

# Plaatsspecifieke K-bemesting op basis van een Veris-scan organische stof kaart

*Veld- en pottenproef analyse op de relatie tussen K-advies en organische stofgehalte*

Resultaten 2014:

Praktijkwerken

4a2 pH en N/K effect op opbrengstoptimalisatie

4a5 pH en N/K opbrengstoptimalisatie zetmeelaardappel

Auteur(s)   ing. D.A. van der Schans  
              lr. W. van den Berg  
              ir. H.J. Russchen  
              ir. J.A. Booij  
              ing. W. van Geel

© 2015 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, AGV

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 694

Projectnummer: 3750 284300

## Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit PPO-AGV

Address : Postbus 430 8200 AK Lelystad  
Tel. : +31 320 291111  
Fax : +31 320 230 479  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

## Contents

1	INLEIDING .....	5
1.1	Achtergrond .....	5
1.2	Doelstelling .....	6
2	PROEFOPZET .....	9
2.1	Opzet veldproef .....	9
2.2	Bodem analyses .....	10
2.3	Gewas analyses .....	10
2.4	Opzet pottenproef .....	10
3	RESULTATEN .....	13
3.1	Pottenproef .....	13
3.2	Veldproef .....	17
3.2.1	Teeltgegevens perceel 68 v .....	17
3.3	Resultaten perceel 68 v .....	17
3.3.1	Verbanden tussen bodemparameters .....	17
3.3.2	Analyse van gewasopbrengsten en K-response .....	20
3.3.3	Predictie van effecten van K-bemesting .....	24
4	CONCLUSIES .....	29
4.1	Pottenproef .....	29
4.2	Veldproef .....	29
5	DISCUSSIE .....	31



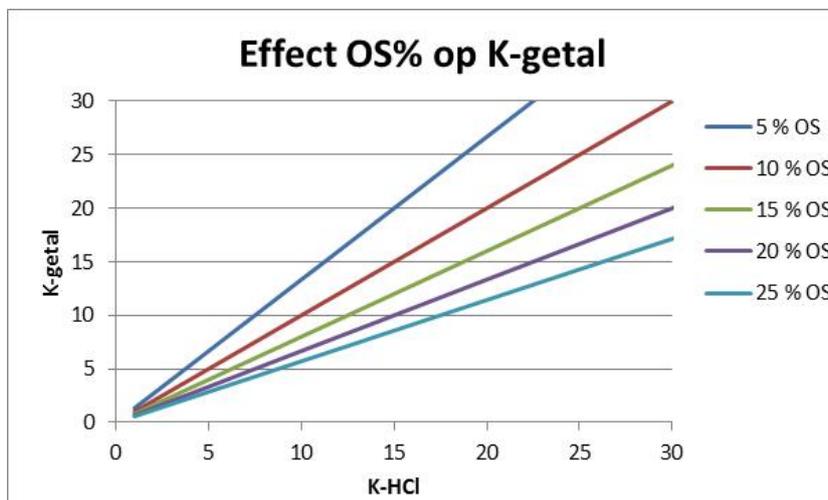
# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

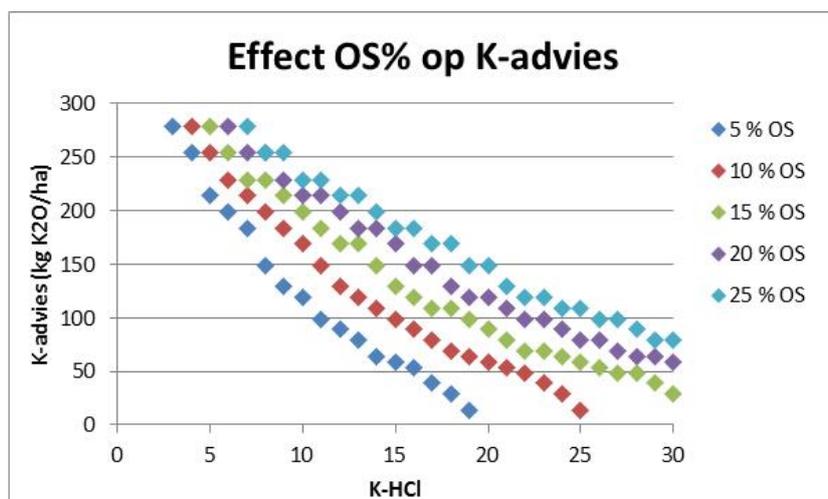
De adviesgift voor kalibemesting voor akkerbouwgewassen wordt traditioneel bepaald op basis van het K-getal. Het K-getal wordt op zandgrond berekend met de onderstaande formule:

$$K - \text{getal} = (20 * K - HCl) / (10 + \% \text{ organische stof})$$

K-HCl wordt bepaald door 1 gewichtsdeel grond te mengen met 10 gewichtsdelende extractievloeistof (0,1 M HCl en 0,4 M oxaalzuur). Uit de formule blijkt dat het K-getal op zandgrond afhankelijk is van het organische stof % in de bodem. In Figuur 1 is het effect van het organische stof % op de berekening van K-getal uit de K-HCl weergegeven. Met het K-advies (tabel 1) kan het effect van het organische stofgehalte op het K-advies worden weergegeven (Figuur 2 )



Figuur 1. Effect van organische stofgehalte op de berekening van het K-getal uit de bodem.



Figuur 2. Effect van organische stofgehalte op de het K<sub>2</sub>O-advies.

Tabel 1. **Geadviseerde kaligiften (kg K<sub>2</sub>O/ha) op zeezand-, dekzand-, dal- en veengrond (1984) bij verschillende gewasgroepen.**

K-getal	Gewasgroep*			
	1	2	3	4
< 4	320	280	430	220
6	280	230	380	190
8	250	200	350	160
10	220	170	320	130
12	180	130	280	110
14	160	110	260	90
16	140	90	230	70
18	120	70	190	60
20	110	60	170	50
22	100	50	140	40
24	80	30	120	30
26	70	0	90	0
28	60		70	
30	50		50	
32	40		30	
34	30		0	
36	0			

\* Indeling in gewasgroepen:

1. Consumptieaardappelen, suikerbieten, zaadbieten, klaver, wikken, luzerne, uien, bladspinazie, spruitkool, wortelen, waspeen, krotten, prei, augurken, witlof, knolselderij, schorseneren, aardbeien, kunstweide (2x maaien), vlas, karwij, rode kool, witte kool, bloembollen en overige groentengewassen;
2. Zetmeelaardappelen, aardappelen voor industriële verwerking en bloemkool;
3. Voederbieten;
4. Asperge, granen, maïs, stamslabonen, tuinbonen, veldbonen, bruine bonen, conservenerwten, landbouwerwten, graszaad en andere zaadgewassen.

K bemestingsadvies was tot 2011 gebaseerd op K-getal. Dit kan worden berekend uit K-HCl en het organische stof gehalte bij zand- en dalgrond en bij kleigrond uit K-HCl en het lutum gehalte. Daarom is in de proef K-HCl bepaald.

In 2011 heeft Blgg agroxpertus K-HCl vervangen door K-PAE. K-PAE en K-CEC geven volgens Blgg een betere benadering. de K-CEC is de echte hoeveelheid K aan het kleihumuscomplex en K-PAE is de gemakkelijk voor de plant beschikbare K. Met K-getal wordt op basis van lutum en organische stof en K-HCl een schatting gemaakt van de makkelijk beschikbare K. Van der Paauw, een vooraanstaand onderzoeker op het gebied van fosfaat en kali, wees er in 1936 al op dat aan het gebruik van het K-getal bezwaren kleven. Hij heeft meerdere keren gewezen op “andere (bodem)factoren en nutriënten die van belang zijn voor het vaststellen van de beschikbaarheid van K voor het gewas en die op deze wijze buiten beschouwing blijven” (den Boer, 2011).

## 1.2 Doelstelling

Het K-getal en daarmee ook het K-advies is afhankelijk van het organische stof % in de bodem, maar er is waarschijnlijk ook een verband tussen organische stof en K-CEC en K-PAE. Het doel van dit onderzoek is te onderzoeken of op basis van een organische stofkaart een methode kan worden ontwikkeld om een betrouwbare K-bemestingskaart af te leiden. Dit zou leiden tot een variabel K-bemestingsadvies om bij sterk wisselende K toestanden op een perceel door variabele K-bemesting op elke plek op het perceel groeiomstandigheden te optimaliseren. Daarmee zal een hogere productie met een betere kwaliteit voor

zetmeel aardappelen worden gerealiseerd.

In dit project is in 2014 een potten- en een veldproef uitgevoerd om vast te stellen of er een verband bestaat tussen het organische stofgehalte in de bouwvoor en K-HCl, Kali beschikbaarheid (K-PAE), K-getal en de gewasresponse op K-bemesting.

Op veel percelen in de Veenkoloniën is de variatie in het organische stof gehalte binnen percelen zeer groot. Met sensoren op het Veris sensor platform kan de variatie in organische stof % binnen percelen worden verkregen.

Als uit dit onderzoek een sterk verband tussen organische stofgehalte en Kali beschikbaarheid naar voren komt kan een adviessysteem worden ontwikkeld voor plaats specifieke  $K_2O$ -bemesting. Het gaat bij dit onderzoek om een oriëntatie op mogelijkheden hoe dit plaats specifieke advies tot stand zou kunnen komen. Hierbij is het van belang zowel op basis van K-getal, als op basis van K-PAE en K-CEC het verband met het organische stof gehalte en de response op K-advies en K-gift vast te stellen.



## 2 Proefopzet

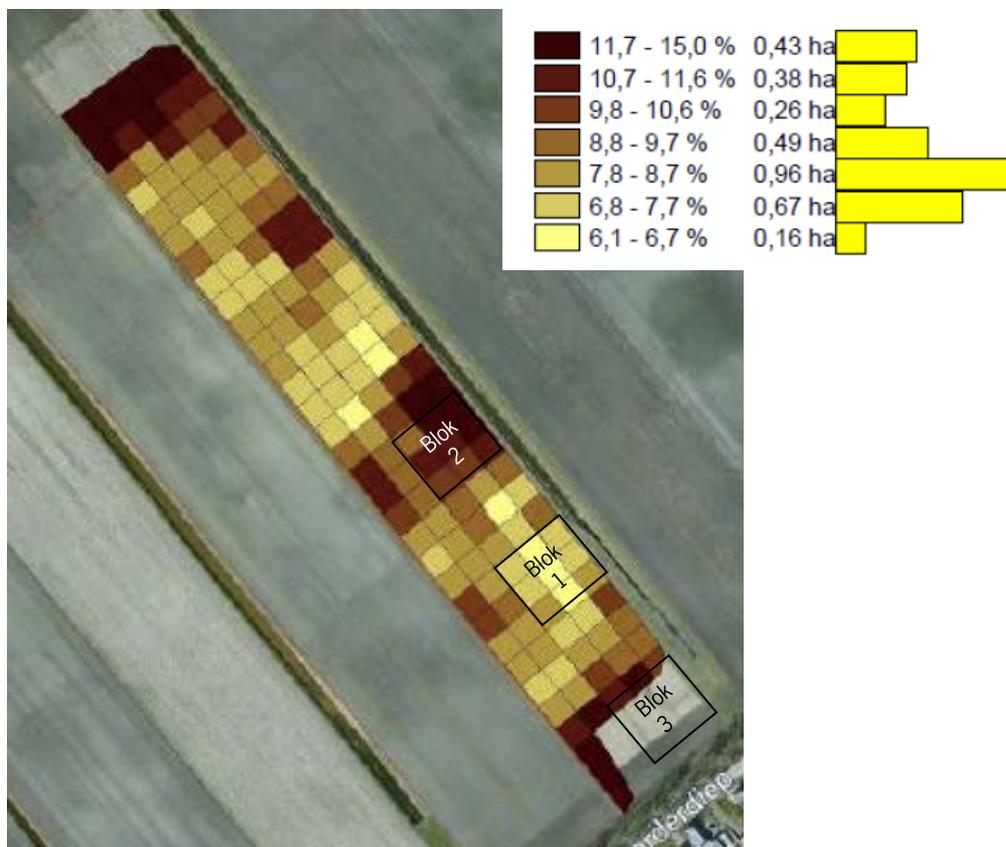
Proefboerderij 't Kompas in Valthermond ligt in de veenkoloniën. Het bouwplan van het proefbedrijf is gebaseerd op een standaard veenkoloniaal bouwplan met 1 op 2 zetmeelaardappelen, 1 op 4 bieten en 1 op 4 graan. In 2014 is op perceel 68 V zetmeelaardappel geteeld. Voorafgaand aan de teelt is het perceel gescand met de Veris-bodemscan.

Op basis van de variatie in organische stofgehalte, zoals deze uit de Veris-bodemscan naar voren kwam, zijn in perceel 68 V drie blokken geselecteerd met verschillend niveau van het organische stofgehalte; een blok met een laag organische stofgehalte < 8%, een blok met een organische stofgehalte tussen 8 en 15% en een blok met een organische stofgehalte >15%.

### 2.1 Opzet veldproef

In onderstaande figuur 3 is de organische stofkaart van perceel 68 V weergegeven. Voor de onderzoeksofzet zijn drie plekken geselecteerd met een verschillend organische stof gehalte. De ligging van de drie geselecteerde blokken op basis van het organische stofgehalte weergegeven is op het kaartje weergegeven. Uit de kaart blijkt dat er geen plek was met een organische stofgehalte van meer dan 15%. Op het moment van scannen was de draagkracht op de plekken met een hoog organische stofgehalte onvoldoende om de apparatuur te dragen.

Blok 3 ligt daarom op een plek die niet met de Veris-scanner is gescand. Wel is er naast het blok een strook gescand, waar een organische stofpercentage van 13-15% is gemeten. Volgens de ervaring van de bedrijfsleider met dit stuk van het perceel gaat het om een veenplek waar het organische stofpercentage groter is dan 15%.



Figuur 1. Organische stof kaart op basis van Veris scan (Perceel 68 V).

In de drie blokken met een verschillend OS%, zijn per blok 12 veldjes uitgezet van netto 3 x 10 meter. Voorafgaand aan de teelt van zetmeelaardappelen zijn de veldjes individueel bemonsterd op organische stof %, K-PAE en K-HCl.

In ieder blok zijn 4 kalibemestingsniveaus aangelegd in 3 herhalingen. (Tabel 3).

Tabel 2. **Objecten Veld proef Kali bemesting in zetmeelaardappel.**

Blok	OS%	K-trappen
I	<8%	K1 = Geen K <sub>2</sub> O
		K2 = Ca. 50% van gift bij K3
		K3 = Advies bij huidig K-getal
		K4 = Ca. 150% van gift bij K3
II	8-15%	K1 = Geen K <sub>2</sub> O
		K2 = Ca. 50% van gift bij K3
		K3 = Advies bij huidig K-getal
		K4 = Ca. 150% van gift bij K3
III	>15%	K1 = Geen K <sub>2</sub> O
		K2 = Ca. 50% van gift bij K3
		K3 = Advies bij huidig K-getal
		K4 = Ca. 150% van gift bij K3

## 2.2 Bodem analyses

Voorafgaand aan de teelt zijn van alle 36 veldjes het organische stofgehalte, K-PAE en K-HCl bepaald. BLGG AgroXpertus baseert sinds 2011 het kali bemestingsadvies niet meer op het K-getal maar op K-PAE en K-CEC. Voor de klant wordt ter vergelijking wordt ook een K-getal op het formulier weergegeven. Dit K-getal is afgeleid van K-PAE (K-CaCl<sub>2</sub>). Het traditionele K bemestingsadvies wordt afgeleid van het K-getal dat wordt berekend uit K-HCl en het organische-stofgehalte.

## 2.3 Gewas analyses

Bij de oogst is de verse knolopbrengst vastgesteld. Van elk veld is aan een monster OWG, zetmeelgehalte en het K-gehalte bepaald. Met de analyse resultaten kunnen de zetmeel opbrengst en de Kali onttrekking worden berekend en worden afgezet tegen de K-beschikbaarheid en K-bemesting.

## 2.4 Opzet pottenproef

Uit elk van drie blokken (met een verschillend OS%) die zijn geselecteerd voor de veldproef is een partij grond uit de bouwvoor (0-30 cm) genomen voor de pottenproef. Van deze drie partijen is een grondmonster genomen. Dit grondmonster is geanalyseerd op organische stof %, K-HCl en K-PAE.

Per grondsoort/blok zijn 12 emmers gevuld met 10 liter grond op 15 mei 2014. In totaal 36 emmers. De 12 emmers zijn opgedeeld in 4 objecten in 3 herhalingen. Per grondsoort is een K-trap met vier niveaus aangelegd volgens tabel 2. De K<sub>2</sub>O-bemesting is gemengd door de bovenste 10 cm van de emmer.

Tabel 3. **Objecten pottenproef.**

Blok	OS%	K-trappen
I	<8%	K1 = Geen K <sub>2</sub> O K2 = Ca. 50% van gift bij K3 K3 = Advies bij huidig K-getal K4 = Ca. 150% van gift bij K3
II	8-15%	K1 = Geen K <sub>2</sub> O K2 = Ca. 50% van gift bij K3 K3 = Advies bij huidig K-getal K4 = Ca. 150% van gift bij K3
III	>15%	K1 = Geen K <sub>2</sub> O K2 = Ca. 50% van gift bij K3 K3 = Advies bij huidig K-getal K4 = Ca. 150% van gift bij K3

De emmers zijn weggezet onder plastic om uitdrogen te voorkomen.

Op 2 september zijn de emmers bemonsterd op K-PAE en K-HCl om de invloed van de K-gift op de kali beschikbaarheid te kunnen beoordelen.

Afbeelding 1 geeft de opstelling van de pottenproef weer met 36 emmers met daarin elk 10 liter grond.



Afbeelding 1. **Pottenproef met kalibemesting.**

De toename van K-HCl en K-PAE in relatie tot de K-bemesting zijn bepaald door de kali hoeveelheid in kg/ha bij de start van de potten proef te vergelijken met de hoeveelheid Kali op basis van K-HCl analyse eind augustus. Dit zelfde werd gedaan met de K-PAE eind augustus.



## 3 Resultaten

### 3.1 Pottenproef

Voor het inzetten van de pottenproef zijn de partijen grond afkomstig van de blokken 1, 2 en 3 van de veldproef opnieuw bemonsterd en geanalyseerd. Het ligt voor de hand dat het organische stofgehalte van de grond die voor de pottenproef is verzameld afwijkt van het gehalte dat op het perceel is vastgesteld. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de onderstaande Tabel 4.

Tabel 4. **Uitgangswaarden bij het inzetten van de pottenproeven.**

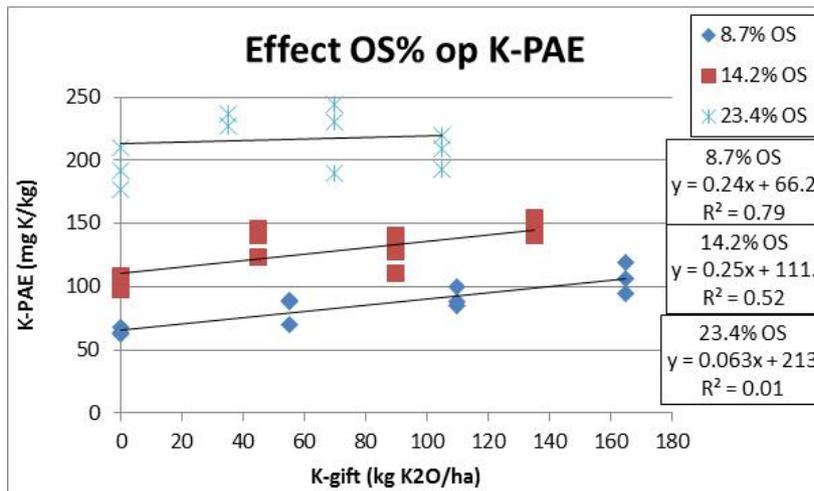
	mg K/kg		mg K <sub>2</sub> O/100 g	
	OS%	K-PAE	K-HCl	K-getal
Blok 1	8.7	76	10	11
Blok 2	14.2	101	15	12
Blok 3	23.4	240	30	18

Uit tabel 4 blijkt dat de grond uit de blokken 1 en 2 een lager K-getal (resp. 11 en 12 ) had dan bij de berekening van de adviesgift (resp. 14 en 16) was uitgegaan. Bij blok 3 kwam het K-getal (18) exact overeen met het K-getal waarop de adviesgift was berekend. Vergelijk met Tabel 7 .

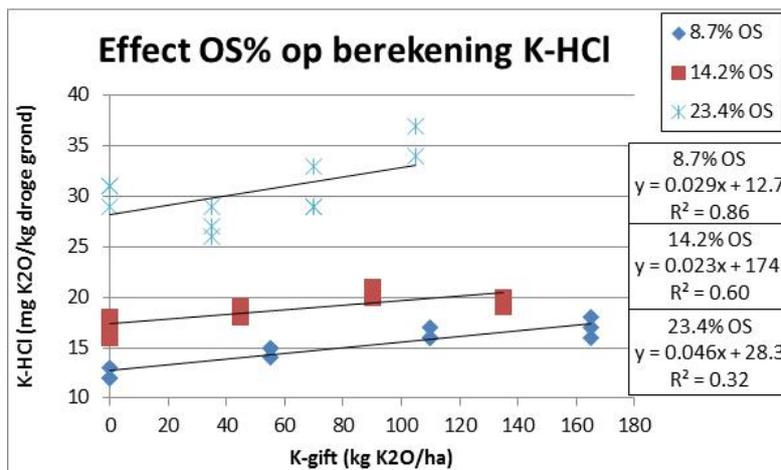
Tabel 5 **Resultaten Kali analyse van grond in en pottenproef met K-bemesting ca 3 maanden na de K-bemesting.**

OS %	K <sub>2</sub> O-gift	K-PAE	K-HCl	K-getal
	0	65	12	13
Blok 1	55	82	15	16
8.7	110	91	16	17
	165	107	17	18
Gemiddeld	83	86	15	16
	% cv	10.8	4.9	4.9
	Fprob	0.009	0.001	0.001
	LSD	18.6	1.5	1.6
OS %	K <sub>2</sub> O-gift	K-PAE	K-HCl	K-getal
	0	104	17	14
Blok 2	45	136	18	15
14.2	90	127	21	17
	135	145	20	16
Gemiddeld	68	128	19	16
	% cv	9.0	2.9	2.9
	Fprob	0.021	<0.001	<0.001
	LSD	23.1	2.9	2.9
OS %	K <sub>2</sub> O-gift	K-PAE	K-HCl	K-getal
	0	193	30	18
Blok 3	35	242	27	16
23.4	70	221	30	18
	105	207	36	21
Gemiddeld	53	216	30	18
	% cv	9.1	6.4	6.4
	Fprob	0.094	0.019	0.019
	LSD	39	4.1	2.5

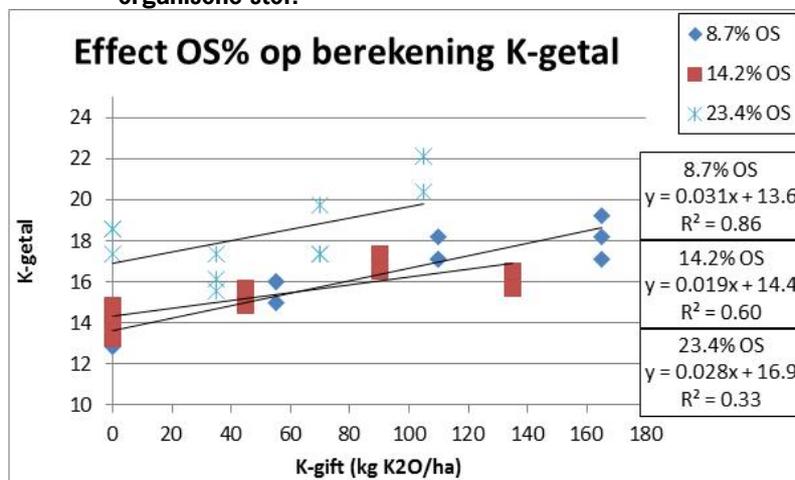
In tabel 5 zijn de analyseresultaten van de pottenproef bij de 2<sup>de</sup> bemonstering op 2 september weergegeven. De resultaten van tabel 5 zijn grafisch weergegeven in de figuren 3, 4 en 5.



Figuur 3. Weergave van de response van K-PAE op de K2O-bemesting op de drie gronden met verschil in organische stof gehalte.



Figuur 4. Weergave van de response van K-HCl op de K2O-bemesting op de drie gronden met verschil in organische stof.



Figuur 5. Weergave van de response van K-getal op de K2O-bemesting op de drie partijen dalgrond met verschil in organische stof.

Uit de figuren 3, 4 en 5 blijkt dat in het blok met het hoogste organische stofgehalte het kali-gehalte en de beschikbaarheid veel hoger is dan in de andere twee blokken. De response van K-PAE, K-HCl en het uit K-HCl berekende K-getal laten zien dat bij het hoge organische stofgehalte de K-PAE nauwelijks reageerde op de K-bemesting terwijl K-HCl wel een response te zien gaf op de K-bemesting. In het blok met het hoge organische stofgehalte was de variatie van de K-parameters tussen de veldjes bovendien groot. Hierdoor werd in dit blok geen betrouwbare relatie tussen de K-PAE, K-HCl of K-getal met de toegediende K<sub>2</sub>O-gift vastgesteld (Tabel 6). In de twee blokken met respectievelijk 8.7% en 14.2% was dit wel het geval.

Tabel 6. **Resultaten lineaire regressie effect van K-beschikbaarheid (y) bemesting x (y=ax+b).**

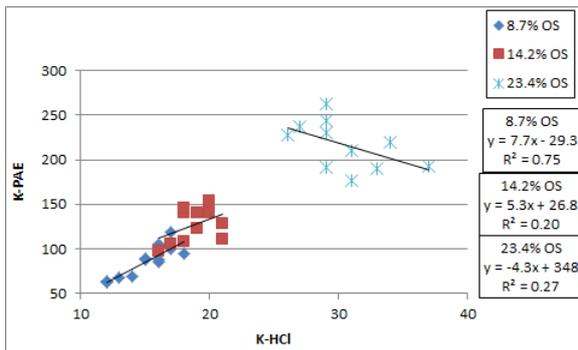
K-PAE					% verklaarde
	a	Fprob	b	Fprob	variantie
Blok 1	0.24	<0.001	66.2	<0.001	77.3
Blok 2	0.25	0.008	111	<0.001	47.2
Blok 3	0.063	0.755	213	<0.001	
K-HCl					
	y	Fprob	x	Fprob	
Blok 1	0.028	<0.001	12.7	<0.001	84.4
Blok 2	0.023	0.003	17.4	<0.001	55.5
Blok 3	0.046	0.072	28.3	<0.001	
K-getal					
	y	Fprob	x	Fprob	
Blok 1	0.030	<0.001	13.6	<0.001	84.4
Blok 2	0.019	0.003	14.4	<0.001	55.5
Blok 3	0.028	0.072	16.9	<0.001	

De K-PAE wordt weergegeven in mg K per kg droge grond. De hoeveelheid K<sub>2</sub>O van de toegediende gift die met K-PAE is teruggemeten kan hierdoor makkelijk worden berekend. Om tot een hoeveelheid in kg K per ha te komen moet worden gecorrigeerd voor factor K naar K<sub>2</sub>O (1.205) en het volumegewicht van de grond. Het volumegewicht van de grond kan worden berekend met:

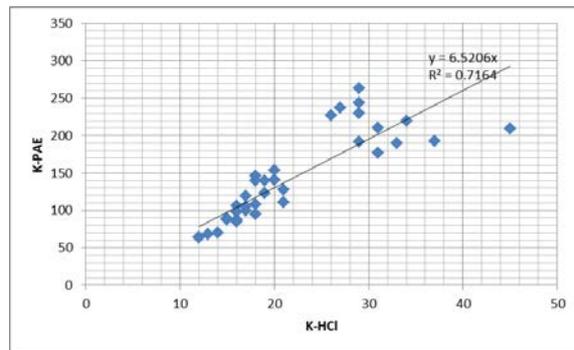
$$\text{Volumegewicht grond} = 1 / (0,02525 * \text{org.stof} + 0,6541)$$

In blok 1 werd 84% van de toegediende kali teruggemeten, in blok 2 was dit 76%. Hieruit blijkt dat de K-PAE, beschikbare Kali, een sterke reactie vertoont op de gegeven K<sub>2</sub>O-gift. Bij de K-HCl, waarmee de Kali voorraad in de bodem wordt weergegeven bleek de stijging lager dan verwacht op basis van de K-gift.

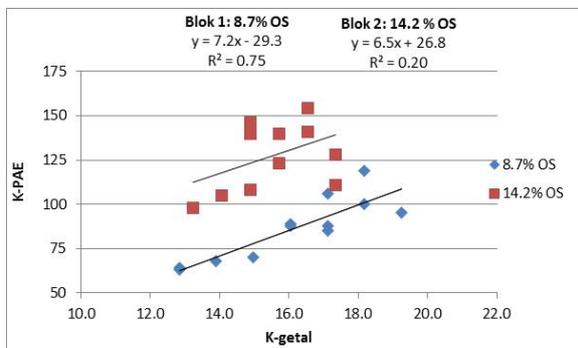
In de figuren 6-9 is de K-PAE uitgezet tegen de K-HCl en het K-getal voor deze pottenproef



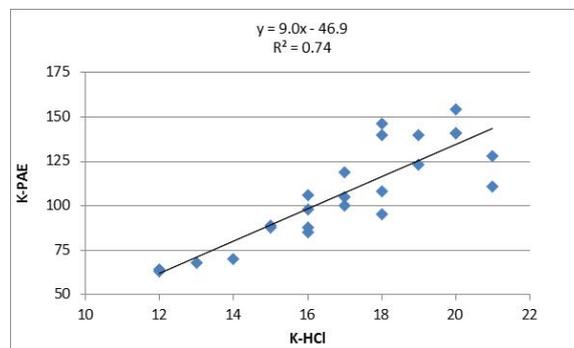
Figuur 6. Relatie tussen K-HCl en K-PAE voor de 3 blokken, blok 1, 8,7% organische stof en en blok 2, 14,7% organische stof apart in de pottenproef met dalgrond in 2014 op proefboerderij 't Kompas.



Figuur 7. Relatie tussen K-HCl en K-PAE voor alle blokken in de pottenproef met dalgrond in 2014 op proefboerderij 't Kompas. De regressielijn gaat (gedwongen) door de oorsprong.



Figuur 8. Relatie tussen K-HCl en K-getal voor blok 1, 8,7% organische stof en blok 2, 14,7% organische stof apart in de pottenproef met dalgrond in 2014 op proefboerderij 't Kompas.



Figuur 9. Relatie tussen K-HCl en K-PAE voor grond uit de blokken 1 en 2 met 8,7% en 14,2% organische stof in de pottenproef met dalgrond in 2014 op proefboerderij 't Kompas.

Uit Figuur 6 blijkt dat het verband tussen totale Kali in de bodem (K-HCl) en de beschikbare Kali (K-PAE) in de blokken 2 en 3 laag is ( $R^2$  respectievelijk 0,2 en 0,27). Bovendien is er bij de grond uit blokken 1 en 2 overlap in K gehalte (K-HCl) en K beschikbaarheid (K-PAE). Wel blijkt dat op blok 3 (hoog Organische stof gehalte) zowel K-PAE als K-HCL veel hoger ligt dan op de andere blokken. In Figuur 7 is het verband tussen K-HCl en K-PAE van alle blokken weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat de correlatie weliswaar hoog is ( $r^2=0,72$  als de oorsprong door 0,0 gaat), maar dat met het stijgen van de waarden de spreiding groter wordt. Dit betekent waarschijnlijk dat dit zal leiden tot minder nauwkeurige adviezen bij hogere K-gehalten of uit het K-getal wordt berekend. Figuur 8 laat duidelijk zien dat dit voor bemestingsadvies op basis van K-getal zeker geldt omdat het verband tussen K-getal en K-PAE in blok 1 op een ander niveau ligt dan in blok 2. De relatie tussen K-HCl en K-PAE voor blok 1 en 2 is nogmaals uitgezet in Figuur 9. De correlatie van het verband is hoog  $R^2 = 0,74$  (Als de oorsprong door 0,0 gaat is  $r^2 = 0,67$ ).

Opvallend is dat bij de emmers gevuld met grond met een hoger organische stofgehalte de gemiddelde K-PAE en K-HCl ook hoger is. Een hoger organische stofgehalte betekent meer buffering van K aan de humus. Toevoeging van verschillende Kali hoeveelheden aan de emmers heeft bij de drie organische stofniveaus blijkaar geleid tot verschillende reactie op de K-HCl/K-PAE verhouding. De toename van de spreiding lijkt samen te hangen met een toename van het organische stofgehalte maar kan ook toenemen bij een hogere K-PAE/K-HCl.

## 3.2 Veldproef

### 3.2.1 Teeltgegevens perceel 68 v

Figuur 10. **Perceels- en teeltgegevens 't Kompas 68 v.**

Grondsoort	dalgrond	Voorvrucht	
Perceel	68v	Ras	Seresta
Analyse	17-1-2014		
% organische stof	8.2	Spitten	6-mei
pH	5.0		
K-getal	11	Datum poten	15 mei
Pw-getal	41	Pootafstand	33 cm
		Datum aanaarden	6 juni
		Datum oogst	15 oktober
		Veldgrootte bruto	3 * 12
		Veldgrootte netto	1.5 * 10
<b>Bemesting</b>			
5-5	220 kg N/ha	KAS	
2-5	45 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	TSP	
2-5	Volgens proefschema K <sub>2</sub> O/ha	Kalisulfaat	
<b>Onkruidbestrijding</b>			
13-3	3 l/ha Glyphogan		
20-5	1.7 l/ha Afalon + 1.0 l/ha Challenge + 1.0 l/ha Robbester		
11-6	40 g/ha Titus + 0.1 l/ha Zipper		

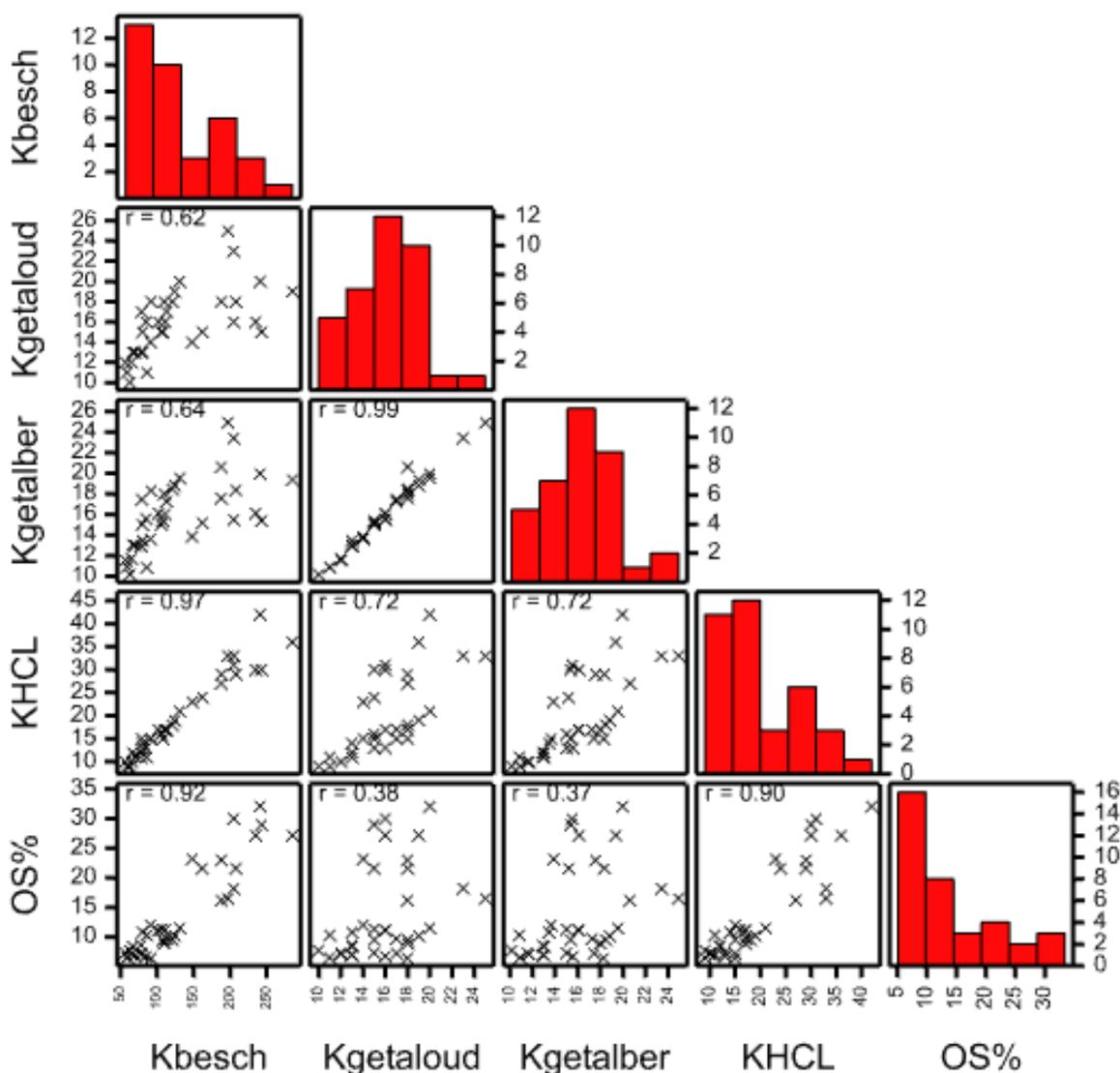
## 3.3 Resultaten perceel 68 v

### 3.3.1 Verbanden tussen bodemparameters

Organische stof gehalte (gloeiverlies), beschikbare Kali ( K-PAE), K getal (methode blgg) K-HCl en K-getal (traditionele methode) zijn per veld geanalyseerd of berekend. In Tabel 7 zijn de gemiddelde waarden per blok weergegeven. (In BIJLAGE 2) staan de waarden per veldje.

Tabel 7. **Gemiddelden van bodemanalyses per blok.**

Blok	OS%	K PAE	BLGG		Traditioneel
			K-getal	K-HCL	K-getal
1	7.3	73	13	12	14
2	10.5	107	14	16	16
3	23.8	209	17	31	18
Gemiddeld	13.9	129	15	20	16

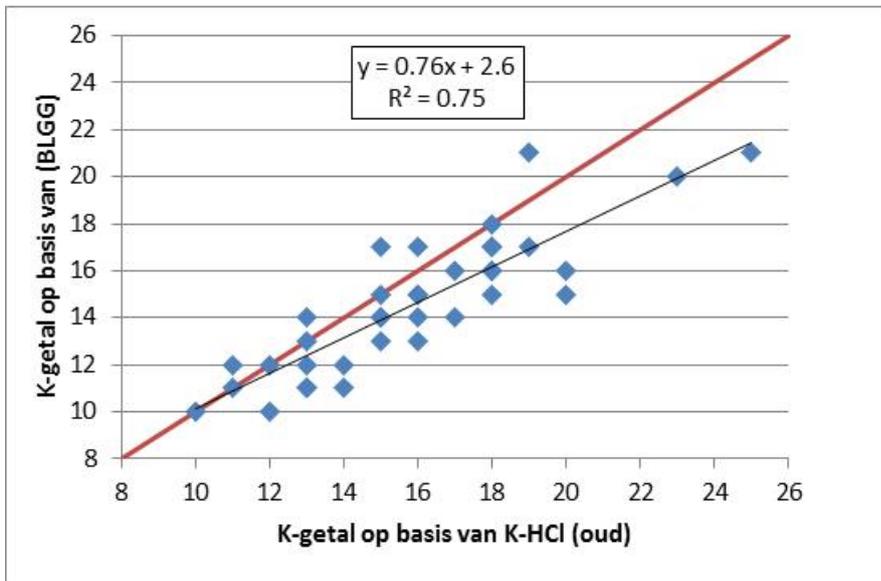


Figuur 11. **Regressieanalyse correlaties tussen Organische stof en 4 parameters voor de Kali toestand van de bodem van een veldproef in drie blokken met verschillend organische stofgehalte van de bouwvoor op perceel 68V op proefboerderij 't Kompas in Valthermond.**

Uit de regressie analyse blijkt een sterk verband, hoge correlatie van de K-beschikbaarheid met K-HCl. K-getal oud (berekend volgens de oude methode uit K-HCl en Org. Stof %) en Kgetal berekend met de nieuwe methode (K-CaCl<sub>2</sub> en het organische stofgehalte) hebben een sterk onderling verband maar een duidelijk lagere correlatie met de K-beschikbaarheid en met het organische stofgehalte. Eurofins (voorheen Blgg) gebruikt de K-beschikbaarheid voor het K-bemestingsadvies.

De doelstelling van het onderzoek is het ontwikkelen van een methode waarbij op basis van de organische stofkaart het K-advies kan worden verbeterd met een K-advieskaart. Hierbij is de relatie tussen het organische stof gehalte en de K-beschikbaarheid van belang. Uit Figuur 11 blijkt dat dit verband over de drie proefveldjes zeer sterk was ( $r=0,92$ ).

Het berekende K-getal op basis van K-HCl en organische stofgehalte ligt iets hoger dan het K-getal berekend op basis van K-PAE en organische stofgehalte. Dit is weergegeven in Figuur 12 waar de meeste punten onder lijn  $y = x$  liggen.



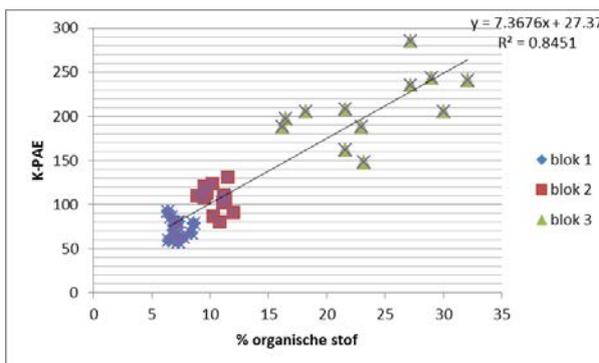
Figuur 12. Het K-gesamtes op basis van K-PAE versus het K-gesamtes berekend op basis van K-HCl.

Uit een regressieanalyse blijkt dat het K-gesamtes berekend door BLGG AgroXpertus goed geschat kan worden met de volgende formule ( $R^2=0.98$ ):

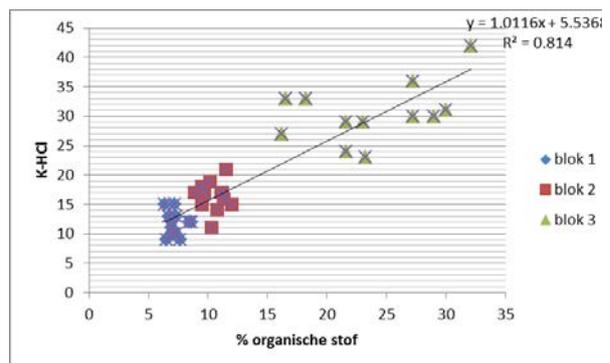
$$K - gesamtes = (2.55 * K - PAE)/(8.0 + \% \text{ organische stof})$$

Deze formule is net als de traditionele berekening van het K-gesamtes een exponentiële vergelijking met andere waarden.

Voor dit onderzoek is het van belang in te zoomen op de relatie organische stof gehalte en K-HCl en K-PAE. Daarom staan in onderstaande figuren de relaties gemarkeerd naar proefveldje met hoog, matig en laag organische stofgehalte. Het sterke verband komt met name tot stand door de grote range van het organische stofgehalte van de 3 blokken. In blok 1 was het laagste organische stofgehalte 6% en in Blok 3 het hoogste bijna 35%. (Figuur 13 en Figuur 14).



Figuur 13. De relatie tussen organische stofgehalte en K-PAE van 36 grondmonsters van een proefveld met K-bemesting op Proefboerderij 't Kompas in 2014.



Figuur 14. De relatie tussen organische stofgehalte en K-HCl van 36 grondmonsters van een proefveld met K-bemesting op Proefboerderij 't Kompas in 2014.

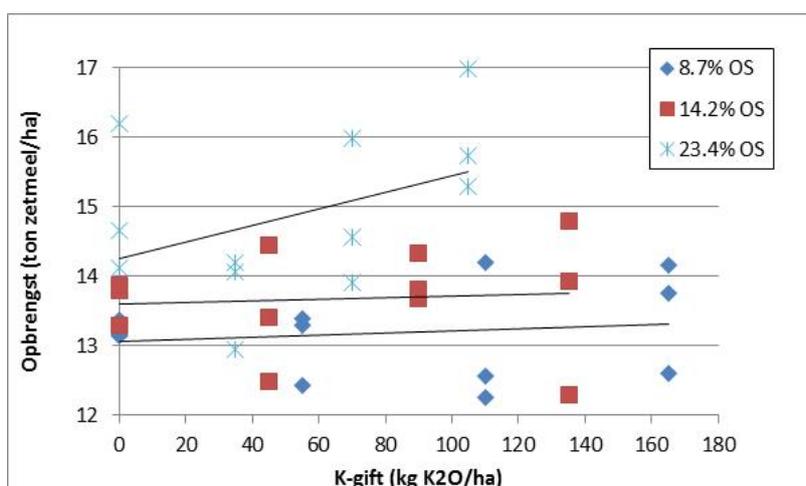
### 3.3.2 Analyse van gewasopbrengsten en K-response

In de analyse van de opbrengsten zijn het effect van de K bemesting, K beschikbaarheid, organische stofgehalte en K-getal op de parameters opbrengst (ton/ha), zetmeel gehalte, zetmeelopbrengst, K-gehalte en K-afvoer geanalyseerd. Eerst werd gekeken naar de response van knolopbrengst, zetmeel gehalte en zetmeel opbrengst op de K-gift (Tabel 8) . Op geen van de 3 blokken had K-bemesting een significant effect op de knol- of zetmeel opbrengst.

Tabel 8. **Opbrengstresultaten K<sub>2</sub>O-trappen bij verschillende OS-niveaus.**

OS %	K <sub>2</sub> O-gift kg/ha	Opbrengst ton/ha	Zetmeel %	Zetmeel ton/ha
Blok 1 8.7	0	55.1	24.0	13.2
	55	55.5	23.5	13.0
	110	55.3	23.5	13.0
	165	58.2	23.2	13.5
Gemiddeld	83	56.0	23.6	13.2
	% cv	4.9	1.7	6.1
	Fprob	0.51	0.18	0.87
	LSD	5.5	0.8	1.6
OS %	K <sub>2</sub> O-gift kg/ha	Opbrengst ton/ha	Zetmeel %	Zetmeel ton/ha
Blok 2 14.2	0	58.1	23.5	13.7
	45	57.5	23.4	13.4
	90	60.5	23.1	13.9
	135	59.6	22.9	13.7
Gemiddeld	68	58.9	23.2	13.7
	% cv	5.6	1.7	6.0
	Fprob	0.69	0.33	0.91
	LSD	6.6	0.81	1.6
OS %	K <sub>2</sub> O-gift kg/ha	Opbrengst ton/ha	Zetmeel %	Zetmeel ton/ha
Blok 3 23.4	0	69.8	21.5	15.0
	35	63.1	21.8	13.7
	70	69.2	21.4	14.8
	105	73.1	21.9	16.0
Gemiddeld	53	61.2	22.8	13.9
	% cv	4.9	1.9	4.4
	Fprob	0.053	0.48	0.031
	LSD	6.7	0.8	1.3

In Tabel 8 zijn de opbrengstresultaten van de K<sub>2</sub>O-trappen in de drie blokken met verschillende organische stofgehalte weergegeven. Hieruit blijkt dat er in blok 1 en 2 geen significant effect van K<sub>2</sub>O-bemesting op opbrengst was. In blok 3 had de hoogste K<sub>2</sub>O-gift van 105 kg K<sub>2</sub>O/ha een significant hogere zetmeelopbrengst dan de laagste K<sub>2</sub>O-gift van 35 kg K<sub>2</sub>O/ha maar er was geen significant verschil met het object zonder K-bemesting . Uit Figuur 15 blijkt dat de variatie in zetmeelopbrengst tussen de veldjes groot was, veel groter dan het effect van K<sub>2</sub>O-bemesting.



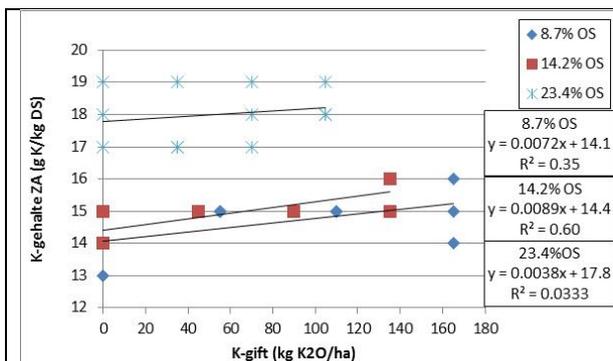
Figuur 15. Relatie tussen K<sub>2</sub>O-bemesting en zetmeelopbrengst in de veldproef.

In Tabel 9 is het K-gehalte in de zetmeelaardappel en de K<sub>2</sub>O-afvoer in de drie blokken met verschillende organische stofgehalte weergegeven.

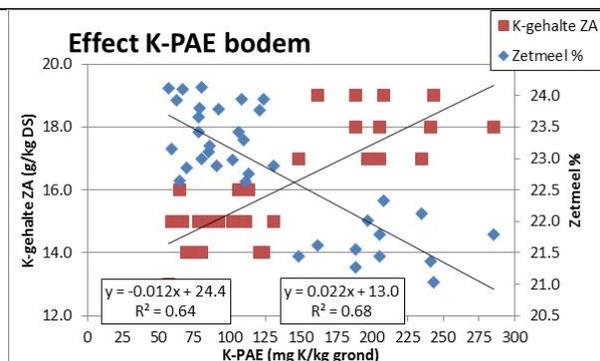
Tabel 9. K-gehalte ZA en K<sub>2</sub>O-afvoer met het geogste product.

OS %	K <sub>2</sub> O gift Kg/ha	K-gehalte g g/kg DS	K <sub>2</sub> O-afvoer kg/ha
	0	13.7	229
Blok 1 8.7	55	15.0	248
	110	15.0	249
	165	15.0	261
	<b>Gemiddeld</b>	<b>83</b>	<b>14.7</b>
	% cv	3.4	5.6
	Fprob	0.04	0.14
	LSD	1.0	28
OS %	K <sub>2</sub> O gift Kg/ha	K-gehalte g g/kg DS	K <sub>2</sub> O-afvoer kg/ha
	0	14.3	250
Blok 2 14.2	45	15.0	256
	90	15.0	267
	135	15.7	277
	<b>Gemiddeld</b>	<b>68</b>	<b>15.0</b>
	% cv	2.5	7.9
	Fprob	0.027	0.46
	LSD	0.8	42
OS %	K <sub>2</sub> O gift Kg/ha	K-gehalte g g/kg DS	K <sub>2</sub> O-afvoer kg/ha
	0	18.0	355
Blok 3 23.4	35	17.7	317
	70	18.0	347
	105	18.3	381
	<b>Gemiddeld</b>	<b>53</b>	<b>15.9</b>
	% cv	5.5	7.3
	Fprob	0.87	0.11
	LSD	2.0	51.1

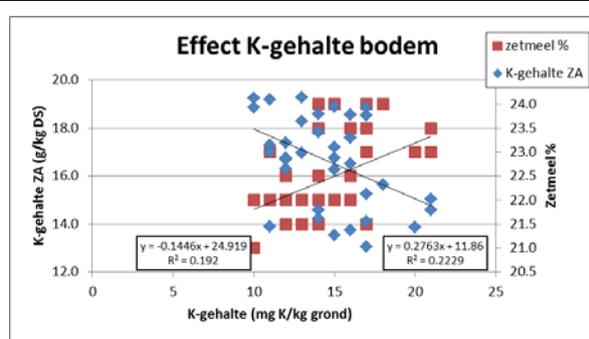
Uit de tabel blijkt dat K<sub>2</sub>O-bemesting in blok 1 en 2 resulteerde in een significant hoger K-gehalte in de geogste zetmeelaardappel. Vanwege variatie in opbrengst vertaalde het significant hogere K-gehalte niet in een significant hogere K<sub>2</sub>O-afvoer.



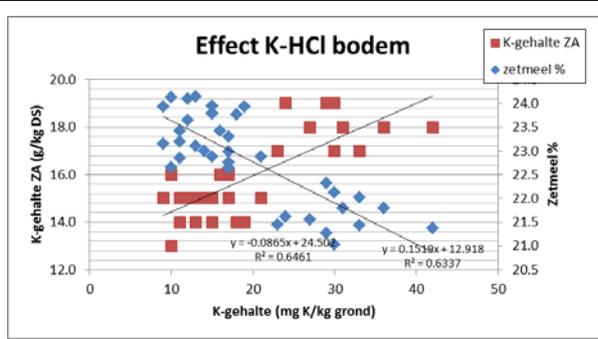
Figuur 16. Relatie tussen K<sub>2</sub>O-bemesting en K-gehalte in de zetmeelaardappel bij drie o.s.-niveaus.



Figuur 17. Het effect van de K-beschikbaarheid in de bodem op het K-gehalte in de zetmeelaardappel.



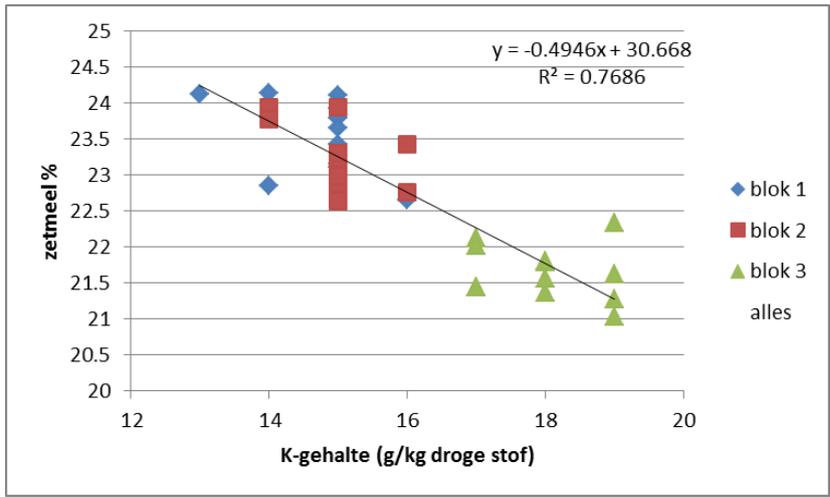
Figuur 18. Het effect van het K-gehalte in de bodem op het K-gehalte in de zetmeelaardappel



Figuur 19. Het effect van de K-HCl in de bodem op het K-gehalte in de zetmeelaardappel.

In Figuur 16 tot en met Figuur 19 is de relatie tussen de K-gift en de K-waarden in de bodem (K-PAE, K-gehalte en K-HCl) en het K-gehalte in de zetmeelaardappel en het zetmeelgehalte weergegeven. De parameters K-PAE en K-HCl blijken een sterk verband te hebben met het K-gehalte en zetmeel % in de aardappel. De hogere K-waarden in blok 3 resulteerden in een hoger K-gehalte in de zetmeelaardappel en een drukkend effect op het zetmeelgehalte in de zetmeelaardappel. Of dit alleen een K-effect is staat niet vast. Naast een hogere K-toestand zou ook een hogere N-mineralisatie een rol kunnen hebben gespeeld.

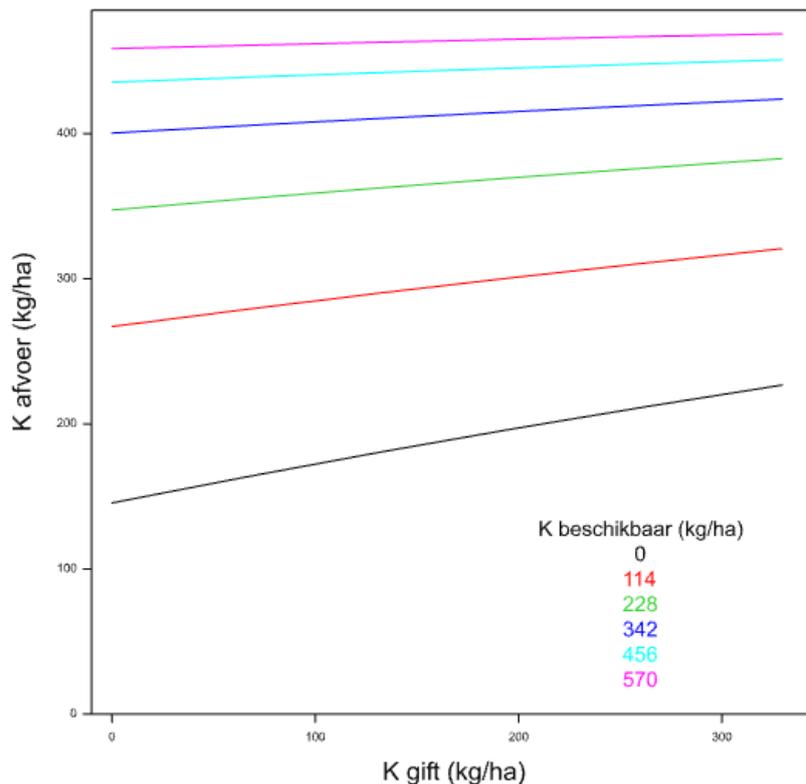
In Figuur 20 is het drukkende effect van het K-gehalte in de knol op het zetmeelgehalte weergegeven. Naast de hogere beschikbaarheid in blok 3 wordt de relatie tussen K- en zetmeelgehalte in de zetmeelaardappel mede veroorzaakt door het positieve effect van de K<sub>2</sub>O-gift op het K-gehalte in combinatie met het drukkende effect van K<sub>2</sub>O-bemesting op het zetmeelgehalte in blok 1 en 2.



### 3.3.3 Predictie van effecten van K-bemesting

Om te toetsen in hoeverre aan de hand van bodemparameters en bemesting de gewasreactie wordt voorspeld zijn de data van de drie blokken met wiskundig model (1) verwerkt. In Figuur 21 is dit model toegepast:

$$predictie = \alpha + \beta \rho^{Kgift + \varphi Kbeschikbaar} \quad (1)$$



Figuur 21. **Predictie van K afvoer (kg/ha) bij K beschikbaar 0, 114, 228, 342, 456, 570 kg/ha en Kgift van 0, 66, 132, 198, 264, 330 kg/ha. Exponentiële responscurve, model (1).**

Uit bovenstaande Figuur 21 blijkt dat de K-gift bij lage K-beschikbaarheid een sterk effect heeft op de K-afvoer. Dit effect wordt kleiner naarmate de K-beschikbaarheid toeneemt. Uit de analyse blijkt dat 70,2% van de variantie met dit model wordt verklaard. Model (1) heeft twee niet lineaire parameters. Wordt in plaats van K-beschikbaar genomen: OS%, K-getal oud, K-getal berekend of K-HCl dan trad geen convergentie op.

Met onderstaand wiskundig model (2) is onderzocht in hoeverre met de onderzoeksdata voor de predictoren: K-beschikbaarheid, OS%, K-getal oud, K-getal berekend of K-HCl en de K-gift, de responsere variabelen: K-afvoer, knolopbrengst, OWG, zetmeel % en zetmeelopbrengst kan worden voorspeld. Dit model kan worden aangepast aan de data als een gegeneraliseerd lineair model.

$$predictie = \frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{Kgift} + \frac{\varphi}{Toestand}} \quad (2)$$

In het model kan voor Toestand worden ingevuld:  
K-Beschikbaar, OS%, Kgetal oud, Kgetal berekend of K-HCl.

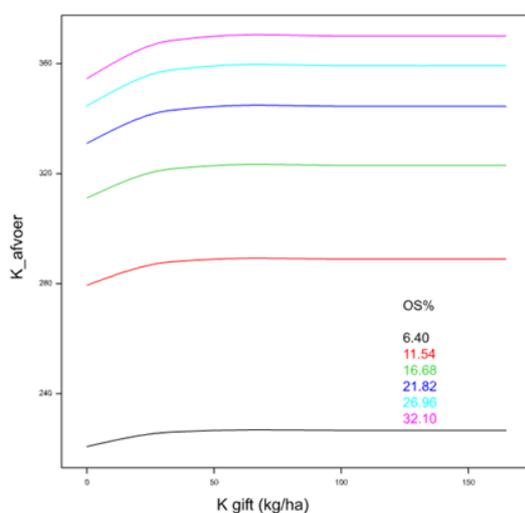
Figuur 22. **Percentage verklaarde variantie.**

Respons	K afvoer	Opbrengst (t/ha)	OWG	% Zetmeel	Zetmeel (t/ha)
Toestand in (2)					
K beschikbaar	65.0	57.4	54.9	54.6	36.0
OS%	73.4	64.9	65.9	65.7	39.4
K-getal oud	11.6	11.0	14.3	14.3	5.7
K-getal berekend	13.6	13.3	14.3	14.3	8.0
K-HCl	61.3	56.3	53.1	52.8	35.9

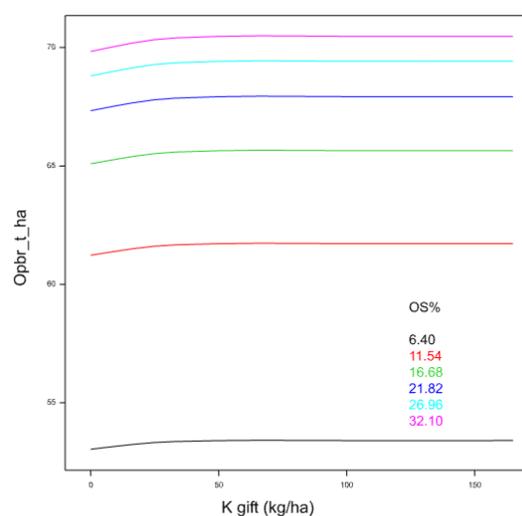
Model (2) is gefit aan de data voor vijf responsvariabelen en vijf toestandsvariabelen. Het percentage verklaarde variantie is per responsvariabele steeds maximaal als voor Toestand OS% wordt genomen (Figuur 22 ). De vijf responsvariabelen zijn: K afvoer, Opbrengst (t/ha), OWG, %Zetmeel en Zetmeel opbrengst (t/ha). In Figuur 23 tot en met Figuur 27 is de voorspelling per responsvariabele uitgezet tegen de Kalgift bij 6 niveaus van organisch stof %. Deze 6 niveaus van organische stof zijn het 0, 20, 40, 60, 80 en 100% kwantiel van het organische stofgehalte in de dataset. Ook voor de K gift zijn deze 6 kwantielen gekozen.

$$\frac{d\text{predictie}}{dK\text{gift}} = \frac{\frac{\beta}{K\text{gift}^2}}{\left(\alpha + \frac{\beta}{K\text{gift}} + \frac{\phi}{\text{Toestand}}\right)^2} \quad (3)$$

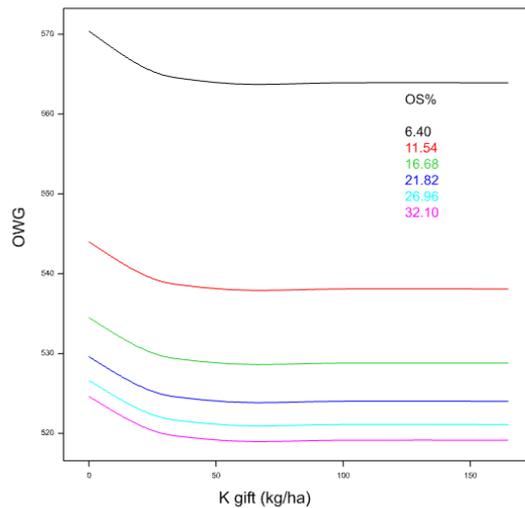
Voor Toestand is het verklaarde percentage verklaarde variantie 65% en dus lager dan in Model (2)



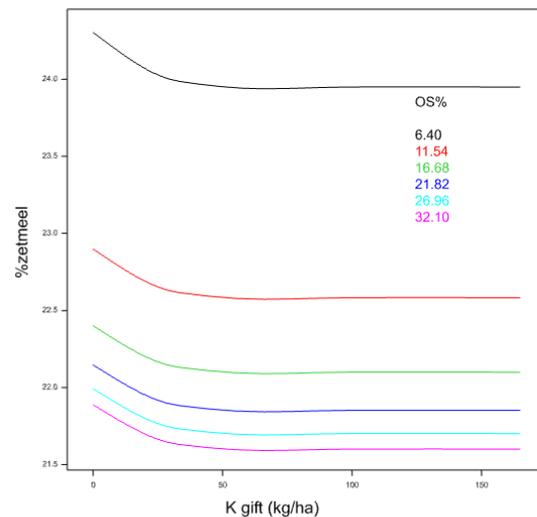
Figuur 23. **Predictie K-afvoer bij 6 niveaus van OS% en K gift.**



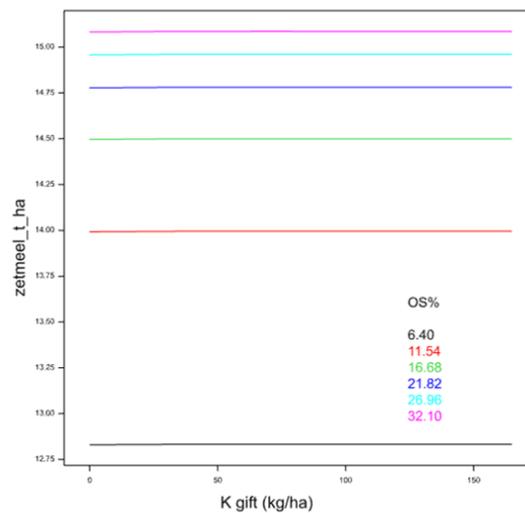
Figuur 24. **Predictie Opbrengst (t/ha) bij 6 niveaus van OS% en K gift.**



Figuur 25. **Predictie OWG bij 6 niveaus van OS% en K gift.**



Figuur 26. **Predictie % Zetmeel bij 6 niveaus van OS% en K gift.**



Figuur 27. **Predictie Zetmeelopbrengst (t/ha) bij niveaus van OS% en K gift.**

#### Bij fig 23

	lower	esti	upper
Constant	0.002045	0.002276	0.002507
RECIkaligift	-0.000126	0.000124	0.000373
RECIos%	0.010827	0.013662	0.016497

#### Bij fig 24

	lower	esti	upper
Constant	0.01224	0.01306	0.01388
RECIkaligift	-0.00069	0.00014	0.00096
RECIos%	0.02729	0.03625	0.04520

#### Bij fig 25

	lower	esti	upper
Constant	0.001932	0.001965	0.0019976
RECIkaligift	-0.000049	-0.000021	0.0000070
RECIos%	-0.001528	-0.001223	-0.0009182

#### Bij fig 26

	lower	esti	upper
Constant	0.04643	0.04743	0.04843
RECIkaligift	-0.00147	-0.00064	0.00020
RECIos%	-0.04544	-0.03630	-0.02717

#### Bij fig 27

	lower	esti	upper
Constant	0.05972	0.06339	0.06706
RECIkaligift	-0.00350	0.00001	0.00353
RECIos%	0.05530	0.09304	0.13079

Bij K afvoer, Opbrengst en Zetmeelopbrengst was het percentage verklarende variantie hoger wanneer de toestand in plaats van organische stof werd gekarakteriseerd met K gehalte oud en K-HCl. Bij zetmeel % en OWG was dit niet het geval Pagina 8 tot en met 12).

In het economisch optimum moet de afgeleide uit drie gelijk zijn aan de reciproke van de prijsverhouding product en Kali.

$$\frac{\frac{\beta}{K_{\text{gift}}^2}}{\left(\alpha + \frac{\beta}{K_{\text{gift}}} + \frac{\varphi}{\text{Toestand}}\right)^2} = \frac{\text{prijs kali}}{\text{prijs product}} = r \quad (4)$$

$$\frac{\beta}{\left(K_{\text{gift}}\alpha + \beta + \frac{\varphi K_{\text{gift}}}{\text{Toestand}}\right)^2} = \frac{\text{prijs kali}}{\text{prijs product}} = r \quad (5)$$

$$\left(K_{\text{gift}}\alpha + \beta + \frac{\varphi K_{\text{gift}}}{\text{Toestand}}\right)^2 = \frac{\beta}{r} \quad (6)$$

Uitschrijven geeft

$$x_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (7)$$

$$A = \alpha^2 + \frac{\alpha\varphi}{T} + \frac{\varphi^2}{T^2} \quad (8)$$

$$B = \alpha\beta + \frac{\beta\varphi}{T} \quad (9)$$

$$C = \beta^2 - \frac{\beta}{r}$$

Tabel 10. **Kolom x1 is de economisch optimale K-gift.**

Bodem Parameter	A	B	C	x1	x2
K_afvoer	0.00001	4.51E-07	-0.06186	78.02	-78.06
Opbrengst ton/ha	0.000231	2.27E-06	-0.06801	17.15	-17.16
OWG	0.000004	-3.9E-08	0.01054	*	*
Zetmeel %	0.002091	-2.8E-05	0.31827	*	*
Zetmeel ton/ha	0.004695	1.06E-06	-0.00726	1.24	-1.24



## 4 Conclusies

### 4.1 Pottenproef

- De grond afkomstig uit het blok met het hoogste organische stofgehalte had de hoogste K-beschikbaarheid (K-PAE) en K-HCl. De grond afkomstig van het blok met het laagste organische stofgehalten waren de waarden het laagst.
- De kali giften hadden een sterker effect op de K-HCl dan op de K-PAE. Dit betekent dat extra K-gift niet helemaal beschikbaar is en deels in de grond wordt vastgelegd.
- Het K-getal van de grond uit de blokken met 8,7% en 14,2% organische stof verschilde niet. Het K-getal van de grond met 23,4% organische stof was hoger dan op de andere twee blokken.
- In de twee blokken met respectievelijk 8.7% en 14.2% resulteerde de K<sub>2</sub>O-bemesting in een stijging van de K-PAE, in het blok met 23.4% bij een hoge K-PAE resulteerde K<sub>2</sub>O-bemesting niet in een duidelijke verhoging van de K-PAE.
- De K-PAE vertoonde een sterke reactie op de gegeven K<sub>2</sub>O-bemesting. In blok 1 werd 84% van de toegediende kali terug gemeten met de K-PAE, in blok 2 was dit 76%.
- De relatie tussen K-PAE en K-HCl lijkt niet afhankelijk van het organische stofgehalte van de bodem.
- Bij hogere K-HCL neemt ook de K-PAE toe. De spreiding neemt echter ook toe. Dit kan veroorzaakt zijn doordat het organische stofgehalte hoger was bij hogere K-HCl en K-PAE waarden.

### 4.2 Veldproef

- Uit de bodemanalyse per veldje (36 monsters) bleek een goed verband tussen organische stofgehalte en K-PAE en K-HCl.
- Het verband tussen organische stofgehalte en K-getal was slecht.
- Het K-getal berekend uit K-HCl en Organische stof was gemiddeld enkele punten hoger dan het K-getal op basis van K-PAE.
- Het nieuwe K-getal van BLGG AgroXpertus lijkt goed geschat te kunnen worden uit het organische stofgehalte en K-PAE met een exponentiele vergelijking net als de traditionele berekening van het K-getal.
- De gewasresponse op K<sub>2</sub>O-bemesting was laag en veelal niet significant. De K-getallen varieerden tussen 10 en 25. De K-giften waren berekend op basis van een gemiddeld K-getal per blok. Het K-getal van Blok 1, 2 en 3 was respectievelijk 14, 16 en 18.
- De hogere K-beschikbaarheid in de bodem in het blok met 23% OS resulteerde in een hoger K-gehalte in de zetmeelaardappel en een lager zetmeelgehalte dan in het blok met 8.7 en 14.2% organische stof.
- Bij een organische stofgehalte van minder dan 15% resulteerde K<sub>2</sub>O-bemesting in een significant hoger K-gehalte in de knol in de zetmeelgehalte. Het K-gehalte in de knol steeg van ca 14 g per kg droge stof bij velden zonder K-bemesting naar 15 gr/kg met K-bemesting. Bij hoge organische stofgehalten (>20%) lag het K-gehalte in de knol op 18 gr per kg droge stof. Dit steeg niet verder door K<sub>2</sub>O-bemesting.
- Een hoger K-gehalte in de zetmeelaardappel drukt het zetmeelgehalte in de zetmeelaardappel. Het lijkt dus van belang geen overmaat aan gemakkelijk opneembare K in de bodem te hebben in verband met het zetmeelgehalte van de aardappel. K-bemesting was op dit deel onnodig.
- Het blok met het laagste organische stofgehalte resulteerde in de laagste knolopbrengst en het hoogste zetmeelgehalte, het blok met het hoogste organische stofgehalte gaf de hoogste knolopbrengst met het laagste zetmeelgehalte.
- K-afvoer, opbrengst, en zetmeel% werden voor meer dan 50% verklaard uit K-PAE, K-HCl en organische stofgehalte van de grond. Voor de zetmeel opbrengst was het percentage verklaarde variantie door deze drie parameters lager. Dit komt doordat een hoger K-gehalte in de knol samengaat met een lager zetmeel percentage.

- De predictie van opbrengstparameters K-afvoer, knolopbrengst en zetmeel gehalte laat en grote invloed zien van het organische stofgehalte en een zeer kleine invloed van de K-gift. De belangrijkste opbrengst parameter zetmeelopbrengst lijkt helemaal niet te zijn beïnvloed door de K-gift in deze proef.
- De K-huishouding in zand- dalgronden wordt sterk beïnvloed door het organische stofgehalte. Een causaal verband tussen de hoogte van het organische stofgehalte en een hogere K-beschikbaarheid zoals op het proefperceel het geval was, is er waarschijnlijk niet. De buffering van K aan humus en de langdurige K-bemestingspraktijk kunnen de verschillen in K-toestand hebben veroorzaakt.
- Het lijkt gerechtvaardigd om bij advisering voor K-bemesting onderscheid te maken tussen perceelsdelen die verschillen in organische stofgehalte. Op basis van de organische stofkaart kunnen zones met verschillen in OS % apart worden bemonsterd en K-parameters K-CEC, K-PAE en eventueel K-HCl bepaling leiden tot een K-advies per zone. Meer onderzoek is nodig om algoritmes af te leiden voor een verband tussen organische stof, K-gehalten en K-advies.

## 5 Discussie

Het doel van deze veldproef is te onderzoeken of de K-bemesting van zetmeelaardappel kan worden geoptimaliseerd op basis van variatie in het organische stofgehalte. Hiervoor moet worden aangetoond dat er een sterk verband is tussen het organische stofgehalte van de grond en het K-getal of de beschikbaarheid van kali (K-PAE). Bij een sterk verband van de K-toestand met het organische stofgehalte kan uit de organische-stofkaart eventueel in combinatie met zonering en plaats specifieke bemonstering een variabel K-bemestingsadvies worden gegeven. Dit leidt tot het optimaliseren van de K-voorziening binnen het perceel waardoor met een lagere K-bemesting kan worden volstaan. Optimalisatie van de K-gift resulteert in besparing op kosten, een hogere productie met een betere kwaliteit voor zetmeel aardappelen.

In de proeven werd gekeken naar:

- de samenhang tussen organische stof gehalte en de K-toestand van de grond,
- de invloed van het organische stofgehalte op de effecten van  $K_2O$ -bemesting en K-beschikbaarheid in de bodem.
- het effect van K-bemesting op de opbrengst van zetmeelaardappelen bij verschillend organische stofgehalte en K-beschikbaarheid.

Dit onderzoek was oriënterend van aard. Het is de bedoeling om op basis van de uitkomsten te besluiten of er aanknopingspunten zijn om uitgaande van een organische stofkaart een plaatsspecifiek K-bemestingsadvies te ontwikkelen. In 3.3.1 blijkt een sterk verband tussen het organische stofgehalte en de voor het K-advies belangrijke parameters K-beschikbaarheid (K-PAE), K-HCl. Het verband met de van K-PAE en K-HCl afgeleide K-getal is zwak. K-PAE en K-HCl zijn de basis voor respectievelijk het nieuwe K-advies van Blgg als het oude systeem op basis van het K-getal.

Het ligt daarom voor de hand om percelen met een grote ruimtelijke variatie van het organische stofgehalte in zones te verdelen. Door de zones apart te bemonsteren en voor elke zone een K-advies te geven wordt het K advies beter afgestemd op lokale variatie. De resolutie van de zones wat betreft plaats en stapgrootte van het organische stofgehalte hangt samen met de ruimtelijke nauwkeurigheid en de nauwkeurigheid van de organische stof bepaling. De juiste methodiek hiervoor moet nog worden ontwikkeld.

Voor de ontwikkeling van een K-bemestingsmodule als vervolg op de organische stofkaart die uit een "VERIS scan" wordt afgeleid, zouden bijvoorbeeld extra monsters kunnen worden genomen zodat per organische stof zone K-PAE en K-CEC worden bepaald naast organische stof en pH. Verder onderzoek is nodig om hiervoor een verantwoorde bemonstering methodiek te ontwikkelen. Informatie over de ruimtelijke spreiding (semi variogrammen) vormt een belangrijke factor bij de betrouwbaarheid van een plaatsspecifiek K-advies.

De drie blokken lieten een niet significante gewasresponse op de K-gift zien. De oorzaak hiervan wordt veroorzaakt door:

- De  $K_2O$  beschikbaarheid op de drie blokken was al vrij goed zonder bemesting. Hierdoor was de adviesgift laag.
- In het blok met het hoogste organische stofgehalte was zonder bemesting veel meer K in de bodem beschikbaar (hoge waarden K-PAE en de K-HCl) dan in de blokken met een lager organische stofgehalte. Ook zonder bemesting lagen de K-gehalten in het geogste product van dit blok veel hoger dan op de andere twee blokken.

Uit de gegevens blijkt verder dat het blok met het laagste organische stofgehalte resulteerde in de laagste knolopbrengst en het hoogste zetmeelgehalte, het blok met het hoogste organische stofgehalte gaf de hoogste knolopbrengst met het laagste zetmeelgehalte.

Het organische stof gehalte heeft een sterke invloed op de K- en N-huishouding, vochthoudend vermogen en schade door plant parasitaire aaltjes, die op hun beurt weer de productie beïnvloeden. Bij een vervolg op dit onderzoek zouden locaties met een lagere K-PAE en K-HCl moeten worden gekozen als proeflocatie om een duidelijke gewasresponse op de kali trappen te krijgen zodat de optimale K-gift betrouwbaar kan worden vastgesteld.

Op plaatsen met een hoger organische stofgehalte is de CEC (Cation Exchange Capacity) hoger en is de bodem in theorie beter in staat nutriënten als  $K_2O$  te bufferen.

Om een methode van plaats specifieke K-advisering te ontwikkelen is het raadzaam het vervolg onderzoek in nauwe samenwerking met een laboratorium voor grond en gewasonderzoek uit te voeren zodat de werkwijze bij plaats specifieke advisering aansluit bij bodemanalyses en adviesprocedures.

# Literatuur

Boer, ir. D.J. den (NMI), ir. J.C. van Middelkoop (Livestock Research) en dr. ir. L. van Schöll (NMI) (2011) NMI rapport 1347.N.09 Interactie tussen N en K op grasland. Herziening kali-advies gewenst?

Haan, Ir J.J. de en ing W. van Geel (2013) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen – KALI 20-03-2013 [www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-kali](http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-kali).



# BIJLAGE 1

## PERSbericht : BLgg Agoxpertus

Wageningen, 9 november 2011

*Nieuw K-advies gebaseerd op K-beschikbaar en K-voorraad*

K-getal vervangen door meting van K-CEC

BLGG AgroXpertus introduceert een nieuw kaliumadvies voor akker- en tuinbouwgewassen. De adviesgift is afgestemd op twee bepalingen van een perceel; de hoeveelheid beschikbare kalium en de kaliumvoorraad. Hierdoor kunnen telers de kaliumgift nauwkeuriger afstemmen op de hoeveelheid kalium die de bodem zelf levert. Het nieuwe kaliumadvies voor akker- en tuinbouwgewassen is gebaseerd op de meting van K-beschikbaar (K-PAE) en K-voorraad (K-CEC). Beide bepalingen geven gezamenlijk hét inzicht in de bodem die nodig is voor een goed advies. Overigens, in de jaren 50 van de vorige eeuw werd al aangegeven dat een K-advies gebaseerd zou moeten zijn op beschikbaarheid en K-voorraad. Met het K-getal werd de K-voorraad in de bodem ingeschat. Die inschatting is nu vervangen door directe meting via K-CEC. Het nieuwe K-advies past in de lijn van BLGG AgroXpertus om adviezen te baseren op beschikbaarheid, nalevering en voorraad. Eerder werden het P- en het Ca-advies al volgens dit principe aangepast.

### **niet meer nodig**

In het nieuwe K-advies wordt het aloude K-getal niet meer gebruikt. In principe kan deze dus van het verslag verdwijnen. Om telers en adviseurs te helpen de nieuwe bepalingen binnen hun vertrouwde referentiekader te beoordelen, heeft BLGG AgroXpertus besloten het K-getal nog enige tijd op het verslag af te drukken.

### **Nauwkeurig bemesten**

Door zowel de hoeveelheid beschikbare kalium als de K-voorraad in het advies te betrekken, zijn telers in staat de kaliumbemesting nauwkeurig af te stemmen op zowel de kwaliteit van de bodem als op de behoefte van het gewas. De kaliumgift heeft invloed op:

1. De bewaarkwaliteit van het geoogste product
2. De opbrengst per ha
3. De droogte- en stressgevoeligheid van het gewas
4. De structuur van de bodem; teveel kalium verslechtert de structuur.

Door het nieuwe advies stijgt de gemiddelde K-gift met 30 kilo per ha. 60% van de nieuwe adviezen komt ongeveer overeen met het oude advies. De overige 40% verschilt één tot twee waarderingsklassen, afhankelijk van de K-behoefte van het geteelde gewas.

### **Een voorbeeld**

Op een zandgrond varieert K-beschikbaar tussen 50 en 1200 kg K<sub>2</sub>O per ha. Deze spreiding geeft op zichzelf genomen al verschil in adviesgiften. Bij een hoge beschikbaarheid is een startgift niet nodig of zelfs nadelig. Een lage beschikbaarheid vraagt om extra informatie over de K-voorraad. Het is namelijk mogelijk dat de bodem voldoende kalium bevat en deze ook regelmatig vrijgeeft voor het gewas. Binnen de categorie 'vrij laag' (95 tot 150 kg K<sub>2</sub>O beschikbaar per ha) varieert de kalium-voorraad van 150 tot 750 kg K<sub>2</sub>O per ha. Zijn zowel de beschikbaarheid als de voorraad laag, dan is een extra K-gift noodzakelijk. Is de beschikbaarheid laag maar de voorraad hoog, dan kan met een lagere gift worden volstaan.

Verklaring van gebruikte parameters

#### • K-beschikbaar (K-PAE):

De hoeveelheid kalium die voor de plant beschikbaar is. Deze kalium bevindt zich in de bodemoplossing en kan door de wortels worden opgenomen

#### • K-voorraad (K-CEC):

De hoeveelheid kalium die aan het klei-humus-complex is gebonden. Deze kaliumvoorraad kan tijdens het seizoen beschikbaar komen voor het gewas.

### **Noot voor de redactie**

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met

Erikjan van Huet Lindeman (Manager Communicatie, Marketing en Internet)

Mobiel: 06-52002122

E-mail: [erikjan.vanhuetlindeman@blgg.agroxpertus.nl](mailto:erikjan.vanhuetlindeman@blgg.agroxpertus.nl)

Binnenhaven 5

Postbus 170

6700 AD Wageningen



## BIJLAGE 2

Resultaten bodemanalyse pH en organische stof% (gloeiverlies methode) per veld

veldnr	Bloknr	Object	Herh	pH-KCl	Org Stof %	K – PAE beschikb.	K-HCL	K-getal oud	K-getal BLGG
1	1	A	1	5.4	7.2	79	15	17	14
2	1	C	1	5.5	6.4	92	15	18	16
3	1	B	1	5.2	6.7	85	13	16	15
4	1	D	1	5.4	7.1	65	10	12	12
5	1	C	2	5.1	6.5	59	9	11	11
6	1	B	2	5.3	7	78	11	13	14
7	1	D	2	5	6.9	70	11	13	12
8	1	A	2	5.3	7.3	57	10	12	10
9	1	A	3	5	7.3	80	13	15	13
10	1	D	3	5.3	8.4	67	12	13	11
11	1	B	3	4.9	7.7	63	9	10	10
12	1	C	3	5.2	8.6	78	12	13	13
1	2	A	1	4.7	10.2	124	19	19	17
2	2	C	1	4.6	12	91	15	14	12
3	2	B	1	4.7	10.3	86	11	11	12
4	2	D	1	4.5	11.2	111	17	16	15
5	2	C	2	4.7	8.9	110	17	18	16
6	2	B	2	4.6	10.8	80	14	13	11
7	2	D	2	4.7	9.7	113	17	17	16
8	2	A	2	4.6	11.5	131	21	20	15
9	2	A	3	4.9	9.5	121	18	18	17
10	2	D	3	4.6	11.3	106	16	15	14
11	2	B	3	4.9	9.5	108	15	15	15
12	2	C	3	4.8	11.1	102	17	16	13
1	3	A	1	4.8	23.2	148	23	14	11
2	3	C	1	4.6	29	243	30	15	17
3	3	B	1	4.8	27.2	235	30	16	17
4	3	D	1	4.6	27.2	285	36	19	21
5	3	C	2	4.9	30	205	31	16	14
6	3	B	2	4.9	23	188	29	18	15
7	3	D	2	5	21.6	208	29	18	18
8	3	A	2	4.6	32.1	241	42	20	16
9	3	A	3	5	21.6	162	24	15	14
10	3	D	3	4.8	16.2	188	27	18	17
11	3	B	3	5.1	16.5	197	33	25	21
12	3	C	3	4.9	18.2	205	33	23	20



## BIJLAGE 3

Resultaten bodemanalyse pH en organische stof% (gloeiverlies methode) per veld

Model selection

=====

Response variate: K\_afvoer  
 Link function: Reciprocal  
 Number of units: 36  
 Forced terms: Constant + RECIkalgift  
 Forced df: 2  
 Free terms: RECIK\_Besch + RECIos% + RECIkgetaloud + RECIkgetalber + RECIkcl

All possible subset selection

=====

Free terms: (1) RECIK\_Besch (4) RECIkgetalber  
 (2) RECIos% (5) RECIkcl  
 (3) RECIkgetaloud

\* MESSAGE: probabilities are based on F-statistics, i.e. on variance ratios.

Best subsets with 1 term

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
73.36	7.63	3	-	.000	-	-	-
64.95	19.50	3	.000	-	-	-	-
61.25	24.73	3	-	-	-	-	.000
13.64	91.99	3	-	-	-	.011	-
11.62	94.84	3	-	-	.018	-	-

Best subsets with 2 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
77.27	3.13	4	-	-	.000	-	.000
74.30	7.21	4	-	-	-	.000	.000
73.53	8.26	4	.000	-	.002	-	-
72.97	9.02	4	.474	.002	-	-	-
72.67	9.43	4	-	.001	-	-	.686
72.64	9.48	4	-	.000	.724	-	-
72.53	9.62	4	-	.000	-	.975	-
71.97	10.39	4	.000	-	-	.005	-

Best subsets with 3 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
78.12	3.04	5	-	-	.015	.145	.000
76.66	4.96	5	-	.689	.016	-	.016
76.62	5.03	5	.754	-	.000	-	.029
75.41	6.63	5	-	.000	.037	.040	-
74.25	8.17	5	.093	.178	.118	-	-
73.81	8.75	5	.000	-	.081	.254	-
73.80	8.76	5	.533	-	-	.001	.082
73.57	9.07	5	-	.732	-	.159	.143

Best subsets with 4 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
77.41	5.01	6	.860	-	.021	.159	.021
77.39	5.03	6	-	.931	.018	.168	.063
75.97	6.86	6	.755	.692	.023	-	.083
75.72	7.17	6	.245	.073	.047	.100	-
73.01	10.66	6	.554	.767	-	.186	.366

Best subsets with 5 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
76.64	7.00	7	.865	.938	.024	.183	.151

Model selection  
 =====

Response variate: Opbr\_t\_ha  
 Link function: Reciprocal  
 Number of units: 36  
 Forced terms: Constant + RECIkalignft  
 Forced df: 2  
 Free terms: RECIK\_Besch + RECIos% + RECIkgetaloud + RECIkgetalber +  
 RECIkcl

All possible subset selection  
 =====

Free terms: (1) RECIK\_Besch (4) RECIkgetalber  
 (2) RECIos% (5) RECIkcl  
 (3) RECIkgetaloud

\* MESSAGE: probabilities are based on F-statistics, i.e. on variance ratios.

Best subsets with 1 term

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
64.85	9.91	3	-	.000	-	-	-
57.39	18.38	3	.000	-	-	-	-
56.03	19.93	3	-	-	-	-	.000
13.33	68.41	3	-	-	-	.011	-
11.04	71.01	3	-	-	.017	-	-

Best subsets with 2 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
71.07	3.86	4	-	-	.000	-	.000
67.92	7.33	4	-	-	-	.001	.000
64.43	11.17	4	-	.006	-	-	.441
64.43	11.17	4	.000	-	.010	-	-
64.40	11.20	4	.451	.010	-	-	-
63.81	11.85	4	-	.000	-	.822	-
63.76	11.91	4	-	.000	.951	-	-
62.71	13.06	4	.000	-	-	.023	-

Best subsets with 3 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
72.23	3.62	5	-	-	.020	.136	.000
71.38	4.53	5	-	.254	.006	-	.004
70.22	5.76	5	.761	-	.000	-	.011
67.04	9.16	5	-	.700	-	.069	.051
66.99	9.21	5	-	.000	.052	.051	-
66.88	9.33	5	.967	-	-	.002	.032
65.25	11.07	5	.000	-	.077	.195	-
64.91	11.43	5	.162	.239	.236	-	-

Best subsets with 4 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
71.80	5.11	6	-	.476	.018	.237	.018
71.45	5.47	6	.700	-	.021	.137	.009
70.49	6.46	6	.798	.266	.007	-	.014
66.93	10.14	6	.338	.119	.059	.099	-
65.94	11.16	6	.991	.706	-	.075	.100

Best subsets with 5 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
70.94	7.00	7	.737	.497	.019	.237	.031

Model selection  
 =====

Response variate: OWG  
 Link function: Reciprocal  
 Number of units: 36  
 Forced terms: Constant + RECIkalignft  
 Forced df: 2  
 Free terms: RECIK\_Besch + RECIos% + RECIkgetaloud + RECIkgetalber +  
 RECIkcl

All possible subset selection  
 =====

Free terms: (1) RECIK\_Besch (4) RECIkgetalber  
 (2) RECIos% (5) RECIkcl  
 (3) RECIkgetaloud

\* MESSAGE: probabilities are based on F-statistics, i.e. on variance ratios.

Best subsets with 1 term

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
65.91	1.00	3	-	.000	-	-	-
54.89	11.02	3	.000	-	-	-	-
53.10	12.65	3	-	-	-	-	.000
14.33	47.90	3	-	-	-	.011	-
14.31	47.91	3	-	-	.011	-	-

Best subsets with 2 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
66.96	1.13	4	-	-	-	.001	.000
65.87	2.09	4	-	-	.001	-	.000
65.24	2.65	4	.548	.002	-	-	-
65.20	2.68	4	-	.001	-	-	.568
64.93	2.92	4	-	.000	.776	-	-
64.90	2.95	4	-	.000	-	.814	-
61.23	6.18	4	.000	-	-	.017	-
60.48	6.84	4	.000	-	.023	-	-

Best subsets with 3 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
65.96	3.07	5	-	.803	-	.200	.167
65.95	3.09	5	-	-	.832	.309	.000
65.91	3.12	5	.903	-	-	.001	.027
65.21	3.72	5	-	.536	.324	-	.271
64.78	4.08	5	.911	-	.002	-	.034
64.47	4.35	5	.441	.057	-	.586	-
64.33	4.47	5	.502	.043	.671	-	-
64.13	4.64	5	.844	.003	-	-	.941

Best subsets with 4 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
64.90	5.02	6	-	.788	.813	.401	.184
64.84	5.06	6	.918	.812	-	.211	.258
64.84	5.07	6	.886	-	.823	.315	.032
64.06	5.71	6	.933	.546	.340	-	.389
63.48	6.19	6	.441	.061	.692	.603	-

Best subsets with 5 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
63.71	7.00	7	.901	.797	.807	.406	.284

Model selection  
 =====

Response variate: %zetmeel  
 Link function: Reciprocal  
 Number of units: 36  
 Forced terms: Constant + RECIkalignft  
 Forced df: 2  
 Free terms: RECIK\_Besch + RECIos% + RECIkgetaloud + RECIkgetalber +  
 RECIkcl

All possible subset selection  
 =====

Free terms: (1) RECIK\_Besch (4) RECIkgetalber  
 (2) RECIos% (5) RECIkcl  
 (3) RECIkgetaloud

\* MESSAGE: probabilities are based on F-statistics, i.e. on variance ratios.

Best subsets with 1 term

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
65.66	1.10	3	-	.000	-	-	-
54.60	11.11	3	.000	-	-	-	-
52.81	12.73	3	-	-	-	-	.000
14.28	47.62	3	-	-	-	.011	-
14.27	47.63	3	-	-	.011	-	-

Best subsets with 2 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
66.83	1.13	4	-	-	-	.001	.000
65.68	2.14	4	-	-	.001	-	.000
64.99	2.74	4	.547	.002	-	-	-
64.96	2.77	4	-	.001	-	-	.565
64.68	3.01	4	-	.000	.774	-	-
64.65	3.04	4	-	.000	-	.814	-
61.02	6.23	4	.000	-	-	.016	-
60.24	6.91	4	.000	-	.023	-	-

Best subsets with 3 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
65.83	3.07	5	-	-	.810	.295	.000
65.81	3.08	5	-	.831	-	.189	.158
65.78	3.11	5	.908	-	-	.001	.026
64.99	3.78	5	-	.548	.318	-	.266
64.59	4.12	5	.914	-	.002	-	.034
64.23	4.43	5	.436	.058	-	.579	-
64.08	4.55	5	.500	.044	.668	-	-
63.87	4.73	5	.846	.003	-	-	.940

Best subsets with 4 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
64.75	5.02	6	-	.813	.795	.381	.175
64.71	5.05	6	.889	-	.803	.301	.031
64.68	5.07	6	.921	.840	-	.200	.246
63.83	5.77	6	.935	.557	.333	-	.382
63.25	6.25	6	.436	.062	.676	.587	-

Best subsets with 5 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
63.56	7.00	7	.902	.822	.790	.386	.273

Model selection  
 =====

Response variate: zetmeel\_t\_ha  
 Link function: Reciprocal  
 Number of units: 36  
 Forced terms: Constant + RECIkalignift  
 Forced df: 2  
 Free terms: RECIK\_Besch + RECIos% + RECIkgetaloud + RECIkgetalber +  
 RECIkcl

All possible subset selection  
 =====

Free terms: (1) RECIK\_Besch (4) RECIkgetalber  
 (2) RECIos% (5) RECIkcl  
 (3) RECIkgetaloud

\* MESSAGE: probabilities are based on F-statistics, i.e. on variance ratios.

Best subsets with 1 term

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
39.38	7.70	3	-	.000	-	-	-
36.01	9.80	3	.000	-	-	-	-
35.85	9.90	3	-	-	-	-	.000
8.03	27.20	3	-	-	-	.031	-
5.66	28.68	3	-	-	.051	-	-

Best subsets with 2 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
45.71	4.75	4	-	-	.013	-	.000
42.40	6.74	4	-	-	-	.037	.000
39.72	8.36	4	.000	-	.091	-	-
38.67	8.99	4	-	.122	-	-	.438
38.42	9.14	4	.492	.140	-	-	-
37.85	9.48	4	.000	-	-	.169	-
37.68	9.59	4	-	.000	-	.757	-
37.49	9.70	4	-	.000	.963	-	-

Best subsets with 3 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
48.06	4.35	5	-	-	.042	.128	.000
47.99	4.39	5	-	.131	.014	-	.010
44.27	6.56	5	.680	-	.015	-	.067
42.24	7.75	5	-	.000	.070	.066	-
42.05	7.86	5	.000	-	.078	.141	-
41.72	8.06	5	-	.435	-	.112	.083
40.63	8.69	5	.835	-	-	.045	.124
38.21	10.10	5	.250	.643	.352	-	-

Best subsets with 4 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
48.44	5.16	6	-	.277	.032	.269	.038
46.72	6.13	6	.642	-	.041	.130	.063
46.47	6.27	6	.733	.142	.015	-	.023
41.42	9.12	6	.456	.419	.076	.111	-
39.82	10.03	6	.880	.451	-	.117	.125

Best subsets with 5 terms

Adjusted	Cp	Df	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
46.95	7.00	7	.696	.297	.033	.269	.052