

CO₂, vloek of zegen?

Hoe zit dat nu eigenlijk met die CO₂? Dat de CO₂-uitstoot naar beneden moet om de klimaatverandering tegen te gaan, is duidelijk, maar als tuinder heb je die CO₂ net nodig voor je planten. Hoe zijn beide zaken met mekaar te verzoenen? In dit artikel geven we wat achtergrondinformatie over klimaat en de rol van CO₂ daarin. We willen je daarmee uitdagen om mee na te denken over klimaatvriendelijke en in de tuinbouw toepasbare concepten van warmtevoorziening en CO₂-dosering.

Klimaatverandering, klimaatactieplannen, broeikasgassen, reductie van CO₂-uitstoot ... zijn thema's waar we vandaag de dag niet rond kunnen. Sinds eind jaren 70 erkend werd dat klimaatverandering een ernstig mondiaal probleem zou worden, werd stap voor stap een internationaal klimaatbeleid uitgewerkt. Eén van de meest voor de hand liggende signalen van klimaatverandering is de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde in de afgelopen decennia. Deze temperatuurstijging is het gevolg van het broeikas effect. Van nature komen er broeikasgassen zoals CO₂ voor in de atmosfeer, die ervoor zorgen dat de warmte van de zon wordt vastgehouden. Hetzelfde opwarmend effect dat we kennen van in onze serres, maar dan voor de hele aardbol.

Sinds de industriële revolutie (circa 1750) komen er veel meer broeikasgassen in de atmosfeer terecht, voornamelijk door de grotere energiebehoefte en dus door de verbranding van fossiele brandstoffen, maar ook door het grootschalig kappen van bossen, de groeiende veestapel en een groeiende wereldbevolking.

Door de stijgende temperatuur stijgt ook de zeespiegel, wordt het weer extremer —zowel heviger regenbuien als vaker hittegolven— en worden bepaalde regio's veel droger.

Hoe zit dat nu met die broeikasgassen?

Er zijn natuurlijke en industriële broeikasgassen. De natuurlijke gassen zijn van nature in de atmosfeer aanwezig, maar hun concentratie neemt toe door menselijke activiteit. De natuurlijke broeikasgassen zijn waterdamp (H₂O), koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en ozon (O₃). Daarnaast hebben ook een aantal synthetische broeikasgassen een grote impact op het broeikas effect.

Waterdamp (H₂O) is het broeikasgas dat de belangrijkste bijdrage levert aan het natuurlijke broeikas effect dat zorgt voor een leefbaar klimaat op aarde. Waterdamp ontstaat simpelweg door de verdamping van water aanwezig op de aarde. De directe invloed van de mens op de concentratie van waterdamp is minimaal.

Koolstofdioxide (CO₂) komt vrij bij de natuurlijke afbraak van plantaardig of dierlijk materiaal. Maar het wordt vooral geproduceerd door menselijke activiteiten zoals energievoorziening (verbranding fossiele brandstoffen) en industriële activiteiten. Planten nemen het ook op als bouwsteen voor de fotosynthese. De concentratie van CO₂ in de atmosfeer is zeer sterk toegenomen sinds de industriële revolutie, van 280 ppm omstreeks 1750 naar ongeveer 410 ppm in 2019. CO₂ heeft de grootste bijdrage in het versterken van het broeikas effect en dus in de klimaatverandering.

Methaan (CH₄) ontstaat onder andere bij het ontbinden van plantaardig materiaal in vochtige regio's, maar meer dan de helft van de uitstoot komt vooral vrij als gevolg van menselijke activiteiten zoals landbouw, behandeling van huishoudelijk afval en ontginning en distributie van aardgas. De concentratie is sinds 1750 sterk toegenomen maar bleef het laatste decennium eerder stabiel.

Lachgas (N₂O, distikstofoxide) komt vooral vrij uit grond die bemest is met stikstofhoudende meststoffen, in de chemische industrie en ook bij de verbranding van fossiele brandstoffen. De huidige concentratie is minder sterk gestegen dan die van CO₂ en methaan, maar het heeft wel een sterk opwarmend vermogen.

Tot slot hebben we ook nog ozon (O₃) dat enerzijds de aarde beschermt tegen schadelijke uv-straling op 10-15 km hoogte, maar anderzijds onder invloed van luchtvervuiling ook gevormd wordt op lagere hoogte en daar een broeikas effect veroorzaakt.

De industriële broeikasgassen waaronder de gefluoreerde koolwaterstoffen (CFK's) zijn de

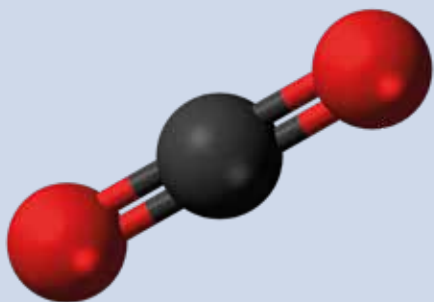


We moeten op zoek naar haalbare concepten die de warmtevoorziening voor de tuinbouwsector klimaatvriendelijk(er) maakt.



Dat de CO₂-uitstoot naar beneden moet om de klimaatverandering tegen te gaan, is duidelijk, maar als tuinder heb je die CO₂ net nodig voor je planten.

CO₂ onderdeel van ons stofwisselingsproces



Koolstofdioxide (CO₂) is een molecule opgebouwd uit één atoom koolstof (C) en twee atomen zuurstof (O).

Koolstofdioxide (CO₂) is een molecule opgebouwd uit één atoom koolstof (C) en twee atomen zuurstof (O). Het ontstaat uit de chemische verbranding van koolstof met zuurstof: $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Het koolstofatoom bevindt zich centraal in de molecule waarop beide zuur-

stofatomen dubbel gebonden zijn. In normale omstandigheden bevindt CO₂ zich in gasvormige toestand. Wanneer we het gas zouden afkoelen tot -78°C dan sublimeert het onmiddellijk tot een vaste vorm. We spreken dan van droogijs. Bij normale omstandigheden kan CO₂ niet vloeibaar zijn. Wanneer we CO₂ vloeibaar willen maken, moeten we de druk verhogen. Bij temperaturen tussen -56,6°C en +31,1°C en een druk hoger dan 5,2 bar kan CO₂ in vloeibare vorm voorkomen. Bij een temperatuur boven 31°C en een druk boven 73,8 bar spreken we over 'superkritische CO₂'. Dit soort CO₂ vindt zijn toepassingen in bijvoorbeeld de extractie van cafeïne uit koffiebonen.

In gasvorm is CO₂ een kleur- en grotendeels geur- en smaakloos gas dat bij normale omstandigheden chemisch inert is. Het is on-

derdeel van het normale stofwisselingsproces van de mens en helpt in de regulatie van onze ademhaling en de bloedsomloop. Zo ademt een vrouw van gemiddeld 35 jaar in rust ongeveer 0,0029 liter CO₂/seconde uit (= ongeveer 5,7 mg/s). Bij een zware fysieke inspanning verhoogt dit tot 0,0118 l/s. Voor een man in dezelfde leeftijdscategorie zijn dit respectievelijk 0,0037 l/s en 0,0152 l/s (= ongeveer 30 mg/s). Dit betekent dat deze man bij zware fysieke inspanning na vijf minuten het equivalente gewicht van een 2 euro-muntstuk aan CO₂ heeft uitgedemd. CO₂ is dus geen giftig gas. Maar vanwege zijn chemische inertie bij normale omstandigheden is CO₂ in de mogelijkheid om O₂ te verdrijven uit ons lichaam, waardoor het een verstikkende werking kan hebben bij heel hoge concentratie (> 30.000 ppm). ■

sterkste broeikasgassen van allemaal, ze kunnen een veel sterkere opwarming veroorzaken dan CO₂. Er worden dan ook strenge maatregelen opgelegd om te vermijden dat deze gassen vrijkomen in de atmosfeer.

Broeikasgassen hebben niet allemaal hetzelfde opwarmend vermogen

Wanneer over broeikasgassen wordt gesproken, wordt er vaak ook verwezen naar het opwarmend vermogen of de Global Warming Potential (GWP). Want de broeikasgassen hebben niet allemaal hetzelfde opwarmend vermogen. De GWP geeft het effect weer van het gas op de opwarming van de aarde gedurende een periode van 100 jaar. CO₂ wordt als referentie genomen en kreeg de referentiewaarde 1. Om de uitstoot van de verschillende gassen in dezelfde eenheid uit te drukken en hun gezamenlijk effect te kunnen berekenen, worden de uitgestoten hoeveelheden omgerekend naar CO₂-equivalenten. Zo heeft

methaan een GWP van 25, wat wil zeggen dat de uitstoot van 1 kg methaan overeenstemt met de uitstoot van 25 kg CO₂ (Tabel 1). Of nog, het opwarmend vermogen van methaan is 25 keer groter dan dat van CO₂. Merk op dat het opwarmend vermogen van industriële broeikasgassen enorm hoog is.

Klimaatplannen moeten opwarming beperken

Zowel op internationaal, Europees, nationaal als Vlaams niveau worden er klimaatplannen opgesteld om de opwarming van de aarde te beperken. Het klimaatakkoord van Parijs, ondertekend door 195 landen, stelde als doel om de globale temperatuurstijging te beperken tot ver onder 2°C in vergelijking met pre-industriële niveaus en een maximale stijging van 1,5°C na te streven. Om bij te dragen aan de doelstellingen die in dit akkoord werden opgenomen, werd een Europese klimaatwet opgesteld. Deze klimaatwet, die in de zomer van 2021 in werking trad, stelt een nieuwe Europese netto emissiereductiedoelstelling voorop van 55% tegen 2030, in vergelijking met referentiejaar 1990. En ze legt ook de doelstelling vast om tegen 2050 klimaatneutraliteit te behalen op Europees niveau. Om deze doelstellingen te bereiken stelde Europa een 'Fit for 55'-pakket op met wetgevende voorstellen om het Europese kader vorm te geven. Het is binnen dit Europese kader dat België en Vlaanderen hun klimaatstrategie 2050 en hun energie- en klimaatplannen 2021-2030 opmaakten.

De speerpunten van het Vlaamse Energie- en Klimaatplan 2021-2030 zijn verlaging van de broeikasgasemissies van de niet-ETS-sectoren —dit zijn de sectoren die niet deelnemen aan de CO₂-emissiehandel—, energiebesparing, verhogen van het aandeel hernieuwbare energie en het behoud van de koolstofvoorraad LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry). Al deze punten zijn te linken aan het beperken van de CO₂-uitstoot en geven duidelijk aan dat het allemaal om CO₂ draait.

De ETS-sectoren vallen onder het Europese emissiehandelssysteem: Emissions Trading System of EU ETS. Momenteel gaat het om ongeveer 11.000 installaties uit de energie-intensieve industrie en elektriciteitssector (samen verantwoordelijk voor ongeveer 40% van de broeikasgasemissies) en de luchtvaartsector. Voor elke ton CO₂ die uitgestoten wordt, moeten ze een emissierecht indienen. Het aantal beschikbare emissierechten is beperkt en daalt elk jaar, waardoor schaarste ontstaat. De emissierechten zijn wel verhandelbaar waardoor een installatie ofwel zijn CO₂-uitstoot moet verlagen of emissierechten kan kopen. De huidige prijs van de CO₂-emissierechten bedraagt momenteel ongeveer 80,50 euro per ton CO₂ en geeft een idee van de huidige 'waarde' van CO₂.

CO₂-emissie bij verbranding fossiele brandstoffen

Door de hoge warmtevraag is de tuinbouw een grote gebruiker van brandstoffen, in hoofdzaak

Tabel 1. - Global Warming Potential (GWP) van broeikasgassen en de concentratie in de atmosfeer

Broeikasgas	GWP of broeikasgas-effect uitgedrukt in CO ₂ -equivalent	Concentratie in de atmosfeer (ppm)
Waterdamp (H ₂ O)	0,0005 – 0,001	10 – 50.000
Koolstofdioxide (CO ₂)	1	410
Methaan (CH ₄)	25	1,8
Lachgas (N ₂ O)	265	0,3
Industriële gassen	1.300 tot 23.900	

Tabel 2. - CO₂-emissiefactor fossiele brandstoffen

Broeikasgas	CO ₂ -emissiefactor		
	kg CO ₂ /GJ	kg CO ₂ /MWh _{CO₂}	kg CO ₂ /eenheid aangekocht
Aardgas	56,1	202,5	182,1 kg CO ₂ /MWh _{CBW}
Gasolie	74,1	266,7	2.660 kg CO ₂ /1.000 liter
Extra zware olie	77,4	282,3	3.140 kg CO ₂ /ton
Kolen	94,6	340,2	2.942 kg CO ₂ /ton
Lamppetroleum	71,9	259,1	2.500 kg CO ₂ /1000 liter
Elektriciteit	44,44	4,94	4,94 kg CO ₂ /MWh

CO₂ = calorische onderwaarde; CBW = calorische bovenwaarde

fossiele brandstoffen die bestaan uit verbindingen tussen koolstof- en waterstofatomen. Bij de verbranding van deze brandstoffen wordt water en CO₂ vrijgezet. Elke brandstof heeft een eigen CO₂-emissiefactor die uitdrukt hoeveel CO₂ per energie-eenheid er vrijkomt bij verbranding van de brandstof. De emissiefactor van extra zware stookolie bedraagt 77,4 kg per GJ, terwijl die van aardgas slechts 56,1 kg per GJ is (Tabel 2). Rekening houdend met de calorische waarde van de brandstoffen komt dat neer op 3,14 kg CO₂ per kg extra zware olie of 282 kg CO₂ per MWh extra zware olie. Voor aardgas is dat 202,5 kg per MWh. Dat is meteen ook de reden waarom de omschakeling van extra zware olie naar aardgas in het verleden sterk werd aangemoedigd.

In de tabel zijn ook de emissiefactoren van andere brandstoffen opgenomen en voor de volledigheid ook die voor elektriciteit. Uiteraard wordt bij het gebruik van elektriciteit op zich geen CO₂ vrijgezet, maar in deze emissiefactor wordt het vrijzetten van CO₂ bij de productie van elektriciteit in rekening gebracht. Vanzelfsprekend is de CO₂-emissie sterk afhankelijk van de wijze van elektriciteitsproductie; hoe groener de elektriciteitsproductie, hoe lager de emissiefactor. De emissiefactor in de tabel is gebaseerd op een grijze elektriciteitsmix.

Tuinbouw naast uitstoter ook CO₂-verbruiker

De tuinbouwsector wordt beschouwd als een grote uitstoter van CO₂ vanwege de hoge input van brandstoffen. Maar de tuinbouw is ook een verbruiker van CO₂, door het doseren van CO₂ als voedingsstof voor de planten. Vandaag de dag gebeurt dat vooral via de gezuiverde rookgassen van de warmtekrachtkoppeling (wkk) of aardgasketel.

Het doseren van CO₂ in de serre wordt uitgedrukt in ppm, parts per million, wat een volumepercentage ten opzichte van het volume lucht aangeeft. 1 ppm CO₂ geeft aan dat we

1 molecule CO₂ hebben op 1 miljoen moleculen lucht. We kunnen ppm omzetten naar g/m³ lucht, al is dit afhankelijk van een aantal omgevingsparameters zoals de temperatuur en de luchtdruk. Bij een temperatuur van 25°C en een druk van 1.013 hPa is 1 ppm CO₂ gelijk aan 1,8 mg CO₂ per m³ lucht.

Het omrekenen van het doseren van CO₂ in ppm naar hoeveel kg CO₂ er nu concreet werd gegeven is niet zo voor de hand liggend door de grote onzekerheid die er is rond ventilatieverliezen. Stel, in de lucht van een serre van 1 ha met een hoogte van 6 m is standaard 410 ppm CO₂ aanwezig —dit is de standaardconcentratie in de buitenlucht— en je wil dit verhogen naar 1.000 ppm. Dan zou je 64 kg CO₂ moeten geven (bij een druk van 1.013 hPa en een temperatuur van 25°C), als er geen ventilatieverlies zou optreden en de teelt geen CO₂ zou opnemen. Informatie over hoeveel ppm CO₂ gedoseerd wordt is dus niet voldoende om te kunnen berekenen hoeveel CO₂ er effectief door de planten wordt verbruikt. Een eerste inschatting van de CO₂-opname door de vruchtgroenteteelt is dat er toch minimaal 10 kg/m²/jaar wordt opgenomen. Sommige publicaties spreken zelfs van 20 kg/m²/jaar op basis van modelleringsstudies.

Haalbare concepten voor klimaatvriendelijke warmtevoorziening gezocht

Rekening houdend met de klimaatactieplannen die voorliggen, dienen zich een aantal uitdagingen aan voor de sector. Een eerste uitdaging is op zoek gaan naar haalbare concepten die de warmtevoorziening voor de tuinbouwsector klimaatvriendelijk(er) maakt.

De CO₂-uitstoot kan naar beneden door het gebruik van restwarmte, hernieuwbare brandstoffen, het elektrificeren van de warmtevraag (met groene elektriciteit) zoals bijvoorbeeld de toepassing van warmtepompen en in het algemeen door een primaire energiebesparing te realiseren. Het klinkt mooi, maar het is helaas niet voor de hand liggend en er is geen pasklare oplossing. De uitdaging is groot om een concept uit te werken dat voldoende en betrouwbare warmte kan leveren en dat bovendien rendabel kan worden toegepast op een tuinbouwbedrijf.

Ook het verduurzamen van de huidige toepassing van aardgas biedt perspectieven. We denken daarbij aan het afvangen en opzuiveren van CO₂ uit de rookgassen van gasketels en wkk's. Wanneer we deze CO₂ ook kunnen opslaan en eventueel transporteren, dan kan

het doseren van CO₂ op basis van aardgas ook losgekoppeld worden van zowel de verwarming als de elektriciteitsvoorziening via wkk. Thomas More zal alvast investeren in een pilotopstelling om het potentieel hiervan voor een tuinbouwbedrijf te onderzoeken. Ook het inmengen van biogas in het aardgasnet kan een optie zijn voor het duurzamer toepassen van de wkk.

Alternatieve CO₂-bronnen gezocht

Een tweede uitdaging stelt zich op vlak van het gebruik van CO₂ als voedingsstof. Wanneer de warmtevraag niet meer ingevuld wordt met fossiele brandstoffen, dan verliezen we daar ook de huidige bron van CO₂. Momenteel wordt er ook nog gebruik gemaakt van aangekochte zuivere CO₂ die uit industriële processen afkomstig is. We merken nu al dat de beschikbaarheid van deze CO₂ voor de tuinbouwsector niet groot is en soms zelfs volledig onbestaande. Bovendien zullen ook de processen waaruit deze CO₂ afkomstig is, moeten besparen op hun uitstoot en zal het aanbod afnemen. De tuinbouwsector zal dus ook creatief uit de hoek moeten komen om alternatieve CO₂-bronnen te vinden. Belangrijk hierbij is dat er geen schadelijke componenten in deze CO₂-bron aanwezig mogen zijn.

De komende jaren zal er niet alleen nood zijn aan technologisch onderzoek om deze uitdagingen het hoofd te bieden, maar ook onze kijk op CO₂ als bemesting moet worden herbekeken. Zo zal het belangrijk zijn om te onderzoeken hoe we nog efficiënter kunnen omgaan met CO₂, zowel wat het tijdstip van doseren betreft als de dosis. Misschien kan de plant wel efficiënter omgaan met CO₂? Allemaal vragen die ons bezig houden.

Creative ideeën welkom

Als Kenniscentrum Energie gaan wij op zoek naar antwoorden op bovenstaande vraagstukken. Maar wij gaan graag samen met de tuinder deze uitdaging aan. Daarom willen wij ook graag beroep doen op jullie creatieve ideeën. Heb je voor je bedrijf al een concept in gedachten of speel je met een wild idee? Zit je met eerder algemene vragen over alternatieve technieken? Of wil je gewoon eens van gedachten wisselen? Altijd welkom! Jullie vragen zetten ons aan om creatief aan de slag te gaan!

C. Siongers, J. Creylman,
F. De Ridder & H. Marien

Kenniscentrum Energie, Thomas More, Geel