

RAPPORT

# PRELIMINARY CLIMATE SOLUTIONS ASSESSMENT

12 - 07 - 2021

**DRAWDOWN  
EUROPE**

research  
association

# Colofon

---

## **Preliminary Climate Solution Assessment**

De Preliminary Climate Solution Assessment (PCSA) is ontstaan naar aanleiding van het ambitieuze Gelders klimaatplan. De provincie heeft nauwkeurig inzicht in energetische emissies. De PCSA verschaft inzicht in de niet energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen en de potentiële emissiereductie aan de hand van relevante klimaatoplossingen.

## **Auteurs**

Jonah Link, Iris Grobben, Wietse Slob, Pepijn Duijvestein, Roy Straver & Roos Janssen

## **Publicatiedatum**

12 - 07 - 2021

## **Partners**

Provincie Gelderland - Klimaat intensivering

Quintel - Energy Transition Model

New Economy - Data analyse

---

**Drawdown Europe Research Association**

Vegastraat 56

1033 HW Amsterdam

Nederland

# MANAGEMENT SAMENVATTING

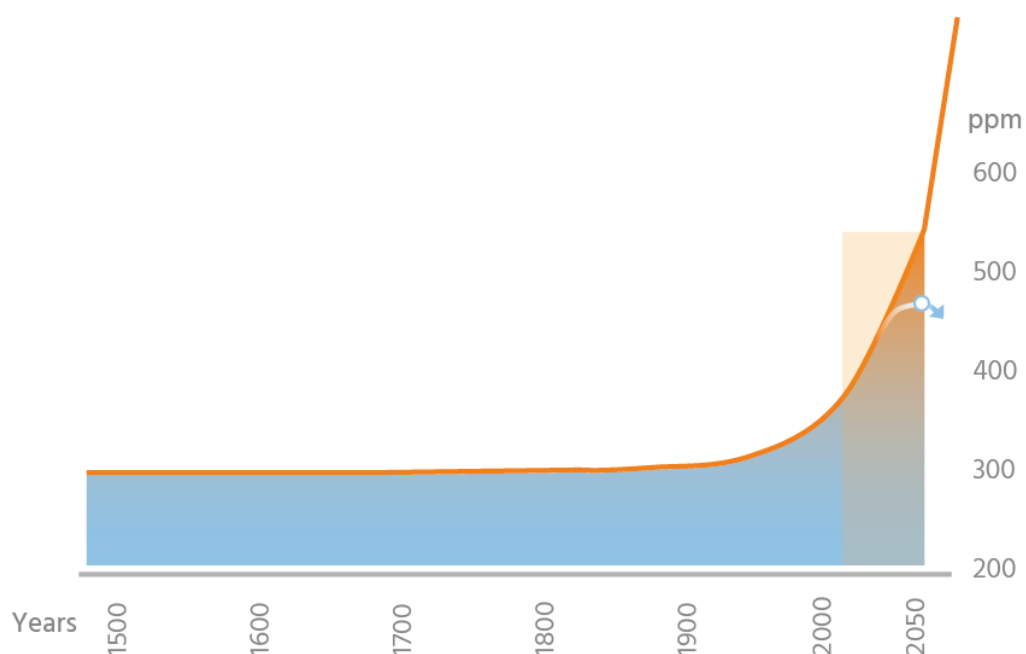
Bron foto: Stichting Herenboeren Nederland

**DRAWDOWN**  
**EUROPE**

research  
association

**Context** Het ambitieuze Gelders Klimaatplan zet in op een klimaatneutrale regio, waar in 2050 alleen nog duurzame energie wordt gebruikt en geen schadelijke hoeveelheden broeikasgassen meer worden uitgestoten. De provincie Gelderland heeft reeds nauwkeurig inzicht in de energetische emissies die in de regio ontstaan. Nu is de behoefte om meer inzicht te verkrijgen in de niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen en de potentiële emissiereductie aan de hand van relevante klimaatoplossingen.

**Drawdown** Drawdown Europe Research Association (DERA) is door de provincie gevraagd deze emissies in kaart te brengen, met de potentie voor emissiereductie en -vastlegging van relevante Drawdown klimaatoplossingen. DERA is een onafhankelijke organisatie die in samenwerking met Project Drawdown de Drawdown oplossingen naar Europese context brengt. Project Drawdown® is een non-profitorganisatie die middels integrale en holistische modellen en concrete klimaatoplossingen het punt "Drawdown" wil bereiken. Drawdown is het toekomstige tijdstip waarop de niveaus van broeikasgassen in de atmosfeer stoppen met stijgen en gestaag beginnen af te nemen.



Figuur 1: Het punt van Drawdown

**Preliminary Climate Solutions Assessment (PCSA)** Het doel van de PCSA is enerzijds om de reductie potentie van niet-energetische broeikasgassen in kaart te brengen. En anderzijds een eerste stap zetten naar het modelleren van het vastleggen van broeikasgassen. Het is van belang dat de reductie en vastlegging van broeikasgassen apart berekend worden.

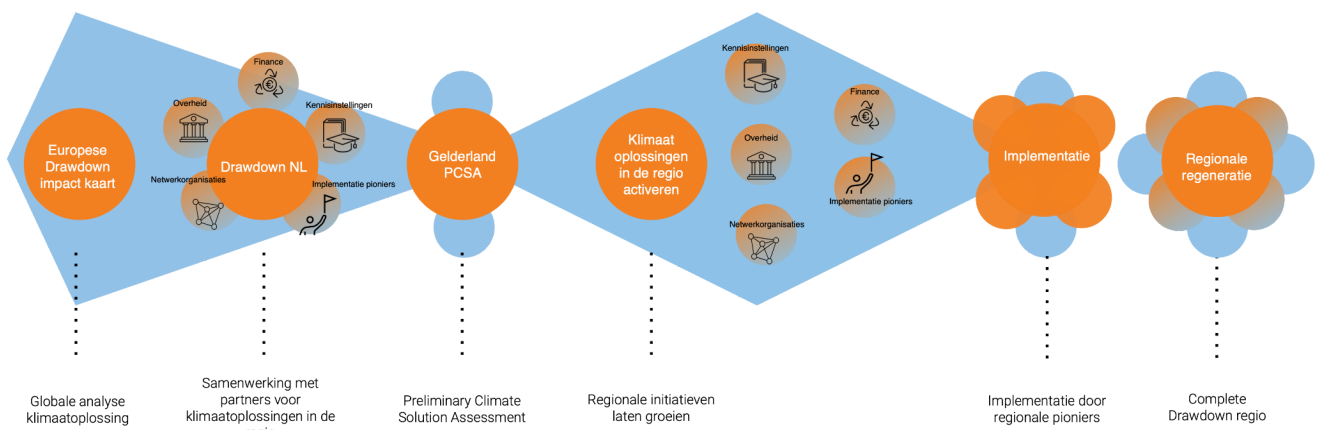
Verdieping

Dit rapport is opgesteld in aanvulling op het reeds voor de provincie Gelderland ontwikkelde Energie Transitie Model (ETM), waarin de bronnen van energetische koolstofdioxide voor de vier sectoren in kaart zijn gebracht (landbouw & landgebruik, industrie & bedrijven, gebouwde omgeving, mobiliteit). Deze PCSA richt zich op de niet-energetische broeikasgassen. Te gebruiken in aanvulling op het ETM (zie bijlage 1).

De PCSA is gestart middels een nulmeting waar de emissiebronnen en emissies in de provincie Gelderland in kaart gebracht zijn. De niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen (methaan (CH<sub>4</sub>), HFK's (23,32,152a,143a,134a,125,)), PFK 14 en 116 en Overige PFK's) zijn geclusterd per sector (landbouw & landgebruik en bedrijven & industrie, gebouwde omgeving, mobiliteit) en gekoppeld aan Drawdown oplossingen die de meeste potentie geven voor reductie en vastlegging van deze emissies. Op basis van de Gelderse context zijn er verschillende scenario's uitgewerkt voor de meest kansrijke oplossingen.

**Context Preliminary Climate Solutions Assessment**

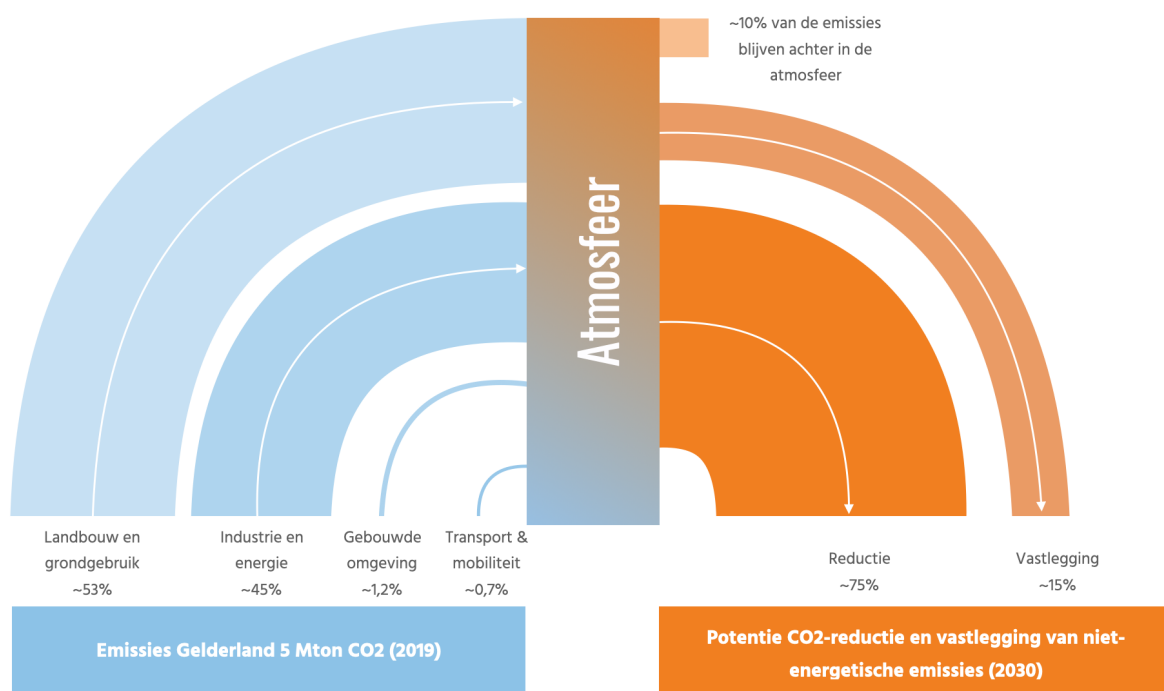
De PCSA is een regionale vertaling van de mondiale Drawdown modellen. Het geeft een eerste indicatie van de potentie van klimaatoplossingen in de regio. Vanuit de PCSA kan de provincie identificeren welke regionale initiatieven verder kunnen groeien middels beleid, programma's en financieringen, om te komen tot implementatie en een regeneratieve regio. Aan de slag!



## Uitgelicht

**Belangrijkste inzichten uit de PCSA**

- 85% van de emissies (niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen) is terug te leiden naar 8,5% van de emissiebronnen (met zwaartepunt op de sectoren landbouw & landgebruik en industrie & bedrijven).
- 47 Drawdown oplossingen kunnen reductie en vastlegging van deze emissies realiseren.
- Er zijn 16 kansrijke oplossingen en innovaties voor de emissies uit landbouw & landgebruik en industrie & bedrijven. Een optelsom van het potentieel zorgt voor een reductie van 3,37 Mton in 2030. Dit is vergelijkbaar met de complete energiedoelstellingen in Gelderland of met een optelsom van de reductiedoelstellingen van industrie en mobiliteit.
- Stortplaatsen vormen een belangrijke bron van methaan emissies. Afvang en compostering zijn oplossingen die zorgen voor een reductie. Ook heeft het sluiten van één of meerdere stortplaatsen een grote potentie.



Drawdown Europe - Preliminary Climate Solution Scan Gelderland (2021)

Figuur 2. Potentie "Drawdown" voor niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen in Gelderland op basis van de Drawdown oplossingen.

# Inhoudsopgave

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Management samenvatting</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Inhoudsopgave</b>   | <b>4</b>  |
| <b>H1. Inleiding</b>   | <b>7</b>  |
| <b>H2. Huidige emissies &amp; emissiebronnen</b>   | <b>9</b>  |
| Emissiebronnen en emissies per sector  | 11        |
| Relevante klimaatoplossingen   | 11        |
| Verder verdiepen in deze resultaten?   | 12        |
| <b>H3. Aan de slag met klimaatoplossingen</b>  | <b>13</b> |
| Klimaat is meer dan de energietransitie  | 13        |
| Actie is de eerste en enige manier   | 13        |
| Landbouw & Landgebruik   | 14        |
| Huidige emissiebronnen & emissies  | 14        |
| Gelderse klimaatplan: potentieel voor reductie & vastlegging   | 14        |
| Concreet aan de slag met klimaatoplossingen: landbouw & landgebruik  | 15        |
| Biochar  | 16        |
| Toelichting oplossing  | 16        |
| Conserverende en regeneratieve landbouw  | 17        |
| Nutriëntenbeheer   | 19        |
| Plantenrijk dieet  | 21        |
| Voedselverspilling tegengaan   | 23        |
| Bosbeweiding   | 24        |
| Teelt tussen bomen, innovatie meerjarige gewassen en teelt in het weiland  | 26        |
| Bosaanplant op gedegradeerd land   | 28        |
| Herstel van gematigde bossen   | 29        |
| Industrie & Bedrijven  | 30        |
| Huidige emissies & emissiebronnen  | 30        |
| Gelders klimaatplan & reductie en vastlegging potentieel   | 30        |
| Tabel 3. Potentiële reductie & vastlegging binnen sector Industrie & bedrijven op basis van de Drawdown oplossingen. | 30        |

|   |           |
|---|-----------|
| Concreet aan de slag met klimaatoplossingen                       | 30        |
| Stortgas afvangen   | 32        |
| Recycling   | 32        |
| Composteren   | 33        |
| Koelmiddelen  | 34        |
| Gebouwde omgeving   | 35        |
| Huidige emissies & emissiebronnen                                 | 35        |
| Gelders klimaatplan & potentieel reductie & vastlegging           | 35        |
| Concreet aan de slag met de klimaatoplossingen                    | 35        |
| Houtbouw  | 36        |
| Mobiliteit & Transport  | 37        |
| Huidige emissiebronnen & emissies                                 | 37        |
| Gelderse klimaatplan & potentie reductie en vastlegging           | 37        |
| Concreet aan de slag met klimaatoplossingen                       | 37        |
| <b>Bronnen</b>  | <b>38</b> |
| <b>Bijlagen</b>   | <b>40</b> |
| Achtergrondinformatie PCSA  | 40        |
| Methoden & data Preliminary Climate Solutions Assessment Drawdown | 40        |
| Discussie & verantwoording data                                   | 44        |
| Koppeling ETM & Interactieve Excel PCSA                           | 45        |
| Aan de slag met de oplossingen per sector                         | 46        |
| Bijlage Landbouw & Landgebruik (Hoofdstuk 3)                      | 46        |
| Bijlage Industrie & Bedrijven (Hoofdstuk 3)                       | 70        |
| Bijlage Gebouwde omgeving (Hoofdstuk 3)                           | 78        |
| Bijlage Mobiliteit & Transport (Hoofdstuk 3)                      | 82        |
| Verklarende begrippenlijst  | 83        |

# H1. INLEIDING



Bron foto: Stichting Herenboeren Nederland

**DRAWDOWN**  
**EUROPE**

research  
association

De voortdurende stijging van de uitstoot van broeikasgassen heeft een enorme impact op mens, dier en natuur. Klimaatopwarming en -verandering raken in steeds grotere mate onze eigen leef- en woonomgeving en schaden de ecosystemen waarvan we afhankelijk zijn. Bijen die zorgen voor bestuiving van de planten die ons voedsel voortbrengen, zuurstof uit schone lucht en water uit bronnen in de aarde. Om ons voortbestaan te verzekeren moeten we niet alleen het klimaatprobleem omkeren, maar vitale ecosystemen over de hele aarde regenereren, richting een gezonde en rechtvaardige wereld voor mensen, dieren en al het leven op aarde.

### **Drawdown: regeneratieve & holistische oplossingen**

In steeds grotere mate zetten landen, regio's, bedrijven en consumenten zich in voor het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen, het afremmen van de effecten van klimaatverandering en het bereiken van *Drawdown*. Dit is het punt in de toekomst waarop de niveaus van broeikasgassen in de atmosfeer stoppen met stijgen en gestaag beginnen af te nemen. Het is het punt waarop we beginnen met het stoppen van verdere klimaatverandering en het afwenden van mogelijk catastrofale opwarming. Het is een cruciaal keerpunt voor het leven op aarde.

Drawdown geeft inzicht in holistische klimaatoplossingen die sectoren overstijgen en van groot belang zijn bij het tegengaan van klimaatverandering. Ze hebben de potentie om de opwarming van de aarde te keren en onze ecosystemen te regenereren. Deze oplossingen laten zien hoe we actie kunnen ondernemen als individuen, organisaties en regio's.

### **Preliminary Climate Solution Assessment Gelderland**

Hoewel het potentieel van de oplossingen enorm is en pioniers al zijn begonnen, is er nog steeds een kloof tussen de kansen en de praktijk. Deze PCSA geeft de provincie Gelderland een concreet handelingsperspectief en biedt inzicht in het potentieel voor de implementatie van de klimaatoplossingen binnen de Gelderse context. Binnen deze PCSA wordt een eerste indicatie van de emissiereductie of -vastlegging potentie van de relevante oplossingen voor de regio gegeven, in lijn met de Drawdown ambitie en de doelstellingen uit het Gelderse Klimaatplan.

Het Gelders Klimaatplan zet in op een klimaatneutrale regio, waar in 2050 alleen nog duurzame energie wordt gebruikt en geen overschot aan broeikasgassen meer worden uitgestoten. De tussen doelstelling van 55% CO<sub>2</sub>(-eq) reductie in 2030 vormt hierin een belangrijk ijkpunt. Om deze doelstellingen te behalen heeft de provincie naast reeds bestaande inzichten in energetische koolstofdioxide uitstoot via het ETM ook behoefte aan inzichten in:

- De bronnen en emissies van niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen.
- De potentie van oplossingen die tot de beoogde emissiereductie leiden.

Voor deze PCSA zijn de niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen in Gelderland geanalyseerd. Daarbij zijn alleen de emissies die daadwerkelijk in Gelderland ontstaan meegenomen en is er geredeneerd alsof er een 'kap' over de provincie heen staat waardoor scope 3 emissies buiten deze assessment vallen.

Op basis van de emissies en emissiebronnen is het potentieel voor emissiereductie en -vastlegging aan de hand van Drawdown klimaatoplossingen en innovaties in kaart gebracht. Daarbij zijn 47 Drawdown oplossingen geïdentificeerd die een concreet handelingsperspectief bieden om de Gelderse doelstellingen uit het Klimaatplan én *Drawdown* te bereiken. De 16 oplossingen en innovaties die de grootste impact kunnen realiseren zijn verder uitgewerkt per sector. Deze PCSA is als volgt opgebouwd:

- Huidige emissies & emissiebronnen (p. 8)
- 16 Kansrijke Drawdown oplossingen voor Gelderland (vanaf p. 11)
- Technische verdieping (in de bijlage zijn de methoden, uitgebreide toelichting per sector en per oplossing te vinden, p. 39).

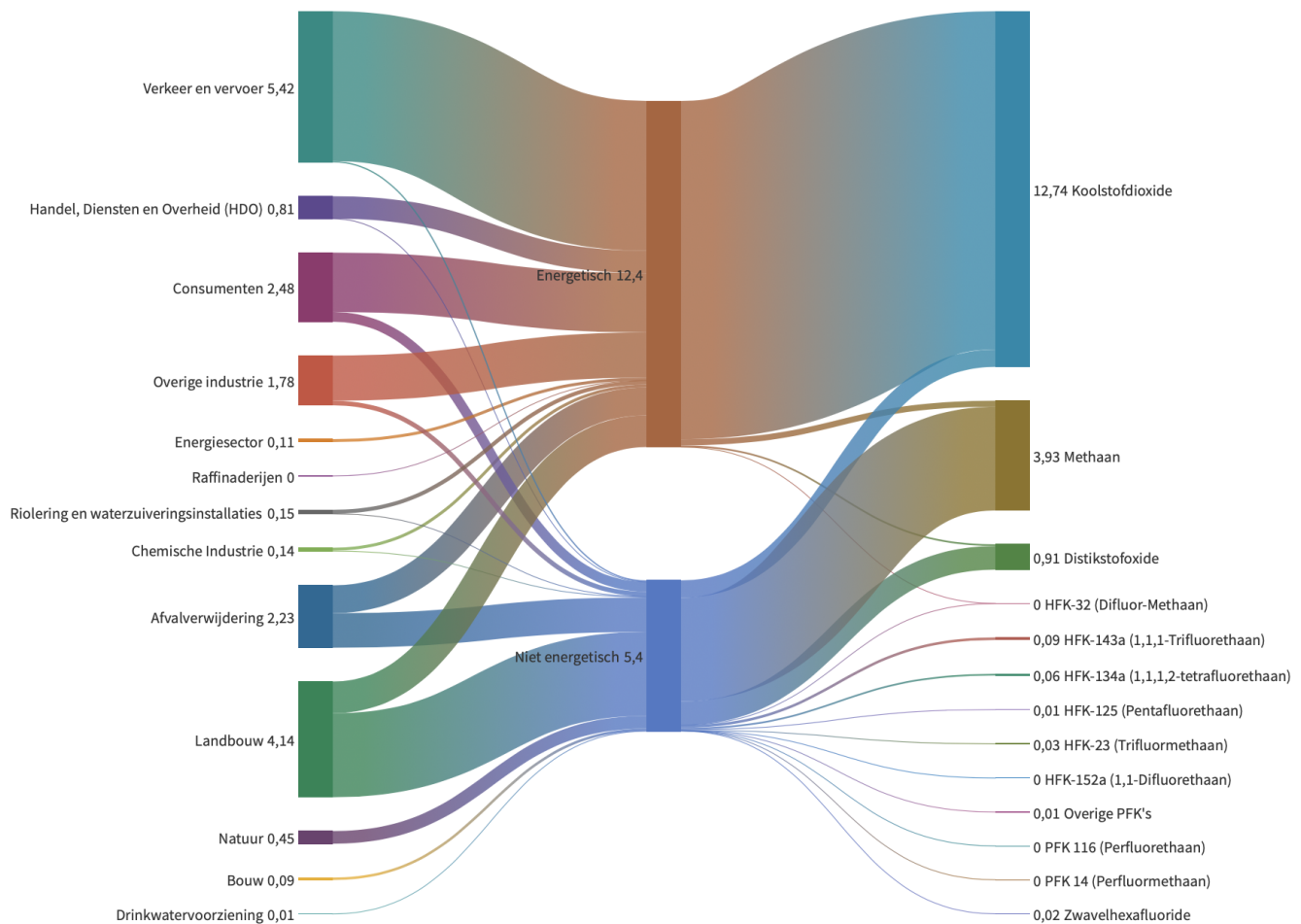
Het projectteam van DERA is trots dat de Drawdown oplossingen geregionaliseerd zijn naar de Gelderse context. Gelderland is hiermee een inspirerend voorbeeld waar de klimaatdoelstellingen worden vertaald naar een concreet handelingsperspectief van klimaatoplossingen. We kijken uit naar de implementatie van de geïdentificeerde Drawdown oplossingen.

# H2. HUIDIGE EMISSIES & EMISSIEBRONNEN



Onderstaande Sankey diagram geeft de in Gelderland aanwezige emissiebronnen<sup>1</sup> en de emissies schematisch weer. [Bekijk hier de interactieve versie van het diagram.](#)

- Emissiebronnen per sector (links)
- Energetische of niet-energetische emissies (midden)
- Emissie in Mton (rechts).



Figuur 3. Sankey diagram emissies in Mton CO<sub>2</sub>-eq Gelderland (2019) ingedeeld naar energetische en niet-energetische emissies.

De energetische koolstofdioxide, zoals weergegeven in bovenstaande diagram, valt buiten de scope van deze analyse en vanaf hier zijn alleen de niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen meegenomen<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Emissieregistratie: [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)

<sup>2</sup> Er zijn verschillen in de uitkomsten van de PCSA nulmeting en het ETM-Gelderland. ETM heeft de emissies van energiecentrales in andere provincies gealloceerd aan o.a. apparaten en verlichting. De PCSA komt daarom op 17,8 Mton in plaats van de 19 Mton uit het ETM. De PCSA kijkt alleen naar directe emissies die plaatsvinden binnen de provinciegrenzen. (zie vervolg voetnoot 3)

Daarin valt direct op dat landbouw (3,05 Mton CO<sub>2</sub>-eq) en stortplaatsen (1,03 Mton CO<sub>2</sub>-eq) de grootste bronnen vormen. Voor beide emissiebronnen vormt methaan de grootste emissie, gevolgd door stikstof. 85% Van de klimaatimpact is terug te leiden naar 8,5% van de emissiebronnen.

## Uitgelicht

| Emissiebron niet-energetisch en overige broeikasgassen, 85% (in 2018) <sup>3</sup> | Kg CO <sub>2</sub> -eq | Aandeel totaal |
|--|------------------------|----------------|
| Emissies vanuit stortplaatsen  | 1.030.598.800          | 20,57%         |
| Veestapel, melkkoeien ZO, fermentatie  | 872.578.000            | 17,42%         |
| Veestapel, rundvee jongvee + stieren, fermentatie                                  | 543.057.200            | 10,84%         |
| Veestapel, melkkoeien, mest in stallen + opslag excl. NH <sub>3</sub>              | 273.704.636            | 5,46%          |
| Bouwmaterialen- en glasindustrie*  | 245.805.000            | 4,91%          |
| Veestapel, vleesvarkens, mest in stallen + opslag excl. NH <sub>3</sub>            | 179.223.395            | 3,58%          |
| Aanwending van dierlijke mest  | 176.101.775            | 3,52%          |
| Aanwending van kunstmest   | 172.943.770            | 3,45%          |
| Oplosmiddel- en ander productgebruik: Stationair koelen, vriezen en airco*         | 125.265.883            | 2,50%          |
| Veestapel, alle weidedieren, weidemest   | 109.652.230            | 2,19%          |
| Veestapel, fokvarkens, mest in stallen + opslag CH <sub>4</sub>                    | 93.260.440             | 1,86%          |
| Veestapel, varkens, fermentatie  | 80.616.200             | 1,61%          |
| Veestapel, vleeskalveren, mest in stallen + opslag excl. NH <sub>3</sub>           | 78.538.588             | 1,57%          |
| Vervaardiging van bakstenen en dakpannen*  | 55.422.600             | 1,11%          |
| Veestapel, jongvee fokkerij, mest in stallen + opslag excl. NH <sub>3</sub>        | 52.724.898             | 1,05%          |
| Aardgasverbruik landbouw (WKK)*  | 49.546.029             | 0,99%          |
| Wegverkeer airco mobiel*   | 41.411.630             | 0,83%          |
| Veestapel, paarden, fermentatie  | 39.256.280             | 0,78%          |
| Water- en sliblijn, individueel*   | 33.995.086             | 0,68%          |

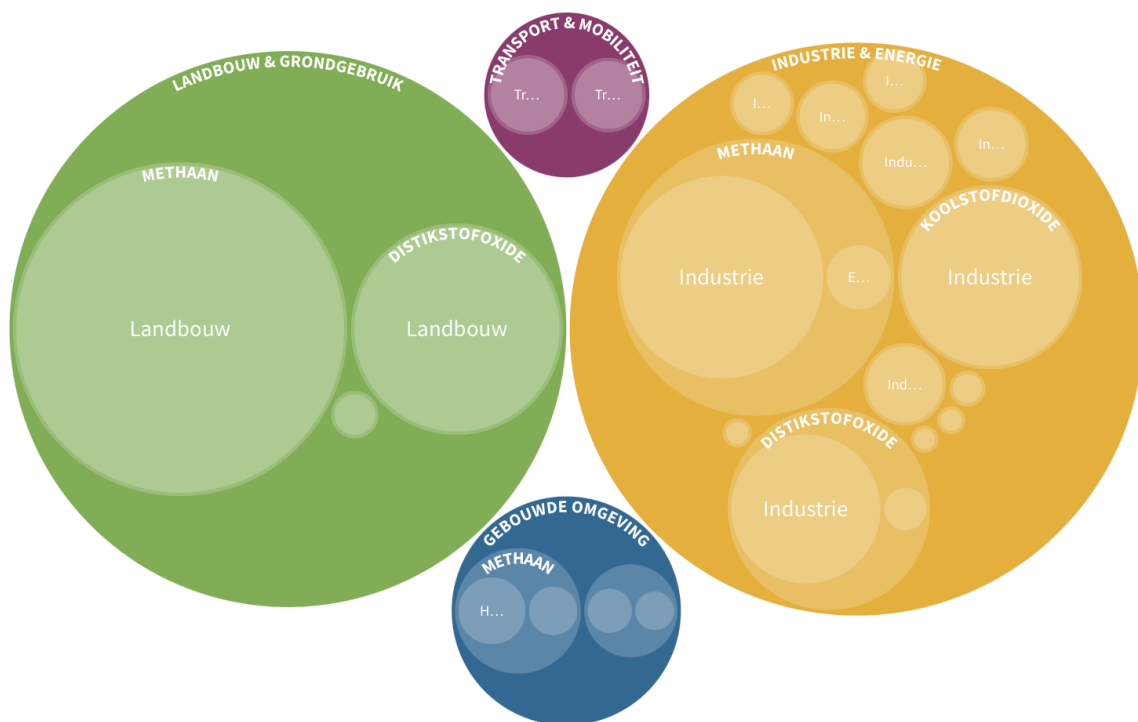
Tabel 1. Pareto analyse huidige emissies (2018).

\*Emissies uit landbouw en stortplaatsen zijn voor het grootste deel verantwoordelijk voor de impact (+/- 80%). Daarom zijn alleen de oplossingen die op deze twee sectoren van invloed zijn in de interactieve excel meegenomen. De emissiebronnen met \* zijn wel meegenomen in de handelingsperspectieven, zoals beschreven in hoofdstuk 3, maar dus niet volledig uitgewerkt in scenario's.

<sup>3</sup> Binnen de scope van deze assessment viel ook het in kaart brengen van de overige broeikasgassen uit energetische bronnen. Meer dan 80% van de overige broeikasgassen uit energetische bronnen zijn methaan emissies afkomstig van het weglekken van methaangas in gasdistributie en verbruik. Dit is 5% van het totaal en daarom buiten beschouwing gelaten. Deze zijn ondergebracht industrie & energie, in lijn met het ETM.

### Emissiebronnen en emissies per sector

Wanneer deze emissies geclusterd worden per sector valt op dat landbouw & landgebruik (groene bol) en industrie & bedrijven (gele bol) verantwoordelijk zijn voor het overgrote deel van de emissies. Hoe groter de bollen, des te hoger de impact. In de interactieve versie is het mogelijk de bron van de verschillende emissies te zien ([klik hier voor een meer leesbare en interactieve versie](#)).



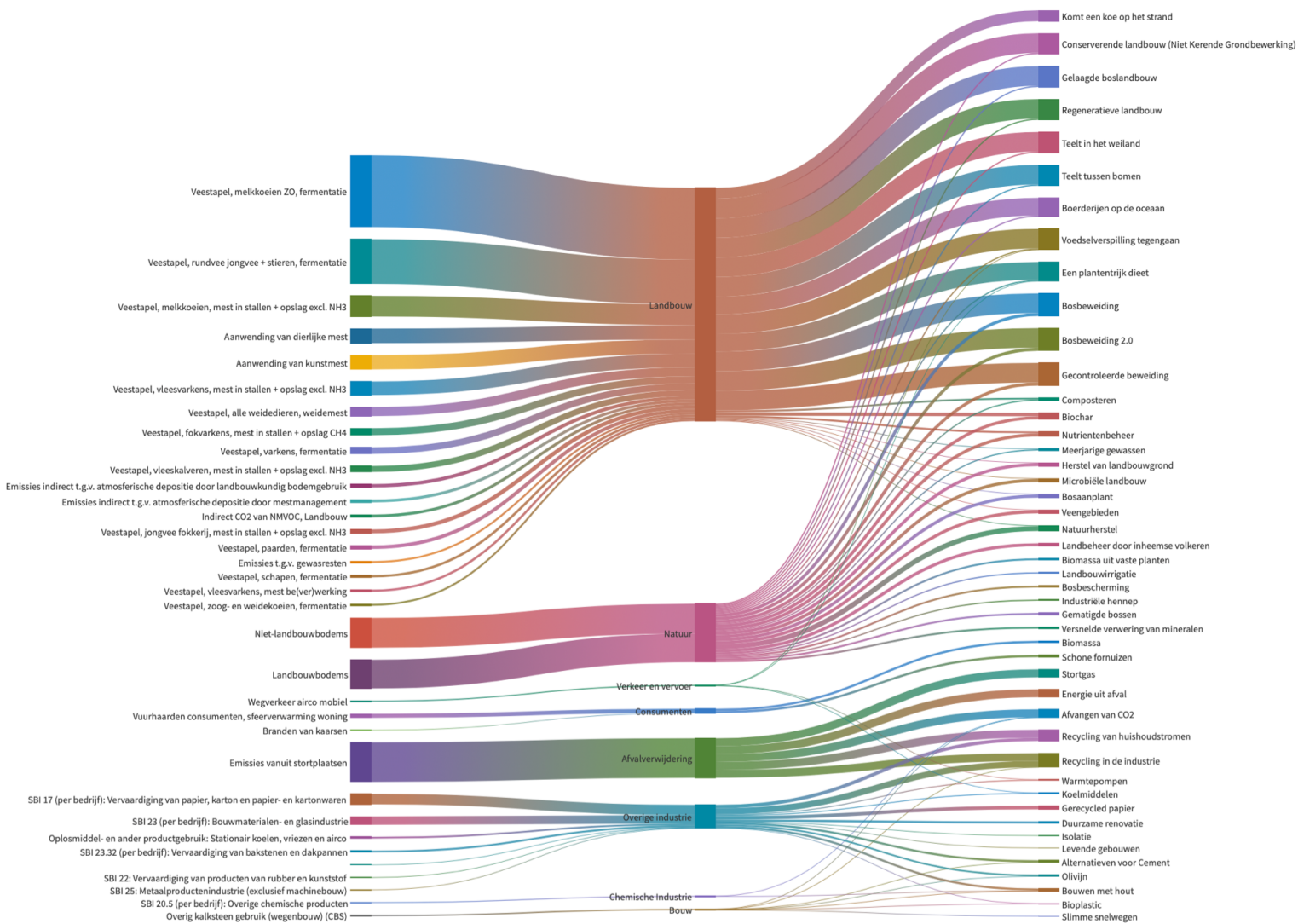
Figuur 4. Emissie bubble diagram: overzicht niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen in Gelderland (2019).

### Relevante klimaatoplossingen

In totaal zijn er 47 relevante oplossingen geïdentificeerd die een direct en/of indirecte impact hebben in de vorm van reductie of vastlegging van CO<sub>2</sub>-eq. In onderstaande Sankey diagram zijn deze geclusterd per sector weergegeven:

- de emissiebronnen (links)
- de categorie waarin deze emissiebronnen ingedeeld zijn (midden)
- de meest kansrijke Drawdown oplossingen voor de provincie Gelderland (rechts)

([Klik hier voor een interactieve versie](#)).



Figuur 5. Sankey diagram niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen gekoppeld aan 47 relevante Drawdown oplossingen.

### Verder verdiepen in deze resultaten?

Wil je meer weten over de huidige emissies en de Preliminary Climate Solutions Assessment?

- [Achtergrondinformatie PCSA: methode & data verantwoording](#) (p. 39).

# H3. AAN DE SLAG MET KLIMAATOPLOSSINGEN



Bron foto: Stichting Herenboeren Nederland  
Fotograaf: Ivar Pel

**DRAWDOWN**  
**EUROPE**

research  
association

### **Klimaat is meer dan de energietransitie**

Lange tijd heeft de focus in het klimaatdebat gelegen op de energietransitie. Ondanks dat de energietransitie een belangrijk onderdeel is van de oplossing, gaat klimaat over meer dan energie alleen. Gelderland heeft al grote stappen gezet op dit vlak en is koploper met een omvangrijk klimaatplan. Holistisch aan de slag met verschillende klimaatoplossingen staat voor Drawdown centraal. Gezond eten, sociale duurzaamheid, nieuwe banen, biodiversiteit, herstel van de Gelderse bodem en het reduceren van de uitstoot van verschillende broeikasgassen spelen hierin allemaal een rol.

### **Actie is de eerste en enige manier**

Alles wat er nodig is voor de implementatie van de oplossingen is vaak al aanwezig. DERA geeft daarom een concreet handelingsperspectief voor de verschillende sectoren aan de hand van schaalbare klimaatoplossingen. Creativiteit, samenwerking en ruimte voor experimenten zijn daarin van groot belang. Bijvoorbeeld in het mengen van functies op landbouwgrond, zoals bij bosbeweiding of teelt tussen de bomen.

### **Aan de slag met de klimaatoplossingen**

Elke Drawdown oplossing heeft een bewezen effect, is kosteneffectief en klaar om te schalen. Door de focus te leggen op wat mogelijk is, slaat Gelderland de richting in naar een koolstofarme, hoogwaardige toekomst voor iedereen. Het unieke van deze PCSA is dat het inzicht geeft in wat er nu gedaan kan worden. In Gelderland is er de potentie om met 16 van de meest kansrijke Drawdown oplossingen en innovaties te starten waarmee gezamenlijk 3,5 Mton reductie in 2030 gerealiseerd kan worden. Voor de vier sectoren is hier weergegeven welke oplossingen de grootste potentie hebben.

Benieuwd naar de oplossingen in een specifieke sector? Ga direct naar:

- [Landbouw & Landgebruik oplossingen](#) (p. 13), [uitgebreide toelichting](#) (p. 45)
- [Industrie & Bedrijven oplossingen](#) (p. 29), [uitgebreide toelichting](#) (p. 70)
- [Gebouwde omgeving oplossingen](#) (p. 34), [uitgebreide toelichting](#) (p. 78)
- [Mobiliteit oplossingen](#) (p. 36), [uitgebreide toelichting](#) (p. 82)

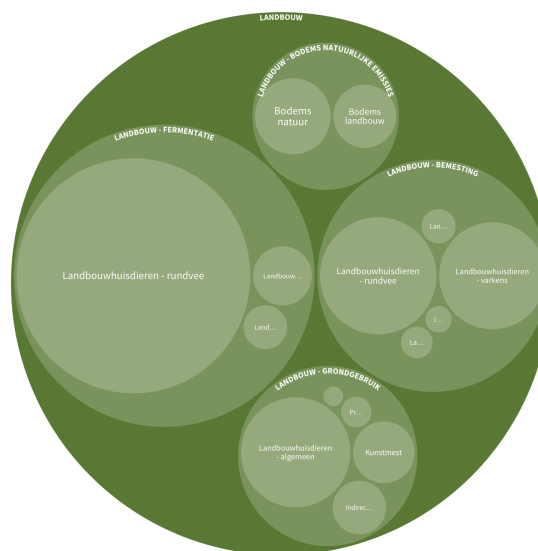
# LANDBOUW & LANDGEBRUIK

Bron foto: Stichting Herenboeren Nederland

**DRAWDOWN**  
**EUROPE** | research  
association

Huidige emissiebronnen & emissies

De sector landbouw & landgebruik is verantwoordelijk voor 57% van de uitstoot van niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen, waarvan methaan de grootste emissie vormt. Deze ontstaat voor het grootste deel in het fermentatieproces van melkvee (categorie landbouwhuisdieren / rundvee). De tweede grote emissie is stikstof, voornamelijk afkomstig uit dierlijke mest, gevolgd door kunstmestgebruik op land. ([Bekijk hier de interactieve versie](#))



Gelderse klimaatplan: potentieel voor reductie & vastlegging

In het Gelderse klimaatplan is de ambitie van 1,9 Mton reductie in 2030 geformuleerd voor de sector Landbouw & Landgebruik. Door een ommezwaai te maken in de landbouw naar een gezonde bodem, natuurinclusief boeren, de mest- en eiwittransitie en een reductie van voedselverspilling wil Gelderland deze doelen halen. Een recent rapport door de WUR heeft de potentie voor koolstofvastlegging in de Gelderse landbouwbodems (Lesschen, J.P., Hendriks, C., Porre, R., 2021) en bevestigen de hiervoor beschreven ommezwaai. De PCSA van DERA onderstreept deze doelstellingen en laat een potentiële reductie van tot 2,55 Mton CO2-eq in 2030 zien d.m.v. het implementeren van Drawdown oplossingen. Voor vastlegging is er een potentie tot 0,39 Mton in 2030. Vastlegging telt in het Gelderse Klimaatplan niet mee in de doelstelling van 55% reductie, maar is vastgesteld op 0,15 - 0,19 Mton CO2-eq.

Uitgelicht

| Gelders Klimaatplan reductie (p. 5) | Gelders Klimaatplan vastlegging (p. 5) | Drawdown klimaatoplossingen reductie | Drawdown klimaatoplossingen vastlegging |
|-------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| 1,3 - 2,2 Mton                      | 0,15 - 0,19 Mton                       | 0,298 - 2,549 Mton reductie          | 0,114 - 0,394 Mton                      |

### Concreet aan de slag met klimaatoplossingen: landbouw & landgebruik

De manier waarop we ons voedsel verbouwen, wat we eten en wat er met reststromen en afval gebeurt, zijn allemaal essentiële onderdelen van onze ecologische voetafdruk. Om de negatieve klimaatimpact substantieel te verminderen, moeten we voedsel verbouwen op manieren die het land ten goede komen, koolstof vastleggen, gezonde en plantenrijke diëten koesteren, voedselverspilling verminderen en compostering en lokale ketens verhogen. De volgende Drawdown oplossingen zijn daarbij kansrijk voor zowel reductie van de geïdentificeerde uitstoot als vastlegging van CO<sub>2</sub>-eq.

Uitgelicht

| Drawdown oplossing  | Reductie 2030        | Reductie 2050        | Vastlegging 2030     | Vastlegging 2050     |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Biochar   | 0,002 - 0,004        | 0,003 - 0,005        | 0                    | 0                    |
| Conserverende & regeneratieve landbouw                          | 0,004 - 1,346        | 0,007 - 1,733        | 0,010 - 0,072        | 0,018 - 1,082        |
| Nutriëntenbeheer  | 0,025 - 0,173        | 0,025 - 0,173        | 0                    | 0                    |
| Plantenrijk dieet <sup>4</sup>                                  | 0,675 - 1,126        | 0,675 - 1,126        | 0                    | 0                    |
| Voedselverspilling tegengaan                                    | 0,020 - 0,137        | 0,136 - 0,137        | 0                    | 0                    |
| Bosbeweiding  | 0,246 - 0,985        | 0,246 - 0,985        | 0,053 - 0,211        | 0,053 - 0,211        |
| Teelt tussen bomen, meerjarige gewassen en teelt in het weiland | 0,001 - 0,004        | 0,001 - 0,004        | 0,005 - 0,018        | 0,005 - 0,018        |
| Bosaanplant op gedegrademd land                                 | 0                    | 0                    | 0,033 - 0,066        | 0,033 - 0,066        |
| Herstel van gematigde bossen                                    | 0                    | 0                    | 0,013 - 0,027        | 0,026 - 0,027        |
| <b>Totalen</b>  | <b>0,298 - 2,549</b> | <b>0,418 - 2,937</b> | <b>0,114 - 0,394</b> | <b>0,135 - 1,404</b> |

Tabel 2. Potentiële reductie & vastlegging binnen sector landbouw & landgebruik op basis van Drawdown oplossingen in Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2030.

Bekijk hier de [Interactieve excel sheet met verschillende scenario's voor deze oplossingen in Landbouw & Landgebruik](#). Meer verdieping op deze resultaten? Lees verder op pagina 45.

<sup>4</sup> Scope 3 oplossing, emissie reductie vindt niet alleen binnen Gelderland plaats. Telt daarom niet mee in eindtotalen.

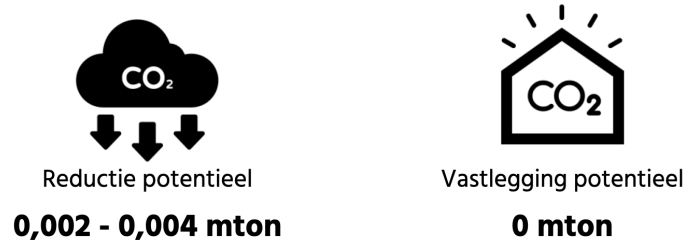
## Biochar

### ***Toelichting oplossing***

Biochar is een koolstofrijke, zeer stabiele bodemverbeteraar dat wordt geproduceerd als een bijproduct van pyrolyse; een proces voor het opwekken van bio-energie. Deze oplossing biedt een alternatief voor het afvoeren van ongebruikte biomassa door verbranding of ontbinding. Houtresten, mest en (agrarisch) restafval zijn goed te gebruiken in de productie van biochar. Biochar kan worden gezien als een alternatief voor andere toepassingen van biomassa, zoals verbranding en heeft daarbij significante voordelen voor bodemgezondheid.

Wanneer biochar in de bodem wordt gestopt, stabiliseert het effectief de fotosynthetische koolstof. Het kan tevens andere broeikasgasemissies in de bodem verminderen. In onvruchtbare bodems, zoals zandgronden, kan biochar het verlies aan nutriënten door uitspoeling verminderen. De gewasopbrengst op grond waarbij biochar wordt toegepast is globaal 18% hoger, op basis van cijfers die worden gebruikt door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)<sup>5</sup>.

### ***Potentiële impact in 2030***



[Lees verder](#) op pagina 47 voor de verdieping en technische onderbouwing.

#### Uitgelicht

### **Biochar in Gelderland**

Gelderse zandgronden op de Veluwe, in de IJsseldelta en de Achterhoek hebben in grote mate te maken met verzuring, wat zorgt voor de sterfte van bomen en verlies van biodiversiteit<sup>6</sup>. Vooral op deze verzuurde gronden is de toepassing van biochar zeer kansrijk.

<sup>5</sup> IPCC [Chapter 4 – Global Warming of 1.5 °C](#)

<sup>6</sup> Omroep Gelderland: [Waarom hebben juist de bossen op de Veluwe het zo moeilijk?](#)

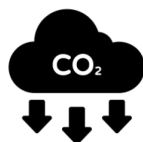
### Conserverende en regeneratieve landbouw

#### ***Toelichting oplossing***

Conserverende landbouw (niet kerende grondbewerking) wordt gedefinieerd als een jaarlijks gewasproductiesysteem dat zorgt voor koolstofvastlegging. De drie componenten van conserverende landbouw zijn: minimale bodemverstoring (geen grondbewerking of beperkte grondbewerking), permanente bodembedekking en gediversifieerde gewasrotaties. De meeste boeren die aan conserverende landbouw doen planten dekgewassen. Deze oplossing vervangt conventionele eenjarige teeltsystemen die ploegen. Conserverende landbouw houdt de grond bijeen, zodat deze een waardevol, levend ecosysteem vormt waarop gewassen gedijen. Door niet langer te ploegen of grond onbedekt te laten liggen, blijft koolstofdioxide beter in de bodem opgeslagen.

Regeneratieve landbouw is een jaarlijks teeltsysteem dat ten minste vier van de volgende zes methoden omvat: compost toepassing, bodembedekkers, vruchtwisseling, groenbemesters, geen of beperkte grondbewerking en biologische productie. Deze methoden leggen koolstof vast in de bodem en verminderen de uitstoot met een bescheiden snelheid, maar kunnen breed toegepast worden en hebben daardoor een indrukwekkend potentieel. Conserverende landbouw onderscheidt zich van regeneratieve landbouw door het gebruik van kunstmest en pesticiden, wat bij regeneratieve landbouw niet het geval is. Regeneratieve landbouw vervangt zowel conventionele landbouw als conserverende landbouw. De oplossingen liggen daarmee in elkaars verlengde. Beide ontwikkelingen betreffen eenmalige aanpassingen die daarna zorgen voor grote reductie en vastlegging.

#### ***Potentiële impact in 2030***



Reductie potentieel

**0,004 - 1,35 mton**



Vastlegging potentieel

**0,01 - 0,07 mton**

[Lees verder](#) op pagina 50 voor de technische onderbouwing.

**Conserverende en regeneratieve landbouw in Gelderland**

Gelderland is een landbouw provincie bij uitstek en heeft op Flevoland en Friesland na het grootste areaal biologische landbouwgrond in Nederland. Europees gezien loopt Nederland ver achter op deze beweging: biologische landbouw vormt hier 3% van de landbouw, tegenover 24% in Oostenrijk, 20% in Estland en 15% in Italië<sup>7</sup>. De overgang naar conserverende- en regeneratieve landbouw heeft in Gelderland dus een grote potentie en kan worden toegepast op circa 225.000 ha. Initiatieven als [Herenboeren](#) en [Commonland](#) zijn hier al mee bezig binnen de provincie. Als onderdeel van deze oplossing is in de berekening van het potentieel ook het verminderen van de veestapel in Gelderland meegenomen. Dit biedt een groot reductiepotentieel in combinatie met het toepassen van de conserverende en regeneratieve landbouw principes. In de bijlage is een verdere toelichting op de effecten van de halvering van de veestapel gegeven (pagina 47).

---

<sup>7</sup> CLO: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl001117-biologische-landbouw>

## Nutriëntenbeheer

### *Toelichting oplossing*

Het gebruik van meststoffen is de afgelopen eeuw sterk toegenomen. (Kunst)mest wordt in conventionele landbouw routinematig te veel toegepast, wat o.a. leidt tot de uitstoot van stikstof, een krachtig broeikasgas. Dit ontstaat omdat meststof dat niet door planten wordt gebruikt, wordt gebruikt door denitrificerende bacteriën die stikstof produceren. Het opwarmingseffect van stikstof is 298 krachtiger dan dat van koolstofdioxide. Met nutriëntenbeheer worden methoden bedoeld voor het toedienen van meststoffen die de juiste bron, juiste dosering, juiste tijd en juiste plaatsing principes gebruiken. Opgeteld leiden ze tot efficiënter en beter gebruik van stikstof.

Door mest efficiënter toe te passen kunnen gewassen een hoger percentage van de mest opnemen. Dit kan door bijvoorbeeld mest te gebruiken die stikstof langzaam afgeeft (juiste bron), of de mest op momenten in het groeiseizoen toe te passen dat gewassen de nutriënten nodig hebben (juiste tijd / plaats). Zo wordt uitstoot vermeden, wat resulteert in een continue klimaatwinst. De productie van kunstmest is een energie-intensief proces dat grote hoeveelheden koolstofdioxide-emissies produceert. Door nutriëntenbeheer toe te passen vindt er ook een emissiereductie plaats die verband houdt met de productie van kunstmest (buiten de scope van deze analyse). Al met al zijn er voor deze oplossing geen nieuwe technologieën of methodes nodig, wat de toepassing uitzonderlijk simpel maakt.

### *Potentiële impact in 2030*



[Lees verder](#) op pagina 54 voor de technische onderbouwing.

### **Nutriëntenbeheer in Gelderland**

Er wordt in Gelderland veel kunstmest gebruikt en er is ook veel dierlijk mest beschikbaar uit de veehouderij. Er is in totaal 225.000 ha grond beschikbaar waarop nutriëntenbeheer kan worden toegepast met als resultaat verbetering van de bodemkwaliteit en vermindering van waterverontreiniging en biodiversiteitsverlies. Naast het op de juiste manier toepassen van meststoffen zorgt een reductie van de veestapel voor een directe vermindering van mest.

## Plantenrijk dieet

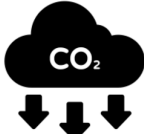
### ***Toelichting oplossing***

Project Drawdown definieert een plantenrijk dieet als de individuele voedingskeuze gebaseerd op de volgende elementen:


- 1) voldoen aan de dagelijkse eiwitbehoefte met gezond plantenrijk voedsel;
- 2) lokaal geproduceerd voedsel;
- 3) op basis van een voedingsregime van 2250 calorieën per dag.

Plantenrijke diëten bieden een enorm potentieel voor het beperken van de klimaatverandering als ze op mondiale schaal worden aangenomen. Wereldwijde voedingsvoorkeuren - met name die met betrekking tot vlees, vis en zuivelproducten - blijven een belangrijke motor voor emissies die verband houden met zowel landbouw, ontbossing en landgebruik. Implementatie van een plantenrijk dieet kan gemakkelijk worden toegepast, zelfs met kleine gedragsveranderingen kan er een significant effect worden bereikt. Plantenrijke diëten verminderen de uitstoot en zijn over het algemeen ook gezonder, wat leidt tot minder chronische ziekten. Wat betreft kosten lijkt de oplossing ook aanzienlijke besparingen op te leveren op individueel niveau, en indirect op nationaal niveau door lagere zorgkosten. Deze oplossing wordt verder versterkt indien de focus komt te liggen op lokaal geproduceerd voedsel. Naast een reductie in emissies dragen korte voedselketens bij aan het herstel van de relatie tussen burgers en boeren. 1 op de 10 Gelderse boeren verkoopt al producten via de korte voedselketen.<sup>8</sup>

### ***Potentiële impact in 2030***



Reductie potentieel  
**0,7 - 1,1 mton**



Vastlegging potentieel  
**0 mton**

[Lees verder](#) op pagina 57 voor de technische onderbouwing.

<sup>8</sup> [Meer Gelderse streekproducten in het schap en op uw bord](#)

### **Plantenrijk dieet in Gelderland**

Oost Nederland<sup>9</sup> zet sterk in op de eiwittransitie. Het versterken van een plantenrijk dieet past daarom goed binnen de in de regio uitgevoerde initiatieven. Een plantenrijk dieet vermindert de vraag naar landbouwgrond door een reductie van de veestapel. Hierdoor komt er meer ruimte beschikbaar voor de aanleg van nieuwe natuur of hernieuwbare energieopwek.

---

<sup>9</sup> [Boost voor Gelderse eiwittransitie door samenwerking buiten de provinciegrens - Nieuws](#)

### Voedselverspilling tegengaan

#### ***Toelichting oplossing***

Project Drawdown definieert deze oplossing als: het minimaliseren van voedselverlies en -verspilling in alle stadia van productie, distributie, detailhandel en consumptie. Volgens schattingen wordt 30-40 procent van al het voedsel dat wereldwijd wordt geproduceerd, verspild in de hele toeleveringsketen<sup>10</sup>.

Als voedsel wordt verspild, gaat ook alle energie, hulpbronnen en geld die zijn besteed aan het produceren, verwerken, verpakken en vervoeren ervan verloren. Hoe verder het voedsel in de toeleveringsketen komt voordat het wordt weggegooid, hoe meer middelen er worden verspild en hoe meer emissies worden geproduceerd om het tot dat stadium te krijgen. Maatregelen die kunnen worden genomen om voedselverspilling te verminderen betreffen o.a. het verbeteren van opslag- en transportsystemen, bewustwording van het publiek en consumentengedrag te veranderen. Met de inzet op deze maatregelen kan deze oplossing leiden tot een aanzienlijke vermindering van afval en emissies.

#### ***Potentiële impact in 2030***



[Lees verder](#) op pagina 60 voor de technische onderbouwing.

Uitgelicht

#### **Voedselverspilling tegengaan in Gelderland**

Jaarlijks wordt in Gelderland 82.000 ton aan voedsel verspild in huishoudens, een uitstoot van 131 kilogram CO<sub>2</sub>-eq per persoon per jaar. Reductie van de voedselverspilling kan door de hele keten worden gerealiseerd. Bij boeren, tijdens transport, in de supermarkt, retail, horeca en bij mensen thuis. Reductie van voedselverspilling heeft positieve effecten op de vraag naar landbouwgrond, waardoor er meer ruimte komt voor de ontwikkeling van nieuwe natuur of opwek van hernieuwbare energie.

<sup>10</sup> [Food Loss and Waste Database | FAO](#)

## Bosbeweiding

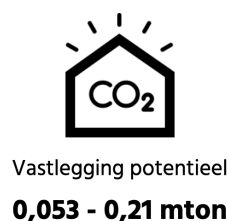
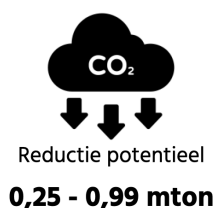
### *Toelichting oplossing*

Bosbeweiding vervangt de conventionele weidegang van vee op weilanden. Het is de toevoeging van bomen aan weilanden voor verhoogde productiviteit en vastlegging van koolstof. Zo wordt er een nieuwe voedingsbodemp voor de veehouderij gecreëerd. Bij bosbeweiding gaat de uitstoot van de broeikasgassen methaan en stikstof door, maar deze wordt ruimschoots gecompenseerd door koolstofvastlegging in de bodem. Dit zorgt voor meer bodemleven en gezondere landbouwgrond.

Bosbeweiding kent vele voordelen ten opzichte van reguliere beweiding methoden:

- **Koolstofvastlegging:** Weilanden die kriskras beplant zijn met bomen, slaan vijf tot tien keer meer koolstof op (zowel in biomassa boven de grond als in de bodem) dan boomloze weilanden.
- **Bodemverbetering:** Naast het leveren van dierlijke mest bestrijdt het vee ook onkruid, waardoor bomen minder hoeven te concurreren om water, zonlicht en voedingsstoffen. De bomen verbeteren de vruchtbaarheid en waterhuishouding van de bodem, waardoor het land gezonder en productiever wordt.
- **Financiën:** Afhankelijk van het type bosbeweiding kan de opbrengst 5 tot 10 procent hoger liggen dan die van vergelijkbare boomloze weiden per hectare. Hierdoor is er minder weidegrond nodig. Daarnaast worden er kosten bespaard omdat er minder voer, mest en onkruidverdelger nodig is.
- **Dierenwelzijn:** Bosweiden bieden bescherming tegen zon en wind en zorgen voor een gevarieerd voedselaanbod. Er zijn ook aanwijzingen dat herkauwers het dieet in bosweide beter verteren en daardoor minder methaan uitstoten.

### *Potentiële impact in 2030*



[Lees verder](#) op pagina 62 voor de technische onderbouwing.

### **Bosbeweiding in Gelderland**

Bij bosbeweiding worden verschillende type agrarische activiteiten gemengd, fruitteelt met bijvoorbeeld melkvee. Dit is kansrijk in Gelderland omdat er veel van dit type activiteiten worden ondernomen. In totaal is 195.000 ha niet-gedegradeerd grasland met minimale of matige helling beschikbaar waarop bosbeweiding toegepast kan worden.

### Teelt tussen bomen, innovatie meerjarige gewassen en teelt in het weiland

Deze drie Drawdown oplossingen kunnen gezamenlijk worden toegepast en zijn daarom ook zo beschreven.

#### ***Toelichting Teelt tussen de Bomen***

Teelt tussen de bomen wordt gedefinieerd als een reeks agroforestry-systemen waarbij in plaats van de geïndustrialiseerde landbouwmethoden van monocultuur, gewassen worden gemengd, bijvoorbeeld tussen de bomen. Met deze diversificatie wordt de gezondheid en productiviteit van de bodem verbeterd, ontstaan gezondere gewassen en is er een grotere opbrengst. Hierdoor is er minder landbouwgrond nodig om dezelfde hoeveelheid voedsel te produceren.

Bomen kunnen verschillende functies vervullen:

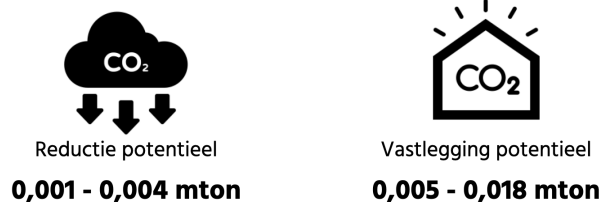
- Ondersteuning van de jaarlijkse productie van gewassen. Bomen met diepe wortels halen nutriënten en mineralen naar boven waar eenjarige gewassen van profiteren (bijv. tussenteelt met stikstofbindende bomen zoals in groenblijvende landbouw).
- Beschermingssystemen tegen erosie, overstromingen of windschade aan bodem en kwetsbare gewassen (bijv. heggen, oeverbuffers en windschermen).
- Diversificatie waarbij bomen onderdeel zijn van de teelt (bijv. tussenstroken van eenjarige gewassen met hout of fruitbomen).

#### ***Toelichting Meerjarige gewassen (innovatie)***

In de landbouw is er niets wat zo effectief koolstof vastlegt als meerjarige gewassen. Meerjarige gewassen (bijvoorbeeld meerjarig graan of notenbomen) blijven koolstof vastleggen in de bodem en doordat er niet geploegd wordt, komt er geen koolstof vrij uit de verstoorde bodem. Eenjarige gewassen (bijvoorbeeld gerst, gewone tarwe of suikerbiet) sterven elk jaar volledig af, met wortel en al, en kunnen alleen uit nieuwe zaden ontkiemen. Meerjarige gewassen behouden sterke wortels en ontkiemen ieder jaar opnieuw. Meerjarige kruiden sterven af, maar de wortels blijven leven en van daaruit kunnen ze opnieuw groeien. Meerjarige gewassen brengen ook nieuwe zaden voort. Dat maakt de teelt van meerjarige gewassen kansrijk.

***Toelichting Teelt in het weiland (innovatie)***

Teelt in het weiland zorgt voor een dubbel bodemgebruik (graan en vee). Deze oplossing verlaagt tegelijkertijd de uitstoot van koolstofdioxide en verhoogt de vastlegging ervan. Grond die op deze manier wordt gebruikt, wordt nooit gekeerd. De aanplant van eenjarige oogst gewassen op meerjarige weidegronden creëert een ecosysteem dat met het jaar gezonder wordt. De complexe relatie tussen kruidachtige planten, schimmels, grassen, en bacteriën herstelt het bodemleven, waardoor de gezondheid en de vitaliteit toenemen, zowel van de bodem als van de gewassen, de grassen en de dieren. En de boer heeft twee oogsten van hetzelfde land: graan en wol of vlees.

***Potentiële impact in 2030***

[Lees verder](#) op pagina 64 voor de technische onderbouwing.

**Uitgelicht****Teelt tussen de bomen, Meerjarige gewassen, Teelt in het weiland in Gelderland**

In Gelderland is er zo'n 30.000 ha gedegradieerd en niet-gedegradieerd akkerland beschikbaar waarop deze oplossing en innovaties kunnen worden toegepast. Door landbouwactiviteiten te diversifiëren wordt de bodem gezonder en biodiversiteit vergroot. De implementatie van deze oplossing en innovaties zorgt daarom voor een versterking van het Gelderse ecosysteem.

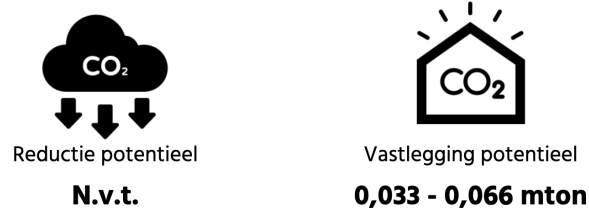
### Bosaanplant op gedegrademd land

#### ***Toelichting oplossing***

Bosaanplant omschrijft het planten van bomen op (gedegrademd) land voor houtproductie of ander gebruik. Het planten van bomen draagt bij aan koolstofopslag door koolstofdioxide te absorberen en koolstof vast te leggen in de bodem. De hoeveelheid koolstof die wordt vastgelegd is afhankelijk van het soort boom, de locatie, de bodemgesteldheid en de gekozen structuur. Bosaanplant kan verschillende vormen aannemen: van het fijnmazig inzaaien van diverse oorspronkelijke soorten, tot het telen van één enkele exotische soort, zoals de snelgroeiende monterey-den, die wereldwijd het meest wordt geteeld. Verarmde weilanden en landbouwgrond, middenbermen van snelwegen, braakliggend terrein of land dat zwaar beschadigd is door bijvoorbeeld industrie, zijn geschikt om strategisch te beplanten met bomen en vaste planten.

Het potentieel van deze oplossingen is conservatiever dan vele andere oplossingen. Dit komt doordat andere boomgerelateerde oplossingen met hoge vastleggingspercentages een hogere prioriteit krijgen, waaronder teelt tussen bomen, bosbeweiding en regeneratieve landbouw. Desalniettemin is het aanplanten van bomen op gedegrademd land van cruciaal belang voor klimaatmitigatie, bouw materiaal en het herstel van aangetaste gronden.

#### ***Potentiële impact in 2030***



[Lees verder](#) op pagina 66 voor de technische onderbouwing.

#### Uitgelicht

#### **Bosaanplant in Gelderland**

Gelderland is een bosrijke provincie, maar de afgelopen decennia is er veel bos verdwenen, ten behoeve van o.a. landbouwgrond. De provincie heeft ambities om 1.700 ha bos aan te planten en 1 miljoen bomen, o.a. in stedelijk gebied. Hiermee wordt de bestaande natuur uitgebreid (GNN) en verder versterkt en wordt er meer groen in stedelijk gebied gebracht. Het totale gebied dat kansrijk is voor bosaanplant beslaat 26.564 ha niet-cultuurgrond met een landbouwbestemming en een deel van de 115.427 ha reeds bestaande natuurgrond, waar bomen bijgeplant kunnen worden.

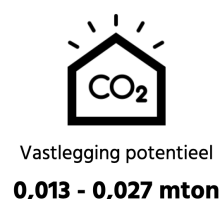
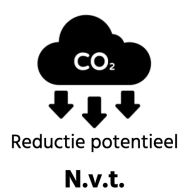
### Herstel van gematigde bossen

#### ***Toelichting oplossing***

Project Drawdown definieert herstel van gematigde bossen als het herstel en de bescherming van bossen met een gematigd klimaat op gedegradeerde gronden. Veel van de gematigde bossen zijn de afgelopen eeuwen gekapt voor de productie van hout of het verkrijgen van landbouwgrond. Het biedt een grote potentie om deze bossen opnieuw aan te planten. Deze oplossing kan aanzienlijke mogelijkheden bieden voor het keren van klimaatontwrichting. Gematigde bossen bevatten ongeveer 10% van alle terrestrische koolstof en 20% van de wereldwijde plantaardige biomassa. Jonge bossen leggen met indrukwekkende snelheden koolstof vast in zowel bodems als biomassa. Koolstofvastlegging vindt zowel in het hout als in de bodem plaats.<sup>11</sup>

Het lijkt tegenintuïtief, maar het bos in Nederland staat er slecht voor. Sinds 2013 zorgt ontbossing voor een jaarlijkse netto-uitstoot van 1,5 miljoen ton CO<sub>2</sub>.<sup>12</sup> Gematigd bosherstel als model van natuurlijke regeneratie is een relatief goedkope strategie. Daarbij zijn er een aantal bijkomende voordelen waaronder het behoud van biodiversiteit, bescherming van stroomgebieden, natuurlijke soortendiversiteit, natuurlijke bodembescherming en weerbaarheid tegen ziekten en plagen. Dit maakt het een aantrekkelijke oplossing.

#### ***Potentiële impact in 2030***



#### Uitgelicht

[Lees verder](#) op pagina 68 voor de technische onderbouwing.

#### **Herstel van gematigde bossen in Gelderland**

Gelderland is een bosrijke provincie maar een deel van deze bossen staan onder druk door o.a. schadelijke stikstofdeposities. In Gelderland is zo'n 10% van het bos gedegrademd, dit betreft circa 9.800 ha gematigd bos dat hersteld kan worden. Om het potentieel voor vastlegging van koolstofdioxide te realiseren is het van belang dat het herstelde bos wettelijk beschermd wordt en niet wordt herbestemd voor bijvoorbeeld houtkap.

<sup>11</sup> Volgens Project Drawdown bevatten gematigde bosbodems doorgaans ongeveer 100 ton koolstof per hectare.

<sup>12</sup> [Wederhoor bij uitzending 'Het beloofde bos' - Zembla](#)

# INDUSTRIE & BEDRIJVEN



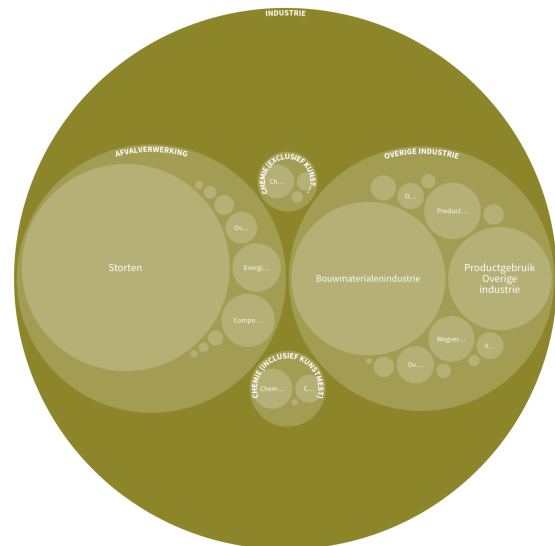
**DRAWDOWN  
EUROPE**

research  
association

## Industrie & Bedrijven

### Huidige emissies & emissiebronnen

De sector Industrie & Bedrijven is verantwoordelijk voor 41% van de emissies. Deze emissies ontstaan voornamelijk in de afvalverwerking en meer specifiek op stortplaatsen. In Gelderland vinden in totaal 1,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq emissies plaats door stortplaatsen. Het grootste aandeel hiervan is methaan (87%). In het totaal van de Gelderse niet-energetische koolstofdioxide en overige emissies komt 2,32% (0.13 Mton per jaar) van 'Oplosmiddel- en ander productgebruik: stationair koelen, vriezen en airco'. Daarbij komt 0,77% (0,04 Mton per jaar) van 'Wegverkeer airco mobiel' ([bekijk hier de interactieve versie](#)) en [lees meer op pagina 70](#).



### Gelders klimaatplan & reductie en vastlegging potentieel

In de Gelderse industrie wordt een CO<sub>2</sub>-eq reductie van 1,8 Mton beoogd in 2030. Er wordt breed ingezet op de circulaire economie waarin afval niet langer bestaat. Er wordt in het Klimaatplan echter niet gerefereerd aan stortplaatsen. De potentie voor reductie van emissies op stortplaatsen op basis van de Drawdown oplossing is 0,266 Mton.

| Gelders Klimaatplan reductie (p. 83) | Gelders Klimaatplan vastlegging | Drawdown klimaatoplossingen reductie | Drawdown klimaatoplossingen vastlegging |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1,6 - 2,4 Mton CO <sub>2</sub> -eq   | 0                               | 0,077 - 1,2 Mton CO <sub>2</sub> -eq | 0                                       |

Tabel 3. Potentiële reductie & vastlegging binnen sector Industrie & bedrijven op basis van de Drawdown oplossingen.

### Concreet aan de slag met klimaatoplossingen

Er zijn drie Drawdown oplossingen geïdentificeerd die een potentiële impact kunnen hebben op de emissies afkomstig van stortplaatsen: stortgas afvangen, recycleren, composteren. Deze

oplossingen kunnen niet los worden gezien van elkaar omdat de een invloed heeft op de ander. Bijvoorbeeld door meer te composteren, kan er minder stortgas afgefakkeld worden omdat minder organisch materiaal beschikbaar is in de stortplaatsen. Een vierde oplossing is geïdentificeerd die een rol kan spelen in het reduceren van uitstoot van airco's. Deze is in de interactieve excel niet meegenomen in het reductiepotentieel, omdat het een veel kleinere rol speelt dan stortplaatsen.

Bekijk hier de [Interactieve excel sheet met verschillende scenario's voor oplossingen in Industrie & Bedrijven](#).

### Stortgas afvangen

#### ***Toelichting oplossing***

Project Drawdown definieert het afvangen van stortgas als het proces van het opvangen van methaan dat wordt gegenereerd door anaerobe vergisting van vast stedelijk afval op stortplaatsen en het verbranden van het opgevangen biogas om elektriciteit op te wekken. Deze oplossing vervangt conventionele technologieën voor het opwekken van elektriciteit en/of warmte, zoals kolen-, olie- en aardgascentrales. Als oplossing wordt, vanuit klimaat oogpunt, het afvangen van methaan op een stortplaats over het algemeen alleen gezien als een verbetering ten opzichte van het storten zonder methaan afvang. Waar stortplaatsen bestaan, is het een belangrijke oplossing om broeikasgassen te verminderen. Afgevangen methaan uit stortplaatsen vormt een tamelijk schone energiebron om elektriciteit of warmte mee op te wekken.

- Voordeel: afvangen van stortgas voorkomt methaanemissies en het stortgas zelf kan dienen als vervanging voor kolen, olie of aardgas.
- Nadeel: verontreinigende stoffen die vrijkomen tijdens het verbrandingsproces verslechteren de plaatselijke luchtkwaliteit. Dit effect is minder slecht dan bij verbranden van fossiele brandstoffen.

### Recycling

#### ***Toelichting oplossing***

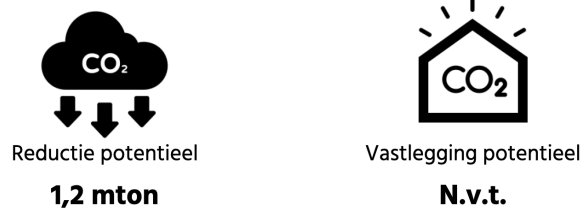
Project Drawdown definieert recycling als de toegenomen terugwinning van recyclebare materialen, met uitzondering van papier of organische materialen, uit de industriële en residentiële sectoren van de economie. Deze oplossing vervangt de verwijdering van recyclebare materialen op stortplaatsen. Het terugwinnen en recyclen van afvalmaterialen voor gebruik in nieuwe producten vermindert de hoeveelheid materialen die uit nieuwe bronnen worden vervaardigd, produceert minder broeikasgasemissies en voorkomt de milieubelasting die ontstaat als het afval wordt gestort op overvolle stortplaatsen. Afval dat in deze oplossing wordt beschouwd, is afval na consumptie, gemeten in afvalinzameling centra. Recyclebare soorten afval die voor deze oplossing in aanmerking komen, zijn metalen en plastic, glas. Afval dat recyclebaar is, maakt ongeveer 37% uit van het totale vast stedelijk afval dat wereldwijd wordt geproduceerd.

## Composteren

### ***Toelichting oplossing***

Project Drawdown definieert compostering als de omzetting van biologisch afbreekbaar afval in een nuttige bodem aanpassing, terwijl emissies van stortplaatsen worden vermeden. Deze oplossing vervangt de verwijdering van biologisch afbreekbaar afval op stortplaatsen. Organisch afval is verantwoordelijk voor 46% van het wereldwijde vaste afval en draagt gemiddeld 469 ton aan CO<sub>2</sub>-eq broeikasgassen per miljoen ton organisch vast afval bij als gevolg van anaerobe afbraak. Composteren is een flexibele, schaalbare aanpak die de uitstoot met meer dan 50% vermindert.

### ***Potentiële impact in 2030***



[Lees verder](#) op pagina 73 voor de technische onderbouwing.

### **Stortgas afvangen, recycling, composteren in Gelderland**

Ongeveer 20% van de gebruikte stortcapaciteit in Nederland bevindt zich in Gelderland. Bij deze stortplaatsen is de provincie belast met de 'eeuwigdurende nazorg'. Die moet voorkomen dat een stortplaats na sluiting problemen voor de omgeving geeft. Er zijn in Gelderland nog vier stortplaatsen actief en er zijn bijna 800 voormalige stortplaatsen, die nog steeds broeikasgassen uitstoten. Afvangen van stortgas is daarom kansrijk, in combinatie met het inzetten op meer recycling en compostering, waardoor er minder stortgas ontstaat.

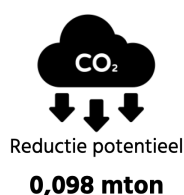
## Koelmiddelen

### ***Toelichting van oplossing***

Project Drawdown definieert koelmiddelen beheer als het beheersen van lekkages van koelmiddelen uit bestaande apparaten door middel van betere beheermethoden en terugwinning, recycling en vernietiging van koelmiddelen aan het einde van de levensduur. Er zijn vijf manieren voor koelmiddelen beheer:

1. Verlaging van de vraag naar / het gebruik van apparaten en daarmee de productie van koelmiddelen.
2. Vervanging van koelmiddelen door laag verwarmende HFK's / nieuwe koelmiddelen / niet-HFK-stoffen.
3. Beheersing van lekkages van koelmiddelen uit bestaande apparaten door middel van goede beheerspraktijken.
4. Zorgen voor terugwinning/ recycling en vernietiging van koelmiddelen aan het einde van de levensduur. In Nederland bestaat veel wetgeving over koelingen en hoe om te gaan met koelingen.
5. Verhogen van de koel efficiëntie in apparaten, waardoor het gebruik van koelmiddelen wordt verminderd.<sup>13</sup>

### ***Potentiële impact in 2030***



[Lees verder](#) op pagina 76 voor de technische onderbouwing.

### **Koelmiddelen in Gelderland**

In het totaal van de Gelderse niet-energetische en overige emissies komt 2,32% (0.13 Mton per jaar) van 'Oplosmiddel- en ander productgebruik: stationair koelen, vriezen en airco' en komt 0,77% (0,04 Mton per jaar) van 'Wegverkeer airco mobiel'. Koelmiddelen beheer is daarom een relevante oplossing voor Gelderland. Koelmiddelen beheer is een relevante oplossing voor Gelderland, maar er wordt hier al veel beleid op gevoerd in Nederland. Binnen heel Nederland wordt verwacht dat de emissies afkomstig van koelingen en koelmiddelen met 79% zullen dalen tot en met 2030 door beleid dat al ingevoerd is. Voor Gelderland is van hetzelfde percentage uitgegaan.

<sup>13</sup> De efficiëntie van apparaten duidt op een verminderd energieverbruik en betreft dus energetische emissies.

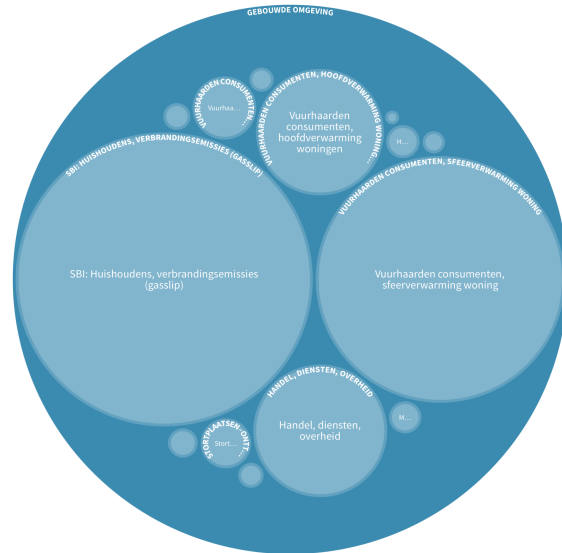
# GEBOUWDE OMGEEVING



## Gebouwde omgeving

### Huidige emissies & emissiebronnen

Gebouwde omgeving is verantwoordelijk voor de 1% van de emissies in Gelderland, metnaam de grootste emissie, welke voornamelijk ontstaat door het energieverbruik van huishoudens. Methaan wordt niet volledig verbrand en lekt weg. Denk daarbij aan het aanzetten van een gasfornuis dat niet altijd direct aanslaat. Ook sfeer vuurhaarden vormen een belangrijke bron van methaan. Stikstof emissies ontstaan vooral in gebouwen, waarbij o.a. waterzuiveringsgebouwen en drinkwaterbedrijven een belangrijke rol spelen. [Bekijk hier de interactieve afbeelding.](#)



### Gelders klimaatplan & potentieel reductie & vastlegging

Er ligt een enorme woningbouwopgave in Gelderland<sup>14</sup>. Tevens zijn er verschillende ambities m.b.t. verduurzaming van de bestaande woningvoorraad. In het Gelders klimaatplan is de doelstelling om circa 500.000 woningen te verduurzamen en 20% van de nieuwbouw volgens circulaire conceptbouw te realiseren. De Drawdown oplossingen en innovaties die relevant zijn voor deze sector vallen voornamelijk buiten de scope van deze opdracht. Dit omdat de broeikasgassen energetisch zijn of omdat ze buiten de Pareto analyse vallen.

| Gelders Klimaatplan reductie (p. 83) | Gelders Klimaatplan vastlegging | Drawdown klimaatoplossingen reductie | Drawdown klimaatoplossingen vastlegging |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1,8 - 3,0 Mton CO2-eq                | 0                               | 0,02-0,1 Mton CO2-eq                 | 0,07-0,36 Mton CO2-eq                   |

### Concreet aan de slag met de klimaatoplossingen

De Drawdown innovatie Houtbouw is wel relevant voor de vastlegging van koolstofdioxide in de gebouwde omgeving in Gelderland en sluit daarbij aan bij de doelstelling van de provincie. Lees hier meer over de Gebouwde omgeving op [pagina 78](#).

<sup>14</sup> Actieplan Wonen Gelderland: [Provincie Gelderland - Actieplan Wonen 2020 - 2025](#)

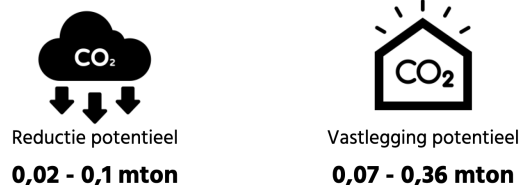
## Houtbouw

### ***Toelichting innovatie***

Project Drawdown benoemt het bouwen met hout als een innovatie. Van pilaren tot dakspanten: hout is een van de oudste bouwmaterialen. Echter wordt hout minder gebruikt dan voorheen. Daar komt verandering in: er wordt in verschillende steden al hoogbouw neergezet die bijna alleen nog maar van hout is gemaakt. Hierbij wordt er niet alleen koolstofdioxide gereduceerd maar ook vastgelegd.

Bouwen met hout heeft voor het klimaat twee grote voordelen. Ten eerste leggen bomen tijdens het groeien koolstofdioxide vast, een stuk hout bestaat voor 50% uit koolstof. De koolstof blijft opgeslagen zolang het hout hoogwaardig gebruikt wordt. Intussen kan de aanplant van nieuwe bomen plaatsvinden om het duurzaam gekapte hout te vervangen. Ten tweede komt er bij de productie van houten materialen minder uitstoot vrij dan bij de productie van andere bouwmaterialen. Gezien de emissies van dit tweede voordeel energetisch van aard zijn vallen ze buiten deze analyse. De emissies van de bouwmaterialen industrie in Gelderland is verantwoordelijk voor  $\pm 0,3$  Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### ***Potentiële impact in 2030***



[Lees verder](#) op pagina 79 voor de technische onderbouwing.

### **Houtbouw in Gelderland**

Tot 2030 zullen er in de provincie Gelderland 80.000 woningen gebouwd worden<sup>15</sup>. Van het totaal aantal woningen zal 20% (16.000 woningen) circulair gebouwd moeten worden<sup>16</sup>. Hout kan hier een belangrijke rol in spelen met bijbehorende voordelen van CO<sub>2</sub>-eq reductie t.o.v. conventionele bouwmaterialen en vastlegging van koolstofdioxide in gebouwen.

<sup>15</sup> [Actieplan Wonen: Versnelde bouw van 45.000 woningen in Gelderland](#)

<sup>16</sup> [https:// gelderland.stateninformatie.nl/document/9566321/1/Gelders\\_Klimaatplan\\_2021-2030](https:// gelderland.stateninformatie.nl/document/9566321/1/Gelders_Klimaatplan_2021-2030) (PS2020-871)

# MOBILITEIT & TRANSPORT

## Mobiliteit & Transport

### Huidige emissiebronnen & emissies

Mobiliteit is verantwoordelijk voor 1% van de emissies. De belangrijkste bron van broeikasgassen in de sector mobiliteit is wegverkeer (uitlaatgassen). Deze emissie bestaat voornamelijk uit stikstof die ontsnapt bij onvolledige verbranding uit automotoren. Een van de overige emissiebronnen die is geïdentificeerd binnen de PCSA is de airco's van vrachtwagens. [Bekijk de interactieve afbeelding.](#)



### Gelderse klimaatplan & potentie reductie en vastlegging

Binnen het domein mobiliteit zijn de meeste emissies energetisch van aard. Er is daarom geen directe oplossing voor reductie of vastlegging geïdentificeerd. Op het gebruik van airco's wordt al veel beleid gevoerd wat maakt dat de impact al wordt gereduceerd. Voor de reductie van de emissie uit wegverkeer is landelijk de maatregel doorgevoerd van een maximumsnelheid van 130 naar 100 km/u op de snelwegen.

| Gelders Klimaatplan reductie (p. 83) | Gelders Klimaatplan vastlegging (p. 83) | Drawdown klimaatoplossingen reductie | Drawdown klimaatoplossingen vastlegging |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 1,3 - 2,6 Mton CO2-eq                | 0                                       | 0 Mton CO2-eq                        | 0 Mton CO2-eq                           |

### Concreet aan de slag met klimaatoplossingen

Voor airco's en andere koelmiddelen is een scenario uitgewerkt aan de hand van de Drawdown oplossing koelmiddelen. Deze berekening is onder het domein 'Industrie en Bedrijven' ondergebracht en te vinden op [pagina 82](#).

# BRONNEN & BIJLAGEN

Bron foto: Stichting Herenboeren Nederland

**DRAWDOWN**  
**EUROPE** | research  
association

## Bronnen<sup>17</sup>

- [Emissieregistratie](#)
- [Chapter 4 – Global Warming of 1.5 °C, IPCC](#)
- [Waarom hebben juist de bossen op de Veluwe het zo moeilijk?](#)
- [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2019](#)
- [“Meer Gelderse streekproducten in het schap en op uw bord”](#)
- [Boost voor Gelderse eiwittransitie door samenwerking buiten de provinciegrens](#)
- [Food Loss and Waste Database | FAO](#)
- [Wederhoor bij uitzending 'Het beloofde bos' - Zembla](#)
- [Provincie Gelderland - Actieplan Wonen 2020 - 2025](#)
- [Actieplan Wonen: Versnelde bouw van 45.000 woningen in Gelderland](#)
- [Gelders Klimaatplan 2021-2030](#)

## Bronnen bijlagen

- [Emissieregistratie](#)
- [Drawdown Europe: Home](#)
- [Kyoto Protocol - Targets for the first commitment period](#)
- [Energy Transition Model](#)
- [Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland](#)
- [StatLine - Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)
- [Wat is Biochar?](#)
- [Pyropower](#)
- [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2019](#)
- [StatLine - Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)
- [Gelders Klimaatplan 2021-2030](#)
- [Over Theory U](#)
- [Bodemzicht: Home](#)
- [StatLine - Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)
- [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2019](#)
- [Provincie Gelderland: samen tegen voedselverspilling](#)
- [Voedselverspilling](#)
- [Uitvoeringsprogramma Bomen en bos](#)

---

<sup>17</sup> Alle bronnen zijn op volgorde van verschijning in de PCSA weergegeven.

- ['Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030'](#)
- [Afvalzorg: Methane from landfills](#)
- [Overige broeikasgasemissies in de Klimaat- en Energieverkenning 2019](#)
- [Actieplan Wonen: Versnelde bouw van 45.000 woningen in Gelderland](#)
- [Gelders Klimaatplan 2021-2030](#)
- [Bouwen met bomen - Zuid-Holland](#)
- [Using more wood for construction can slash global reliance on fossil fuels](#)
- [Ruimte voor Biobased Bouwen - Strategische Verkenning | Rapport](#)
- [Manifest](#)

## Bronnen technische samenvattingen Project Drawdown

- [Biochar](#)
- [Conserverende landbouw](#) & [Regeneratieve landbouw](#)
- [Nutriënten Management](#)
- [Plantenrijk dieet](#)
- [Voedselverspilling reduceren](#)
- [Bosbeweiding](#)
- [Teelt tussen de bomen](#)
- [Meerjarige gewassen](#)
- [Bosaanplant \(op gedegradeerd land\)](#)
- [Bosaanplant](#)
- [Herstel van gematigde bossen](#)
- [Afvangen stortgas](#)
- [Recycling](#)
- [Composteren](#)
- [Koelmiddelen beheer](#)

# Bijlagen

## 1. Achtergrondinformatie PCSA

### Methoden & data Preliminary Climate Solutions Assessment Drawdown

Middels een nulmeting zijn de in Gelderland aanwezige emissies en hun bronnen in kaart gebracht. In de analyse is onderscheid gemaakt tussen de koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) emissies, overige broeikasgassen en emissies afkomstig van energetische en niet-energetische bronnen. Hiervoor is gebruik gemaakt van Emissieregistratie<sup>18</sup> en de door de provincie Gelderland aangeleverde data. De nulmeting biedt inzicht in:

- waar de emissies ontstaan (emissiebronnen)
- uit welke broeikasgassen de emissies bestaan (emissies)
- hoe groot de klimaatimpact is van deze emissies (CO<sub>2</sub>-equivalenten)

Verdieping

#### **Energetisch vs niet-energetisch**

De emissies van Emissieregistratie zijn niet specifiek opgedeeld in energetische en niet-energetische emissies. Om het onderscheid tussen deze categorisering te maken is gebruik gemaakt van een bijgeleverd koppelbestand met de CRF-code (Common Report Format) van het UNFCCC, een internationale standaard om broeikasgasemissies te classificeren. In deze standaard wordt een onderscheid gemaakt tussen energetische emissies en proces emissies. In enkele uitzonderlijke gevallen komen emissiebronnen in meer dan 1 CRF-code voor, deze zijn bij de energetische emissies gecategoriseerd om dubbeltellingen te voorkomen.

#### **Indeling emissiebronnen**

In Nederland is milieubeleid gericht op specifieke doelgroepen. De emissiebronnen worden dan ook op dit niveau ingedeeld. De doelgroepen die gebruikt zijn, zijn de Energiesector, Afvalverwijdering, Verkeer en vervoer, Landbouw, Handel, Diensten en Overheid (HDO), Consumenten, Bouw, Chemische industrie, Drinkwatervoorziening, Raffinaderijen, Overige industrie, Riolering en waterzuiveringsinstallaties, Natuur en Overig. In dit onderzoek zijn deze gebundeld in de door de provincie Gelderland gehanteerde sectoren uit het Klimaatplan.

<sup>18</sup> [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)

### **Pareto Analyse**

De PCSA heeft als doel inzicht geven in de niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen. De volgende emissies en overige broeikasgassen staan daarom centraal in het vervolg van de analyse: methaan (CH<sub>4</sub>), stikstof (N<sub>2</sub>O ook wel bekend als 'stikstof', HFK's (23,32,152a,143a,134a,125), PFK 14 en 116 en overige PFK's) en niet-energetische koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). Na de nulmeting is een Pareto analyse uitgevoerd. Het Pareto-principe wordt ook wel de 80-20 regel genoemd. Zo is het een wetmatigheid dat 80% van de gevolgen (emissies) verklaard kunnen worden door 20% van de oorzaken (emissiebronnen). Hiermee wordt het mogelijk om effectieve interventies te formuleren met grote impact.

Verdieping

#### **Klimaatimpact van emissies**

CO<sub>2</sub> wordt vaak genoemd in de media, maar is niet het enige broeikasgas. Er zijn ook andere gassen die een impact hebben op klimaatverandering zoals methaan, stikstof, kool fluor waterstoffen (CFK's) en waterdamp. Elk van deze gassen heeft een effect op wereldwijde temperaturen. De hoeveelheid waarin deze gassen een invloed hebben verschilt. Er zijn meerdere factoren die daar aan bijdragen zoals de hitte die de molecuul kan absorberen of reflecteren, en daarnaast de tijd dat het in de lucht blijft hangen voor het chemisch afgebroken is (halfwaardetijd). In de PCSA is m.b.t. de impact van de emissies uitgegaan van een gemiddelde impact over een periode van 100 jaar, in lijn met IPCC. Nu is het zo dat bepaalde emissies, bijvoorbeeld methaan, een veel hogere impact hebben in de eerste 10 jaar. Daarom zou de assessment verder te verrijkt kunnen worden door met deze kortere tijdshorizon om een nog reëler beeld te geven van de directe impact.

Om appels met appels te kunnen vergelijken zijn alle emissies teruggerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten uitstoot. Hierbij zijn de CO<sub>2</sub>-equivalenten gebruikt uit het meest recente IPCC-rapport (de 5e). Zo heeft 1 Kg CH<sub>4</sub> (methaan) een waarde van 28 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten.

### **PCSA: Drawdown oplossingen & innovaties**

De emissiebronnen uit de Pareto analyse zijn gecategoriseerd in de in het Gelderse klimaatplan geformuleerde sectoren en gekoppeld aan relevante Drawdown oplossingen. De Drawdown oplossingen leveren een directe emissiereductie op. Bijvoorbeeld het krimpen van de veestapel zorgt voor een reductie van de methaanemissies. Tevens leveren ze in veel gevallen een indirecte emissiereductie op. Bijvoorbeeld het terugdringen van voedselverspilling zorgt voor een reductie van de vraag naar producten uit de landbouw waardoor er minder landbouwgrond gebruikt hoeft te worden, wat leidt tot een vermindering van emissies.

**Drawdown oplossingen & innovaties**

Er wordt onderscheid gemaakt tussen oplossingen en innovaties. De Drawdown oplossingen zijn stevig verankerd in een ruime hoeveelheid wetenschappelijk bewijs en economische informatie over de impact en de kosten. Het zijn realistische toepassingen die hun potentieel hebben bewezen. Innovaties zijn ontwikkelingen die kansrijk zijn maar nog niet op grote schaal zijn uitgevoerd. Het zijn veelbelovende ideeën en wetenschappelijke projecten waarvan de verwachting is dat ze op korte termijn impact gaan realiseren.

Middels een expert judgement is bepaald welke Drawdown oplossingen de meeste potentie hebben in Gelderland. Elementen die hierin een rol hebben gespeeld zijn de specifieke karakteristieken van Gelderland, de ambities uit het Klimaatplan en de toepasbaarheid van de Drawdown oplossingen op de regio. Er is tijdens een interne werksessie eerst vastgesteld welke oplossingen van toepassing zijn op een emissiebron. Vervolgens is er gefilterd op mogelijke succesvolle toepassing in Gelderland. Daarna hebben vier Drawdown experts een selectie gemaakt van de tien oplossingen met naar verwachting de hoogst mogelijke impact op basis van de wereldwijde potentie en actualiteiten in Nederland. Deze oplossingen zijn uitgewerkt in de interactieve Excel.

**Scenario analyse**

Voor de oplossing met de grootste potentiële impact voor reductie & vastlegging is op basis van de Drawdown modellen en beschikbare TAM data (totaal adresseerbare markt) een conservatief en progressief adoptie scenario geschetst. In deze scenario's worden de interventies om deze emissiebronnen te reduceren of vast te leggen inzichtelijk en toepasbaar gemaakt. Deze scenario's zijn gebaseerd op een interpolatie van relevant wetenschappelijk onderzoek<sup>19</sup> en voor de oplossing relevante databronnen, zoals gemodelleerd door Drawdown<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> O.a. data van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), de International Energy Agency (IEA), de International Renewable Energy Agency (IRENA), de Food and Agriculture Organization van de Verenigde Naties (FAO), het International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) en andere erkende onderzoeksorganisaties, plus peer reviewed onderzoeken vormen de kern van de mondiale analyse.

<sup>20</sup> <https://drawdowneurope.org/>

**Totaal Adresseerbare Markt** geeft aan hoeveel potentie er is in Gelderland om een bepaalde oplossing of innovatie te implementeren. Dit heeft bijvoorbeeld te maken met hoeveel landbouwgrond er beschikbaar is om regeneratieve landbouw op toe te passen of hoeveel woningen er circulair en met houtbouw gerealiseerd kunnen worden.

Verskillende oplossingen kunnen binnen dezelfde TAM geïmplementeerd worden. Andere oplossingen maken aanspraak op dezelfde ruimte binnen de TAM. Hier is rekening mee gehouden in de modelleringen. Binnen de scenario's worden verschillende oplossingen in combinaties met elkaar toegepast indien relevant. Twee oplossingen kunnen namelijk complementair zijn en op dezelfde locatie of binnen dezelfde markt worden ingevoerd.

Verdieping

### **Drawdown modellen**

In het Drawdown model<sup>21</sup> is een complete set broeikasgassen op mondiale schaal integraal gemodelleerd over de verschillende sectoren. Daarmee is dit het eerste model ter wereld dat integraal en wetenschappelijk onderbouwd heeft hoe klimaat ontwrichting gekeerd kan worden door middel van bestaande oplossingen.

### **Regionalisering Drawdown modellen**

Voor lokale en regionale/provinciale toepassing is het huidige Drawdown model nog niet volledig operationeel. Dit houdt in dat model functies zoals het berekenen van de interactie tussen verschillende oplossingen (tweede-orde effecten) niet haalbaar zijn. Hierdoor kan de interactie tussen oplossingen op deze schaal niet berekend worden aan de hand van het model. Wel zijn bij de uitgewerkte oplossingen indicaties gegeven. Dit maakt dat twee progressieve scenario's die geïmplementeerd kunnen worden nooit de TAM zullen overschrijden. Hiermee zijn dubbeltellingen, bijvoorbeeld een oplossing die gebruik maakt van hetzelfde beschikbare land, zoveel mogelijk voorkomen.

De preliminaire analyse is dus wel gebaseerd op de principes van de modellen, maar gebruikt niet de volledige functionaliteit van de modellen. Er is waar mogelijk in de analyse zoveel mogelijk rekening gehouden met overlap van oplossingen en mogelijke versterking van oplossingen door interactie.

---

<sup>21</sup> [Drawdown Europe: Home](#)

### Discussie & verantwoording data

In de PCSA is gebruik gemaakt van de database van [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl). Deze database bevat meer dan 100.000.000 emissiegetallen en is de meest nauwkeurige representatie van Nederland tot op de dag van schrijven. De website toont de totale uitstoot van Nederland en gebruikt een bronindeling die nauw aansluit bij internationale en nationale rapportages en statistieken. In rapportages volgens internationale verdragen<sup>22</sup> moeten niet alle geregistreerde emissies worden meegerekend. Vliegverkeer boven een bepaalde hoogte en zogenaamd kort cyclisch koolstofdioxide (zoals uit de verbranding van biobrandstoffen) tellen niet mee. Daarom kent de emissieregistratie een compartiment lucht en een compartiment niet-lucht volgens IPCC.

De categorie LULUCF (land use and land use change and forestry) valt standaard buiten de IPCC-definitie van emissies naar lucht. Vanuit de EU zijn er wel afspraken om de verandering van deze emissies netto op nul te houden (geen toename of afname). In het Klimaatakkoord vallen deze emissies onder de tafel Landbouw. In Nederland gaat het om 4.9 Mton emissies, vrijwel volledig bestaand uit CO<sub>2</sub>. Dit komt hoofdzakelijk door grasland (3.2 Mton), bouwland (1.6 Mton), bebouwing (1.5 Mton). Bos zorgt voor vastlegging van 1.9 Mton. Voor Drawdown Gelderland zijn de emissies uit de natuur zoveel mogelijk wel meegerekend, echter er was geen lokale data voorhanden m.b.t. de natuurlijke koolstofdioxide uitstoot.

### **Onzekerheden in het gebruik van data**

Er zijn enkele onzekerheden in de gebruikte data. Zo worden nationale emissies toebedeeld naar regionaal niveau. De geregionaliseerde data kan daardoor het beste worden gezien als een bruikbare eerste indicatie. Voor een nauwkeuriger beeld moet lokaal onderzoek worden gedaan. De emissies zijn gebaseerd op puntbronnen en diffuse bronnen. Bij puntbronnen is er sprake van een werkelijke meting of lokale berekening. Diffuse bronnen worden niet direct toegekend aan een locatie, bijvoorbeeld omdat ze afkomstig zijn door activiteiten in de landbouw of verkeer en mobiliteit. Voor een aantal stoffen (o.a. stikstof) is de ruimtelijke verdeling het resultaat van modellen. Daarnaast worden er verdeelsleutels gebruikt, zoals gereden kilometers voor emissies uit wegverkeer en bevolkingsdichtheid voor emissies uit huishoudens. Hierdoor zijn er een aantal factoren van onzekerheid zoals de nauwkeurigheid van

---

<sup>22</sup> [Kyoto Protocol - Targets for the first commitment period](#)

deze metingen, de nauwkeurigheid van de verzamelde data en de volledigheid. Voor de onzekerheden en de representativiteit van de data wordt vastgehouden aan de representatie van [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl).

#### Koppeling ETM & Interactieve Excel PCSA

Dit rapport is opgesteld in aanvulling op het reeds voor de provincie Gelderland ontwikkelde Energie Transitie Model (ETM), waarin de bronnen van energetische koolstofdioxide voor de vier sectoren in kaart zijn gebracht (landbouw & landgebruik, industrie & bedrijven, gebouwde omgeving, mobiliteit). De in deze PCSA gegeven resultaten zijn te gebruiken in aanvulling op ETM. Hieronder vindt u twee instructies.

##### **- Hoe kan deze PCSA ingezet worden in het ETM?**

De gemodelleerde Drawdown oplossingen hebben een impact op de totale CO<sub>2</sub>-eq uitstoot binnen de provincie Gelderland. ETM is een Open Source model dat door de provincie gebruikt wordt om afwegingen te maken tussen impact en beleid. De PCSA kan als input worden gebruikt in het ETM. Het ETM is ontwikkeld om overzicht én inzicht te krijgen in het energiesysteem en zo beter onderbouwde plannen te maken. Een nieuw scenario kan je starten door in één van de beschikbare gebieden te kiezen en het toekomstige jaar waarvoor je het scenario wil maken. Met schuifjes kun je aangeven hoe deze uitstoot in de toekomst gaat veranderen. Dit biedt inzicht in wat de gevolgen van de Drawdown scenario's zijn in het geheel van emissies. Het Energietransitiemodel is open-source en ontwikkeld door Quintel Intelligence. Voor het invoeren van de percentages kan [de interactieve Excel sheet](#) worden gebruikt. Deze kunnen vervolgens in het Gelderse ETM worden toegevoegd.

##### **- Hoe voeg ik de broeikasgasemissie vermindering door in het ETM?**

De emissies uit de interactieve Excel sheet kunnen vervolgens worden toegevoegd aan het ETM-model voor gelderland in 2030<sup>23</sup>. Surf dan naar de website van ETM en start het Scenario 'Gelderland' met als jaartal 'Heden - 2030'. Klik links in het menu op het tab 'Emissies' en klik vervolgens op 'broeikasgassen'. Vervolgens kunnen de niet-energetische emissies voor o.a. landbouw en industrie gewijzigd worden naar voorbeeld van de interactieve Excel sheet. Voor meer informatie zie de interactieve sheet.

---

<sup>23</sup> [Energy Transition Model](#)

- **Hoe verhoudt dit rapport zich tot de bijgevoegde interactieve excel sheet?**

De bijgevoegde interactieve Excel sheet is een samenvatting van het model dat gebruikt is in deze PCSA. In de Excel sheet kunnen de conservatieve en progressieve scenario's ingevoerd worden voor de verschillende oplossingen. De uitkomsten van deze scenario's worden in de sheet aangegeven in zowel de totaal behaalde impact als de percentages die aangepast kunnen worden in het ETM.

- [Drawdown Provincie Gelderland, interactieve Excel sheet v1.0](#)

**2. Aan de slag met de oplossingen per sector**

**Bijlage Landbouw & Landgebruik (Hoofdstuk 3)**

Verschillende oplossingen en innovaties zijn relevant voor de beoogde emissiereductie in landbouw en landgebruik. De oplossingen met de grootste impact zijn hieronder in zwart aangegeven en verder uitgewerkt met verschillende scenario's.

| Oplossing                        | Oplossing / innovatie       | Oplossing / innovatie              |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Voedselverspilling tegengaan     | Verbeterde rijstteelt (SRI) | Tropische bossen                   |
| Een plantenrijk dieet            | Composteren                 | Gematigde bossen                   |
| Bosbeweiding                     | Nutriëntenbeheer            | Veengebieden                       |
| Regeneratieve landbouw           | Landbouwirrigatie           | Bosaanplant                        |
| Basisvoedsel van tropische bomen | Biochar                     | Bamboe                             |
| Conserverende landbouw           | Teelt in het weiland        | Bosbescherming                     |
| Teelt tussen bomen               | Mariene Permacultuur        | Landbeheer door inheemse volkeren  |
| Gecontroleerde beweiding         | Bosbeweiding 2.0            | Biomassa uit vaste planten         |
| Schone fornuizen                 | Microbiële landbouw         | Waterrijke kustgebieden (wetlands) |
| Herstel van landbouwgrond        | Meerjarige gewassen         | Nieuw leven op de mammoetsteppen   |

|                       |                            |                                    |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Verbeterde rijstteelt | Komt een koe op het strand | Versnelde verwerking van mineralen |
| Gelaagde boslandbouw  | Boerderijen op de oceaan   | Industriële hennep                 |

### Uitgebreide toelichting Biochar

| Biochar  | CO2-eq reductie in 2030  | CO2-eq vastlegging in 2030  |
|--|--|---|
| Scenario 1 (conservatief): 8% van totaal adresseerbare markt | 0,001 Mton (1.729.403 kg)  | Biochar kan overige broeikasgasemissies in de bodem verminderen (hoewel deze impact als indirecte emissiereductie in deze analyse niet wordt meegenomen). |
| Scenario 2 (progressief): 16% van totaal adresseerbare markt | 0,003 Mton (3.458.805 kg)  | idem.   |
| Handelingsperspectief  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomassa omzetten in houtskool als bodemverbeteraar</li> <li>• Biomassa omzetten naar energie (buiten scope van deze berekening)</li> </ul> |   |

### **Methode / ecologisch model**

De vermeden emissies van biochar worden geschat op 0,95 ton CO<sub>2</sub>-eq per ton grondstof<sup>24</sup>. Dit weerspiegelt de hoeveelheid CO<sub>2</sub>-eq dat is opgeslagen in de vorm van biochar, die anders zou zijn uitgestoten uit de biomassa als deze was verbrand of afgebroken. Dit cijfer is het resultaat van een globale meta-analyse door Project Drawdown<sup>25</sup>.

### **Referentiekader**

- Het referentiescenario (2018) is gesteld op 0% huidige toepassing (er wordt aangenomen dat er geen biochar wordt toegepast in de Provincie Gelderland).
- Totaal adresseerbare markt (TAM) voor biochar (niet gebruikte gewasresten en overige biomassa) is 30.000 ha<sup>26</sup> (areaal akker- en tuinbouw).

### **Scenario's**

De effecten van de toegenomen adoptie van biochar in 2030 worden gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's:

1. Scenario 1 (conservatief): adoptie is 8% van de totaal adresseerbare markt. Klimaatimpact is daarbij 8% vermeden emissies van de totale emissies herkomstig van gewasresten, geprojecteerd op het referentiejaar 2018 (21.617.534 kg co<sub>2</sub>-eq, 8%= 1.729.403 kg per jaar) in 2030.

<sup>24</sup> PBL [Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland](#)

<sup>25</sup> [Biochar Production](#)

<sup>26</sup> CBS Statline [StatLine - Landbouw: gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)

2. Scenario 2 (progressief): adoptie is 16% van de totaal adresseerbare markt.  
Klimaatimpact is daarbij 16% vermeden emissies van de totale emissies herkomstig van gewasresten, geprojecteerd op het referentiejaar 2018 (21.617.534 kg co<sub>2</sub>-eq, 8%= 3.458.805 kg per jaar) in 2030.

### ***Discussie***

Ondanks dat het technisch potentieel van deze oplossing erg groot is, zijn er een aantal kanttekeningen voor grootschalige implementatie. Ten eerste de totale beschikbaarheid van biomassa. De aanname is dat de maximale beschikbare grondstof 50 procent is van de gewasresten die momenteel ongebruikt zijn, zonder dat er daarbij grondstof wordt geproduceerd. Dit maximum van 50% komt doordat gewasresten (resten die na de oogst van een gewas blijven liggen) ook worden gebruikt in andere Drawdown oplossingen zoals conserverende landbouw. Ook worden biomassa-grondstoffen gebruikt voor de productie van biomassa-energie, zonder dat er daarbij biomassa beschikbaar is voor biochar. Daarnaast is nog niet voldoende duidelijk wat de interactie is tussen biochar en stikstof, evenals de invloed van grootschalig gebruik van biochar op de ecologie van de bodem en de omliggende ecosystemen.<sup>27</sup>

Dat maakt ook dat biochar zich in TRL (technology readiness level) 3 tot 6 bevindt.<sup>28</sup> Tot slot, gemiddeld wijst toepassing van biochar tot een oogst toename van 15% met het grootste effect zichtbaar op verzuurde en aangetaste grond. Ook leiden verschillende soorten biomassa tot verschillende soorten biochar met diverse eigenschappen. Onderzoek naar de ideale match tussen biochar-variëteit en grondsoort kan meer inzicht verschaffen in de toepassing van deze oplossing en daarmee de waarde verhogen.

---

<sup>27</sup> [Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland](#)

<sup>28</sup> idem.

### Toepassing oplossing

De biochar-industrie is nog jong.<sup>29</sup> De productie van biochar kan praktisch overal plaatsvinden: zowel in grote industriële machines als in kleine, eenvoudige ovens. Pyropower<sup>30</sup> is een Nederlandse organisatie die koffiedik gebruikt als input voor het produceren van biogas, warmte, biochar en rest oliën. Het gedroogde koffiedik kan vervolgens gebruikt worden door lokale circulaire biobased bedrijven die er weer producten van maken.

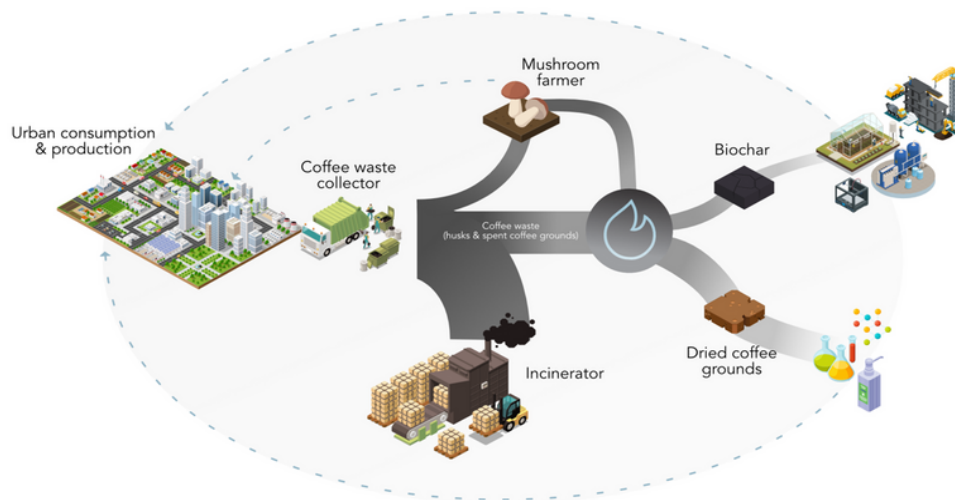


Foto: Van koffiedik to biochar<sup>31</sup>. Of bekijk [deze video](#) over hoe biochar naast het helpen van melkveeboeren, ook de verzakking van het Nederlandse veengebied kan tegengaan.

<sup>29</sup> [Wat is Biochar?](#)

<sup>30</sup> [Pyropower](#)

<sup>31</sup> <https://www.pyropower.eu/netherlands>

Uitgebreide toelichting conserverende en regeneratieve landbouw

| Conserverende landbouw,<br>Regeneratieve landbouw                        | CO2-eq reductie in 2030   | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|--|---|----------------------------|
| Scenario 1: Conservatieve implementatie: adoptiegraad van 0,36% per jaar | 0,004 Mton (3.679.326 kg)   | 0,009 Mton (9.598.241 kg)  |
| Scenario 2: Progressieve implementatie: adoptiegraad van 1,6% per jaar   | 0,03 Mton (27.862.079 kg)   | 0,07 Mton (72.683.683 kg)  |
| Scenario 3: Progressieve implementatie inclusief halvering veestapel     | 1,3 Mton ( 1.346.379.894 kg)  | 0,07 Mton (72.683.683 kg)  |
| Handelingsperspectief  | Conserverende landbouw <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimale bodemverstoring (geen grondbewerking (ploegen) of beperkte grondbewerking)</li> <li>• Permanente bodembedekking (bodembedekkers)</li> <li>• Gediversifieerde gewasrotaties</li> </ul> Regeneratieve landbouw (Conserverende landbouw +) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost toepassing</li> <li>• Biologische productie</li> </ul> Halveren van de veestapel (conserverende landbouw + halvering veestapel) |                            |

***Methode / ecologisch model***

In deze analyse is de methodologie van conserverende landbouw en regeneratieve landbouw gecombineerd. Conserverende landbouw wordt gezien als een transitie technologie, die in de loop van de tijd overgaat in regeneratieve landbouw. Voor de omschakeling van conserverende landbouw naar regeneratieve jaarlijkse teelt is slechts één extra methode vereist (het toepassen van compost, biologische of biodynamische landbouw of gebruik van groenbemesters). De methode is afkomstig uit de technische samenvatting van Project Drawdown<sup>32</sup>.

- Het vastleggings percentage is 0,6 ton koolstof per hectare per jaar voor gematigde / boreaal-vochtige gebieden. Deze percentages zijn het resultaat van meta-analyse van 59 datapunten uit 40 bronnen in de Drawdown modellen. De emissiereductie percentages zijn identiek aan conserverende landbouw: 0,23 ton CO2-eq per hectare

<sup>32</sup> [Conservation Agriculture & Regenerative Annual Cropping](#)

per jaar, gebaseerd op meta-analyse van 14 datapunten uit 7 bronnen van de Drawdown modellen.

- De huidige adoptie is gebaseerd op de wereldwijde adoptie percentages van biologische landbouw, met extra groei als gevolg van de omschakeling van landareaal van conserverende landbouw naar regeneratieve landbouw.
- De adoptie scenario's van conserverende landbouw en regeneratieve landbouw zijn met elkaar verbonden. Bij gebrek aan voldoende gegevens over regeneratieve landbouw in Nederland, maakt deze analyse gebruik van bevindingen uit de globale Drawdown-modellen voor conserverende landbouw. Hierin wordt uitgegaan van de huidige adoptiegraad van Zuid-Amerika, met een leercurve voor versnelde implementatie van 15% adoptie per jaar.

### **Referentiekader**

- Referentiescenario is gelijk aan de huidige implementatie en bedraagt 3%<sup>33</sup> (= huidig biologisch gecertificeerd areaal in Gelderland respectievelijk 6750 ha)<sup>34</sup>.
- Totaal adresseerbare markt: Het totale landoppervlak dat voor deze analyse mogelijk kan worden toegewezen aan conserverende landbouw en regeneratieve landbouw is hetzelfde: 30.000 hectare niet-gedegradeerd tuin- en akkerbouwland. Tevens is er een potentieel voor de 195.000 hectare dat momenteel gebruikt wordt als grasland en groenvoedergewassen.

### **Scenario's**

De effecten van de toegenomen toepassing van conserverende en regeneratieve landbouw in de periode 2020-2030 worden gegenereerd op basis van drie adoptie scenario's:

1. Scenario 1 (conservatief): toepassing op 225.000 ha totaal oppervlak (implementatie op akker- en tuinbouw, en conversie van voedergewassen en grasland). Dit scenario projecteert een adoptie van 0,36% per jaar, waarbij per ha/ jaar een emissiereductie van 0,23 ton bestaat en een vastlegging van 0,6 ton per ha/jaar. Onder vastlegging van CO<sub>2</sub>-eq in de bodem gaan stikstof en methaanemissies wel door, maar worden er ook CO<sub>2</sub>-eq gebonden in organische stof in de bodem. Dit zorgt voor een netto reductie van emissies en daarom zijn de reductie en vastlegging beide tot emissiereductie meegerekend. In 2030 bedraagt het een totaal van 16.000 ha conserverende en

<sup>33</sup> [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2019](#)

<sup>34</sup> [StatLine - Landbouw: gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)

regeneratieve landbouw, verantwoordelijk voor 13.277 ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq emissies (totaal vastlegging en emissiereductie).

2. Scenario 2 (progressief): toepassing op 225.000 ha totaal oppervlak (implementatie op akker- en tuinbouw, en conversie van voedergewassen en grasland). Huidige implementatie bedraagt 3% (= huidig biologisch gecertificeerd areaal in Gelderland respectievelijk 6750 ha).<sup>35</sup> Dit scenario projecteert een adoptie van 1,6% per jaar, gelijk aan de huidige adoptie van regeneratieve landbouw in Zuid-Amerika. Tevens is er vanaf 2021 een leercurve van 15% relatieve groei per jaar meegerekend. Dit zorgt voor een totaal van 121.139 ha in 2030, meer dan de helft van alle beschikbare landbouwgrond in Gelderland toegewezen aan regeneratieve en conserverende landbouw en beweiding. Dit scenario is verantwoordelijk voor 100.546 ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq emissies in het jaar 2030 (totaal van vastlegging en emissiereductie) door het toepassen van regeneratieve en conserverende bodem praktijken.
3. Scenario 3 (progressief, plus halvering van veestapel): toepassing op 225.000 ha oppervlak (implementatie op akker- en tuinbouw, en conversie van voedergewassen en grasland). Dit scenario is verantwoordelijk voor de conversie van 47% van de landbouwgrond die nu in gebruik is voor vee en voedergewassen. Bij een krimp van 47% van de veestapel resulteert dit in een extra 1.217.972 ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq. Dit scenario biedt een opbrengstvergroting van 20% van de gewassen per ha en zorgt tevens voor een verbeterde waterberging, natuurherstel en andere positieve effecten op de natuurlijke omgeving.

### ***Discussie***

Er is een groeiende internationale beweging die zich richt op bodemgezondheid en koolstofvastlegging in jaarlijkse teeltsystemen. Gezien de huidige uitstoot van de landbouw en het grote potentieel voor vastlegging op akkerland is dit uiterst actueel. Wel verloopt de overgang van conventionele landbouw naar regeneratieve landbouw traag. Enkele focuspunten die relevant zijn in aanvulling op de ontwikkeling van regeneratieve landbouw:

- Bewustzijn & focus op korte ketens en lokale afzetmarkt
- Bevorderen toegang tot land voor kleine / innovatieve boeren
- Bevorderen schaalverkleining
- Biodynamisch en regeneratief prefereren boven biologisch

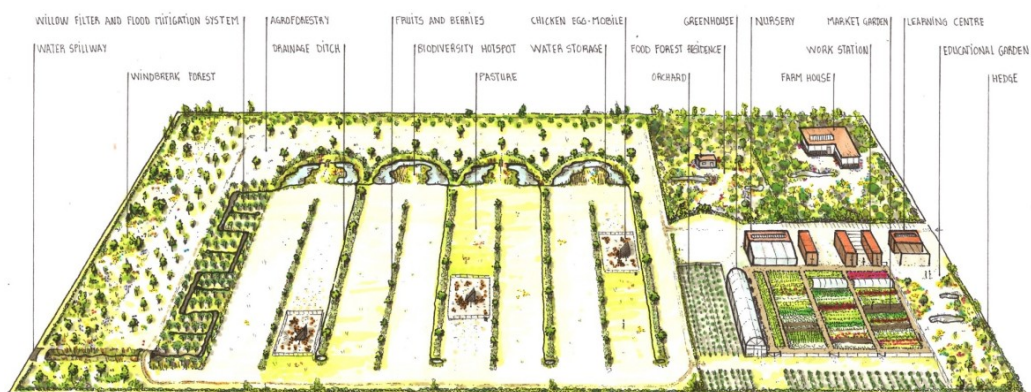
---

<sup>35</sup> [https://gelderland.stateninformatie.nl/document/9566321/1/Gelders\\_Klimaatplan\\_2021-2030](https://gelderland.stateninformatie.nl/document/9566321/1/Gelders_Klimaatplan_2021-2030)

- Multidisciplinaire / multi-stakeholder versnellingsprocessen inzetten om de randvoorwaarden voor lokale waardeketens te laten ontstaan. Participatieve processen op basis van bijvoorbeeld theory U<sup>36</sup> kan als procesmodel vernieuwing en transformatie van de regio begeleiden.

### ***Toepassing oplossing***

Landbouw volgens conserverende- of regeneratieve principes krijgt steeds meer aandacht. Pioniers zoals de regeneratieve boerderij Bodemzicht in de provincie Gelderland passen de principes met succes toe en bieden andere boeren de mogelijkheid om meer te leren over deze klimaatoplossingen. Bekijk [deze video](#) van boerderij Bodemzicht.



Foto's: Regeneratieve boerderij Bodemzicht in de provincie Gelderland.<sup>37</sup>

### **Inspiratie voor conserverende & regeneratieve landbouw**

- [Hoe boeren en bossen kunnen helpen bij de opslag van CO<sub>2</sub>](#)
- [De bomen keren terug in de landbouw](#) (Volkskrant)
- [Nederland is grote aanjager ontbossing](#) (NOS)
- [Samen voor grond](#) (MaatschapWij)

<sup>36</sup> [Over Theory U](#)

<sup>37</sup> [Bodemzicht: Home](#)

- [Enschedeese 'sojaboeren' willen landbouw lokaler en duurzamer maken](#) (Turbantia)
- [Kiss the Ground](#)

#### Uitgebreide toelichting nutriëntenbeheer

| Nutriëntenbeheer  | CO2-eq reductie in 2030   | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|---|---|----------------------------|
| Scenario 1: Conservatieve implementatie   | 0,025 Mt (25.273.774 kg)  | n.v.t.                     |
| Scenario 2: Progressieve implementatie  | 0,072 Mt (72.473.408 kg)  | n.v.t.                     |
| Scenario 3: Progressieve implementatie inclusief weidemest door halvering veestapel | 0,17 Mt (172.943.770 kg)  | n.v.t.                     |
| Handelingsperspectief   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het verminderen of in juiste verhouding toepassen van meststoffen op akkerland.</li> <li>• Een deel mest begin van het seizoen aanbrengen, tweede deel wanneer gewassen behoefte hebben aan stikstof.</li> </ul> |                            |

#### ***Methode / ecologisch model***

Het model van Drawdown wijst de huidige en verwachte adoptie van oplossingen toe aan de bossen, graslanden, en akkerlanden. In het geval van nutriëntenbeheer is al het akkerland aangenomen als geschikt en is er vastgesteld dat nutriëntenbeheer op het land kan plaatsvinden samen met andere geïmplementeerde oplossingen (bijvoorbeeld conserverende en regeneratieve landbouw). De verminderde emissies werken onafhankelijk van koolstofvastlegging en andere landoplossingen. Daarnaast zorgt een verhoogde inzet op nutriëntenbeheer door vermindering van het kunstmestverbruik voor een besparing op kosten. Emissiereductie is op basis van een meta-analyse door Project Drawdown<sup>38</sup> vastgesteld op 0,49 ton koolstofdioxide per hectare per jaar en 0,44 ton stikstof CO2-eq per hectare per jaar. Dit cijfer is het verschil tussen de huidige toepassing van nutriënten vergeleken met de oplossing nutriëntenbeheer.

<sup>38</sup> [Nutrient Management](#)

**Referentiekader**

- Referentiescenario: Bij gebrek aan gegevens over de huidige adoptie van nutriëntenbeheer, is dit cijfer gebaseerd op de huidige adoptie voor biologische landbouw (3% totaal oppervlak = 6.750ha)<sup>3940</sup>.
- Totaal adresseerbare markt: Toekomstige adoptie projecties voor nutriëntenbeheer gebruikten dezelfde scenario's als conserverende/ regeneratieve landbouw (opnieuw uitgaande van een verband tussen deze twee oplossingen), en beschikbare schattingen op regionaal en landelijk niveau. Het totale landoppervlak dat voor deze analyse mogelijk kan worden toegewezen aan nutriëntenbeheer is 30.000 ha niet-gedegradeerd tuin- en akkerbouwland. Tevens is er een potentieel voor de 195.000 hectare dat momenteel gebruikt wordt als grasland en groenvoedergewassen.

**Scenario's**

De effecten van de toegenomen adoptie van nutriëntenbeheer worden gegenereerd op basis van drie adoptie scenario's:

1. Scenario 1 (conservatief): 13% procent van het totale geschikte land, uitkomende op 27.176 hectare met een emissiereductie van 0,93 ton CO<sub>2</sub>-eq per ha/ jaar. Dit levert in 2030 een reductie van 25.273 ton CO<sub>2</sub>-eq op t.o.v. 2018. Dit vertegenwoordigd een 15% daling van de huidige emissies veroorzaakt door het aanwenden van kunstmest.
2. Scenario 2 (progressief): 75% in 2030 van het totale geschikte land dat niet reeds onder regeneratief beheer is. Omdat regeneratieve landbouw prioriteit is (het sluit al het gebruik van kunstmest en bepaalde toevoeging van dierlijk mest uit) blijft er in dit scenario nog 77.928 ha over met een emissiereductie van 0,93 ton CO<sub>2</sub>-eq per ha/jaar. Dit levert in 2030 een reductie van 72473 ton CO<sub>2</sub>-eq op t.o.v. 2018, een 42% daling van de huidige emissies veroorzaakt door het aanwenden van kunstmest.
3. In scenario 3 (progressief, incl. weidemest halvering veestapel): Hierbij wordt het scenario 2 niet alleen toegepast op kunstmest, maar op alle weidemest in combinatie met een verkleining van de veestapel. Hiermee wordt het reductiepotentieel factor 2,8 vermenigvuldigd (2,8 is de ratio kunstmest - natuurlijke mest). Dit scenario geeft een emissiereductie van 2.029.225 ton CO<sub>2</sub>-eq in 2030.

<sup>39</sup> [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2019](#)

<sup>40</sup> [StatLine - Landbouw: gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)

***Discussie***

Bij deze oplossing gaat het vooral om het vermijden van uitstoot en niet om het vastleggen van koolstof. De voordelen voor het klimaat zijn daarom continu: de mogelijkheden om klimaatwinst te boeken komen in dit geval niet op een eindpunt; een afname van het gebruik van meststoffen beperkt de uitstoot permanent. Daarnaast bespaart het boeren geld en vermindert waterverontreiniging, biodiversiteitsverlies en bodem kwaliteitsverlies en voedingswaarde van landbouwproducten. Omdat het de uitstoot van krachtige broeikasgassen en tevens de uitstoot die gepaard gaat met het produceren van kunstmest (niet meegenomen in deze analyse) vermindert, is dit een duidelijke win-win-oplossing. Echter, de reflex is dat boeren weer meer mest gaan gebruiken om voor de afnemende gezondheid van de bodem te compenseren, terwijl dit in werkelijkheid een neerwaartse spiraal is. Nutriëntenbeheer is een tussenoplossing in de omschakeling naar vormen van landbouw waar synthetische kunstmest deels of geheel overbodig wordt. Deze studie kan worden verbeterd als er betere gegevens over de huidige toepassing van nutriëntenbeheer in Gelderland beschikbaar komen.

### Uitgebreide toelichting plantenrijk dieet<sup>41</sup>

| Plantenrijk dieet                       | CO2-eq reductie in 2030                                 | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|---|---|----------------------------|
| Scenario 1: Conservatieve implementatie | 0,675 Mt (675.470.473 kg)                               | n.v.t.                     |
| Scenario 2: Progressieve implementatie  | 1,126 Mt (1.125.784.122 kg)                             | n.v.t.                     |
| Handelingsperspectief                   | Stimuleren van een plantenrijk dieet onder de inwoners. |                            |

### ***Methode / ecologisch model***

De adoptie scenario's in dit model groeien lineair in de tijd vanaf het referentiejaar 2018. Er is gekozen voor lineaire adoptie trends vanwege het gebrek aan gegevens per regio. Er is daarom gekozen om het plantenrijk dieet direct te verbinden aan Gelderse vleesconsumptie. De scenario's zijn ontwikkeld op basis van de modellen van Project Drawdown<sup>42</sup>.

### ***Referentiekader***

- Het referentiescenario (2018) is gesteld op 0% opname van een plantenrijk dieet. Niet zozeer omdat niemand plantaardig eet, maar voornamelijk omdat de huidige emissies vanuit de veestapel ongewijzigd blijven.
- Totaal adresseerbare markt voor een plantenrijk dieet wordt gedefinieerd als de totale vraag naar voedsel, gebaseerd op geschatte kilocalorieën die per jaar worden geleverd voor consumptie door de bevolking in Gelderland. De toekomstige consumptie wordt voorspeld met behulp van adoptiefactoren uit een meta-analyse van adoptiemodellen, die de verwachte veranderingen in het voedingspatroon weerspiegelen.

### ***Scenario's***

De effecten van de toegenomen toepassing van een plantenrijk dieet in 2030 worden gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's:

- Conservatief scenario voorziet tussen 2020 en 2030 een afname van 30% verminderde vleesconsumptie door plantenrijke diëten. Dit heeft de potentie om 0,675 Mton CO2-eq emissies te voorkomen.

<sup>41</sup> Plantenrijk dieet is breder gemodelleerd dan de andere oplossingen. Voor de productie van vlees en zuivel wordt in Nederland veevoer geïmporteerd. Voor de productie van veevoer vindt ontbossing plaats in de amazone. Volgens een rapport van het WWF draagt elke Nederlander gemiddeld bij aan 18 m2 ontbossing. Voor Gelderland zou dit gaan om een oppervlakte van ongeveer 370.000 hectare, dat is 72% van de totale Gelderse oppervlakte.

<sup>42</sup> [Plant-Rich Diets](#)

- Progressief scenario voorziet tussen 2020 en 2030 een afname van 50% vleesconsumptie ten behoeve van plantenrijke diëten. Dit heeft de potentie om 1,126 Mton CO<sub>2</sub>-eq emissies te voorkomen.

### ***Discussie***

Het laten groeien van plantenrijke diëten is evenzeer een uitdaging van communicatie en educatie als van beleid. Een van de meest fundamentele onderzoeksresultaten over dit onderwerp is dat gezondere diëten ook vaak emissiearme diëten zijn. Hoewel plantenrijke diëten niet noodzakelijk de meest emissiearme diëten zijn, vertegenwoordigen ze een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de conventionele (Westerse) diëten. Dit stijgt nog harder bij regeneratieve of biodynamische voeding, waarbij de voedingswaarde per eenheid tot wel 320 keer zo hoog kan liggen dan niet-biologisch voedsel. Het zou een sterk marktmechanisme zijn om voedingswaarde te gaan meten en bij verkoop te vermelden. De overlap in gewenste resultaten (gezondere bevolking, lagere emissies) is een krachtig communicatie- en beleidsinstrument, vooral gezien het feit dat individuen eerder geneigd zijn gunstig te reageren op berichten die hun gezondheid beïnvloeden dan op berichten die relevant zijn voor hun milieu-impact.

### ***Toepassing oplossing***

Een plantenrijk dieet krijgt steeds meer aandacht. Gelderland heeft als doelstelling om het aandeel plantaardige eiwitten te laten stijgen naar 48%. En in Oost-Nederland zijn er ruim 60 bedrijven, organisaties en onderzoeksinstituten onderdeel van de oplossing door zich in te zetten voor meer plantaardige eiwitten in [‘The protein cluster’](#). Een klinkend voorbeeld is ‘the Dutch weed burger’ - een burger gemaakt uit zeewier. The Dutch weed burger refereert naar zeewier als ‘het groene goud’. Een oerplant vol met vitamines, mineralen, omega-3-6-9 vetzuren en vol met eiwitten, ijzer en calcium. Bezoek [deze website](#) om meer te leren over deze klimaatoplossing.



### Uitgebreide toelichting voedselverspilling tegengaan

| Voedselverspilling tegengaan | CO2-eq reductie in 2030  | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|------------------------------|--|----------------------------|
| Scenario 1: Conservatief     | 0,02 Mt (20.309.625 kg)  | n.v.t.                     |
| Scenario 2: Progressief      | 0,14 Mt (136.633.000 kg)   | n.v.t.                     |
| Handelingsperspectief        | Het minimaliseren van voedselverlies en -verspilling in alle stadia van productie, distributie, detailhandel en consumptie door: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opslag- en transportsystemen te verbeteren</li> <li>• Bewustwording van het publiek te creëren en consumentengedrag te veranderen</li> </ul> |                            |

#### ***Methode / ecologisch model***

Alleen in de Gelderse huishoudens is naar schatting al 82.000 ton voedselverspilling per jaar.<sup>43</sup> De potentie voor minder voedselverspilling is gebaseerd op de totale vraag naar voedsel, gebaseerd op geschatte kilocalorieën die per jaar worden geleverd voor consumptie door de bevolking van Gelderland. Op basis van informatie van het voedingscentrum is voedselverspilling door consumenten in Nederland verantwoordelijk voor ongeveer 131 kilogram koolstofdioxide per persoon/jaar (en 28% van het landgebruik per jaar). Dit komt neer op 0,27 Mton CO2-eq per jaar (bij 2.086.000 inwoners).<sup>44</sup> Deze oplossing en de methode voor tegengaan van voedselverspilling is afkomstig van Project Drawdown<sup>45</sup>.

#### ***Referentiekader***

- Referentiescenario: In het referentiescenario gaan we uit van 28% voedselverspilling t.o.v. de productie per jaar.
- Totaal adresseerbare markt: De Gelderse markt voor minder voedselverspilling wordt gedefinieerd als de totale vraag naar voedsel, gebaseerd op geschatte kilocalorieën die per jaar worden geleverd voor consumptie door de bevolking van Gelderland. De emissies van de voedselverspilling in Gelderland zijn niet gemodelleerd omdat deze naar waarschijnlijkheid toegerekend worden aan compostering en afvalverwerking. Op basis

<sup>43</sup> [provincie Gelderland](#).

<sup>44</sup> [Voedselverspilling](#)

<sup>45</sup> [Reduced Food Waste](#)

van informatie van het voedingscentrum is een berekening gemaakt die neerkomt op 0,27 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar bij 2.086.000 inwoners.<sup>46</sup>

### **Scenario's**

Voor minder voedselverspilling zijn twee indicatieve scenario's ontwikkeld:

- Scenario 1 (conservatief): In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat in 2050 het voedselverlies en -verspilling met 50 procent zal worden verminderd, verantwoordelijk voor 0,02 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar uit vermeden landbouwproductie, op basis van een eerdere analyse voor de Provincie Gelderland (2019).
- Scenario 2 (progressief): In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat in 2030 het voedselverlies en -verspilling met 50 procent zal worden verminderd, verantwoordelijk voor 0,14 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar uit vermeden landbouwproductie, op basis van een eerdere analyse voor de Provincie Gelderland (2019).

### **Discussie**

Er moeten meetinstrumenten voor voedselverlies en -afval worden ontwikkeld om de meting en rapportage te standaardiseren. Daarbij zullen niet alleen streefcijfers voor de vermindering van voedselverspilling op landenniveau moeten worden vastgesteld, maar ook op bedrijfs-, leveranciers- en consumentenniveau. Stimulansen voor afvalvermindering moeten worden ontworpen en gegeven om gedragsverandering te beïnvloeden. Het verminderen van voedselverspilling is een groot fysiek probleem. Maar het heeft wijdverbreide voordelen voor de economie, het milieu, de samenleving en de menselijke gezondheid. Het reduceren van voedselverspilling zorgt voor een lagere vraag naar landbouwgrond, dit biedt ruimte voor ecosysteem bescherming en andere initiatieven.

### **Toepassing oplossing**

Versillende partijen zijn al bezig met het tegengaan van voedselverspilling. Denk aan [Too Good To Go](#) die al 7.544.198 maaltijden gered hebben door het van de ondernemers door te verkopen aan de consument. Een ander voorbeeld is [instock](#) een bedrijf dat beschadigde of anders gevormde groenten overneemt van boeren en ze doorverkoopt aan restaurants.



<sup>46</sup> [Voedselverspilling](#)

### Uitgebreide toelichting bosbeweiding

| Bosbeweiding                            | CO2-eq reductie in 2030  | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|---|--|----------------------------|
| Scenario 1: Conservatieve implementatie | 0,25 Mt (246.359.368 kg)   | 0,052 Mt (52.661.880 kg)   |
| Scenario 2: Progressieve implementatie  | 0,99 (985.437.474 kg)  | 0,21 Mt (210.647.520 kg)   |
| Handelingsperspectief                   | Diversifieer weidegrond met veedieren, bomen, houtopstand en andere bosproducten en planten die als voedsel voor dieren kunnen dienen. |                            |

### ***Methode / ecologisch model***

De oplossing bosbeweiding heeft de potentie om 2,7 ton koolstof per hectare per jaar vast te leggen. Dit is het resultaat van een globale meta-analyse van Project Drawdown<sup>47</sup>. Bij bosbeweiding gaat de uitstoot van de broeikasgassen methaan en stikstof door, maar deze wordt ruimschoots gecompenseerd door koolstofvastlegging. Drawdown gaat uit van de conservatieve aanname dat emissies niet veranderen bij de omschakeling van conventionele naar bosbeweiding. Er is een significante netto kostenbesparing door de vermindering van inputkosten en de relatieve opbrengst van vee stijgt significant.

### ***Referentiekader***

- Referentiescenario: Bij gebrek aan beschikbare gegevens over huidige toepassing van bosbeweiding in Gelderland en over toekomstige projecties, is Drawdown's toekomstige adoptie gebaseerd op lineaire projecties van huidige wereldwijde gegevens over het overgaan op bosbeweiding.
- Totaal adresseerbare markt: Het totale beschikbare land wordt berekend op 195.000 ha en bestaat uit niet-gedegradeerd grasland met minimale of matige hellingen in Nederlands klimaat.

### ***Scenario's***

- Scenario 1 (conservatief): 10% allocatie van het totale geschikte land. Hiermee wordt 19.500 hectare gealloceerd tot 2030. Dit zorgt voor een vastlegging van 52.661 ton koolstof. Naast vastlegging heeft dit scenario een relatieve reductie van de uitstoot van

<sup>47</sup> [Silvopasture](#)

de hoeveelheid vee gealloceerd op deze grond van 246.359 ton CO<sub>2</sub>-eq door vermeden uitstoot afkomstig van mest, fermentatie, grondbewerking en landbouwbodems.

- Scenario 2 (progressief): 40% allocatie van het totale geschikte land, hiermee wordt 78.018 hectare gealloceerd tot 2030. Dit zorgt voor een vastlegging van 210.657 ton koolstof. Naast vastlegging heeft dit scenario een relatieve reductie van de uitstoot van de hoeveelheid vee gealloceerd op deze grond van 985.437 ton CO<sub>2</sub>-eq door vermeden uitstoot herkomstig van mest, fermentatie, grondbewerking en landbouwbodems.

### ***Discussie***

Hoewel de voordelen van landbouw op bosweiden duidelijk zijn, staan praktische en culturele factoren de invoering op grotere schaal in de weg. De overtuiging dat in het weiland voor bomen geen plaats is, blijkt een belangrijke barrière. Bomen zouden de groei van voedergewassen belemmeren in plaats van bevorderen. Boomloze weiden zijn de norm. Om bosbeweiding vooruit te helpen, moeten de voordelen zichtbaar zijn en is een positieve (onderlinge) dialoog tussen boeren noodzakelijk.

De provincie kan helpen om economische obstakels te verminderen door leningen of subsidies te verstrekken voor de omschakeling naar bosbeweiding – leningen die reguliere banken doorgaans niet aanbieden (garanties dat het niet minder oplevert, indien meer of zelfde dan ook niet nodig). Beloning voor de ecosysteemdiensten die bosweides leveren, zoals het bevorderen van de biodiversiteit, helpen boeren de economische voordelen te zien. Naarmate de effecten van de opwarming van de aarde sterker worden (droge zomers, natte winters) worden bosweiden aantrekkelijker, omdat ze boeren en vee helpen zich te wapenen tegen de gevolgen van onvoorspelbaar weer. Bomen bieden beschutting, creëren een koeler microklimaat en verbeteren het waterhoudend vermogen van de bodem. Zo zorgt bosbeweiding voor een win-winsituatie: het verlaagt de uitstoot van broeikasgassen binnen de landbouw - een van de meest vervuilende industrieën ter wereld - en beschermt tegelijkertijd tegen veranderingen die er onvermijdelijk aankomen.

Uitgebreide toelichting teelt tussen bomen, meerjarige gewassen, teelt in weiland

| Teelt tussen bomen, meerjarige gewassen en teelt in het weiland | CO2-eq reductie in 2030   | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|---|---|----------------------------|
| Scenario 1: Conservatieve implementatie (incl vastlegging)      | 0,0012 Mton (1.200.000 kg)  | 0,0051 Mt (5.100.000 kg)   |
| Scenario 2: Progressieve implementatie                          | 0,0042 Mton (4.200.000 kg)  | 0,018 Mt (17.850.000 kg)   |
| Handelingsperspectief   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tegelijkertijd bomen laten groeien samen met eenjarige gewassen in een bepaald gebied zodat koolstof wordt vastgehouden in de bodem en bovengrondse biomassa.</li> <li>• Bomen gebruiken om de jaarlijkse productie van gewassen te ondersteunen of als beschermingsystemen tegen erosie, overstromingen of windschade.</li> </ul> |                            |

***Methode / ecologisch model***

Dit is een combinatie van een oplossing en twee innovaties. De combinatie van deze oplossing en innovaties is van toepassing op het aantal beschikbare hectares voor akkerbouw. Hiervan is vervolgens weer een aandeel genomen waar teelt tussen bomen<sup>48</sup>, meerjarige gewassen<sup>49</sup> en teelt in het weiland kunnen plaatsvinden<sup>50</sup>. Voor de uitwerking van de scenario's is een gemiddelde uit verschillende Project Drawdown modellen genomen.

Individuele studies voor de effecten van deze oplossingen zijn zeldzaam, aangezien het doorgaans wordt beschouwd als onderdeel van een "agroforestry" -oplossing. Toch schatten verschillende onderzoeken gelieerd aan Drawdown een bereik tussen 0,40 - 1,55 ton koolstofdioxide per ha/jaar voor boomteeltsystemen. Voor het gematigde Nederlandse klimaat houden wij een conservatieve schatting van 0,40 ton per ha aan. Het vastleggingspercentage voor teelt tussen bomen is vastgesteld op 1,7 ton koolstof per hectare per jaar, gebaseerd op een globale meta-analyse van Project Drawdown.

<sup>48</sup> [Tree Intercropping](#)

<sup>49</sup> [Perennial Staple Crops](#)

<sup>50</sup> [Tree Plantations \(on Degraded Land\)](#)

***Referentiekader***

- Referentiescenario: de huidige adoptie is onbekend, omdat dit twee innovaties betreft die nog niet op grote schaal zijn toegepast. Daarom is het referentiescenario gesteld op 0%.
- Totaal adresseerbare markt: het totale beschikbare land voor het tussen planten van bomen is 30.000 ha gedegradeerde en niet-gedegradeerde akkerland.

***Scenario's***

De effecten van de toegenomen adoptie van boomteelt tussen 2020-2030 is gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's, die werden beoordeeld in vergelijking met een referentiescenario van geen adoptie.

- Scenario 1 (conservatief): op 10% van de ha tussen bomen wordt gekweekt. Dit geeft bij 3.000 ha een reductiepotentieel van 1200 ton CO<sub>2</sub>-equivalent en een vastlegging potentieel van 5.100 ton CO<sub>2</sub>-eq.
- Scenario 2 (progressief): op 35% van de beschikbare ha tussen bomen wordt gekweekt. Dit geeft bij 10.500 ha een reductiepotentieel van 4.200 ton CO<sub>2</sub>-eq en een vastlegging potentieel van 17.850 ton CO<sub>2</sub>-eq.

***Discussie***

Bij de in het model gehanteerde percentages wordt uitgegaan van boomteelt met jaarlijkse bijteelt. Het combineren van boomteelt met klimaatvriendelijke methoden zoals natuurinclusieve landbouw kan leiden tot hogere vastlegging percentages dan beide praktijken alleen. Dit is een belangrijk gebied voor toekomstig onderzoek. Teelt tussen bomen combineert de opslag kracht van bomen met het vermogen om door te gaan met het produceren van de jaarlijkse gewassen waarvan ons voedselsysteem afhankelijk is.

### Uitgebreide toelichting Bosaanplant

| Bosaanplant                             | CO2-eq reductie in 2030                        | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|---|--|----------------------------|
| Scenario 1: Referenties                 | n.v.t.   | 0,0069 Mt (6.930.000 kg)   |
| Scenario 2: Conservatieve implementatie | n.v.t.   | 0,033 Mt (33.000.000 kg)   |
| Scenario 3: Progressieve implementatie  | n.v.t.   | 0,066 Mt (66.000.000 kg)   |
| Handelingsperspectief                   | Het planten van bomen op gedegradeerde gronden |                            |

### ***Methode / ecologisch model***

De vastlegging graad van bosaanplant is 3,3 ton koolstof per ha/jaar, gebaseerd op een meta-analyse van Project Drawdown op basis van 29 datapunten uit 13 bronnen. De aanplant van nieuwe bomen op gedegraderd land heeft een gemiddelde levensduur van 26 jaar. Aangenomen wordt dat alle opgeslagen koolstof bij de oogst opnieuw wordt uitgestoten, behalve de koolstof die is opgeslagen in hout voor bijvoorbeeld houtbouw of andere doeleinden<sup>51</sup>.

### ***Referentiekader***

- Het referentiescenario: Provincie Gelderland wil de komende tien jaar 1.700 ha nieuw bos aanplanten en daarnaast nog eens 1 miljoen bomen planten in het landelijk gebied.<sup>52</sup> Samen komt dat overeen met ongeveer 2100 hectare aan nieuw aangeplante ruimte voor bomen (+/- 2500 bomen per hectare).
- De totaal adresseerbare markt, het totale gebied dat is toegewezen voor bosaanplant, bestaat uit 26.564 hectare niet-cultuurgrond met een landbouwbestemming, en een deel van de 115.427 ha natuurgrond.

### ***Scenario's***

Voor de oplossing bosaanplant in de periode tot 2030 zijn er drie adoptie scenario's geschetst:

- Scenario 1: Het referentiescenario, zoals hierboven beschreven.

<sup>51</sup> [Forest Protection](#)

<sup>52</sup> [Uitvoeringsprogramma Bomen en bos](#)

- Scenario 2 (conservatief): hier gaat de provincie Gelderland uit van 10.000 hectare ruimte voor bosaanplant en aanplant van bomen in stedelijk gebied.
- Scenario 3 (progressief): hier wordt het aantal hectare bomen uit het klimaatplan behaald en blijft er nog 16.564 hectare niet-cultuurgrond met landbouwbestemming over. 60% max. ruimte voor aanplant van extra bos en bomen. Dit zorgt voor ± 10.000 hectare bomen (25 miljoen extra bomen).

### ***Discussie***

In de landelijke bossenstrategie, als een onderdeel van het Klimaatakkoord, wordt beschreven hoe er in Nederland door het Rijk en de provincies het komende decennia 10% extra bomen en bos aangeplant wordt. In een provincie met het hoogste percentage bomen in Nederland, vertegenwoordigt koolstofopslag door bomen een belangrijk onderdeel van het landgebruik. Bosaanplant kan naast koolstofvastlegging ook zorgen voor productiehout en kan het de druk op intacte bossen helpen verminderen. Dit sluit ook aan op de doelstelling om in Gelderland een deel van het huidige productiebos omvormen tot natuurbos en daarmee het aantal hectare natuurbos van 39% naar tenminste 49% te verhogen. Dit gaat niet ten koste van oogst hout omdat revitalisering van productiebossen meer oogst hout oplevert. Daarbij wordt de biodiversiteit hier wel mee verhoogd.<sup>53</sup> Er dient er goed gekeken te worden waar bomen worden aangeplant, omdat dit impact kan hebben op andere type natuurontwikkelingen. Bomen kunnen bijvoorbeeld een verdrogend effect hebben, waardoor andere natuur wordt geschaad.

Aangenomen wordt dat al het land in deze oplossing wettelijk beschermd is tegen ontbossing, zodat het niet opnieuw wordt gekapt of aangetast. Hoewel het geen 'ei van columbus' is en andere boomgerelateerde oplossingen prioriteit hebben, is het een essentieel onderdeel van de portfolio klimaatmaatregelen.

---

<sup>53</sup> [Uitvoeringsprogramma Bomen en bos](#)

### Uitgebreide toelichting herstel van gematigde bossen

| Herstel van gematigde bossen | CO2-eq reductie in 2030                     | CO2-eq vastlegging in 2030 |
|------------------------------|---|----------------------------|
| Scenario 1: Conservatief     | n.v.t.                                      | 0,013 Mt (13.230.000 kg)   |
| Scenario 2: Progressief      | n.v.t.                                      | 0,026 Mt (26.460.000 kg)   |
| Handelingsperspectief        | Herstellen van gematigd of gedegradeerd bos |                            |

#### ***Methode / ecologisch model***

- Gematigde bossen kunnen 2,7 ton koolstof per hectare per jaar vastleggen. Dit is een cijfer op basis van meta-analyse van Project Drawdown van 20 gegevenspunten uit 9 bronnen.
- In deze studie zijn geen effecten van albedo door bosgroei in gematigde en boreale klimaten meegenomen, die vastlegging aanzienlijk kunnen compenseren<sup>54</sup>.

#### ***Referentiekader***

Tweederde van het bos in Nederland is gedegradeerd, voornamelijk bos op zandgronden. Dit geldt voor ongeveer 10% van het beboste gebied in Gelderland.<sup>55</sup> Het totale gebied dat is toegewezen voor herstel van gematigde bossen bedraagt 98.000 hectare, bestaande uit gematigde bossen. Daarmee is het maximale te herstellen gebied aan gematigd bos 9.800 ha (10%).

#### ***Scenario's***

De gevolgen van de toegenomen adoptie van herstel van gematigd bos in de periode 2020-2050 werden gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's.

- Scenario 1 (conservatief): Analyse van de scenario's volgens de meest conservatieve benadering levert het herstel op van 4.900 ha gematigd gedegradeerd bos voor 2030.
- Scenario 2 (progressief): Gebaseerd op de meest agressieve adoptie benadering met een maximale adoptie in 2030 of later, levert dit scenario het herstel op van 9.800 hectare gedegradeerd gematigd land.

<sup>54</sup> [Temperate Forest Restoration](#)

<sup>55</sup> [Download 'Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030' PDF document | 60 pagina's | 14.1 MB Kamerstuk | 18-11-2020](#)

***Discussie***

Het herstel van gematigd bos is een oplossing met de hoogste prioriteit voor gedegradeerd bosgebied, gezien het indrukwekkende potentieel voor vastlegging en talrijke bijkomende voordelen. Aangenomen wordt dat deze nieuwe bossen wettelijk beschermd zullen worden, zodat herbestemming (voor bijvoorbeeld houtkap) voorkomen wordt in de toekomst.

Zoals ook beschreven in het Uitvoeringsprogramma Bomen en Bos, gepubliceerd in december 2020, zorgen stikstofdepositie, verdroging en klimaatverandering er o.a. voor dat de vitaliteit en diversiteit van de Gelderse bossen onder druk staat.<sup>56</sup> Voor een gezond ecosysteem zijn harde maatregelen in stikstof beheer en watermanagement nodig. Hervorming van het huidige boeren model hervormen (middels eerder genoemde land-oplossingen) en daarbij de stikstofuitstoot sterk inperken, hebben directe gunstige effecten op de bodemgezondheid en biodiversiteit van de natuurgebieden.

---

<sup>56</sup> [Uitvoeringsprogramma Bomen en bos](#)

### Bijlage Industrie & Bedrijven (Hoofdstuk 3)

In de Gelderse industrie wordt een CO<sub>2</sub>-eq. reductie van 1,8 Mton beoogd in 2030 op basis van het Gelderse Klimaatplan. Hierin wordt nog niets genoemd over stortplaatsen. Volgens de PCSA is dit echter de grootste emissiefactor (21% van alle niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen). Daarom wordt er in dit hoofdstuk een verdieping gegeven op stortplaatsen en een uitwerking van de Drawdown oplossingen die hier een bijdrage aan kunnen leveren. Ook koelmiddelen vormen een bron van emissies. Daarom is hier ook een uitwerking gegeven van de oplossing koelmiddelen.

#### Stortplaatsen

| Stortplaatsen                                   | Mton koolstofdioxide emissie |
|---|------------------------------|
| Emissies vanuit stortplaatsen                   | 1,15                         |
| Stortplaatsen - onttrokken stortgas - benut     | 0,02                         |
| Stortplaatsen - onttrokken stortgas - gefakkeld | 0,018                        |

In Gelderland zijn enkele honderden bedrijven die afval bewerken of verwerken. Een deel van het afval gaat tegenwoordig nog naar een stortplaats. Een stortplaats heeft een vergunning van de provincie nodig. Bij deze stortplaatsen is de provincie belast met de 'eeuwigdurende nazorg'. Die moet voorkomen dat een stortplaats na sluiting problemen voor de omgeving geeft. De provincie schrijft in de vergunning welke milieubescherpende voorzieningen de exploitant moet treffen. Er zijn in Gelderland nog vier stortplaatsen actief en liggen bijna 800 voormalige stortplaatsen.

Ongeveer 20% van de gebruikte stortcapaciteit in Nederland bevindt zich in Gelderland. Het aantal stortplaatsen met stortcapaciteit neemt al sinds 1991 af. In het verleden werd veel meer afval gestort dan nu. De laatste jaren is het aantal stortplaatsen echter stabiel gebleven. Vooral bedrijfs- en industrieel afval werden in 2018 meer met ontheffing gestort samen met residuen van het composteren en vergisten en kunststoffen. De methaanconcentratie op stortplaatsen daalt al een aantal jaar, waardoor minder stortgas benut kan worden. In Nederland worden als gevolg van het afvalbeleid licht verteerbare componenten steeds meer gecomposteerd en minder gestort. Dit kan de verklaring zijn voor de afname van de

methaanconcentratie in het stortgas. Sinds 1990 zijn de emissies van stortplaatsen met bijna 80% gereduceerd.

Een stortplaats bestaat uit afval dat in een aantal jaren wordt gestort.<sup>57</sup> Bij het storten van afval wordt de organische stof in het afval omgezet in stortgas. Stortgas is een mengsel van methaan (45-60%), kooldioxide (40-55%) en andere componenten (H<sub>2</sub>S, mercaptanen, organische esters en andere vluchtige koolwaterstoffen, die allemaal de kenmerkende geur van stortgas geven). De exacte emissies die vrijkomen zijn lastig te bepalen omdat gestort afval uit voorgaande jaren nog steeds bijdraagt aan emissies, dan wel in afnemende mate. Een versimpelde vuistregel die gehanteerd kan worden is dat er ongeveer 4,8 kg (6,6 m<sup>3</sup>) methaan ontstaat per ton afval per jaar in de eerste 5 jaar na storten; 2,4 kg per ton afval per jaar in de 5 jaar erna, 1,3 kg per ton afval per jaar in het 2e decennium en 0,6 kg per ton afval per jaar in het 3e decennium na het storten<sup>58</sup>. Voor Gelderland wordt daarbij na modellering verwacht dat de emissies over tijd verder zullen dalen, maar indien de hoeveelheid storten gelijk blijft (600.000 ton), en de samenstelling van het gestorte afval gelijk blijft, zullen deze emissies redelijk stabiel blijven de komende 50 jaar.

### Koelmiddelen

Elke koelkast en airco en elk koelschap in de supermarkt bevat chemische koelmiddelen die warmte absorberen en uitstoten, zodat voedsel, gebouwen en voertuigen koel blijven. Koelmiddelen, in het bijzonder chloorfluorkoolstoffen (cfk's) en chloorfluorkoolwaterstoffen (hcfk's), waren ooit hoofdverantwoordelijk voor het afbreken van de ozonlaag in de stratosfeer, die essentieel is om de UV-straling van de zon tegen te houden. Met dank aan het Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer uit 1987, is het gebruik van cfk's en hcfk's uitgefaseerd en daarmee ook de ozonafbrekende chemicaliën die lang in spuitbussen en bij stomerijen werden gebruikt. In slechts twee jaar tijd, na de ontdekking van een gapend gat in de ozonlaag boven Antarctica, kwam de wereldgemeenschap tot wettelijke maatregelen. Nu, dertig jaar later, begint de ozonlaag zich te herstellen. Desondanks vormen koelmiddelen nog steeds een gevaar voor onze ozonlaag. Alternatieve chemicaliën (cfk's en hcfk's) blijven in omloop en hun capaciteit voor het opwarmen van de atmosfeer is, afhankelijk van hun precieze chemische samenstelling, duizend tot negenduizend maal groter dan die van koolstofdioxide.

<sup>57</sup> [LITERATURE REVIEW: METHANE FROM LANDFILLS](#)

<sup>58</sup> Elke kg Methaan (CH<sub>4</sub>) emissies staat gelijk aan 28 Kg CO<sub>2</sub>-eq emissies

| <b>Oplossing</b>          | <b>Oplossing</b>              | <b>Oplossing / innovatie</b> |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Koelmiddelen              | Bioplastic                    | Gerecycled papier            |
| Alternatieven voor Cement | Recycling van huishoudstromen | Stortgas afvangen            |
| Waterbesparing thuis      | Recycling in de industrie     |                              |

### Uitgebreide toelichting stortgas afvangen<sup>59</sup>

Schattingen van totale adoptie wereldwijd lopen sterk uiteen tussen verschillende toekomstige acceptatie prognoses, vanwege het feit dat verschillende bronnen een verschillende waarde hechten aan biomassa en afval voor energie adoptie<sup>60</sup>.

#### **Referentie kader**

- Totaal adresseerbare markt: In Gelderland liggen bijna 800 voormalige stortplaatsen.
- Referentie scenario: Voor Gelderland is geïdentificeerd dat er nog vier stortplaatsen actief zijn.

#### **Scenario's stortgas**

Op Nederlandse stortplaatsen is het gangbaar dat na sluiting van de stortplaatsen de afvalstromen ingekapseld worden en de resterende emissies zoveel mogelijk afgevangen of afgefakkeld worden. Daarbij is de verwachting dat adoptie voor het afvangen van stortgas toe zal nemen. Wel is dit afhankelijk van de sluiting van de stortplaatsen. Er is vooralsnog geen indicatie dat de stortplaatsen gesloten worden, dit maakt een advies scenario voor stortplaatsen complex. Echter heeft sluiting van stortplaatsen een groot effect op de vrijkomende emissies en daarom zijn onderstaande scenario's geschetst.

- Een conservatief scenario: Een kleine stortplaats sluiten
- Een conservatief + scenario: Drie kleine stortplaatsen sluiten
- Een progressief scenario: Een grote stortplaats sluiten
- Een progressief scenario +: Alle stortplaatsen sluiten

---

<sup>59</sup> Omdat de emissies afkomstig van stortplaatsen volledig afhankelijk zijn van de hoeveelheid gestort afval, en het aantal stortplaatsen, zijn de oplossingen recycleren, composteren en stortgas afvangen interactief gemodelleerd. Deze oplossingen hebben daarmee een invloed op elkaar.

<sup>60</sup> [Landfill Methane Capture](#)

## Uitgebreide toelichting recyclen

### ***Method***

Project Drawdown gaat in een meest progressief scenario uit van een 'zero waste' scenario in 2050. De Nederlandse en Gelderse beleidsdoelen sluiten hierbij aan<sup>61</sup>.

### ***Referentiekader***

- Totaal adresseerbare markt: De impact van verbeterd recyclen gaat voornamelijk uit van een vermindering van organisch materiaal naar stortplaatsen. Momenteel bestaat 71% van het gestorte afval uit organisch materiaal.
- Referentie scenario: In het referentiescenario wordt uitgegaan van 35% gemeentelijk afval, 20% industrieel afval, 3% afval uit rioleringen, 5% tuinafval, 6% voedselverspilling, 6% bouw & sloopafval en 25% gestorte grond. Er is uitgegaan van een totaal van 600.000 ton gestort afval.

### ***Scenario's recycling***

- Een conservatief scenario: 'Geen verandering' gaat uit van de huidige situatie.
- Een conservatief+ scenario: 'Huidige trend' gaat uit van een vermindering van 15% aan afval.
- Een progressief scenario: 'Verbeterde implementatie' gaat uit van een vermindering van 33% aan afval.
- Een progressief + scenario: 'Circulair'. Sluit aan bij de Gelderse circulariteit doelen om in 2030 50% circulair te zijn en in 2050 100% te zijn. Dit sluit aan bij de meest progressieve scenario van Project Drawdown '0-waste'. Hierbij is gerekend met het geheel elimineren van organisch afval uit stortplaatsen en een vermindering van 50% afval in 2030.

---

<sup>61</sup> [Recycling](#)

## Uitgebreide toelichting composteren

### ***Methode / ecologisch model***

Drawdown heeft de composteringsooplossing gedefinieerd op basis van organisch stedelijk afval dat tegenwoordig grotendeels wordt beheerd via stortplaatsen en, in sommige regio's, open storten. De impact die in Drawdown voor deze oplossing wordt gerapporteerd, houdt geen rekening met mogelijke voordelen van de bio opslag van koolstof door het gebruik van compost als bodemverbeteraar (biochar), noch met mogelijke besparingen door het verminderen van de vraag naar stikstofhoudende meststoffen<sup>62</sup>.

### ***Referentiekader***

- Totaal adresseerbare markt: De impact van verbeterd composteren gaat voornamelijk uit van een vermindering van organisch materiaal naar stortplaatsen. Momenteel bestaat 71% van het gestorte afval grotendeels uit organisch materiaal.
- Referentie scenario: In het referentiescenario wordt uitgegaan van 35% gemeentelijk afval, 20% industrieel afval, 3% afval uit rioleringen, 5% tuinafval, 6% voedselverspilling, 6% bouw & sloopafval en 25% gestorte grond. Er is uitgegaan van een totaal van 600.000 ton gestort afval.

### ***Scenario's***

- Een conservatief scenario: 'Geen verandering' gaat uit van geen verandering.
- Een conservatief + scenario: 'Verbetering' gaat uit van een halvering van het organische materiaal richting de stortplaatsen.
- Een progressief scenario: Sluit aan bij de Gelderse circulariteit doelen om in 2030 50% circulair te zijn en in 2050 100% te zijn. Dit sluit aan bij de meest progressieve scenario van Project Drawdown '0-waste'. Hierbij is gerekend met het geheel elimineren van organisch afval uit stortplaatsen en een vermindering van 50% afval in 2030.

---

<sup>62</sup> [Composting](#)

## Uitgebreide toelichting koelmiddelen beheer

### ***Methode / ecologisch model***

Project Drawdown toont aan dat het beheer van koelmiddelen een oplossing is met een substantiële bijdrage aan een regeneratieve toekomst<sup>63</sup>.

### ***Referentie kader***

Sinds 1995 worden er duurzamere alternatieven gebruikt in Nederland. De meeste van deze emissies komen dus van koelingen die er al zijn. In het totaal van de Gelderse niet-energetische en overige emissies komt 2,32% (0,13 Mton per jaar) van 'Oplosmiddel- en ander productgebruik: stationair koelen, vriezen en airco'. Daarbij komt 0,77% (0,04 Mton per jaar) van 'Wegverkeer airco mobiel'. Koelmiddelen beheer is daarom een relevante oplossing voor Gelderland.

### ***Scenario's***

Koelmiddelen beheer is een relevante oplossing voor Gelderland, maar er wordt hier al veel beleid op gevoerd in Nederland. Binnen heel Nederland wordt verwacht dat de emissies afkomstig van koelingen en koelmiddelen met 79% zullen dalen tot en met 2030 door beleid dat al gevoerd is. Voor Gelderland is van hetzelfde percentage uitgegaan<sup>64</sup>.

### ***Discussie***

Het implementeren van de oplossing koudemiddel beheer kan complex zijn aangezien de apparaten verspreid zijn. Er zijn zwakke voorschriften voor het beheersen van lekkage van koudemiddel, terugwinning aan het einde van de levensduur en koudemiddel. Verder zijn er geen economische prikkels voor het terugwinnen van koelmiddelen. Financiering, opleiding, technische en informatie barrières zijn ook enkele van de beperkingen voor de adoptie van de oplossing. Nieuwe beleidsregels en voorschriften voor koelmiddelen beheer kunnen de adoptie van deze oplossing bevorderen.

---

<sup>63</sup> [Alternative Refrigerants](#)

<sup>64</sup> [Overige broeikasgasemissies in de Klimaat- en Energieverkenning 2019](#)

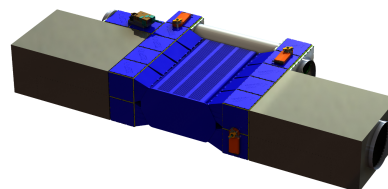
***Toepassing oplossing***

Foto: Een alternatief op bestaande koelingen is de ICECUBE van Dutch Climate Systems: een uit afvalplastic opgebouwde airco met water als koelmiddel en 80% energiebesparing (bron: Dutch Climate Systems). Of bekijk [deze video](#).

**Bijlage Gebouwde omgeving (Hoofdstuk 3)**

| Oplossingen                  | Oplossingen                    | Oplossingen & innovaties     |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Stadsverwarming              | Voetgangersvriendelijke steden | Groene Daken                 |
| Isolatie                     | Slimme thermostaten            | Energieneutrale gebouwen     |
| Ledverlichting (huishoudens) | Stortgas                       | Duurzame renovatie           |
| Warmtepompen                 | Fietsinfrastructuur            | Levende gebouwen (Innovatie) |
| Ledverlichting (zakelijk)    | Intelligent glas               | Slimme snelwegen (Innovatie) |
| Gebouwautomatisering         | Waterdistributie               | Houtbouw (innovatie)         |

Er is een Drawdown innovatie die relevant is voor de vastlegging van koolstofdioxide in de gebouwde omgeving in Gelderland en die aansluit bij de doelstelling van de provincie. Dit is innovatie #20 Houtbouw.

| Drawdown innovatie      | Reductie Mton CO <sub>2</sub> -eq in in 2030 | Vastlegging Mton CO <sub>2</sub> -eq in 2030                         |
|-------------------------|--|--|
| Oplossing 20: Houtbouw* | 0,0 - 0,2 (volgens klimaatplan)              | 0,08 Mton o.b.v. 40 ton per huis voor 20.000 huizen tot en met 2030. |
|                         | Totaal 0,0 - 0,2                             | Totaal 0,08  |

\* Houtbouw viel buiten pareto, maar speelt wel een belangrijke rol binnen het Gelderse Klimaatplan dus is globaal geschetst.

### Uitgebreide toelichting innovatie houtbouw

| Houtbouw  | Gemiddelde koolstofdioxide reductie 2030                  | Gemiddelde koolstofdioxide vastlegging 2030 |
|---|---|---|
| Scenario 1 (innovatie 20) bij 20% van de nieuwbouw  | 0,02 Mton   | 0,072 Mton                                  |
| Scenario 2 (progressief): (innovatie 20) bij 50% van de nieuwbouw   | 0,05 Mton   | 0,018 Mton                                  |
| Scenario 3: Houtbouw (innovatie 20) bij 100% van de Gelderse nieuwbouw  | 0,1 Mton  | 0,36 Mton                                   |
| * De koolstofdioxide vastlegging zal plaatsvinden op land. De vastlegging cijfers voor de gebouwde omgeving met biobased als oplossing staan hier puur indicatief en zijn in 'de excel sheet' gemodelleerd onder landgebruik. |   |   |
| Handelingsperspectief   | 20% van de nieuwbouw realiseren door middel van houtbouw. |   |

**Impact:** Houtbouw kan 0,02-0,1 Mton CO<sub>2</sub>-eq reduceren en 0,072-0,36 Mton CO<sub>2</sub>-eq vastleggen in 2030.

#### **Methode / ecologisch model**

De nulmeting laat zien dat er in Gelderland 0,1 Mton niet energetische broeikasgassen per jaar voortkomt uit het calculatieproces van de bouw.<sup>65</sup> Deze emissie is dus exclusief energetische emissies die voortkomen uit processen uit de traditionele bouw. Zoals processen waar hoge temperaturen voor nodig zijn, fossiele emissies door het gebruik van zware materialen of isolatie voordelen van biobased huizen.

#### **Referentiekader**

Tot 2030 zullen er in de provincie Gelderland 80.000 woningen gebouwd worden<sup>66</sup>. Van het totaal aantal woningen zal 20% (16.000 woningen) circulair gebouwd moeten worden<sup>67</sup>.

#### **Scenario's**

Er zijn via project Drawdown geen adoptie scenario's bekend voor houtbouw of andere vormen van biobased bouwen. Gebaseerd op het Gelders Klimaatplan 2021-2030 gaan we uit van 20%

<sup>65</sup> Door de emissieregistratie & ETM worden deze gassen onder 'industrie' gezet.

<sup>66</sup> [Actieplan Wonen: Versnelde bouw van 45.000 woningen in Gelderland](#)

<sup>67</sup> [https://gelderland.stateninformatie.nl/document/9566321/1/Gelders\\_Klimaatplan\\_2021-2030\\_\(PS2020-871\)](https://gelderland.stateninformatie.nl/document/9566321/1/Gelders_Klimaatplan_2021-2030_(PS2020-871))

circulaire bouw. Voor dit scenario gaan we er vanuit dat dit 100% houtbouw kan worden.

- Scenario 1 houtbouw: Als er tot 2030 16.000 (circulaire) huizen met hout gebouwd worden en ieder huis gemiddeld 45 ton koolstofdioxide vastlegt<sup>68</sup> resulteert dit in 0.72 Mton koolstofdioxide vastlegging tot 2030. Het actieplan wonen komt uit 2020 dus we gaan uit van 1.600 houtbouw woningen (0.072Mton vastlegging) per jaar<sup>69</sup>.

### ***Discussie***

Een recente strategische verkenning over biobased bouwen vanuit o.a. Ministeries BZK & LNV concludeert dat het bouwen met biobased materialen voordelen heeft voor duurzame verstedelijking & woningtekort, architectuur, gezondheid, klimaat, het Nederlands landschap, bossen en landbouw. Volgens een onderzoek van Yale University uit 2014 kan het bouwen met hout de wereldwijde uitstoot van koolstofdioxide terugdringen met een indrukwekkende 14 tot 31%<sup>70</sup>. Houtbouw heeft naast CO<sub>2</sub>-opslag ook een reeks andere positieve effecten. Houtconstructies dragen door hun vocht- en warmteregulerende eigenschappen bij aan een gezonder binnenklimaat en verminderde energievraag voor bewoners. Daarnaast blijkt dat er ook minder transportbewegingen nodig zijn, wat weer ten gunste komt voor de stikstofemissies. Een ander groot voordeel van hout is dat het hergebruikt kan worden en als grondstof kan dienen voor andere gebouwen, producten of omgezet kan worden tot compost. Tot slot blijkt biobased bouwen vanuit de architectuur ook een populaire trend.<sup>71</sup>

Ondanks dat de bouwsector zich in een transitie bevindt naar duurzamere manieren om te bouwen, zijn er een aantal barrières. Eén daarvan zit in de MKI/MPG milieuberekening. De huidige methoden om milieubelasting van bouwmaterialen te berekenen benadeelt houtbouw ten opzichte van fossiele bouwmaterialen. Er wordt er gesteld gesteld dat CO<sub>2</sub>-opslag van hout van korte duur is. Waar CLT dat gebruikt wordt voor houtbouw koolstofdioxide bevat dat uit de lucht is gehaald is en zo voor langere tijd opgeslagen kan worden. Andere barrières zijn het nu nog onbekende karakter, de concurrentie met circulair beton, cruciale ketenpartners (zoals

---

<sup>68</sup> [Bouwen met bomen - Zuid-Holland](#)

<sup>69</sup> De koolstofdioxide vastlegging zal plaatsvinden binnen de sector 'landbouw & landgebruik'. De cijfers m.b.t. vastlegging van broeikasgassen voor de gebouwde omgeving met biobased als oplossing staan hier puur indicatief en zijn in 'de excel sheet' gemodelleerd onder landbouw en landgebruik.

<sup>70</sup> [Using more wood for construction can slash global reliance on fossil fuels](#)

<sup>71</sup> [Ruimte voor Biobased Bouwen - Strategische Verkenning | Rapport](#)

grote houtzagerijen) missen, wet & regelgeving en product certificeringen & garanties.<sup>72</sup> De transitie naar biobased bouwen biedt enorme potentie maar staat nog in haar kinderschoenen.

### ***Toepassing innovatie***

Biobased bouwen is een in opkomst. Met 73 meter en 21 verdiepingen is Haut de grootste houten woontoren in Nederland. Een mooi voorbeeld dat hoogbouw en houtbouw elkaar niet uitsluiten. Ook hotel Jakarta en het nieuwe initiatief 'The Dutch Mountains' tonen aan dat houtbouw een nieuwe, schaalbare trend lijkt te worden.



*Foto: Nieuw ontwerp 'the Dutch mountains' 2024 in Eindhoven van houtbouw architect Marco Vermeulen (bron: marccovermeulen.eu)*

[Waarom het huis v.d. toekomst van hout is \(Trouw\)](#)

[Het gezondste gebouw van Nederland](#)

[Meer houtbouw in Rotterdam](#)

[Lloydkwartier Rotterdam: houtbouw](#)

[Frankrijk heeft hoge ambities m.b.t. houtbouw](#)

[Zweden zet in op hoogbouw van hout](#)

[Why Finland is Building a Wood City](#)

---

<sup>72</sup> [Manifest](#)

**Bijlage Mobiliteit & Transport (Hoofdstuk 3)**

Binnen de sector mobiliteit zijn de meeste emissies energetisch van aard. Toch zijn er een aantal niet-energetische emissiebronnen die zijn opgenomen in deze analyse. Een van de niet-energetische emissiebronnen die is geïdentificeerd binnen de pareto analyse is airco van vrachtwagens. Hiervoor is een scenario uitgewerkt voor koelmiddelen. Deze berekening is onder het domein 'Industrie en Bedrijven' verder uitgewerkt (p. 28 en p. 67.) Een noemenswaardige emissies is de uitstoot van stikstofoxiden door wegverkeer. Hiervoor is de maatregelen van 130 naar 100 op de snelwegen in werking gesteld.

## Verklarende begrippenlijst

**Adoptiegraad** | De snelheid waarmee wordt verwacht dat een bepaalde oplossing geïmplementeerd kan worden, op basis van bestaande voorbeelden van over de hele wereld. Hierbij is 2030 het jaar waarop de adoptiegraad van toepassing is.

**Adoptie scenario** | Een toekomstige situatie waarin de Drawdown oplossing wordt geïmplementeerd met een bepaalde snelheid over de maximale markt. Hierin wordt onderscheid gemaakt in conservatieve scenario's en progressieve scenario's. Hierbij is 2030 het jaar waarop de scenario's van toepassing zijn.

**CO2-equivalenten** | Naast koolstofdioxide zijn er ook andere gassen die een impact hebben op klimaatverandering zoals methaan, stikstof, kool fluor waterstoffen (CFK's) en waterdamp. Om appels met appels te kunnen vergelijken zijn alle emissies zijn teruggerekend naar CO2-equivalenten uitstoot. Hierbij zijn de CO2-equivalenten gebruikt uit het meest recente IPCC-rapport (5e editie).

**Drawdown** | Drawdown is het punt in de toekomst dat een stijgende lijn broeikasgassen in de atmosfeer verandert in een neerwaartse. Drawdown is de voorwaarde voor het herstellen van de natuurlijke koolstofcyclus en het leven op aarde.

**Drawdown modellen** | Project Drawdown heeft twee primaire modellen ontwikkeld: een reductie- en vervangingsmodel voor de berekeningen voor oplossingen die energieverbruik verminderen of fossiele energieopwekking vervangen en een bodemgebruik model voor het evalueren van de uitwerking die verschillende factoren hebben op het vastleggen van koolstofdioxide uit de atmosfeer in boven- en ondergrondse biomassa.

**Drawdown klimaatoplossingen** | De door Project Drawdown geformuleerde toepassingen of acties waarmee broeikasgasemissies kunnen worden gereduceerd of worden vastgelegd. klimaatoplossingen zijn uitgebreid getoetst en worden reeds op meerdere plekken in de wereld succesvol toegepast.

**Drawdown innovaties** | De door Project Drawdown kansrijk geachte (wetenschappelijke) ontwikkeling waarmee in potentie in de toekomst broeikasgasemissies kunnen worden gereduceerd of worden vastgelegd. Dit betreffen ontwikkelen die nog in een testfase bevinden of zich nog net achter de horizon bevinden.

**Emissie** | De broeikasgassen die worden uitgestoten. Een voorbeeld van emissie is methaan of koolstofdioxide.

**(Emissie)bron** | De plek waar de emissie ontstaat, of de oorsprong van de emissie. Dit kan een bepaalde sector zijn (bv. landbouw) of een bepaalde locatie (bv. stortplaats).

**Energetische emissies** | Emissies die ontstaan bij de opwek of gebruik van energie.

**Niet Energetische emissies** | Emissies die niet ontstaan bij de opwek of gebruik van energie.

**ETM (Energy Transition Model)** | Het ETM is een onafhankelijk, op feiten gebaseerd energiemodel. Hierin kunnen organisaties schuiven met de vraag en aanbod van energie en zo verschillende energiescenario's en de gerelateerde CO<sub>2</sub>-reductie bekijken.

**Natuurlijke regeneratie** | Het herstellen van de natuur door gebruik te maken van de kracht van de natuur.

**Referentie scenario** | Een toekomstige situatie waarin er geen verandering plaatsvindt t.o.v. de huidige gang van zaken. Voor het referentie scenario is 2019 als uitgangspunt genomen.

**Reductie** | De vermindering van de uitstoot van broeikasgassen.

**Terrestriële koolstof** | Koolstof opgeslagen in bodem en vegetatie (planten, bomen etc.).

**Vastlegging** | Het proces waarbij koolstofdioxide uit de atmosfeer wordt omgezet in koolstof door bijvoorbeeld bomen en planten.