

Broeikasgasmetingen binnen project CTF Flevoland 2009

Onderzoek naar Broeikasgas-effecten in teeltsystemen met onbereden
teeltbedden en verminderde grondbewerking

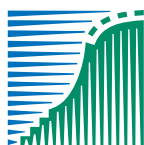
Kees van Wijk, PPO-AGV Lelystad

© 2010 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, 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.

PPO Publicatienr. 3250114809



**landbouw, natuur en
voedselkwaliteit**

Projectnummer: 3250114809

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 - 291111

Fax : 0320 - 230479

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 OPZET EN UITVOERING	9
3 RESULTATEN	13
4 DISCUSSIE	17
LITERATUUR.....	19
BIJLAGEN.....	21

Samenvatting

Eind 2005 heeft een groep innovatieve ondernemers in Flevoland een stichting (SBF) opgericht met als doel: *Behoud van de goede bodemstructuur van hun teeltgronden*. Men wil dit bereiken door zoveel mogelijke beperking van berijding van de gronden en door verminderde grondbewerkingen via nieuwe teeltsystemen. Ter toetsing van deze nieuwe teeltsystemen is in najaar 2007 een meerjarig proefveld aangelegd in samenwerking met Plant Research International (PRI). Dit proefveld ligt op het biologische bedrijf van de maatschap Van Strien/Doggen te Ens (NOP).

De teeltsystemen zijn:

- a) teeltsysteem met een beperkte berijding van het veld door zoveel mogelijk teeltmaatregelen uit te voeren via vaste rijpaden in het groeiseizoen maar wel met de standaard hoofd grondbewerking: *Seasonal controlled traffic and conventional tillage (SRC)*,
- b) teeltsysteem op onbereden bedden door bewerking via vaste rijpaden en minimale grondbewerking: *Permanently untrafficked planting beds and reduced tillage (POM)*,
- c) Als vergelijking het teeltsysteem standaard grondbewerking en berijding op het biologische bedrijf toe: *Conventional, random traffic and conventional tillage* en afgekort als **CCC**.

Eén van de positieve effecten van deze teeltsystemen zou verminderde uitstoot van broeikasgassen (BKG's) kunnen zijn.

Zoals bekend dragen broeikasgassen bij aan de wereldwijde opwarming van de aarde. De belangrijkste broeikasgassen in de landbouw zijn lachgas (N_2O), methaan (CH_4) en koolzuurgas (CO_2). In het seizoen 2008/2009 zijn eerste BKG-metingen uitgevoerd bij deze teeltsystemen.

Samengevat waren bij *lachgas* de resultaten wisselend. Bij 6 metingen werden geen verschillen tussen de teeltsystemen vastgesteld. Het standaard teeltsysteem gaf bij 2 metingen hogere gehalten en bij 2 metingen lagere gehalten dan de andere systemen.

Ook de resultaten bij *methaan* waren wisselend. Bij 7 metingen werden geen verschillen vastgesteld tussen de teeltsystemen. Het standaard teeltsysteem gaf bij 2 metingen hogere gehalten en bij 1 meting lagere gehalten ten opzichte van de andere teeltsystemen.

Uit de metingen blijken geen verhoogde *koolzuurgas* gehalten in de beide systemen met beperkte berijding en/of verminderde grondbewerking. Eerder is er een tendens voor lagere gehalten. In 4 van de 10 metingen werd een betrouwbaar lager gehalte vastgesteld vergeleken met het standaard teeltsysteem.

Verder is het niveau van de gehalten bij alle broeikasgassen van oktober tot mei vrij laag en stabiel. Daarna gaan de niveaus omhoog en variëren ze sterker. Na de bemesting half mei trad bij alle systemen een verhoogd gehalte van ammoniak (geen broeikasgas) op en een daling van koolzuurgas gehalten. Om de duur van deze "pieken" goed in beeld te brengen zijn meerdere metingen in een kort tijdsbestek nodig.

Tot slot dient gesteld te worden dat deze metingenreeks slechts 1 seizoen betreft en dat de teeltsystemen nog maar kort aangelegd zijn. Voor betrouwbare lange termijn uitspraken over de effecten van broeikasgassen van de nieuwe teeltsystemen en de seizoensinvloeden daarop, is voortzetting van de BKG metingen op dit proefveld nodig.

1 Inleiding

Achtergrond: Eind 2005 heeft een groep innovatieve ondernemers een stichting (SBF) opgericht voor behoud van de goede bodemstructuur van gronden in Flevoland. Men wil dit bereiken door zoveel mogelijke beperking van het berijden van de gronden en door verminderde grondbewerkingen. Oplossingsrichtingen die men daarvoor kiest zijn een:

- a) teeltsysteem met een beperkte berijding van het veld door zoveel mogelijk teeltmaatregelen uit te voeren via vaste rijpaden in het groeiseizoen maar wel met de standaard hoofd grondbewerking. Dit systeem wordt aangeduid als: *Seasonal controlled traffic and conventional tillage*, afgekort als **SRC**,
- b) teeltsysteem op onbereden bedden door bewerking via vaste rijpaden en minimale grondbewerking. Dit systeem wordt aangeduid als: *Permanently untrafficked planting beds and reduced tillage*, afgekort als **POM**.

Om de effecten van deze systemen op diverse punten te meten is met bovengenoemde teeltsystemen in najaar 2007 een meerjarig proefveld aangelegd in samenwerking met Plant Research International (PRI). Dit proefveld ligt op het biologische bedrijf van de maatschap Van Strien/Doggen te Ens (NOP).

Voor een goede vergelijking is aan het proefveld als teeltsysteem de standaard grondbewerking en berijding op dit biologische bedrijf toegevoegd, omschreven als: *(Simulated) conventional, random traffic and conventional tillage* en afgekort als **CCC**.

Broeikasgasmetingen: Zoals algemeen verondersteld wordt, draagt uitstoot van broeikasgassen bij aan de wereldwijde opwarming van de aarde. De belangrijkste broeikasgassen hiervoor zijn lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en koolzuurgas (CO₂). Deze 3 gassen verschillen in hun broeikasgas effect. Bij gelijk hoeveelheid is het effect van lachgas, 296 keer sterker en van methaan 23 keer sterker dan van koolzuurgas (IPCC, 2001)

Verminderde emissies van broeikasgassen (BKG 's) zouden één van de positieve effecten kunnen zijn bij teeltsystemen met beperkte berijding en/of verminderde grondbewerking. Uit een literatuuroverzicht van broeikasgas onderzoeken in gewasproductiesystemen (Snyder, 2009) blijken 'no tillage'- teeltsystemen de potentie te hebben voor verminderde broeikasgasemissies vanwege verhoogde vastlegging van organische stof in de bovenlaag en verminderde verstoring van de grond. In een aantal proeven genoemd in het literatuuroverzicht werden ook daadwerkelijk verminderde emissies gemeten, maar ook tegengestelde resultaten werden gevonden. In dit verband werd nadrukkelijk gewezen op lange termijn effecten zodat de resultaten over meerdere jaren (5-10) bekeken moeten worden.

Om de eventuele verminderde emissies in genoemde teeltsystemen op het proefveld te Ens te onderzoeken zijn in 2008 en 2009 de eerste broeikasgasmetingen uitgevoerd. Dit rapport doet verslag van de opzet, uitvoering en resultaten van deze metingen.

2 Opzet en Uitvoering

Situatie proefveld.

Het proefveld is in najaar 2007 aangelegd in 4 herhalingen met de in de inleiding genoemde behandelingen. De indeling van het proefveld is weergegeven in het schema in bijlage 1. Voor de metingen van de broeikassen is binnen elk veld een aparte strook van ruim 6 meter gereserveerd. In bijlage 2 is de positie van die strook binnen een herhaling van het proefveld weergegeven.

Teeltuitvoering 2009.

Na het onderwerken van de voorvrucht lucerne in najaar 2008 en voorjaar 2009 is begin juni 2009 het gewas savooiekool geplant. Achteraf bleken 2 verschillende rassen te zijn gezet; 3 herhalingen met een traag groeiend ras en 1 herhaling met een snel groeiend type. De teelttechnische informatie over de teeltuitvoering en datums van de BKG-metingen zijn chronologisch weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. **Technische informatie over opzet en behandelingen op het proefveld en BKG-metingen, Ens, 2008/2009.**

Aspect	Datum	actie	uitvoering	Opmerking
Grondsoort		zeer lichte zavel (Stiboka) organische stof 3,5%	Blgg	
Gewas, rassen 2009		Savooiekool 2 rassen	snelgroeïend ras Siberia langzaam groeiend ras Capricio	Siberia op herh. I, II,III Capricio op herh. IV
Voorvrucht 2008		alfafa,		
1 ^e bewerking	17 oktober 08	alfalfa ondergewerkt	met schijfeg 6-7 cm diep	hele proefveld
Broeikasgasmeting 1	28 november 2008			
2 ^e bewerking	24 maart 2009	hergroeide alfalfa en onkruid ondergewerkt	Rotavator met messen 6-7 cm diep	hele proefveld
Broeikasgasmeting 2	18 december 08			
Broeikasgasmeting 3	23 februari 09			
3 ^e bewerking	9 april 2009	restant Alfalfa en onkruid	Rotavator met vorktanden	hele proefveld
Broeikasgasmeting 4	7 mei 09			
bemesting	11 mei 2009	runderdrijfmest toegediend	met CTF tank	hele proefveld
grondbewerking	12 mei 2009	Spitten	20-25 cm diep	behandelingen SRC and CCC
Broeikasgasmeting 5	12 mei 2009		Op pas bewerkte grond	
Plantdatum kool	5 juni 2009	2 rassen geplant	Bij CC is berijding bij planten nadien gesimuleerd	
Broeikasgasmeting 6	15 juni		grond+ koolgewas	
Eggen	17 juni 2009			Hele proefveld
Onkruid wieden	24 juli 2009	met de hand gewied.		Hele proefveld
Broeikasgasmeting 7	31 juli 09		grond+ koolgewas	
Broeikasgasmeting 8	28 augustus 09		grond+ koolgewas	
1 ^e Oogst kool	3 september 2009	ras Capricio	veldjes 7,8 en 12	herh. IV
Broeikasgasmeting 9	18 september 09		grond+ koolgewas	herh IV: grond+ koolgewas-stoppel
2 ^e Oogst kool	14 oktober 2009	ras Siberia	veldjes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 en 11.	Herh. I t/m III
Broeikasgasmeting 10	19 oktober 09		grond+ koolgewas-stoppel	

Uitvoering Broeikasgasmetingen.

Het doel van de metingen is om zomogelijk de verschillen in emissie tussen de systemen **jaarrond** in beeld te krijgen.

Meettechnisch ideaal daarvoor is een permanente meetopstelling voor continue metingen. Door de vele veldbewerkingen tijdens de teelt is een permanente meetopstelling niet te realiseren. Daarom is gekozen

om de metingen verspreid over het jaar op strategische tijdstippen uit voeren. Zodoende verkrijgt men meetgegevens in verschillende periode/seizoenen. Daarmee krijgt men een indicatie van niveauverschillen tussen de gehalten per periode in het jaar.

Verder is uit eerder BKG-onderzoek (o.a. Mosquera, 2007) bekend dat rond activiteiten op het veld (bemesting, grondbewerking, etc) een verhoogde uitstoot (piek-emissie) van BKG' s mogelijk is. Een meting vóór en metingen ná zo een activiteit kunnen een beeld geven van de hoogte en duur van zo een piekemissie. Daarom is er gemeten kort voor na bemesten/ grondbewerking in mei en steeds voor en na het oogsten van de kool in september/oktober.

Frequent meten rond het eggen was wel gepland, maar vanwege logistieke zaken niet uitvoerbaar gebleken. In een gelijksoortige proef binnen het project BASIS op de Broekemahoeve te Lelystad is bij eggen in graan wel frequenter gemeten.



Afbeelding 1. **De gasmetingen zijn uitgevoerd via 10 of 67 l. emmers, die eerst 30 minuten afgesloten op het veld. De mobiele meetapparatuur is over het veld vervoerd met een handzame kinderkar.**

De BKG metingen te Ens zijn vanaf najaar 2008 tot de herfst 2009 uitgevoerd. De veldomstandigheden tijdens de metingen zijn per meetdatum vermeld in tabel 2. De metingen zijn uitgevoerd met de akoestische gasmeetapparatuur *Innova 1412*. Deze geavanceerde apparatuur kan meerdere gassen achter elkaar betrouwbaar meten zonder onderlinge beïnvloeding. Steeds is gemeten op de vaste punten op de meetstroken onder de veldomstandigheden die op de meetdatum werden aangetroffen. De metingen zijn uitgevoerd in 10 liter emmers bij kale grond of weinig gewas. Bij metingen met gewas op het veld (tijdens de koolgroei) is een grote emmer (67 liter) gebruikt waar een hele koolplant mee werd afgedekt en na de oogst ook de koolstoppel met achtergebleven omblad. De emmers werden gedurende een half uur geplaatst op in de grond geplaatste afsluitbare ringen. Daarna werden de gasgehalten in de emmer gemeten.

Tabel 2. **Meetdatums en veldomstandigheden tijdens de BKG metingen te Ens, 2008/2009.**

meet datums	Bodem of gewas-temperatuur (gr. C.)	weersomstandigheden	toestand meetplaats	grond-/ gewastoestand
28-nov-08	3.5-4.2	geheel bewolkt	grond+ groenbemester	
18-dec-08	2.2-4.7	half tot zwaar bewolkt	grond+ groenbemester	ontdooide grond
23-feb-09	4.5-6.4	licht bewolkt	grond+ groenbemester	
7-mei-09	12.3-15.8	zwaar bewolkt, later zonnig	grond	grondbewerking op 9 april uitgevoerd
12-mei-09	11.9-18.4	onbewolkt, zonnig	Op de pas bewerkte grond	droog
15-jun-09	14.6-18.6	onbewolkt, zonnig	grond+ koolgewas	vochtig gewas tot 10 uur
31-jul-09	19.3-23.5	licht bewolkt	grond+ koolgewas	hele dag licht vochtig
28-aug-09	15.9-20.3	zonnig vm 1 bui	grond+ koolgewas	gewas vochtig
18-sep-09	13.4-20.9	zonnig helder weer	grond+ koolgewas, herh. IV; afgeogst koolperceel	droog gewas
19-okt-09	8.0-11.4	bewolkt	afgeogst koolperceel	droog

Route BKG-metingen op het veld.

De metingen op het veld zijn steeds in veldnummer volgorde 1 t/m 12 afgewerkt met uitzondering van meting op 18 september toen in omgekeerde volgorde 12 t/m 1 is gemeten. (zie schema bijlage 1). Per veldje zijn 4 emmers gemeten in de volgorde van achter naar voren (= richting bedrijf). Per emmer zijn steeds 3 metingen uitgevoerd behalve bij de 1^e meting op 28 november toen 5 metingen per emmer zijn uitgevoerd. Een meetsessie van 48 metingen (12 veldjes * 4 emmers) duurde per keer 5- 6 uur in beslag aan netto meettijd.

Berekening en wiskundige toetsing

Normaal gesproken wordt de **emissie** (= verschil tussen het gehalte van de buitenluchtmeting en het gehalte in de emmer na een half uur) berekend en uitgedrukt in kg per dag per ha weergegeven. Door verkeerde buitenluchtmetingen werden aan het begin en het eind van de meetsessie, werden onbetrouwbare emissie resultaten verkregen. Om toch goede vergelijkingen te kunnen maken zijn niet emissiegegevens, maar de werkelijk in de emmer gemeten **gehalten** gebruikt om de teeltsystemen te vergelijken. De toetsing op betrouwbare statistische verschillen is uitgevoerd met Genstat- variantie-analysepakket. De daaruit voortgekomen lsd waarden (= least significant difference; de minimale waarde waarbij de gehalten tussen de objecten wiskundig betrouwbaar van elkaar verschillen) zijn bij de resultaten vermeld. Bovendien is per gas en per meetdatum een betrouwbaar verschil aangeduid door een verschillende letter (a of b) achter de gehaltewaarde.

3 Resultaten

In tabel 3 zijn de gemeten gehalten per behandeling en per meetdatum weergegeven, uitgedrukt in kg per dag per ha. De omgerekende gehalten op zich zeggen niet zo veel. In dit onderzoek zijn de onderlinge verschillen tussen de 3 behandelingen van belang. Deze tonen de verschillen tussen de teeltsystemen in emissies per dag en per ha. Naast de 3 belangrijke broeikasgassen zijn ook de gehalten aan ammoniak (NH₄) gemeten en hier weergegeven, als zijnde een indicatie van de verschillen in ammoniakverlies tussen de systemen.

Tabel 3. **Resultaten Broeikasgasmetingen SBF-proefveld, Ens 2008/2009.**

meetdatums	object*	CO ₂ -C	N ₂ O-N	CH ₄ -C	NH ₄ -N
28-nov-08	CCC	23.63 a	0.0481 a	-0.089 b	0.0138 a
	POM	23.43 a	0.0536 ab	-0.135 a	0.0181 a
	SRC	23.38 a	0.0549 b	-0.131 a	0.0188 a
	Lsd**	1.722	0.00653	0.0361	0.005
18-dec-08	CCC	29.63 a	0.0720 a	-0.157 a	0.0263 a
	POM	26.66 a	0.0679 a	-0.135 ab	0.0247 a
	SRC	28.65 a	0.0679 a	-0.121 b	0.0251 a
	Lsd**	4.362	0.00949	0.0360	0.00594
23-feb-09	CCC	26.58 b	0.0664 b	-0.169 a	0.0205 a
	POM	21.48 a	0.0526 a	-0.162 a	0.0174 a
	SRC	23.38 a	0.0566 ab	-0.158 a	0.0200 a
	Lsd**	2.299	0.0109	0.0483	0.00408
7-mei-09	CCC	27.29 a	0.0393 a	-0.0124 b	0.0079 a
	POM	33.16 a	0.0458 b	-0.0924 a	0.0111 b
	SRC	34.33 a	0.0481 b	-0.0845 a	0.0117 b
	Lsd**	9.226	0.00610	0.0641	0.00279
12-mei-09	CCC	21.88 ab	0.0413 a	-0.101 a	0.0303 a
	POM	19.65 a	0.0404 a	-0.145 a	0.0268 a
	SRC	26.00 b	0.0457 a	-0.162 a	0.0347 a
	Lsd**	5.982	0.00751	0.0695	0.0156
15-jun-09	CCC	32.10 b	0.0481 b	0.181 b	0.0105 a
	POM	27.46 ab	0.0433 ab	-0.003 a	0.0102 a
	SRC	25.56 a	0.0424 a	0.021 a	0.0112 a
	Lsd**	4.919	0.00527	0.138	0.00474
31-7-2009	CCC	105.7 b	0.101 a	0.184 a	0.0249 a
	POM	75.8 a	0.096 a	0.066 a	0.0305 a
	SRC	76.1 a	0.105 a	0.137 a	0.0357 a
	Lsd**	28.76	0.0203	0.179	0.0179
28-8-2009	CCC	65.18 a	0.099 a	-0.0120 a	0.0259 a
	POM	69.67 a	0.095 a	-0.0391 a	0.0298 a
	SRC	64.37 a	0.104 a	-0.0143 a	0.0330 a
	Lsd**	16.96	0.00936	0.113	0.0120
18-9-2009	CCC	69.18 b	0.0973 a	0.198 a	0.0286 a
	POM	44.88 a	0.0927 a	-0.018 a	0.0274 a
	SRC	51.54 a	0.0973 a	0.058 a	0.0312 a
	Lsd**	13.58	0.0134	0.252	0.0136
19-okt-09	CCC	71.18 a	0.143 a	-0.330 a	0.0456 a
	POM	67.87 a	0.132 a	-0.403 a	0.0446 a

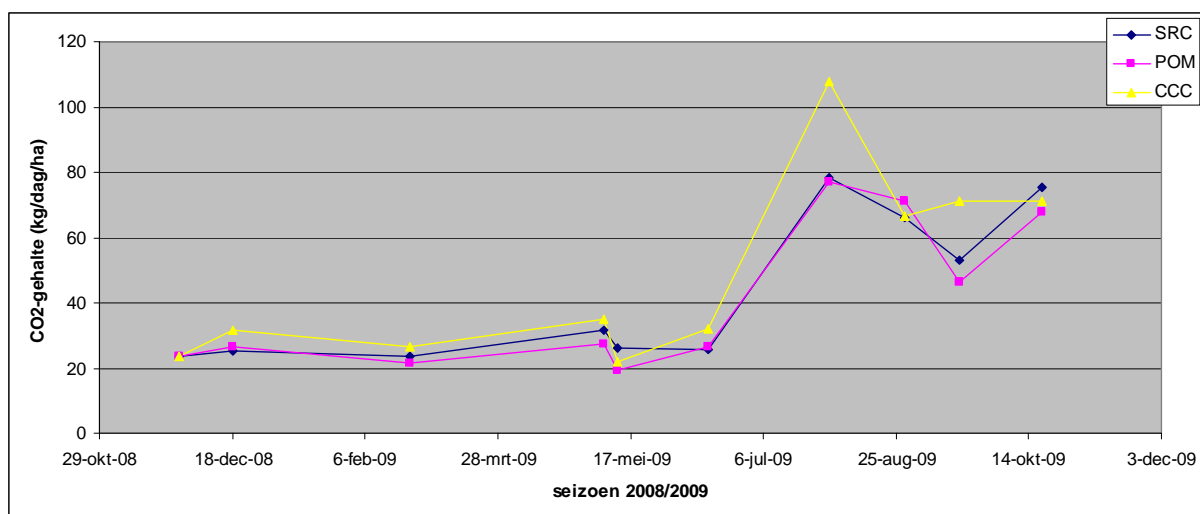
SRC	75.31	a	0.143	a	-0.366	a	0.0479	a
Lsd**	14.90		0.0189		0.119		0.0113	

* object: SRC= Seasonal controlled traffic and conventional tillage, POM= Permanently untrafficked planting beds and reduced tillage CCC = (Simulated) conventional, random traffic and conventional tillage.

** Lsd= least significant difference = de minimale waarde waarbij de gehalten tussen de objecten wiskundig betrouwbaar van elkaar verschillen. Verder wordt een betrouwbaar verschil aangeduid door een verschillende letter (a of b) achter de gehalten per gas en per meetdatum.

Het verloop van de gehalten van de 3 broeikasgassen en ammoniak is weergegeven in de grafieken 1 t/m 4. De punten geven de meetdatums weer. Per broeikasgas zijn de meetresultaten kort beschreven

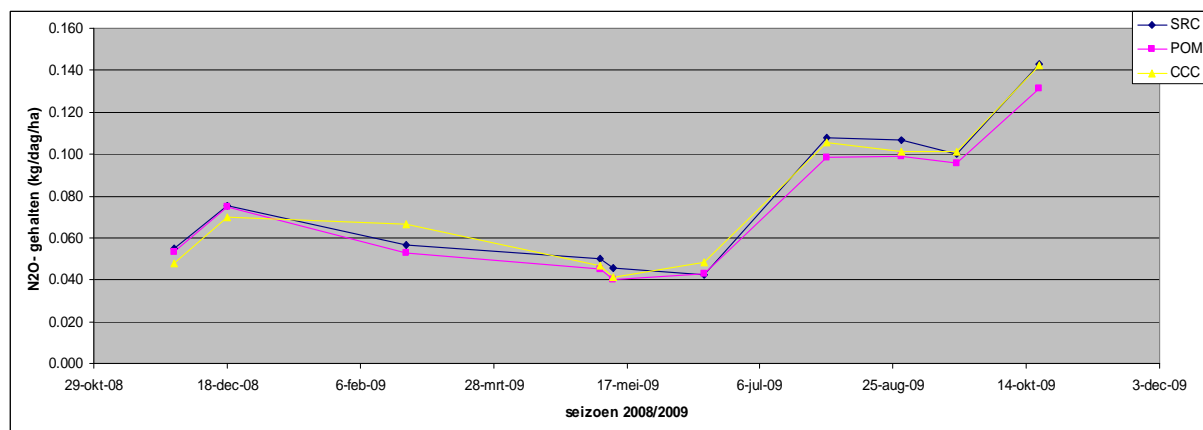
Grafiek 1. **CO₂-gehalten per teeltsysteem op verschillende meetmomenten; SBF-proefveld, Ens 2008/2009.**



Korte conclusies koolzuurgehalten

- de CO₂ gehalten van het standaard teeltsysteem CCC is in 4 van de 10 meetdatums betrouwbaar hoger vergeleken met minimaal 1 van de andere systemen. Op de andere meetdatums verschilt het standaard teeltsysteem CCC niet van een of beide andere systemen;
- de beide andere teeltsystemen verschillen niet van elkaar qua CO₂ gehalten, behalve in de meting van 12 mei waar de behandeling SCR hoger is dan POM;
- de CO₂ gehalten tijdens het seizoen zijn tot half juni vrij laag en gelijkmatig. Tijdens de groei van de kool neemt het gehalte fors toe om vervolgens in september weer te dalen.

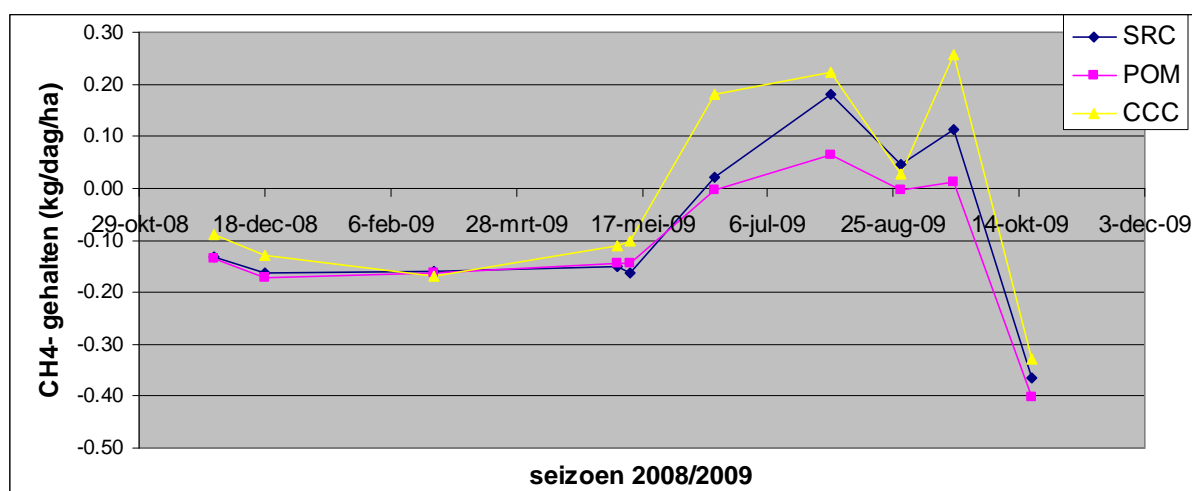
Grafiek 2. **N₂O-gehalten per teeltsysteem op verschillende meetmomenten; SBF-proefveld, Ens 2008/2009.**



Korte conclusies lachgasgehalten

- de N_2O -gehalten zijn in vergelijking met de CO_2 gehalten erg laag. N_2O heeft wel een veel sterker effect (factor 296) in het proces van opwarming van de aarde dan CO_2 .
- de N_2O -gehalten tijdens het seizoen zijn tot half juni vrij laag en gelijkmatig. Tijdens de groei van de kool verdubbelt het gehalte fors toe om vervolgens in oktober nog verder te stijgen.
- de N_2O -gehalten van het standaard teeltsysteem CCC is van de 10 metingen op 2 meetdatums (28 november en 7 mei) betrouwbaar lager en op 2 datums (23 februari en 15 juni) betrouwbaar hoger vergeleken met minimaal 1 van de andere systemen.
- de beide andere teeltsystemen verschillen niet van elkaar qua N_2O - gehalten.

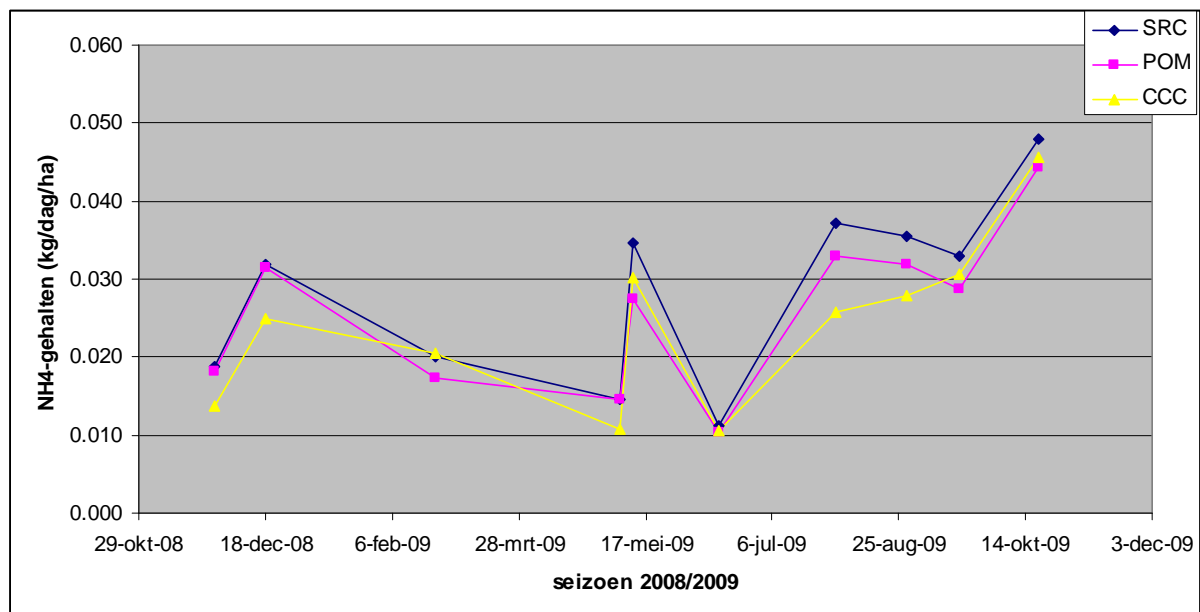
Grafiek 3. **CH₄-gehalten per teeltsysteem op verschillende meetmomenten; SBF-proefveld, Ens 2008/2009.**



Korte conclusies methaangehalten:

- de CH_4 -gehalten zijn laag in vergelijking met de CO_2 gehalten. CH_4 heeft wel een sterker effect (factor 23) in het proces van opwarming van de aarde dan CO_2 ;
- de CH_4 -gehalten tijdens het seizoen zijn tot half mei negatief en onderling weinig verschillend. Tijdens de groei van de kool neemt het gehalte fors toe, er is een dip in augustus toe om vervolgens in september weer te stijgen en in oktober fors te dalen;
- de CH_4 - gehalten van het standaard teeltsysteem CCC is van de 10 metingen op 3 meetdatums (28 november en 7 mei) betrouwbaar hoger en op 1 datums (18 december) betrouwbaar lager vergeleken met minimaal 1 van de andere systemen;
- de beide andere teeltsystemen verschillen niet van elkaar qua CH_4 -gehalten, behalve in de meting van 12 mei waar de behandeling SCR hoger is dan POM.

Grafiek 4. NH_4 -gehalten per teeltsysteem op verschillende meetmomenten; SBF-proefveld, Ens 2008/2009.



Korte conclusies ammoniakgehalten:

- De NH_4 gehalten zijn het hele seizoen laag en vrij stabiel.
- Alleen op 12 mei en aan het einde van het seizoen gaan de waarde wat omhoog.
- De NH_4 gehalten verschillen niet betrouwbaar tussen de teeltsystemen.

4 Discussie

Algemeen

Bij alle drie broeikasgassen blijven de gehalten tot half juni vrij laag en gelijkmatig. De forse toename daarna zou door de groei van de kool veroorzaakt kunnen zijn maar dat is niet waarschijnlijk. Bijvoorbeeld koolstofgas wordt juist bij plantengroei opgenomen. De hogere activiteit van het bodemleven als gevolg van bemesting, hogere temperatuur en diverse bewerkingen zou eerder een oorzaak kunnen zijn.

Koolzuurgehalten

Bij de CO₂ gehalten van het standaard teeltsysteem CCC is in 4 van de 10 metingen betrouwbaar hoger vergeleken met een of beide andere systemen. Dit was op de meetdatums 23 februari, 15 juni, 31 juli en 18 september, dus vooral bij de metingen in het groeiseizoen, als het totale koolzuurgehalte ook op een hoger niveau ligt. De hogere bodemactiviteit en de wellicht lossere structuur van de grond kunnen de oorzaak zijn van de hogere CO₂ gehalten bij het standaardstelsel CCC. Verder is opvallend de dip in CO₂ gehalten die om alle drie teeltsystemen gemeten is op 12 mei na onderwerken van de bemesting. De beide andere teeltsystemen POM en SCR verschillen niet van elkaar qua CO₂ gehalten, behalve in de meting van 12 mei waar de behandeling SCR hoger is dan POM. De oorzaak daarvan is niet duidelijk.

Lachgasgehalten

De lage N₂O-gehalten in vergelijking met CO₂ gehalten worden ook gevonden in andere BKG onderzoeken en zijn dus niet ongevoel. N₂O heeft wel een veel sterker effect (factor 296) in het proces van opwarming van de aarde dan CO₂, en daarmee een niet onbelangrijke veroorzaker van het broeikasgas.

Opvallend bij de N₂O is dat de gemeten gehalten na de oogst van de kool nog toenemen in oktober ondanks lagere temperaturen. Vrijkomen van N₂O uit verterende koolresten op het veld kan daarvan de oorzaak zijn. Er is geen duidelijke lijn tussen de teeltsystemen te vinden qua N₂O-gehalten. Het gehalte bij het standaard teeltsysteem CCC is op 2 meetdatums (28 november en 7 mei) betrouwbaar lager, beide voorafgaand aan het groeiseizoen en de veldactiviteiten. Op 2 datums (23 februari en 15 juni) zijn de N₂O-gehalten bij CCC betrouwbaar hoger vergeleken met minimaal 1 van de andere systemen.

Wel is het opmerkelijk dat de beide andere teeltsystemen niet van elkaar verschillen qua N₂O- gehalten. Qua N₂O uitstoot gedragen de SRC en POM zich bij deze meetsessies gelijkwaardig.

Methaangehalten

De CH₄-gehalten tijdens het seizoen zijn tot half mei negatief en onderling weinig verschillend. Negatieve methaangehalten zijn niet ongevoel, zo blijkt uit andere BKG onderzoek. De bodem kan CH₄ uit de lucht vastleggen via oxidatie. Bij zeer compacte gronden (bijvoorbeeld door zware machines) zou de capaciteit van CH₄ vastlegging afnemen, aldus Mosquera (2007). Bij deze metingen is de standaard CCC meestal het hoogst, wat zou kunnen duiden op verminderde capaciteit tot vastlegging van de grond.

Voor de dip in de CH₄-gehalten in augustus is geen goede oorzaak aan te wijzen.

De CH₄- gehalten van het standaard teeltsysteem CCC is van de 10 metingen op 3 meetdatums (28 november en 7 mei) betrouwbaar hoger en op 1 datum (18 december) betrouwbaar lager vergeleken met minimaal 1 van de andere systemen. Dit wijst niet op een eenduidig negatief effect van standaard teeltsysteem CCC.

Ook hier is opmerkelijk dat de beide andere teeltsystemen niet van elkaar verschillen qua CH₄ -gehalten. Qua CH₄ uitstoot gedragen de SRC en POM zich bij deze meetsessies gelijkwaardig.

Ammoniakgehalten

Van het niet- broeikasgas NH₄ zijn gehalten zijn het hele seizoen laag en vrij stabiel, maar wel is de piek in de gehalten op 12 mei na de bemesting goed te zien. De stijging van de gehalten aan het einde van het seizoen kunnen het gevolg zijn van verteringsprocessen van gewasresten na de oogst. De NH₄-gehalten verschillen niet betrouwbaar tussen de teeltsystemen.

Samenvattend blijkt uit de metingen geen verhoogde *koolzuurgas* gehalten in de beide systemen met

beperkte berijding en/of verminderde grondbewerking. Eerder is er een tendens voor lagere gehalten. In 4 van de 10 metingen werd een betrouwbaar lager gehalte vastgesteld bij de nieuwe teeltsystemen. Bij lachgas werden zijn de resultaten wisselend. Het standaard teeltsysteem gaf bij 2 metingen hogere gehalten en bij 2 metingen lagere gehalten dan de andere systemen. Bij 6 metingen werden geen verschillen vastgesteld.

Ook de resultaten bij methaan waren wisselend. Bij 7 metingen werden geen verschillen vastgesteld tussen de teeltsystemen. Het standaard teeltsysteem gaf bij 2 metingen hogere gehalten en bij 1 meting lagere gehalten ten opzichte van de andere teeltsystemen.

Verder is het niveau van de gehalten bij alle BKG's van oktober tot mei vrij laag en stabiel. Daarna gaan de niveaus omhoog en variëren ze sterker. Na de bemesting half mei trad bij alle systemen een verhoogd gehalte van ammoniak op en juist een daling van koolzuurgas gehalten. Om de duur van deze "pieken" goed in beeld te brengen zijn meerdere metingen in een kort tijdsbestek nodig.

Tot slot dient gesteld te worden dat deze metingenreeks slechts 1 seizoen betreft en dat de systemen nog maar kort aangelegd zijn. Voor betrouwbare lange termijn uitspraken over ontwikkeling van de teeltsystemen en de seizoensinvloeden, is voortzetting van de BKG metingen op dit proefveld nodig.

Literatuur

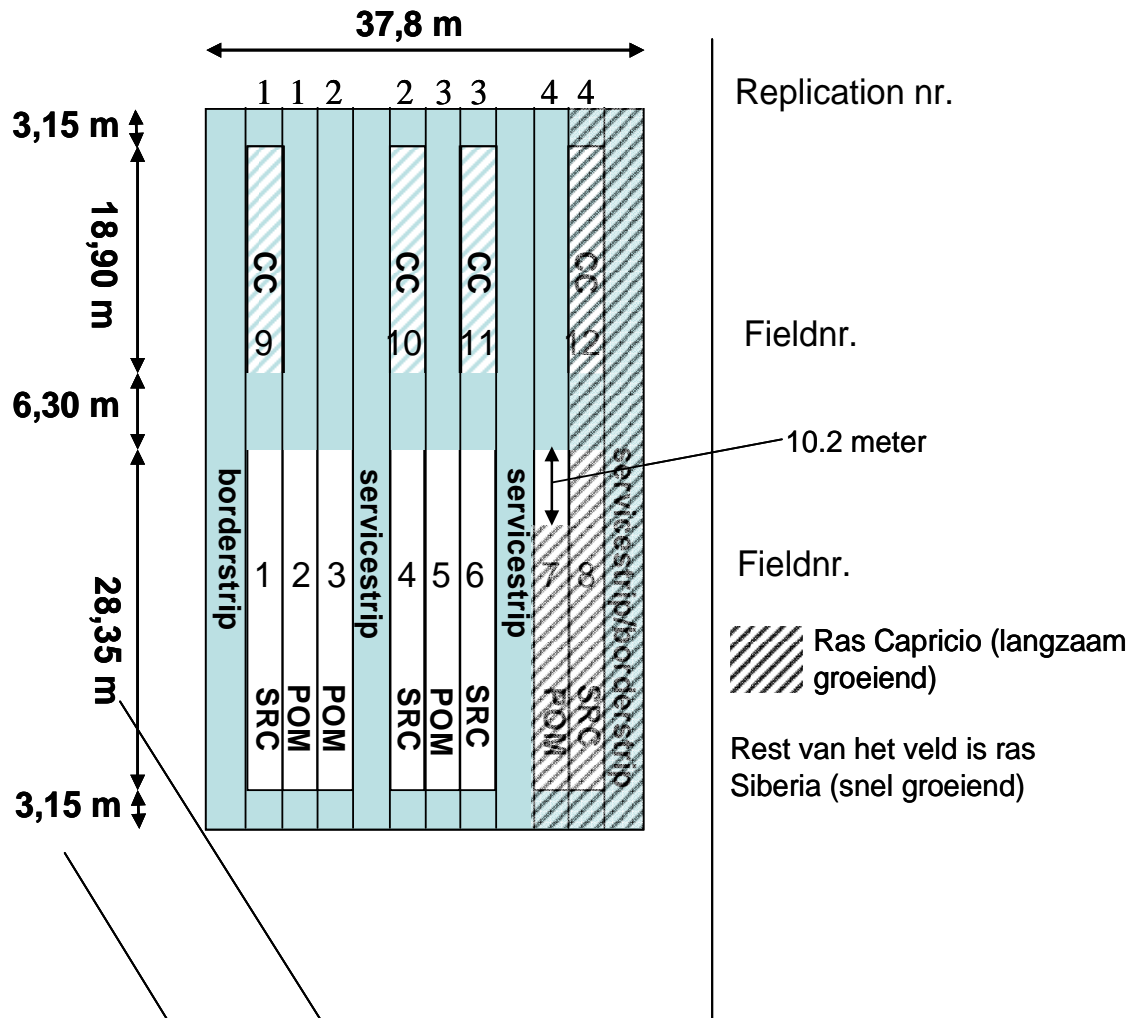
IPCC, 2001, Climate change 2001: the scientific basis, Contribution of the working group I to the 3e assesament report of the intergovernemental panel of climate changes Cambridge UK and New York USA, 881 p.

Mosquera, J. e.a., Greenhouse gas fluxes from arable land in the Netherlands. ASG, Report 77, 2007, 12 p.

Snyder, C. e.a., Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems and Environment 133 (2009) 247-266.

Bijlagen

Bijlage 1. Schema Proefveld inclusief ligging van de 2 savoieekool rassen, Ens 2009



Bijlage 2. Positie van de BKG- meetstrook, aangeduid als PPO (N₂O), binnen 1 herhaling van het proefveld, Ens 2009

