

Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras

Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2004

ing. J.R. van der Schoot en ir. G.E.L. Borm

© 2005 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:



HOOFDPRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Hoofdproductschap akkerbouw

Postbus 29739

2502 LS Den Haag

Projectnummer: 510251

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

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING.....	7
2 PROEFOPZET EN UITVOERING.....	9
2.1 Proefopzet.....	9
2.2 Bemesting en proefuitvoering.....	9
2.2.1 Bodemanalyse en S-leverend vermogen.....	9
2.2.2 Bemesting.....	10
2.2.3 Beluchten.....	10
2.2.4 Waarnemingen.....	11
2.2.5 Statistische verwerking.....	11
3 RESULTATEN 1 ^E JAARSPROEF.....	13
3.1 Algemeen.....	13
3.2 Gewaswaarnemingen.....	13
3.3 Zaadopbrengst.....	15
4 RESULTATEN 2 ^E JAARS PROEF KW0418.....	17
4.1 Algemeen.....	17
4.2 Gewaswaarnemingen.....	17
4.3 Zaadopbrengst.....	19
5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES.....	21
6 LITERATUUR.....	23

Samenvatting

Vanwege de teruglopende depositie van zwavel en het positieve effect van zwavelbemesting op o.a. wintertarwe zijn in 2004 in Engels raaigras twee graszaadproeven met zwavelbemesting uitgevoerd op een lichte zavelgrond in Noord Nederland. In de proeven zijn een aantal niveaus van zwavelbemesting toegediend. Tevens is het effect van het opheffen van bodemverdichting in 2^e-jaarsgewassen onderzocht. De effecten op de gewasontwikkeling en de zaadproductie zijn gevolgd.

Op basis van de twee uitgevoerde proeven, waarbij in ogenschouw moet worden genomen dat ze in 1 jaar op 1 locatie zijn gebaseerd, zijn een aantal conclusies te trekken.

Zwaveltekort gaf een tragere beginontwikkeling en had een negatief effect op de aarvorming bij het 1^e-jaars gewas. Een gift van 20 kg S/ha had een duidelijk positief effect op de zaadopbrengst. Bij een voldoende beschikbaarheid van zwavel is de zwavelafvoer met graszaad 16-18 kg S/ha. De zwavelbehoefte was maximaal 50 kg S/ha. Een tekort aan zwavel had geen invloed op de N-opname.

Beluchting met Vertidrain had in het 2^e jaarsgewas geen positief effect op de zaadopbrengst

1 Inleiding

De depositie van zwavel is de laatste decennia sterk teruggelopen als gevolg van milieumaatregelen. Met name op lichte gronden veraf gelegen van industriegebieden is in een aantal gevoelige gewassen (o.a. wintertarwe) zwavelgebrek geconstateerd. Een zwavelbemesting leidde bij deze gewassen in een dergelijke situatie tot een duidelijke stijging van de opbrengst.

Bij graszaadgewassen, met name bij de percelen die voor een tweede of latere zaadoogst worden aangehouden, bestaat de indruk dat mogelijk als gevolg van zwavelgebrek de begingroei in het voorjaar sterk vertraagd op gang komt. Bij gewassen voor de tweede zaadoogst zou daarnaast de verdichting van de grond de oorzaak kunnen zijn van deze trage beginontwikkeling in het voorjaar. Circa een derde tot de helft van het areaal van zaadgewassen van Engels raaigras wordt op lichte grond (lichte zavel, zand- en dalgrond) geteeld.

De doelstelling van het onderzoek is dat er zicht ontstaat op de opname van zwavel door graszaadgewassen bij een verschillende voorziening met dit element en op de consequenties die dit heeft voor de zaadopbrengst en kwaliteit van het geoogste product.

Daarenboven wordt bij tweedejaarsgewassen duidelijk in hoeverre door beluchting van de wortelzone in het voorjaar de groei en ontwikkeling kan worden bevorderd en wat de consequenties zijn voor de zaadopbrengst en kwaliteit van het geoogste zaad.

Het onderzoek is beperkt tot de, qua areaal, grootste soort namelijk Engels raaigras.

Omdat in Noord Nederland de grootste effecten zijn te verwachten zijn als eerste verkenning op een lichte zavelgrond op een 1^e- en een 2^e-jaars perceel proeven aangelegd.

In dit verslag staat in hoofdstuk 2 informatie over de proefopzet, proefuitvoering en bemesting en wordt ingegaan op het S-leverend vermogen. De resultaten van de 1^e jaars en de 2^e jaars proef worden besproken in respectievelijk hoofdstuk 3 en 4. De effecten van het beluchten worden ook behandeld in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de resultaten bediscussieerd en vergeleken met zwavelonderzoek naar andere gewassen.

2 Proefopzet en uitvoering

2.1 Proefopzet

In samenwerking met proefboerderij Kollumerwaard zijn in het voorjaar van 2004 twee proeven aangelegd op een eerste- en tweedejaars praktijkperceel nabij Eenrum. De perceels- en teeltgegevens zijn vermeld in bijlage 2. Er is gezocht naar percelen op een lichte zavelgrond ingezaaid met een grasveldtype, omdat daar de grootste effecten werden verwacht.

De proeven werden aangelegd als een gewarde blokkenproef met in de 1^e jaarsproef (tabel 1) als enige factor de zwavelbemesting en in de 2^e jaarsproef (tabel 2) tevens beluchting met een Vertidrain op de objecten die volledig met kalkammonsalpeter en ammoniumsulfaatsalpeter waren bemest. De stikstofgift is voor alle objecten gelijk gehouden. Het ras Sabor (sportveldtype) was op beide proeven gelijk

Tabel 1. **Onderzochte objecten 2004 1^e-jaars proef KW0417.**

Object	Omschrijving
S0	volledig kalkammonsalpeter
S1	$\frac{3}{4}$ kalkammonsalpeter – $\frac{1}{4}$ ammoniumsulfaatsalpeter
S2	$\frac{1}{2}$ kalkammonsalpeter – $\frac{1}{2}$ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	volledig ammoniumsulfaatsalpeter

Tabel 2. **Onderzochte objecten oogst 2004 2^e-jaars proef KW0418.**

Object	Omschrijving
S0	volledig kalkammonsalpeter
S1	$\frac{3}{4}$ kalkammonsalpeter – $\frac{1}{4}$ ammoniumsulfaatsalpeter
S2	$\frac{1}{2}$ kalkammonsalpeter – $\frac{1}{2}$ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	volledig ammoniumsulfaatsalpeter
B0	Niet beluchten
B1	Wel beluchten

2.2 Bemesting en proefuitvoering

2.2.1 Bodemanalyse en S-leverend vermogen

De belangrijkste uitslagen van de bodemanalyse d.d. 25 februari 2004 staan in tabel 3 en 4. Het S-leverend vermogen van de bodemlaag 0-30 cm zoals dat sinds kort standaard door het Blgg wordt geanalyseerd was 5 en 4 kg S/ha voor respectievelijk het 1^e-jaars en het 2^e-jaars perceel. Dit getal geeft de hoeveelheid zwavel weer welke gedurende het groeiseizoen door mineralisatie vrij komt. Daarnaast krijgt het gewas ook zwavel aangevoerd via depositie en grondwater (capillaire opstijging). De depositie is in Noord-Nederland gezakt onder de 10 kg S/ha. De S-aanvoer geeft de inschatting van het Blgg van het totaal van de drie aanvoerposten weer. Naast de opname door het gewas kan het element vooral op lichte gronden ook uitspoelen.

De grond van het 1^e-jaarsperceel was wat zwaarder dan het 2^e-jaarsperceel. Opvallend was daarnaast het voor deze grond erg hoge Pw-getal. Zonder een hoge inzet van drijfmest was dit niet verwacht. De analyse van fosfaat in kalkrijke bodems schijnt wel vaker deze hoge waarden op te leveren.

Tabel 3. Bodemanalyse KW0417 (1^e-jaars).

KW0417	laag	NO3-N	NH4-N	mg S/kg	S-lev.verm.	S-aanvoer	Pw	K-getal	lutum
25-02-04	0-30	1,2	0,8	262	5	33	99	23	14
25-02-04	30-60	2,1	0,2		3		22	18	20
25-02-04	60-90	4,1	0,1		2		2	14	20

Tabel 4. Bodemanalyse KW0418 (2^e-jaars)

KW0418	laag	NO3-N	NH4-N	mg S/kg	S-lev.verm.	S-aanvoer	Pw	K-getal	lutum
25-02-04	0-30	1,3	0,7	191	4	32	69	23	12
25-02-04	30-60	0,5	0		2		31	12	11
25-02-04	60-90	0	0		1		12	11	6

2.2.2 Bemesting

De hoeveelheid stikstof en zwavel is in maart éénmalig keer gegeven door kalkammonsalpeter en ammoniumsulfaatsalpeter in verschillende verhoudingen te mengen (zie tabel 1 en 2). Kalkammonsalpeter bevat 27% stikstof en 0% sulfaat, ammoniumsulfaatsalpeter bevat 26% stikstof en 35% sulfaat. Bij een gewenste gift van b.v. 135 kg N/ha is 500 kg KAS/ha nodig of 520 kg ASS. Voor het S2-object 250 kg KAS/ha gecombineerd met 260 kg ASS/ha.

De voorraad minerale stikstof in de bodem bedroeg van het 1^e jaars perceel in de laag 0-90 cm 51 kg N/ha, waarmee het N-advies op 134 kg N/ha uitkwam. De per object gegeven zwavelbemesting is in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5. Bemesting 1^e jaarsproef KW0417.

Object	S03-gift in kg/ha	S-gift in kg/ha	N-gift in kg/ha	Omschrijving
S0	0	0	134	volledig kalkammonsalpeter
S1	45	18	134	¾ kalkammonsalpeter – ¼ ammoniumsulfaatsalpeter
S2	90	36	134	½ kalkammonsalpeter – ½ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	181	72	134	volledig ammoniumsulfaatsalpeter

Het 2^e jaars perceel had een bodemvoorraad van 15 kg N/ha. Uitgegaan is van de vaste adviesgift van 160 kg N/ha. De per object gegeven zwavelbemesting is in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6. Bemesting 2^e jaarsproef KW0418.

Object	S03-gift in kg/ha	S-gift in kg/ha	N-gift in kg/ha	Omschrijving
S0	0	0	160	volledig kalkammonsalpeter
S1	54	22	160	¾ kalkammonsalpeter – ¼ ammoniumsulfaatsalpeter
S2	108	43	160	½ kalkammonsalpeter – ½ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	215	86	160	volledig ammoniumsulfaatsalpeter

2.2.3 Beluchten

De objecten S0 en S4 zijn in het 2^e jaars perceel in het voorjaar bewerkt met een Vertidrain. Een Vertidrain is een machine die veel gebruikt wordt op sportvelden om de door de bespeling ontstane verdichting op te heffen. De gebruikte machine drukt pennen met een doorsnee van 1,5 cm in een verband van ca 13 bij 15 cm ca 32 cm diep in de grond. Er wordt een kracht uitgeoefend waardoor de pennen onderin naar achteren worden getrokken en de grond wordt opgetild. Het door de pen geprikte gat blijft bovenin met ca 2 bij 5 cm klein.

2.2.4 Waarnemingen

Aan de veldproef zijn diverse waarnemingen verricht. De ontwikkeling van het gewas is gevolgd, waarbij is gekeken naar ontwikkeling, kleur, grondbedekking en legering. In de tabellen betekent een hoger cijfer een betere ontwikkeling, een betere grondbedekking, een donkergroene kleur en meer legering.

De symptomen van zwavelgebrek lijken veel op stikstofgebrek omdat beide elementen nodig zijn voor de aanmaak van eiwitten. In beide gevallen krijgt het blad een lichtgroene kleur, maar stikstoftekort is vaak wel van zwaveltekort te onderscheiden. Stikstoftekort treedt namelijk het eerst op in de oude bladeren en zwaveltekort in de jonge bladeren. Deze gebreksverschijnselen zijn vrij algemeen voor alle gewassen (Paauw, 2002).

In twee gewasstadia zijn monsters uitgesneden om in mengmonsters het S- en N-gehalte te bepalen. In het vlagbladstadium is daarbij tevens de bovengrondse productie van 0,25 m² bepaald om de S- en N-opname vast te kunnen stellen.

Vlak voor de eindoogst is in de bruto rand een kwart m² uitgesneden waaraan het aantal aren, de halmlengte en de drogestofproductie zijn bepaald. Aan uitgesneden halmmonsters is het S- en N-gehalte bepaald. Van de eindoogst zijn de stro- en zaadopbrengst, het schoningspercentage, de kiemkracht en het duizendkorrelgewicht bepaald.

2.2.5 Statistische verwerking

De waarnemingen zijn verwerkt met het statistische programma Genstat. Naast de Fprob waarde is de l.s.d.(0,05)-waarde vermeld. De resultaten zijn betrouwbaar verschillend bij een F prob. waarde van <0,1. Met letters is aangegeven welke objecten betrouwbaar van elkaar verschillen.

3 Resultaten 1^e jaarsproef

3.1 Algemeen

Het gewas stond er in het voorjaar van 2004 goed bij. In april kwam er vrij veel kamille en wat kruiskruid voor, waartegen is gespoten. Half mei begon het gewas te strekken. Wegens de droogte in april en mei zaten er veel scheuren in de grond. De proef is begin augustus onder goede omstandigheden geoogst.

3.2 Gewaswaarnemingen

De bemesting met stikstof en zwavel is half maart toegediend. Half april waren er al verschillen in ontwikkeling en kleur als gevolg van verschillen in bemesting te zien (tabel 7). Het S0 object zonder zwavelbemesting was duidelijk trager, lichter van kleur en had een mindere grondbedekking. De andere objecten verschilden nauwelijks van elkaar. Het S-gehalte nam toe bij een hogere zwavelgift. De objecten verschilden nauwelijks in het N-gehalte.

Tabel 7. Gewaswaarnemingen en S- en N-gehalten KW0417 op 19 april 2004.

Object	S-gift in kg/ha	ontwikkeling	kleur	grondbedekking	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg
S0	0	6,5 a	7,0 a	66 a	2,1	47,1
S1	18	7,3 b	7,9 b	75 b	4,9	46,0
S2	36	7,3 b	7,8 b	76 b	5,5	43,5
S4	72	7,6 c	8,1 b	76 b	5,8	46,9
F prob.		< 0.001	< 0.001	0.003		
I.s.d. 5%		0,3	0,4	5		

Een maand later waren de verschillen tussen het object zonder zwavelbemesting en de objecten met zwavelbemesting nog steeds goed zichtbaar (tabel 8). Ook de bovengrondse productie van S0 was, hoewel niet significant, lager (tabel 9). Het S-gehalte nam toe bij hogere zwavelgiften en daarmee ook de S-opname. Het N-gehalte van het S0-object was hoger, wat te verklaren is door de lagere productie. De N-opname tussen de objecten was mede daardoor dan ook niet significant verschillend.

Tabel 8. Gewaswaarnemingen KW0417 op 13 en 24 mei 2004.

Object	S-gift in kg/ha	grondbedekking (%) op 13 mei	ontwikkeling op 24 mei	kleur op 24 mei
S0	0	85 a	5,5 a	6,0 a
S1	18	92 bc	7,8 b	7,0 b
S2	36	89 b	6,9 b	6,3 a
S4	72	94 c	7,8 b	7,3 b
F prob.		0.005	0.005	< 0.001
I.s.d. 5%		4	1,1	0,5

Tabel 9. **Drogestofproductie en S- en N-opname KW0417 op 24 mei 2004 (vlagbladstadium).**

Object	S-gift in kg/ha	dsopbrengst in ton/ha	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg	S-opname in kg/ha	N-opname in kg/ha
S0	0	5,7	1,7	22,2	10 a	128
S1	18	7,1	2,1	19,4	15 b	137
S2	36	7,4	2,6	18,6	19 c	137
S4	72	7,1	2,4	18,6	17 bc	133
F prob.		0.252			0.002	0.920
I.s.d. 5%		1,9			4	38

Begin juli (tabel 10) waren de verschillen in gewasontwikkeling klein, de verschillen in grondbedekking nog steeds significant en was het S0-object minder geleverd. Het object met de hoogste zwavelgift (S4) vertoonde de meeste legering. Dit kwam overeen met de zwaarte van het gewas en de eerdere waarnemingen.

Tabel 10. **Gewaswaarnemingen KW0417 op 7 juli 2004.**

Object	S-gift in kg/ha	ontwikkeling	grondbedekking	legering
S0	0	7,3	85 a	7,0 a
S1	18	7,8	94 b	7,5 abc
S2	36	7,3	90 b	7,3 ab
S4	72	7,8	94 b	8,0 c
F prob.		0.436	0.008	0.041
I.s.d. 5%		0,9	5	0,7

De drogestofopbrengst gemeten 4 dagen voor de eindogst was van de S0 beduidend lager dan van de overige objecten (tabel 11). Het S-gehalte en de S-opname namen toe bij hogere S-giften, maar de variatie tussen de objecten was vrij groot. Het S-gehalte en daarmee ook de S-opname van de S4 was significant hoger dan de objecten met een lagere S-bemesting. Het N-gehalte en de N-opname liepen bij de objecten met een S-bemesting (S1, S2 en S4) op bij hogere giften. In deze proef lijkt er dus een verband tussen de S-bemesting en de N-opname te zijn. De S0 zonder zwavelbemesting had echter een opvallend hoge N-opname. Een hoger gehalte was gezien de lagere drogestofproductie te verwachten, maar de relatief hoge N-opname is onverklaarbaar.

De S- en N-opname van de meest objecten was eind mei (zie tabel 9) gelijk of iets lager dan vlak voor de eindogst. In juni en juli lijkt dus nog maar weinig S en N te zijn opgenomen. De opname van het object met de hoogst zwavelbemesting (S4) was eind juli wel beduidend hoger dan eind mei.

Tabel 11. **Drogestofopbrengst, gehalten en opname oogst KW0417 30 juli 2004.**

Object	S-gift in kg/ha	dsopbrengst in ton/ha	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg	S-opname in kg/ha	N-opname in kg/ha
S0	0	11,5	1,28 a	11,9	14 a	134
S1	18	13,4	1,33 a	9,0	18 b	119
S2	36	12,7	1,50 a	10,3	19 b	130
S4	72	13,4	1,78 b	11,9	24 c	160
F prob.		0.360	0.005	0.132	0.006	0.131
I.s.d. 5%		2,6	0,24	2,9	4	35

In tabel 12 staan de halmlengte en de aardichtheid zoals vastgesteld aan een uitgesneden 0,25 m². In halmlengte zat geen verschil tussen de objecten. Het object zonder S-gift had een niet significante lagere aardichtheid. De verschillen in kiemkracht en duizendkorrelgewicht waren klein.

Tabel 12. Halmlengte, aardichtheid, kiemkracht en duizendkorrelgewicht KW0417 oogst 2004.

Object	S-gift in kg/ha	halmlengte in cm	aantal aren/m ²	kiemkracht (%)	duizenkorrelgewicht
S0	0	82	2770	89	1,33
S1	18	82	3125	87	1,35
S2	36	82	3030	90	1,39
S4	72	82	3120	87	1,35
F prob.		1.000	0.590		
I.s.d. 5%		9	650		

3.3 Zaadopbrengst

De zaadopbrengst (schoon zaad) is weergegeven in tabel 13. De verschillen in zaadopbrengst laten zien dat een bemesting van 18 kg S/ha (45 kg SO₃) een duidelijk positief effect had op de zaadopbrengst. Er was geen verschil in zaadopbrengst tussen de diverse niveau's van zwavelbemesting. Het schoningspercentage was met 86% voor alle objecten gelijk. De hooi- en de gewasopbrengsten namen toe bij een hogere zwavelbemesting, maar waren net als bij de zaadopbrengst niet significant verschillend tussen S1, S2 en S4.

Tabel 13. Zaadopbrengst en gewasopbrengst KW0417 oogst 2004.

Object	S-gift in kg/ha	zaadopbrengst in kg/ha	hooiopbrengst in ton/ha	gewasopbrengst in ton/ha
S0	0	1580 a	8,4 a	10,2 a
S1	18	1800 b	9,2 ab	11,3 b
S2	36	1780 b	9,6 b	11,6 b
S4	72	1820 b	9,7 b	11,8 b
F prob.		0.012	0.039	0.030
I.s.d. 5%		140	0,9	1,0

4 Resultaten 2^e jaars proef KW0418

4.1 Algemeen

Er had geen opslagbestrijding plaats gevonden. De beoordelingen in ontwikkeling en kleur werden hierdoor wat bemoeilijkt. Door de voortdurende droogte in april en mei zaten er veel scheuren in de grond. Half mei begon het gewas te strekken. De proef is begin augustus onder goede omstandigheden geoogst.

4.2 Gewaswaarnemingen

Net als op het 1^e jaars perceel is de S- en N-bemesting half maart toegediend. In tabel 14 staan de gewaswaarnemingen van half april. Het S0 object ontwikkelde zich trager dan de met zwavel bemeste objecten, maar de verschillen waren niet groot. Er waren geen verschillen in gewaskleur waarneembaar. De grondbedekking was mede door de opslag volledig. De gewasontwikkeling werd door het beluchten vertraagd. Het S-gehalte nam toe bij een hogere zwavelgift, waarbij vooral het S0-object een lager gehalte had. De objecten verschilden nauwelijks in N-gehalte.

Tabel 14. Gewaswaarnemingen en S- en N-gehalten KW0418 op 19 april 2004.

Object	S-gift in kg/ha	ontwikkeling	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg
S0	0	7,0 ab	2,6	41,6
S1	22	7,7 bc	4,8	41,1
S2	43	7,7 bc	5,3	44,6
S4	86	8,0 c	5,4	43,6
S0 vertidrain	0	6,5 a	2,7	47,2
S4 vertidrain	86	7,3 bc	5,5	45,0
F prob.		0.034		
I.s.d. 5%		0,9		

Half mei waren de verschillen in ontwikkeling nog steeds aanwezig, maar was de S4 niet beter dan de S1 en S2.

Eind mei bleef het object zonder zwavelbemesting nog steeds achter (niet significant) in ontwikkeling en gewaskleur (tabel 15). De bovengrondse gewasproductie was significant lager (tabel 16). Van de met zwavel bemeste objecten was de S2 beter dan de S1 en opvallend genoeg de S4. In gewasproductie bleef de S4 wat achter, maar de S- en N-gehalte waren wel hoger dan de S1 (tabel 16). Door vooral de verschillen in de gehalten was de opname van de S1 ook lager dan van de S2.

Er was geen positief effect van de Vertidrain op de gewasontwikkeling en kleur waarneembaar. De gewasproductie en gehalten bevestigden deze waarnemingen echter niet. De S0 had zelfs een wat hogere productie en N-gehalte.

Tabel 15. Gewaswaarnemingen KW0418 op 24 mei 2004.

Object	S-gift in kg/ha	ontwikkeling	kleur
S0	0	7,0 ab	6,3 ab
S1	22	7,3 bc	6,7 bc
S2	43	8,0 c	7,3 d
S4	86	8,0 c	7,0 cd
S0 vertidrain	0	6,3 a	6,0 a
S4 vertidrain	86	6,7 ab	6,0 a
F prob.		0.010	0.004
I.s.d. 5%		0,9	0,6

Tabel 16. Drogestofproductie en S- en N-opname KW0418 op 24 mei 2004 (vlagbladstadium).

Object	S-gift in kg/ha	dsopbrengst in ton/ha	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg	S-opname in kg/ha	N-opname in kg/ha
S0	0	5,9 a	1,2	17,5	7 a	103 a
S1	22	7,7 b	2,0	16,1	15 b	124 ab
S2	43	8,1 b	2,9	19,0	23 c	154 c
S4	86	7,1 b	3,0	18,7	21 c	132 bc
S0 vertidrain	0	6,9 ab	1,2	18,7	8 a	130 bc
S4 vertidrain	86	6,9 ab	3,0	18,5	21 c	128 bc
F prob.		0.076			< 0.001	0.031
I.s.d. 5%		1,4			3	26

Begin juli waren de eerder waargenomen verschillen in zwavelbemesting tussen de objecten goed zichtbaar (tabel 17). De object S0 had het lichtste en de S2 het zwaarste gewas. De verschillen in legering kwamen daarmee overeen. Het object met de hoogste zwavelgift van 86 kg S/ha bleef dus achter bij het object met 43 kg S/ha. Het beluchten had geen zichtbaar effect meer op het gewas bij de objecten zonder zwavelbemesting. Met zwavelbemesting was door het beluchten het gewas minder goed ontwikkeld.

Tabel 17. Gewaswaarnemingen KW0418 op 7 juli 2004.

Object	S-gift in kg/ha	ontwikkeling	kleur	legering
S0	0	6,3 a	6,0 a	2,3 a
S1	22	7,3 a	7,3 b	4,0 ab
S2	43	8,0 c	7,3 b	6,7 b
S4	86	7,7 bc	7,3 b	4,7 ab
S0 vertidrain	0	6,3 a	6,3 a	2,7 a
S4 vertidrain	86	6,7 ab	6,7 ab	2,7 a
F prob.		0.024	0.045	0.063
I.s.d. 5%		1,1	1,0	3,0

De drogestofopbrengst vlak voor de eind oogst van de S0 was lager dan van de overige objecten en met het lagere S-gehalte was zoals verwacht ook de S-opname lager (tabel 18). De N-opname was wel gelijk omdat de lagere opbrengst werd gecompenseerd door het hogere N-gehalte. De gehalten van de S2 waren lager dan van de overige met zwavel bemeste objecten. Gedurende het groeiseizoen was gewas van het object S2 steeds zwaarder geweest en dat kan een verklaring voor lagere gehalten zijn. Aan de betrouwbaarheid van het erg lage N-gehalte moet echter worden getwijfeld. De S-opname van de met zwavel bemeste objecten was vrijwel gelijk en werd dus niet verhoogd door de niveau's van zwavelbemesting. De objecten met uitzondering van de al eerder genoemde S2 verschilden niet in N-opname. De variatie was overigens groot.

In vergelijking met de gemeten opname eind mei in het vlagbladstadium valt op dat in mei zowel de S- en N-opname veelal hoger was dan bij de eind oogst.

De objectverschillen en volgorde in drogestofopbrengst van de 0,25 m² (tabel 18) weken af van de gewasopbrengsten (hele veldje van 22,5 m²) uit tabel 20. De 0,25 m² zijn met de hand uitgesneden en daarmee korter gemaaid, maar de opbrengsten waren niet hoger. In de 1-jaarsproef was dat wel het geval.

Het lijkt erop dat in deze proef de 0,25 m² niet representatief waren voor het hele veldje.

Tabel 18. **Drogstofopbrengst, gehalten en opname KW0418 30 juli 2004.**

Object	S-gift in kg/ha	dsopbrengst ton/ha	S-gehalte g/kg	N-gehalte g/kg	S-opname kg/ha	N-opname kg/ha
S0	0	9,0	0,87 a	12,7 c	8 a	115 b
S1	22	11,0	1,47 b	10,3 bc	16 c	114 b
S2	43	10,4	1,35 b	8,9 ab	14 bc	95 ab
S4	86	10,6	1,57 b	11,2 bc	16 c	117 b
S0 vertidrain	0	9,2	0,83 a	12,8 c	8 a	119 b
S4 vertidrain	86	9,7	1,20 b	6,5 a	12 b	62 a
F prob.		0.235	0.001	0.006	< 0.001	0.056
I.s.d. 5%		1,9	0,29	2,9	3	39

Het beluchten met Vertidrain had geen effect op de productie, gehalten en opname van zwavel en stikstof in vergelijking met de objecten zonder zwavelbemesting. Het object S4 met beluchten bleef achter in productie, S-gehalte en vooral N-gehalte. Vooral dat laatste is onverklaarbaar.

In tabel 19 staan de halmlengte en de aardichtheid zoals vastgesteld aan een uitgesneden 0,25 m². De halmen van de objecten zonder S-bemesting waren niet significant korter dan van de met S bemeste objecten. Het aantal per m2 was vooral van de S1 een veel hoger. Het effect van zwavelbemesting kwam hieruit niet duidelijk naar voren. De verschillen in kiemkracht waren minimaal. De objecten met de laagste zwavelbemesting S0 en S1 hadden een iets hoger duizendkorrelgewicht.

Tabel 19. **Halmlengte, aardichtheid, kiemkracht en duizendkorrelgewicht KW0418 oogst 2004.**

Object	S-gift in kg/ha	aantal aren/m ²	halmlengte in cm	kiemkracht (%)	duizenkorrelgewicht
S0	0	2300 ab	62	97	1,34
S1	22	3130 c	65	96	1,33
S2	43	2260 a	68	96	1,27
S4	86	2770 abc	66	96	1,28
S0 vertidrain	0	2460 ab	62	95	1,29
S4 vertidrain	86	2410 ab	70	96	1,28
F prob.		0.062	0.312		
I.s.d. 5%		600	9		

4.3 Zaadopbrengst

De zaadopbrengst (schoon zaad) is weergegeven in tabel 20. Het schoningspercentage was gemiddeld 82%. De verschillen in schoningspercentage waren klein. De verschillen in zaadopbrengst tussen de met zwavel bemeste objecten waren gering. Object S2 had overeenkomstig de eerder gedane waarnemingen de hoogste opbrengst, maar het verschil met S1 en S4 was maar respectievelijk 20 en 40 kg zaad per hectare. Ook het object zonder zwavelbemesting had gezien de verschillen in mei een acceptabele zaadopbrengst en bleef ca 100 kg achter bij de andere objecten. Dit verschil was niet significant. De hooi- en gewasopbrengst van S2 was het hoogst en kwam dus wel overeen met de eerdere waarnemingen. Beluchten liet geen positief effect op de zaadproductie zien. De wat lagere zaadopbrengst was overeenkomstig de eerder waargenomen achterblijvende ontwikkeling. In gewasopbrengst waren geen verschillen met de objecten zonder beluchting.

Tabel 20. Zaadopbrengst en gewasopbrengst KW0418 oogst 2004.

Object	S-gift in kg/ha	schonings- percentage	zaadopbrengst kg/ha	hooiopbrengst ton/ha	gewasopbrengst ton/ha
S0	0	82	1220	8,6	10,1
S1	22	83	1320	9,1	10,7
S2	43	81	1340	9,8	11,4
S4	86	82	1300	8,7	10,3
S0 vertidrain	0	81	1180	8,9	10,3
S4 vertidrain	86	83	1220	8,8	10,3
F prob.		0.316	0.291	0.469	0.442
I.s.d. 5%		3	170	1,3	1,5

5 Discussie en conclusies

Effect van zwavelbemesting

Het effect van een zwavelbemesting was al bij de in de proeven laagste gift van ca 20 kg S/ha te zien. Binnen een maand na de toediening bleef het gewas zonder S-bemesting achter in ontwikkeling. Dit verschil bleef tot bij de oogst in stand en was in zowel een minder ontwikkeld gewas, een lichtere kleur groen, een lagere grondbedekking als minder legering zichtbaar. In het 2^e-jaarsperceel waren geen verschillen in grondbedekking waar te nemen omdat geen opslagbestrijding was toegepast.

De zaadopbrengst zonder zwavelbemesting bleef in het 1^e-jaars perceel duidelijk achter met meer dan 200 kg zaad/ha. In de 2^e-jaarsproef was het verschil niet significant, maar de lagere opbrengst van ca 100 kg gaf wel dezelfde richting aan. Het aantal aren was vooral in de 1^e-jaarsproef beduidend lager. Als dit een gevolg is van het zwaveltekort kan het een verklaring voor de lagere zaadopbrengst zijn. In onderzoek bij wintertarwe bleek een zwaveltekort in de periode van stengelstrekking tot bloei de vorming van de aren te beperken (Darwinkel, 2001). De aardichtheid was voor een grasveldtype echter wel op een goed niveau, zodat dit niet waarschijnlijk is.

Ook in het op een aantal momenten gemeten drogestofopbrengst, S-gehalte, en S-opname was het verschil af te lezen. Het N-gehalte was veelal gelijk of hoger in vergelijking met de met zwavel bemeste objecten. Vanwege de mindere gewasgroei was dit ook te verwachten. De N-opname was bij metingen in mei nog lager, maar bij de eindoogst gelijk aan de andere objecten. Een tekort aan zwavel beperkte bij graszaad in deze proeven uiteindelijk niet de N-opname.

De aangebrachte niveau's van zwavelbemesting gaven in het algemeen weinig verschillen te zien. In de 1^e jaarsproef kwam de hoogte van de S-gift alleen duidelijk naar voren in het S-gehalte en daarmee de S-opname. De zaadopbrengsten verschilden weinig. In de 2^e jaarsproef was de stand van het object met de hoogste zwavelbemesting van bijna 90 kg S/ha wel minder dan van het object met de halve gift. Dat zou kunnen duiden op een negatief effect van deze hoge gift.

S- en N-opname

De zwavelopname in de objecten zonder zwavelbemesting was met 14 en 8 kg S/ha in respectievelijk de 1^e jaars en de 2^e jaarsproef laag. In de met zwavel bemeste objecten bedroeg de S-opname 24 tot 16 kg S/ha. Het opnameniveau lag in de 1^e jaarsproef hoger, wat overeenkwam met het verschil in ds-opbrengst. Daarvan was eind mei in het vlagbladstadium in de 1^e jaarsproef al ca 85% in het gewas aanwezig. In de 2^e jaarsproef was de S-opname in het vlagbladstadium hoger dan uiteindelijk bij de eindoogst werd vast gesteld. Ook de stikstofopname was in het vlagbladstadium gelijk of hoger dan bij de eindoogst. In stikstofbemestingsproeven was dat al eerder vast gesteld (van der Schoot en Borm, 2003). Het lijkt dus van belang dat de benodigde hoeveelheid stikstof en zwavel al vroeg in het groeiseizoen beschikbaar is. In tarweproeven is een zwavelopname van 20 tot 30 kg S/ha gemeten (Darwinkel, 2001 en Paauw, 2002). Met hogere zwavelgiften dan voor een optimale opbrengst noodzakelijk was werd vooral het gehalte in het stro verhoogd en niet in de korrel. In het graszaadonderzoek zijn de gehalten in het zaad niet apart bepaald. In vergelijking met een tarweproef in Lauwerszijl was de S-opname met graszaad 80 tot 90% van de S-opname van wintertarwe.

Paauw 2002 stelt op basis van Nutrinorm 2001 de zwavelafvoer met graszaad op 13,3 kg S/ha. Nutrinorm heeft dit in 2005 voor Engels raaigras bijgesteld tot 9 kg S/ha. Vooral dit laatste lijkt aan de lage kant te zijn.

S-advies

De zwavelhoeft van graszaad is door Paauw 2002 ingeschat op 30-50 kg S/ha. De door het Blgg ingeschatte S-aanvoer op beide proefpercelen van 32 kg S/ha bevindt zich hiermee aan de onderkant van dit traject. Een zwavelgift lijkt dus gewenst. Nutrinorm geeft op basis van de bodemanalyse en geschatte opbrengsten voor het 1^e-jaars gewas een advies van 34 kg S/ha en voor het 2^e-jaars gewas een advies van 29 kg S/ha. In de proeven bleek een gift van ca 20 kg S/ha al genoeg voor duidelijke opbrengstverhoging. Hogere S-giften gaven geen meeropbrengst. Een zwavelbehoefte van maximaal 50 kg S/ha lijkt dus een

goede inschatting.

De bemestingsgids Akkerbouw 2004-2005 (Anonymus, 2004) deelt volgens een globale indeling graszaad in met een zwavelbehoefte 100 – 150 kg SO₃/ha wat omgerekend neerkomt op een S-behoefte van 60-80 kg S/ha. Dit lijkt erg hoog.

Beluchting 2^e jaars

Het gebruik van de Vertidrain pakte niet positief uit. De gewasontwikkeling bleef in het begin achter bij de objecten zonder beluchting. Begin juli was er bij de objecten zonder zwavelbemesting geen verschil meer te zien tussen wel en geen beluchting. Bij het object met de hoogste S-bemesting bleef bij beluchting de gewasontwikkeling nog steeds achter.

De zaadopbrengst van de met de Vertidrain behandelde objecten was 40 tot 80 kg zaad per hectare lager. Dit verschil was echter niet significant.

Conclusies (op basis van 2 proeven op 1 locatie in 1 oogstjaar)

- Zwaveltekort geeft een tragere beginontwikkeling en minder groene bladkleur.
- Zwaveltekort heeft bij een 1^e-jaars gewas een negatief effect op de aarvorming.
- Een tekort aan zwavel heeft geen invloed op de N-opname.
- Op lichte zavelgronden in Noord-Nederland heeft een gift van 20 kg S/ha een positief effect op de zaadopbrengst.
- Bij een voldoende beschikbaarheid van zwavel is de zwavelafvoer met graszaad 16-18 kg S/ha.
- De zwavelbehoefte van graszaad is maximaal 50 kg S/ha.
- Beluchting met Vertidrain heeft in een 2^e jaarsgewas geen positief effect op de zaadopbrengst.

6 Literatuur

- Anonymus, 2004. Bemestingsadvies Akkerbouw 2004-2005. DLV Plant BV.
- Darwinkel, A., 2001. Zwavelvoorziening vraagt toenemende aandacht. PPO-Bulletin Akkerbouw 2001–nr. 1.
- Paauw, J.G.M., 2002. Het belang van magnesium-, mangaan- en zwavelbemesting. PPO/agv projectrapport nr. 1125238.
- Schoot, J.R. van der en G.E.L. Borm, 2004. Optimalisatie stikstofbemesting Engels raaigras, oogst 2003. PPO-projectrapport nr. 5146218.

Bijlage 1. Weersgegevens 2003 – 2004 (Bron: KNMI)

gemiddelde temperatuur op 1,50 meter				neerslag			
Maand jaar	Eelde	Eelde	Lauwersoog	Maand jaar	Eelde	Eelde	Lauwersoog
decade	waarneming	verschil met norm	waarneming	decade	waarneming	verschil met norm	waarneming
september-03				september-03	0,0		
I decade	14,1	-0,4		I decade	54,9	31,7	
II decade	15,0	1,6		II decade	2,4	-23,0	
III decade	12,3	-0,3		III decade	35,8	12,6	
M gemiddelde	13,8	0,3	15,2	M gemiddelde	93,1	21,3	100,4
oktober-03				oktober-03			
I	10,4	-0,9		I	50,3	23,5	
II	6,2	-3,2		II	0,2	-20,6	
III	3,2	-5,1		III	9,3	-13,0	
M	6,5	-3,1	8,2	M	59,8	-10,0	77,6
november-03				november-03			
I	7,5	0,4		I	15,8	-5,5	
II	7,5	2,3		II	11,9	-17,5	
III	6,8	2,5		III	33,3	5,9	
M	7,2	1,7	7,2	M	61,0	-17,1	54,6
december-03				december-03			
I	2,8	-0,8		I	3,8	-15,6	
II	4,6	1,4		II	61,5	31,0	
III	3,7	0,9		III	30,7	5,6	
M	3,7	0,5	4,3	M	96,0	21,0	89,4
januari-04				januari-04			
I	2,6	1,0		I	18,0	-10,2	
II	4,7	2,7		II	63,7	48,6	
III	1,5	-0,7		III	43,5	17,8	
M	2,9	0,9	3,2	M	125,2	56,2	116,7
februari-04				februari-04			
I	8,0	5,8		I	65,8	47,9	
II	4,0	2,3		II	2,2	-14,2	
III	0,1	-2,5		III	9,1	-1,5	
M	4,2	2,1	4,6	M	77,1	32,2	80,9
maart-04				maart-04			
I	1,8	-2,2		I	0,1	-20,8	
II	8,4	3,6		II	35,2	16,5	
III	5,7	0,0		III	7,9	-13,8	
M	5,3	0,4	5,8	M	43,2	-18,1	28,5
april-04				april-04			
I	8,0	1,5		I	36,4	19,7	
II	9,2	2,0		II	0,8	-13,1	
III	12,8	3,9		III	4,5	-9,0	
M	10,0	2,5	10,3	M	41,7	-2,4	38,0
mei-04				mei-04			
I	11,8	1,2		I	7,1	-10,7	
II	12,3	0,1		II	0,1	-18,6	
III	11,8	-0,9		III	21,5	0,6	
M	12,0	0,1	12,2	M	28,7	-28,8	12,9
juni-04				juni-04			
I	16,5	2,3		I	7,5	-18,9	
II	14,0	-0,1		II	23,7	5,2	
III	14,5	-0,5		III	62,4	34,7	
M	15,0	0,6	15,1	M	93,6	21,0	99,2
juli-04				juli-04			
I	14,6	-1,7		I	32,5	8,7	
II	15,7	-0,5		II	66,7	43,8	
III	17,3	0,5		III	4,4	-21,9	
M	15,9	-0,6	16,5	M	103,6	30,6	117,7
augustus-04				augustus-04			
I	22,3	5,1		I	0,8	-15,3	
II	18,6	1,8		II	94,6	78,1	
III	14,7	-0,9		III	44,7	20,7	
M	18,4	1,9	19,0	M	140,1	83,5	178,6

Bijlage 2. Perceels- en teeltgegevens KW0417 en KW0418

Proefnummer	:	KW 0417
Locatie	:	R.J. Clevering, Oosterweg 11-15, 9967 TK Eenrum
Gewas	:	Engels raaigras
Voorvrucht	:	Pootaardappelen
Ras	:	Sabor (sportveldtype)
Rijenafstand	:	
Zaaidatum	:	5 september 2003
Zaaizaadhoeveelheid	:	7 kg/ha
Zaaidiepte	:	
Veldjesgrootte	:	bruto: 3 x 18 = 54 m ² netto: 1½ x 15 = 22,5 m ²
Bemesting	:	N: herfst: geen 15 maart 134 kg N/ha met KAS en Ammoniumsulfaatsalpeter
N-mineraal	:	25 februari 51 kg N/ha in de laag 0-90 cm
Onkruidbestrijding	:	Primus, MCPA, Starane, Verigal D
Groei regulatie	:	geen
Plaagbestrijding	:	17 juni 0,1 l/ha Karate
Ziektebestrijding	:	17 juni 1 l/ha Matador 9 juli 0,5 l/ha Tilt + 0,5 l/ha Corbel
Oogst	:	3 augustus eendoogst

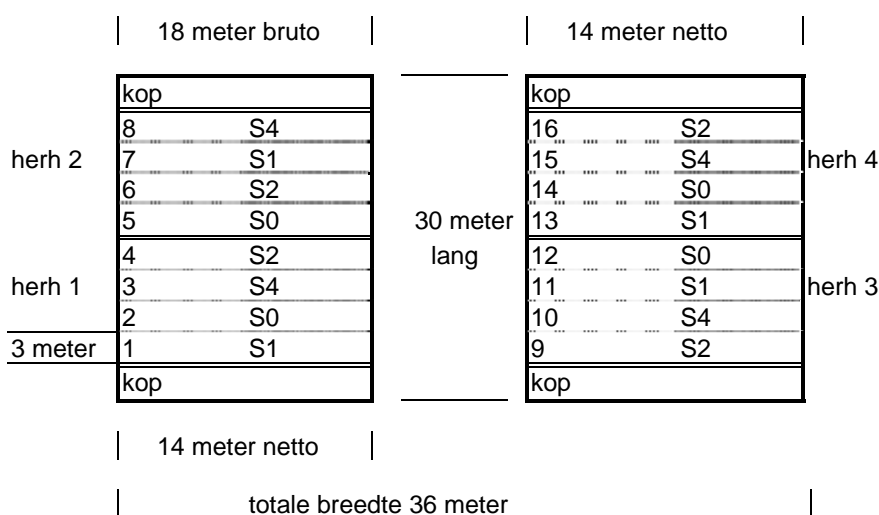
Proefnummer	:	KW 0418
Locatie	:	R.J. Clevering, Oosterweg 11-15, 9967 TK Eenrum
Gewas	:	Engels raaigras 2 ^e jaars
Voorvrucht	:	
Ras	:	Sabor (sportveldtype)
Rijenafstand	:	
Zaaidatum	:	september 2002
Zaaizaadhoeveelheid	:	7 kg/ha
Zaaidiepte	:	
Veldjesgrootte	:	bruto: 3 x 18 = 54 m ² netto: 1½ x 15 = 22,5 m ²
Bemesting	:	N: herfst: geen 15 maart 160 kg N/ha met KAS en Ammoniumsulfaatsalpeter
N-mineraal	:	25 februari 15 kg N/ha in de laag 0-90 cm
Beluchten	:	18 maart met Vertidrain
Onkruidbestrijding	:	geen
Groei regulatie	:	geen
Plaagbestrijding	:	17 juni 0,1 l/ha Karate
Ziektebestrijding	:	17 juni 1 l/ha Matador
Oogst	:	3 augustus eendoogst

Bijlage 3. Proefschema en bodemanalyse KW0417

Factoren met Niveaus

Factor code	Factor omschrijving	Niveau code	Niveau Omschrijving / instelling
S	Zwavelbemesting	S0	Volledig kalkammonsalpeter
		S1	$\frac{3}{4}$ kas – $\frac{1}{4}$ ass
		S2	$\frac{1}{2}$ kas – $\frac{1}{2}$ ass
		S4	Volledig ammoniumsulfaatsalpeter

Schema van het proefveld:



Bodemanalyse KW0417

KW0417	laag	NO3-N	NH4-N	N-tot	C/N	N-lev.verm.	mg S/kg	S-lev.verm.	S-aanvoer
25-02-04	0-30	1,2	0,8	1011	7	92	262	5	33
25-02-04	30-60	2,1	0,2	660	6	65		3	
25-02-04	60-90	4,1	0,1	376	6	44		2	

KW0418	laag	NO3-N	NH4-N	N-tot	C/N	N-lev.verm.	mg S/kg	S-lev.verm.	S-aanvoer

Bodemanalyse KW0417 (vervolg)

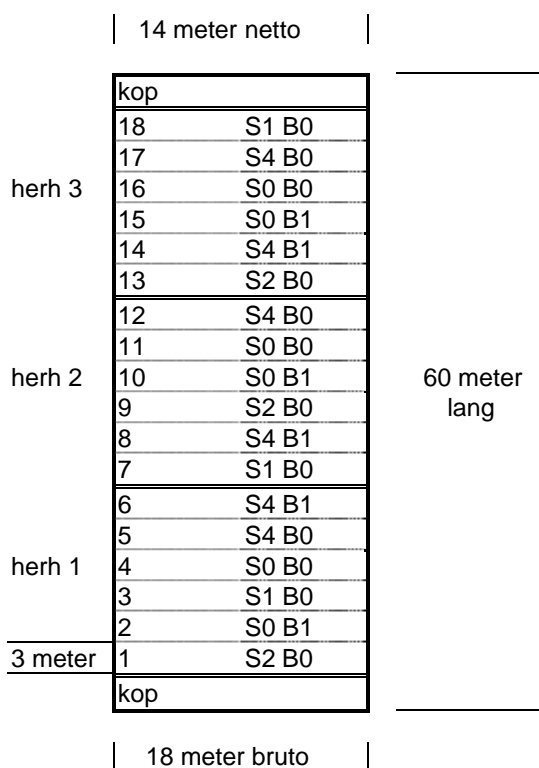
KW0417	laag	Pw	P-AI	K-getal	pH	org.stof	lutum	ber.slib
07-10-99		70		26	7,1	2,4	13	17-23
25-02-04	0-30	99	52	23	6,7	1,6	14	18-25
25-02-04	30-60	22	27	18	7,2	0,9	20	27-34
25-02-04	60-90	2	15	14	7,1	0,5	20	27-34

Bijlage 4. Proefschema en bodemanalyse KW0418

Factoren met Niveaus

Factor code	Factor Omschrijving	Niveau code	Niveau Omschrijving / instelling
S	Zwavelbemesting	S0	Volledig kalkammonsalpeter
		S1	$\frac{3}{4}$ kas – $\frac{1}{4}$ ass
		S2	$\frac{1}{2}$ kas – $\frac{1}{2}$ ass
		S4	Volledig ammoniumsulfaatsalpeter
B	Beluchten	B0	Niet beluchten
		B1	Wel beluchten

Schema van het proefveld:



Bodemanalyse KW0418

KW0418	laag	NO3-N	NH4-N	N-tot	C/N	N-lev.verm.	mg S/kg droge grond	S-lev.verm.	S-aanvoer
21-11-00									
25-02-04	0-30	1,3	0,7	899	7	84	191	4	32
25-02-04	30-60	0,5	0	514	6	54		2	
25-02-04	60-90	0	0	131	*	35		1	

Bodemanalyse KW0418 (vervolg)

KW0418	laag	Pw	P-AI	K-getal	pH	org.stof	lutum	ber.slib
25-02-04	0-30	69	41	23	7,4	1,3	12	15-21
25-02-04	30-60	31	23	12	7,4	0,7	11	14-20
25-02-04	60-90	12	10	11	7,5	0,2	6	7-12