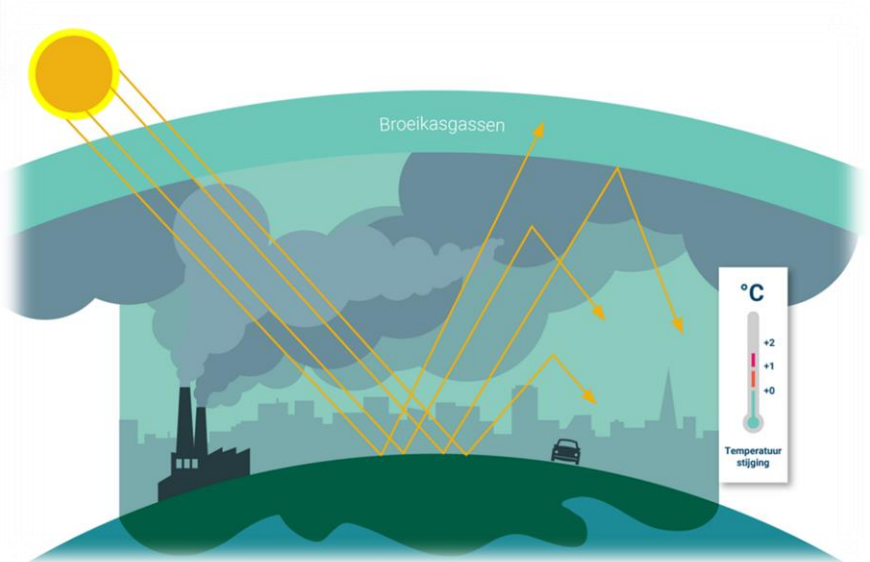


# Smart onderzoek

(kunnen 3D-printers een rol spelen in de reductie van broeikasgassen in de Nederlandse industrie?)



De bronnen voor de bovenstaande afbeeldingen kunt u terug vinden in de bronnenlijst.

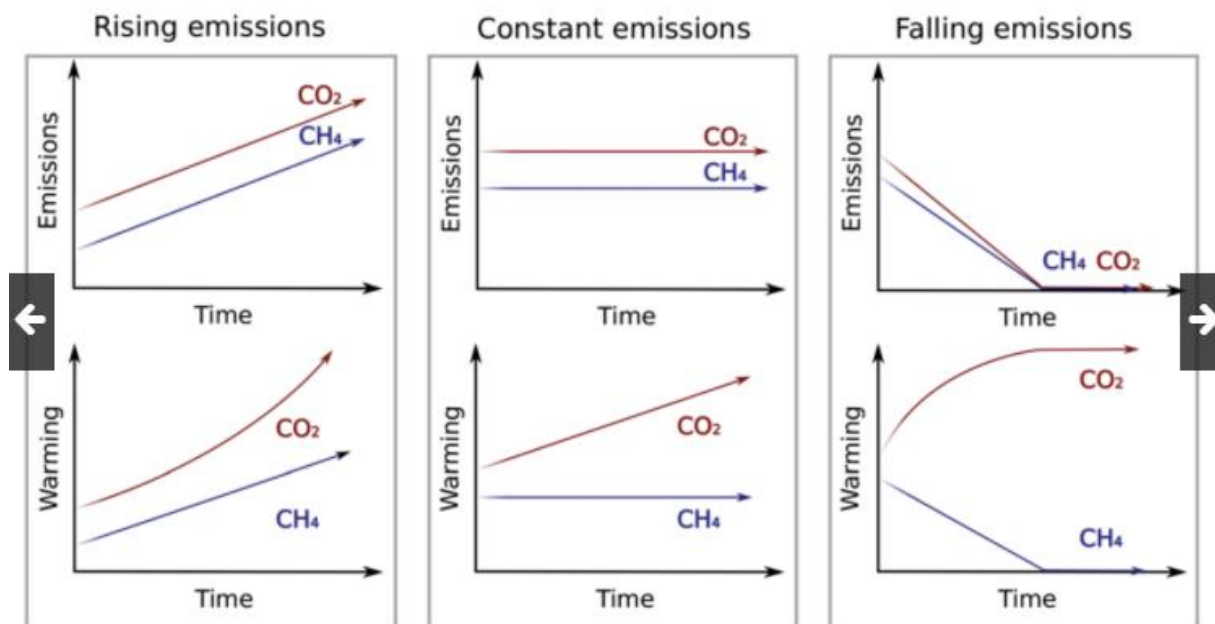
## Waarom zijn broeikasgassen slecht voor het milieu?

Broeikasgassen dragen bij aan de opwarming van de oppervlakte en de atmosfeer van onze planeet dit heeft grote gevolgen zoals; het terugtrekken van gletsjers, het smelten van de poolkappen met als gevolg dat de zeespiegel stijgt, leefgebieden die krimpen of juist uitbreiden, ecosystemen die op omvallen staan, extremer weer, etc (Ramanathan & Feng, 2009)(Milieucentraal, z.d.).

Broeikasgassen dragen bij aan de opwarming van de aarde doordat deze gassen als een extra deken rondom de aarde werkt. De planeet ontvangt haar warmte van de zon. Ongeveer 30% van die warmte wordt gelijk terug de ruimte in gereflecteerd en ongeveer 70% van die warmte wordt geabsorbeerd door de aarde zelf. Een gedeelte van de warmte die de aarde absorbeert verliest het ook weer. De aarde warmt op en door warmtestraling (zoals infrarood) verliest het ook weer een gedeelte van die warmte. Door de steeds meer toenemende concentratie broeikasgassen in onze atmosfeer wordt de deken rondom de aarde steeds dikker. Hierdoor heeft de warmtestraling die van het oppervlakte komt steeds meer moeite om terug de ruimte in te gaan. De deken houdt in principe de warmtestraling vast in de atmosfeer. Er komt hierdoor steeds meer disbalans van de inkomende warmte en uitgaande warmte (Ramanathan & Feng, 2009).

## Welke broeikasgassen zijn er?

Er zijn meerdere broeikasgassen, de een is meer schadelijk dan de ander. De bekendste van de broeikasgassen is CO<sub>2</sub> ook wel Koolstofdioxide genoemd. Koolstofdioxide komt voornamelijk vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen als aardolie, steenkolen en aardgas. Ook worden er steeds meer bossen gekapt om ruimte te maken voor landbouwgronden. De bossen houden normaal een grote hoeveelheid CO<sub>2</sub> vast en kunnen van CO<sub>2</sub> weer zuurstof maken (Milieucentraal, z.d.).



Afbeelding 1, (KNMI, 2020)

Methaan ( $\text{CH}_4$ ) is een broeikasgas dat voornamelijk vrij komt bij de veeteelt, koeien schapen en geiten produceren methaan wanneer zij hun eten verteren. Methaan is een sterk broeikasgas. Dit omdat 1 kilo methaan hetzelfde effect heeft als 28 kilo  $\text{CO}_2$ . Methaan is een sterker broeikasgas omdat het meer warmtestraling vanuit de aarde tegenhoudt dan koolstofdioxide dat doet. Een voordeel van methaan ten opzichte van koolstofdioxide is dat methaan maar relatief kort in de atmosfeer blijft. Ter vergelijking; 10 jaar tegenover de meer dan honderden jaren dat koolstofdioxide in de atmosfeer blijft. Het molecuul methaan vervalt in de verloop van de tijd in waterdamp en ozon, waterdamp en ozon zijn ook broeikasgassen maar van nature al aanwezig in de atmosfeer en veel minder schadelijk. Koolstofdioxide vervalt echter bijna niet waardoor het heel lang een opwarmend effect heeft. Als vandaag wordt gestopt met de uitstoot van  $\text{CO}_2$  dan zal de temperatuur nog voor vele jaren door blijven stijgen (KNMI, 2020).

Lachgas komt vrij uit de grond, vooral uit grond die natuurlijk of kunstmatig is bemest. Lachgas wordt ook een sterkbroeikasgas genoemd, 1 kilo lachgas staat gelijk aan 265 kilo koolstofdioxide. Lachgas is een stof die niet reageert met andere stoffen of oplost in water. Lachgas wordt afgebroken in de stratosfeer, deze bevindt zich op meer dan 20 km hoogte. Lachgas wordt daar afgebroken door de UV straling van de zon. Tussen de verschillende luchtlagen in de atmosfeer vindt bijna geen uitwisseling plaats. Dat betekent dat lachgas uit lagere luchtlagen zich bijna niet verplaatst naar de stratosfeer waar het afgebroken kan worden. In de praktijk betekent dit dat de lachgas moleculen vaak meer dan 100 jaar aanwezig blijven (KNMI, 2017).

Waterdamp is ook een broeikasgas dat ongeveer twee derde van de natuurlijke broeikasgassen vertegenwoordigt, iets wat veel mensen niet weten. Door de opwarming van de aarde wordt de lucht ook steeds warmer. Hoe warmer de lucht is hoe meer waterdamp het kan bevatten. Waterdamp is een broeikasgas dat zich daardoor zelf versterkt. Wolken bestaan daarbij ook uit waterdamp, wolken functioneren als een deken rondom de aarde heen. Door meer waterdamp in de atmosfeer ontstaan er ook meer wolken waardoor het effect alleen nog maar meer wordt versterkt. De hoeveelheid water die de lucht kan bevatten neemt met +/- 7% toe bij elke graden dat de temperatuur stijgt (KNMI, z.d.) (milieucentraal, z.d.).

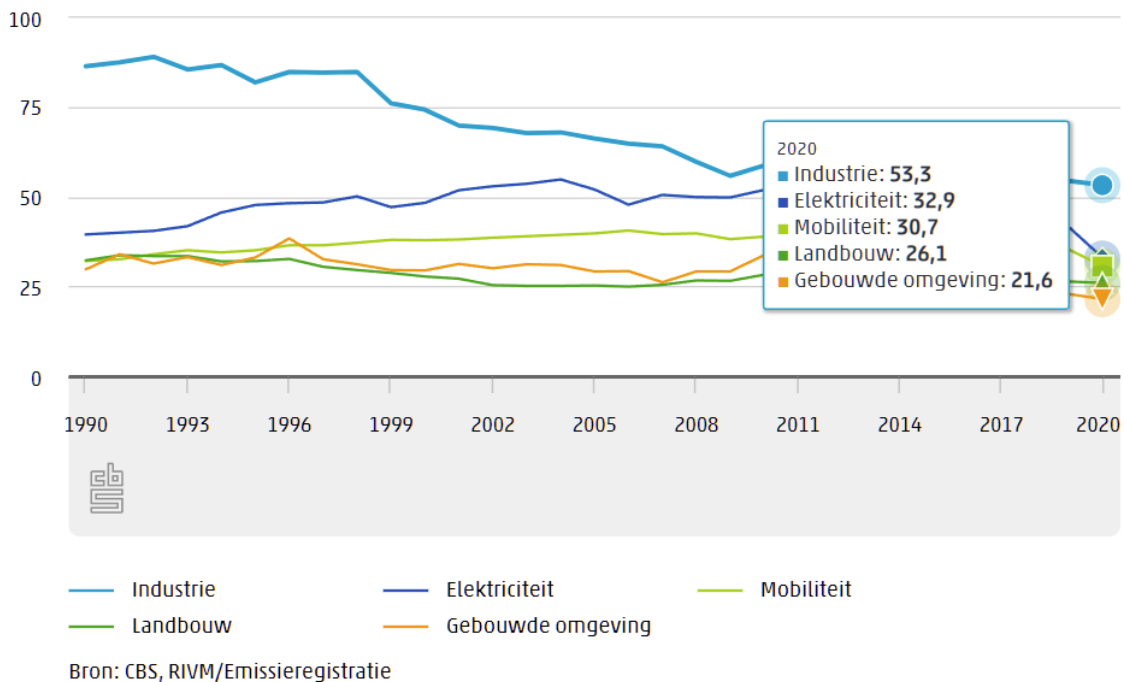
Als laatste van de meest belangrijke broeikasgassen hebben we de fluorgassen. De bekendste fluorgassen zijn HFK's en PFK's. In de vorige eeuw zijn al afspraken gemaakt die moeten voorkomen dat deze broeikasgassen vrijkomen in de atmosfeer, de fluorgassen komen voornamelijk voor in spuitbussen, koelkasten en airco's. HFK's en PFK's worden ook wel sterke broeikasgassen genoemd doordat zij infrarood straling absorberen en dus relatief veel energie kunnen vasthouden in de vorm van warmte, daarbovenop blijven fluorgassen erg lang in de atmosfeer hangen. De 5 meest gebruikte fluorgassen zijn tussen de 150 en 5000 keer sterker dan  $\text{CO}_2$  is als broeikasgas, er zijn zelfs fluorgassen die 12.500 keer zo sterk zijn als  $\text{CO}_2$  (Rivm, 2018).

### **Hoeveel en welke broeikasgassen stoot de Nederlands Industrie uit?**

De wetenschappelijke data die tot mijn beschikking staat rekent alle soorten broeikasgassen om naar een  $\text{CO}_2$ -equivalent, dit houdt in dat bijvoorbeeld één ton Koolstofdioxide gelijk staat aan 265 ton  $\text{CO}_2$ . In de volgende grafiek is te zien hoeveel de Nederlandse industrie uitstoot in  $\text{CO}_2$ -equivalent;

## Uitstoot broeikasgassen naar sector

megaton CO<sub>2</sub>-equivalent



Afbeelding 2, (CBS, z.d.)

In de grafiek valt te zien dat de Nederlandse industrie in 2020 er 53,3 megaton CO<sub>2</sub>-equivalent is uitgestoten. Er is ook een daling te zien in de uitstoot vergeleken met eerdere jaren wat betekent dat de industrie al bezig is met het verduurzamen, het antwoordt op de hoofdonderzoeksvraag zal blijken of 3D-printers daar mogelijk ook nog een verdere rol in kunnen spelen (CBS, z.d.). Consultancy.nl beschrijft wel dat ongeveer 94% van de totale CO<sub>2</sub>-equivalent uitstoot afkomstig is van CO<sub>2</sub> zelf, dit komt neer op 49,9 megaton CO<sub>2</sub> uitstoot. Het verminderen van de CO<sub>2</sub> uitstoot alleen zal daarom ook het meeste bijdrage aan de reductie van broeikasgassen in de Nederlandse industrie.

### Hoe kunnen 3D-printers de uitstoot van broeikasgassen verminderen?

De winst van 3D-printen in het gevecht tegen de uitstoot van broeikasgassen is te behalen in verschillende stadions van de levenscyclus van een product. Als gekeken wordt naar de totale CO<sub>2</sub>-voetafdruk van een product en de levens cyclus daarvan zijn er een aantal factoren die meespelen, je hebt het vervoer wat mee telt in de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van een product, het materiaal waarvan het gemaakt wordt en de CO<sub>2</sub> dat wordt uitgestoten om het materiaal te verkrijgen en de uitstoot dat komt kijken bij de bewerkingen tot product(R.Weitekamp, 2019).

3D-printers kunnen unieke vormen produceren, deze unieke vormen zijn vaak sterker dan de normaal gebruikelijke vormen. De unieke vormen die met 3D-printers gemaakt kunnen worden zorgen vaak ook voor een reductie in de hoeveelheid materiaal die benodigd is. Dit is het eerste punt waarop 3D-printers al voor een besparing in de uitstoot van CO<sub>2</sub> zorgen, er zijn minder grondstoffen nodig om hetzelfde product te maken. Een andere bijkomstigheid van 3D-printers is dat deze in hun productieproces bijna geen afval produceren, doordat zij complexe vormen laag voor laag kunnen

opbouwen ontstaat er bijna geen afval. De benodigde hoeveelheid grondstoffen wordt hierdoor ook veel minder.

Het fabricageproces van producten zal ook veranderen door het gebruik van 3D-printers. Waar eerst een product werd gemaakt door een spuitgiet kan dit nu worden gedaan door een 3D-printer. De winst hiervan zit hem in de benodigde energie per productieproces. In dit geval vergelijken we een DLP printer met de traditionele spuitgiet methode. Het energieverbruik van de DLP printer maar 1% in vergelijking met dat van de spuitgiet. Deze reductie in hoeveelheid benodigde energie kan ervoor zorgen dat een bedrijf veel minder energie gaat verbruiken. De opwekking van deze energie zorgt momenteel nog voor een grote uitstoot van  $\text{CO}_2$ . De toekomst moet uitwijzen hoeveel productieprocessen op basis van dit principe vervangen kunnen worden door 3D-printers. En natuurlijk zijn er ook soorten 3D-printers die meer energie verbruiken dan de huidige productiemethodes. De verwachting is dat 3D-printers in de toekomst alleen maar energiezuiniger zullen worden omdat de huidige technologie nog in de kinderschoenen staat (R.Weitekamp, 2019).

Wanneer elk bedrijf in de toekomst overstapt op 3D-printers voor hun productieprocessen zullen er ook een hoop minder transportbewegingen gaan plaatsvinden, complexe transportketens en supply-chains zullen stukken simpeler gaan worden. In dat geval zullen bedrijven geen behoefte meer hebben aan halffabricaten. Omdat zij deze nu zelf kunnen maken, is er minder magazijnruimte nodig en er kan geproduceerd worden wanneer er vraag naar is. Bedrijven zullen alleen nog afhankelijk zijn van de grondstoffen voor de printers zelf. Nog een bijkomend voordeel is dat als producten getransporteerd moeten worden deze ook stukken lichter zullen zijn om de redenen die ik al genoemd heb bij het fabricageproces. Lichtere producten bij transport zorgen voor een lagere  $\text{CO}_2$  uitstoot omdat de voertuigen die de producten verplaatsen minder energie nodig zullen hebben (R.Weitekamp, 2019).

De Universiteit van Delft heeft berekend dat 3D-printers mogelijk de wereldwijde energieconsumptie in 2050 met 25% kunnen verlagen door alle bovengenoemde voordelen van 3D-printers (Verhoef et al., 2018).

## **Conclusie:**

Op de vraag “kunnen 3D-printers een rol spelen in de reductie van broeikasgassen in de Nederlandse industrie?” mag voorzichtig geconcludeerd worden dat dit zeker een mogelijkheid is. Zoals ook te zien is in de afbeelding 2, leveren de mobiliteit en energie sectoren ook grote bijdrage in de totale uitstoot van broeikasgassen. 3D-printers zullen direct en indirect voor een grote reductie van broeikasgassen zorgen, hoe snel dit gebeurd is afhankelijk van de technologie en de bereidheid van de industrie om deze nieuwe technologie te omarmen.

# Bronnenlijst

- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2021, 20 oktober). *Welke sectoren stoten broeikasgassen uit?* Geraadpleegd op 23 december 2021, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoofdcategorieen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit>
- Consultancy.nl. (2020, 28 mei). *Welke sectoren stoten het meeste CO2 en broeikasgas uit?* Consultancy. Geraadpleegd op 23 december 2021, van <https://www.consultancy.nl/nieuws/28507/welke-sectoren-stoten-het-meeste-co2-en-broeikasgas-uit>
- Dutchitchannel. (2017, 30 oktober). *HP en GE in top-5 industriële 3D-printer leveranciers* [Foto]. Dutchitchannel. <https://dutchitchannel.nl/586975/hp-en-ge-in-top-industriele-d-printer-leveranciers.html?field=xBinary172501&width=712&maxheight=260>
- Greenpeace. (2020, 14 september). [https://scientias.nl/wp-content/uploads/2018/11/industry\\_smoke\\_1542890789.jpg](https://scientias.nl/wp-content/uploads/2018/11/industry_smoke_1542890789.jpg) [Illustratie]. Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-netherlands-stateless/2020/11/47519f46-broeikas-effect-1024x674.png>
- KNMI. (z.d.). *KNMI - Broeikasgas waterdamp*. Geraadpleegd op 21 december 2021, van <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/broeikasgas-waterdamp>
- KNMI. (2017, 12 mei). *KNMI - Lachgas – niet alleen om te lachen*. Geraadpleegd op 23 december 2021, van <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/lachgas-niet-alleen-om-te-lachen>
- KNMI. (2020, 16 juni). *KNMI - Klimaateffecten van methaan*. Geraadpleegd op 23 december 2021, van <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/klimaateffecten-van-methaan>

Milieu Centraal. (z.d.). *Wat is het broeikaseffect?* Geraadpleegd op 20 december 2021, van <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/wat-is-het-broeikaseffect/>

Ramanathan, V., & Feng, Y. (2009). Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives. *Atmospheric Environment*, 43(1), 37–50.  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.063>

RIVM. (2016, 13 januari). *Bijdrage HFK's aan broeikaswerking*. Geraadpleegd op 23 december 2021, van <https://www.rivm.nl/fluorkoolwaterstoffen/bijdrage-hfk-s-aan-broeikaswerking>

Scientias. (2018, 22 november). *Concentratie broeikasgassen bereikt recordhoogte* [Foto]. Scientias. [https://scientias.nl/wp-content/uploads/2018/11/industry\\_smoke\\_1542890789.jpg](https://scientias.nl/wp-content/uploads/2018/11/industry_smoke_1542890789.jpg)

Verhoef, L. A., Budde, B. W., Chockalingam, C., García Nodar, B., & Van Wijk, A. J. (2018). The effect of additive manufacturing on global energy demand: An assessment using a bottom-up approach. *Energy Policy*, 112, 349–360.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.034>

Weitekamp, R. (2021, 7 december). *Why 3D Printing Is a Critical Part of the Battle Against Climate Change*. Medium. Geraadpleegd op 17 december 2021, van <https://medium.com/polyspectra-wavefront/why-3d-printing-is-a-critical-part-of-the-battle-against-climate-change-726e493a3f58>

