

Rapport: Het effect van externe parameters op de luchtkwaliteit

Proefperiode: maart 2020 – mei 2020

Proef uitgevoerd door: Thomas More



GLITCH

Titel	Rapport: Het effect van externe parameters op de luchtkwaliteit
Proefperiode	10/03/2020 – 11/05/2020
Contactgegevens	Thomas More Jeroen van Roy Jeroen.vanroy@thomasmore.be
Project	Dit onderzoek vond plaats binnen het project GLITCH. GLITCH zet in op de ontwikkeling van innovatieve energie-efficiënte en klimaatneutrale teelttechnieken en -systemen in de glastuinbouw. https://glitch-innovatie.eu/
Steunvermelding	Dit onderzoek wordt enerzijds mogelijk gemaakt met de steun van het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Anderzijds wordt het project ondersteund vanuit het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO), de Provincie Antwerpen, Het Vlaams Kabinet Omgeving, Natuur en landbouw, de provincie Limburg (NL) en het Nederlands Ministerie van Economische zaken.



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



1. Samenvatting / Abstract

In dit onderzoek werd de invloed van verschillende omgevingsfactoren op de luchtkwaliteit in de serre onderzocht. Hiervoor werden metingen van de luchtkwaliteit buiten en binnen de serre uitgevoerd bij bedrijven die gesitueerd zijn in de omgeving van een autosnelweg. Het onderzoek kan worden opgesplitst in twee onderdelen.

In het eerste deel werd onderzocht of het aanmeren van gastankers in de gasterminal van Zeebrugge zorgt voor een afwijkende luchtkwaliteit in de serre. Het bleek dat er geen invloed gevonden kon worden van het aanmeren van deze schepen op de NO- of de etheenconcentratie in de serre.

Het tweede gedeelte ging na wat de invloed is van omgevingsparameters op de luchtkwaliteit in de serre. De gemonitorde omgevingsparameters omvatten de luchtkwaliteit buiten de serre, de windsnelheid, maar ook het openen en sluiten van de ramen en de rookgaskwaliteit bij CO₂-dosering in de serre. Hiervoor werd een statistische methode uitgewerkt zodat het op bedrijfsniveau mogelijk werd om de invloed van de verschillende parameters op de luchtkwaliteit in de serre te visualiseren. Naast de CO₂-dosering (en de rookgaskwaliteit) en het openen van de ramen bleek dan ook vooral de windsnelheid een belangrijke invloed op de luchtkwaliteit in de serre te hebben. Daarnaast was het opvallend dat bij lage NO_x-concentraties in de serre, het openen van de ramen gemiddeld zorgde voor een lichte stijging van de NO_x-concentratie in de serre. Een hogere NO_x-concentratie buiten blijkt dan ook een negatieve invloed te hebben op de NO_x-concentratie in de serre.



2. Inhoudstafel

1. Samenvatting / Abstract	3
2. Inhoudstafel	4
3. Inleiding	5
4. Proefopzet	6
5. Resultaten en bespreking	7
5.1. Aanmeren van gastankers heeft geen aantoonbaar effect op de luchtkwaliteit	7
5.2. Gemiddelde luchtkwaliteit buiten de serre	8
5.3. Invloed van externe parameters op de luchtkwaliteit in de serre	9
6. Conclusies	12
7. Referenties	12



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

3. Inleiding

Een hoge CO₂-concentratie in de serre is bevorderlijk voor de groei van het gewas. Door de dosering van rookgassen in de serre stijgt de CO₂-concentratie. Een belangrijk aandachtspunt bij de dosering is dat samen met de nuttige CO₂ ook schadelijke stoffen voor het gewas in de rookgassen aanwezig kunnen zijn, en dit zelfs na het zuiveren met behulp van een rookgasreiniger.

We focussen hier op twee chemische componenten die een schadelijke invloed kunnen hebben op het gewas en die voorkomen in de rookgassen, namelijk op etheen en NO_x (dit is een verzamelnaam voor verbindingen van N en O en bestaat hoofdzakelijk uit NO en NO₂). Algemeen gezien kunnen lage concentraties van deze stoffen geen kwaad voor het gewas, voor NO_x blijkt zelfs dat ze in eerste instantie een positief effect op de plant kunnen hebben. Echter, bij hogere concentraties zijn deze wel schadelijk voor de teelt. Algemeen worden de grenzen waarboven deze schadelijk zijn weergegeven in Tabel 1. Al kunnen deze grenzen variëren afhankelijk van het gewas. Ook CO is aanwezig in de rookgassen, maar dit is vooral gevaarlijk voor de mens en dit vanaf concentraties van 9 ppm voor 8 uur, of 90 ppm op kwartierbasis (referentiewaarden van WHO) [3].

Tabel 1: Effectgrenswaarde die aangenomen worden voor de meeste gewassen [1,2]

Component	Blootstellingsduur	Effectgrenswaarde
NO _x	gemiddelde over 24 u	40 ppb
Etheen	gemiddelde over 8u	11.3 ppb

Wanneer we spreken over NO_x-concentraties dan worden deze voor effectgrenswaarden meestal uitgedrukt in ppb (of ppm). De overheid drukt deze waarden echter meestal uit in µg/m³. Deze zijn eenvoudig om te zetten naar elkaar voor NO en NO₂ (zie Tabel 2). Wanneer we over NO_x spreken is de omzettingfactor niet zo eenvoudig, want dan is deze afhankelijk van de verhouding van NO₂ en NO in de lucht.

Tabel 2: Omzettingfactoren voor de omzetting van µg/m³ naar ppb (of ppm) voor NO₂ en NO

	Omzetting van ppm naar µg/m ³	Omzetting van µg/m ³ naar ppb
NO ₂	1 ppm = 1000 ppb = 1880 µg/m ³	1 µg/m ³ = 0.53 ppb
NO	1 ppm = 1000 ppb = 1230 µg/m ³	1 µg/m ³ = 0.81 ppb

Bij het begin van het project werden op onregelmatige tijdstippen bij verschillende telers gevestigd in dezelfde omgeving, onverwacht hoge etheenconcentraties waargenomen. Hierdoor kon er op die momenten geen CO₂ gedoseerd worden in de getroffen bedrijven. Het is onduidelijk of omgevingsfactoren of de kwaliteit van het aardgas de oorzaak hier van zijn. Het doel van dit onderzoek was dan ook om door een uitgebreide screening van mogelijke oorzaken een goed zicht te krijgen op deze problematiek.

Tijdens de periode van twee maanden waarbinnen de metingen hebben plaatsgevonden is echter geen enkele keer een onverwachte, grote stijging in etheenconcentratie opgetreden. Hierom hebben we het geweer van schouder veranderd en hebben we een methode

ontwikkeld om, op bedrijfsniveau, de invloed van omgevingsfactoren op de luchtkwaliteit in de serre te visualiseren.

4. Proefopzet

In de omgeving waar grote stijgingen in etheenconcentraties optraden, werden verschillende omgevingsfactoren gemonitord (Tabel 3). Vanuit de telers werd de vraag gesteld of het aanmeren van gastankers in de haven van Zeebrugge ook een mogelijke oorzaak kon zijn onverwachte verhogingen van de concentraties van schadelijke stoffen in de serre. Dit werd dan ook meegenomen in de analyse. De periode waarin de metingen uitgevoerd werden liep van 10/03/2020 tot 11/05/2020.

Tabel 3: Overzicht van de gemonitorde parameters.

Gemonitorde parameters
Aanmeren van schepen in de haven van Zeebrugge
Luchtkwaliteit in de serre
Luchtkwaliteit buiten de serre
Klimaatgegevens van de serre, in deze analyse beperkt tot openen/sluiten ramen en dosering CO ₂
Kwaliteit van de rookgassen
Weersomstandigheden met een focus op de windsnelheid

In twee serres werd een 'MacView Greenhouse Gas Analyser' geplaatst. Dit is een meter die de concentratie van 5 verschillende gassen in de lucht kan meten, namelijk NO, NO₂, CO, CO₂ en C₂H₄ (etheen). Uit de concentratie van NO en NO₂ wordt ook de aanwezigheid van NO_x bepaald. In de omgeving waar gemeten werd zijn verschillende meetstations voor luchtkwaliteit aanwezig. Echter, geen enkel van deze meetstations meet de aanwezigheid van etheen in de lucht, ook liggen deze allemaal redelijk ver van de onderzochte glastuinbouwbedrijven. In de nabije omgeving van de bedrijven zijn er ook nog belangrijke bronnen van mogelijke luchtverontreiniging aanwezig. Zo ligt onder andere een drukke autosnelweg in deze omgeving. Daarom werden extra sensoren voor luchtkwaliteit buiten bij 1 van de 2 serres geplaatst om een meer representatieve meting te hebben (zie Figuur 1). Twee verschillende sensoren werden hier geïnstalleerd, namelijk een MacView Greenhouse Gas Analyser vergelijkbaar met de sensor die in de serre geplaatst werd en een luchtkwaliteitssensor van Vaisala (AQT420). Deze maakt gebruik van een andere meetmethode en meet de concentratie NO₂, SO₂, CO, O₃ en fijn stof. Belangrijk om hierbij mee te nemen is dat deze sensor minder gevoelig is dan de sensor geplaatst door MacView.

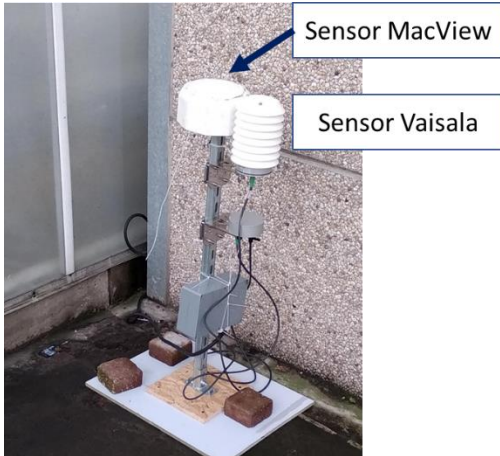


Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



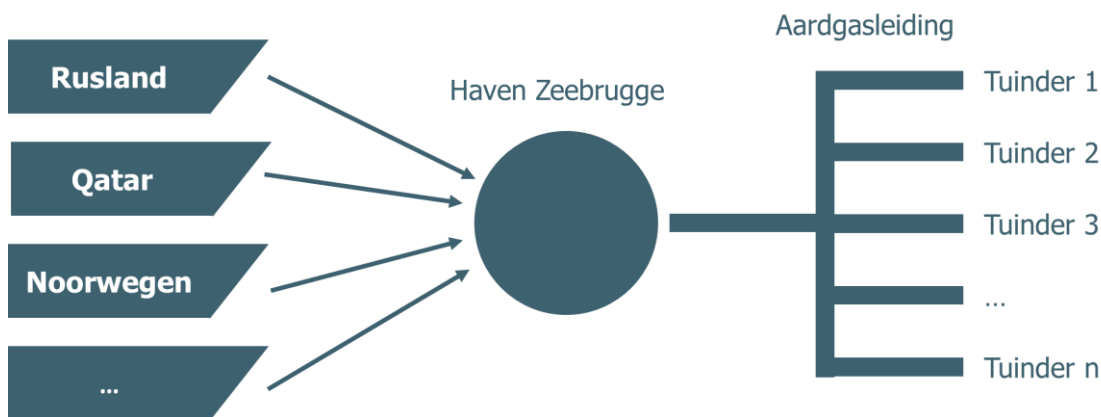


Figuur 1: Opgestelde sensoren buiten de serre bij VARICO

5. Resultaten en bespreking

5.1. Aanmeren van gastankers heeft geen aantoonbaar effect op de luchtkwaliteit

Regelmatig meren er gastankers aan in de gasterminal van Zeebrugge. Deze schepen zijn afkomstig van over de hele wereld en de kwaliteit van het gas dat daar gelost wordt kan variëren. Via pijpleidingen komt dit gas in de verwarmingsinstallatie van de tuinder terecht, waardoor het dus ook een invloed zou kunnen hebben op de rookgaskwaliteit en bijgevolg de luchtkwaliteit in de serre (Figuur 2).



Figuur 2: Schematische voorstelling

In een eerste stap werden dagen geselecteerd waarop de luchtkwaliteit (etheen en NO) in de serre statistisch afwijkend was van de overige dagen. Dit werd uitgevoerd bij de twee telers waar de luchtkwaliteit in de serre gemeten werd. In totaal duurde de meetcampagne 63 dagen. Tijdens deze 63 dagen zijn in totaal 34 gastankers aangemeerd in de haven van Zeebrugge. Bij geen van beide telers kon tijdens de meetperiode een verband gevonden worden tussen het aanmeren van de schepen en een afwijkende luchtkwaliteit in de serre. Ook wanneer er rekening werd gehouden met het land waar de schepen vandaan kwamen kon er geen verband worden gevonden.



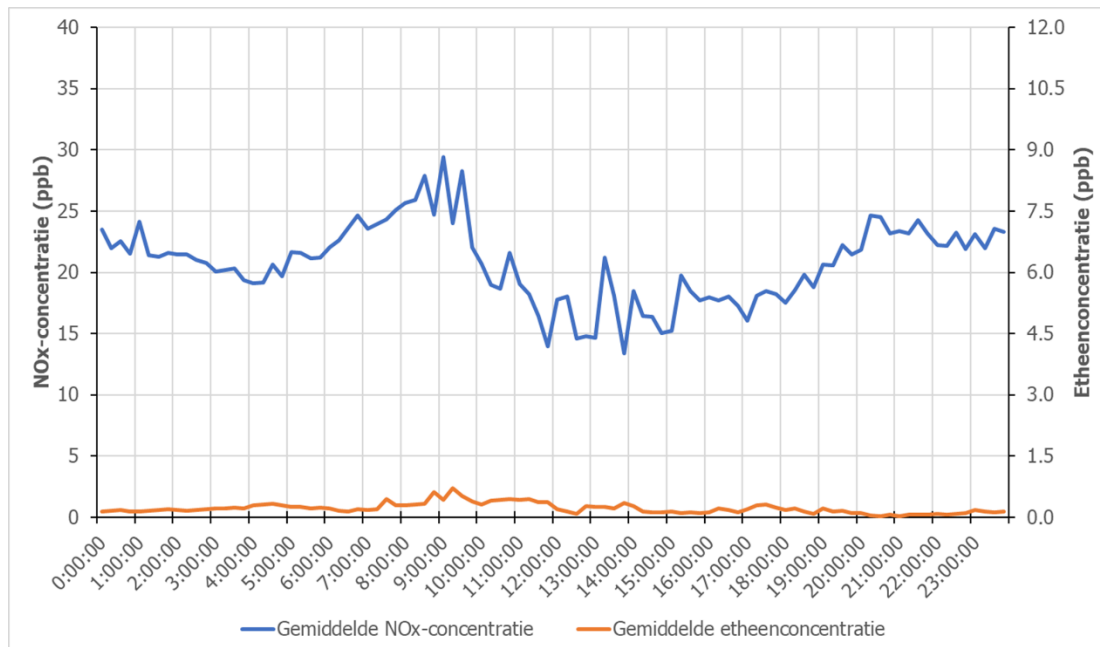


5.2. Gemiddelde luchtkwaliteit buiten de serre

Buiten de serre was er tijdens de meetperiode 0.2 ppb etheen aanwezig terwijl er 21 ppb NO_x (33 µg/m³) werd gemeten in deze periode. Dit is iets lager dan wat we verwachtten op basis van gegevens van de Vlaamse Milieumaatschappij waarin aangegeven werd dat in 2019 in de buurt van wegverkeer gemiddeld 34 µg/m³ NO₂ werd gemeten [4]. In Tabel 4 worden de gemiddelden weergegeven in vergelijking met de effectgrenswaarde. Er valt hier op dat de etheenconcentratie buiten de serre gemiddeld heel laag was tijdens de meetperiode. De NO_x-concentratie was, relatief ten opzichte van de effectgrenswaarde, hoger. Als we naar de gemiddelde evolutie doorheen de dag kijken (Figuur 3) zien we dat de NO_x-concentratie vooral verhoogd is 's morgens rond 9u en in de avond. Dit zijn dan ook typisch momenten dat er meer verkeer is op de nabijgelegen autosnelweg, wat gezien wordt als de grootste NO_x-bron [4].

Tabel 4: Gemiddelde luchtkwaliteit buiten de serre

	Gemiddelde buiten	Effectgrenswaarde
Etheen (ppb)	0.2	11
NO _x (ppb)	21	40
NO _x (µg/m ³)	33	62



Figuur 3: Gemiddelde dagelijkse luchtkwaliteit buiten de serre tijdens de meetperiode.



5.3. Invloed van externe parameters op de luchtkwaliteit in de serre

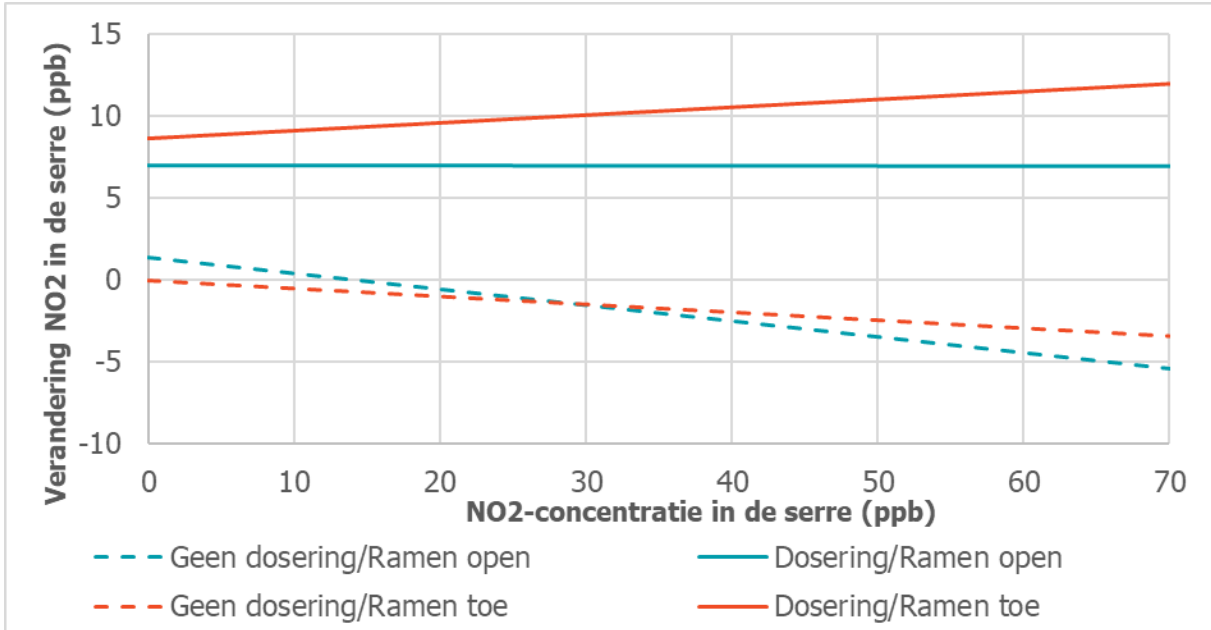
Op basis van statistische modellen om de NO_x - en etheenconcentratie in de serre te voorspellen werd bepaald welke opgemeten parameters een significante invloed hebben. Op deze manier kunnen de effecten van elke afzonderlijke parameter beter ingeschat worden en dit op basis van praktijkmetingen en dus niet op basis van theoretische modellen. Het is wel belangrijk om op te merken dat deze modellen steeds gemiddelden beschrijven. Deze analyse werd uitgevoerd voor de twee bedrijven die hierboven reeds aangehaald werden.



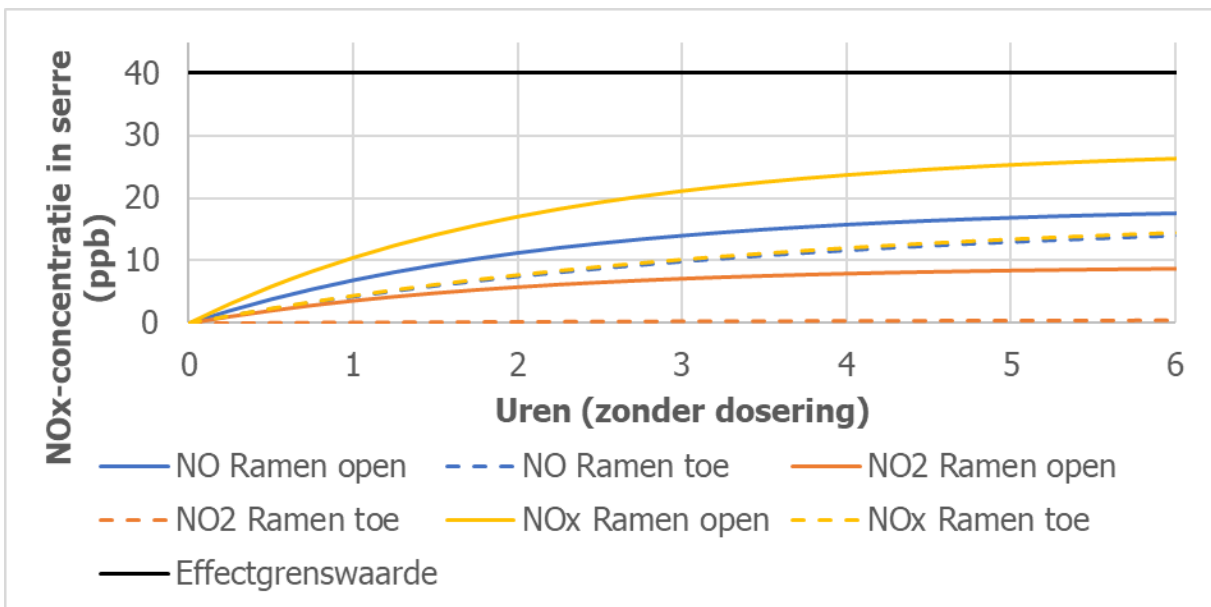
Figuur 4: Schematische voorstelling van het onderzoek

Voor elke externe parameter kan een figuur gemaakt worden zoals weergegeven wordt in Figuur 5. Hierin wordt het duidelijk dat het openen van de ramen in het algemeen een positief effect heeft op de NO_2 -concentratie in de serre. Echter, bij lage NO_2 -concentraties in de serre, en wanneer niet gedoseerd wordt blijkt dat het openen van de ramen toch kan zorgen voor een lichte toename van de NO_2 -concentratie in de serre. Wanneer deze figuren in de tijd worden uitgezet komen we tot een figuur zoals Figuur 6. Hierin wordt weergegeven hoe de NO_x -concentratie evolueert als de ramen geopend worden bij hele lage NO_x -concentraties in de serre. In dit geval blijkt de NO_x -concentratie in de serre te stijgen wanneer de ramen geopend worden. Het blijkt dat de buitenconcentratie NO_x , en dan vooral NO_2 , een negatieve invloed heeft op de luchtkwaliteit in de serre. Een ander voorbeeld is de invloed van de windsnelheid op de concentratie etheen in de serre. Figuur 7 geeft dit duidelijk weer. Het blijkt dat het veel langer duurt totdat hoge etheen-concentraties zakken onder de effectgrenswaarden bij windstil weer dan bij bijvoorbeeld 4 beaufort (6.8 m/s).

Voor elke onderzochte parameter apart kan de invloed op de luchtkwaliteit in de serre bekeken worden. Een samenvatting hiervan kan je terugvinden in Tabel 5. Algemeen gezien kan hieruit afgeleid worden dat de belangrijkste bron van schadelijke stoffen de dosering van de rookgassen is, en dat de kwaliteit hiervan belangrijk is. Daarnaast zorgt een hogere windsnelheid voor een positief effect op de luchtkwaliteit in de serre, bij lage windsnelheden is het gevaar op een slechte luchtkwaliteit voor langere tijd groter. Het openen van de ramen heeft in het algemeen een positief effect op de luchtkwaliteit, enkel wanneer de luchtkwaliteit in de serre reeds goed is, is het mogelijk dat de concentratie schadelijke stoffen licht zal stijgen. Tenslotte blijkt dat een hogere NO_x -concentratie buiten de serre een negatief effect heeft op de concentratie NO_x in de serre. De invloed van de etheenconcentratie buiten bleek niet significant te zijn. Dit kan echter verklaard worden doordat de etheenconcentratie tijdens de meetperiode heel laag was (zie Figuur 3 en Tabel 4).

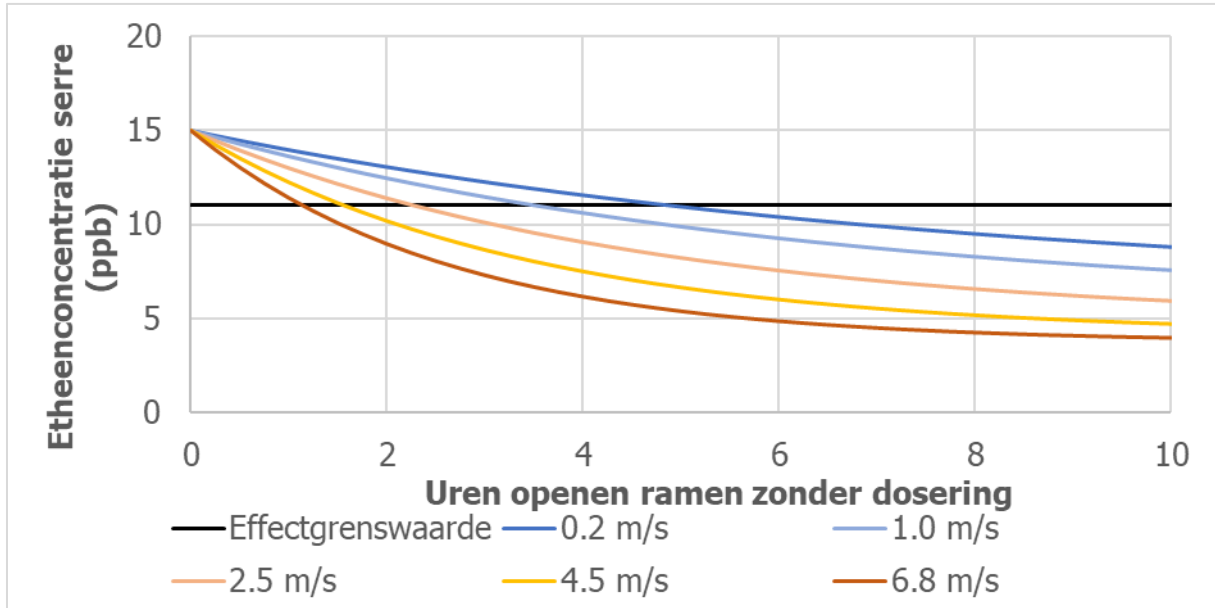


Figuur 5: Resultaten van het model dat de verandering van NO₂-concentratie op kwartierbasis beschrijft bij het openen en sluiten van de ramen.



Figuur 6: Verandering van de NO_x-concentratie in de serre wanneer niet gedoseerd wordt. Deze figuur beschrijft de theoretische case waarbij er urenlang dezelfde toestand aangehouden wordt en waarbij aangenomen wordt dat op tijdstip t=0 er zowel geen NO als NO₂ aanwezig is in de serre.





Figuur 7: Verandering van de etheen-concentratie in de serre wanneer niet gedoseerd wordt. Deze figuur beschrijft de theoretische case waarbij er urenlang dezelfde toestand aangehouden wordt en waarbij aangenomen wordt dat op tijdstip $t=0$ er 15 ppb etheen aanwezig is in de serre.

Tabel 5: Overzicht van de invloed van de onderzochte parameters op de luchtkwaliteit in de serre. Een pijl omhoog geeft aan dat de desbetreffende parameter zorgt voor een hogere concentratie in de serre. De som van NO en NO_2 geeft de verandering van NO_x .

	Hogere buitenconcentratie	Stijgende rookgasconcentratie bij dosering	Openen ramen	Hogere windsnelheid	Nacht ivm dag
Etheen	Geen invloed	↑↑↑	↓↓↓ Behalve bij lage concentraties in serre: ↑	↓↓↓	Geen invloed
NO_x	↑	↑↑↑	↓ Behalve bij lage concentraties in serre: ↑	↓↓↓ Behalve bij lage concentraties in serre: ↑	↕



6. Conclusies

Met de ontwikkelde methodiek werd het mogelijk om de invloed van specifieke omgevingsfactoren op de luchtkwaliteit in de serre te visualiseren. Hieruit konden dan ook interessante conclusies getrokken worden:

- Uit de data blijkt dat naast de CO₂-dosering (en de rookgaskwaliteit) en het openen van de ramen, vooral de windsnelheid een belangrijke positieve invloed op de luchtkwaliteit in de serre heeft.
- Bij lage NO_x-concentraties in de serre zal het openen van de ramen gemiddeld zorgen voor een lichte stijging van de NO_x-concentratie in de serre.
- Er kon geen verband gevonden worden tussen het aanmeren van gastankers in de haven van Zeebrugge en de NO- of etheenconcentratie in de serre

Doordat er tijdens de onderzochte periode geen onverwachte stijging van de etheenconcentratie in de serre plaatsvond ligt dit vraagstuk dus nog open. Dit moet in de toekomst zeker verder opgevolgd worden.

7. Referenties

[1] Dieleman *et al.* CO₂ bij paprika: meerwaarde en beperkingen. 2007

[2] Kas als Energiebron 2011; Grenzen voor luchtkwaliteit

[3] Wat zijn toxische gehalten bij CO? <https://www.antigifcentrum.be/co-vergiftiging/co-wetenschappelijk-bekeken/wat-zijn-toxische-gehalten-aan-co>

[4] Stikstofoxiden <https://www.vmm.be/lucht/stikstofoxiden>