



## Grenzen voor Luchtkwaliteit

Gasmetingen in en rondom kassen

J.K. Boerman, L. van der Hart

Environmental Monitoring Systems (EMS) B.V.

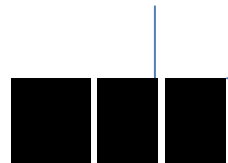
Datum 23 juni 2011

EMS Rapport Nr. 201106012

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)





## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Inhoudsopgave.....   | 2  |
| Inleiding.....   | 3  |
| NOx / etheen metingen SO-Natural verwerkingsruimte .....             | 5  |
| HF / SO2 / Aldehyden metingen SO-Natural verwerkingsruimte.....      | 8  |
| Benzeen meting SO Natural verwerkingsruimte.....                     | 11 |
| NOx / etheen metingen Marjoland verwerkingsruimte en in de kas ..... | 15 |
| HF / SO2 / Aldehyden metingen Marjoland verwerking en productie..... | 17 |
| Benzeen meting Marjoland verwerkingsruimte .....                     | 18 |
| NOx / etheen metingen Grootslag kas .....                            | 21 |
| NOx / etheen metingen Grootslag kas .....                            | 21 |
| NOx / etheen metingen Grootslag WKK ruimte .....                     | 23 |
| NOx / etheen metingen SO-Natural kas .....                           | 24 |
| NOX / etheen metingen Gardeners Pride kas.....                       | 26 |
| NOX / etheen metingen Saris kas .....                                | 28 |
| Toelichting kalibraties en onderhoud .....                           | 30 |
| Vergelijkende proef WUR meetapparatuur – EMS meetapparatuur.....     | 33 |
| Laboratorium proef EMS bepaling onderste detectiegrenzen etheen..... | 40 |
| Samenvatting.....  | 43 |
| Conclusies en aanbevelingen.....                                     | 44 |

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)





## Inleiding

In deze rapportage volgt een overzicht van gasmetingen verricht bij een aantal tuinbouwbedrijven geografisch verspreid over Nederland. Hieronder volgt in tabel 1 een overzicht van de gasmetingen en de periodes waarin deze gasmetingen verricht zijn bij de deelnemende bedrijven. De periode waarbinnen gemeten is omvat de winterperiode van ½ november 2010 tot eind april 2011.

De informatie die geproduceerd is, is veel. We beperken ons in dit verslag tot de opvallende zaken van de gemeten gasconcentraties, zonder meteen de relaties van raamstanden en CO2 bronnen erbij te betrekken. Per bedrijf wordt het periodieke verloop weergegeven van de afzonderlijke gasconcentraties NO, NO2 (NOx) en etheen.

Op een aantal bedrijven zijn specifieke metingen uitgevoerd van SO2 (Zwavel dioxide), Aldehyden (verzamelgroep), HF (Fluorwatestof) en Benzeen. Deze resultaten worden per bedrijf kort toegelicht.

Op verzoek zijn er een aantal aanvullende proeven uitgevoerd om de etheen meetapparatuur te vergelijken van de WUR en EMS B.V. Er is een korte omschrijving van de werkzaamheden van de kalibraties gegeven evenals een korte toelichting van het onderhoud en een beschrijving van een aanvullende proef om de minimale detectielimiet van de gebruikte etheen meetapparatuur vast te stellen.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)



| Analysers ID  | Periode van    | Periode tot      | Bedrijf         | Gewas        | Afdelingen                  | Gasmetingen                |
|---------------|----------------|------------------|-----------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|
| ID0629100001  | 15-11-10 18:00 | 07-02-2011       | SO-Natural      | Phalaenopsis | Afkweek                     | NOx / etheen               |
| ID0629100001  | 12-02-11 20:00 | 23-02-2011       | SO-Natural      | Phalaenopsis | Afkweek                     | NOx / etheen               |
| ID0629100001  | 11-03-11 0:00  | 21-03-2011 13:00 | SO-Natural      | Phalaenopsis | Afkweek                     | NOx / etheen               |
| ID0629100001  | 23-03-11 9:15  | 30-04-11 0:00    | SO-Natural      | Phalaenopsis | Afkweek                     | NOx / etheen               |
| ID 0629100004 | 30-11-10 12:00 | 31-03-11 0:00    | SO-Natural      | Phalaenopsis | Verwerking                  | NOx / etheen               |
| ID 0629100005 | 15-02-11 0:00  | 31-03-11 0:00    | SO-Natural      | -            | Verwerking                  | HF / NO2 / SO2 / Aldehyden |
| ID111205      | 17-02-11 6:35  | 17-02-11 11:23   | SO-Natural      | -            | Verwerking                  | Benzeen                    |
| ID 0629100004 | 4-04-11 0:00   | 19-04-11 9:14    | Marjoland       | -            | Verwerking                  | NOx / etheen               |
| ID 0629100005 | 4-04-11 0:00   | 19-04-11 9:00    | Marjoland       | -            | Verwerking                  | HF / NO2 / SO2 / Aldehyden |
| ID111205      | 28-04-11 7:22  | 28-04-11 11:57   | Marjoland       | -            | Verwerking                  | Benzeen                    |
| ID 0629100004 | 19-04-11 12:58 | 23-06-11 11:57   | Marjoland       | Rozen        | Productie                   | NOx / etheen               |
| ID 0629100005 | 19-04-11 12:55 | 2-05-11 20:14    | Marjoland       | Rozen        | Productie                   | HF / NO2 / SO2 / Aldehyden |
| ID 0629100002 | 26-11-10 20:00 | 18-03-2011 11:00 | Grootslag       | Paprika's    | Productie<br>Ketelhuis /WKK | NOx / etheen               |
| ID 0629100002 | 18-03-11 11:00 | 25-03-2011 15:00 | Grootslag       | -            | ruimte                      | NOx / etheen               |
| ID 0629100002 | 25-03-11 15:00 | 30-04-11 0:00    | Grootslag       | Paprika's    | Productie                   | NOx / etheen               |
| ID 0629100006 | 27-12-10 12:00 | 30-04-11 0:00    | Gardeners Pride | Tomaten      | Productie                   | NOx / etheen               |
| ID 0629100003 | 29-11-10 17:59 | Saris            | Saris           | Rozen        | Productie                   | NOx / etheen               |
| ID 0629100003 | 25-01-11 10:00 | Saris            | Saris           | Rozen        | Productie                   | NOx / etheen               |
| ID 0629100003 | 9-03-11 14:00  | Saris            | Saris           | Rozen        | Productie                   | NOx / etheen               |

**Tabel 1** Overzicht van de periode van plaatsing van de meetapparatuur.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

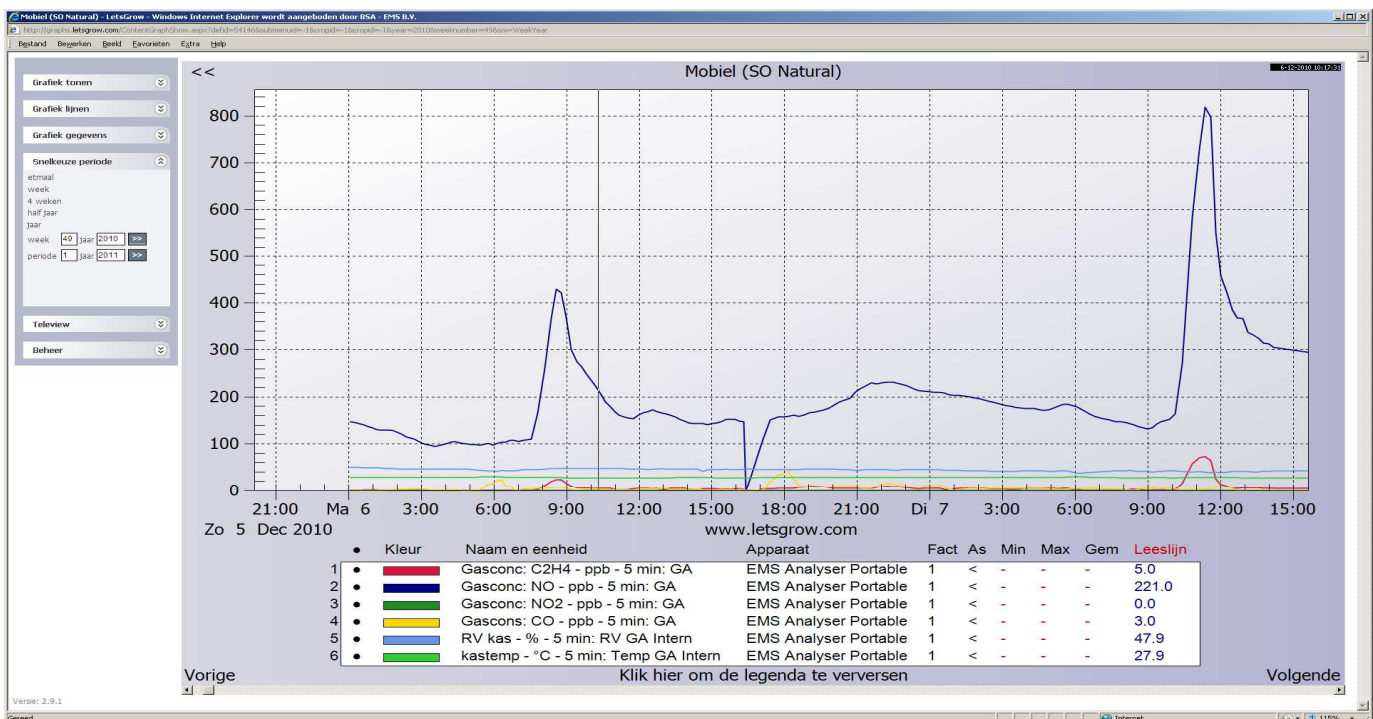
e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)



## NOx / etheen metingen SO-Natural verwerkingsruimte

In de verwerkingsruimte zijn NOx / etheen metingen uitgevoerd om de invloed van het laden / lossen en andere logistieke bewegingen te kunnen monitoren. Omdat de opkweekruimte als vloer direct boven de verwerkingsruimte ligt, is lekkage van de verwerkingsruimte naar de opkweek niet geheel ondenkbaar. De gasconcentraties die in deze periode gemeten zijn, zijn voor NOx allemaal hoger dan de risicogrenswaarde.

Voor etheen valt op dat er kortdurende pieken aanwezig zijn. Met name tijdens het lossen van bark. De vrachtwagen die bark lost moet de op de vrachtwagen gemonteerde lopende band draaiend houden. Om uitlaatgassen in de verwerkingsruimte te reduceren wordt normaal de uitlaat van de vrachtwagen aangesloten op het centrale afzuigstelsel.



**Figuur 1** Op 6 dec 2010 tussen 8:00 uur en 9:30 uur en tevens op dinsdag 7 december tussen 10:00 uur en 12:00 uur vinden er bark lossingen plaats. Naast forse NO pieken zijn er ook significant grote etheen pieken waarneembaar.

Een ander effect dat gezien is, zijn het openen en sluiten van de laaddeuren. Deze deuren staan in verbinding met een afgesloten ruimte waarin vrachtwagen parkeren om te laden en te lossen. Er is meerdere keren geconstateerd dat het openen van deze deuren een structurele verhoging geeft op de NOx en de etheen waarden. De oorzaak is gelegen in dat de garage voor de vrachtwagens dicht is zonder afzuiging. De rookgassen blijven bij het inparkeren en het uitrijden hangen in deze garage. Afhankelijk van welke deur eerst opengaat komen deze gassen in de verwerkingsruimte terecht. Een oplossing zou zijn om een afzuigstelsel aan te brengen, of om ervoor te zorgen dat

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

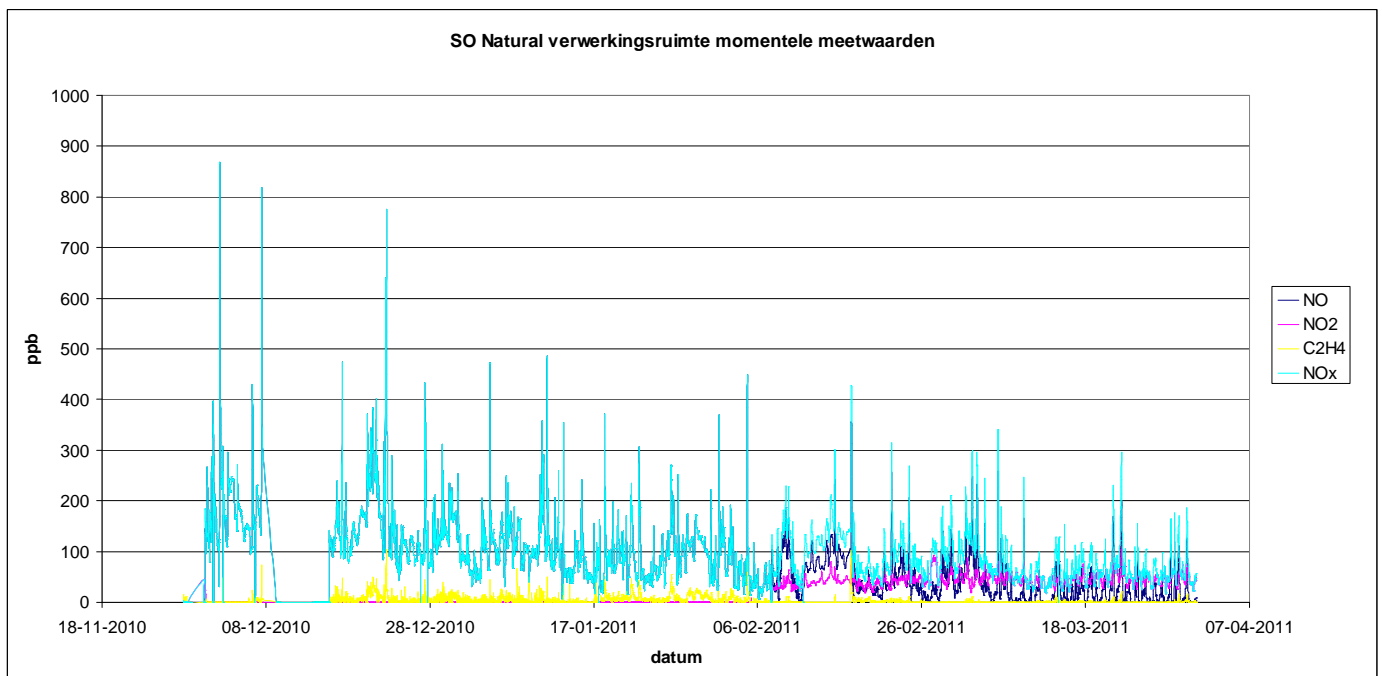
e info@macview.nl  
l www.macview.nl



de deuren aan de zijde van de verwerkingsruimte zoveel als mogelijk dicht blijven en de deuren naar buiten toe af en toe op een kier gezet worden om te luchten.

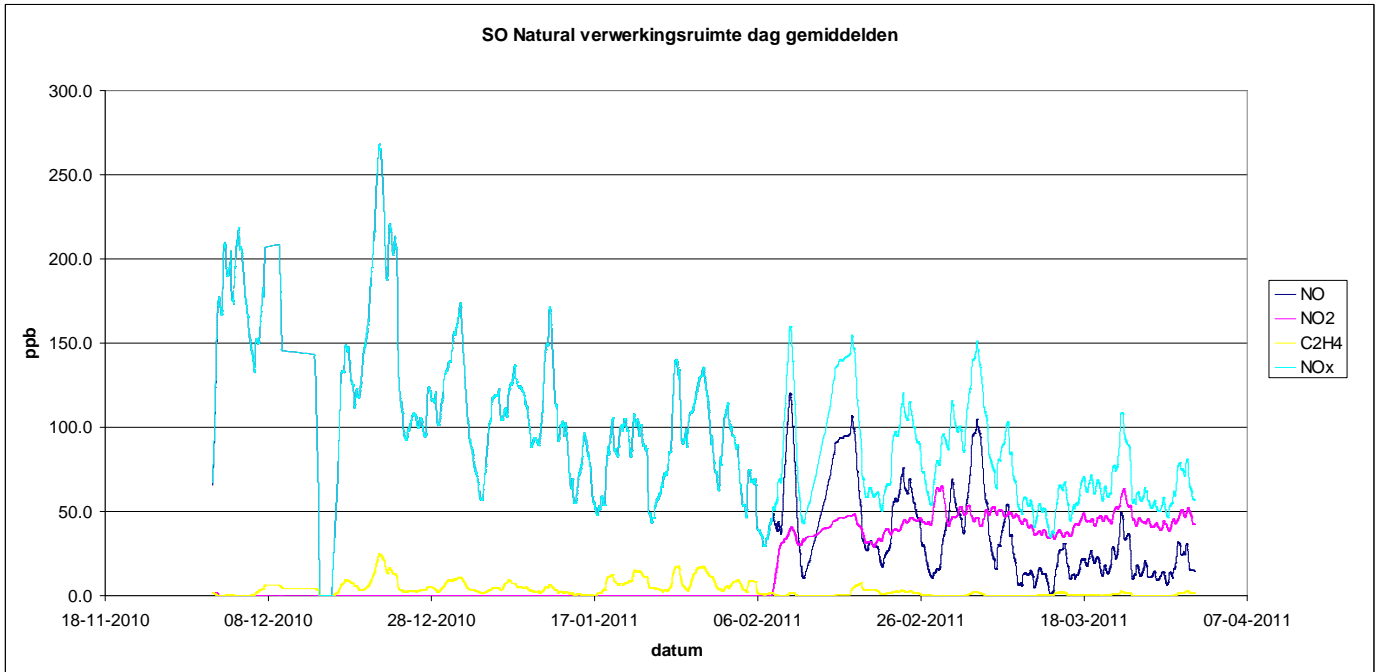
Opvallend is dat de verhouding van de pieken i.r.t. de daggemiddelden voor NOx een factor 3 lager hoger uitvallen. Voor etheen is deze factor nog hoger. Vooral de pieken tot 800 ppb NOx en tot 100 ppb etheen zijn zeer hoog.

Verder is er door de periode heen een verlaging te zien van de NO waarden en vooral van de hoogte van de pieken. In de tussentijd is er een ventilatiesysteem aangebracht in de verwerkingsruimte. Het is niet op de datum te noemen, maar de afname van de gasconcentraties lijkt een relatie te hebben met de ingebruikname van dit ventilatiesysteem.



**Figuur 2** Overzicht van de gasconcentratie in de meetperiode met real-time meetpunten van SO-Natural in de verwerkingsruimte.





**Figuur 3** Overzicht daggemiddelden over de meetperiode in de verwerkingsruimte SO-Natural.



**Figuur 4** Bark lossen

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland  
t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10  
e info@macview.nl  
l www.macview.nl





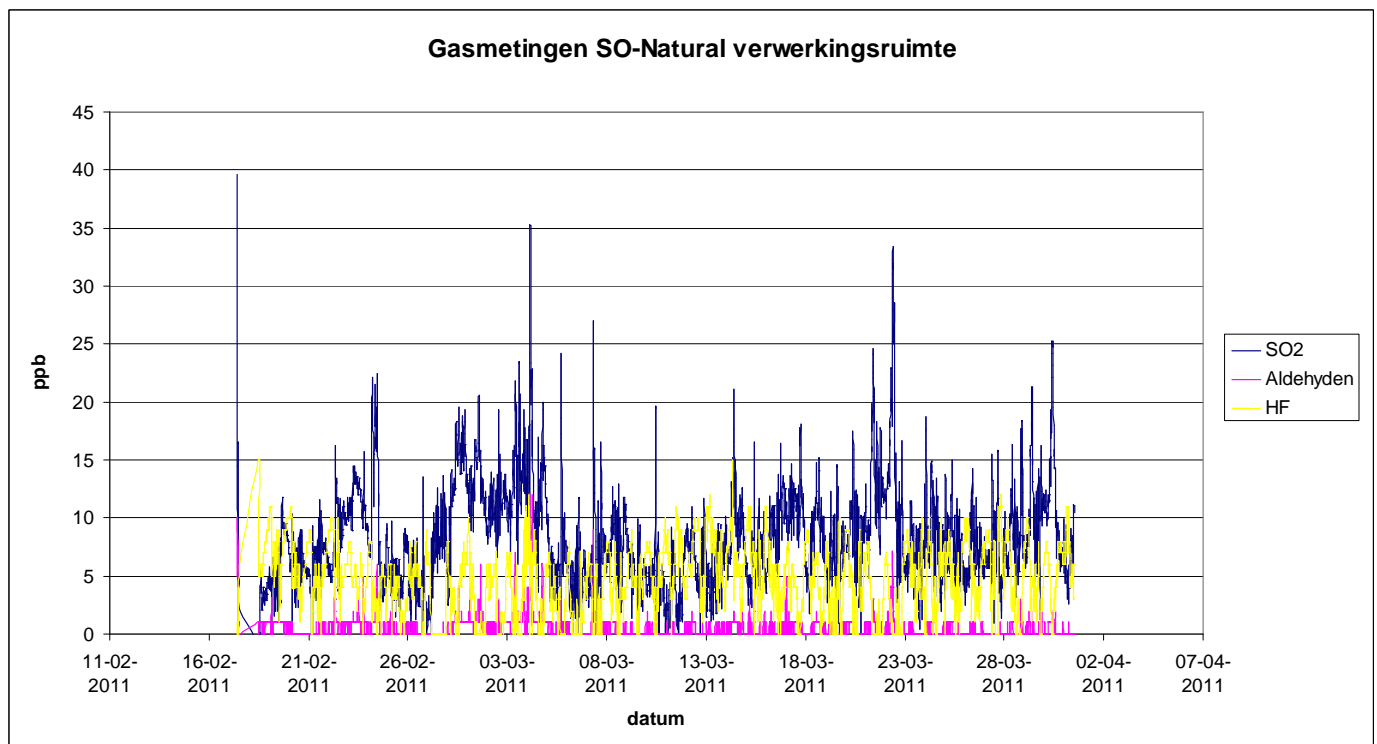
## HF / SO<sub>2</sub> / Aldehyden / Benzeen metingen SO-Natural verwerkingsruimte

Gedurende de winterperiode is er gemeten aan een aantal andere gassen dan de bekende NO<sub>x</sub> / etheen gassen. Doel was om een verkennend onderzoek uit te voeren en de blootstelling van andere componenten die aanwezig kunnen zijn in rookgas in kaart te brengen.

SO<sub>2</sub> is als gas met name bekend om de veroorzaker van zure regen. Een onderwerp dat in de jaren 80 met name hoog op de agenda stond. In de loop van de tijd zijn de zwavelcomponenten uit fossiele brandstoffen fors gereduceerd.

Tijdens de meetperiode zijn er tevens aldehyden (als verzamelgroep) gemeten. Ook aldehyden staan bekend als restproduct van fossiele verbrandingsprocessen.

Ook HF of waterstoffluoride staat bekend als gas dat als restproduct voor fossiele verbrandingsprocessen geldt en is ook in het onderzoek meegenomen.



**Figuur 5** Gasmetingen SO<sub>2</sub>, Aldehyden (verzamelings) en HF in de verwerkingsruimte van SO-Natural.

Gemiddelde gasconcentraties over de meetperiode v.s. effectgrenswaarde in ppb

|                       | SO <sub>2</sub>      | Aldehyden | HF        |
|-----------------------|----------------------|-----------|-----------|
| SO-Natural verwerking | 8.3                  | 0.5       | 4.8       |
| Marjoland verwerking  | 12.8                 | 2.2       | 7.1       |
| Marjoland kas         | 10.7                 | 0.0       | 3.2       |
| Effectgrenswaarde     | 11 (jaar-gemiddelde) | 16.0      | 1.2 – 3.7 |

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl







**Tabel 2** Gemiddelde gasconcentraties over de meetperiode uitgedrukt in ppb.

De effectgrenswaarden van SO<sub>2</sub> zijn bekend. De effectgrenswaarde is door de WHO vastgesteld op 30 ug/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde en 100 ug/m<sup>3</sup> als 24 uren gemiddelde (WHO, 2001). SO<sub>2</sub> in de kas komt voornamelijk uit de verbranding van de toevoeging van tetrahydrofeen dat als additief wordt toegevoegd aan aardgas. De toevoeging van tetrahydrofeen wordt elk jaar verder teruggebracht waardoor de verwachting is dat door de jaren heen de uitstoot van SO<sub>2</sub> steeds minder zal worden. In Nederlands aardgas bevindt zich geen hoge concentraties zwavelcomponenten. Desondanks is de gemeten concentratie SO<sub>2</sub> in de kassen relatief hoog. De gemiddelde concentraties over de meetperiode liggen rondom de effectgrenswaarde.

*Tabel 5. Effectgrenswaarden ter voorkoming van negatieve effecten op planten als gevolg van blootstelling aan SO<sub>2</sub> volgens WHO (WHO, 2001) en UNECE (Ashmore & Wilson, 1994).*

| Blootstellingsduur               | Effectgrenswaarde (µg m <sup>-3</sup> ) |       |
|----------------------------------|---|-------|
|                                  | WHO                                     | UNECE |
| Kortdurend (24-uren gemiddelde)  | 100                                     |       |
| Langdurend (jaargemiddelde)      | 30                                      |       |
| Wintergemiddelde (oktober-maart) |   |       |
| - landbouwgewassen               |   | 30    |
| - bossen, natuurlijke vegetaties |   | 20    |

**Figuur 6** Overgenomen uit: Risico-evaluatie toepassing Groen Gas in de Nederlandse Glastuinbouw. C.J. van Dijk, Th. A. Dueck, & W. Burgers.

De effectgrenswaarde van aldehyden (verzamelnaam) en formaldehyde is op dit moment 20ug/m<sup>3</sup>. (16 ppb). Van de gemeten (lage) concentraties in de kassen in relatie tot aldehyden is geen effect te verwachten.

Van HF (Waterstoffluoride) is de effectgrenswaarden niet exact bekend. Wel is bekend dat HF schade kan veroorzaken in zeer lage concentraties tussen de 1 en 3 ug/m<sup>3</sup>. HF heeft een extreme toxiciteit op planten. HF wordt voornamelijk gevormd bij een volledige verbranding van biogas in ketels en gasturbines. (Bron: Risico-evaluatie toepassing Groen Gas in de Nederlandse Glastuinbouw, C.J. van Dijk, Th. A. Dueck, & W. Burgers.) HF kan daarom beschouwd worden als een risicofactor. In hoeverre dat problemen met HF in kassen kunnen spelen is niet bekend. Wel wijzen de meetwaarden uit dat het zondermeer in de kas aanwezig is.

Vanuit de voorgenoemde rapportage wordt een waarschuwing gegeven dat het gebruik van biogas brandstoffen een verhoogd risico meebrengt door de verhoogde aanwezigheid van HF, SO<sub>2</sub> en benzeen. Terecht wordt genoemd dat er door de





aanwezigheid van deze stoffen niet per definitie negatieve effecten zullen optreden aan het gewas. Naar de

toekomst toe zullen er meer nieuwe initiatieven ontstaan op het gebied van biogas (CO<sub>2</sub> neutraal), waarbij er wel degelijk rekening zal moeten worden gehouden met deze componenten.

Van benzeen is er geen exacte data beschikbaar van een effectgrenswaarde die gehanteerd wordt en die dus bruikbaar is voor de glastuinbouw. De niveau's die in de literatuur genoemd worden (100 ug/m<sup>3</sup>) liggen in alle gevallen ver boven de niveau's die gemeten zijn in de verwerkingsruimten.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)





## Benzeen meting SO Natural verwerkingsruimte

Doel van deze opzet is om te meten of er in de verwerkingsruimte benzeen wordt gevonden. Tevens wordt er meteen gemeten als er bark wordt gelost. Zodoende kan de invloed van de bark lossing meteen meegenomen worden.

De opstelling bestaat uit:

- Gaschromatograaf type MTI 200 serienr. ID111205
- Purge & Trap MTI Trapper 2000 serienr. ID 94030602
- Kalibratiesysteem met MFC's EMS
- Kalibratiefles met gekalibreerd mengsel Benzeen 1120 ppb in N2 (in lucht)

In december 2010 is de combinatie van apparatuur uitgetest en geconfigureerd. Er is tevens gekalibreerd met het ijk-gasmengsel van 1120 ppb. Het principe is dat lucht wordt opgezameld in een buis met adsorbent. Deze lucht wordt na de adsorptie gesorbeerd onder hoge temperatuur. De vluchtige benzeen component komt dan los uit het adsorbent en wordt meteen door de GC heengeleid.

De instellingen van de GC zijn:

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Column Type          | PoraPlot U 10m |
| Detector Type        | TCD            |
| Column Temp          | 180 °C         |
| Colum Pressure (PSI) | 55.374 PSI     |
| Run Time (Sec)       | 160 sec        |
| Sample Time (Sec)    | 10 sec         |
| Inject Time (mSec)   | 100 msec       |

De instellingen van de Trapper zijn:

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| Trap Temp (grad C)        | 350 °C     |
| Pre load cooling (grad C) | 30 sec     |
| Loading (Sec)             | 999 sec    |
| Post desorb purge         | 120 sec    |
| Post load purge           | 30 sec     |
| Pre desorb heating        | 60 sec     |
| Desorbing                 | 30 sec     |
| Flow                      | 100 ml/min |
| Calibration gas (ppb)     | 1120 ppb   |





Op 15-02-2011 is de opstelling geplaatst in de verwerkingsruimte van SO-Natural. Tevens is er een 2e kalibratie uitgevoerd om te zien of het systeem vergelijkbare concentraties weergaf zoals deze waren gevonden in december 2010. Dit was overduidelijk het geval.

Kalibratie GC - Trapper op 15-02-2011 SO Natural in de verwerkingsruimte

Kalibratiegas 1120 ppb benzeen Scott Specialty gasses  
MAC Waarde benzeen 1000 ppb

| Kalibratie - file | Rt    | Area      | Concentratie | Eenheid | Datum    | Tijd     | Opmerking |
|-------------------|-------|-----------|--------------|---------|----------|----------|-----------|
| so-001.1          | -     | 0         | 0            | ppb     | 15-02-11 | 13:41:15 |           |
| so-002.1          | 85.29 | 180394    | 181.62       | ppb     | 15-02-11 | 14:08:32 |           |
| so-003.1          | 84.01 | 581613    | 585.566      | ppb     | 15-02-11 | 14:34:45 |           |
| so-004.1          | 84.01 | 902652    | 908.786      | ppb     | 15-02-11 | 15:01:29 |           |
| so-004.2          | 84.01 | 9822167   | 988.842      | ppb     | 15-02-11 | 15:28:15 |           |
| so-004.3          | 84.01 | 1049860   | 1056.955     | ppb     | 15-02-11 | 15:54:39 | Oke       |
| so-004.4          | 84.22 | 1017042   | 1023.953     | ppb     | 15-02-11 | 16:21:05 | Oke       |
| so-004.5          | 84.01 | 1149048   | 1156.856     | ppb     | 15-02-11 | 16:47:53 | Oke       |
| so-004.6          | -     | 1162860   | 1170.762     | ppb     | 15-02-11 | 17:14:30 | Oke       |
| so-004.7          | 84.01 | 1205193   | 1213.384     | ppb     | 15-02-11 | 17:41:07 | Oke       |
| so-004.8          | -     | -         | 656.732      | ppb     | 15-02-11 | 18:07:41 | Afkeur    |
|                   |       | Gemiddeld | 1124.382     | ppb     |          |          |           |

**Tabel 3** De concentratie verloopt tijdens de kalibratiecontrole iets naar boven toe op. Waarschijnlijk omdat de trap enigszins verzadigd raakt. In relatie tot het feit dat er geen benzeen is gevonden is dit geen probleem.





- Op 17-02-2011 is er gemeten in de verwerkingsruimte. Er is in principe geen benzeen gevonden. De metingen bestonden uit 9 metingen, binnen een tijdsduur van 4 uur.

Metingen op 17-02-2011 bij SO-Natural in de verwerkingsruimte  
Kalibratiegas 1120 ppb benzeen Scott Specialty gasses  
MAC Waarde  
benzeen 1000 ppb

| Kalibratie - file | Rt    | Area  | Concentratie | Eenheid | Datum    | Tijd     | Opmerking   |
|-------------------|-------|-------|--------------|---------|----------|----------|---|
| so-005.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 5:32:56  | Test warm draaien   |
| so-006.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 5:42:51  | Test warm draaien   |
| so-007.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 5:51:58  | Test warm draaien   |
| so-008.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 5:55:54  | Test, 1e nulmeting, geen juiste timing  |
| so-009.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 6:21:21  | Meting  |
| so-010.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 6:47:43  | Meting  |
| so-012.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 7:20:47  | Meting  |
| so-013.1          | 84.01 | 13035 | 13.123       | ppb     | 17-02-11 | 7:51:21  | Meting (Waarschijnlijk foutmeting GC)   |
| so-014.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 8:19:46  | Meting  |
| so-015.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 8:48:25  | Meting  |
| so-016.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 9:18:59  | Meting bark lossen<br>Meting bark lossen, ander component gevonden dan benzeen, niet geheel duidelijk |
| so-017.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 9:47:53  | welk component dit is   |
| so-018.1          | -     | -     | 0            | ppb     | 17-02-11 | 10:21:09 | Meting  |

**Tabel 4** Resultaten van de metingen in de verwerkingsruimte bij SO-Natural





**Figuur 7** Meetopstelling in de verwerkingsruimte bij SO Natural



**Figuur 8** De uitlaat van de vrachtwagen is aangesloten op het centrale afzuigstelsel

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)

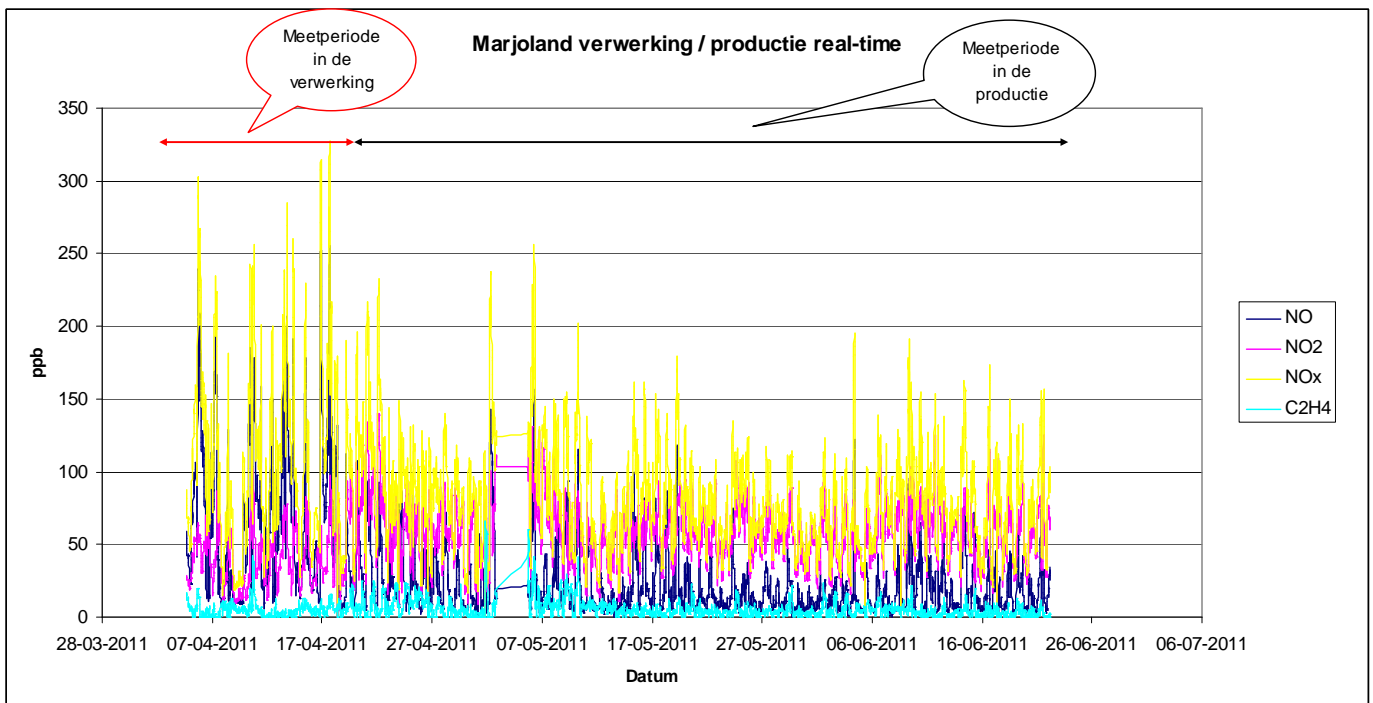




## NOx / etheen metingen Marjoland verwerkingsruimte en in de kas

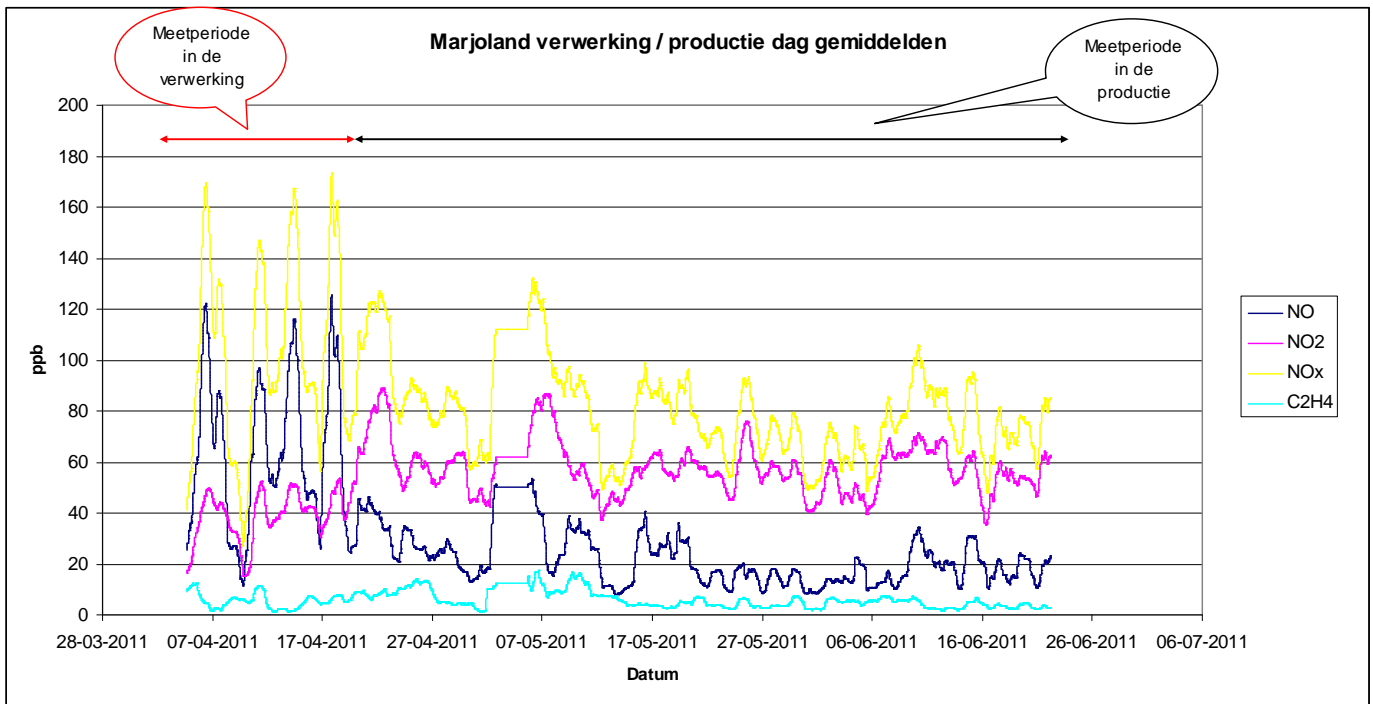
Bij Marjoland is gemeten in zowel de verwerkingsruimte alsook in de kas (productie). De verwerkingsruimte ligt onder de productie.

Opvallend is dat de concentraties in de verwerkingsruimte hoger lijken te zijn. Een vergelijk is niet goed te maken omdat er in verschillende periodes is gemeten. Het is ook hier niet ondenkbeeldig dat lucht en dus de gemeten gasconcentraties van de verwerkingsruimte uitwisselen met de lucht in de productie. Ook hier waren de plafonds niet perfect gesloten. Het licht van de productie is dan vaak zichtbaar door de kieren van het plafond.



**Figuur 9** Overzicht van de gasconcentratie in de meetperiode met real-time meetpunten van Marjoland in de productie en in de verwerkingsruimte.





**Figuur 10** Overzicht daggemiddelden over de meetperiode in de verwerkingsruimte SO-Natural.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)

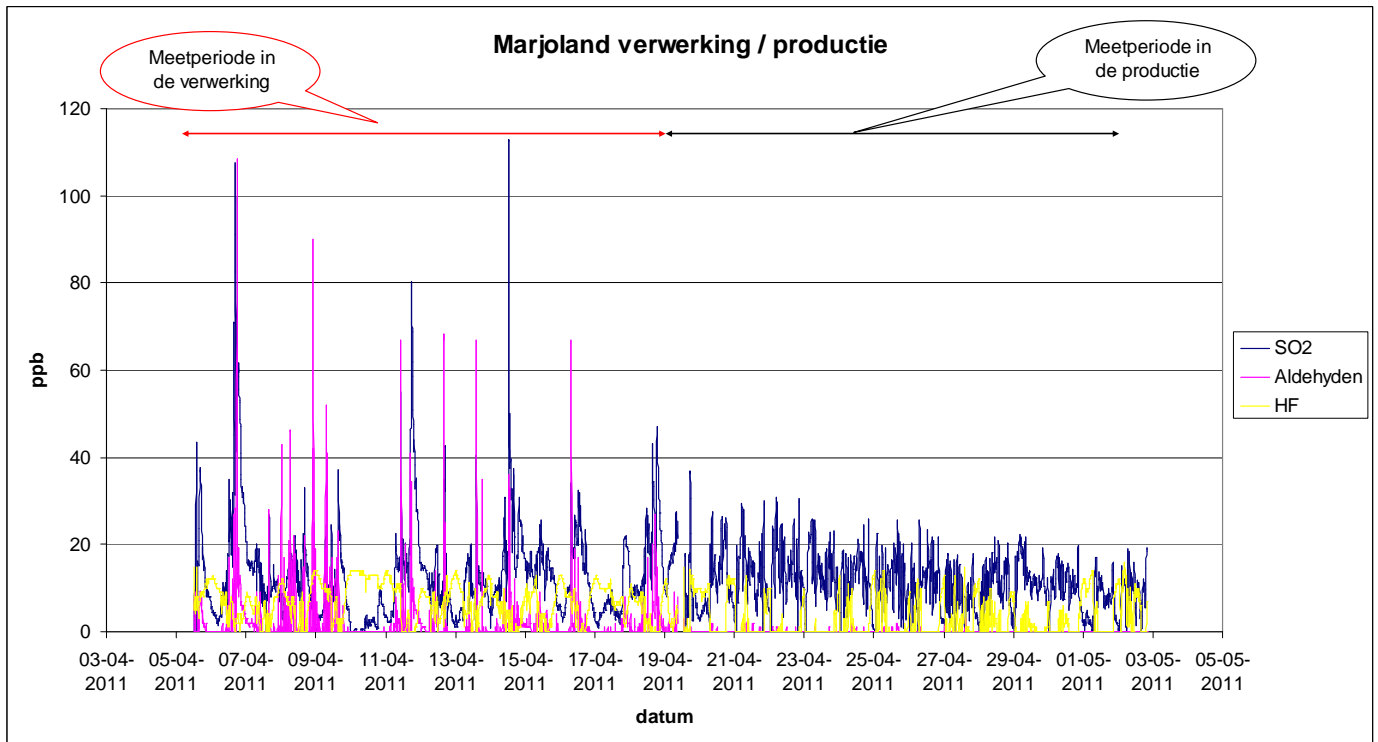






## HF / SO<sub>2</sub> / Aldehyden metingen Marjoland verwerking en productie

Gedurende de meetperiode is er ook bij Marjoland zowel in de verwerkingsruimte alsook in de kas gemeten. Opvallend is dat vooral de aldehyden en SO<sub>2</sub> hogere pieken geven in de verwerkingsruimte dan in de productieruimte.



**Figuur 11** Gasmetingen SO<sub>2</sub>, Aldehyden (verzameling) en HF in de verwerkingsruimte en productie van Marjoland.

Gemiddelde gasconcentraties over de meetperiode in ppb

|                       | SO <sub>2</sub> | Aldehyden | HF  |
|-----------------------|-----------------|-----------|-----|
| SO-Natural verwerking | 8.3             | 0.5       | 4.8 |
| Marjoland verwerking  | 12.8            | 2.2       | 7.1 |
| Marjoland kas         | 10.7            | 0.0       | 3.2 |

**Tabel 5** Gemiddelde gasconcentraties over de meetperiode uitgedrukt in ppb.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl





## Benzeen meting Marjoland verwerkingsruimte

Doel van deze opzet is om te meten of er in de verwerkingsruimte benzeen wordt gevonden. Tevens wordt er meteen gemeten als er bark wordt gelost. Zodoende kan de invloed van de bark lossing meteen meegenomen worden.

De opstelling bestaat uit:

- Gaschromatograaf type MTI 200 serienr. ID111205
- Purge & Trap MTI Trapper 2000 serienr. ID 94030602
- Kalibratiesysteem met MFC's EMS
- Kalibratiefles met gekalibreerd mengsel Benzeen 1120 ppb in N2 (in lucht)

In december 2010 is de combinatie van apparatuur uitgetest en geconfigureerd. Er is tevens gekalibreerd met het ijkgasmengsel van 1120 ppb. Het principe is dat lucht wordt opgezameld in een buis met adsorbent. Deze lucht wordt na de adsorptie gedesorbeerd onder hoge temperatuur. De vluchtige benzeen component komt dan los uit het adsorbent en wordt meteen door de GC heengeleid.

De instellingen van de GC zijn:

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Column Type          | PoraPlot U 10m |
| Detector Type        | TCD            |
| Column Temp          | 180 °C         |
| Colum Pressure (PSI) | 55.374 PSI     |
| Run Time (Sec)       | 160 sec        |
| Sample Time (Sec)    | 10 sec         |
| Inject Time (mSec)   | 100 msec       |

De instellingen van de Trapper zijn:

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| Trap Temp (grad C)        | 350 °C     |
| Pre load cooling (grad C) | 30 sec     |
| Loading (Sec)             | 999 sec    |
| Post desorb purge         | 120 sec    |
| Post load purge           | 30 sec     |
| Pre desorb heating        | 60 sec     |
| Desorbing                 | 30 sec     |
| Flow                      | 100 ml/min |
| Calibration gas (ppb)     | 1120 ppb   |

Op 28-04-2011 is de opstelling geplaatst in de verwerkingsruimte van Marjoland. Tevens is er een 3e kalibratie uitgevoerd om te zien of het systeem vergelijkbare concentraties weergaf zoals deze waren gevonden in december 2010 en februari 2011. Dit was wederom overduidelijk het geval.





Kalibratie GC - Trapper op 28-04-2011 Marjoland in de verwerkingsruimte

Kalibratiegas 1120 ppb benzeen Scott Specialty gasses  
 MAC Waarde benzeen 1000 ppb

| Kalibratie - file | Rt    | Area      | Concentratie | Eenheid | Datum    | Tijd    | Opmerking |
|-------------------|-------|-----------|--------------|---------|----------|---------|-----------|
| Marjo001.1        | -     | 0         |              | ppb     | 28-04-11 | 7:22:15 |           |
| Marjo002.1        | 85.31 | 283196    | 285.121      | ppb     | 28-04-11 | 7:51:46 |           |
| Marjo004.1        | 84.02 | 9918872   | 9986.283     | ppb     | 28-04-11 | 8:19:13 |           |
| Marjo004.2        | 84.01 | 1125344   | 1132.991     | ppb     | 28-04-11 | 8:48:28 | Oke       |
| Marjo004.4        | 84.01 | 1092263   | 1099.685     | ppb     | 28-04-11 | 9:17:07 | Oke       |
| Marjo004.5        | 84.01 | 1115419   | 1122.999     | ppb     | 28-04-11 | 9:47:37 | Oke       |
|                   |       | Gemiddeld | 1118.558     | ppb     |          |         |           |

**Tabel 6** De concentratie verloopt tijdens de kalibratiecontrole iets naar boven toe op. Waarschijnlijk omdat de trap enigszins verzadigd raakt. In relatie tot het feit dat er geen benzeen is gevonden is dit geen probleem.

Op 28-04-2011 is er gemeten in de verwerkingsruimte. Er is in principe geen benzeen gevonden. De metingen bestonden uit 5 juiste metingen, binnen een tijdsduur van 2 uur.

Metingen op 28-04-2011 bij Marjoland in de verwerkingsruimte  
 Kalibratiegas 1120 ppb benzeen Scott Specialty gasses  
 MAC Waarde benzeen 1000 ppb

| Kalibratie - file | Rt | Area | Concentratie | Eenheid | Datum    | Tijd     | Opmerking              |
|-------------------|----|------|--------------|---------|----------|----------|------------------------|
| Marjo011.1        | -  | -    | 0            | ppb     | 28-04-11 | 9:52:42  | Test warm draaien      |
| Marjo012.1        | -  | -    | 0            | ppb     | 28-04-11 | 10:21:53 | Meting                 |
| Marjo013.1        | -  | -    | 0            | ppb     | 28-04-11 | 10:26:34 | Foutief oorzaak timing |
| Marjo014.1        | -  | -    | 0            | ppb     | 28-04-11 | 10:58:50 | Meting                 |
| Marjo015.1        | -  | -    | 0            | ppb     | 28-04-11 | 11:26:39 | Meting                 |
| Marjo016.1        | -  | -    | 0            | ppb     | 28-04-11 | 11:55:11 | Meting                 |

**Tabel 7** Resultaten van de metingen in de verwerkingsruimte bij Marjoland

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl





**Figuur 12** Meetopstelling in de verwerkingsruimte bij Marjoland.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

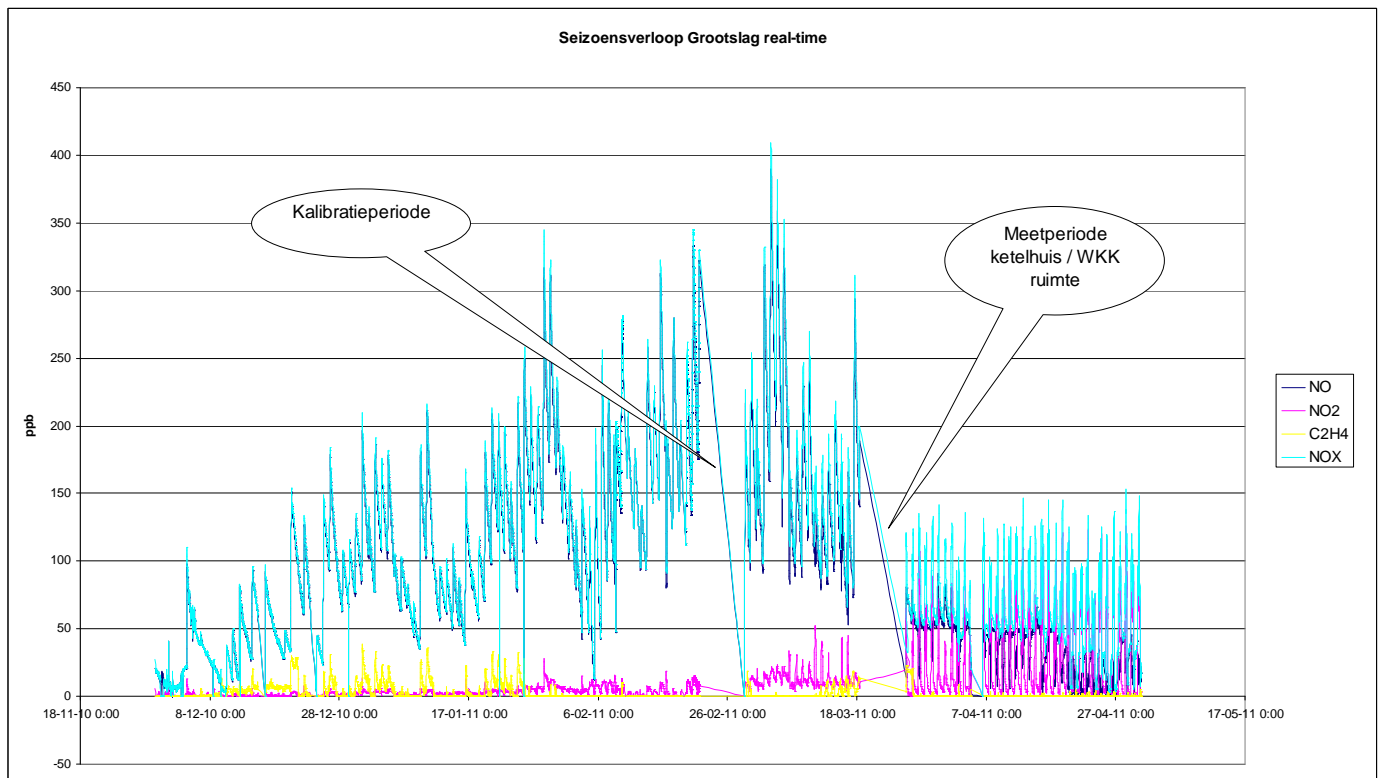
e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)





## NOx / etheen metingen Grootslag kas

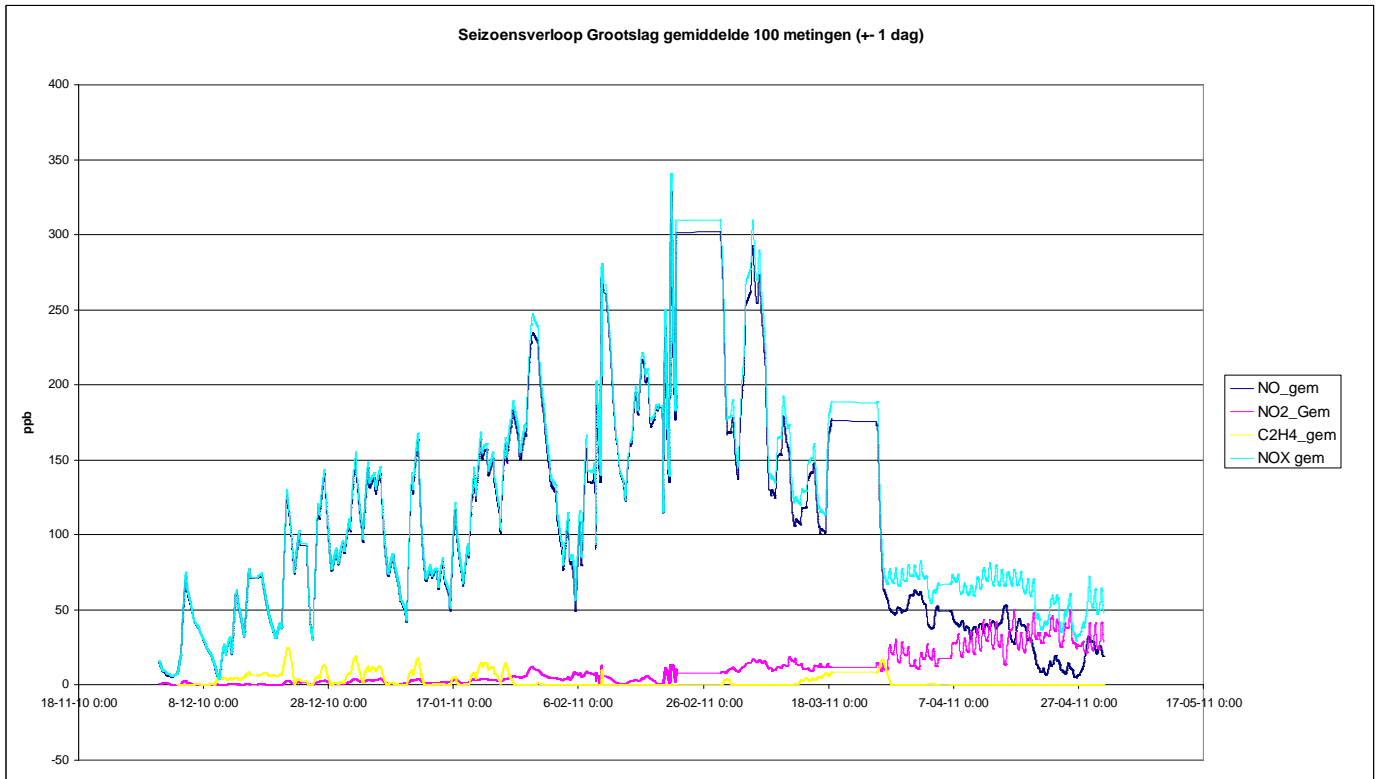
In de onderstaande grafiek is de meetperiode zichtbaar met daarin het totaal aan NO / NO2 en etheen. Opvallend is de toename door de tijd. Er zijn 2 perioden niets gemeten. In de 1e periode is een kalibratie uitgevoerd en in de 2<sup>e</sup> periode is een meting uitgevoerd in het ketelhuis / WKK ruimte.



**Figuur 13** Overzicht van de gasconcentratie in de meetperiode met real-time meetpunten van Grootslag in de kas.

De meetperiode in het ketelhuis / WKK ruimte valt samen met een warmere periode buiten. De ramen gaan open, en dit is duidelijk te zien op het absolute niveau van de gemeten gasconcentraties.





**Figuur 14** Daggemiddelden over de meetperiode van Grootslag in de kas.

Tussen figuur 10 en figuur 11 is duidelijk onderscheid te zien tussen de gemiddelde dagwaarden en de piekwaarden die op kunnen treden in de metingen. Uitersten die voorkomen laten zien dat de piekwaarde van NOx eenvoudig 400 ppb kunnen halen. De dag gemiddelden halen dan net de 200 ppb.

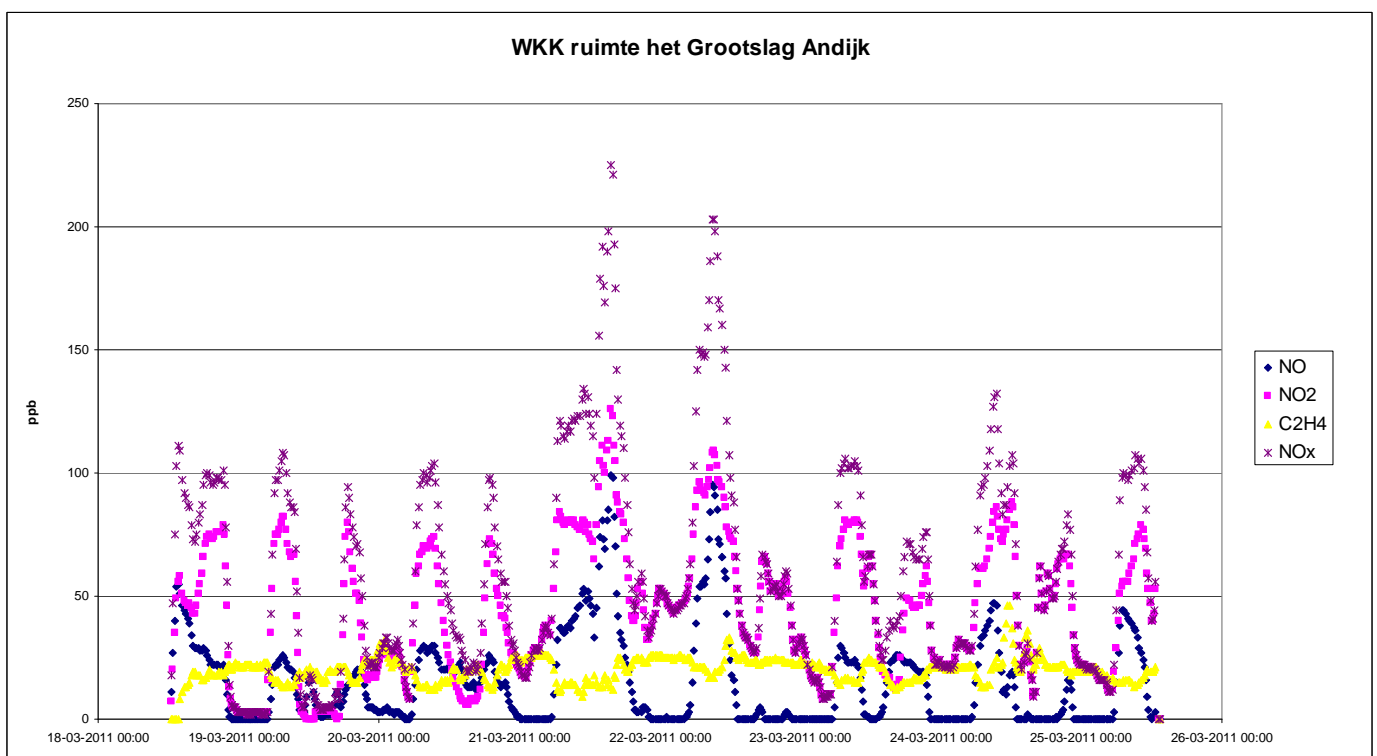




## NOx / etheen metingen Grootslag WKK ruimte

Op de Workshop van 21-2-2011 bij Grootslag kwam duidelijk naar voren dat de NO concentratie tegen de tijd dat het project loopt, een forse toename laat zien. Naar aanleiding van deze toename is er besloten om de NOx / etheen analyser opnieuw te kalibreren. Uit de kalibratiedata is gebleken dat er geen substantiële verandering in de kalibratieparameters / sensoren was opgetreden.

Daar het vermoeden was dat de uitstoot van NO / NO<sub>2</sub> toch vanuit de WKK / ketel moest komen is de NOx / etheen analyser geplaatst in het ketelhuis / wkk ruimte.



**Figuur 15** Metingen NOx en etheen in ketelhuis / WKK ruimte Grootslag.

De volgende zaken vallen op:

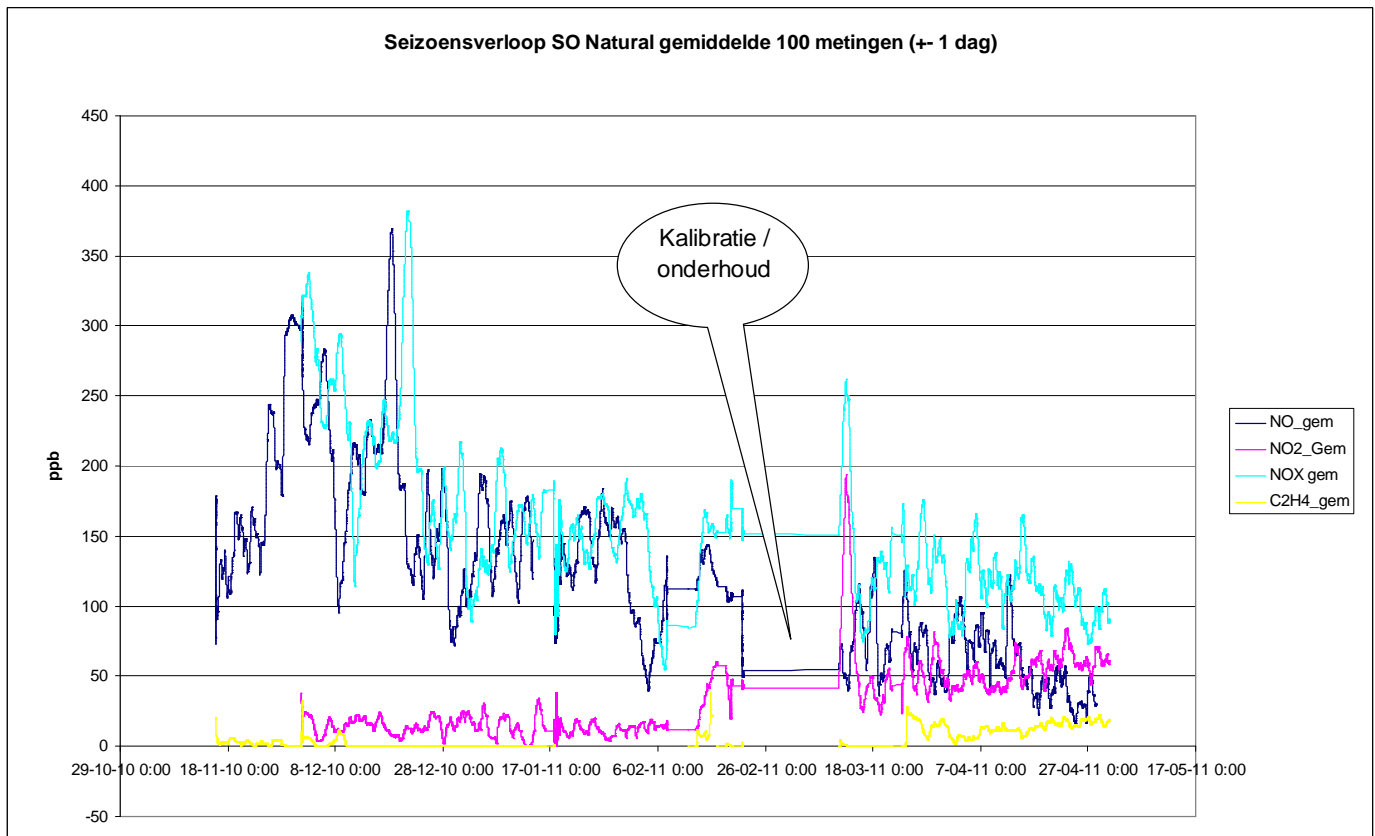
- Etheen is structureel hoger in het ketelhuis / WKK ruimte dan dat dit in de kas is.
- NO<sub>2</sub> in het ketelhuis / WKK ruimte is fors hoger dan in de kas. De verhouding van het aandeel NO<sub>2</sub> / NO komt tussen de kas en het ketelhuis / WKK ruimte niet overeen.

De gemeten gasconcentratie voor NOx ligt in bijna de hele periode dat er gedoseerd wordt met CO<sub>2</sub> niet onder de risicogrenswaarde.



## NOx / etheen metingen SO-Natural kas

Bij SO-Natural is er over de tijd een netto afname van de NOx concentratie. Ook is geconstateerd dat de etheen concentratie hoger is dan ten opzichte van de andere deelnemende bedrijven. De risicogrenswaarde voor NOx wordt ook hier de gehele periode overschreden.



**Figuur 16** Daggemiddelden over de meetperiode van SO-Natural in de kas.

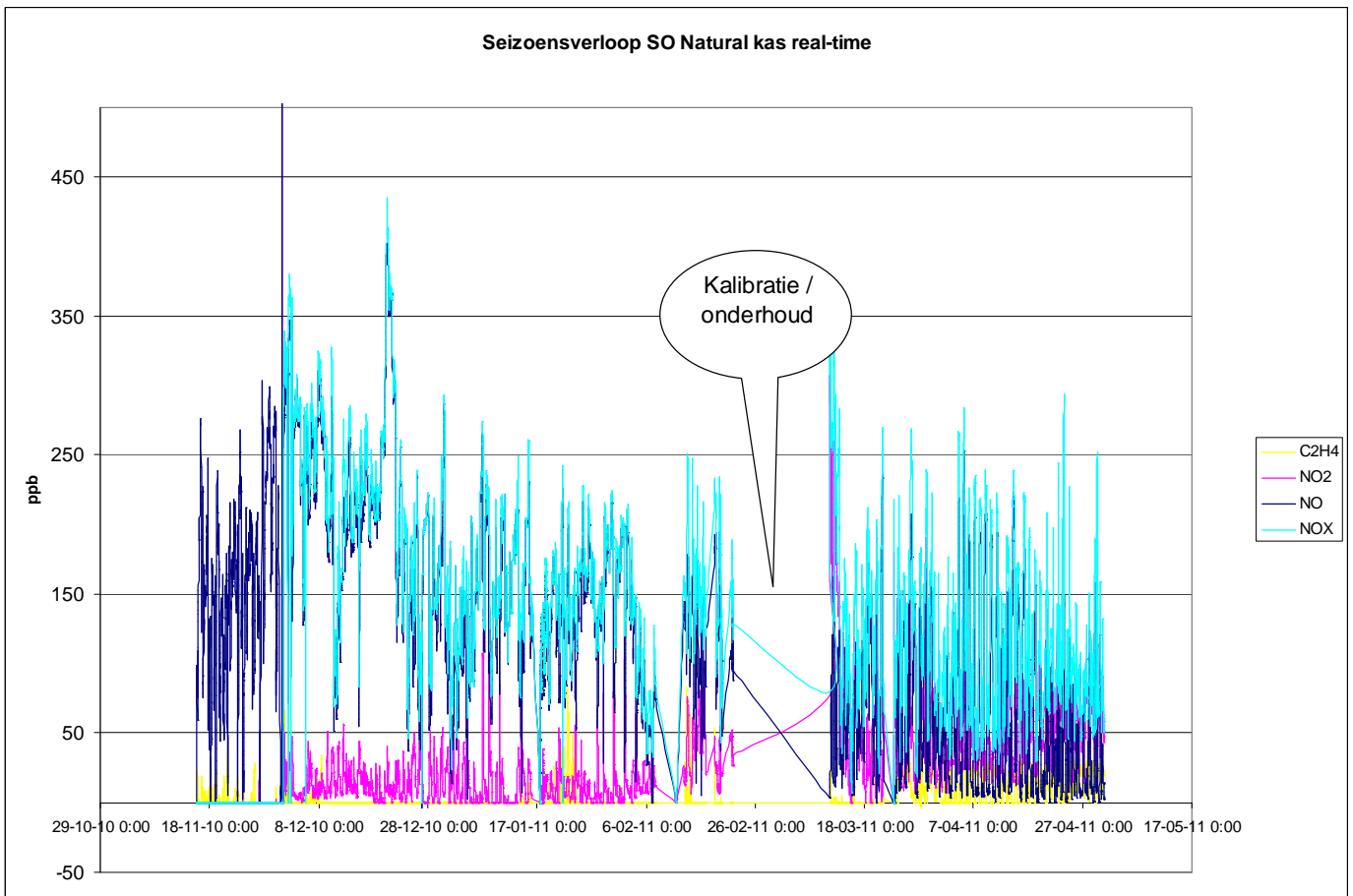
Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl







**Figuur 17** Overzicht van de gasconcentratie in de meetperiode met real-time meetpunten van SO-Natural in de kas.



**Figuur 18** Opstelling van de NOx / etheen analyser bij SO-Natural in de kas

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)

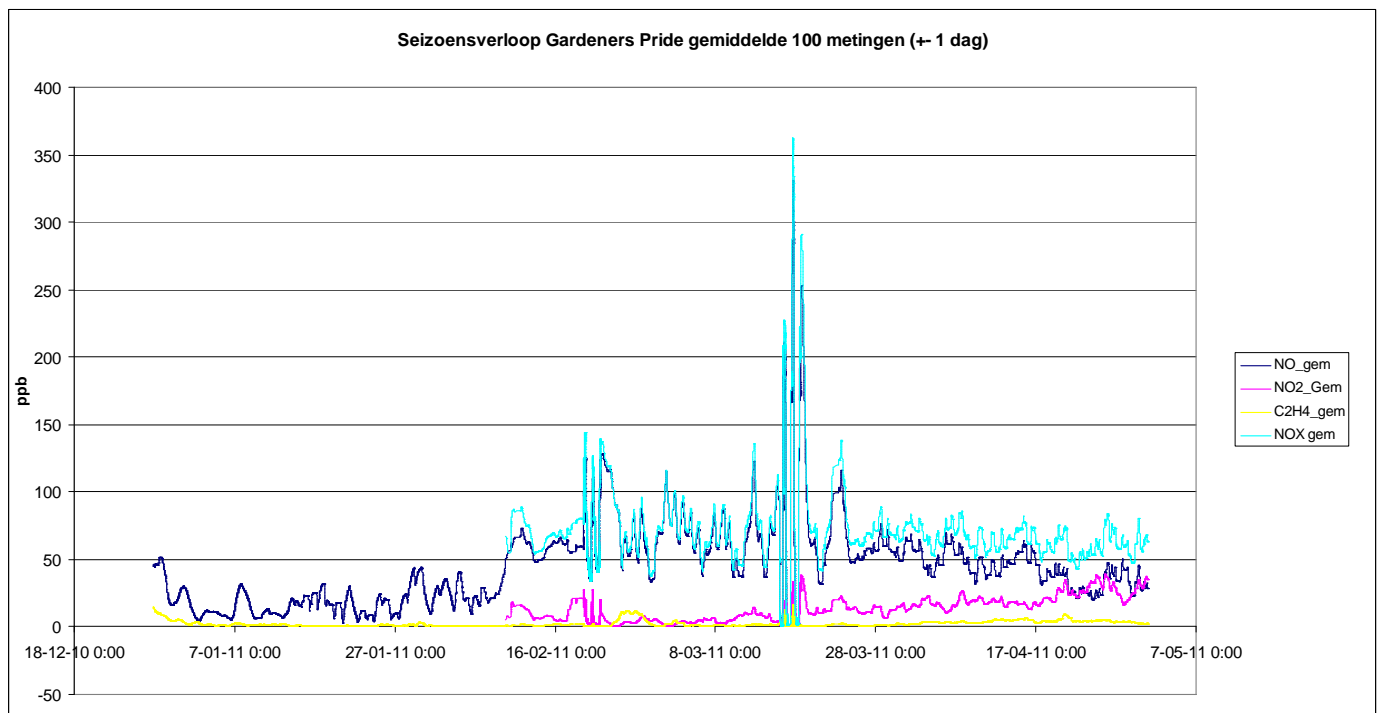




## NOX / etheen metingen Gardeners Pride kas

In onderstaande grafieken is het seizoensverloop van de gasconcentraties NO, NO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub>) en etheen te zien voor Gardeners Pride.

In de eerste periode zit Gardeners Pride duidelijk onder de risicogrenswaarde (gemiddeld). Wanneer echter in diezelfde periode de real-time metingen bekeken worden, dan blijkt ook hier dat de pieken van de NO<sub>x</sub> ver over de risicogrenswaarden voor NO<sub>x</sub> heen gaan.



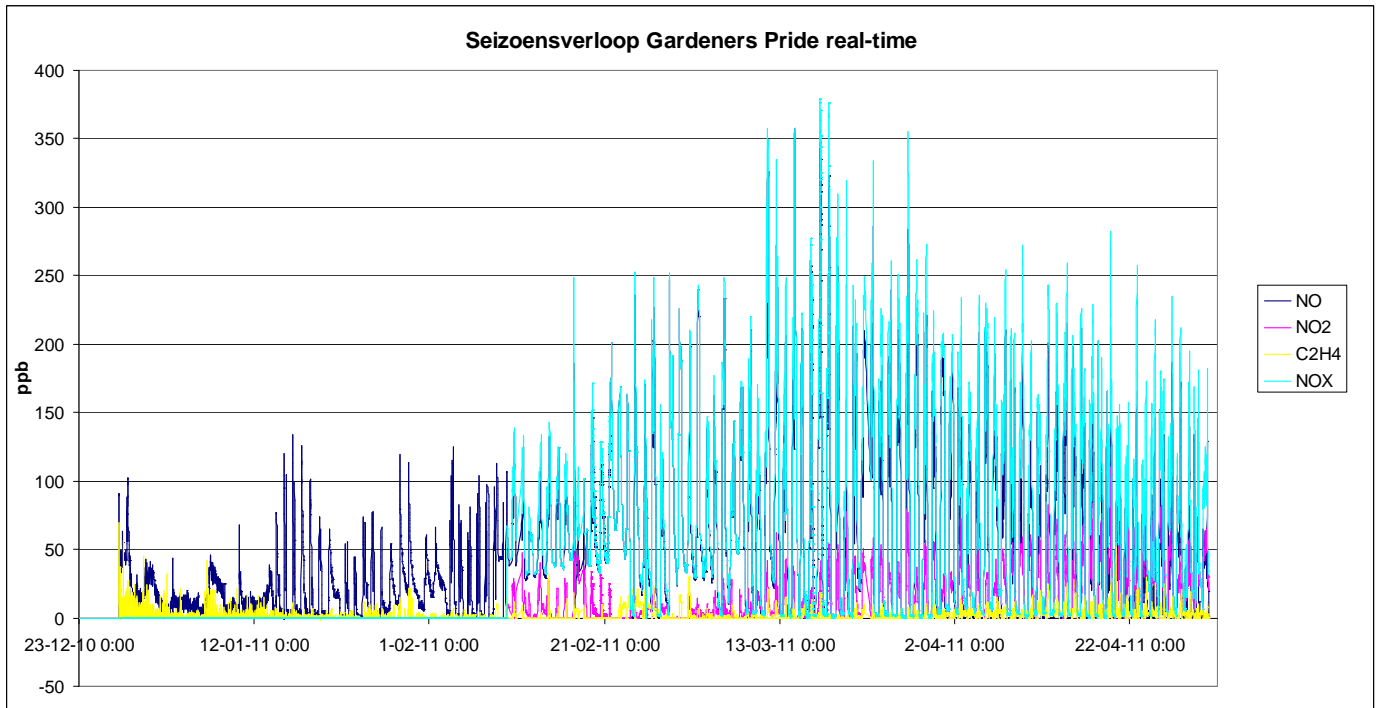
**Figuur 19** Daggemiddelden over de meetperiode van Gardeners Pride in de kas.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)





**Figuur 20** Overzicht van de gasconcentratie in de meetperiode met real-time meetpunten van Gardeners Pride in de kas.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

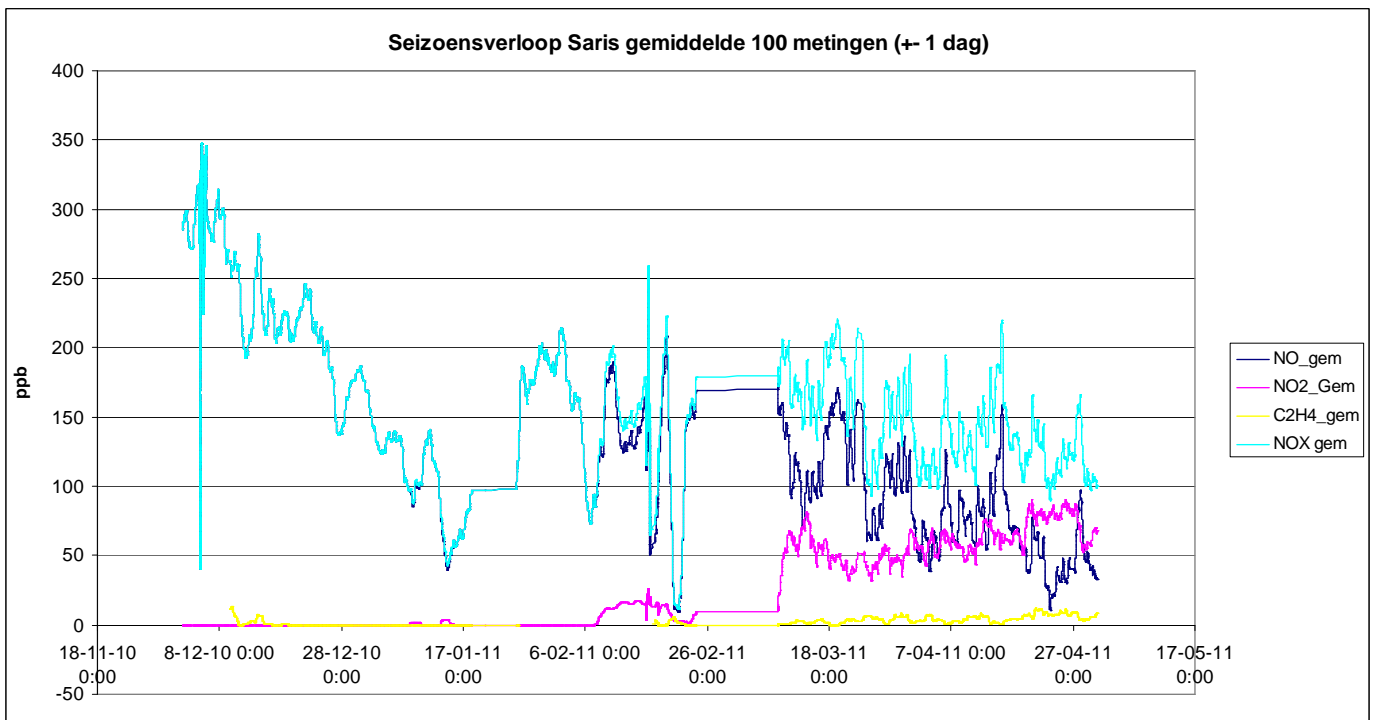
e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)





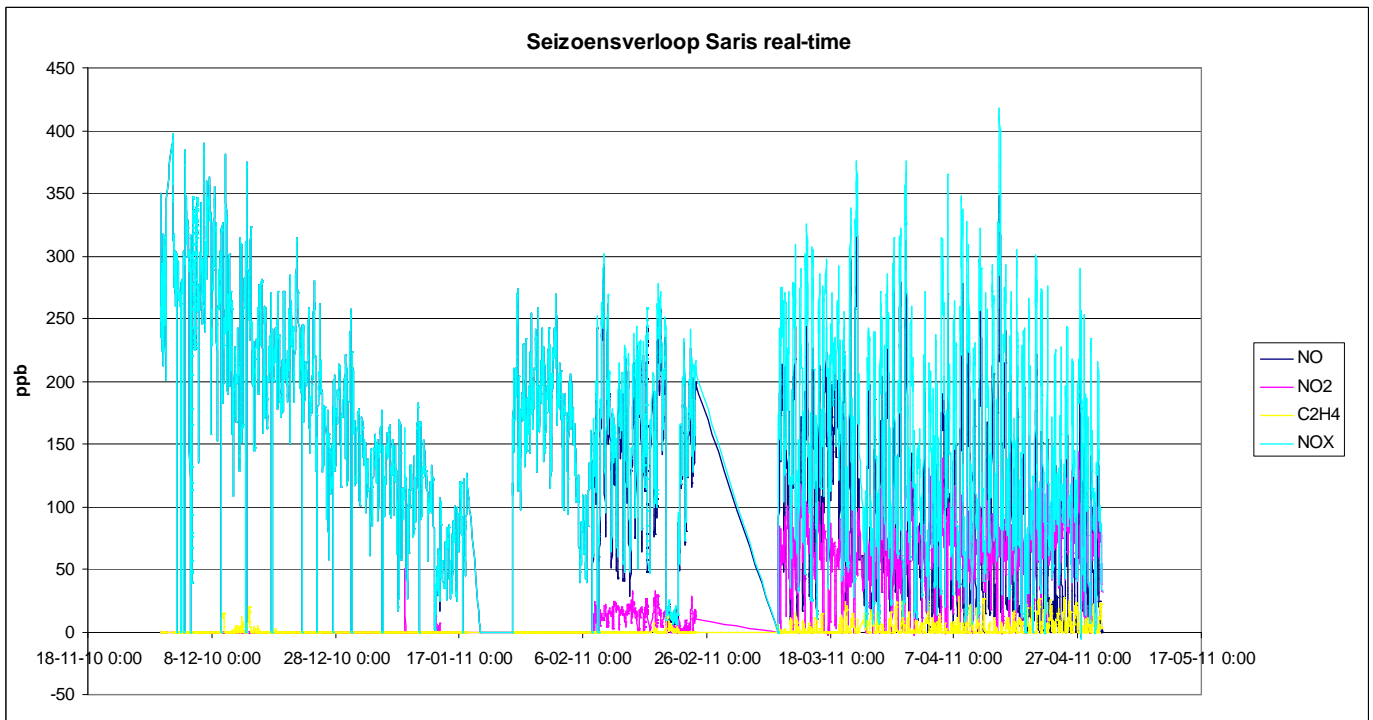
## NOX / etheen metingen Saris kas

In onderstaande grafieken is het seizoensverloop van de gasconcentraties NO, NO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub>) en etheen te zien voor Saris.



**Figuur 21** Daggemiddelden over de meetperiode van Saris in de kas.





**Figuur 22** Overzicht van de gasconcentratie in de meetperiode met real-time meetpunten van Saris in de kas.

In de eerste periode is een afnemend signaal te zien. Vanaf eind december tot ½ februari is er een defect opgetreden in de analyser. Vanaf circa ½ februari is dit probleem opgelost. De periode die er tussen eind februari en ½ maart te zien is, is gebruikt voor onderhoud en kalibraties. In doorsnee kan vermeld worden dat Saris met de gemeten NOx concentraties zich in principe boven de risicogrenswaarde bevindt.



**Figuur 23** Opstelling van de NOx / etheen analyser bij Saris

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

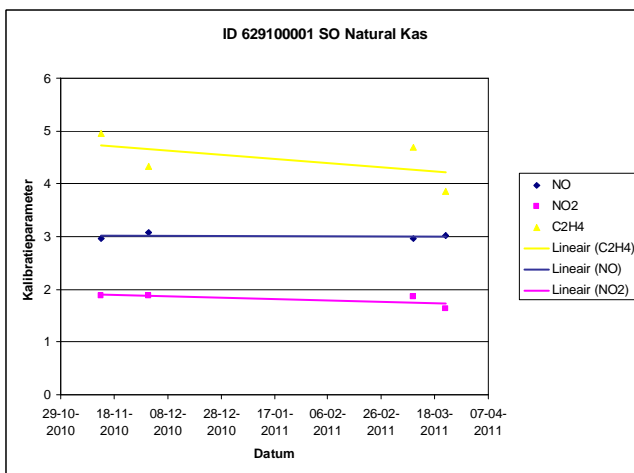
e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)



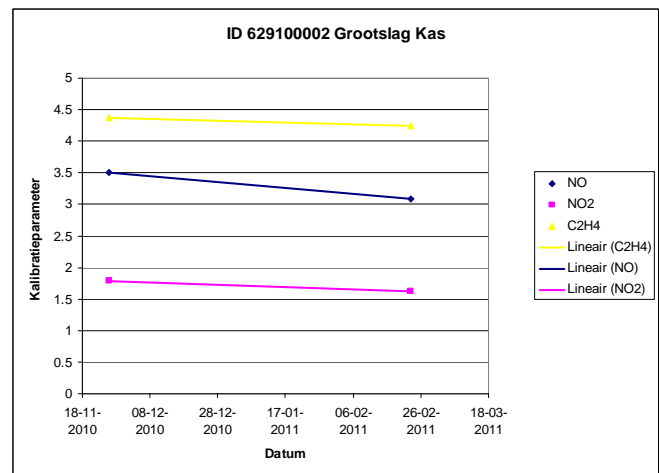


## Toelichting kalibraties en onderhoud

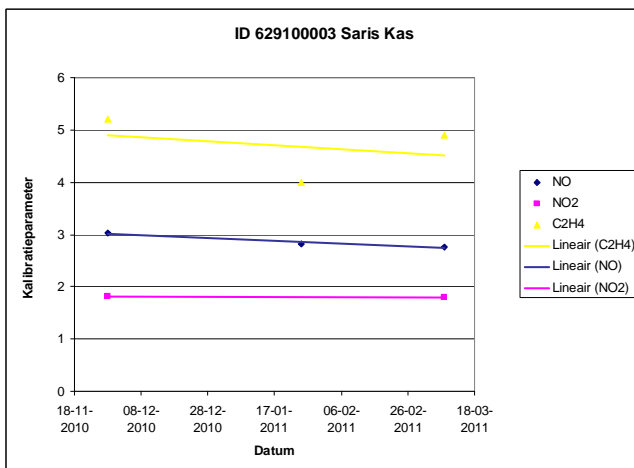
Voor de plaatsing van de meetapparatuur en tijdens het project zijn kalibraties uitgevoerd aan de apparatuur. De kalibraties zijn uitgevoerd met een volautomatisch systeem dat de kalibratieparameters bepaald. Ten behoeve van het project zijn voor NOx / etheen circa 100 kalibraties uitgevoerd verdeeld over 25 sessies. Kalibraties worden in duplo of trio uitgevoerd. Indien kalibratieparameters binnen een bandbreedte liggen worden deze goedgekeurd en kunnen deze worden gebruikt voor metingen in de praktijk. Onderstaande grafieken geven het verloop van de kalibratieparameters weer uitgezet tegen de projectperiode die gebruikt zijn tijdens de praktijkmetingen. Controle kalibraties zoals in duplo of trio uitgevoerd zijn hieronder niet weergegeven.



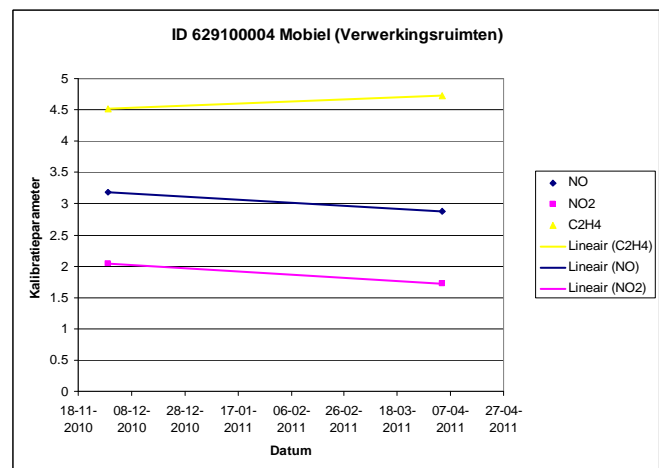
Figuur 24 Kalibratieparameters SO Natural kas



Figuur 25 Kalibratieparameters SO Grootslag kas



Figuur 26 Kalibratieparameters Saris Kas



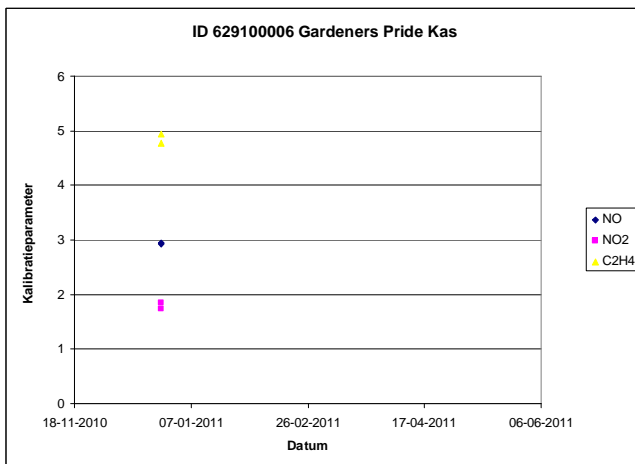
Figuur 27 Kalibratieparameters verwerkingsruimte (mobiel)

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

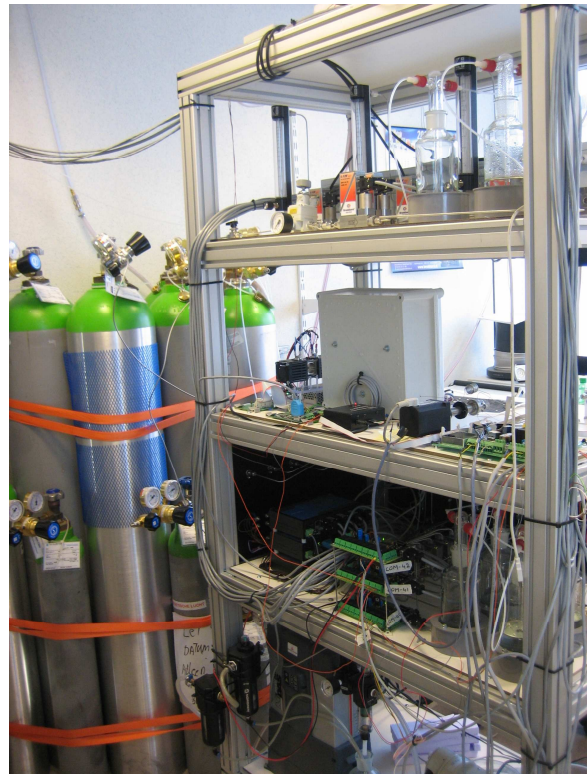
t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl





**Figuur 28** Kalibratieparameters Gardeners Pride kas



**Figuur 29** Volautomatische kalibratie opstelling EMS

De speciale gassen HF / SO<sub>2</sub> en Aldehyden zijn aangemaakt met behulp van permeatie-ovens. In deze ovens kunnen permeatiebuizen worden ingebracht waarmee m.b.v. debietvariatie van de gasstroom en de temperatuurvariatie de afzonderlijke sensoren kunnen worden gekalibreerd. Kalibraties voor HF / SO<sub>2</sub> en Aldehyden zijn uitgevoerd voor het plaatsen van de meetapparatuur.

### Onderhoud tijdens meetperiode

Circa ½ januari 2011 heeft EMS op alle NO<sub>x</sub> / etheen analysers een software revisie geplaatst. In de periode tussen ½ januari en eind januari vertoonden een aantal NO<sub>x</sub> / etheen analysers (Saris en SO-Natural in de kas) vreemde pieken op de etheen metingen. De pieken manifesteerde zich als 'blokken' in de grafiek. Omdat het probleem samenviel met de recente updates die waren uitgevoerd werd dit onmiddellijk met de updates in relatie gebracht.

Er is eind januari wederom een software update geplaatst. Na deze software update leek het er aanvankelijk op dat deze problematiek niet meer aanwezig was. Toch kwam het euvel terug.

Uiteindelijk is in de week van 14-19 februari het euvel opgelost bij de NO<sub>x</sub> / etheen analysers van Saris Rozen en SO-Natural in de kas. De NO<sub>x</sub> / etheen analyser bij SO-Natural in de verwerkingsruimte is preventief nagekeken en deze laatste vertoonde geen problemen.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl





De NOx / etheen analysers van Gardeners Pride en Het Grootslag zijn op 21-2 en 22-2 preventief nagezien. Deze analysers vertoonden geen problemen.

De foutieve metingen zijn van toepassing op:

1. Alleen de NOx / etheen analysers van Saris Rozen en SO-Natural in de kas en, alleen voor de periode van circa eind december tot ½ februari en, alleen op de etheen metingen. (De NOx metingen waren grotendeels in orde)
2. In eerste instantie ook de test analyser van de WUR.

De foutieve metingen bij Saris zijn terug te zien in de tussentijdse kalibratie. Op 25-1-2011 geeft de kalibratieparameter voor etheen een waarde af van 3.98. Dit laat meteen een trendbreuk zien in de kalibratieparameters voor etheen. Voor de overige kalibratieparameters NO en NO2 is dat niet zichtbaar.

De mobiele NOx / etheen analyser die gebruikt is in de eerste periode in de verwerkingsruimte van SO-Natural heeft problemen gehad met de verwerking van de NO2 data. Dit is begin februari opgelost. De NO2 data tot die tijd in de verwerkingsruimte zijn niet opgenomen in de dataset.

### **Validatie van de data**

De NOx / etheen analysers zijn gekoppeld geweest met een GPRS modem, en een server aan de Letsgrow database. Door het soms uitvallen van (draadloze) verbindingen was data niet altijd real-time beschikbaar. De data werd als backup opgeslagen in de analysers zelf. De data uit de Letsgrow database is na de meetperiode gesynchroniseerd met de data uit de analysers, waardoor zoveel mogelijk informatie beschikbaar is gekomen. Vrijwel alle data (mits er geen stroomuitval was), was daardoor beschikbaar.

De NOx / etheen analysers zijn zoveel als redelijkerwijs mogelijk was, dagelijks 's ochtends en aan het einde van de dag gecontroleerd op afstand of alles naar behoren functioneert.

Voor de volledigheid is alle data op record niveau nagezien en gevalideerd. Deze data is daarna aan de WUR aangeboden.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)







## Vergelijkende proef WUR meetapparatuur – EMS meetapparatuur

(Vergelijk etheenmetingen WUR begassingskamers C2H4 analyser Sensor Sense / EMS MACView Greenhouse Analyser)

Hieronder is een beschrijving van de bevindingen van een vergelijk tussen de etheen metingen van de MACView-Greenhouse GA (MACView GA) en de meetapparatuur van de WUR.

De apparatuur is in 2 proeven onderling met elkaar vergeleken:

- Proef 1: Test in de begassingskamer
- Proef 2: Test met ijkgasen en onafhankelijke GC validatie

### Proef 1

Het vergelijken van de MACView GA (ID 0629100007) aangesloten op de begassingskamer heeft niet het gewenste resultaat gehad. Er traden meetfouten op die in eerste instantie niet verklaard konden worden omdat de MACView GA correct was gekalibreerd. Naderhand werden de volgende oorzaken gevonden:

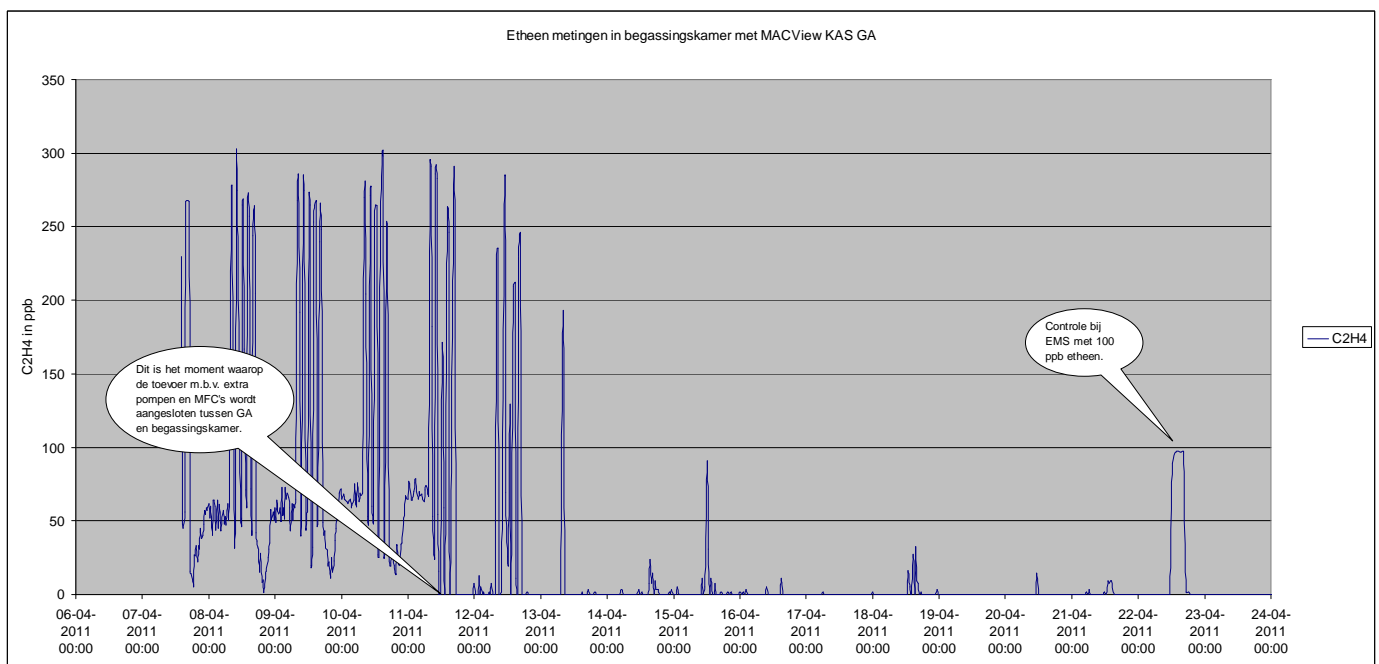
- De belangrijkste oorzaak die daaraan ten grondslag ligt is dat de MACView analyser integrerende metingen uitvoert van 10 tot 15 minuten (bij hoge concentraties 15-20 minuten) en niet staat gesynchroniseerd met de doseerapparatuur en meetpunt-omschakelaar van de WUR. Een meting van de WUR duurt veelal korter dan de meting van de MACView analyser. Hierdoor kon de MACView analyser niet achter de meetpunt-omschakelaar van de begassingskamers geplaatst worden. Er is daarom gekozen om de MACView GA direct aan te sluiten op één van de begassingskamers.
- Omdat er direct vanuit de begassingskamer gemeten werd, bleek er na lang zoeken een drukverschil in de begassingskamer aanwezig (onderdruk) waardoor er variatie optrad in de metingen van de MACView GA. Er zijn toen extra pompen en een extra MFC geplaatst om de analyser een overflow aan te bieden waarbij er intern in het systeem geen drukverschillen meer konden ontstaan. Met betrekking tot het nulpunt trad er een duidelijke verbetering in. Met betrekking tot de absolute hoogte van het meetbereik was dit niet het geval.





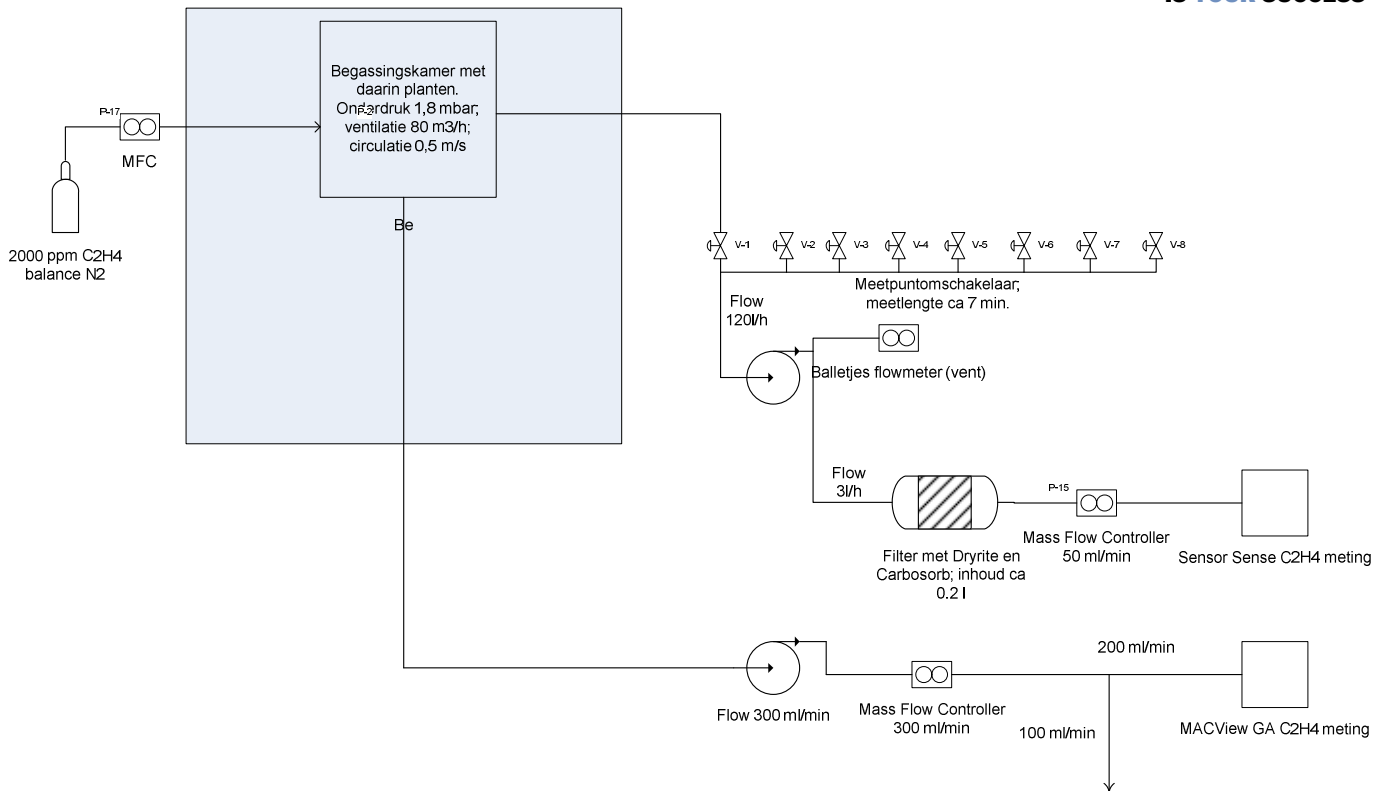
- Omdat de MACView analyser dus langdurige metingen uitvoert, vind er overlap plaats op de metingen. Het kan dus zijn dat de werkelijke etheenconcentratie in de kamer al aan het dalen of weer aan het stijgen is, terwijl de MACView GA nog met een meting bezig is. Dit resulteert in foutieve meetwaarden die niet overeenkomen met de gemeten concentraties in de begassingskamer.

De MACView GA is ondanks de foutieve meetwaarden nogmaals gecontroleerd op 22-5-2011. Vervolgens is een controle uitgevoerd door met de MFC opstelling van EMS een concentratie aan te bieden van 100 ppb etheen. De uitslag van de MACView GA was 97 ppb.



**Figuur 30** Verloop van de etheenmetingen in de begassingskamer. Duidelijk is het moment te zien waarop de drukvereffening wordt aangebracht. Het enorm variërende nulpunt is daarmee verdwenen.





**Figuur 31** Testopstelling begassingskamer en meetsysteem WUR met daaraan gekoppeld het meetsysteem MACView GA in de configuratie zoals aangepast op 11-4-2011.

### Conclusie proef 1

De methode om de MACView GA te koppelen aan de begassingskamer was niet de juiste methode om het systeem te vergelijken. Om toch een goede vergelijking te bieden is in overleg besloten om een vergelijk uit te voeren van de onderlinge kalibratiegassen en meetapparatuur. Tevens vond een review plaats van de koppeling van de MACView GA aan de begassingskamer. (Dit alles beschreven in proef 2).





## Proef 2

Op 24-05-2011 is de meetapparatuur van EMS vergeleken met de meetapparatuur van de WUR. Met de MACView GA (ID 0629100005) zijn diverse vergelijkingen uitgevoerd op de ijkgasen van de WUR en ijkgas van EMS. Tevens is door zowel EMS alsook de gehele meetopstelling van de begassingskamers en de meetopstelling van EMS gekoppeld aan de begassingskamers besproken. Alle ijkgasen zijn na de testen gevalideerd met een gaschromatograaf.

### IJkgassen:

De volgende ijkgasen zijn gebruikt bij de testen:

1. IJkgas 1 EMS (vanuit MFC-unit EMS met interne hervulbare gasfles en Mass Flow Controller):  
1040 ppb etheen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) in synthetische lucht.

Leverancier: Scott Specialty Gases (Breda)  
Cylinder Nummer 9906591; Analyse: 09-03-2010; Expiration: 09-03-2013

2. IJkgas 2 EMS 1040 ppb etheen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) in synthetische lucht.

Leverancier: Scott Specialty Gases (Breda)  
Cylinder Nummer 7901935; Analyse: 19-08-2008; Expiration: 19-08-2011

3. IJkgas WUR (vanuit cylinder via externe ingang portable kalibratiesysteem EMS):  
228 ppb etheen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) in stikstof.

Leverancier: Praxair  
Cylinder Nummer BH25924F; Levering 18/1-2011, Stabiliteit: 20-1-2014

4. IJkgas etheen GC met FID: 1083 ppb

Bron ijkgas: Wageningen UR, Food & Biobased Research (FBR)





## Metingen:

De volgende metingen zijn uitgevoerd na het opwarmen van de meetapparatuur:

1. Nameten ijkgas 1 EMS met EMS MACView Greenhouse Analyser; flow aangeboden 150 ml / min via bypass-leiding; analyser heeft zelf interne pomp met flowregeling 100 ml/min; overschot 50 ml/min loopt via by-passleiding weg. (Systeem al vooraf gekalibreerd op 23-05-2011 – 24-05-2011 bij EMS op Ijkgas 2. I.v.m. vast opgestelde 50 Liter cylinder was het niet mogelijk deze te controleren.)
2. Nameten ijkgas 1 EMS met WUR C2H4 analyser Sensor Sense -> kalibratiegas direct ingevoerd aan de ingang van de analyser; flow 50 ml/min
3. Nameten ijkgas WUR met EMS MACView Greenhouse Analyser; flow aangeboden 150 ml / min via bypass-leiding; analyser heeft zelf interne pomp met flowregeling 100 ml/min; overschot 50 ml/min loopt via by-passleiding weg.
4. Nameten ijkgas WUR met WUR C2H4 analyser Sensor Sense -> kalibratiegas direct ingevoerd aan de ingang van de analyser; flow 50 ml/min
5. Controleren lineairiteit EMS MACView Greenhouse Analyser met verdund ijkgas 1 EMS (verdunding met synthetische lucht d.m.v. mengen met Mass Flow Controllers); flow EMS MFC 1040 ppb = 150 ml/min + flow WUR synthetische lucht = 150 ml/min; totaalflow 300 ml/min
6. Controleren lineairiteit WUR C2H4 analyser Sensor Sense met verdund ijkgas 1 EMS (verdunding met synthetische lucht d.m.v. mengen met Mass Flow Controllers) -> kalibratiegas direct ingevoerd aan de ingang van de analyser; flow EMS MFC 1040 ppb = 40 ml/min + flow WUR synthetische lucht = 40 ml/min; totaalflow 80 ml/min

Daarnaast zijn separaat de volgende metingen gedaan:

7. Nameten ijkgas EMS met GC bij WUR / FBR (direct vanuit MFC-unit EMS)
8. Nameten ijkgas WUR met GC bij WUR / FBR (met behulp van zelfde reduceerventiel als gebruikt. De resultaten van de GC metingen zijn in bijlage 1 weergegeven.

Resultaten van de metingen:

|                           | GC meting | Opgave<br>Cylinder | Meting WUR | Meting EMS | Afwijking WUR | Afwijking EMS |
|---------------------------|-----------|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|
|                           | (ppb)     | (ppb)              | (ppb)      | (ppb)      | t.o.v. GC     | t.o.v. GC     |
| Ijkgas 1 EMS              | 1035      | 1040               | 1008       | 977        | -2.6%         | -6.1%         |
| Ijkgas 2 EMS              | -         | 1040               | -          | -          | -             | -             |
| Ijkgas WUR                | 212       | 228                | 264 *      | 181 **     | 24.5% *       | -20.6% **     |
| Ijkgas EMS<br>verdund 50% | 517.5 *** | 520                | 497        | 481        | -4.0%         | -7.5%         |

**Tabel 8** Resultaten van de vergelijkende gasmetingen met de onderlinge variaties in %.

- \* Meting is niet betrouwbaar. Vermoed wordt dat er nog restgas etheen in het reduceer bevind vanuit een eerder hoge concentratieflus C2H4.
- \*\* Meting is niet betrouwbaar i.v.m. kalibratiegas zonder zuurstof dat wordt aangeboden. Een minimale hoeveelheid zuurstof is nodig om het oxidatieproces goed te laten verlopen. Een lagere uitslag is in die zin logisch.
- \*\*\* Niet gemeten, maar theoretisch ingevuld.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl





NB: omdat de MFC's omgesteld zijn om de metingen op de WUR analyser en de EMS analyser te kunnen doen, is het mogelijk dat er in de aangeboden concentratie een klein verschil zit.

### Controles die extra uitgevoerd zijn:

- Flow / drukafhankelijkheid Sensor Sense Analyser:  
Daarnaast hebben we de flow-afhankelijkheid van de Sensor Sense analyser gecontroleerd door deze binnen de grenzen te voorzien van flow. Dit geeft een kleine, maar te verwaarlozen afwijking. Wanneer de druk in de Sensor Sense analyser licht verhoogd wordt, neemt de gemeten waarde toe. Dit is getest door aan de uitgang van de analyser een kleine restrictor van met een drukstijging 112 mbar bij een flow van 80 ml/min op te nemen. De meetwaarde neemt dan toe tot 298 ppb. Dit komt procentueel ongeveer overeen met de druktoename (dagdruk van 24-05-2011 is 1024,5 mbar, bron KNMI).

| Flow MFC<br>(ml/min) | Uitlezing<br>(ppb) |  |
|----------------------|--------------------|--|
| 30                   | 269                |  |
| 40                   | 268                |  |
| 50                   | 264                |  |
| 60                   | 270                |  |
| 70                   | 271                |  |

**Tabel 9** Uitlezing bij drukverandering in ppb.

- Kan er sprake zijn van lekkage tijdens de begassingsproeven?  
antwoord: kalibratiegas voor en na de meetpunt omschakelaar geeft dezelfde meetwaarde op de ppb nauwkeurig. Punt van zorg is wel dat in de begassingskamer een lichte onderdruk heerst, wanneer gemeten wordt uit een bypassleiding op een reduceerventiel / MFC is altijd sprake van een (zeer lichte) overdruk aan de ingang van de sampleleiding. Een kleine lekkage kan daardoor wel onopgemerkt blijven. Dit zou uitgesloten kunnen worden met een druktest.
- Kan de lengte van de meting, in combinatie met de flow en de inhoud van het filter niet leiden tot onnauwkeurigheid van de meting?  
antwoord: tussen de metingen wordt altijd gespoeld met schone lucht om de analyser te nullen. Beïnvloeding uit andere cellen is daardoor uitgesloten.

### Conclusie proef 2

Alle gemeten waarden zijn afgezet tegen de gevalideerde GC waarden. De gebruikte ijkgasen van de WUR en EMS wijken onderling af. (resp. -7.5% en -0.5% t.o.v. de GC validatie). De apparatuur werkt reproducerend, en ook de lineariteit is aanwezig. De wat grotere afwijking van de MAVIEW GA wordt wellicht veroorzaakt doordat er is gekalibreerd met een andere ijkgasfles (ijkgasfles 2 EMS). De afwijking tussen de hoge en de lage meting is in ieder geval reproducerend zichtbaar.





## BIJLAGE 1: GC Metingen

**Van:** Verschoor, Jan [mailto:Jan.Verschoor@wur.nl]

**Verzonden:** woensdag 25 mei 2011 17:03

**Aan:** Jan-Kees Boerman

**Onderwerp:** meting ethyleenconc. ijkgasen

Beste Jan-Kees,

Hier de resultaten van de metingen d.d. 25-5-2011

Controle ijkgasen EMS op ethyleenconcentratie

gecalibreerde ethyleen-GC met FID, gecertificeerd ijkgas 1083 ppb  
1-punts calibratie, % stdev < 0.3%

|              |              |
|--------------|--------------|
| ppb ethyleen |              |
| cylinder     | MFC-unit EMS |
| 211          | 1030         |
| 215          | 1041         |
| 211          | 1035         |

|            |             |            |
|------------|-------------|------------|
| <b>212</b> | <b>1035</b> | <b>avg</b> |
| 1.1%       | 0.5%        | %stdev     |

Met vriendelijke groet,

[Jan Verschoor](#)

Onderzoeker / Adviseur Naoogst Technologie  
Wageningen UR  
Food & Biobased Research (FBR)

Postbus 17, 6700 AA Wageningen  
Bezoekadres: Gebouw 118, Bornse Weilanden 9

telefoon  
0317 - 48 12 93

fax  
0317 - 48 30 11

email  
[jan.verschoor@wur.nl](mailto:jan.verschoor@wur.nl)

internet  
[www.climatecontrol.wur.nl](http://www.climatecontrol.wur.nl)  
[www.fbr.wur.nl](http://www.fbr.wur.nl)

Disclaimer  
[www.disclaimer-nl.wur.nl](http://www.disclaimer-nl.wur.nl)

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)



## Laboratorium proef EMS bepaling onderste detectiegrenzen etheen

Op 25-01-2011 en op 29-1-2011 is een laboratoriumproef uitgevoerd voor de bepaling van de onderste detectiegrens om tot een bepaling en vergelijk te komen i.r.t. metingen in de glastuinbouw. (Kassen)

### Experiment 1

In het eerste experiment simuleren we een detectielimiet van 5 en 10 ppb. Dit is uitgevoerd om 2 redenen:

- De laagst meetbare detectiegrens te bepalen van de etheenmeter.
- Om de spreading te bepalen van de meetpunten.

Er is een setup gebruikt waarin het systeem is verbonden met een fles van 1040 ppb etheen. Verschillende massflowcontrollers regelen de etheenconcentratie naar 5 ppb. Het gas is bevochtigd met een gaswasfles. Als verdunningsgas wordt gebruikt ambient lucht die gefilterd wordt om etheen te verwijderen.

De concentraties die aangemaakt zijn, zijn in volgorde: 0, 5, 0, 10, 0, en 5 ppb. De metingen nemen een tijdsduur van 4 uur in beslag per ingestelde concentratie. De analyser wordt gemiddeld over 6 meetintervallen. Dit is ongeveer gelijk aan een vertraging van 48 minuten.

### Waarnemingen

- Het concentratieverloop van 5 and 10 ppb is nog goed identificeerbaar.
- Het nulpunt is niet exact nul. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door de achtergrond etheenwaarden in de lucht. In het 2e experiment wordt geprobeerd dit meteen op te lossen.
- De spreiding van de concentratie is ongeveer +- 2 ppb.
- Responsetijd is lang.

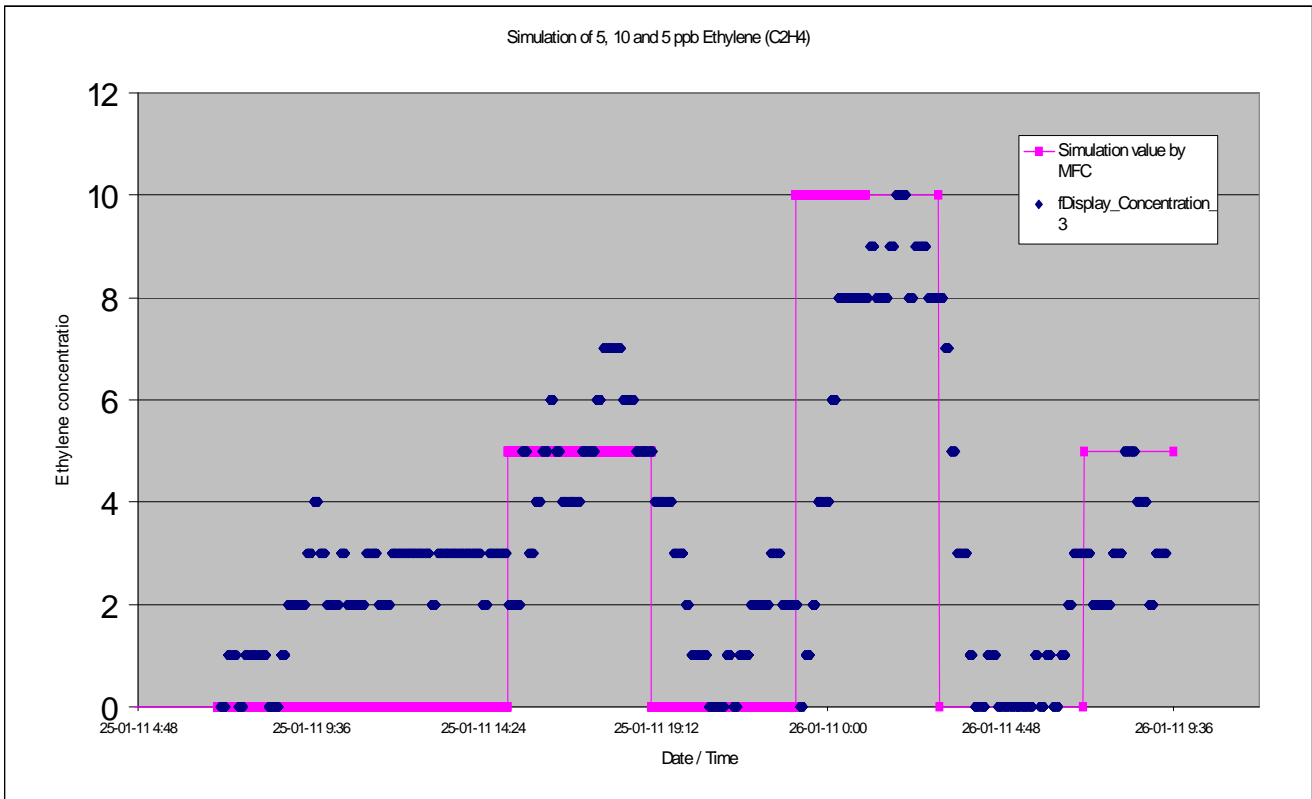
### Conclusie experiment 1

Voor etheenmetingen in de glastuinbouw is de meting bruikbaar. De responsetijden in de laboratoriumversie zijn lang. In de praktijkmetingen binnen het project zijn de sampletijden rond de 20 minuten. Achtergrond niveau's in buitenlucht, omgevingslucht ofwel "ambient" lucht kan eenvoudig worden beïnvloed door externe verbrandingsprocessen zoals auto's, gebouwen, motoren, etc, Een deel van de variatie die in de onderstaande figuur zichtbaar is, komt onder andere uit:

- Er is geen synthetische lucht gebruikt uit een fles, maar etheen gefilterde lucht uit ambient condities.
- Een MFC werkt doorgaans met een optimale lineariteit op de uitgang in het bereik tussen 10% en 90% uitsturing. Daar de verdunningsgraag zeer laag is, kwam de MFC onder dit 10% bereik. In dit bereik neemt de afwijking, nulpunt en non lineariteit fors toe.







**Figuur 32** Weergave van de ingestelde gasconcentratie van 0 ,5 en 10 ppb (Paars) op de MFC en als resultaat de gemeten gasconcentraties van de etheenmetingen (blauw)





## Experiment 2

Naar aanleiding van het 1<sup>e</sup> experiment is er op 29-01-2011 een 2<sup>e</sup> experiment opgezet om het volgende te bereiken:

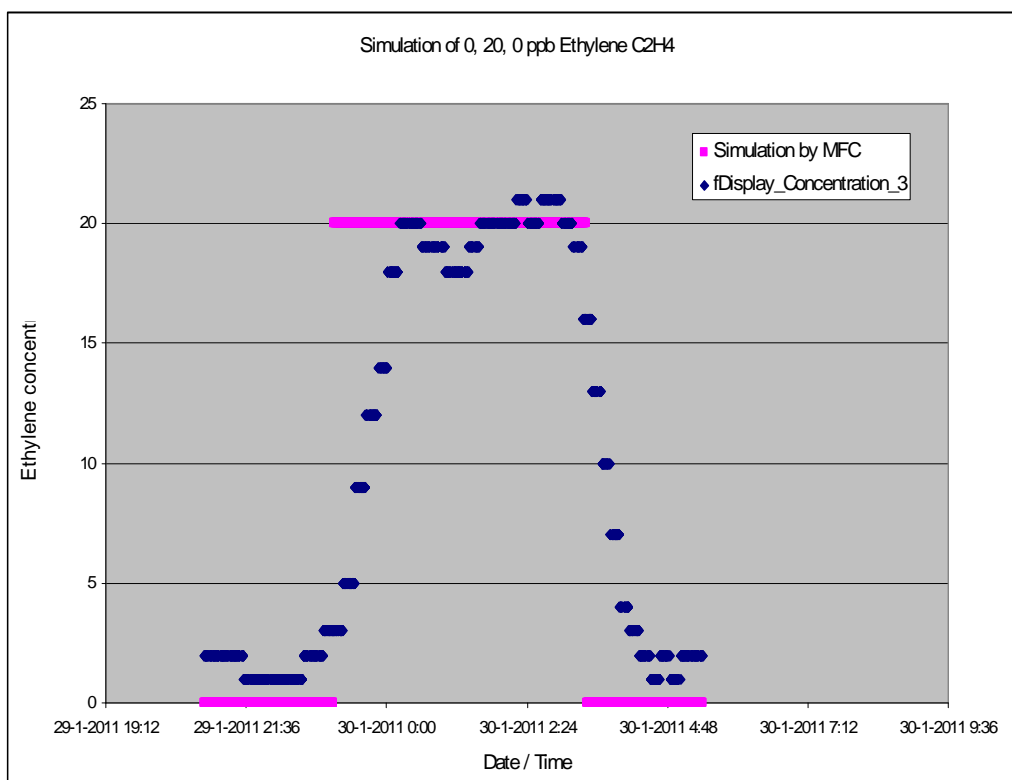
- Inzet van hogere gasconcentratie in de simulatie zodat duidelijk is dat de concentratie op ongeveer 20 ppb stabiel is. Waarbij (bij benadering) aangenomen wordt dat met 20 ppb doorgaans voor de glastuinbouw al de risicogrenswaarde is overschreden.
- Verhogen van de detectielimiet.
- Verbetering van het nulpunt door ander filtermateriaal te gebruiken.

## Waarnemingen

- De gebruikte mass-flow controller (Externe machine om een etheen gasconcentratie te maken) is iets meer stabiel wanneer de gasconcentratie wordt ingesteld op 20 ppb dan op 5 of op 10 ppb. Dit verklaart ook de variatie rond de 5-10 ppb niveau's uit het 1<sup>e</sup> experiment deels, en dit wordt deels veroorzaakt door de variaties in de gebruikte testsystemen.
- Het niveau van de gasconcentratie van 20 ppb wordt goed vastgehouden en gemeten.

## Conclusie experiment 2

Vanuit deze testen kan geconcludeerd worden dat het systeem uitermate geschikt is voor het gebruik in de glastuinbouw. Een punt van aandacht is de meetsnelheid.



**Figuur 33** Weergave van de ingestelde gasconcentratie van 0 en 20 ppb (Paars) op de MFC en als resultaat de gemeten gasconcentraties van de etheenmetingen (blauw)

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl





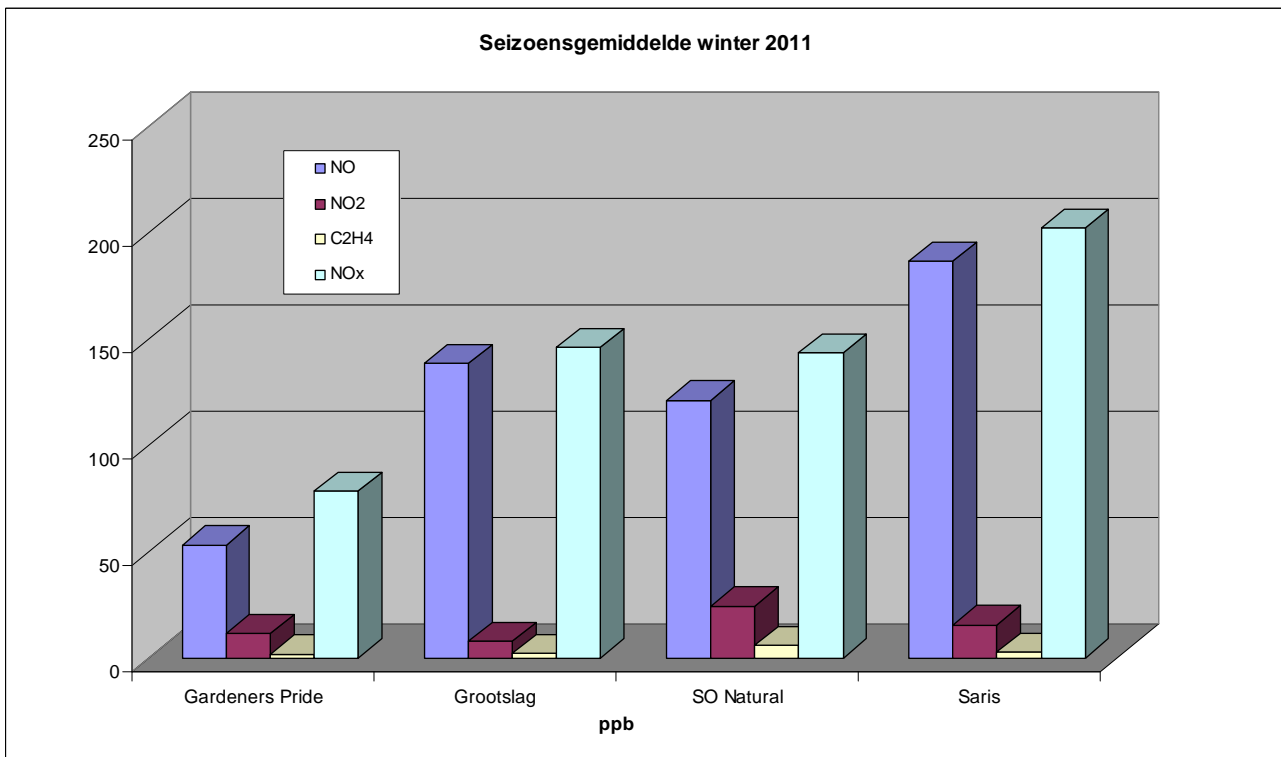
## Samenvatting

Bijgevoegd is in figuur 20 een overzicht van de gemeten gasconcentraties gezien over het hele winterseizoen 2010 – 2011. Opvallend is dat er grote verschillen zichtbaar zijn op de NOx niveau's tussen de onderlinge bedrijven. Geen van de bedrijven zit over het gehele seizoen onder de risicogrenswaarde voor NOx.

Gemiddelde gasconcentraties van de deelnemende bedrijven over de winterperiode 2010 – 2011 uitgedrukt in ppb

| Gas  | Gardeners Pride | Grootslag | SO Natural | Saris |
|------|-----------------|-----------|------------|-------|
| NO   | 52.8            | 138.1     | 121.1      | 186.1 |
| NO2  | 11.6            | 7.6       | 24.1       | 15.5  |
| C2H4 | 1.9             | 2.1       | 5.9        | 2.7   |
| NOx  | 78.2            | 145.7     | 143.2      | 201.6 |

**Tabel 10** Gemiddelde gasconcentraties van de deelnemende bedrijven over de winterperiode 2010 – 2011 uitgedrukt in ppb.



**Figuur 34** Seizoensgemiddelde gasconcentraties voor NOx / etheen van de deelnemende bedrijven.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e info@macview.nl  
l www.macview.nl





## Conclusies en aanbevelingen

Alle deelnemende bedrijven zitten gedurende de winterperiode met de NOx gasconcentraties boven de risicogrenswaarde van 40 ppb.

Pieken NOx of etheen kunnen 2x hoger uitvallen dan de daggemiddelden.

Bij SO-Natural en Marjoland zijn geen Benzeen concentraties aangetroffen in de verwerkingsruimte.

Bij zowel SO-Natural en Marjoland zijn concentraties SO2 / Aldehyden en HF gemeten. De gemeten concentratie van SO2 en HF in de kassen is relatief hoog. De gemiddelde concentraties over de meetperiode liggen rondom de effectgrenswaarde.

Van de gemeten (lage) concentraties in de kassen in relatie tot aldehyden is geen effect te verwachten.

Naar de toekomst toe zullen er meer nieuwe initiatieven ontstaan op het gebied van biogas (CO2 neutraal). Daarnaast worden de kassen steeds meer gesloten, waarbij er (zeker in deze combinatie van biogas en (semi)-gesloten kas wel degelijk rekening zal moeten worden gehouden HF en SO2 als potentieel risico.

Van benzeen zijn geen waarden gemeten die schade aan het gewas kunnen veroorzaken.

Rondom de teeltbedrijven zijn wederom een aantal externe bronnen aanwijsbaar waar nu ook is gemeten en waar in eerste instantie niet meteen aan wordt gedacht. De externe bronnen die binnen het project hogere gasconcentraties voor NOx en etheen veroorzaken zijn:

- Lossen van bark in de verwerkingsruimte
- Aan en afrijden in combinatie met het laden en lossen van vrachtwagens
- Ketelhuis / WKK ruimte

De bewustwording van ruimten of werkzaamheden rondom de teelt is in toenemende mate een aandachtspunt. Verwerkingsruimten onder bovengrondse teelten vormen een potentieel risico omdat in het geval van de 2 onderzochte bedrijven de gasconcentraties structureel hoger liggen. Deze ruimten zijn nooit geheel luchtdicht gebouwd waardoor luchtuitwisseling plaatsvindt.

Telers moeten zich bewust zijn dat het bewaken van de ventilatievoud niet afdoende is om met de gasconcentraties onder de risicogrenswaarden te blijven.

CO2 monitoring alleen is niet voldoende om de schadelijke gassen te reduceren.

Hoe dichter de kas, hoe hoger het risico op het overschrijden van de risicogrenswaarde.

Hoe lager de ventilatievoud in de kas, hoe hoger het risico op het overschrijden van de risicogrenswaarde.

Uit praktijkproeven is gebleven dat het handmatig regelen van het klimaat mogelijk is, maar op termijn de mogelijkheden voor automatisering en bijbehorende test zou moeten worden overwogen.

Het automatiseren van de NOx en etheen reductie in de kas kan een generieke oplossing leveren voor de volledige sector, zonder meteen verplicht per verschillend

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)





product of cultivar de effecten te moeten onderzoeken en de daarbij behorende (teelt)specifieke maatregelen te moeten nemen.

Er zijn tijdens het onderzoek duidelijke signalen verkregen, dat er door de bijeffecten van schadelijke gascomponenten, productieverlies latent aanwezig kan zijn. Het gebruik van NOx- en etheen monitoren in combinatie met een regeling aan de klimaatcomputer bieden op termijn kansen om een productieverhoging te realiseren. Dit zou verder onderzocht moeten worden.

Raiffeisenstraat 24  
4697 CG Sint-Annaland

t +31 (0) 166 65 72 00  
f +31 (0) 166 65 72 10

e [info@macview.nl](mailto:info@macview.nl)  
l [www.macview.nl](http://www.macview.nl)

