

# Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras

Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2006 en meerjarenanalyse

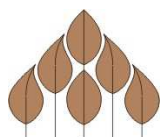
ing. J.R. van der Schoot en ir. G.E.L. Borm

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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**

Hoofdproductieschap akkerbouw  
Postbus 29739  
2502 LS Den Haag

Projectnummer: 32510251

**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](mailto:infoagv.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING .....	4
1 INLEIDING .....	5
2 PROEFOPZET EN UITVOERING.....	6
2.1 Proefopzet .....	6
2.2 Bemesting en proefuitvoering .....	6
2.2.1 Bodemanalyse en S-leverend vermogen .....	6
2.2.2 Bemesting.....	7
2.2.3 Beluchten.....	7
2.2.4 Waarnemingen .....	8
2.2.5 Statistische verwerking.....	8
3 RESULTATEN 1 <sup>E</sup> JAARSPROEF KW0617 .....	9
3.1 Algemeen.....	9
3.2 Gewaswaarnemingen .....	9
3.3 Zaadopbrengst.....	11
4 RESULTATEN 2 <sup>E</sup> JAARS PROEF KW0618 .....	12
4.1 Algemeen.....	12
4.2 Gewaswaarnemingen .....	12
4.3 Zaadopbrengst.....	15
5 MEERJARENANALYSE, S-ADVIES EN CONCLUSIES .....	16
LITERATUUR.....	23
BIJLAGE 1. WEERSGEGEVENS 2005 – 2006 (BRON: KNMI) .....	24
BIJLAGE 2. PERCEELS- EN TEELTGEGEVENS KW0617 EN KW0618 .....	25
BIJLAGE 3. PROEFSHEMA KW0617 .....	26
BIJLAGE 4. PROEFSHEMA KW0618 .....	27
BIJLAGE 5. TABELLEN .....	28

## Samenvatting

Vanwege de teruglopende depositie van zwavel en het positieve effect van zwavelbemesting op o.a. wintertarwe zijn in 2004, 2005 en 2006 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<sup>e</sup>-jaarsgewassen onderzocht. De effecten op de gewasontwikkeling en de zaadproductie zijn gevolgd.

Op basis van zes uitgevoerde proeven zijn een aantal conclusies te trekken.

Zwaveltekort gaf een tragere beginontwikkeling.

In twee van de zes proeven, waarbij de aanvoer ca 30 kg S/ha was, had een gift van 10-20 kg S/ha een positief effect op de zaadopbrengst. In de andere vier proeven met een hogere S-aanvoer was dit niet het geval.

Bij een S-aanvoer (berekend volgens systeem Blgg) vanaf 40 kg S per ha werd in geen van de proeven nog een duidelijke reactie op S-bemesting gevonden. Bij een lagere S-aanvoer is een zwavelbemesting van 10-20 kg S/ha aan te bevelen.

Bij een voldoende beschikbaarheid van zwavel was de zwavelafvoer met graszaad (zaad+hooi) ca 15 kg S/ha of omgerekend 40 kg SO<sub>3</sub>. Een tekort aan zwavel had geen invloed op de N-opname.

Beluchting met Vertidrain had in een 2<sup>e</sup> 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, vooral 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 voorzieningsniveaus van dit element en op de consequenties die dit heeft voor de zaadopbrengst en kwaliteit van het geoogste product.

Daarenboven wordt bij tweedejaarsgewassen nagegaan 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<sup>e</sup>- en een 2<sup>e</sup>-jaars perceel proeven aangelegd. In de proeven van oogst 2004 had een gift van 20 kg S/ha een duidelijk positief effect op de zaadopbrengst. In 2005 en 2006 zijn de proeven herhaald.

Over het oogstjaar 2006 staat in hoofdstuk 2 informatie over de proefopzet, proefuitvoering en bemesting en wordt ingegaan op het S-leverend vermogen. De resultaten van de 1<sup>e</sup>-jaars en de 2<sup>e</sup>-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 van de proeven van alle drie de proefjaren nader geanalyseerd en wordt een zwavelbemestingsadvies geformuleerd.

## 2 Proefopzet en uitvoering

### 2.1 Proefopzet

In samenwerking met proefboerderij Kollumerwaard zijn in het voorjaar van 2006 twee proeven aangelegd op een eerste- en tweedejaars praktijkperceel in Noord Groningen. 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<sup>e</sup> jaarsproef (tabel 1) als enige factor de zwavelbemesting en in de 2<sup>e</sup> jaarsproef (tabel 2) tevens beluchting met een Vertidrain op de objecten die volledig met kalkammonsalpeter (S0) en ammoniumsulfaatsalpeter (S4) waren bemest. De stikstofgift is voor alle objecten gelijk gehouden. In de 1<sup>e</sup>-jaarsproef werd het ras Sabor geteeld en in de 2<sup>e</sup>-jaarsproef het ras Palmer. Gezien het resultaat van 2004, met al een sterke opbrengstreactie bij de S1, is in de proef van 2005 en 2006 de zwavelgift gehalveerd.

Tabel 1. Onderzochte objecten 2005 1<sup>e</sup>-jaars proef KW0617.

Object	Omschrijving
S0	volledig kalkammonsalpeter
S1	7/8 kalkammonsalpeter – 1/8 ammoniumsulfaatsalpeter
S2	¾ kalkammonsalpeter – ¼ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	½ kalkammonsalpeter – ½ ammoniumsulfaatsalpeter

Tabel 2. Onderzochte objecten oogst 2005 2<sup>e</sup>-jaars proef KW0618.

Object	Omschrijving
S0	volledig kalkammonsalpeter
S1	7/8 kalkammonsalpeter – 1/8 ammoniumsulfaatsalpeter
S2	¾ kalkammonsalpeter – ¼ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	½ kalkammonsalpeter – ½ 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. 6 februari 2006 staan in tabel 3 en 4. Het S-leverend vermogen van de bodemlaag 0-30 cm was 4 en 21 kg S/ha voor respectievelijk het 1<sup>e</sup>-jaars en het 2<sup>e</sup>-jaarsperceel. 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 S-aanvoer van 32 en 49 kg S per ha was met deze waarden op respectievelijk het 1<sup>e</sup>- en 2<sup>e</sup>-jaars perceel als vrij hoog tot hoog aan te duiden.

Tabel 3. Bodemanalyse KW0617 (1<sup>e</sup>-jaars) op 6 februari 2006

laag	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	mg S/kg	S-lev.verm.	S-aanvoer	P-AL	K-getal	lutum	os%
0-25			152	4	32	64	23	14	3.0
0-90	32.4	12.6							

Tabel 4. Bodemanalyse KW0618 (2<sup>e</sup>-jaars) op 6 februari 2006.

laag	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	mg S/kg	S-lev.verm.	S-aanvoer	P-AL	K-getal	lutum	os%
0-30			325	21	49	53	21	17	2.2
0-90	0	10.8							

## 2.2.2 Bemesting

De hoeveelheid stikstof en zwavel is 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 S4-object 250 kg KAS/ha gecombineerd met 260 kg ASS/ha.

De voorraad minerale stikstof in de bodem bedroeg van het 1<sup>e</sup> jaars perceel in de laag 0-90 cm 45 kg N/ha, waarmee het N-advies op 175 kg N/ha uitkwam. De per object gegeven zwavelbemesting is in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5. Bemesting 1<sup>e</sup> jaarsproef KW0617.

Object	SO <sub>3</sub> -gift in kg/ha	S-gift in kg/ha	N-gift in kg/ha	Omschrijving
S0	0	0	175	volledig kalkammonsalpeter
S1	29	12	175	7/8 kalkammonsalpeter – 1/8 ammoniumsulfaatsalpeter
S2	59	24	175	¾ kalkammonsalpeter – ¼ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	118	47	175	½ kalkammonsalpeter – ½ ammoniumsulfaatsalpeter

De S-aanvoer van KW0617 was 32 kg S/ha

Voor het 2<sup>e</sup> jaars perceel is uitgegaan van de vaste adviesgift van 200 kg N/ha. De per object gegeven zwavelbemesting is in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6. Bemesting 2<sup>e</sup> jaarsproef KW0618.

Object	SO <sub>3</sub> -gift in kg/ha	S-gift in kg/ha	N-gift in kg/ha	Omschrijving
S0	0	0	200	volledig kalkammonsalpeter
S1	34	13	200	7/8 kalkammonsalpeter – 1/8 ammoniumsulfaatsalpeter
S2	67	27	200	¾ kalkammonsalpeter – ¼ ammoniumsulfaatsalpeter
S4	135	54	200	½ kalkammonsalpeter – ½ ammoniumsulfaatsalpeter

De S-aanvoer van KW0618 was 49 kg S/ha

## 2.2.3 Beluchten

De objecten S0 en S4 zijn in het 2<sup>e</sup> jaars perceel in het voorjaar op 24 maart 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 is bovenin klein: ca. 2 bij 5 cm.

## 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 m<sup>2</sup> bepaald om de S- en N-opname vast te kunnen stellen.

Vlak voor de eind oogst is in de bruto rand een kwart m<sup>2</sup> uitgesneden waaraan het aantal aren, de halmlengte en de drogestofproductie zijn bepaald. Aan uitgesneden halmmonsters is het S- en N-gehalte bepaald. Van de eind oogst 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<sup>e</sup> jaarsproef KW0617

### 3.1 Algemeen

Half april was het gewas nog maar matig ontwikkeld en waren er geen objectverschillen waarneembaar.

Begin mei bevond het gewas zich deels in stadium DC 31 met een grondbedekking van ca 95%. Het gewas was gezond, hoewel er een beetje kroonroest werd waargenomen. Er stond wat onkruid, maar dat werd door de bespuiting goed bestreden.

Half juni was het gewas grotendeels in de aar en vrij zwaar. Er was nog geen bloei zichtbaar. De legering was onregelmatig over het proefveld verdeeld. De aardichtheid leek niet hoog. Het gewas was gezond.

Half juli was het gewas bijna volledig gelegerd.

### 3.2 Gewaswaarnemingen

De bemesting met zwavel is eind maart toegediend. De stikstofbemesting is gedeeld, waarbij de helft eind maart en de helft begin mei is gegeven. In april waren er geen verschillen in gewasmassa en bladkleur waar te nemen. Begin mei bleef het object zonder zwavelbemesting wat achter in ontwikkeling en kleur (tabel 7). Het S-gehalte nam toe bij hogere zwavel-giften. Het niveau van zwavelbemesting was niet van invloed op het N-gehalte.

Tabel 7. Gewaswaarnemingen KW0617 op 5 mei 2006.

Object	S-gift in kg/ha	ontwikkeling	kleur	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg
S0	0	7,63 a	7,50	3.3	42.7
S1	12	7,75 ab	8,00	4.2	40.6
S2	24	8,00 b	8,00	4.9	42.5
S4	47	8,00 b	8,00	5.7	42.3
F prob.		0.030			
I.s.d. 5%		0,27			

Eind mei had de S0 nog steeds een achterstand in gewasmassa en was minder groen van kleur (tabel 8). Ook in de drogestofopbrengst waren er verschillen tussen S-objecten. De S4 had de hoogste opbrengst, maar het verschil was niet significant (tabel 9). Het S-gehalte kwam overeen met de S-bemestingsniveaus, waarbij de twee hoogste S-trappen nauwelijks van elkaar verschilden. De hogere S-opname die gemeten werd bij de hogere S-giften was het gevolg van zowel een hogere drogestofproductie als een hoger S-gehalte. Het N-gehalte en de N-opname werden niet beïnvloed door de S-bemesting.

Tabel 8. Gewaswaarnemingen KW0617 op 30 mei 2006.

Object	S-gift in kg/ha	Gewasmassa	Kleur
S0	0	6,9	7,1
S1	12	7,4	7,5
S2	24	7,4	7,4
S4	47	7,5	7,4
F prob.		0,264	0,689
I.s.d. 5%		0,7	0,7

Tabel 9. Drogestofproductie en S- en N-opname KW0617 op 30 mei 2006 (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	2,0	23,8	12 a	139
S1	12	6,2	2,3	22,7	14 ab	140
S2	24	6,1	2,8	23,0	17 bc	139
S4	47	6,9	2,9	22,4	20 c	154
F prob.		0.370			0.002	0.646
I.s.d. 5%		1,3			3	30

Half juni en juli waren de verschillen in gewasontwikkeling klein (tabel 10). De S4 met de hoogste zwavelbemesting legerde op 15 juni iets minder dan de overige objecten. Half juli waren de verschillen tussen de objecten wat groter, waarbij de S0 de meeste legering liet zien. De verschillen waren niet significant.

Tabel 10. Gewaswaarnemingen KW0617 op 15 juni en 13 juli 2006.

Object	S-gift in kg/ha	Legering 15-6	Legering 13-7
S0	0	5,5	7,8
S1	12	5,6	7,2
S2	24	5,5	7,0
S4	47	5,1	6,8
F prob.		0.822	0.210
I.s.d. 5%		1,3	1,0

*Een hoger cijfer betekent meer legering*

De drogestofopbrengst gemeten vlak voor de eindoogst (tabel 11) had een vrij hoge variatie en was van de S2 lager dan van de overige objecten. Het verschil was niet significant. Het S-gehalte nam toe bij een hogere S-bemesting. De S2 en S4 verschilden niet in S-gehalte, maar door de lage ds-opbrengst was de S-opname van de S2 ca 5 kg S/ha lager. De variatie was door de verschillen in ds-opbrengst (gemeten aan 0.25 m<sup>2</sup>) binnen de objecten echter vrij groot. De objecten verschilden niet betrouwbaar in N-gehalte en N-opname.

De S-opname was eind mei (zie tabel 9) gelijk of iets lager dan vlak voor de eindoogst. De N-opname was eind mei zelfs hoger. In juni en juli werd blijkbaar dus nog maar weinig S en N opgenomen.

Tabel 11. Drogestofopbrengst, gehalten en opname oogst KW0617 op 13 juli 2006.

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	12,0	1,3 a	11,0	16 a	131
S1	12	11,5	1,6 ab	10,5	18 ab	123
S2	24	9,4	1,9 b	11,9	18 ab	112
S4	47	12,7	1,8 b	11,4	23 a	146
F prob.		0.184	0.030	0.759	0.118	0.520
I.s.d. 5%		3,2	0,4	3,1	6	53

In tabel 12 staan de halmlengte en de aardichtheid zoals vastgesteld aan een uitgesneden 0,25 m<sup>2</sup>. De objecten S0 zonder S-gift en de S1 met de laagste S-gift hadden een iets kortere halmlengte. In aardichtheid waren wel verschillen tussen de objecten maar deze hadden geen relatie met de S-gift. Verschillen in kiemkracht en duizendkorrelgewicht waren niet aanwezig of klein.

Tabel 12. **Halmlengte, aardichtheid, kiemkracht en duizendkorrelgewicht KW0617 oogst 2006.**

Object	S-gift in kg/ha	halmlengte in cm	aantal aren/m <sup>2</sup>	kiemkracht (%)	duizendkorrelgewicht
S0	0	85	2500	93	1,45
S1	12	85	2160	93	1,46
S2	24	88	2140	93	1,46
S4	47	89	2550	95	1,47
F prob.		0,155	0.531		
I.s.d. 5%		4	780		

### 3.3 Zaadopbrengst

De zaadopbrengst is weergegeven in tabel 13 en was van goed niveau. De objecten verschilden nauwelijks in totale bovengrondse gewasproductie en afvalpercentage. Het object met de hoogste S-gift produceerde 80 kg meer zaad dan het object zonder zwavelbemesting. Het object S2 bleef iets achter in opbrengst. Ook in eerdere waarnemingen scoorde dit object soms wat slechter. De verschillen in zaadopbrengst waren niet significant.

Tabel 13. **Zaadopbrengst en gewasopbrengst KW0617 oogst 2006.**

Object	S-gift in kg/ha	gewasopbrengst in ton/ha	afval%	zaadopbrengst in kg/ha
S0	0	12,3	16	1750
S1	12	12,1	15	1790
S2	24	12,1	15	1740
S4	47	12,3	15	1830
F prob.		0.927	0.916	0.751
I.s.d. 5%		1,0	4	200

## 4 Resultaten 2<sup>e</sup> jaars proef KW0618

### 4.1 Algemeen

In april was het gewas regelmatig en al goed ontwikkeld. Begin mei was de grondbedekking 95-100% en was er wat ondergras zichtbaar. Het perceel was onkruidvrij. De beluchte veldjes waren zichtbaar minder ontwikkeld dan de niet beluchte veldjes.

Half juni was het gewas aan de zware kant (begin mei bespoten met een lichte dosering Moddus). Het gewas was gezond met een mooie hoge aardichtheid. De eerste bloei was zichtbaar. Er was weinig ondergras respectievelijk vegetatieve spruiten. De verschillen tussen de objecten waren klein.

Half juli was het gewas regelmatig gelegerd.

### 4.2 Gewaswaarnemingen

Net als op het 1<sup>e</sup> jaars perceel is de zwavelbemesting eind maart gegeven en N-bemesting gedeeld eind maart en begin mei toegediend. In tabel 14 staan de gewaswaarnemingen van half april. De gewasontwikkeling en bladkleur waren beter bij hoger S-giften, maar de verschillen waren klein en niet betrouwbaar. De gewasontwikkeling werd door het beluchten vertraagd en deze objecten hadden ook een betrouwbaar lichtere bladkleur.

Begin mei was de gewasmassa van de S0 en S1 significant lager dan van de objecten met een hogere S-bemesting (tabel 15). Verschillen in kleur waren door de zon niet waarneembaar. De beluchte objecten hadden nog steeds een duidelijke achterstand in gewasproductie.

Het S-gehalte van de S0 was beduidend lager dan van de overige objecten. Bij hogere S-giften nam het S-gehalte slechts een beetje toe. Het N-gehalte van de S4 was hoger. De overige objecten verschilden niet in N-gehalte.

Tabel 14. Gewaswaarnemingen en S- en N-gehalten KW0618 op 12 april 2006.

Object	S-gift in kg/ha	gewasmassa	kleur
S0	0	7.2	7.5 b
S1	13	7.5	7.3 ab
S2	27	7.2	7.7 b
S4	54	7.7	7.7 b
S0 vertidrain	0	6.8	6.7 a
S4 vertidrain	54	7.0	6.7 a
F prob.		0.246	0.035
I.s.d. 5%		0,8	0,8

Tabel 15. Gewaswaarnemingen en S- en N-gehalten KW0618 op 5 mei 2006.

Object	S-gift in kg/ha	gewasmassa	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg
S0	0	8.2 b	2.4	38.2
S1	13	8.0 b	3.3	38.6
S2	27	8.5 c	3.4	38.0
S4	54	8.5 c	3.5	43.5
S0 vertidrain	0	7.5 a	2.7	39.2
S4 vertidrain	54	7.7 a	3.7	39.8
F prob.		> 0.001		
I.s.d. 5%		0,3		

Eind mei waren de begin mei waargenomen verschillen in ontwikkeling nog steeds aanwezig (tabel 16). Het beluchte object S0 verschilde niet meer van het niet beluchte object. De verschillen in bladkleur waren onduidelijk.

De bovengrondse gewasproductie varieerde vrij sterk (tabel 17). De S0 en S1 hadden een wat lagere niet significante productie dan de S2 en S4. Dit verschil was echter niet significant. Het S-gehalte nam fors toe bij een toenemende S-bemesting en daarmee ook de S-opname in het bovengrondse gewas. De S1 en de S2, met een twee maal zo hoge S-

bemesting, hadden overigens dezelfde S-opname. Het N-gehalte had geen relatie met de S-gift. Van de beluchte objecten had de S0 een wat hogere ds-opbrengst en was het S- en N-gehalte hoger dan het niet beluchte S0. De beluchte S4 had juist een wat lagere ds-productie en N-gehalte dan de niet beluchte S4. De verschillen waren niet significant.

Tabel 16. **Gewaswaarnemingen KW0618 op 30 mei 2006.**

Object	S-gift in kg/ha	ontwikkeling	kleur
S0	0	6.8 ab	7.0 ab
S1	13	7.2 bc	6.7 a
S2	27	7.8 d	7.3 b
S4	54	7.5 cd	6.8 a
S0 vertidrain	0	6.8 ab	7.0 ab
S4 vertidrain	54	6.5 a	6.7 a
F prob.		0.005	0.052
I.s.d. 5%		0,6	0,4

Tabel 17. **Drogestofproductie en S- en N-opname KW0618 op 30 mei 2006 (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	8,4	1,3	17,8	11 a	150
S1	13	8,5	1,8	20,2	15 bc	171
S2	27	9,0	1,7	16,5	15 bc	148
S4	54	9,2	2,2	19,4	20 d	178
S0 vertidrain	0	9,1	1,4	18,4	13 ab	168
S4 vertidrain	54	8,7	2,2	18,3	19 cd	159
F prob.		0,964			0,003	0,590
I.s.d. 5%		2,4			4	43

Half juni en half juli waren de objectverschillen in gewasmasa en kleur minimaal. De objecten met een hogere S-bemesting legerden wel wat sterker (niet significant) dan de objecten met een lagere S-bemesting (tabel 18).

Tabel 18. **Gewaswaarnemingen KW0618 op 15 juni en 13 juli 2003.**

Object	S-gift in kg/ha	legering 15-6	legering 13-7
S0	0	7.7	8.0
S1	13	7.7	7.3
S2	27	8.3	8.0
S4	54	8.2	8.3
S0 vertidrain	0	7.7	7.7
S4 vertidrain	54	8.0	8.7
F prob.		0.175	0.263
I.s.d. 5%		0,7	1,2

De drogestofopbrengst van de S0 verschilde vlak voor de eindoogst niet significant van de met zwavel bemeste objecten (tabel 19). Het S-gehalte van de S0 was wel duidelijk lager. Dit was deels verklaarbaar door de hogere ds-productie t.o.v. de S1 en S2. De S-opname nam namelijk steeds toe bij hogere S-giften en was gemiddeld 3 kg/ha hoger dan eind mei. Het N-gehalte van de S0 was wat lager dan van de met zwavel bemeste objecten. In N-opname waren de verschillen echter minimaal. De N-opname was overigens gemiddeld duidelijk lager dan op 30 mei. Het beluchten met de Vertidrain gaf een wat lagere productie, maar door de hogere S-gehalten was de S-opname vrijwel gelijk aan de niet beluchte objecten. De N-opname van de met vertidrain behandelde S0 was wel beduidend lager.

Tabel 19. **Drogestofopbrengst, gehalten en opname KW0618 13 juli 2006.**

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	14.0	0.9 a	9.9	12 a	135
S1	13	12.8	1.3 ab	10.9	16 ab	138
S2	27	12.2	1.7 c	11.5	20 b	141
S4	54	15.1	1.5 bc	10.1	22 b	149
S0 vertidrain	0	12.4	1.1 a	9.3	14 a	115
S4 vertidrain	54	13.2	1.6 bc	10.7	22 b	143
F prob.		0.416	0.006	0.619	0.016	0.668
I.s.d. 5%		3,3	0,4	2,9	6	46

In tabel 20 staan de halmlengte en de aardichtheid zoals vastgesteld aan een uitgesneden 0,25 m<sup>2</sup>. Twee objecten verschilden betrouwbaar in halmlengte, maar de verschillen hadden geen relatie met de de S-gift. De objecten verschilden niet betrouwbaar in aardichtheid.

De verschillen in kiemkracht en duizendkorrelgewicht waren klein. Het object S4 had de hoogste kiemkracht en het laagste duizendkorrelgewicht.

Tabel 20. **Halmlengte, aardichtheid, kiemkracht en duizendkorrelgewicht KW0618 oogst 2006.**

Object	S-gift in kg/ha	aantal aren/m <sup>2</sup>	halmlengte in cm	kiemkracht (%)	duizendkorrelgewicht
S0	0	2940	81 a	94	2.01
S1	13	2890	88 ab	93	2.02
S2	27	2830	85 b	94	2.02
S4	54	3100	82 ab	96	1,99
S0 vertidrain	0	3070	86 ab	92	2.01
S4 vertidrain	54	3100	84 ab	94	2.02
F prob.		0.680	0.075		
I.s.d. 5%		470	5		

## 4.3 Zaadopbrengst

De zaadopbrengst (schoon zaad) is weergegeven in tabel 21. Het schoningspercentage was gemiddeld 82%. Het object zonder zwavelbemesting en de S1 hadden wat lagere gewas- en zaadopbrengsten dan de objecten met een hogere S-bemesting, maar de verschillen waren niet significant.

Beluchten liet geen effect op de zaadopbrengst zien. De t/m eind mei waargenomen lagere gewasmassa van de beluchte objecten had daarmee geen negatieve invloed op de zaadproductie.

Tabel 21. **Zaadopbrengst en gewasopbrengst KW0618 oogst 2006.**

Object	S-gift in kg/ha	gewasopbrengst ton/ha	afval- percentage	zaadopbrengst kg/ha
S0	0	13.2	19.7	1960
S1	13	12.8	18.9	1930
S2	27	13.5	17.2	2095
S4	54	14.0	19.8	2000
S0 vertidrain	0	13.0	18.0	1960
S4 vertidrain	54	13.9	18.2	2025
F prob.		0.253	0.647	0.454
l.s.d. 5%		1,3	4	190

## 5 Meerjarenanalyse, S-advies en conclusies

### Onderzoeksopzet

Op niet met S bemeste percelen hangt de S-beschikbaarheid af van levering door de bodem en depositie (in dit rapport S-aanvoer genoemd). De levering door de bodem is een optelsom van S die door mineralisatie beschikbaar komt (S-leverend vermogen, afgekort SLV, bepaald in de laag 0-25 cm volgens de methode van Blgg) en aanvoer vanuit het grondwater via capillaire opstijging (Blgg hanteert een vaste waarde voor kleigrond). In dit project is gezocht naar percelen op een lichte zavelgrond in Noord-Nederland ingezaaid met grasveldtype, omdat daar de grootste effecten van S-bemesting werden verwacht. Het is niet altijd gelukt geschikte percelen met een laag SLV te vinden. Anderzijds werd daarmee wel een grotere variatie in S-aanvoer bereikt.

De diverse niveaus van zwavelbemesting zijn aangebracht met de meststoffen kalkammonsalpeter en ammoniumsulfaatsalpeter (tabel 23). In 2004 is de S0 volledig met KAS bemest en de S4 volledig met ASS. In 2005 en 2006 zijn de zwavelgiften gehalveerd. Dit is gedaan omdat in 2004 vanaf een S-gift van 20 kg S per ha geen opbrengststijging meer werd waargenomen.

De stikstofgift is binnen de proeven voor alle objecten gelijk gehouden. In 2006 is uitgegaan van de nieuwe stikstofbemestingsadviezen. Wat betreft de stikstofgift van de 1<sup>e</sup>-jaars proef in 2005 (5-1) moest achteraf worden geconcludeerd dat deze vermoedelijk te laag is geweest. Dit kan de effecten van de aangebrachte zwavelniveaus hebben beïnvloed. Het gewas rijpte echter laat af en is half augustus onder goede omstandigheden geoogst.

De 1<sup>e</sup>-jaarsproeven zijn uitgevoerd in 4 herhalingen en de 2<sup>e</sup>-jaarsproeven in 3 herhalingen.

Tabel 22. Karakterisering zwavelproeven Engels raaigras.

Proef	Jaar	1e- of 2e-jaars	Type	Locatie	Grondsoort	lutum	Os%	N-gift
4-1	2004	1e-jaars	grasveldtype	Eenrum	klei	14	1.6	134
4-2	2004	2e-jaars	grasveldtype	Eenrum	klei	12	1.3	160
5-1	2005	1e-jaars	grasveldtype	Westernieland	klei	15	2.2	134
5-2	2005	2e-jaars	weidetype	Westernieland	klei	17	1.8	160
6-1	2006	1e-jaars	grasveldtype	Eenrum	klei	14	3.0	175
6-2	2006	2e-jaars	grasveldtype	Garsthuizen	klei	17	2.2	200

Tabel 23. Karakterisering zwavelproeven Engels raaigras.

Proef	1e- of 2e-jaars	S-giften per proef (kg/ha)					
		S-leverend vermogen (kg S/ha)	S-aanvoer <sup>1</sup> (kg S/ha)	S0	S1	S2	S4
4-1	1e-jaars	5	33	0	18	36	72
4-2	2e-jaars	4	32	0	22	43	86
5-1	1e-jaars	13	41	0	9	18	36
5-2	2e-jaars	12	40	0	11	22	43
6-1	1e-jaars	4	32	0	12	24	47
6-2	2e-jaars	21	49	0	13	27	54

<sup>1</sup> Optelsom van SLV + capillaire opstijging+ depositie (volgens advies Blgg)

### Resultaten

De proeven verschilden in S-aanvoer (tabel 23). Omdat alle proeven in dezelfde regio lagen en op dezelfde grondsoort (klei) is er volgens het door Blgg gehanteerde systeem geen verschil in depositie en aanvoer via capillaire opstijging (totaal 28 kg S per ha). Verschillen in S-aanvoer worden dus bepaald door de verschillen in SLV. De SLV was in 2005 gemiddeld 8 kg S/ha hoger dan in 2004. In 2006 had de 1<sup>e</sup>-jaars proef een SLV die vergelijkbaar was met de proeven in 2004. De 2<sup>e</sup>-jaars proef had een veel hogere SLV.

De gemiddelde waardering (visuele waarneming van de hoeveelheid gewasmassa) van de proeven met een lage SLV en van de proeven met een hoge SLV is weergegeven in tabel 24. In de proeven met een laag SLV (4-1, 4-2 en 6-1) was de gewasgroei minder goed. Ook de gewaskleur van de objecten zonder zwavelbemesting was in de proeven met een lage S-aanvoer lichter groen dan de objecten met zwavelbemesting. In de meest proeven was er in juni geen verschil meer waarneembaar tussen de objecten zonder en met S-bemesting. Bij de eindoogst is het hele gewas geoogst en vervolgens

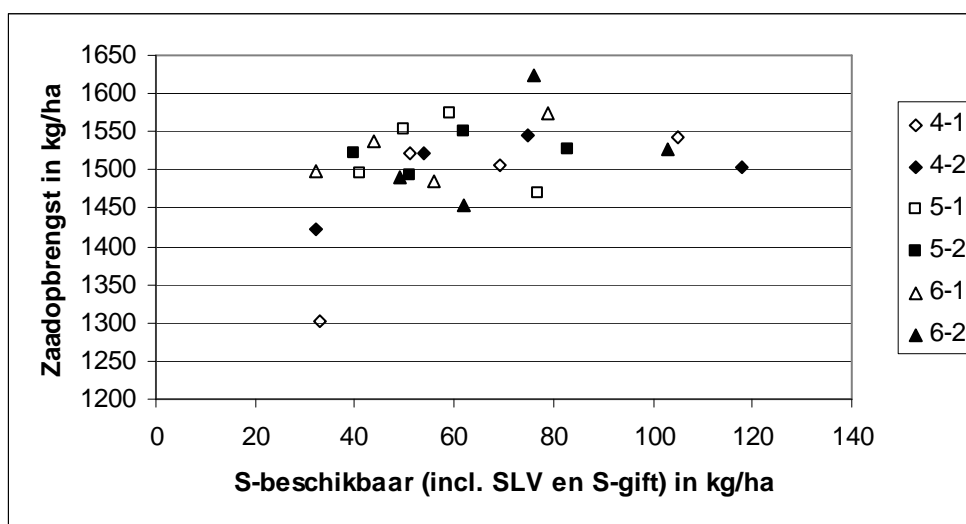


gedroogd. De gewasproductie van de S0 was bij de proeven met een laag SLV wat lager dan bij de proeven met een hoger SLV.

Tabel 24. Visuele waardering gewasmassa en gemeten drogestofopbrengst eindooft.

Proef	Gewasmassa in april-mei (waarderingcijfer)		Gewasopbrengst eindooft (ton/ha)	
	Laag SLV	Hoog SLV	Laag SLV	Hoog SLV
S0	6.8	7.5	10.4	10.7
S1	7.5	7.7	10.9	10.6
S2	7.5	7.8	11.3	11.3
S4	7.8	7.8	11.0	11.0
L.s.d. 5%	0.4	0.4	0.6	0.5

In figuur 1 is de hoeveelheid beschikbare zwavel uitgezet tegen de zaadopbrengst. S-beschikbaar is gedefinieerd als S-aanvoer (methode Blgg) en de toegediende S-gift. Omdat de proeven verschillen in het opbrengstniveau is hierop gecorrigeerd. Uit de grafiek is af te lezen dat de zaadopbrengst vanaf een S-aanbod van 40 kg S/ha nauwelijks meer stijgt.



Figuur 1. Relatie tussen het S-aanbod en de zaadopbrengst van in 2004, 2005 en 2006 geogste proeven met diverse niveaus van zwavelbemesting.

Gemiddeld over de proeven bleef de zaadopbrengst van de S0-objecten achter bij die van de objecten met zwavelbemesting (tabel 25). Tussen de aangebrachte niveaus (S1, S2 en S4) van zwavelbemesting waren weinig verschillen waarneembaar. In de proeven van 2004 (proeven 4-1 en 4-2) was de zaadopbrengst van het object zonder zwavelbemesting ca 200 en 100 kg per ha lager in respectievelijk de 1<sup>e</sup>-jaars en de 2<sup>e</sup>-jaars proef (tabel 24). In de in 2005 geogste proeven (5-1 en 5-2) is geen significant effect van zwavelbemesting op de zaadopbrengst aangetoond. Wel gaf de S2 met een S-gift van ca 20 kg per ha hogere opbrengsten. In 2006 bleef in de 1<sup>e</sup>-jaarsproef het object zonder zwavelbemesting wat achter in opbrengst t.o.v. de S1, maar had de S2 een vergelijkbare opbrengst als de S0. In de 2<sup>e</sup>-jaarsproef werd door het object S2 de hoogste zaadopbrengst bereikt. De verschillen waren echter niet significant. Alleen in de proef 4-1 was de zaadopbrengst van het object S0 significant lager. In deze proef gaf een gift van 20 kg S/ha een significante opbrengstverhoging. Wellicht was deze meeropbrengst ook al bereikt bij een gift van b.v. 10 kg S/ha.

Tabel 25. Zaadopbrengsten en F. prob. en Isd-waarden per proef.

Proef	F-prob	I.s.d.					
		5%	S-aanvoer	S0	S1	S2	S4
4-1	0.012	140	33	1580	1800	1780	1820
4-2	0.552	200	32	1220	1320	1340	1300
5-1	0.427	155	41	1125	1180	1200	1100
5-2	0.750	125	40	1165	1140	1195	1170
6-1	0.751	200	32	1750	1790	1740	1830

6-2	0.421	240	49	1960	1930	2095	2000
gemiddeld	0.032	64		1470	1535	1560	1545

Er is ook getracht m.b.v. regressieanalyse de optimale S-voorziening in te schatten. Analoog aan het vaststellen van de respons op N-bemesting (van Dijk et al., 2007) zijn de kromlijnige regressiemodellen tweedegraads polynoom en een exponentieel model gebruikt voor het vaststellen van de respons op de beschikbare hoeveelheid zwavel. Kromlijnige verbanden benaderen meer de werkelijkheid doordat er sprake is van afnemende meeropbrengsten bij toenemende N- en S-giften. Omdat in veel gevallen de respons (vorm en helling) verschilt tussen afzonderlijke proeven, is de analyse zo uitgevoerd dat per proef een fit wordt verkregen. In tabel 25 zijn de resultaten weergegeven van twee regressiemodellen. In de figuren 2 en 3 is de respons grafisch weergegeven. Voor het bepalen van de economisch optimale hoeveelheid S-beschikbaar is gerekend met een prijs van € 0.22 per kg S en een zaadprijs van € 0.75 per kg.

Bij een gezamenlijke analyse (wel fit per proef) was er een significante relatie tussen S-beschikbaar en de zaadopbrengst en bedroeg het percentage verklaarde variantie 97 en 98% voor respectievelijk de polynoom en de exponentiële curve. De polynoom is in tegenstelling tot de exponentiële curve niet gedwongen door de oorsprong, omdat daarmee het percentage verklaarde variantie terug liep naar slechts 75%. Het percentage verklaarde variantie van het exponentiële model was in de proeven 4-1 en 4-2 respectievelijk 88 en 81%. Het percentage verklaarde variantie van de polynoom was in deze proeven respectievelijk 55 en 95%. Het percentage was in de andere proeven niet te berekenen omdat de restvariantie hoger was dan de variantie van responsvariabele. Dit betekent dat de variatie in de totale dataset vooral wordt bepaald door niveaunderschillen tussen proeven.

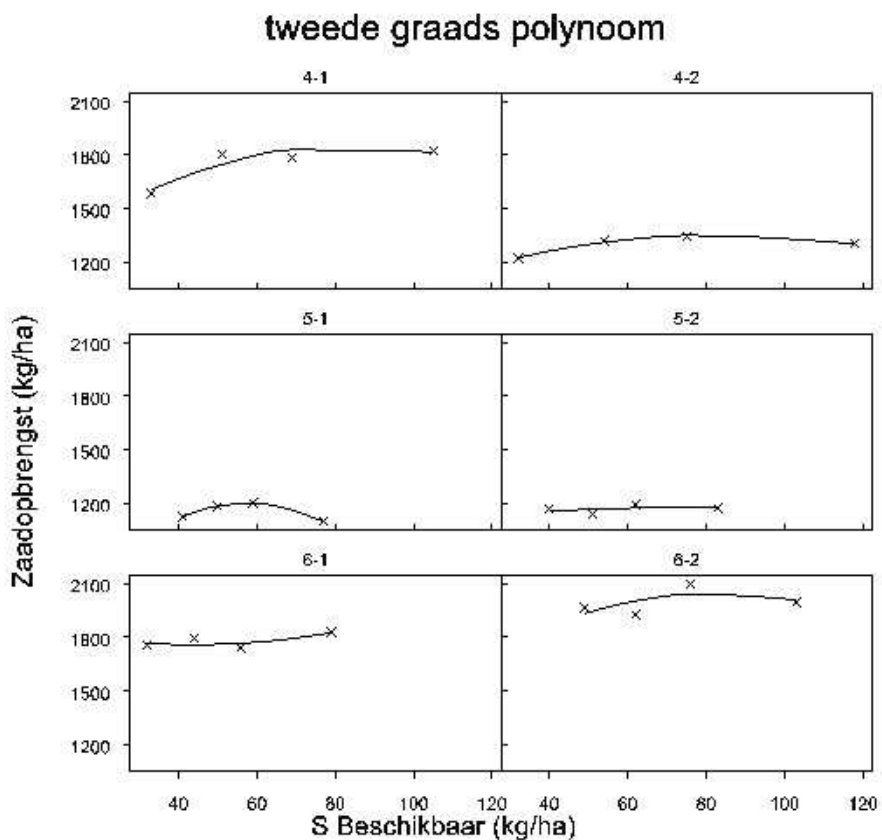
Zoals in figuur 2 is af te lezen was er in proef 6-1 sprake van een dalparabool, waardoor er geen optimum is te berekenen. De economische optimale hoeveelheden S-beschikbaar verschilden tussen beide modellen (tabel 25). Bij twee proeven gaf het exponentiële model hogere waarden en bij twee andere proeven gaf de polynoom hogere waarden. Gemiddeld over de proeven was het verschil klein.

Beide modellen gaven bij de meeste proeven hoge optima voor het S-aanbod (55-95 kg S/ha) Bij proef 4-1 liepen beide curven onder het object S1 door (met een hoeveelheid S-beschikbaar van 51 kg S/ha) waarbij de maximale opbrengst al wel ongeveer werd bereikt (figuur 2 en 3). Bij de proeven 4-2, 5-1 en 5-2 liepen de curven goed tot vrij goed door de meetpunten heen en weken niet sterk af van de hoogste in de proeven gemeten opbrengsten. Proef 6-1 en 6-2 gaven vooral voor de exponentiële curve hogere waarden.

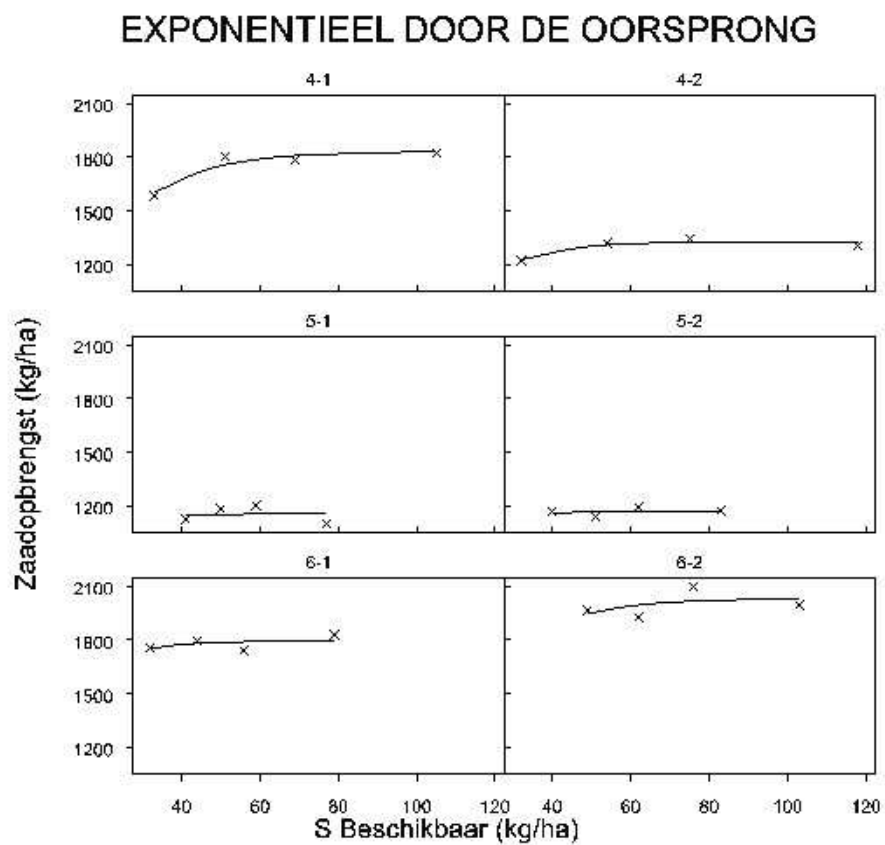
Gelet op de zwakke relaties en de opbrengsteffecten biedt deze methode geen goede basis voor bepaling van het optimale S-aanbod.

Tabel 26. Relatie S-gift en zaadopbrengst van Engels raaigras en berekende S-gift (kg/ha) bij maximale opbrengst, economische opbrengst en 99, 97,5, 95 en 90% van de maximale opbrengst.

Proef	Polynoom (PVV 97.3%)						Exponentieel (PVV 98.0%)				
	max	econ	99	97.5	95	90	econ	99	97.5	95	90
4-1	85	84	71	63	53	40	95	74	59	48	37
4-2	84	81	67	58	46	31	73	57	46	37	29
5-1	58	57	51	47	43	37	54	41	32	26	20
5-2	75	67	49	34	17	-7	57	43	35	28	22
6-1	*	*	*	*	*	*	56	39	31	25	20
6-2	83	82	69	60	51	37	95	71	57	46	36
gem	77	74	61	52	42	28	72	54	43	35	27



Figuur 2. Zaadopbrengst Engels raaigras (kg per ha geschoond zaad) in relatie tot S-beschikbaar (S-aanvoer door mineralisatie, depositie en capillaire opstijging en S-bemesting in kg/ha) bij de proeven weergegeven met een 2<sup>e</sup>-graads polynoom.



Figuur 3. **Zaadopbrengst Engels raigras (kg per ha geschoond zaad) in relatie tot S-beschikbaar (S-aanvoer door mineralisatie, depositie en capillaire opstijging en S-bemesting in kg/ha) bij de proeven weergegeven met een exponentiële curve.**

### *S-advies*

De zwavelbehoefte van graszaad is in een eerdere studie (Paauw, 2002) geschat op 30-50 S/ha. Dit getal kwam uit Nutrinorm 2001. Het is niet duidelijk hoe het tot stand is gekomen. Het door het Blgg aangegeven streeftraject van S-aanvoer (incl. SLV) is 20 - 30 kg S/ha. De bodemanalyse van de proefpercelen gaf een S-aanvoer van 32 tot 41 kg S/ha en bevond zich daarmee al boven het streeftraject. Het Blgg-advies gaf dan ook aan dat geen S-bemesting nodig was. Daarbij moet worden bedacht dat de aanvoer via capillaire opstijging een vast geschat getal is, dat gelijk is voor alle kleigronden. Het is niet uit te sluiten dat er ook tussen proeven sprake is geweest van verschillen in capillaire opstijging waardoor bij een gelijke berekende S-aanvoer verschillen ontstaan in reactie op S-bemesting.

In twee van de zes proeven (waarvan één significant) was een S-bemesting nodig, terwijl het Blgg-advies dit niet aangaf. De berekende S-aanvoer was in die proeven ca 30 kg S per ha. In de andere proeven werd door een zwavelbemesting soms een kleine niet significante opbrengstverhoging vastgesteld variërend van 0 tot 125 kg zaad/ha. Gezien de geringe meerkosten van zwavelhoudende meststoffen (minder dan € 0.25 per kg S) zou in deze proeven een bemesting van ca 20 kg S/ha wel zinvol geweest kunnen zijn.

Bij een S-aanvoer van 40 kg S/ha is echter in geen enkele proef een duidelijk effect van S-bemesting waargenomen. Gesteld kan worden dat het niveau van 40 kg S per ha als optimale behoefte kan worden aangemerkt.

Het is daarnaast niet wenselijk meer zwavel toe te dienen dan nodig is. Er is niet vastgesteld dat hoge giften nadelig voor de opbrengst, maar in 4 van de 6 proeven werd bij de hoogste giften een iets lagere opbrengst verkregen. De recovery van de toegediende zwavel was laag. Bij de lage zwavelgiften van 10 tot 30 kg werd gemiddeld slechts ca 20% (0-37%) van de toegediende zwavel in het gewas teruggevonden. De recovery van de hogere giften was gemiddeld maar 10%. Te hoge S-giften leiden dan ook tot extra S-uitspoeling.

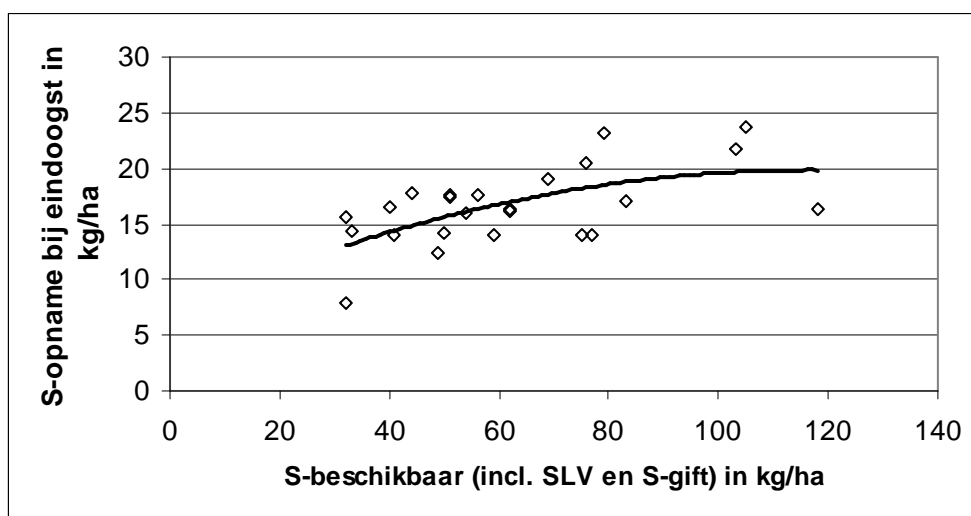
Geconcludeerd kan worden dat voor graszaadpercelen een totale hoeveelheid beschikbare zwavel van 40 kg S/ha voldoende is. Indien een bodemanalyse een lagere S-aanvoer aangeeft is het aan te bevelen met een S-bemesting de beschikbare hoeveelheid zwavel aan te vullen.

### S- en N-opname

Het S-gehalte in het bovengrondse gewas bij de oogst van de objecten zonder zwavelbemesting liep uiteen van 0.9 tot 1.6 gr/kg ds (Bijlage 5). Door zwavelbemesting werd het gehalte verhoogd tot een maximum van 1.9 gr/kg ds. Bij een voldoende zwavelvoorziening was het gehalte in het bovengrondse gewas gemiddeld 1.4 gr/kg ds. De zwavelopname in het bovengrondse gewas van de objecten waar voldoende zwavel beschikbaar was bedroeg circa 15 kg S/ha (figuur 4 en Bijlage 5) ofwel 40 kg SO<sub>3</sub>. Bij hogere zwavelgiften liep de S-opname op tot zo'n 25 kg S/ha. Bij een lage S-beschikbaarheid werd er ca 3 kg minder opgenomen, met als uiterste een 8 kg lagere S-opname.

Bij de lage zwavelgiften van circa 10 tot 25 kg werd gemiddeld ca 20% (0-37%) van de toegediende zwavel in het gewas teruggevonden. De recovery van de hogere giften was gemiddeld maar 10%.

Gemiddeld over de proeven was de bij de eindoogst gemeten hoeveelheid zwavel al in vlagbladstadium in het gewas aanwezig. Ook voor stikstof was dit vastgesteld. Het lijkt dus van belang dat de benodigde hoeveelheid stikstof en zwavel al vroeg in het groeiseizoen beschikbaar is. Het aanbod van zwavel lijkt niet bepalend te zijn voor de stikstofopname. De objecten met een zwaveltekort hadden dezelfde N-opname als de andere objecten.



Figuur 4. Relatie tussen S-beschikbaar en de S-opname van de in 2004, 2005 en 2006 geoogste proeven met diverse niveaus van zwavelbemesting.

### Beluchting 2<sup>e</sup>-jaars

In de 2<sup>e</sup>-jaarspercelen zijn in maart of april objecten bewerkt met een Vertidrain. Het gebruik van de Vertidrain pakte niet positief uit. De gewasgroei bleef in alle proeven in het begin duidelijk achter bij de objecten waar de beluchting was toegepast. Dit wordt waarschijnlijk meer veroorzaakt door het berijden als door het prikken. In de maand juni was er meestal geen duidelijk effect van de beluchting meer waarneembaar. De uiteindelijke zaadopbrengsten van de met de Vertidrain behandelde objecten waren gelijk aan de onbehandelde objecten.

### Conclusies

- Zwaveltekort gaf een tragere beginontwikkeling en minder groene bladkleur.
- Op lichte zavelgronden in Noord-Nederland had in twee van de zes proeven een gift van 10-20 kg S/ha een positief effect op de zaadopbrengst.
- Bij een S-aanvoer (berekend volgens systeem Blgg) vanaf 40 kg S per ha werd in geen van de proeven nog een duidelijke reactie op S-bemesting gevonden. Bij een lagere S-aanvoer is een zwavelbemesting van 10-20 kg S/ha aan te bevelen.
- Een tekort aan zwavel had geen invloed op de uiteindelijke N-opname.
- Bij een voldoende beschikbaarheid van zwavel was de zwavelafvoer met graszaad (zaad+hooi) circa 15 kg S/ha of omgerekend 40 kg SO<sub>3</sub>.
- Beluchting met Vertidrain had in een 2<sup>e</sup> jaarsgewas geen positief effect op de zaadopbrengst.

## Literatuur

Dijk, W. van, S. Burgers, H. ten Berge, A.M. van Dam, W.C.A. van Geel & J.R. van der Schoot, 2007. Effecten van verlaagde N-bemesting op marktbaar opbrengst en N-opname akker- en tuinbouwgewassen. PPO-rapport no. ??? In druk.

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, 2005. Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras. Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2004. PPO-projectrapport nr. 510251.

Schoot, J.R. van der en G.E.L. Borm, 2006. Zwavelbemesting graszaad Engels raaigras. Effect van zwavelbemesting op opbrengst en kwaliteit van Engels raaigras bestemd voor zaadproductie, oogst 2005. PPO-projectrapport nr. 510251.

## Bijlage 1. Weersgegevens 2005 – 2006 (Bron: KNMI)

gemiddelde temperatuur op 1,50 meter				neerslag			
Maand jaar	Eelde		Lauwersoog	Maand jaar	Eelde		Eenrum
decade	waarneming	verschil met norm	w	decade	waarneming	verschil met norm	w
september-05				september-05			
I decade	18.5	4.0		I decade	9.3	*	23.0
II decade	13.1	-0.3		II decade	20.6	-4.8	16.2
III decade	13.4	0.8		III decade	23.7	0.5	24.0
M gemiddelde	15.0	1.5	16.0	M gemiddelde	53.6	-18.2	63.2
oktober-05				oktober-05			
I	12.5	1.2		I	12.4	-14.4	17.0
II	11.3	1.9		II	3.7	-17.1	3.1
III	13.9	5.6		III	32.0	9.7	45.5
M	12.6	3.0	13.1	M	48.1	-21.7	65.6
november-05				november-05			
I	11.0	3.9		I	12.7	-8.6	17.2
II	6.2	1.0		II	30.6	1.2	47.5
III	2.7	-1.6		III	27.1	-0.3	38.0
M	6.6	1.1	7.7	M	70.4	-7.7	102.7
december-05				december-05			
I	4.1	0.5		I	10.8	-8.6	24.3
II	5.2	2.0		II	24.1	-6.4	27.5
III	2.1	-0.7		III	19.3	-5.8	27.8
M	3.7	0.5	4.5	M	54.2	-20.8	79.6
januari-06				januari-06			
I	1.1	-0.5		I	0.4	-27.8	4.0
II	2.1	0.1		II	18.2	3.1	14.5
III	-0.6	-2.8		III	2.5	-23.2	8.3
M	0.8	-1.2	1.0	M	21.2	-47.8	26.8
februari-06				februari-06			
I	2.0	-0.2		I	14.4	-3.5	13.0
II	3.2	1.5		II	11.2	-5.2	10.0
III	0.9	-1.7		III	4.5	-6.1	4.0
M	2.1	0.0	2.5	M	30.1	-14.8	27.0
maart-06				maart-06			
I	0.5	-3.5		I	25.4	4.5	30.5
II	-0.4	-5.2		II	1.5	-17.2	1.5
III	7.1	1.4		III	42.8	21.1	36.9
M	2.6	-2.3	2.9	M	69.7	8.4	68.9
april-06				april-06			
I	6.1	-0.4		I	25.7	9.0	25.0
II	8.5	1.3		II	13.8	-0.1	14.0
III	9.5	0.6		III	2.5	-11.0	5.8
M	8.0	0.5	8.2	M	42.0	-2.1	44.8
mei-06				mei-06			
I	16.3	5.7		I	4.5	-13.3	15.8
II	13.5	1.3		II	37.1	18.4	27.9
III	11.0	-1.7		III	34.9	14.0	26.8
M	13.5	1.6	13.5	M	76.5	19.0	70.5
juni-06				juni-06			
I	12.8	-1.4		I	1.0	-25.4	0.4
II	18.5	4.4		II	2.6	-15.9	7.3
III	15.9	0.9		III	13.1	-14.6	32.3
M	15.7	1.3	15.5	M	16.7	-55.9	40.0
juli-06				juli-06			
I	22.0	5.7		I	4.8	-19.0	1.9
II	20.2	4.0		II	10.5	-12.4	16.2
III	21.9	5.1		III	19.0	-7.3	40.1
M	21.4	4.9	21.2	M	34.3	-38.7	58.2
augustus-06				augustus-06			
I	16.8	-0.4		I	29.4	13.3	22.9
II	16.5	-0.3		II	52.8	36.3	52.7
III	14.9	-0.7		III	91.8	67.8	124.8
M	16.0	-0.5	17.1	M	174.3	117.7	200.4



## Bijlage 2. Perceels- en teeltgegevens KW0617 en KW0618

---

Proefnummer	:	KW 0617
Locatie	:	R.J. Clevering, Oosterweg 15, 9976 TK Eenrum
Gewas	:	Engels raaigras
Voorvrucht	:	Pootaardappelen
Ras	:	Sabor (grasveldtype)
Zaaidatum	:	10 september 2005
Zaaizaadhoeveelheid	:	8,5 kg/ha
Veldjesgrootte	:	Bruto: 3 x 18 = 54 m <sup>2</sup> Netto: 1,5 x 14 = 21 m <sup>2</sup>
Bemesting	:	N: herfst: geen 20 maart en 1 mei 175 kg N/ha met KAS en Ammoniumsulfaatsalpeter
N-mineraal	:	6 februari 45 kg N/ha in de laag 0-90 cm
Onkruidbestrijding	:	99 ml Primus + 1,5 l Verigal + 0,5 Starane + 1 MCPA
Groeiregulatie	:	geen
Plaagbestrijding	:	29 juni 0,05 Karate Zeon
Ziektebestrijding	:	29 juni 1 l/ha Matador
Oogst	:	27 juli 2006

---

---

Proefnummer	:	KW 0618
Locatie	:	M.F. Biewenga, Dijkumerweg 4, 9923 TC Garsthuizen
Gewas	:	Engels raaigras 2 <sup>e</sup> jaars
Ras	:	Palmer (grasveldtype)
Zaaidatum	:	18 september 2004
Zaaizaadhoeveelheid	:	10 kg/ha
Veldjesgrootte	:	Bruto: 3 x 18 = 54 m <sup>2</sup> Netto: 1,5 x 14 = 21 m <sup>2</sup>
Bemesting	:	N: herfst: geen 20 maart en 1 mei 200 kg N/ha met KAS en Ammoniumsulfaatsalpeter
N-mineraal	:	6 februari 10.8 kg N/ha in de laag 0-90 cm
Beluchten	:	24 maart met Vertidrain
Onkruidbestrijding	:	geen
Groeiregulatie	:	6 mei 0,4 Moddus 250 EC
Plaagbestrijding	:	
Ziektebestrijding	:	2 maal Matador
Oogst	:	19 juli 2006

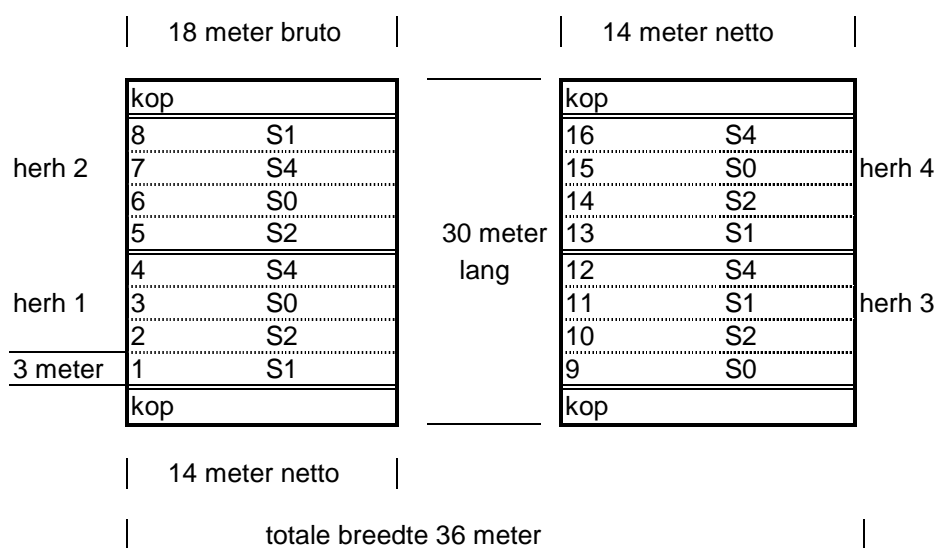
---

## Bijlage 3. Proefschema KW0617

### Factoren met Niveaus

Factor code	Factor omschrijving	Niveau code	Niveau Omschrijving / instelling
S	Zwavelbemesting	S0	Volledig kalkammonsalpeter
		S1	7/8 kas – 1/8 ass
		S2	3/4 kas – 1/4 ass
		S4	1/2 kas – 1/2 ass

### Schema van het proefveld:

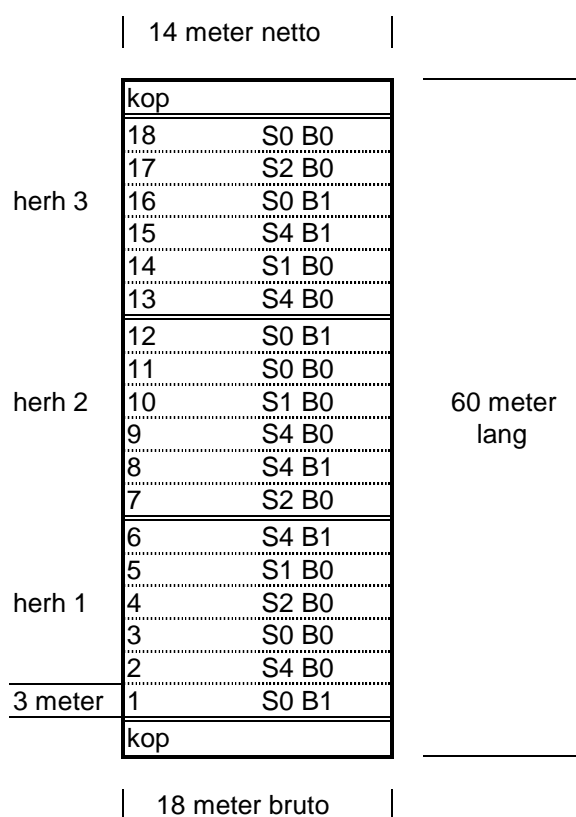


## Bijlage 4. Proefschema KW0618

### Factoren met Niveaus

Factor code	Factor Omschrijving	Niveau code	Niveau Omschrijving / instelling
S	Zwavelbemesting	S0	Volledig kalkammonsalpeter
		S1	7/8 kas – 1/8 ass
		S2	3/4 kas – 1/4 ass
		S4	1/2 kas – 1/2 ass
B	Beluchten	B0	Niet beluchten
		B1	Wel beluchten

### Schema van het proefveld:



## Bijlage 5. Tabellen

Tabel 1. **Zaadopbrengst in kg/ha zwavelproeven graszaad Engels raaigras.**

Object	1e-jaars			2e-jaars		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
S0	1580 a	1125	1750	1220	1165	1960
S1	1800 b	1180	1790	1320	1140	1930
S2	1780 b	1200	1740	1340	1195	2095
S4	1820 b	1100	1830	1300	1170	2000
F prob.	0.012	0.427	0.751	0.552	0.750	0.421
l.s.d. 5%	140	155	200	200	125	240

Tabel 2. **S-gehalte in gr/kg en S- en N-opname in kg/ha zwavelproeven Engels raaigras 2004.**

	1e-jaars			2e-jaars		
	S-gehalte	S-opname	N-opname	S-gehalte	S-opname	N-opname
S0	1,3 a	14 a	134	0,9 a	8 a	115
S1	1,3 a	18 b	119	1,5 b	16 c	114
S2	1,5 a	19 b	130	1,4 b	14 bc	95
S4	1,8 b	24 c	160	1,6 b	16 c	117
F prob.	0.005	0.006	0.131	0.013	0.003	0.584
l.s.d. 5%	0,2	4	35	0,3	3	42

Tabel 3. **S-gehalte in gr/kg en S- en N-opname in kg/ha zwavelproeven Engels raaigras 2005.**

	1e-jaars			2e-jaars		
	S-gehalte in g/kg	S-opname in kg/ha	N-opname in kg/ha	S-gehalte g/kg	S-opname kg/ha	N-opname kg/ha
S0	1,6	14	105	1,3	17	120
S1	1,4	14	100	1,4	17	112
S2	1,4	14	91	1,4	16	111
S4	1,5	14	90	1,5	17	111
F prob.	0.443	0.998	0.683	0.096	0.953	0.915
l.s.d. 5%	0,3	4	33	0,3	5	35

Tabel 4. **S-gehalte in gr/kg en S- en N-opname in kg/ha zwavelproeven Engels raaigras 2006.**

	1e-jaars			2e-jaars		
	S-gehalte in g/kg	N-gehalte in g/kg	N-opname in kg/ha	S-gehalte g/kg	S-opname kg/ha	N-opname kg/ha
S0	1,3 a	16 a	131	0,9 a	12 a	135
S1	1,6 ab	18 ab	123	1,3 ab	16 ab	138
S2	1,9 b	18 ab	112	1,7 c	20 b	141
S4	1,8 b	23 a	146	1,5 bc	22 b	149
F prob.	0.03	0.118	0.520	0.017	0.047	0.926
l.s.d. 5%	0,4	6	53	0,4	6	54