeveer gelijk. Gemiddeld over de drie oogstjaren had de combinatie van een startgift van 130 kg N/ha met een bijbemesting van 30 kg N/ha dezelfde zaadopbrengst als een éénmalige gift van 160 kg N/ha.

Rusthoeve

De resultaten van de op kleigrond geoogst proeven laten wel een positief effect van stikstofdeling zien op de zaadopbrengst. Vooral de bijbemestingen in het vlagbladstadium hadden een gunstige invloed op de zaadopbrengst. Ook hier lijkt het erop dat de toepassing van Moddus een rol heeft gespeeld. In het oogstjaar 2002 met een hoge Moddusdosering van 1 L/ha was er geen positief effect van deling en in het de oogstjaren 2003 (0,8 L/ha) en vooral 2005 (0,5 L/ha) wel. Vooral in het oogstjaar 2005 was de legering tijdens de bloei van de gedeelde bemesting (in vlagbladstadium) minder. De lage dosering Moddus kan de reden voor optreden van de verschillen in legering zijn.

Aanpassing bemestingsadvies

Op kleigrond heeft bij tetraploïde rassen met toepassing van Moddus deling van stikstof een positief effect op de zaadopbrengst. Een tweede gift in het vlagbladstadium van 30 of 60 kg N/ha geeft de hoogste zaadopbrengst. Op zandgrond heeft met toepassing van Moddus deling van stikstof bij tetraploïde rassen geen positief effect op de zaadopbrengst.

Onderzoeksvragen

Uit de proeven is niet te concluderen of bij andere typen deling van stikstof zinvol is. Zeker als er geen Moddus wordt toegepast kunnen de resultaten anders uitpakken. Vervolgonderzoek bij het meest geteelde grasveldtype lijkt zinvol. Wel of niet toepassen van Moddus zou als variabele kunnen worden meegenomen. In het uitgevoerde Moddusonderzoek werd wel een verhoogde stikstofhoeveelheid beproefd, maar werd deze stikstof ongedeeld toegepast. (Borm et al. 2004).

Literatuur

- Borm, G.E.L. en J.R. v.d. Schoot, (2001). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2000. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146218, 37 p.
- Borm, G.E.L. en J.R. v.d. Schoot, (2003). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2001. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146218, 41 p.
- Borm, G.E.L. en J.R. v.d. Schoot, (2004). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2002. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 1146218, 41 p.
- Borm, G.E.L., R. Kassies en A.C. Wever, (2004). Toepassing Moddus in graszaadgewassen, zaadoogst 2002 en verwerking over jaren. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146716, 131p.
- Meijer, W.J.M., 1986. De stikstofbemesting van zaadteeltgewassen Engels raaigras, veldbeemd en roodzwenk. PAGV verslag nr. 55.
- Schoot, J.R. v.d. en G.E.L. Borm, (2004). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2003. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146218, 50 p.
- Schoot, J.R. v.d. en G.E.L. Borm, (2005). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2004 en verwerking over jaren. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146218, 33 p.
- Schoot, J.R. v.d. en G.E.L. Borm, (2006). Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2005. Projectrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr. 5146218, 37 p.

Bijlage 1. Zaadopbrengsten per proef

Tabel 1. **Zaadopbrengst PAV0642 Lelystad 2000**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	vlagblad 60
N2	205	2400 d	
N1	160	2250 cd	
N3/4	115	1800 b	
N4	100		2170 c
N5	70	1500 a	
F prob.		< 0.001	
I.s.d. 5%		190	

Tabel 2. **Zaadopbrengst AGV3172 Lelystad 2001**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	vlagblad 45
N2	195	2610 c	
N1	150	2490 c	
N3/4	105	2180 b	2630 c
N5	70	1710 a	
F prob.		< 0.001	
I.s.d. 5%		180	

Tabel 3. **Zaadopbrengst KB1191 Kooijenburg 2002**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	1740 e					
N1	160	1440 cd	1550 cde		1595 de		
N3	130	1380 bc	1480 cde	1510 cd	1500 cd	1610 de	1400 bc
N4	100	1240 bc	1380 bc	1530 cd	1510 cd	1380 bc	
N5	70	910 a					
F prob.		< 0.001					
I.s.d. 5%		190					

Tabel 4. **Zaadopbrengst RH0206 Rusthoeve 2002**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	2570 efg					
N1	160	2490 efg	2520 efg		2620 g		
N3	130	2310 bcd	2390 cdef	2450 cdefg	2390 cdef	2470 defg	2310 bcd
N4	100	2140 b	2350 cde	2290 bcd	2270 bc	2310 bcd	
N5	70	1890 a					
F prob.		< 0.001					
I.s.d. 5%		180					

Tabel 5. **Zaadopbrengst KB1208 Kooijenburg 2003**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	2570 efg					
N1	160	2490 efg	2520 efg		2620 g		
N3	130	2310 bcd	2390 cdef	2450 cdefg	2390 cdef	2470 defg	2310 bcd
N4	100	2140 b	2350 cde	2290 bcd	2270 bc	2310 bcd	
N5	70	1890 a					
F prob.		< 0.001					
I.s.d. 5%		180					

	startgift kg N/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	1780 e					
N1	160	1600 cde	1690 de		1590 bcde		
N3	130	1510 bcd	1540 bcd	1570 bcd	1520 bcd	1550 bcd	1600 cde
N4	100	1440 bcd	1640 cde	1390 b	1510 bcd	1570 bcd	
N5	70	1030 a					
F prob.		< 0.001					
I.s.d. 5%		210					

Tabel 6. **Zaadopbrengst RH0303 Rusthoeve 2003**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	2960 ef					
N1	160	2780 cde	2880 def		2920 def		
N3	130	2610 bc	2760 cde	2800 cdef	2930 def	3010 f	2890 def
N4	100	2450 b	2630 bc	2720 cd	2790 cde	3010 f	
N5	70	1970 a					
F prob.		< 0.001					
I.s.d. 5%		210					

Tabel 7. **Zaadopbrengst KB1239 Kooijenburg 2005**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	1730 e					
N1	160	1510 cd	1530 cd		1520 cd		
N3	130	1430 bcd	1470 cd	1500 cd	1520 cd	1610 de	1510 cd
N4	100	1260 bcd	1400 bc	1450 bcd	1470 cd	1460 cd	
N5	70	1000 a					
F prob.		<.001					
I.s.d. 5%		200					

Tabel 8. **Zaadopbrengst RH0503 Rusthoeve 2005**

	startgift kg N/ha	alleen startgift	DC32 30	DC32 60	vlagblad 30	vlagblad 60	vlagblad 30 KS
N2	205	2330 ef					
N1	160	2120 cde	2470 fg		2620 gh		
N3	130	2100 cd	2330 ef	2580 gh	2300 def	2740 h	2470 fg
N4	100	1780 b	2060 c	2420 fg	2190 cde	2300 def	
N5	70	1180 a					
F prob.		<.001					
I.s.d. 5%		210					