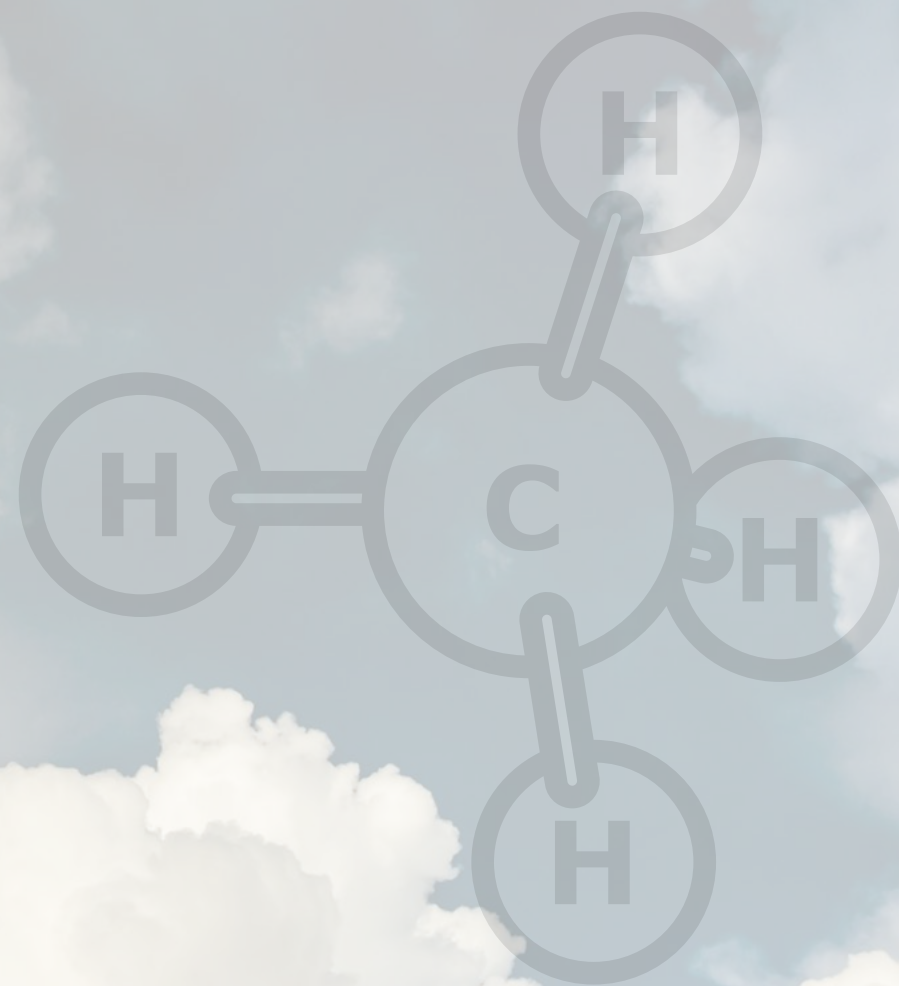




Tien vragen en antwoorden over methaan,
een kort levend broeikasgas.



Inhoudsopgave

- 1 Wat is methaan en waar ontstaat het? 5 ▶
 - 2 Wat is het verschil tussen biogeen en fossiel methaan? 9 ▶
 - 3 Wat is de totale hoeveelheid methaan in de atmosfeer? 13 ▶
 - 4 Hoe lang leeft methaan in de atmosfeer? 17 ▶
 - 5 Hoe verdwijnt methaan uit de atmosfeer? 23 ▶
 - 6 Houden kooldioxide en methaan evenveel warmte vast? 27 ▶
 - 7 Hoe wordt het totale broeikasgaseffect berekend als effect van gassen zo verschillend is? 33 ▶
 - 8 Hoe zien de verschillen tussen GWP100 en GWP* er nu uit voor de landbouw? 37 ▶
 - 9 Welke maat is nu beter om de opwarming van een gas te bepalen GWP100 of GWP*? 41 ▶
 - 10 Wat kun je het beste doen met methaan? 45 ▶
- Literatuur & colofon 49 ▶



Wat is **methaan** en waar **ontstaat** het?

Wat is methaan en waar ontstaat het?

Methaan (CH_4) is een zeer eenvoudige stof. Het bestaat uit 1 koolstofatoom en 4 waterstofatomen en is ook wel bekend als aardgas. Het ontstaat bij de afbraak van organische stof waar geen of slechts zeer weinig zuurstof aanwezig is. Organische stof is afkomstig van plantaardig en dierlijk materiaal of van micro-organismen en bestaat voor 90 tot 100% uit de atomen C (koolstof) en H (waterstof) en een beetje O (zuurstof). De overige 0 tot 10% bestaat uit mineralen, die ook belangrijk zijn voor onze voeding en gezondheid. Het gaat dan om bijvoorbeeld stikstof, fosfor, calcium en ijzer.

In de landbouw breekt organische stof ook zuurstofloos af, namelijk bij

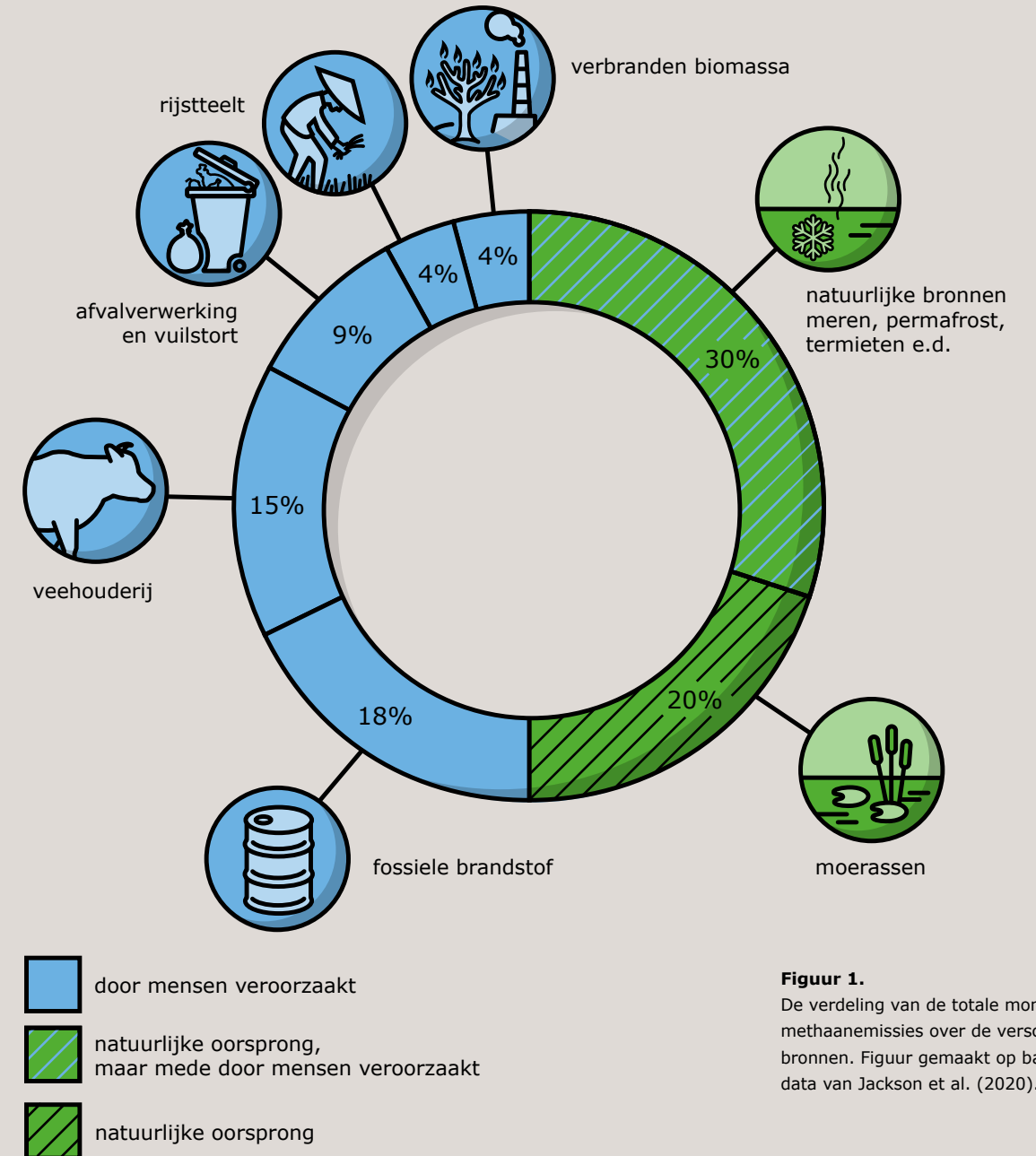
- verteringsprocessen in de pens van herkauwers (runderen, schapen en geiten);
- mestopslagen van alle landbouwhuisdieren;
- de natte rijstteelt.

Natuurlijke bronnen van CH_4 zijn onder meer de ontdooiende permafrost in het noorden van Rusland en Canada. Door de klimaatverandering gaat de permafrost steeds meer ontdooien, waarbij veel methaan vrijkomt. Moerassen en natte veengronden zijn de tweede belangrijke bron van natuurlijke oorsprong.

De door mensen veroorzaakte CH_4 bedraagt iets meer dan de helft van alle emissies, 51%. Daarvan zijn de winning van fossiele brandstoffen en veehouderij de belangrijkste bronnen (zie Figuur 1). Ook ons afval draagt bij aan de vorming van CH_4 .

De totale emissie van CH_4 in de wereld wordt geschat op ongeveer 750 Megaton per jaar (Jackson et al., 2020), waarvan 115 Megaton per jaar uit de veehouderij, berekend op basis van Figuur 1. De Nederlandse veehouderij heeft een jaarlijkse methaanemissie van ongeveer 0.6 Megaton (van Bruggen et al., 2021). Dat is minder dan 1% van de totale, wereldwijde methaanemissie uit de veehouderij.

De verdeling van de totale wereldwijde methaanemissies over de verschillende bronnen.



Figuur 1. De verdeling van de totale mondiale methaanemissies over de verschillende bronnen. Figuur gemaakt op basis van data van Jackson et al. (2020).



Wat is het verschil tussen **biogeen** en **fossiel** methaan?

Wat is het verschil tussen biogeen en fossiel methaan?

De CH_4 uit alle categorieën in hoofdstuk 1 komt op twee manieren in de atmosfeer: a) als fossiel CH_4 wat al lange tijd in de aardkorst is opgeslagen, zoals aardgas en uit de ontdooiende permafrost en b) als biogeen CH_4 , wat ontstaat in biologische processen. Fossiel CH_4 hoort bij de lange koolstofcyclus (zie Kader 1 en Figuur 2) De CH_4 uit de landbouw hoort bij de korte koolstofkringloop (zie Kader 2 en Figuur 2) en ontstaat wanneer organische stof wordt afgebroken onder zuurstofloze omstandigheden, zoals in de pens van de koe en bij de opslag van mest. Chemisch is er geen enkel verschil tussen beide soorten methaan. Het maakt dus voor het opwarmend effect van methaan niets uit of het nu fossiel of biogeen van oorsprong is, in beide gevallen is het een sterk broeikasgas en draagt het bij aan opwarming. Hoeveel dat is, staat in [hoofdstuk 6](#).

Waarom is er dan verschil tussen biogeen en fossiel methaan? Methaan (biogeen en fossiel) wordt over een periode van ongeveer 60 jaar afgebroken tot CO_2 en andere componenten (zie [hoofdstuk 5](#)). Bij fossiele methaan zat die C van de CO_2 eerst diep in de bodem en zit nu in de lucht. Dat is een toevoeging aan de atmosfeer. Bij biogene methaan is het afkomstig van plantaardig materiaal, dat kort daarvoor is gemaakt met CO_2 uit de lucht. Als het biogene methaan dus weer wordt afgebroken tot onder meer CO_2 , is het kringetje weer rond. Die CO_2 is in principe geen toevoeging aan de atmosfeer.

De korte en de lange koolstofkringloop gaan dus alleen over de vraag of de koolstof als CO_2 wel of niet als toevoeging aan de atmosfeer moet worden beschouwd. Ze zegt niets over het effect van methaan. [Hoofdstuk 6](#) beschrijft hoe sterk het opwarmend effect is van methaan ten opzichte van CO_2 en gerekend over een tijdsbestek van 100 jaar. Voor biogeen methaan is dat, inclusief de zogeheten "carbon feedback" een waarde van 34. Voor fossiel methaan is dat ongeveer 36, omdat je die extra CO_2 nog moet meetellen.

Kader 1

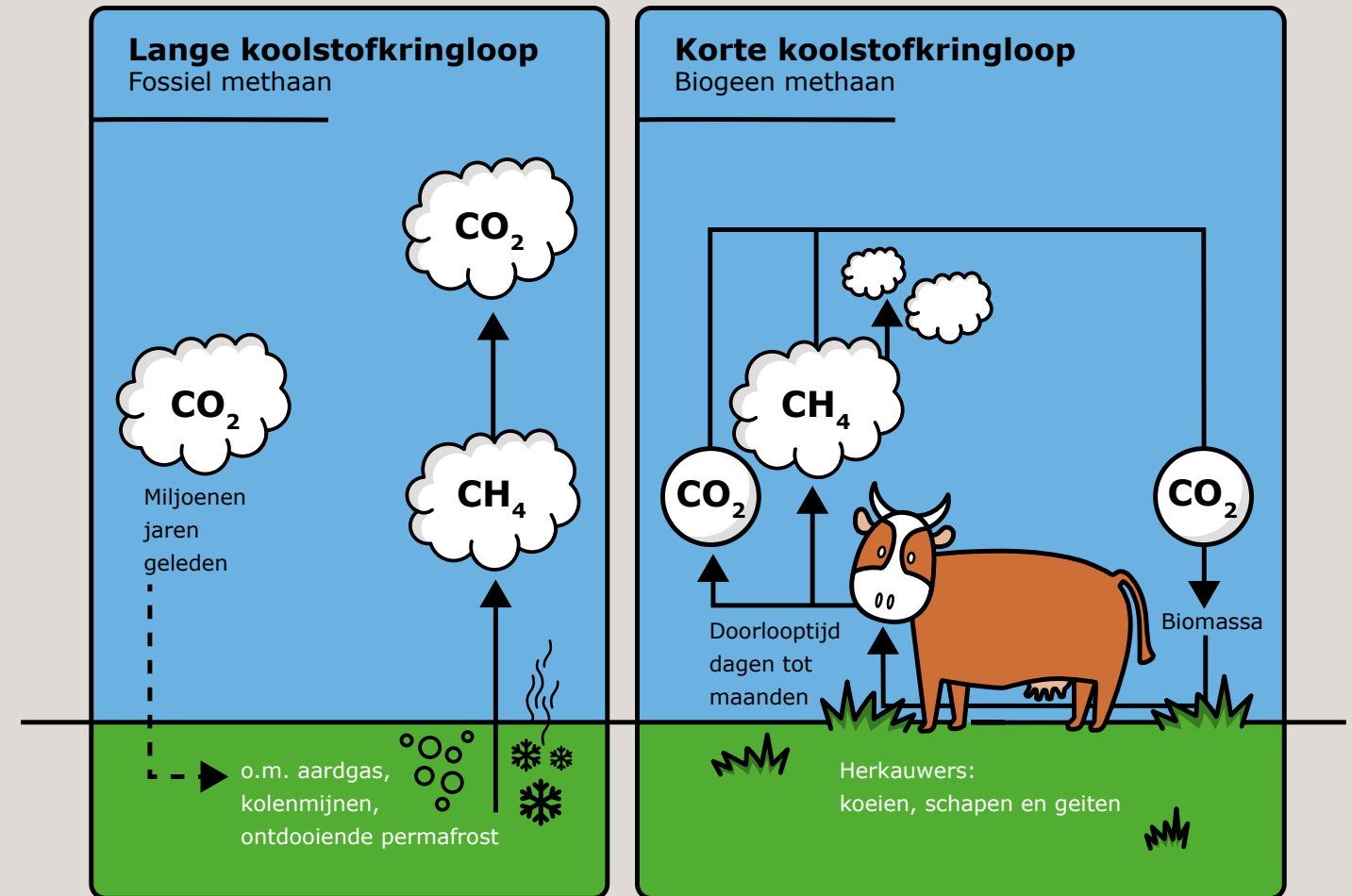
De lange koolstofkringloop uitgelegd

De lange koolstofkringloop gaat over fossiele brandstoffen als olie, aardgas en kolen. Maar ook over organische stof in de bodem. Heel strikt gesproken zijn die brandstoffen ook afkomstig van plantaardig materiaal. Maar dat is al heel lang geleden, miljoenen jaren soms. Het komt vrij uit de bodem en niet uit biomassa die net is geproduceerd uit CO_2 uit de atmosfeer van deze tijd. Kortom: de lange koolstofkringloop komt altijd vanuit de bodem en gaat over koolstof van vele jaren geleden.

Kader 2

De korte koolstofkringloop uitgelegd

De cyclus waarbij CO_2 uit de lucht wordt omgezet naar planten en via voeding van mens en dier weer naar CO_2 heet de "korte koolstofkringloop". Dierlijke producten horen ook bij die korte koolstofkringloop via het voer dat het dier vreet, wij eten het vlees en de melk en zetten dat weer om in CO_2 . Ook de mest hoort daarbij, want daar wordt de organische stof ook weer omgezet in CO_2 . Deze CO_2 die mensen en dieren uitademen draagt dus niet bij aan de opwarming van de aarde en wordt daarom ook niet meegerekend in de uitstoot van broeikasgassen. Het is slechts kort aan de atmosfeer onttrokken. Om dezelfde reden wordt geproduceerde biomassa, zoals gras, maar ook aardappelen, groente e.d. niet als vastlegging van koolstof beschouwd. Je kunt er heel veel aan rekenen, maar uiteindelijk komt de rekensom voor CO_2 telkens uit op nul ook met de "omweg" via methaan. Maar de gevormde methaan is in de jaren dat het aanwezig is dus wel een sterk broeikasgas. Simpel gesteld: de korte koolstofkringloop gebeurt bovengronds en speelt zich af in een periode van dagen tot enkele jaren, maar zegt dus niets over het effect van methaan.



Figuur 2.

Weergave van de lange koolstofkringloop met fossiel methaan (links) en de korte koolstofkringloop met biogeen methaan (rechts). De gassen in de wolkjes dragen bij aan het broeikasgaseffect. In beide gevallen draagt methaan bij aan het broeikasgaseffect, CO_2 van afgebroken methaan doet dat alleen in de lange koolstofkringloop.



**Wat is de totale hoeveelheid
methaan in de atmosfeer?**

Wat is de totale hoeveelheid methaan in de atmosfeer?

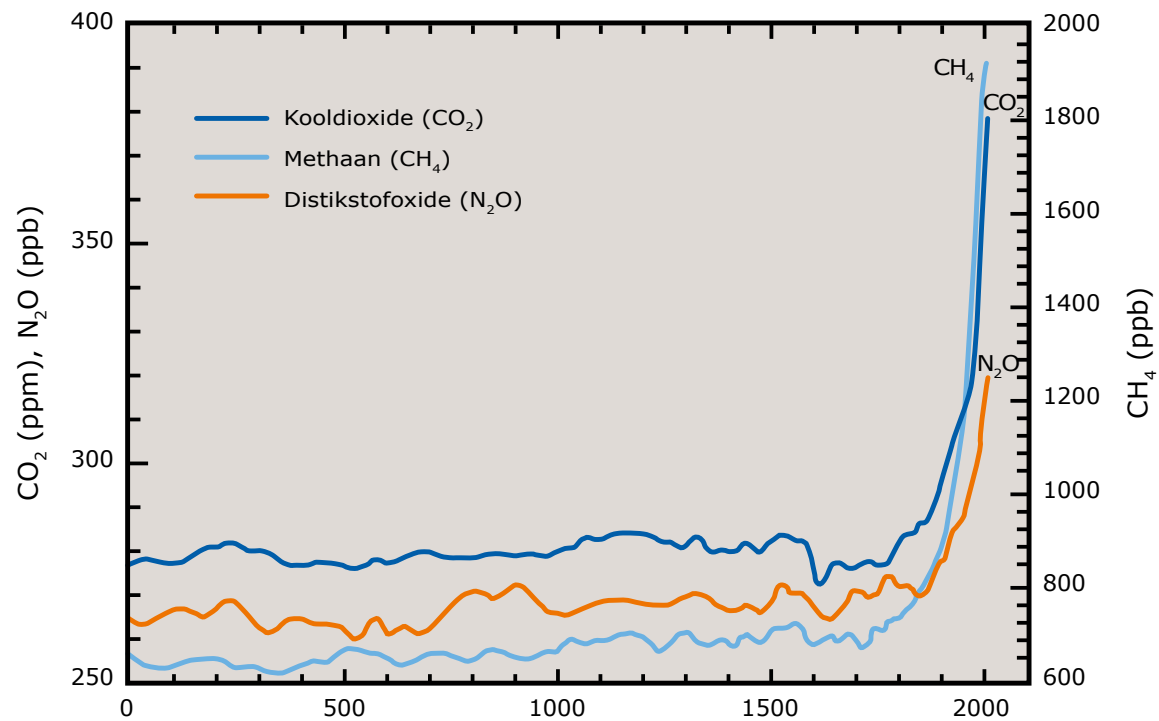
De concentratie van CH_4 is sinds het begin van de industriële revolutie (rond het jaar 1750, zie ook Figuur 3) toegenomen van ongeveer 250 ppb (parts per billion, dat betekent 250 methaanmoleculen per miljard luchtdeeltjes) naar een niveau dat nu rond de 1900 ppb zit.

Een meer gedetailleerd beeld van de laatste 35 jaar wordt gegeven in Figuur 4. Ook in de afgelopen decennia is er nog steeds sprake van een stijging van de concentratie

van CH_4 in de atmosfeer, wat wordt veroorzaakt door een toename van de methaanemissie over de gehele wereld.

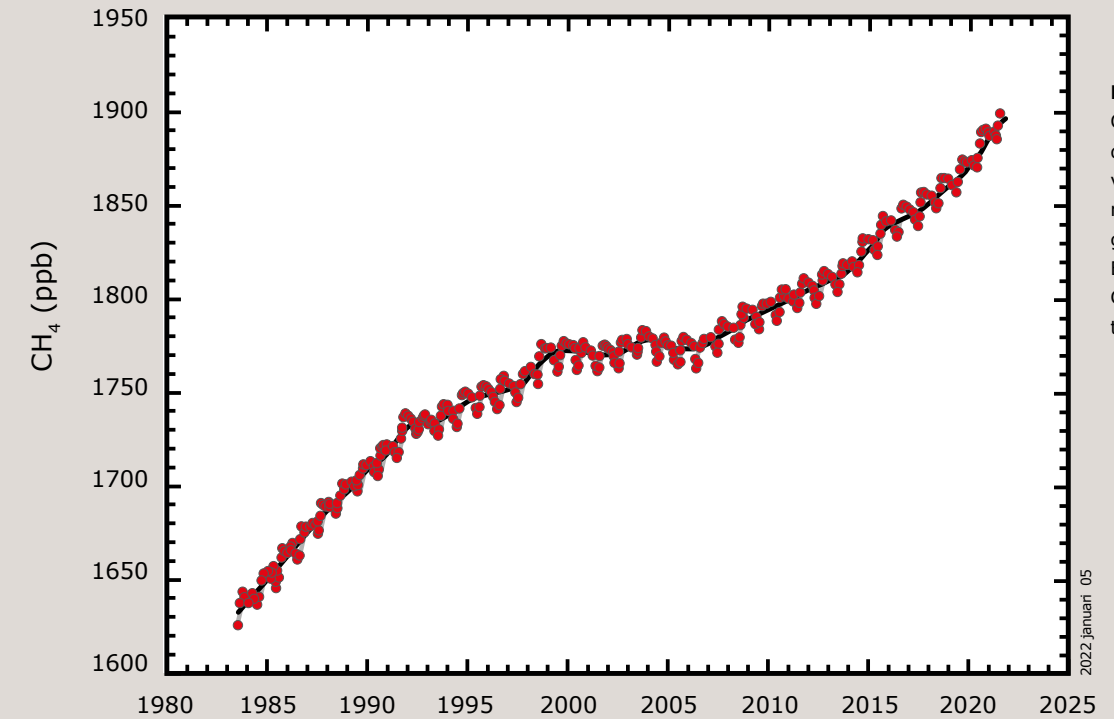
De winning van schaliegas (een vorm van aardgas) is een bron van CH_4 die mede heeft gezorgd voor een stijging van de methaanconcentratie in de atmosfeer. Maar ook de veehouderij levert nog steeds een groeiende bijdrage aan de methaanemissie. De aantallen runderen en buffels in de wereld nemen namelijk nog steeds toe (Figuur 5).

Concentratie van broeikasgassen van 0 tot 2005



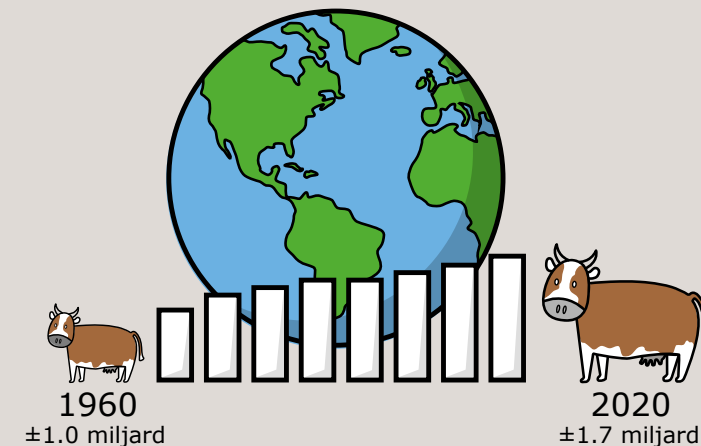
Figuur 3. Concentraties van de belangrijkste broeikasgassen over de laatste 2000 jaar. De toename sinds 1750 wordt toegeschreven aan menselijke activiteiten in het industriële tijdperk. De concentraties zijn uitgedrukt in parts per million (ppm, CO_2) en parts per billion (ppb, CH_4 en N_2O). ppm en ppb geven aan hoeveel moleculen van een bepaald gas aanwezig zijn per miljoen respectievelijk miljard luchtdeeltjes. Bron: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter2-1.pdf>.

Wereldwijd maandelijks gemiddelde CH_4



Figuur 4. Concentratie van methaan in de atmosfeer in de periode van 1984 tot en met 2020. De rode punten om de zwarte lijn geven de seizoensvariatie aan. Bron: Ed Dlugokencky, NOAA/GML (gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/)

Runderen en buffels aantal wereldwijd



Figuur 5. Aantal runderen en buffels in de wereld van 1960 tot en met 2020. Bron: FAOstat database



Hoe lang leeft **methaan** in de **atmosfeer**?



Hoe lang leeft methaan in de atmosfeer?

De levensduur van broeikasgassen wordt aangeduid met halfwaardetijd, dat is de tijd die het duurt om de helft af te breken. De halfwaardetijd van CH_4 is 8,6 jaar. Dat wil zeggen dat als je een kilo CH_4 in de lucht brengt, het 8,6 jaar duurt voordat de helft is afgebroken (50%). Vervolgens duurt het nog 8,6 jaar voordat de helft van de overgebleven helft is afgebroken (totaal 75%). Na 25,8 jaar is dan 87,5% afgebroken enz. enz..

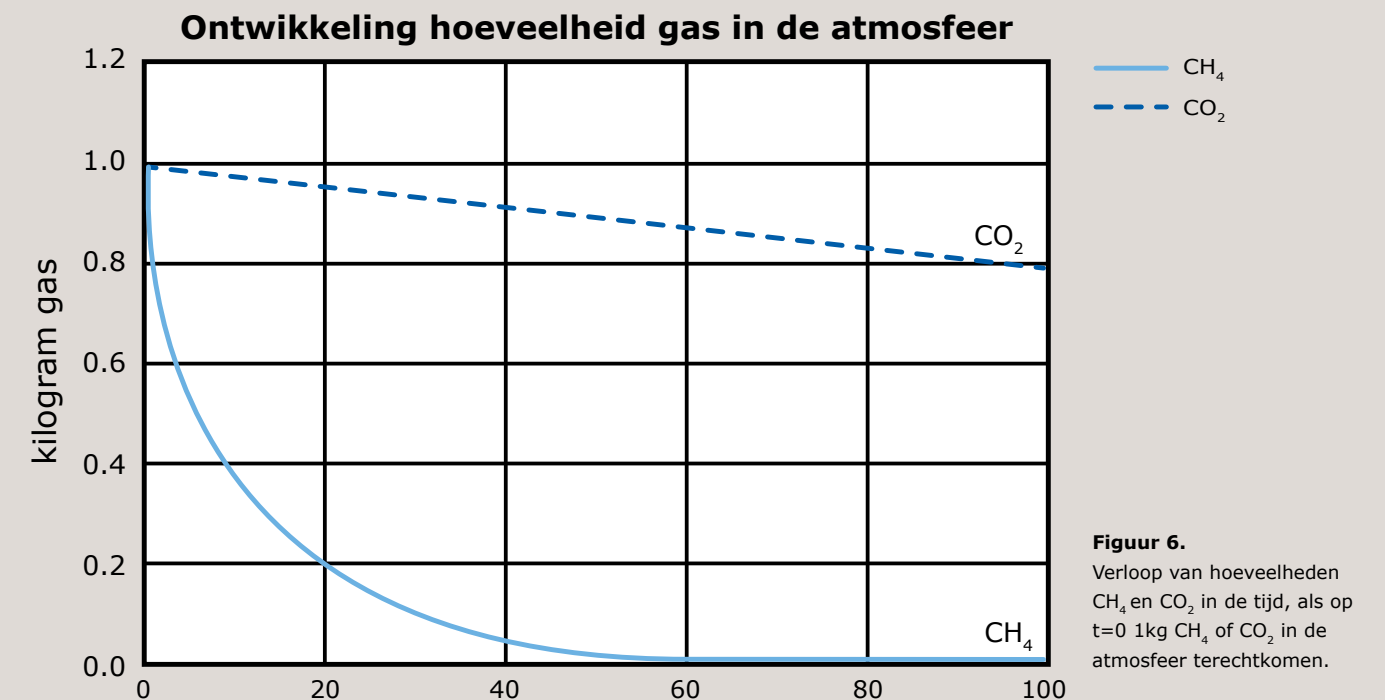
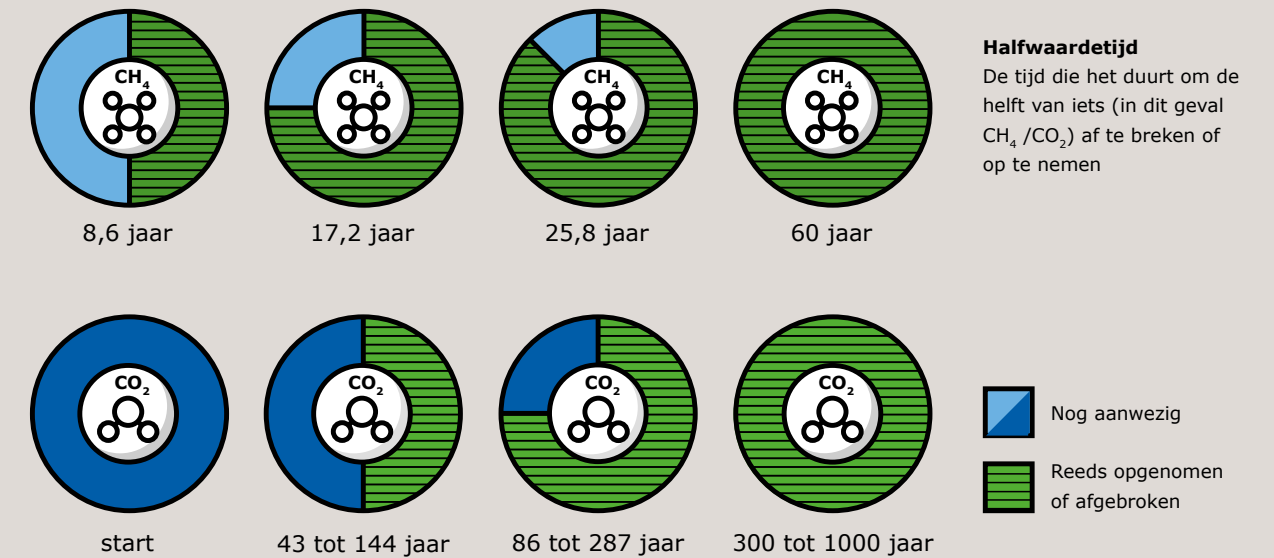
Figuur 6 laat zien wat er gebeurt als je op tijdstip 0 een kilo CH_4 en een kilo CO_2 in de lucht brengt. Na 60 jaar is bijna de hele kilo CH_4 verdwenen door chemische afbraak. CO_2 verdwijnt op drie manieren: door planten die CO_2 opnemen en omzetten tot biomassa, door vastlegging in de bodem en absorptie door de oceanen. De verblijftijd van CO_2 kan variëren van 300 tot 1000 jaar (<https://climate.nasa.gov/news/2915/the-atmosphere-getting-a-hand-le-on-carbon-dioxide/>), het blijft dus lang in de atmosfeer. Dit zie je ook in Figuur 6: als na 60 jaar de CH_4 al helemaal weg is zit 87% van de kilo CO_2 nog in de lucht.

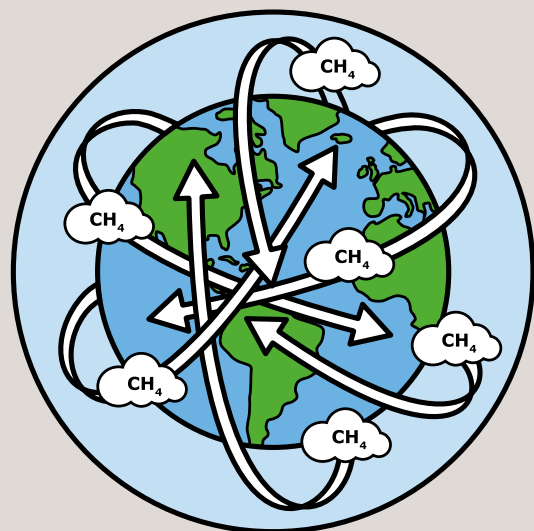
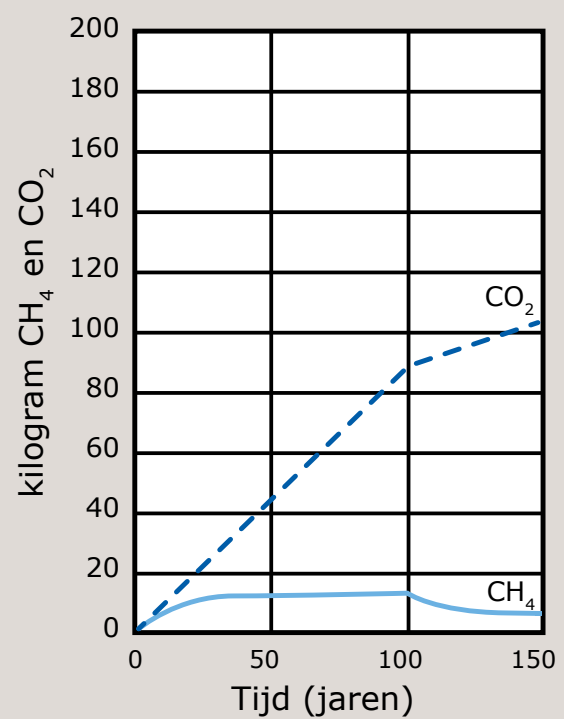
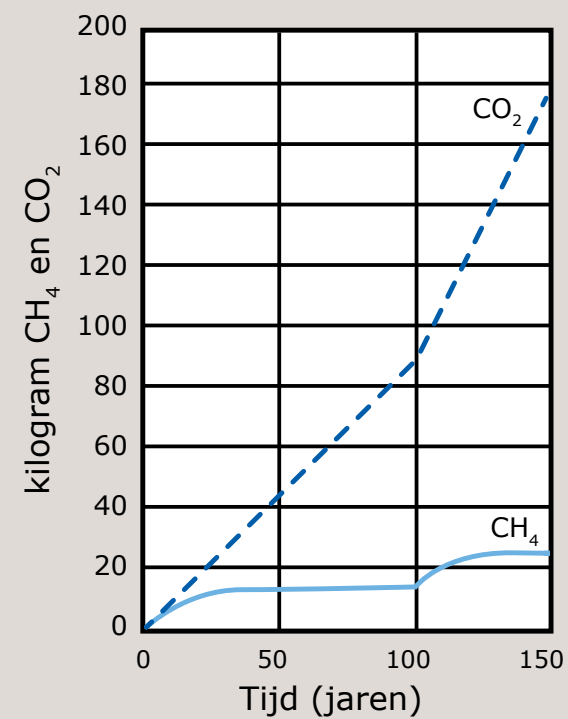
Je kunt je voorstellen dat als je niet één keer maar ieder jaar CO_2 en CH_4 in de lucht brengt, zoals dat in werkelijkheid gebeurt, die hoeveelheden zich opstapelen omdat meer broeikasgas wordt aangevoerd dan er wordt afgebroken of opgenomen, zeker als dat het lang aanwezige CO_2 betreft.

Figuur 7 laat zien wat er gebeurt als we gedurende een periode van 100 jaar elk jaar 1 kg CO_2 en 1 kg

CH_4 uitstoten. Je ziet dan dat de CO_2 hoeveelheid over de hele periode toeneemt. CH_4 blijft na 50 – 60 jaar constant. Als je dan de emissie van beide gasen na 100 jaar verdubbelt (de linker figuur), zie je dat de concentratie van CH_4 weer gaat stijgen totdat er na enkele tientallen jaren weer een nieuw evenwicht ontstaat. De concentratie van CO_2 stijgt vanaf jaar 101 sneller dan voorheen. Ga je echter vanaf jaar 101 de emissie halveren (de rechter figuur), dan gebeurt er iets opmerkelijks: de totale hoeveelheid CO_2 in de lucht blijft nog toenemen, al is het langzamer. De opwarming gaat dan langzamer. Maar de hoeveelheid CH_4 gaat langzaam afnemen om bij $t = 150$ jaar weer een nieuw evenwicht te hebben bereikt. Dat komt omdat de afbraak afhankelijk is van de hoeveelheid in de atmosfeer en die hoeveelheid was een gevolg van een jarenlange uitstoot van 1 kg per jaar. Nu de uitstoot wordt gehalveerd, wordt de afbraak niet meer volledig aangevuld door nieuwe CH_4 . Na een tijd past de evenwichtshoeveelheid CH_4 zich aan aan de aanvoer van een halve kilo CH_4 . Door de lagere concentratie van CH_4 wordt de opwarming van de atmosfeer minder sterk.

De verblijftijd van CH_4 in de atmosfeer is lang genoeg om via luchtstromingen te worden verspreid over de gehele aardbol, het maakt dus niet uit waar het wordt geproduceerd. Bovenstaande geeft aan dat bij een gelijkblijvende uitstoot de hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer blijft toenemen omdat CO_2 zo langzaam verdwijnt en de hoeveelheid CH_4 na verloop van tijd niet meer toeneemt omdat CH_4 juist wel snel afbreekt.





Figuur 7.

Het verloop van de totale hoeveelheid CH₄ en CO₂ als jaarlijks een hoeveelheid van 1 kg in de atmosfeer terechtkomt in de periode van t = 1 tot 100 jaar.

Figuur links: vanaf jaar 101 wordt 2 kg van beide gassen uitgestoten;

Figuur rechts: Vanaf jaar 101 wordt 0,5 kg van beide gassen uitgestoten

Verdeling CH₄ in de atmosfeer

Door een afbraaktijd van ± 60 jaar, maakt het niet uit waar ter wereld methaan wordt uitgestoten. Door luchtstromingen in de atmosfeer wordt het over de gehele wereld verspreid.





Hoe **verdwijnt** **methaan** uit de atmosfeer?

Hoe verdwijnt methaan uit de atmosfeer?

Methaan wordt in de atmosfeer afgebroken op verschillende manieren:

1. De belangrijkste is de afbraak met zogeheten OH-radicalen (84%), OH radicalen worden wel de schoonmakers van de atmosfeer genoemd.
2. daarnaast is er afbraak via chloor-radicalen (4%),
3. afvoer naar en oxidatie in de stratosfeer (8%) en
4. oxidatie in de bodem (4%).

Die afbraak van CH₄ naar CO₂ is dus niet een eenvoudige oxidatie zoals bij verbranding gebeurt. Het is een complex gebeuren waarbij OH radicalen een belangrijke rol spelen. Tie et al. (1992) beschrijven

dit proces gedetailleerd en spreken van de methaan-oxidatieketen met een groot aantal tussenproducten. De afbraak van CH₄ met OH-radicalen zorgt uiteindelijk voor de vorming van CO₂ (kooldioxide), CO (koolmonoxide), H₂O (waterdamp) en O₃ (ozon). Waterdamp in de atmosfeer draagt ook bij aan het broeikasgaseffect. Per afgebroken molecuul CH₄ ontstaat gemiddeld 1.15 molecuul ozon (Tie et al., 1992). De concentratie ozon is door methaanafbraak in de afgelopen 100 jaar verdubbeld. Methaan mag dan verdwijnen uit de atmosfeer, het laat dus wel zijn sporen na in de vorm van ozon (zie Kader 3).

Kader 3.

De schadelijke effecten van ozon

Ozon is een zuurstofverbinding (O₃) met een karakteristieke prikkelende geur die je wel eens ruikt tijdens onweer. Ozon tast de longen en de slijmvliezen aan. Van Dingenen et al. (2018) schatten dat wereldwijd 0.3 tot 1.2 miljoen mensen per jaar vroegtijdig sterven door een hogere ozonconcentratie. Ook zorgen hogere ozonconcentraties voor een mindere groei van gewassen. Mills et al. (2018) berekenen een opbrengstdaling van 4 tot 12% voor de belangrijkste gewassen in de wereld. De totale opbrengstdaling in de wereld wordt berekend op 227 megaton product per jaar. Om een indruk te geven hoeveel dat is: in de gehele Europese Unie van 28 landen werd in 2020 119 megaton tarwe geproduceerd.

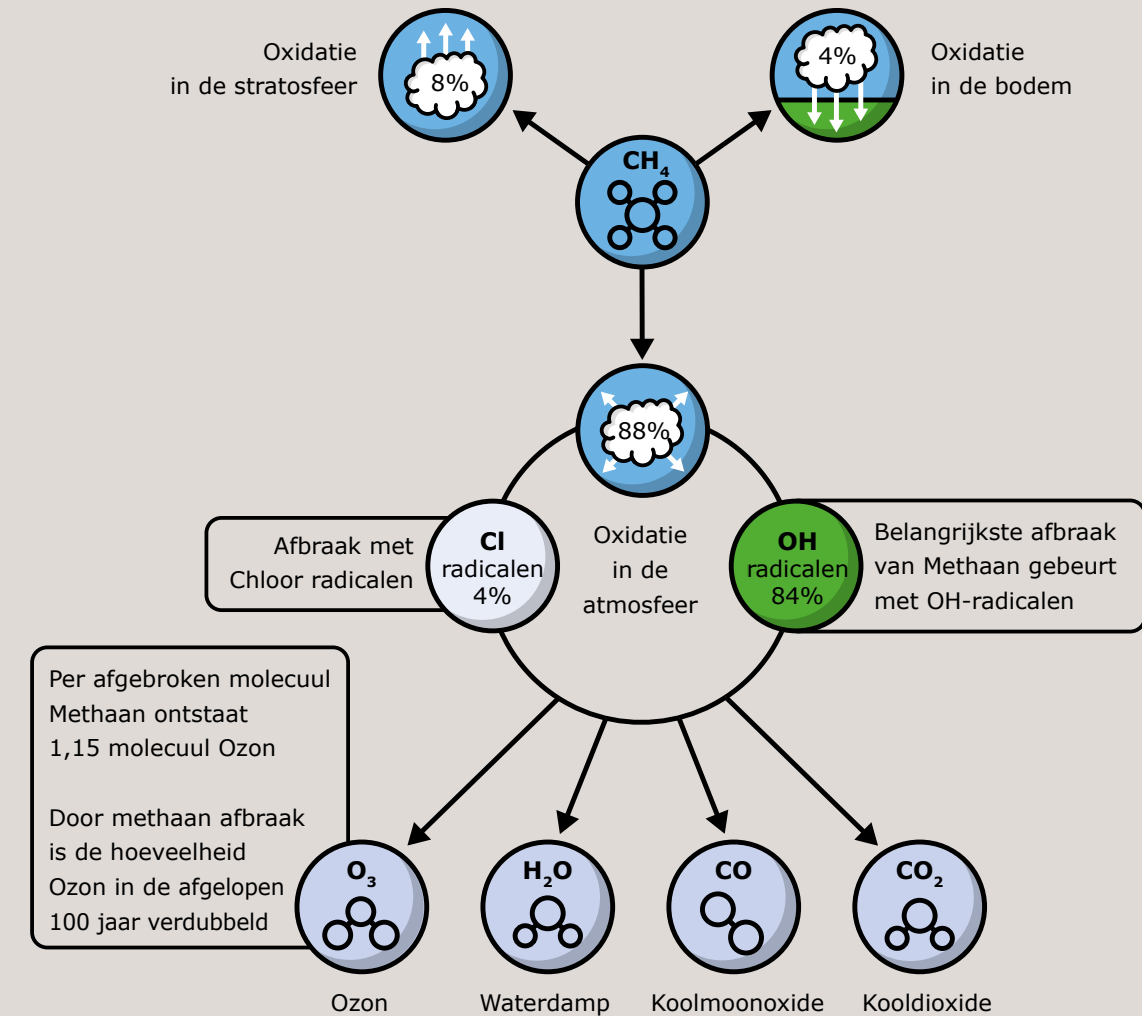
Tabel 1.

De opbrengstdaling door ozonconcentraties in de periode 2002 – 2012 ten opzichte van de situatie met ozon concentraties uit de pre-industriële periode. Bron: Mills et al. (2018)

Gewas	Berekende opbrengstderving (%)
Soja	12.4
Tarwe	7.1
Rijst	4.4
Mais	6.1

De effecten zijn voor soja het grootst in Noord- en Zuid-Amerika, de tarwe wordt het sterkst beïnvloed in India en China, rijst in China, Bangladesh, India en Indonesië en de mais vooral in China en de VS. Onderzoekers wijzen daarom ook op het belang van een vermindering van de methaanemissies vanwege de voedselvoorziening in de wereld.

Afbraak CH₄ Methaan-oxidatie keten





Houden **kooldioxide** en **methaan**
evenveel warmte vast?

Houden kooldioxide en methaan evenveel warmte vast?

De zon stuurt licht en warmte naar de aarde via elektromagnetische straling. We noemen die straling hier verder warmtestraling. Die warmtestraling wordt deels weer teruggekaatst de ruimte in en deels tegengehouden door de zogeheten broeikasgassen. Dat is prettig, want als alle warmte weer zou worden teruggekaatst zou het te koud om te leven zijn op aarde. We hebben er nu echter zoveel van dat de atmosfeer meer opwarmt dan vroeger, we noemen dat het versterkte broeikaseffect. Broeikasgassen dragen allemaal bij aan het tegengehouden of vasthouden van warmtestraling gedurende de tijd dat ze in de atmosfeer zijn. Het ene gas doet dat "beter" dan de ander. Kooldioxide en methaan zijn hierin verschillend.

Per molecuul is CH_4 een sterker broeikasgas dan CO_2 omdat de stralingswarmte van de aarde door CH_4 beter wordt tegengehouden. Dit wordt uitgedrukt als Global Warming Potential (GWP)

Dat is te zien in de linker grafiek van Figuur 8. Als een kilo CH_4 de lucht in komt is vooral aan het begin de opwarmende werking van CH_4 vele malen groter dan die van CO_2 .

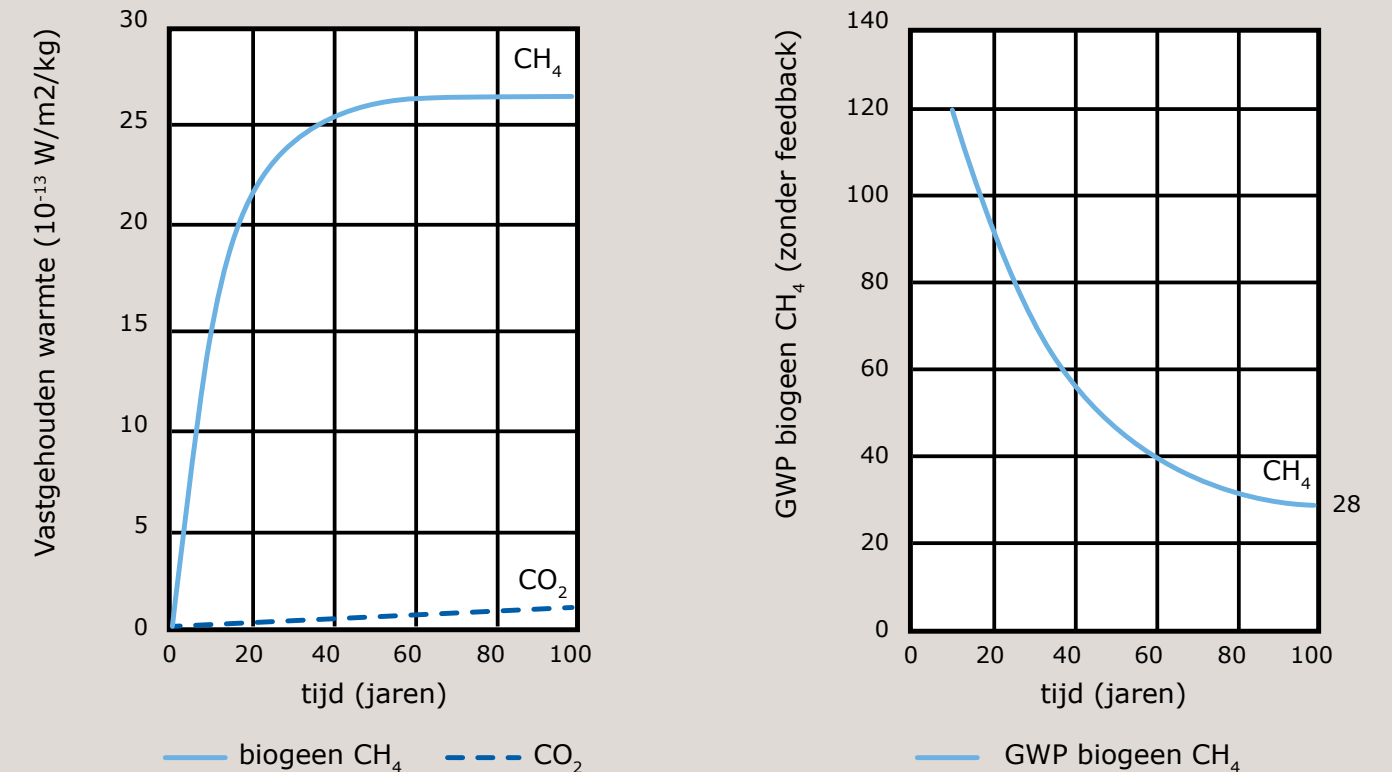
Over de eerste 20 jaar is dat ca 86 keer (GWP20 = 86) Na een aantal jaren neemt de totale vastgehouden warmte niet meer toe, simpelweg omdat er geen CH_4 meer is. Het is vervallen tot CO_2 als onderdeel van de korte koolstofkringloop (zie Kader 2, [vraag 2](#)).

De CO_2 blijft nog steeds warmte vasthouden, zoals is te zien aan de langzaam oplopende lijn in Figuur 8, links. Over een periode van 100 jaar is de CH_4 28 keer zo sterk als CO_2 (GWP100 = 28). Dit wordt geïllustreerd door de rechter figuur.

De waarden voor GWP20 en GWP100 zijn afkomstig van het 5e IPCC rapport (Assessment Report 5, afgekort tot AR5).

Het AR5 noemt voor de GWP100 ook nog een hogere waarde van 34, dus over een periode van 100 jaar is CH_4 34 keer zo sterk als CO_2 . Het verschil zit in de zogeheten "carbon feedback", een doorwerking van effecten in de atmosfeer. Door de stijgende temperatuur neemt de capaciteit van zeewater om CO_2 op te nemen af. Daarnaast zijn er ook effecten op de vegetatie, de hoeveelheid waterdamp in de lucht en de bewolking. Die neveneffecten zijn allemaal meegenomen in de zogeheten carbon feedback, waardoor de GWP nog eens 6 eenheden hoger is en dus eigenlijk niet 28 maar 34 is.

In Figuur 8 is het effect van de CO_2 die ontstaat bij de afbraak van CH_4 bewust niet meegenomen. Het was immers biogeen CH_4 en de CO_2 die ontstaat na afbraak hoort bij de korte koolstofkringloop. Dat geldt niet voor de CO_2 die ontstaat na afbraak van fossiel CH_4 . De GWP-waarden voor fossiel CH_4 zijn daarom iets hoger, namelijk 36, omdat deze toevoeging van CO_2 aan de atmosfeer wel moet worden meegerekend.



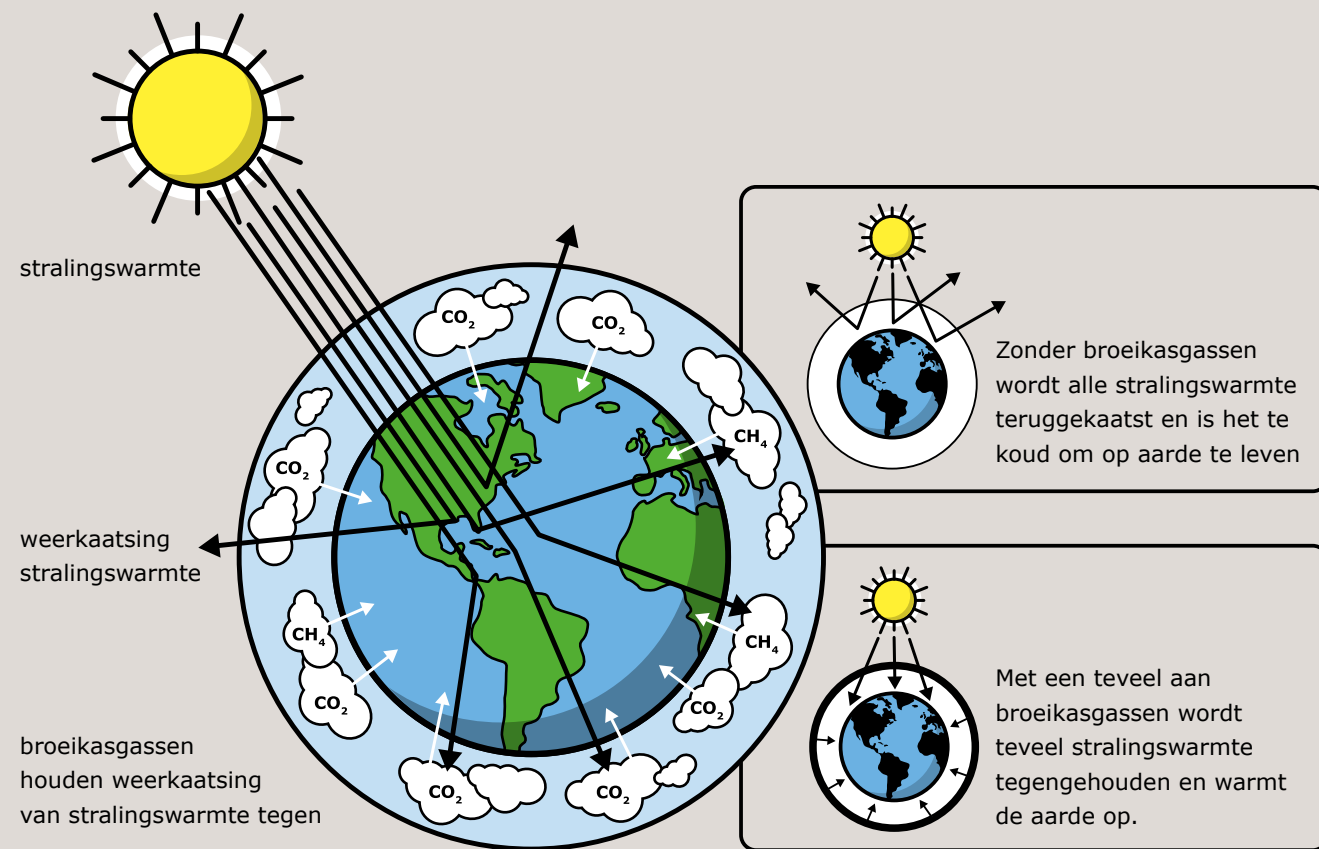
Figuur 8.

Links: De cumulatieve vastgehouden warmtestraling van CO_2 en CH_4 uitgedrukt in 10^{-13} Watt/m²/kg.

Rechts: de verhouding tussen de vastgehouden warmte van 1 kg CH_4 ten opzichte van 1 kg CO_2 .

Bron: IPCC 5th Assessment Report, chapter 8: the physical background.

Werking broeikasgassen, waaronder CH₄ en CO₂





Hoe wordt het totale **broeikasgaseffect** berekend als effect van **gassen** zo verschillend is?

Hoe wordt het totale broeikasgaseffect berekend als effect van gassen zo verschillend is?

Om het broeikaseffect van alle gassen met elkaar te kunnen vergelijken en samen in beeld te brengen moet je de effecten kunnen optellen. Omdat het effect van CH_4 en CO_2 niet hetzelfde is, kun je dat niet zomaar doen, dan zou je appels en peren optellen.

Er zijn verschillende manieren om de opwarmende effecten toch op te kunnen tellen. De meest gebruikte manieren zijn de rekenmethoden GWP20, GWP100 en GWP*. Allemaal drukken ze het opwarmende effect uit van CH_4 ten opzichte van CO_2 . GWP staat voor Global Warming Potential, het vermogen om bij te dragen aan de opwarming van de wereld.

GWP20 en GWP100 geven de verhouding weer tussen de totale vastgehouden warmte van CH_4 t.o.v. CO_2 bij een periode van 20 respectievelijk 100 jaar. Deze waarden zijn af te lezen in de rechter grafiek van Figuur 8 (vraag 6). Omdat de GWP een omrekening is van CH_4 naar CO_2 , wordt deze uitgedrukt in zogeheten CO_2 -equivalenten.

De GWP100 geeft dus in feite aan hoe gedurende een periode van 100 jaar de uitstoot van een hoeveelheid CH_4 verrekend moet worden.

Voor de GWP20 geldt een vergelijkbare verrekening over een periode van 20 jaar.

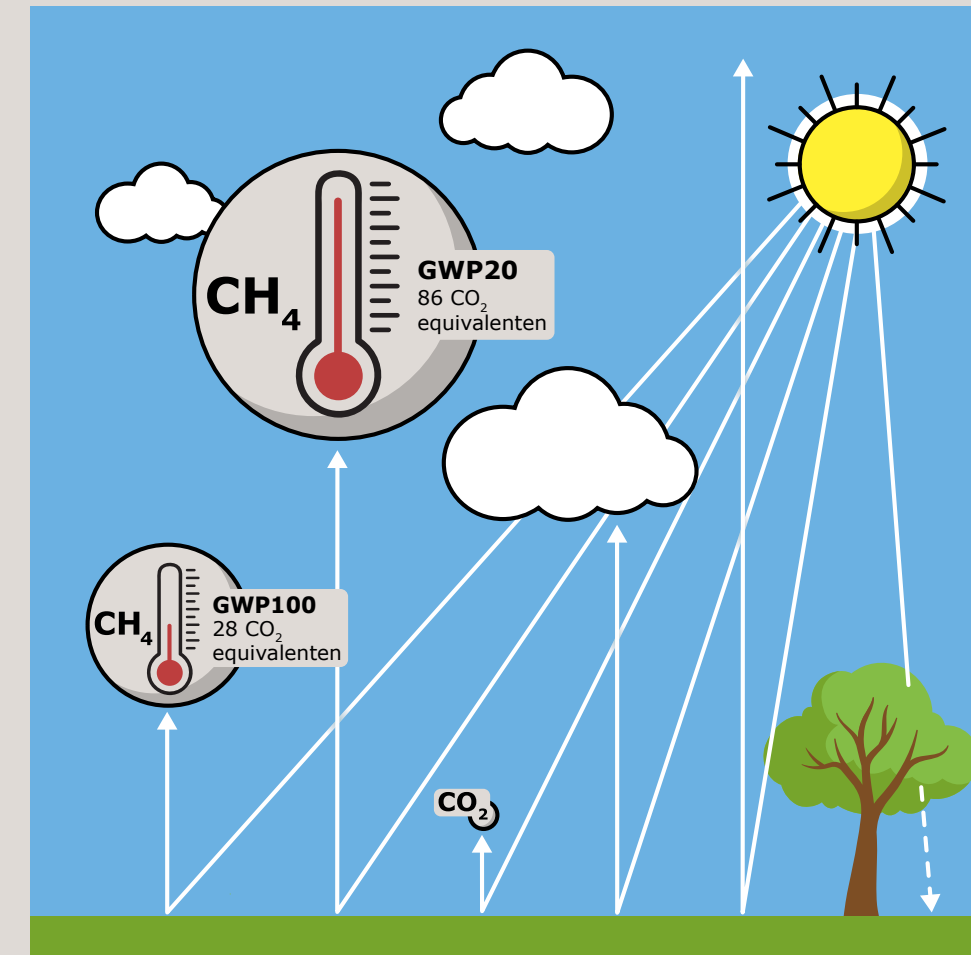
Methaan heeft relatief kortdurend maar heftig broeikaseffect. Smeer je dit uit over een periode van 100 jaar dan is het effect per jaar kleiner dan over een periode van 20 jaar. Zo is bij GWP20 de CH_4 gelijk aan 86 CO_2 -equivalenten, want dan wordt het sterke effect van CH_4 ten opzichte van CO_2 over een korte

tijd verdeeld. Bij een berekening over 100 jaar is dat de GWP van CH_4 nog maar 28 keer zo sterk als CO_2 (28 CO_2 -equivalenten).

De GWP* steekt anders in elkaar. Het houdt rekening met de korte levensduur van CH_4 . Er worden twee dingen gedaan in de GWP*: a) de GWP* kijkt niet naar de uitstoot van het moment, maar naar de verandering van de uitstoot van CH_4 over een bepaalde periode, omdat die verandering invloed heeft op de totale hoeveelheid in de atmosfeer, zoals te zien is in Figuur 7 (vraag 4); en b) de GWP* houdt rekening met het feit dat het grootste effect van CH_4 aan het begin van de periode zit (Figuur 8, vraag 6). In de formule die gebruikt wordt om GWP* te berekenen wordt ook GWP100 gebruikt (Lynch et al., 2020)

Bij een toenemende emissie berekent de GWP* een sterk opwarmend effect in de eerste jaren en daarna een minder sterk effect. Dat is dus een heel andere manier van kijken dan de GWP20 en GWP100 die het gelijkelijk uitsmeren over een periode van 20 dan wel 100 jaar respectievelijk! Het past wel beter bij hetgeen in Figuur 7 (vraag 4) en Figuur 8 (vraag 6) is te zien. Figuur 7 laat zien dat de totale methaanhoeveelheid stijgt als de jaarlijkse uitstoot toeneemt. Figuur 8 laat zien dat het grote effect van CH_4 juist in die periode kort na het moment van uitstoot zit. Omgekeerd berekent de GWP* bij een dalende uitstoot van CH_4 juist een negatieve waarde. Dat past ook wel goed bij het verloop van de methaanhoeveelheid in de linker grafiek van Figuur 7 (vraag 4), waar de totale methaanhoeveelheid afneemt, als de jaarlijkse uitstoot daalt.

Houden CH_4 en CO_2 evenveel warmte vast?



Het opwarmende effect (vasthouden van stralingswarmte) wordt uitgedrukt in GWP (Global Warming Potential). Hierbij wordt CH_4 omgerekend naar CO_2 equivalenten. Bij GWP is de opwarmende werking van methaan gedurende de levensduur gemeten en rekenkundig gelijkmatig verdeeld over 20 resp. 100 jaar. Methaan is een erg sterk broeikasgas, maar wordt gelukkig ook snel afgebroken. Als je dat sterke effect uitsmeert over 20 jaar dan heb je een GWP van 86, smeer je het uit over 100 jaar, dan heb je een GWP van 28.



Hoe zien de **verschillen** tussen **GWP100** en **GWP*** er nu uit voor de landbouw?

Hoe zien de verschillen tussen GWP100 en GWP* er nu uit voor de landbouw?

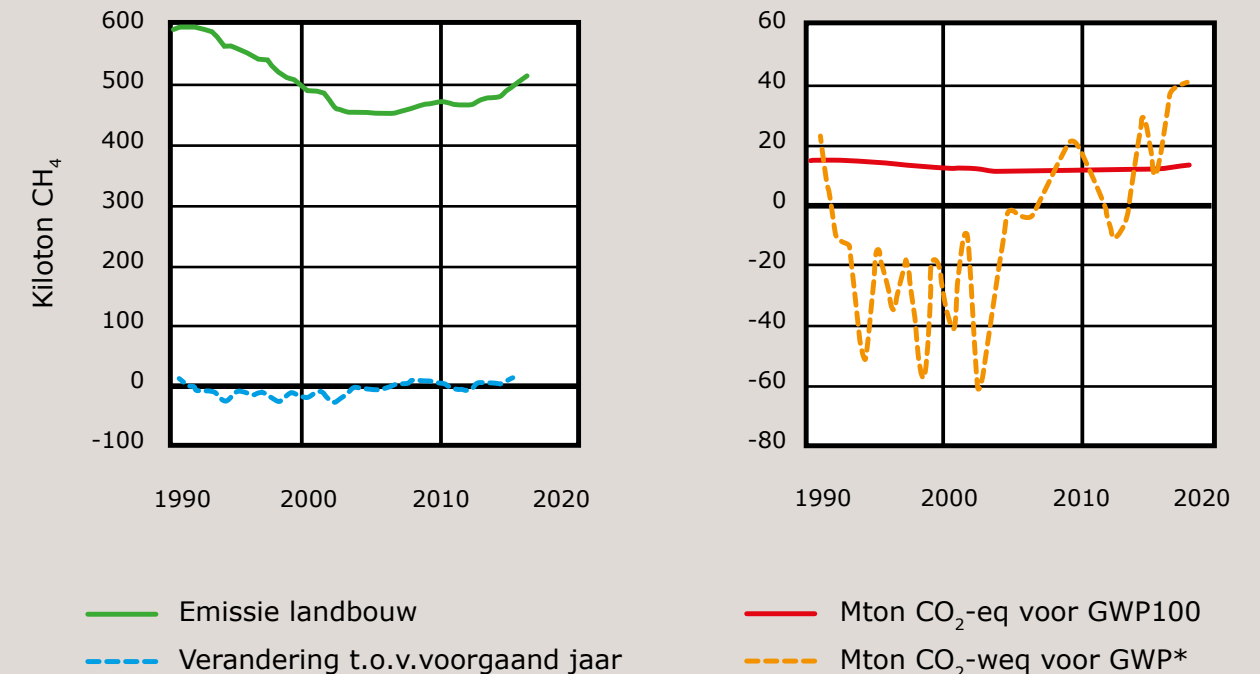
De linker grafiek in Figuur 9 laat de emissie uit de Nederlandse landbouw zien in de periode 1990 – 2016 (de doorgetrokken lijn) en de jaarlijkse verandering in emissies is (de stippellijn). De totale emissie in Nederland schommelt tussen de 450 en 600 kiloton. De veranderingen zitten steeds in de orde van 20-30 kiloton, dat is slechts 5% van de jaarlijkse hoeveelheid.

De rechter grafiek beschrijft wat de hoeveelheden CO₂-equivalenten en CO₂-warmte-equivalenten zijn als deze worden berekend met respectievelijk GWP100 en GWP*. De CO₂-equivalenten (GWP100) gaat over de 450 - 600 kiloton, de CO₂-warmte-equivalenten (GWP*) gaat slechts over de veranderingen van 5%.

De doorgetrokken lijn van de linker grafiek gebruik je om in de rechter grafiek de CO₂-equivalenten met GWP100 te berekenen, de stippellijn van de linker grafiek om de CO₂-warmte-equivalenten met GWP* te berekenen voor de rechter grafiek. Dan zie je dat de lijn van de CO₂-equivalenten/GWP100 een heel rustig verloop kent, terwijl de lijn van de CO₂-warmte-equivalenten/GWP* een grillig verloop heeft.

Door de berekeningswijze worden ook kleine veranderingen in hoeveelheden uitvergroet: de verandering in methaanemissie wordt bij de GWP* berekening meteen volledig afgerekend en niet uitgesmeerd over een lange periode. Dalende emissies van CH₄ in de periode van 1992 tot 2004 zorgen voor een dalend verloop van de lijn met CO₂-equivalenten/GWP100 voor die periode. Voor de stippellijn die in de rechtergrafiek de CO₂-warmte-equivalenten/GWP* beschrijft zie je sterke effecten, die van jaar tot jaar sterk schommelen.

De GWP* legt de nadruk op veranderingen van enkele kilotonnen, terwijl er minder aandacht is voor het niveau van ongeveer 500 kiloton CH₄ dat jaarlijks de lucht in gaat. Dat is bij de doorgetrokken lijn (GWP100) een stuk eenvoudiger te begrijpen, omdat die lijn de jaarlijkse uitgestoten hoeveelheid CH₄ blijft beschrijven. De GWP100 besteedt echter weinig aandacht aan het positieve effect van vermindering van de methaanemissie vanwege de korte levensduur van CH₄. Aan de andere kant neemt de GWP* niet alleen een afname sterker mee, maar ook een toename van de methaanemissie. Dat zie je in de rechtergrafiek van Figuur 9 na 2003 gebeuren toen de Nederlandse landbouw wat meer CH₄ ging uitstoten.



Figuur 9.

De hoeveelheid methaan (in kiloton) per jaar die wordt uitgestoten door de Nederlandse landbouw als geheel (linker grafiek, doorgetrokken lijn) en de verandering in de jaarlijkse hoeveelheid methaan (linker grafiek, stippellijn). De rechtergrafiek geeft de omrekening van de jaarlijkse hoeveelheid methaan naar CO₂-equivalenten via GWP100 (doorgetrokken lijn) en de omrekening van de jaarlijkse verandering naar CO₂-warmte-equivalenten via GWP* (stippellijn). Data afkomstig van de Nederlandse emissieberekeningen.



Welke maat is nu beter om de opwarming van een gas te bepalen GWP100 of GWP*?

Welke maat is nu beter om de opwarming van een gas te bepalen GWP100 of GWP*?

Er wordt in onderzoek, praktijk en beleid gediscussieerd over de vraag of GWP* misschien een betere waarde is dan GWP100 omdat de GWP* de korte termijn effecten beter beschrijft en rekening houdt met de afbraak van CH₄. Bovendien geeft die een veel gunstiger beeld bij een constante of krimpende veestapel dan de GWP100.

Maar om de waarde van GWP* even in perspectief te plaatsen: in Figuur 10 is bijna dezelfde situatie weer-gegeven als in Figuur 9, alleen is de jaarlijkse methaan-uitstoot 400 kiloton lager, dus een veel lagere emissie-snelheid. De jaarlijkse veranderingen blijven gelijk in beide figuren. In de rechtergrafiek van Figuur 10 is te zien dat de GWP100 lager is dan in Figuur 9, maar dat de GWP* exact dezelfde is. De GWP* zegt dus helemaal niets over de absolute emissiesnelheid, terwijl dat gegeven belangrijk is omdat een hoge jaarlijkse uitstoot nog steeds zorgt voor een grote hoeveelheid CH₄ in de atmosfeer. De GWP* zegt iets over de **verandering** in jaarlijkse emissie.

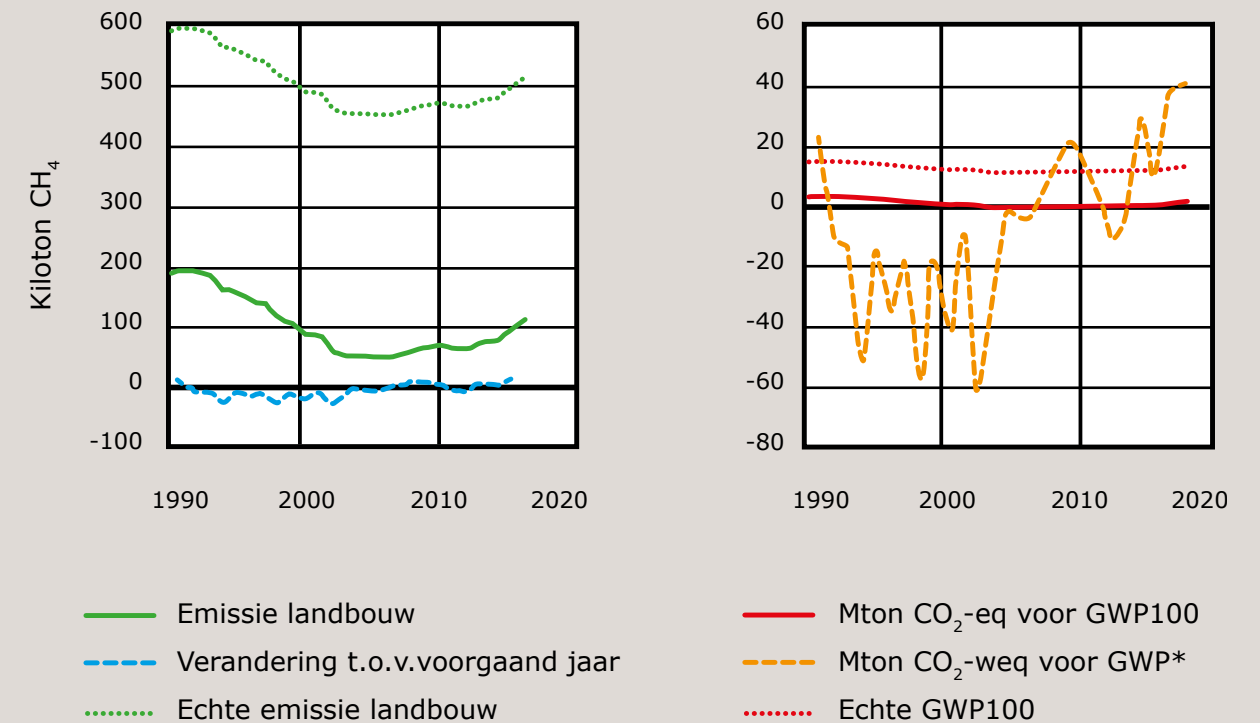
Je kunt de parallel trekken met de auto: de GWP100 geeft een snelheid weer, bijvoorbeeld 30 of 80 km per uur. De GWP* geeft een versnelling weer, van bijvoorbeeld 20 km per uur. De kwestie is dat je met alleen de informatie van de GWP* (de versnelling) niet weet of je van 30 naar 50 of van 80 naar 100 gaat. Als je wilt weten hoe snel je op je doel af rijdt, is juist de snelheid heel belangrijk!

De jaarlijkse emissies van de periode 1990–2020, de doorgetrokken lijnen uit Figuur 9, laten helder zien wanneer de emissie stijgt of daalt. Tegelijk geven de doorgetrokken lijnen ook nog informatie over het absolute niveau van de emissies. Dat absolute niveau is belangrijk, omdat uiteindelijk die hoeveelheid bepalend is voor de

instandhouding van de methaan-“deken” of juist voor de afname daarvan. De GWP100 geeft de emissiesnelheid heel duidelijk weer en de verandering in snelheid iets minder duidelijk. De GWP* besteedt juist veel aandacht aan de verandering in emissiesnelheid, maar geeft geen informatie over de emissiesnelheid, over het absolute niveau van de methaanemissies. De sterke aandacht voor de verandering in snelheid leidt tot een grillig verloop bij beperkte veranderingen van 3–5 %. Zoals Figuur 9 illustreert geeft dat een onrustiger beeld en is het moeilijk te zien wat het effect op de lange termijn nu is. Is de emissie over een langere periode gedaald of gestegen?

De GWP* beschrijft de dynamiek van CH₄ in de atmosfeer wel beter dan de GWP100. Maar aangezien de GWP* een verandering in emissie beschrijft ten opzichte van een voorgaand jaar, kan het niet worden opgeteld bij de emissies van CO₂, omdat die wordt weergegeven in absolute jaarlijkse emissiesnelheden. Dan wordt het weer een kwestie van vergelijken van appels en peren.

Je kunt het effect van CH₄ het beste berekenen door werkelijke methaanhoeveelheden in de atmosfeer te gebruiken. Dat gebeurt ook in complexe meteorologische modellen, die werken niet met GWP-waarden. Daarnaast is een beeld van de methaanconcentratie in de atmosfeer heel illustratief. De Figuren 3 en 4 (vraag 3) spreken voor zich. Maar deze meteorologische modellen zijn weer veel te complex om de effecten per sector in een land in beeld te brengen. De GWP100 is juist ontwikkeld om berekeningen op nationaal of sector niveau te kunnen uitvoeren. De GWP* laat ons wel zien dat de reductie van kort levende gassen een effectieve strategie is om de opwarming van de aarde te vertragen: het besteedt aandacht aan het feit dat vermindering van de methaan-emissie kan helpen om de opwarming af te remmen.



Figuur 10.

Een denkbeeldige hoeveelheid jaarlijkse methaanemissie die 400 kiloton lager is dan de werkelijke hoeveelheid van de Nederlandse landbouw als geheel (linker grafiek, werkelijke hoeveelheid als stippen, de denkbeeldige hoeveelheid als doorgetrokken lijn) met dezelfde verandering in de jaarlijkse hoeveelheid methaan (linker grafiek, stippellijn). De rechtergrafiek geeft de omrekening van de jaarlijkse hoeveelheid methaan naar GWP100 (stippels voor CO₂-equivalenten van de werkelijke en doorgetrokken lijn voor de denkbeeldige hoeveelheid) en de omrekening van de jaarlijkse verandering naar CO₂-warmte-equivalenten via GWP* (stippellijn). Data afkomstig van de Nederlandse emissieberekeningen.



Wat kun je het beste **doen** met **methaan**?



Wat kun je het beste doen met methaan?

Om de opwarming van de aarde terug te dringen is het onontbeerlijk om de emissie van CO₂ naar netto nul te brengen. Omdat CO₂ heel lang in de atmosfeer blijft zal een effect van reductie op de temperatuur op korte termijn niet snel zichtbaar zijn.

Methaan is een kortlevend gas en een reductie zal dus op de lange termijn minder effect hebben op de opwarming van de aarde dan CO₂, echter omdat het een sterk broeikasgas is kan het op korte termijn de opwarmingspiek van de aarde verlagen, zodat we niet boven de 1,5-2°C opwarming komen. Emissiereductie van CH₄ is daarom op de korte termijn een goede strategie. Vermindering van de emissie van methaan betekent echter niet dat het ruimte biedt om minder vaart te maken van de vermindering van CO₂. Methaan draagt wereldwijd 16% bij aan het totale broeikaseffect, CO₂ draagt 66% bij. Methaan is echter "uitgewerkt" na ongeveer 60 jaar, omdat het is verdwenen, maar kooldioxide blijft eeuwenlang nog bijdragen aan het broeikas effect. Het is dus noodzakelijk om de emissie van beide broeikasgassen te verminderen

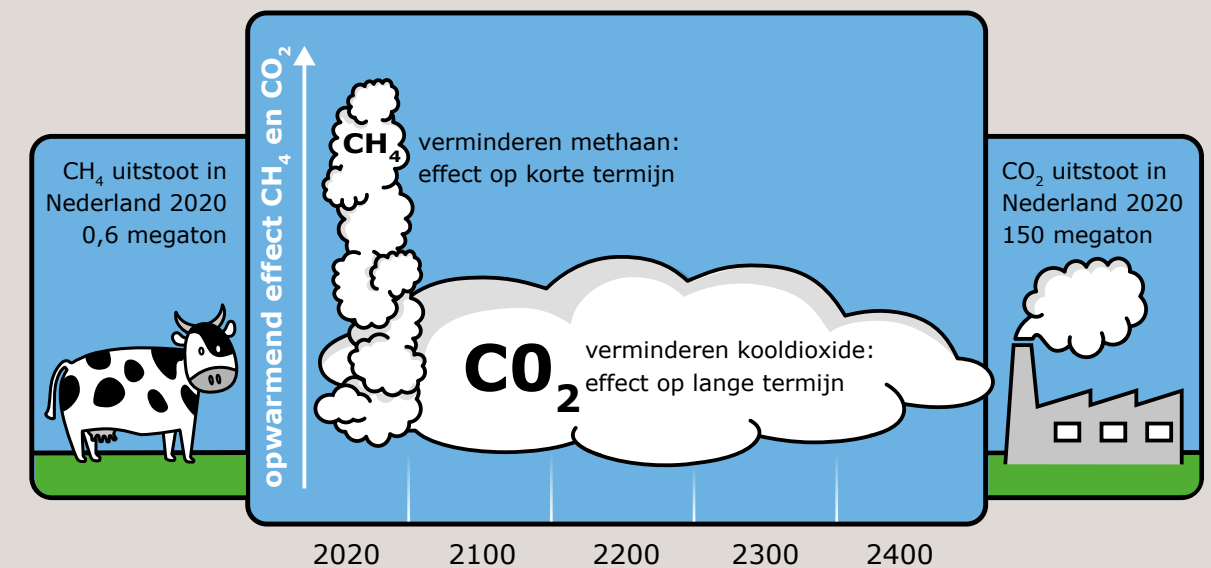
Mondiaal is er nog steeds sprake van een toename van de emissies van CH₄. Methaan heeft een natuurlijke oorsprong uit moerassen en veengronden, maar de toename, zoals in [Figuur 3](#) en [Figuur 4](#) te zien, is te wijten aan het gebruik van fossiele brandstof, rijstbouw, afvalverwerking en veeteelt.

Voor Nederland zijn dan acties om emissies te reduceren in de veehouderij en gaswinning en gasgebruik belangrijke aandachtsgebieden. De emissie van de afvalverwerking en vuilstorten is al vergaand verminderd in de jaren negentig van de vorige eeuw. De teelt van rijst speelt in Nederland geen rol.

Mondiaal gezien neemt het aantal runderen nog steeds toe. Deze stijging vindt vooral plaats in Azië, Afrika en Latijns Amerika, door een groeiende bevolking, een toenemende welvaart (minder armoede) en een sterke verstedelijking in die werelddelen. Deze processen vonden in Europa en de VS in de 20e eeuw plaats. In Noord Amerika en Europa is nu sprake van een stagnerende groei of zelfs stilstand van het aantal landbouwhuisdieren. Toch mag van deze landen een grotere reductie verwacht worden dan het mondiale gemiddelde, vanwege haar onevenredig hoge emissies per hoofd van de bevolking en haar erfenis van de opwarming van de aarde (Lynch & Garnett, 2021).

Bovenstaande toont aan dat de problematiek rondom broeikasgassen meerdere dimensies heeft en dus ook meerdere overwegingen moeten gelden als het gaat om het verminderen van de uitstoot van CH₄ om de opwarming van de aarde te stuiten. Deze zijn uiteraard van milieukundige aard, maar het betreft ook economische groei en sociale gelijkheid.

CH₄ reductie doen en CO₂ reductie niet laten.





Literatuur & colofon

Literatuur

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, G.L. Velthof, J. Vonk en T. van der Zee (2021). **Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2019**. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 203. 238 p.; 26 tab.; 8 figs.; 72 ref.; 32 bijl.

Cady, R.A. (2020): A Literature Review of GWP*: **A proposed method for estimating global warming potential (GWP*) of short-lived climate pollutants like methane**. <https://online.flippingbook.com/view/220951/>

Dlugokencky, Ed (2021) NOAA/GML (gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/)

FAOstat database: www.fao.org, benaderd januari 2022

IPCC (2016) **IPCC 5th Assessment Report, chapter 8**: the physical background.

IPCC (2018) <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter2-1.pdf>.

Jackson R.B., Saunio M., Bousquet P., Canadell J.G., Poulter B., Stavert A.R., Bergamaschi P., Niwa Y., Segers A., Tsuruta A. (2020) **Increasing anthropogenic methane emissions arise equally from agricultural and fossil fuel sources**. Environmental Research Letters 15, 202, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9ed2>.

Lynch, J.; Cain, M.; Pierrehumbert, R.; Allen, M. (2020) **Demonstrating GWP*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and longlived climate pollutants**. Environmental Research Letters 15 (2020) 044023 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6d7e>

Lynch, J. and Garnett, T. (2021). Policy to Reduce Greenhouse Gas Emissions: **Is Agricultural Methane a Special Case?** In: Eurochoices (20) 2 Agricultural Economics Society and European Association of Agricultural Economists (DOI: 10.1111/1746-692X.12317)

Mills, G., Katrina Sharps, David Simpso, Hakan Pleijel, Malin Broberg, Johan Uddling, Fernando Jaramillo, William J Davies, Frank Dentener, Maurits Van den Berg, Madhoolika Agrawal, Shahibhushan B. Agrawal, Elizabeth A. Ainsworth, Patrick Büker, Lisa Emberson, Zhaozhong Feng, Harry Harmens, Felicity Hayes, Kazuhiko Kobayashi, Elena Paoletti, Rita Van Dingenen (2018) **Ozone pollution will compromise efforts to increase global wheat production**. Global Change Biology 2018;24:3560–3574. <https://doi.org/10.1111/gcb.14157>

Myles R. Allen; Keith P. Shine; Jan S. Fuglestedt; Richard J. Millar; Michelle Cain; David J. Frame; Adrian H. Macey (2018) **A solution to the misrepresentations of CO2-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation**. Climate and Atmospheric Science (2018) 1:16 ; doi:10.1038/s41612-018-0026-8

Tie, X.X.; jim-Kao, C.Y.; Mroz, E.J. (1992) **Net yield of OH, CO and O3 from the oxidation of atmospheric methane**. Atmospheric Environment 1992: 26A, pp 125 – 136.

Van Dingenen, R., Crippa, M., Maenhout, G., Guizzardi, D., Dentener, F., 2018. **Global trends of methane emissions and their impacts on ozone concentrations**, EUR 29394 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-96550-0, doi:10.2760/820175, JRC113210

Colofon

Auteurs:
Theun Vellinga en Karin Groenestein
Wageningen Livestock Research

In opdracht van:
Het ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

Uitgave:
Wageningen Livestock Research
De Elst 1
6708 WD Wageningen
T 0317 483 953

Grafisch ontwerp:
Rob Gros, Twaalfdozijn

Fotografie:
Jeroen Bouman (pagina 4, 8, 22, 40)

WUR © September 2022

