

# Algemene samenvatting

## Momentopname en reflectie voorjaar 2025

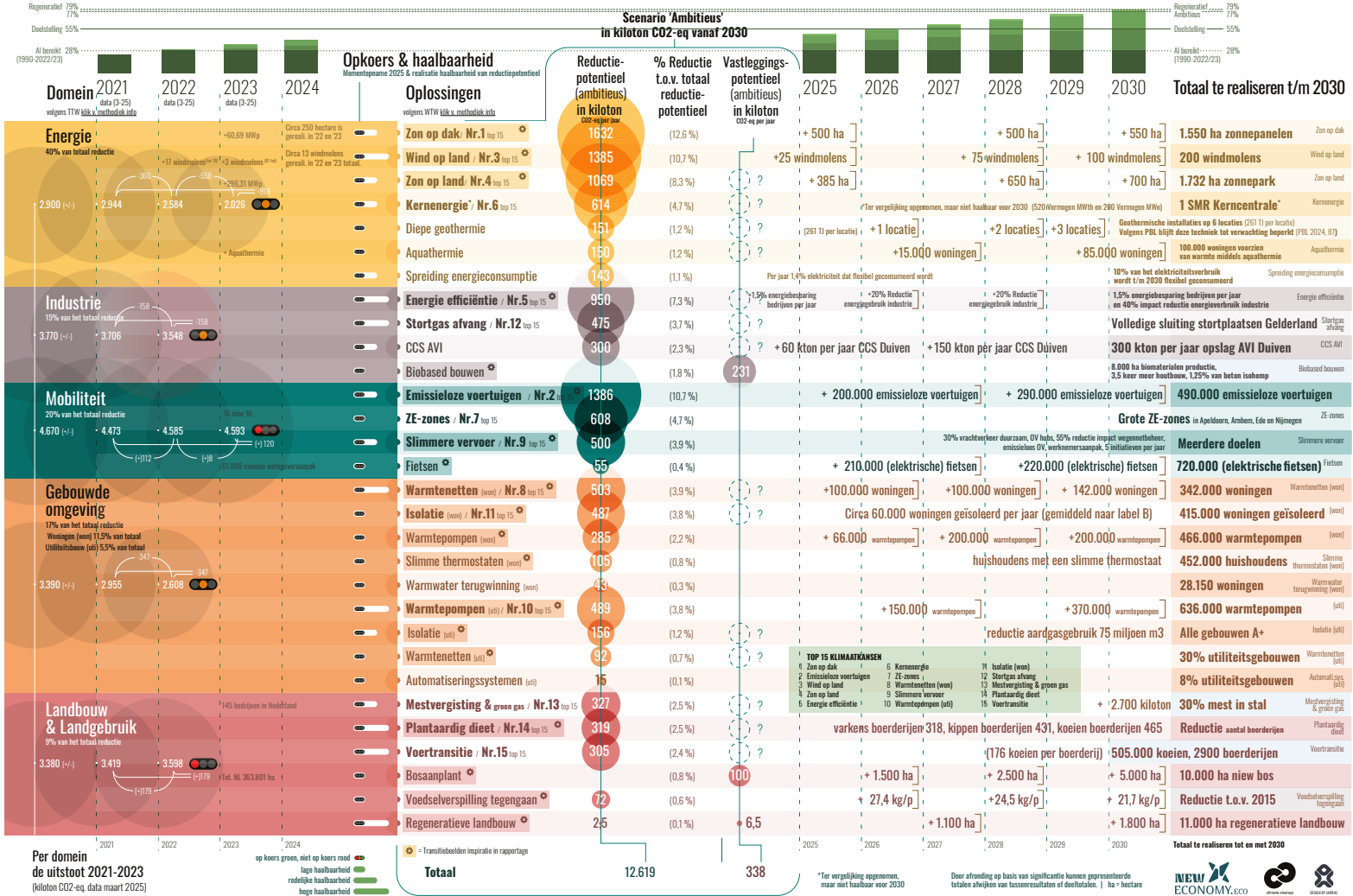
### Van de Klimaatkansenkaart Gelderland 2023-24

#### MOMENTOPNAME & REFLECTIE MAART 2025

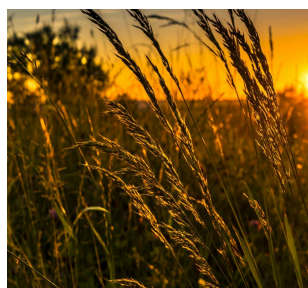
ONTWIKKELD IN 2025 MET DATA T/M 2022-23

#### v/d KLIMAATKANSENKAART GELDERLAND

ONTWIKKELD IN 2023-24 MET DATA T/M 2021



Met uitgebreide Kansenkaart: CCU, CO2-vastlegging (groene & grijs) en doorkijk 2030-50  
Daarnaast zijn er 5 aparte rapportages beschikbaar per domein  
Energie, Industrie, Mobiliteit, Gebouwde omgeving en Landbouw en Landgebruik



## **Algemene samenvatting momentopname Kansenskaart Gelderland voorjaar 2025 - Waar staan we nu? welke kansen zijn nog onbenut?**

in het voorjaar van 2025 is een nieuwe momentopname gemaakt van de Klimaatkansenskaart Gelderland. Deze update geeft een realistisch beeld van de voortgang: welke reducties zijn al gerealiseerd, welke oplossingen winnen aan tractie, en waar blijft de kloof tussen ambitie en uitvoering hardnekkig bestaan? De analyse van DERA identificeert de potentie van klimaatoplossingen in de provincie Gelderland, geïnspireerd op het Drawdown-raamwerk en de daarin uitgewerkte klimaatstrategieën. Daarbij zijn de inzichten vertaald naar de Gelderse context – met oog voor beleid, uitvoerbaarheid en regionale dynamiek.

De kansenskaart toont zowel de huidige uitstoot (volgens de TTW-methodiek) als het reductiepotentieel van maatregelen (op basis van WTW). Hiermee ontstaat een integraal beeld per domein én domein-overstijgend. De resultaten vormen een basis voor verdere concretisering: in beleidsprogramma's, uitvoeringsplannen en gebiedsgerichte aanpakken. Ze helpen bestuurders en beleidsmakers om gericht keuzes te maken, schaal te organiseren en samenhang te brengen tussen projecten. Want alleen zo benutten we het volledige klimaatpotentieel van Gelderland.

Deze analyse is vastgelegd in vijf afzonderlijke domeindocumenten:

- **Gebouwde omgeving**
- **Mobiliteit**
- **Energie**
- **Industrie**
- **Landbouw en landgebruik**

Daarnaast is er een interactieve **Klimaatkansenskaart 2025** waarin in één overzicht inzichtelijk is gemaakt waar de grootste reductiekansen liggen.

De onderliggende aannames, rekensystematiek en begrenzingen zijn vastgelegd in de

### **Bijlage Methodologische onderbouwingen potentie per oplossing.**



Samen vormen deze documenten een kennisbasis voor beleidsbeslissingen richting 2030 en 2050 – én een uitnodiging om er gezamenlijk werk van te maken.

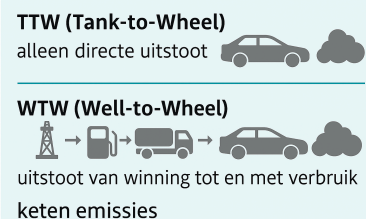
## Belangrijke info bij het lezen van dit document en de kansenskaart gebruikte rekenmethode

### Toelichting op informatie mbt uitstoot (TTW) en oplossingen (WTW)

De Klimaatkansenskaart Gelderland 2025 toont per domein zowel de uitstoot van broeikasgassen als het reductiepotentieel van maatregelen. Voor de **uitstootcijfers** wordt aangesloten bij de officiële **Tank-to-Wheel (TTW)**-methodiek, zoals gehanteerd in de nationale emissieregistratie. Deze cijfers worden overgenomen van [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl) en betreffen uitsluitend de directe emissies binnen de provinciegrenzen.


Voor het **reductiepotentieel** van oplossingen is bewust gekozen voor de **Well-to-Wheel (WTW)**-benadering. Deze methode rekent met de volledige ketenemissies – van bron tot gebruik – en geeft zo een eerlijker en realistischer beeld van de klimaatimpact. WTW maakt het mogelijk om maatregelen binnen én tussen domeinen beter te vergelijken, bijvoorbeeld warmtepompen versus HR-ketels, of elektrificatie van mobiliteit versus industrie.

 **Belangrijk verschil:** De WTW-benadering rekent gemiddeld **5–10% hogere emissies** dan TTW, afhankelijk van het scenario. In de analyse voor Gelderland bedroeg dit verschil **circa 9% in het ramingsscenario** en **ongeveer 5% in het ambitieuze scenario**.  
 Eigenlijk ligt de werkelijke uitstoot dus **hoger dan het TTW-cijfer laat zien**, omdat ketenemissies buiten beeld blijven bij TTW.



 **Voorkomen van dubbeltelling:**

Er is zorgvuldig voorkomen dat emissiereductie dubbel wordt meegeteld – dus zowel als verandering in de energiemix als bij een maatregel. Alleen gerealiseerde maatregelen worden als oplossing opgenomen.

 [Zie ook: Bijlage Methodologische onderbouwingen TTW \(uitstoot\) in relatie tot WTW \(oplossingen\) en rekenmethode potentie per oplossing. Hierin staat alle informatie uitgebreid toegelicht en is per SMART-oplossing een volledige verantwoording opgenomen van de benadering en de berekening van het reductiepotentieel.](#)

*De analyse van DERA identificeert de potentie van klimaatoplossingen en concretisering in de provincie Gelderland, geïnspireerd op het Drawdown raamwerk en de daarin uitgewerkte oplossingen. De resultaten dienen als inspiratie voor een verder uit te werken uitvoeringsplan of plan van aanpak met concretisering van uitwerking van de oplossing binnen de context van de provinciale organisatie. Leeswijzer en verwijzing naar eerdere analyses*

## Leeswijzer en verwijzing naar eerdere analyses

In dit document staat een update van maart 2025 over wat er is bereikt op het gebied van klimaat in de provincie Gelderland. Deze aanvulling sluit aan op eerdere publicaties: de [Climate Solutions Assessment \(PCSA, 2021\)](#) en de [Klimaatkansenkaart Gelderland 2023–2024, waarin 30 slimme klimaatoplossingen tot en met 2030 zijn uitgewerkt](#). In maart 2024 zijn vijf themadocumenten opgesteld – energie, gebouwde omgeving, mobiliteit, industrie en landbouw & landgebruik – op basis van de Drawdown Europe-methodiek, met per domein passende kansen en transitiebeelden.


### Wat is nieuw in dit document?

In het voorjaar van 2025 is een eerst momentopname gemaakt van de Klimaatkansenkaart Gelderland. Deze update geeft een realistisch beeld van de voortgang: welke reducties zijn al gerealiseerd, welke oplossingen winnen aan tractie, en waar blijft de kloof tussen ambitie en uitvoering hardnekkig bestaan?

Links naar de andere domeinrapportages en achtergrondinformatie 2023–2024 zijn hieronder te vinden.

Verwijzing rapportages momentopname 2025 (data t/m 2023)	Verwijzing rapportages Kansen-GLD 2023-24 (data t/m 2021)
<a href="#">Energie moment &amp; reflectie 2025</a>	<a href="#">Energie Kansen-GLD 2023-24</a>
<a href="#">Gebouwde omgeving moment &amp; reflectie 2025</a>	<a href="#">Gebouwde omgeving Kansen-GLD2023-24</a>
<a href="#">Landbouw moment &amp; reflectie 2025</a>	<a href="#">Landbouw &amp; landgebruik Kansen-GLD2023-24</a>
<a href="#">Industrie moment &amp; reflectie 2025</a>	<a href="#">Industrie Kansen-GLD2023-24</a>
<a href="#">Mobiliteit moment &amp; reflectie 2025</a>	<a href="#">Mobiliteit Kansen-GLD2023-24</a>

### De algemene samenvatting momentopname bestaat uit de volgende onderdelen

- |  |      |
|--|------|
| 1. Algemene reflectie op de kansenkaart en klimaatstatus van Gelderland in Nederland en Europa   | p. 4 |
| 2. Algemene momentopname 2025: wat gaat goed, wat niet, en waar liggen verbeterpunten  | p. 5 |
| 3. Activiteiten waar Gelderland trots op mag zijn  | p. 8 |
| 4. Focuspunten tot 2030: prioritaire oplossingen en slimme beleidsopties   | p.10 |
| 5. Focuspunten voor 2030–2050: structurele transitie op lange termijn  | p.14 |
| 6. Koolstofvastleggingskansen (technologisch en natuurlijk)  | p.16 |
| 7. Vervolgacties voor beleidsmakers en bestuurders   | p.19 |
| 8. Bijgewerkte Klimaatkansenkaart voor Gelderland  & Toelichting op de Klimaatkansenkaarten | p.22 |

## Klimaatkansenkaart Gelderland 2025 – Domein-overstijgende

### Samenvatting

#### 1. Algemene reflectie op de kansenkaart en klimaatstatus van Gelderland in Nederland en Europa

Gelderland heeft de afgelopen jaren flinke stappen gezet in de klimaattransitie, maar de prestaties variëren per domein. In de energiesector is de CO<sub>2</sub>-uitstoot tussen 2021 en 2023 met ruim 31% gedaald (van 2,94 naar 2,03 Mton) – een afname die in lijn is met de landelijke en Europese trend van versnelde verduurzaming. Ook de gebouwde omgeving laat een significante emissiedaling zien van circa 23% in dezelfde periode, waarmee Gelderland net boven het landelijke gemiddelde presteert. Deze vooruitgang is mede te danken aan een actieve inzet op isolatie en warmtepompen.

Tegelijkertijd blijven andere sectoren achter. De industrie in Gelderland reduceerde haar uitstoot in 2021–2022 met slechts 4,3%, terwijl landelijk bijna 20% afname werd gerealiseerd. Waar de nationale industrie versneld elektrificeert en inzet op efficiency, blijft de Gelderse industrie vooralsnog achter – wat de noodzaak benadrukt om extra maatregelen te treffen om in pas te blijven met nationale en EU-doelen. Het meest in het oog springend is de mobiliteit: in contrast met de dalende emissietrends in andere domeinen is dit de enige grote sector in Gelderland waar de uitstoot nog stijgt. Tot dusver is er geen netto CO<sub>2</sub>-reductie in mobiliteit behaald, waardoor 0% van het voor 2030 geanalyseerde reductiepotentieel is benut. Ook binnen landbouw en landgebruik is sprake van stagnatie: tussen 2021 en 2022 stegen de landbouwgerelateerde emissies met ruim 5%. Gelderland ligt hier dus niet op koers voor de doelstellingen, in tegenstelling tot de algemene Europese trend die juist wijst op versnelling richting kringlooplandbouw en natuurherstel.

Over de hele linie geldt dat Gelderland zich met ambitie aansluit bij nationale en Europese klimaatdoelen – zo streeft de provincie naar klimaatneutraliteit uiterlijk in 2050, conform het Klimaatakkoord. De

**Klimaatkansenkaart 2025** laat zien dat Gelderland op sommige terreinen koploper kan zijn, maar dat er zonder extra inspanningen een kloof dreigt tussen ambitie en realisatie. De provincie presteert relatief sterk in de opwek van duurzame energie en energiebesparing, maar kampt met hardnekkige emissiebronnen in mobiliteit, industrie en landbouw. Ten opzichte van Nederland en Europa is het beeld gemengd: op deelterreinen loopt Gelderland voor of gelijk, terwijl andere onderdelen versnelling behoeven om de voortgang elders bij te benen. Deze geïntegreerde kansenkaart onderstreept dat extra inzet en samenwerking nodig zijn om Gelderland's klimaatdoelen in lijn te brengen met de nationale en Europese koers.

## 2. Algemene momentopname 2025: wat gaat goed, wat niet, en waar liggen verbeterpunten

**Wat gaat goed:** In Gelderland worden de vruchten geplukt van jarenlang klimaatbeleid in bepaalde sectoren. De elektriciteitsproductie is snel aan het verduurzamen – de groei van zon- en windenergie, energiebesparingsprojecten en de afbouw van fossiele opwek hebben de uitstoot in het domein Energie fors doen dalen. Deze vooruitgang in de energiesector is cruciaal, omdat duurzame elektriciteit een randvoorwaarde is voor verdere emissiereducties in industrie, mobiliteit en gebouwde omgeving. Ook in de gebouwde omgeving zijn de eerste resultaten bemoedigend. Tussen 2021 en 2023 daalde de CO<sub>2</sub>-uitstoot van gebouwen merkbaar (ruim 20%). Actieve isolatieprogramma's en de versnelde adoptie van (hybride) warmtepompen laten zien dat gericht beleid en subsidies effect hebben – steeds meer woningen worden geïsoleerd en verwarmd zonder aardgas. De verduurzaming van gebouwen begint bovendien **maatschappelijke voordelen** op te leveren: inwoners wonen in comfortabelere, gezondere huizen, energiearmoede neemt af door lagere energielasten, en de klimaatmaatregelen creëren nieuwe werkgelegenheid in bijvoorbeeld de installatietechniek en bouwsector.

Daarnaast ontplooit Gelderland innovatieve mobiliteitsinitiatieven. Zo worden deelmobiliteitsprojecten (deelauto's, deelfietsen) uitgerold om privé-autogebruik te verminderen – een maatregel die niet alleen CO<sub>2</sub> bespaart maar ook bijdraagt aan de reductie van stikstof en verbetering van de luchtkwaliteit. Fietsstimulering is een ander succes: provinciale programma's zoals **Slim & Schoon Onderweg** in de regio Arnhem-Nijmegen bereikten in 2022 zo'n 61.000 mensen met werkgeverscampagnes, goed voor duizenden vermeden autoritten. In 2023 is dit verder opgeschaald (bereik >100.000 mensen, >15.000 autoritten vermeden). Dit illustreert dat gedragsgerichte aanpakken – van fietspromotie tot deelmobiliteit – daadwerkelijk kunnen werken en CO<sub>2</sub>-winst opleveren, zij het momenteel nog op relatief kleine schaal.

**Wat gaat niet goed:** Ondanks deze positieve ontwikkelingen zijn er ook duidelijke knelpunten en tegenvallers zichtbaar in 2025. De totale **energiesvraag blijft groeien**, wat de winst van duurzame opwek deels tenietdoet en een structureel probleem vormt. Bovendien loopt de uitbreiding van zon- en windprojecten achter op de benodigde snelheid om in 2030 voldoende schone energie te hebben. Een belangrijke oorzaak ligt bij de infrastructuur: het elektriciteitsnet zit vol (**netcongestie**), waardoor nieuwe aansluitingen voor bijvoorbeeld zonneparken, laadpalen of elektrificatieprojecten vertraging oplopen. Deze capaciteitsknelpunten doen zich provinciebreed voelen – van industriële terreinen die extra stroom vragen tot wijken die van het gas af willen. Ook een tekort aan technisch personeel remt de uitrol van klimaatoplossingen. In de gebouwde omgeving blijkt de **renovatietempo** te laag om het potentieel te verzilveren. Veel huiseigenaren (particulieren, VvE's, woningcorporaties) lopen aan tegen financieringsproblemen, informatiegebrek of organisatorische drempels bij het verduurzamen van hun

vastgoed. Daarnaast schiet het aanbod van vakmensen tekort en zijn biobased bouwmaterialen nog onvoldoende beschikbaar om op grote schaal toe te passen. Zonder versnelling van de uitrol en betere beleidsintegratie dreigt de gebouwde omgeving achter te blijven op het reductieschema richting 2030.

De mobiliteitssector vormt de grootste uitdaging. Het autoverkeer in Gelderland blijft toenemen, aangedreven door economische groei en ruimtelijke spreiding, waardoor de emissies uit transport niet dalen maar eerder stagneren of stijgen. Elektrificatie van het wagenpark komt slechts mondjesmaat op gang – mede door beperkte laadinfrastructuur en lokale netproblemen – en zero-emissiezones in steden staan nog in de startblokken. Ondertussen is er nog geen grote gedragsverschuiving zichtbaar: veel inwoners zijn afhankelijk van de auto en het openbaar vervoer kampt met zijn eigen problemen (na corona is het OV-gebruik lager dan verwacht, terwijl hoge kosten en personeelstekort uitbreidingen bemoeilijken). Als gevolg blijft de modal shift achter: zonder aantrekkelijk OV of deelfietsen als alternatief, verandert reisgedrag onvoldoende en wordt het potentieel aan emissiereductie niet benut.

In de industrie en landbouw spelen andere knelpunten die de voortgang remmen. De Gelderse industrie weet haar emissies weliswaar licht te reduceren, maar blijft achter bij het landelijke tempo. Tussen 2021 en 2022 daalde de industriële uitstoot in Gelderland met slechts 4,3%, tegenover bijna 20% landelijk. Oorzaken zijn onder andere hoogblijvende energieprijzen, beperkte netcapaciteit en een trage uitrol van elektrificatie van processen. Ook de inzet van innovatieve reductiemaatregelen, zoals grootschalige toepassing van waterstof of restwarmtebenutting, komt nog beperkt van de grond.

Een belangrijke randvoorwaarde is het gebrek aan ondergrondse opslagmogelijkheden voor CO<sub>2</sub>: **geologische CCS** is in Gelderland niet mogelijk. Tegelijkertijd worden er **eerste stappen gezet met CCU (Carbon Capture & Utilisation)**. In Duiven vangt AVR jaarlijks circa 60 kiloton CO<sub>2</sub> af en levert dit aan glastuinbouwbedrijven als groeigas, wat aardgasverbruik bij tuinders voorkomt. Ook in Weurt (ARN) wordt biogene CO<sub>2</sub> uit vergisting opgevangen en hergebruikt, en zijn er plannen voor een grootschalige afvanginstallatie op de afvalenergiecentrale die CO<sub>2</sub> inzet voor tuinbouw en bouwmaterialen mogelijk moet maken. Hoewel de toepassingen nog beperkt zijn, laat dit zien dat hergebruik van CO<sub>2</sub> in de Gelderse industrie mogelijk is – mits afzetmarkten en infrastructuur worden ontwikkeld.

**Verbeterpunten:** De **kansenkaart 2025** maakt duidelijk waar de sleutel tot verbetering ligt: een versnelling en verbreding van de ingezette transitie. In alle domeinen is nog veel **onbenut potentieel**. Zo is in de gebouwde omgeving pas ~23% van het technisch haalbare reductiepotentieel voor 2030 gerealiseerd – dus 77% van de kans ligt nog open. Ook in energie (~69% potentieel resteert), mobiliteit (praktisch 100% resteert) en andere sectoren is het merendeel van de oplossingen nog niet volledig toegepast. Er is daarom een **significante versnelling** nodig van bestaande plannen en projecten. Gelderland zal sneller moeten schakelen van pilotfase naar brede implementatie. Dat betekent:

**opschalen** van wat werkt (zoals bewezen isolatie- en fietsprogramma's), hinderpalen wegnemen en waar nodig nieuw instrumentarium inzetten.

Belangrijk is om **structurele barrières** gericht aan te pakken. Infrastructuur uitbreiden en vernieuwen is topprioriteit – de provincie moet samen met netbeheerders investeren in netverzwaring, slimme netten en opslag om de stroom van duurzame energie te kunnen verwerken. Ook de arbeidsmarktkrapte vraagt om actie: door opleidingstrajecten en omscholing te stimuleren (in samenwerking met mbo/hbo en bedrijfsleven) kan het tekort aan vakmensen in de bouw, installatietechniek en energietechniek worden verkleind. Financiële drempels bij woningeigenaren en bedrijven kunnen worden verlaagd met creatieve financieringsconstructies, garanties of subsidies op maat. Daarnaast is een integrale **gebiedsgerichte aanpak** nodig, vooral in de gebouwde omgeving en mobiliteit. Veel oplossingen werken beter in samenhang – denk aan de combinatie van wijkgerichte isolatie, warmtenetten én mobiliteitshubs. Zonder koppeling tussen klimaatmaatregelen en ruimtelijke ordening blijft het potentieel deels onbenut. Verder moet gedrag en draagvlak nadrukkelijker meegenomen worden: technologische oplossingen hebben meer effect als inwoners ze omarmen en hun gedrag aanpassen. De recente fietsstimuleringsuccessen laten zien dat mensen wel degelijk bereid zijn tot verandering als de condities goed zijn. Hier ligt een kans om communicatie, participatie en voorbeeldprojecten op te schalen, zodat klimaatbeleid niet als top-down voelt maar als iets van iedereen.

Kortom, de momentopname 2025 geeft een gemengd beeld: **Gelderland boekt vooruitgang**, maar niet overall even snel. De komende jaren moeten knelpunten opgelost en successen opgeschaald worden. Een versnellingsplan richting 2030, gericht op het ontsluiten van de *blijvend grote restkansen*, is essentieel om de provinciale klimaatambities te halen.

### **3. Activiteiten waar Gelderland trots op mag zijn**

Gelderland heeft recent een aantal initiatieven en prestaties geleverd die als voorbeeld kunnen dienen en waar de provincie trots op mag zijn:

- **Snelle groei van duurzame energie** – Dankzij investeringen in zonne- en windenergie behoort Gelderland tot de koplopers in uitstootreductie in de energiesector (ruim 30% reductie in 2 jaar). Deze forse daling laat zien dat de provincie effectief inzet op schone energie en hiermee bijdraagt aan nationale klimaatdoelen.
- **Subsidie voor biodiversiteit en landschap** – In 2024 lanceerde Gelderland de subsidieregeling *'Biodiversiteit en Landschap'* om de kwaliteit van natuur en landschap te verbeteren. Dit initiatief stimuleert landelijk én stedelijk groene projecten en verhoogt de biodiversiteit, waardoor klimaatmitigatie hand in hand gaat met natuurherstel.
- **Vitaal Landelijk Gebied programma** – Onder het motto *'Vitaal landelijk gebied Gelderland'* ondersteunt de provincie agrariërs bij natuurinclusieve landbouw en vermindering van emissies. Er is extra aandacht voor agrarisch natuurbeheer, waterkwaliteit en het terugdringen van stikstofuitstoot. Gelderland zet hiervoor ook rijksmiddelen in, waarmee het de landelijke doelen voor natuur en klimaat op regionaal niveau helpt uitvoeren.
- **Gelders Warmte-Infrabedrijf (GWIB)** – Recent heeft de provincie een eigen warmte-infrabedrijf opgericht om gemeenten te ondersteunen bij de ontwikkeling van warmtenetten. Dit innovatieve publiek-private instrument helpt de warmtetransitie te versnellen door kennis en financiering te bundelen, zodat meer restwarmte en geothermie projecten van de grond komen.
- **Doorbraak in deelmobiliteit en fietsstimulering** – Gelderland heeft als een van de eersten grootschalige deelmobiliteitsprojecten opgezet. Via provinciale mobiliteitsplannen (zoals de Gelderse Maatregelen Stikstof 2021–2025) zijn deelauto's en deelfietsen geïntroduceerd om duurzame mobiliteit te bevorderen. Daarnaast heeft de provincie met partners fietsacties georganiseerd die inmiddels tienduizenden mensen bereiken. In twee jaar tijd steeg het bereik van werkgevers-fietscampagnes van 61.000 naar 105.000 mensen, wat leidde tot ruim 15.000 vermeden autoreizen in 2023. Zulke resultaten laten zien dat Gelderland vooroploopt in het realiseren van concrete CO<sub>2</sub>-reductie door gedragsverandering.
- **Regionale samenwerking voor schone mobiliteit** – In de regio Arnhem-Nijmegen werken 18 gemeenten samen met de provincie en Rijkswaterstaat aan **Slim & Schoon Onderweg**, een innovatief programma voor digitale mobiliteitsdata, deelvervoer en fietsinfrastructuur. Deze samenwerking is een voorbeeld van hoe Gelderland proactief partijen bij elkaar brengt om bereikbaarheid en duurzaamheid te combineren.

- **Kennisdeling en innovatie in de bouwsector** – Gelderland profileert zich als kennisregio door samenwerking tussen onderwijsinstellingen (HBO/WO) en bedrijfsleven te stimuleren. Zo fungeert de provincie als kennisdeler met inspirerende voorbeelden voor andere regio's, en werkt zij samen met financiers en vastgoedeigenaren aan nieuwe constructies (bv. revolving funds, garantstellingen) om particuliere woningeigenaren te ondersteunen bij duurzame renovaties. Dit pionierswerk op het gebied van financiering en opleiding draagt bij aan een toekomstbestendige bouwsector.
- **Pionier in koolstofvastlegging – eerste marktverkenning door provincie**  
Naast emissiereductie onderzoekt Gelderland actief de mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-vastlegging. Als eerste provincie in Nederland heeft Gelderland in 2025 een uitgebreide **marktverkenning koolstofvastlegging** laten uitvoeren. Hierin zijn de technische, ecologische en economische kansen van zowel **natuurlijke** als **technologische vastlegging** in kaart gebracht – van humusopbouw en bosaanplant tot CO<sub>2</sub>-afvang bij industrie. De verkenning biedt inzicht in kansrijke maatregelen, benodigde voorwaarden en mogelijke beloningsstructuren, zoals vrijwillige koolstofkredieten. Hiermee neemt Gelderland het voortouw in het ontwikkelen van een onderbouwde en toekomstgerichte **vastleggingsstrategie**, in lijn met Europese klimaatdoelen en het nationale LNV-beleid. Deze aanpak helpt om naast reduceren ook negatieve emissies te realiseren – essentieel voor het halen van netto-nul in 2050.  
zie alle info op [www.neweconomy.eco/koolstof-gld](http://www.neweconomy.eco/koolstof-gld)

Deze voorbeelden illustreren dat Gelderland niet stilzit: de provincie neemt initiatieven die klimaatwinst koppelen aan andere maatschappelijke doelen zoals natuurbehoud, gezondheidswinst en economische ontwikkeling. Zulke *best practices* bieden houvast en inspiratie om de komende jaren verder op te schalen.

#### 4. Focuspunten tot 2030: prioritaire oplossingen en slimme beleidsopties

Om de klimaatdoelen van 2030 te behalen, zal Gelderland zich moeten richten op een pakket van prioritaire oplossingen – de zogenaamde **SMART-oplossingen** – over alle domeinen heen. Belangrijk is dat maatregelen samenhangend worden uitgevoerd en gefocust op de grootste klimaatwinst. De volgende focuspunten tot 2030 komen naar voren:

- **Versnellen van schone energie-opwek en opslag:** Opschalen van hernieuwbare elektriciteit door extra zon op dak, zonneparken en windmolens op land, gekoppeld aan innovatieve opslag en netbeheer. Bestaande projecten moeten in een **versnellingsmodus** komen en nieuwe initiatieven (bijvoorbeeld collectieve zon-op-dak acties) actief gefaciliteerd worden. Tegelijk moet de netcongestie worden opgelost via **Smart Energy Hubs**, kabeldeling (cable pooling) en lokale batterijopslag, zodat duurzaam opgewekte stroom ook benut kan worden. Energieopslag en slim vraagbeheer (demand response) zijn cruciaal om pieken op te vangen en de leveringszekerheid te vergroten.
- **Verduurzaming van de gebouwde omgeving op grote schaal:** Een **massale isolatie- en renovatiegolf** is nodig om alle woningen en utiliteitsgebouwen up-to-date te maken. Via uitvoering van het Nationaal Isolatieprogramma – met voorrang voor slecht geïsoleerde huizen met energielabel E, F, G – moet de isolatiegraad flink omhoog. Daarnaast is de **uitrol van warmtepompen** (zowel hybride als all-electric) te versnellen, ondersteund door maatwerkadvies voor woningeigenaren en aantrekkelijke subsidies. Waar individuele oplossingen niet voldoende zijn, moeten **warmtenetten** gebiedsgericht worden aangelegd, gevoed door diepe geothermie, aquathermie en restwarmte uit industrie. Ook het benutten van laagdrempelige maatregelen (“laaghangend fruit”) verdient focus – denk aan slimme thermostaten, kierdichting en het hergebruiken van restwarmte uit gebouwen. Tot slot moet de toegang tot betaalbare **biobased isolatiematerialen** vergroten door lokale productie te stimuleren en bouwketens meer circulair in te richten.
- **Emissievrije en slimme mobiliteit:** De mobiliteitssector moet een inhaalslag maken richting uitstootvrij vervoer. Topprioriteiten zijn de **versnelde elektrificatie van het vervoer** – niet alleen personenauto’s maar ook bedrijfsbusjes, vrachtwagens en mobiele werktuigen – en de snelle implementatie van **Zero-Emissie zones** in steden (zoals Arnhem, Nijmegen, Ede, Apeldoorn) waar vervuilende voertuigen worden geweerd. Daarvoor is uitbreiding van slimme laadinfrastructuur noodzakelijk, met voldoende capaciteit en netwerkbeheer om gelijktijdig laden aan te kunnen. Parallel daaraan moet vol ingezet worden op **fietstimulering en**

**deelmobiliteit.** Gelderland richt zich op hoogwaardige fietsverbindingen (snelfietsroutes) en veilige stallingen om de fiets aantrekkelijker te maken voor forenzen. Via **Mobility as a Service (MaaS)**-concepten en het delen van mobiliteitsdata kunnen reizigers makkelijker alternatieven kiezen, bijvoorbeeld combinaties van e-bike, OV en deelauto. Ook slim ruimtegebruik hoort hierbij: strengere parkeernormen en de aanleg van mobiliteitshubs aan de rand van steden moeten de overgang naar duurzame vervoersmiddelen faciliteren. Kortom, vóór 2030 ligt de focus op een pakket van technische (elektrisch vervoer) én gedragsmaatregelen (fietsgebruik, deelauto's) om mobiliteit te verduurzamen.

- **Innovatieve en circulaire industrie**

De industrie zal de komende jaren transformeren via elektrificatie, circulaire grondstoffen en directe CO<sub>2</sub>-reductie bij de bron. Gelderland zet in op sectorgerichte maatwerkafspraken met grote industriële uitstoters en verkent de ontwikkeling van regionale industriële hubs waar bedrijven energie, infrastructuur en reststromen delen (bijvoorbeeld via warmte-uitwisseling of gedeelde waterstofinfrastructuur). Een belangrijke focus ligt op de opschaling van industriële elektrificatie – waar mogelijk worden processen omgezet naar groene stroom, ondanks belemmeringen zoals netcapaciteit en fluctuerende energieprijzen.

Ook restwarmte wordt actiever benut: door betere afstemming tussen industrie en gebouwde omgeving kan restwarmte worden ingezet voor collectieve warmtenetten. Tegelijkertijd stimuleert de provincie innovatieve toepassingen voor emissiereductie, zoals het gebruik van biogene reststromen in de productie, inzet van circulaire materialen (zoals gerecycled plastic, bioplastics) en **hergebruik van CO<sub>2</sub> via CCU**. In Duiven wordt bij AVR jaarlijks circa 60 kiloton CO<sub>2</sub> afgevangen en geleverd aan glastuinbouwbedrijven als groeigas, ter vervanging van aardgas. In Weurt (ARN) wordt biogene CO<sub>2</sub> uit vergisting opgevangen en ingezet, met plannen voor uitbreiding naar bouwmaterialentoepassingen. Hoewel kleinschalig, tonen deze voorbeelden dat CCU in Gelderland al deels wordt toegepast en verder opschaalbaar is – mits de juiste infrastructuur en afzetmarkten beschikbaar zijn.

- **Lokaal geen CCS (Carbon Capture and Storage)** is vanwege het ontbreken van geschikte geologische formaties in Gelderland zelf niet mogelijk. Wel kan er onderzocht worden of CO<sub>2</sub> via transport (per weg of pijpleiding) elders in Nederland opgeslagen kan worden, al is dat kostbaar en complex. De provincie richt zich daarom primair op directe reductie en hergebruik. Tot slot moet het aandeel circulaire grondstoffen in de maakindustrie, voedselverwerking en papiersector structureel omhoog. Dit verlaagt zowel de CO<sub>2</sub>-uitstoot als de afhankelijkheid van primaire (vaak geïmporteerde) grondstoffen. Gelderland zoekt aansluiting bij Europese

innovatieprogramma's zoals de *Net Zero Industry Act* om bedrijven te ondersteunen met kennis, investeringen en toegang tot pilots. Deze transitie biedt naast klimaatwinst ook economische kansen voor de regio: van nieuwe productieketens tot werkgelegenheid in schone industriële processen.

- **Transitie in landbouw en landgebruik:** In het landelijk gebied ligt een groot deel van de oplossing in **regeneratieve en klimaatvriendelijke landbouw**. Gelderland zal haar programma *Gelderland van Morgen* verder versterken met focus op kringlooplandbouw, eiwittransitie en het terugdringen van kunstmestgebruik. Boeren worden steeds meer partners in klimaatbeleid: het belonen van boeren voor **ecosysteemdiensten** – bijvoorbeeld via koolstofkredieten voor vastgelegde CO<sub>2</sub> in bodem of vergoeding voor biodiversiteitsbeheer – is een speerpunt richting 2030. Concreet betekent dit versneld starten en uitbreiden van pilots voor **circulaire mestverwerking**, betere voeradditieven om methaanuitstoot van vee te verlagen, en technieken als mestscheiding. Ook worden meerjarige subsidies ingezet voor aanleg van **landschapselementen** (heggen, houtwallen), kruidenrijke graslanden en bodemverbetering, omdat deze niet alleen CO<sub>2</sub> vastleggen maar ook water vasthouden en biodiversiteit vergroten. Tot 2030 ligt de nadruk op het combineren van emissiereductie in de veehouderij met natuur-inclusieve maatregelen: minder veestapel waar nodig, efficiënter landgebruik (bijv. geen braakliggende gronden) en bescherming van veengebieden om oxidatie te stoppen. Deze landbouwtransitie vergt een fijnzinnige balans tussen voldoende voedselproductie en ecologische herstel – Gelderland wil daarvoor samen met agrariërs **verdienmodellen** ontwikkelen die duurzame keuzes rendabel maken.

Samengevat richt Gelderland zich tot 2030 op **versnelling en implementatie** van ~30 slimme klimaatoplossingen, verdeeld over alle sectoren. De focus ligt op win-winmaatregelen die zowel haalbaar als effectief zijn: van meer windmolens **én** meer fietsgebruik, tot circulaire bouwmaterialen **én** warmtenetten. Beleidsmatig betekent dit dat de provincie slimme combinaties moet faciliteren – bijvoorbeeld energiehubs koppelen aan bedrijventerreinen, of landbouwsubsidies koppelen aan klimaatdiensten. Door in te zetten op de genoemde focuspunten kan Gelderland het enorme resterende reductiepotentieel stap voor stap verzilveren en in 2030 duidelijk dichterbij haar klimaatdoelen komen.

## 5. Focuspunten voor 2030–2050: structurele transitie op lange termijn

Voor de periode 2030–2050 ligt de nadruk op **diepgaande, structurele transitie** die nodig zijn om klimaatneutraliteit te bereiken en te behouden. Waar tot 2030 vooral opschaling van bekende oplossingen centraal staat, draait het daarna om systeemveranderingen en het bestendigen van de behaalde resultaten. De volgende langetermijnpunten tekenen zich af richting 2040–2050:

- **Robuust en fossielvrij energiesysteem:** In 2050 beschikt Gelderland (en Nederland als geheel) over een bijna volledig fossielvrije energievoorziening. Het energiesysteem is dan **robust en flexibel**, met een continue balans tussen opwekking, opslag en verbruik. Hernieuwbare bronnen (zon, wind, duurzame warmte) dekken vrijwel de volledige vraag, aangevuld met *balanceringsopties* als waterstof, batterijen en slimme vraagsturing. Alle delen van de energie-infrastructuur – van het stroomnet tot warmte- en gasnetten – zijn geïntegreerd en geschikt voor een CO<sub>2</sub>-vrije energiehuishouding. **Energieonafhankelijkheid** wordt een speerpunt: regio's wekken grotendeels hun eigen energie op of wisselen deze uit met buurkregen, zodat import van fossiele energie minimaal is. Grootschalige opslagtechnologieën (bijv. seizoensopslag via waterstof of andere media) zorgen voor leveringszekerheid in winter en bij minder zon/wind. Ook wordt gekeken naar **kernenergie** op nationale schaal als stabiele bron – tegen 2050 kan kernenergie als basislast dienen binnen het CO<sub>2</sub>-vrije systeem, mocht dat nodig en maatschappelijk geaccepteerd zijn. Het energiesysteem van 2050 is daarmee circulair en klimaatbestendig, met redundantie tegen schokken (bijv. geopolitieke gascrisis) en een hoge mate van zelfvoorziening.
- **Klimaatneutrale en circulaire gebouwde omgeving:** Halverwege de eeuw zijn gebouwen in Gelderland klimaatneutraal of zelfs energiepositief. Alle nieuwbouw én grotendeels de bestaande bouw is dan **energieneutraal** door maximale energiebesparing, lokale opwek (zonnepanelen in of op gebouwen) en slimme opslag in huisbatterijen of buurtbatterijen. Woningen en kantoren functioneren als mini-energiehubs die onderdeel zijn van een smart grid, waardoor overschotten en tekorten onderling worden uitgewisseld. Bovendien zijn bouwmaterialen in 2050 veelal **circulair of biobased**. Beton en staal worden hoogwaardig gerecycled, en materialen zoals hout, hennep en mycelium (schimmels) zijn ingeburgerd in de bouw. Deze materialen hebben tijdens hun groei CO<sub>2</sub> vastgelegd en verlagen de milieu-impact van de bouw drastisch. Men streeft naar maximale toepassing van **CO<sub>2</sub>-negatieve bouwmaterialen**, zodat gebouwen een opslagplaats van koolstof vormen in plaats van een bron. Daarnaast zijn **decentrale energievoorzieningen** de norm: per wijk of regio bestaan eigen warmte- en elektriciteitssystemen (bijv. een buurtwarmtenet op restwarmte, of een wijkbatterij voor zonne-energie). Dit verhoogt de resiliëntie en betreft lokale gemeenschappen bij de

energievoorziening. Ten slotte is de gebouwde omgeving in 2050 volledig **klimaatadaptief**: bij renovatie of nieuwbouw is het standaard om maatregelen te nemen tegen hitte, droogte en wateroverlast. Denk aan groene daken, waterberging en isolatie tegen hitte – mogelijk zelfs verplicht gesteld in bouwregels tegen die tijd. Zo wordt bij elke verbouwing niet alleen de energieprestatie verbeterd, maar ook de leefbaarheid en klimaatbestendigheid.

- **Emissievrije, gedeelde en multimodale mobiliteit:** Tegen 2050 heeft er een ware *stelselverandering* in mobiliteit plaatsgevonden. Fossiele brandstoffen zijn uitgefaseerd – al het vervoer rijdt op elektriciteit (eventueel waterstof voor zwaar transport) en er komen geen CO<sub>2</sub>- of schadelijke uitstoot meer vrij op de weg. Ook is mobiliteit veel meer **gedeeld en multimodaal**: het bezit van een eigen auto is niet langer de norm, zeker in stedelijke gebieden. In plaats daarvan maken mensen gebruik van een combinatie van hoogwaardig OV, deelauto's, (e-)fietsen en nieuwe modaliteiten. Door vergaande digitalisering plant en boekt men naadloos een reis via verschillende vervoersmiddelen (Mobility-as-a-Service is mainstream). De infrastructuur is hierop ingericht: automatisch laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen is overal beschikbaar, hubs verbinden OV met deelvervoer en fietssnelwegen, en veel binnenstedelijke ruimte is heringericht van parkeerterrein naar groen of fietsruimte. Deze integratie zorgt voor **slimmere verplaatsingskeuzes** en een drastische vermindering van het aantal voertuigkilometers. Het resultaat is een mobiliteitssysteem dat niet alleen emissievrij is, maar ook bijdraagt aan andere doelen: minder geluidsoverlast, betere verkeersveiligheid en meer ruimte voor leefbaarheid. Gezondheid en bereikbaarheid staan centraal in mobiliteitsplannen, ondersteund door integrale modellen die rekening houden met klimaat, luchtkwaliteit en ruimtegebruik. Zo heeft duurzame mobiliteit in 2050 meerdere co-benefits gerealiseerd: schonere lucht, gezondere inwoners (door meer bewegen) en aantrekkelijke, verkeersluwe steden en dorpen.
- **Fossielvrije en circulaire industrie:** In 2050 opereert de industrie vrijwel zonder fossiele grond- en brandstoffen. **Proceswarmte** voor lage en middentemperaturen wordt volledig fossielvrij opgewekt – bijvoorbeeld via elektrische boilers, warmtepompen of groene waterstof – zodat gasgestookte installaties tot het verleden behoren. Voor hoge temperaturen (zoals staalproductie elders of speciale processen) zijn nieuwe technieken doorgebroken of wordt gebruikgemaakt van rest- en biograndstoffen. Gelderse industrieën zijn bovendien ingebed in **circulaire ketens**: afval bestaat vrijwel niet meer, want reststromen van het ene proces dienen als grondstof voor het andere. Sectoren als de papierindustrie, voedselverwerking en maakindustrie hebben hun grondstofkringlopen gesloten of drastisch verlengd (bijv. hergebruik van papiervezels, circulaire bouwmaterialen, recycling van elektronica). Ook heeft de industrie

waar mogelijk CO<sub>2</sub>-*negatieve* productieprocessen ingevoerd, bijvoorbeeld door gebruik van biobased grondstoffen die tijdens groei CO<sub>2</sub> hebben opgenomen, of door directe CO<sub>2</sub>-afvang in combinatie met hergebruik. **Ketenintegratie** is een kenmerk van 2050: industrie, landbouw en energie werken samen. Denk aan bioraffinage: landbouwgewassen worden zó verwerkt dat voedsel, veevoer, materialen en energie tegelijk worden geproduceerd, met minimale reststroom. Daarnaast is de **CO<sub>2</sub>-afvang en opslag** voor die emissies die nog resteren geïntegreerd in de regio of net daarbuiten. Gelderland onderzoekt met buurlanden of sectoren grensoverschrijdende CO<sub>2</sub>-opslag kunnen benutten indien de eigen uitstoot niet helemaal nul is. Overheden hebben gezorgd voor de ruimtelijke en infrastructurele inpassing van pijpleidingen of transportmiddelen die daarvoor nodig zijn. De industrie van 2050 is dus schoon, circulair en embedded in een Europees netwerk van klimaatneutrale hubs, waarin concurrentie op emissies is vervangen door samenwerking in innovatie.

- **Regeneratieve landbouw en landgebruik als nieuwe norm:** In 2050 is de Gelderse landbouw volledig omgevormd tot een **kringlooplantbouw** die fossielvrij opereert. Boeren werken volgens regeneratieve principes: de bodem is gezond en rijk aan koolstof, teeltrotaties en combinatieteelten (agroforestry, strokenteelt) zijn gemeengoed, en er wordt niet meer uitgegaan van maximale kunstmestgift maar van natuurlijke bodemvruchtbaarheid. Grootschalige toepassing van deze regeneratieve landbouw zorgt voor hogere koolstofopslag in bodems en minder input van buitenaf (kunstmest, pesticide). **Permanent graslandbeheer** en het behouden of terugbrengen van bos- en natuurstroken integreren landbouw en natuur, waardoor biodiversiteit floreert en ecosystemen veerkrachtig zijn. Veengebieden in Gelderland zijn tegen 2050 waar mogelijk hersteld of natter gemaakt, zodat veenoxidatie en daarmee CO<sub>2</sub>-uitstoot is gestopt. De veehouderij is kleinschaliger en innovatief: methaanemissies worden opgevangen of sterk gereduceerd door aangepast voer en mestvergisting. **Voedselproductie, natuur en klimaatwinst gaan hand in hand** in 2050 – dit was een expliciet doel en is gehaald via beleid dat zowel landbouw als natuur financieel waardeert. Fossiele energie is verdwenen uit de landbouw: machines rijden elektrisch of op biobrandstoffen, kassen draaien op geothermie of restwarmte en kunstmest is grotendeels vervangen door organische meststoffen en stikstofbinding via vlinderbloemigen. Gelderland's landschap is zo ingericht dat het **multifunctioneel** is: het levert voedsel, hernieuwbare grondstoffen (zoals hout, vezelgewassen voor industrie en bouw), én ecosystemediensten als waterberging, koolstofvastlegging en recreatie. Hiermee is het platteland niet alleen klimaatneutraal maar ook klimaatbestendig en economisch vitaal, met nieuwe verdienmodellen voor boeren als *beheerder van carbon sinks* en leverancier van biomassa voor industrie en energie.

Deze visie voor 2040–2050 laat zien dat er wezenlijke transformaties op komst zijn. Het gaat niet enkel om emissies reduceren, maar om systemen opnieuw vormgeven: een integrale energietransitie, mobiliteitsomslag, circulaire economie en landbouwrevolutie. Belangrijk is dat deze transitie **domeinoverstijgend** zijn – ze grijpen in op elkaar. Succesvol klimaatbeleid richting 2050 zal daarom steeds meer op samenhang en lange adem stoelen. Ook zullen tegen die tijd veel kortetermijnproblemen van nu (zoals netcapaciteit of gebrek aan laadinfra) zijn opgelost, terwijl nieuwe uitdagingen (bijv. restemissies moeilijkste sectoren, negatieve emissies realiseren) de aandacht krijgen. Gelderland bereidt zich hierop voor door nu al in scenario's te denken die verder gaan dan 2030, zodat tijdig met structurele veranderingen begonnen kan worden.

## 6. Koolstofvastleggingskansen (technologisch en natuurlijk)

Naast emissiereductie (voorkómen dat CO<sub>2</sub> in de lucht komt) is ook **koolstofvastlegging** een onderdeel van klimaatoplossingen. Dit omvat zowel *technologische* vastlegging (de “grijze” kant) als *natuurlijke* vastlegging (de “groene” kant). Gelderland verkent beide, al verschilt het potentieel per domein. Gelderland heeft een uitgebreide marktverkenning koolstofvastlegging laten uitvoeren, [zie info](#).

**Natuurlijke koolstofvastlegging:** Van alle domeinen biedt **landbouw en landgebruik** veruit de meeste mogelijkheden om CO<sub>2</sub> op natuurlijke wijze te binden . Dit gebeurt bijvoorbeeld via humusopbouw in landbouwbodems, aanplant van bomen en bossen, agroforestry (waarbij bomen en struiken worden geïntegreerd in landbouwpercelen) en het behoud van veenweides . Wanneer deze maatregelen structureel worden toegepast – dus niet incidenteel, maar als langdurige landgebruiksverandering – kunnen ze potentieel **honderden kilotonnen CO<sub>2</sub> per jaar** extra vastleggen . Belangrijk hierbij is dat de vastlegging geborgd wordt: bomen moeten kunnen uitgroeien tot blijvend bos en koolstof in de bodem moet niet na enkele jaren toch vrijkomen. Dat vereist langdurige monitoring en garanties dat de opgeslagen koolstof niet alsnog de atmosfeer in gaat . Gelderland ziet hierin een kans om klimaatwinst te koppelen aan biodiversiteit en waterbeheer. Herbebossing en landschapselementen slaan CO<sub>2</sub> op en bieden tegelijk habitat voor soorten; veenweideherstel voorkomt emissies en verbetert waterkwaliteit. Om boeren en grondeigenaren te stimuleren, wordt gekeken naar beloningssystemen: op termijn kunnen zij betaald worden voor CO<sub>2</sub>-vastlegging via **vrijwillige of gereguleerde koolstofkredieten** . Daarmee ontstaat een extra inkomstenstroom voor natuurinclusieve landbouw en bosbeheer, wat de continuïteit van deze klimaatdiensten verzekert. In het kort, de groene vastlegging is tweeledig gunstig – het haalt CO<sub>2</sub> uit de lucht **én** verbetert de leefomgeving – en verdient daarom hoge prioriteit in beleid.

**Technologische koolstofvastlegging:** Aan de grijze kant van de klimaatoplossingen gaat het om

innovaties die CO<sub>2</sub> afvangen uit rookgassen of de omgevingslucht, en deze vervolgens hergebruiken (*Carbon Capture and Utilisation, CCU*) of opslaan (*Carbon Capture and Storage, CCS*). In Gelderland liggen de grootste kansen op afvang in de industrie en afvalverwerking, met name bij AVI-installaties en biogasinstallaties. Hoewel ondergrondse opslag (CCS) in Gelderland zelf geologisch niet mogelijk is – er ontbreken geschikte diepe, poreuze lagen zoals lege gasvelden of zoutcavernes – wordt CO<sub>2</sub>-afvang wél al toegepast in beperkte mate.

Bijvoorbeeld bij de AVR in Duiven wordt jaarlijks circa **60 kiloton CO<sub>2</sub> afgevangen** en geleverd aan kassen in de glastuinbouw als groeigas. Dit is een concreet voorbeeld van **CCU** binnen de provincie: de CO<sub>2</sub> vervangt fossiel opgewekt groeigas en voorkomt zo extra emissies. Ook bij ARN in Weurt wordt biogene CO<sub>2</sub> afgevangen uit vergisting, met als doel deze in te zetten in onder meer bouwmaterialen of verdere glastuinbouwtoepassingen. De huidige CCU-capaciteit is beperkt, maar laat zien dat hergebruik van CO<sub>2</sub> technisch haalbaar is – mits er afzetmarkten en infrastructuur beschikbaar zijn.

Grootschalige CCS is complexer. Opslag zou buiten Gelderland moeten plaatsvinden, bijvoorbeeld in lege gasvelden onder de Noordzee. Dat vergt transport in vloeibare of gasvorm, via tankwagens, schepen of toekomstige pijpleidingen, wat hoge investeringen en complexe vergunningstrajecten met zich meebrengt. Hierdoor is grootschalige implementatie op korte termijn onzeker. Toch blijft **afvang bij puntbronnen** – mits gekoppeld aan externe opslag of hergebruik – een relevante optie voor moeilijk te vermijden industriële emissies.

Daarnaast is er potentieel om broeikasgassen met lage concentraties af te vangen, zoals **methaan uit stortgas**. Technologie hiervoor bestaat, maar vergt maatwerk per locatie en aanvullende stimulansen. Stortgasafvang wordt al op enkele locaties in Nederland toegepast, maar in Gelderland is dit nog beperkt ontwikkeld.

Een andere veelbelovende technologie is **Direct Air Capture (DAC)**, waarbij CO<sub>2</sub> rechtstreeks uit de omgevingslucht wordt gefilterd. In combinatie met geologische opslag (DACCS) zou dit kunnen leiden tot netto negatieve emissies. Echter, DAC bevindt zich nog in de pilotfase; grootschalige toepassing wordt pas na 2035 verwacht, wanneer de technologie voldoende is opgeschaald en goedkoper is geworden. Ook voor DACCS geldt dat opslag buiten Gelderland nodig is, wat interprovinciale of internationale samenwerking vereist.

**Samenvattend:** waar CCS voorlopig beperkt toepasbaar blijft in Gelderland, is CCU al wél operationeel – zij het op kleine schaal. De provincie verkent verdere opschaling van CCU in sectoren zoals glastuinbouw, betonvervangers en biogene processen, waarbij CO<sub>2</sub> als grondstof kan dienen. Daarmee vormt technologische vastlegging een aanvullend spoor in de klimaatstrategie, met name voor restemissies die lastig te reduceren zijn bij de bron.

**Indirecte vastlegging en koppelkansen:** Interessant is dat sommige klimaatoplossingen **indirecte CO<sub>2</sub>-vastlegging** mogelijk maken. In de energiesector geldt bijvoorbeeld dat de uitrol van duurzame opwek elders ruimte schept voor natuur: elke extra windmolen of zonnepark betekent dat er minder fossiele infrastructuur (bijv. kolencentrales of pijpleidingen) nodig is, waardoor er grond vrijkomt die voor bossen of andere koolstofopslag benut kan worden. Hoewel dit effect lastig kwantificeerbaar is, onderstreept het dat de transitie naar duurzame energie en mobiliteit synergie kan hebben met landgebruik ten behoeve van CO<sub>2</sub>-opslag. Een ander voorbeeld is het gebruik van **biobased bouwmaterialen** in de gebouwde omgeving. Hout, bamboe, vlas, hennep en andere natuurlijke materialen nemen tijdens de groeifase CO<sub>2</sub> op en houden die vast zolang ze in gebouwen verwerkt zitten. Bij grootschalige toepassing kan dit resulteren in **honderden kilotonnen tijdelijke tot middellange CO<sub>2</sub>-opslag** in gebouwen. Hiermee verandert men huizen en kantoren feitelijk in CO<sub>2</sub>-opslagtanks. Deze vorm van vastlegging is tijdelijk (de CO<sub>2</sub> komt vrij bij afbraak of verbranding van het materiaal), maar kan wel enkele decennia overbruggen. Cruciaal is vervolgens dat na die gebruiksperiode het materiaal hergebruikt of duurzaam verward wordt, zodat de koolstof langdurig uit de atmosfeer blijft. Gelderland ziet biobased bouwen als win-win: het verbindt de opgaven in bouw en landbouw (lokale gewassen leveren bouwmaterialen) en fungeert als **actieve klimaatoplossing**. Het verdient daarom structurele aandacht in inkoopbeleid, bouwvoorschriften en innovatieprogramma's om dit te stimuleren.

**Conclusie rol koolstofvastlegging:** binnen de totale klimaatstrategie van Gelderland is koolstofvastlegging een aanvulling op emissiereductie – geen vervanging. In sommige domeinen (zoals Energie) speelt vastlegging geen directe hoofdrol, omdat de focus daar ligt op emissies voorkomen bij de bron. In andere domeinen (landgebruik, bouw) is vastlegging juist een kansrijk bijkomend effect van het beleid. De provincie zal de komende jaren zowel de groene als grijze opties verder moeten verkennen. Natuurlijke CO<sub>2</sub>-opslag draagt ook bij aan andere beleidsdoelen (biodiversiteit, bodemvruchtbaarheid) en is direct toepasbaar, daarom is opschaling daarvan logisch. Technologische vastlegging bevindt zich nog in de ontwikkelingsfase en zal waarschijnlijk pas na 2030 substantieel gaan meetellen. Door nu al proefprojecten en pilots (bijv. kleine CCS bij een biogasinstallatie, of DAC-test bij een fabriek) te faciliteren, kan Gelderland vooroplopen in kennis. Ook samenwerking met het Rijk en EU is nodig, bijvoorbeeld om aan te haken op grootschalige CCS-infrastructuur of innovatiegelden te benutten. Uiteindelijk geldt: elke ton CO<sub>2</sub> die we uit de lucht kunnen houden of weer uit de lucht kunnen halen is welkom. Vastlegging is daarmee het sluitstuk van de klimaattransitie – essentieel om die laatste moeilijke emissies te compenseren en op termijn misschien méér CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te halen dan we erin brengen.

## 7. Vervolgacties voor beleidsmakers en bestuurders

Om de geschetste focuspunten en transitie te realiseren, zijn gerichte vervolgacties nodig van zowel

provinciale beleidsmakers als bestuurders in Gelderland. Enkele aanbevelingen en actiepunten zijn:

1. **Versterk samenwerking en regie domeinoverstijgend:** Alleen door intensieve samenwerking tussen alle betrokken partijen – provincie, gemeenten, bedrijfsleven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en inwoners – kan de transitie slagen. Klimaatopgaven stoppen niet bij sectorale grenzen; oplossingen in het ene domein zijn vaak afhankelijk van het andere. Zorg daarom voor sterke provinciale regie en platforms waar koppelkansen worden uitgewerkt. Bijvoorbeeld: richt een klimaatberaad in waarin energie-, mobiliteits- en landbouwspecialisten samen plannen smeden voor integrale hubs (zoals energie-positieve woonwijken met deelmobiliteit en voedselbos). **Samenwerking is essentieel** om afstemming te bereiken over wanneer energie beschikbaar is, waar we die voor gebruiken en hoe we de overstap naar biobased materialen gezamenlijk vormgeven. Stimuleer ook regionale samenwerking over de provinciegrenzen heen (bijv. in de hele Oost-Nederland regio) en sluit coalities met andere provincies en het Rijk voor schaal en lobby.
  
2. **Ontsluit infrastructuur en capaciteiten als randvoorwaarde:** Een terugkerend knelpunt is infrastructuur (elektriciteitsnet, laadinfrastructuur, warmte- en OV-netwerken) en menskracht. Beleidsmakers moeten deze **fundamenten** prioriteit geven. Werk samen met netbeheerders aan een versneld netversterkingsplan, inclusief creatieve oplossingen zoals tijdelijke batterijbuffers en vraagsturing. Ondersteun gemeenten bij het uitrollen van laadinfrastructuur – denk aan provinciale co-financiering of regiosamenwerking zodat dekking in heel Gelderland komt. Investeer daarnaast in het *human capital*: start een Gelders programma “Energiebaan” of vergelijkbaar om mensen om te scholen naar technische klimaatberoepen en jongeren warm te maken voor deze sector. Samen met onderwijs (MBO/HBO) kan de provincie de ontwikkeling van benodigde vaardigheden en kennis stimuleren voor een toekomstbestendige arbeidsmarkt. Ook binnen het ambtelijk apparaat zelf is versterking nodig (bijv. extra capaciteit voor vergunningverlening van wind/zon-projecten of warmtenetten). Kortom, neem de bottlenecks weg die tempo maken nu verhinderen.
  
3. **Beleid consistent en slim inzetten:** Zorg voor **stabiele, lange-termijn beleidskaders** die investeringszekerheid bieden. Niets remt voortgang meer dan een jojo-beleid waarbij subsidies verdwijnen of teruggedraaid worden. Vermijd tegenstrijdige prikkels: het is bijvoorbeeld onwenselijk dat er in Nederland nog subsidies op fossiele brandstoffen bestaan of worden ingevoerd (zoals kortingen op diesel voor bepaalde sectoren in 2024), omdat dit duurzame alternatieven ondermijnt. Gelderland kan hier een signaalfunctie vervullen door het Rijk te vragen deze fossiele subsidies af te bouwen en zelf provinciale subsidies uitsluitend nog

klimaatvriendelijk in te richten. **Financiële instrumenten** moeten verder worden ontwikkeld: verruim waar mogelijk bestaande subsidies (isolatie, elektrische auto's), ontwikkel revolverende fondsen en geef garanties voor leningen aan duurzame projecten. Slimme regulering is ook een instrument – denk aan bouwverordeningen die vanaf een bepaald jaar alleen nog circulaire of natuurinclusieve bouw toestaan, of milieuzones die geleidelijk worden aangescherpt richting zero-emissie. Handhaaf bestaande regels streng (zoals energiebesparingsplichten voor bedrijven) en beloon koplopers via bijv. versnelde vergunningtrajecten of exposure.

4. **Versnel innovatie en benut externe fondsen:** Hoewel veel oplossingen al bekend zijn, is voortdurende innovatie nodig, zeker voor de periode na 2030. Beleidsmakers moeten een klimaat scheppen waarin bedrijven en kennisinstellingen durven te investeren in nieuwe technieken. Faciliteer **fieldlabs en pilots** in Gelderland – bijvoorbeeld op het gebied van waterstof in de maakindustrie, DACCS testen, grootschalige biobased bouw, of innovatieve teelten voor eiwittransitie. Stel experimenteerruimte beschikbaar, ook in regels (maak gebruik van Crisis- en Herstelwet of experimenteerbepalingen om afwijkingen toe te staan ten bate van klimaatpilots). Daarnaast: **zoek aansluiting bij nationale en Europese programma's**. Er komt veel EU-geld vrij (via het Innovatiefonds, LIFE, Horizon Europe, en gerichte wetgeving als de Net Zero Industry Act) om klimaatinnovaties op te schalen. Gelderland moet proactief projecten indienen en regio's vormen die in aanmerking komen. Ook de Nationaal Groeifonds en Klimaatfonds kunnen aangeboord worden voor grote transitieprojecten (zoals waterstofinfrastructuur of groene chemie). Belangrijk is dat de provincie strategisch co-financiert en partners bijeenbrengt zodat men gezamenlijk kan profiteren van deze middelen.
  
5. **Stimuleer veranderend gedrag en draagvlak:** Techniek alleen is niet voldoende – uiteindelijk bepalen mensen met hun gedrag het succes. Beleidsmakers doen er goed aan **bewustwording** en betrokkenheid te vergroten. Zet publiekscampagnes op die inwoners informeren over wat ze zelf kunnen doen (van energie besparen tot gezonder eten met een lager klimaatspoor). Bouw voort op de successen in fietsstimulering en deelmobiliteit door deze provinciebreed uit te rollen en samen te werken met werkgevers, scholen en evenementen. Introduceer bijvoorbeeld een *"Gelderland Klimaat Challenge"* waarin gemeenten wedijveren om de meeste energiebesparing of meeste zonnepanelen per wijk, om zo een speels element toe te voegen. **Participatie** is ook cruciaal voor draagvlak: betrek burgers vroegtijdig bij plannen voor windmolens, warmtenetten of natuurprojecten, en geef ze waar mogelijk een aandeel (bijv. via energiecoöperaties of omgevingsfondsen). Door mensen mede-eigenaar te maken, groeit het gevoel dat de transitie "van ons allemaal" is en niet iets dat van bovenaf wordt opgelegd. Tot slot, erken de zorgen van

inwoners over betaalbaarheid en gemak: neem deze serieus door klimaatmaatregelen zoveel mogelijk te koppelen aan voordelen op korte termijn, zoals lagere energierekeningen, betere luchtkwaliteit of nieuwe lokale banen. Dit vergroot het **maatschappelijk draagvlak** en versnelt de acceptatie van noodzakelijke veranderingen in lifestyle en consumptiepatronen.

6. **Integreer klimaatopgaven met biodiversiteit, economie en leefomgeving:** Zorg voor een **integrale benadering** waarbij klimaatbeleid niet losstaat van andere beleidsvelden. Verankering in de Omgevingsvisie en andere strategische plannen is hierbij nodig. Benut ruimtelijke ordening als hefboom: dwing bijvoorbeeld bij nieuwe bouwprojecten af dat groen-blauwe maatregelen (zoals waterberging en groenvoorziening) standaard worden meegenomen, zodat deze zowel aan klimaatmitigatie als klimaatadaptatie en biodiversiteit bijdragen. Stimuleer dat het **landschap een grondstoffenleverancier** wordt voor de industrie en bouw – zoals het voorwoord van de Kansenskaart stelt: door de overstap van fossiele naar biobased materialen ontstaat ruimte om transformatieve oplossingen te vinden. Concreet: investeer in regionale ketens waarin landbouwgewassen (hennep, lisdodde, hout) de grondstof leveren voor isolatie, vezelplaten of bioplastics, zodat de economie vergroent én boeren een nieuwe markt krijgen. Koppel daarnaast de klimaatambities aan de sociale agenda: train mensen met afstand tot de arbeidsmarkt om mee te doen in de isolatieoperatie, of pak energiearmoede aan door juist in kwetsbare wijken te beginnen met verduurzamen. Let ook op **voedselzekerheid** bij de landbouwtransitie – experimenten met alternatieve eiwitten (zoals plantaardige eiwitten of kweekvis in de regio) kunnen ervoor zorgen dat Gelderland bijdraagt aan zowel klimaat als een toekomstbestendig voedselsysteem. Door deze integrale aanpak ontstaan breed gedragen oplossingen die meerdere problemen tegelijkertijd aanpakken, wat de investeringen efficiënter en effectiever maakt.
  
7. **Monitor, meet en leer continu:** Ten slotte is het van belang om de voortgang richting 2030 en 2050 voortdurend te **monitoren** en waar nodig het beleid bij te sturen. De **Klimaatkansenskaart** zelf is een dynamisch instrument – blijf deze jaarlijks of tweejaarlijks actualiseren met de nieuwste data en inzichten, zoals nu gebeurd is in 2025. Leg expliciet vast hoeveel van het reductiepotentieel is gerealiseerd en welke nieuwe kansen zich aandienen (bijv. door technologische doorbraken of prijsdalingen). Publiceer een “klimaat-transitie monitor” die inzichtelijk maakt waar Gelderland op koers ligt en waar niet, zodat bestuurders tijdig extra maatregelen kunnen nemen als iets achterblijft. Werk hierbij met tussendoelen (milestones) voor 2025, 2030, 2040 etc., en communiceer transparant over de resultaten naar zowel de politiek als de bevolking. Vier successen – zoals de mijlpaal van 2000 MW zon- en windvermogen of het

eerste klimaatneutrale industriecluster – om te laten zien dat de aanpak werkt. Maar wees ook eerlijk over tegenvallers en schuif problemen niet voor je uit. Continue *lering* is essentieel: leer van andere regio's in binnen- en buitenland, pas best practices toe en voorkom dat ieder wiel zelf uitgevonden moet worden. Klimaatverandering is een dynamisch probleem; flexibiliteit en aanpassingsvermogen in de beleidsuitvoering zijn daarom belangrijk.

Met bovenstaande acties en een blijvend realistische maar ook daadkrachtige houding kan Gelderland haar positie versterken als **voorloper** in klimaatoplossingen. De provincie heeft al laten zien trots te kunnen zijn op behaalde resultaten en innovatieve projecten. Nu komt het erop aan dit vast te houden en uit te bouwen richting 2030 en verder. De toon voor het beleid blijft **realistisch, activerend en oplossingsgericht**: problemen onderkennen, maar vooral energiek aan de slag met oplossingen. Gelderland beschikt over de kennis, creativiteit en het samenwerkingsvermogen om de klimaatuitdaging aan te gaan. Door slim beleid te voeren dat duurzaamheid verweeft met economie en leefbaarheid, kan de provincie een klimaatrobuuste toekomst tegemoet gaan – en daarmee een inspirerend voorbeeld zijn voor Nederland en Europa.

## 8. Bijgewerkte Klimaatkansenkaart voor Gelderland

### Toelichting op de Klimaatkansenkaarten

De vijf kaarten zijn te [downloaden via deze link](#) geven een visueel overzicht van de klimaatopgave én -oplossingen in Gelderland. Raadzaam is hoge kwaliteit PDF's te downloaden, hieronder bij de omschrijving is het niet goed zichtbaar, enkel voor herkenning van de kaarten zijn er kleine afbeeldingen toegevoegd.

Ze combineren twee soorten informatie:

- Uitstoot per domein volgens de TTW-methodiek (Tank-to-Wheel), gebaseerd op officiële emissieregistraties ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl))
- Klimaatoplossingen en hun potentieel voor CO<sub>2</sub>-reductie, berekend op basis van de WTW-methodiek (Well-to-Wheel), zoals uitgewerkt in de Klimaatkansenkaart Gelderland 2025

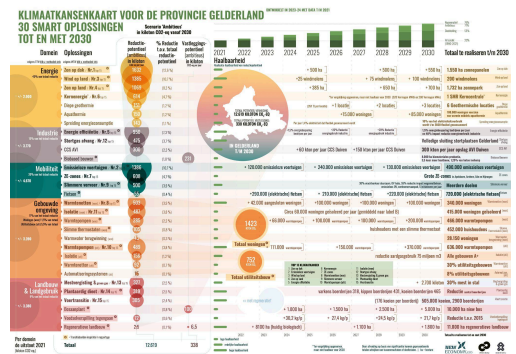
Elke kaart toont een ander perspectief: van de ambitie in het oorspronkelijke scenario tot de actuele voortgang in 2025 en mogelijke toekomstbeelden richting 2050. De kaarten helpen om snel inzicht te krijgen in waar de provincie nu staat, welke reductie al is gerealiseerd en waar de grootste kansen liggen.

### Kaart 1: Klimaatkansenkaart Gelderland – uitstoot (TTW) en kansen (WTW), ambitieus scenario 2030

**Wat zie je?**

Deze kaart toont links de geschatte uitstoot van broeikasgassen per domein in Gelderland volgens de **TTW-methode** (Tank-to-Wheel); alleen directe emissies binnen de provincie, zoals uit verbranding van gas, brandstof of elektriciteit.

Daarnaast toont de kaart rechts het **ambitieuze reductiepotentieel** van 30 oplossingen, berekend volgens de **WTW-methode** (Well-to-Wheel). Deze aanpak maakt ketenemissies zichtbaar en laat zien welke oplossingen het meeste kunnen bijdragen aan de provinciale klimaatdoelen tot 2030.

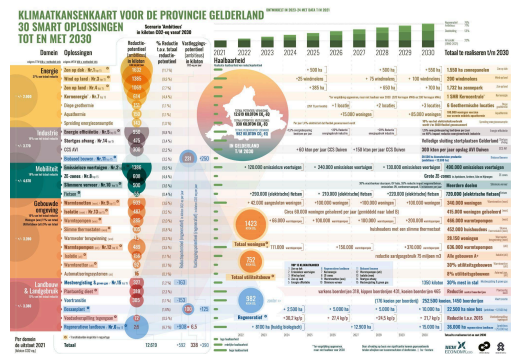


**Kaart 2: Klimaatkansenkaart Gelderland – uitstoot (TTW) en kansen (WTW), regeneratief scenario 2030**

**Wat zie je?**

Ook in deze kaart zie je links per domein de uitstoot volgens de **TTW-methode**, identiek aan kaart 1.

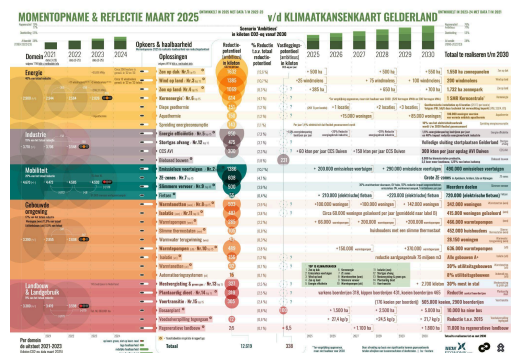
Het verschil zit in het **scenario voor de oplossingen**: dit regeneratieve scenario kijkt verder dan gangbare maatregelen en bevat ook oplossingen met bredere maatschappelijke meerwaarde, zoals biobased bouwen, voedselbossen of water- en bodemherstel. De CO<sub>2</sub>-winst wordt berekend volgens de **WTW-benadering**, passend bij een systeemgerichte, integrale aanpak.



**Kaart 3: Momentopname 2025 – uitstoot 2021–2023 (TTW) en realisatie kansen (WTW) met nog beschikbare potentieel tot en met 2030, ambitieus scenario.**

**Wat zie je?**

Deze kaart toont links per domein de **gemeten uitstoot van broeikasgassen** in Gelderland over de periode **2021 tot en met 2023**, op basis van de **TTW-methode** (Tank-to-Wheel). Deze gegevens zijn afkomstig van [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl) en geven inzicht in de daadwerkelijke voortgang van de emissiereductie. Daarnaast toont de kaart rechts welke percentage van het



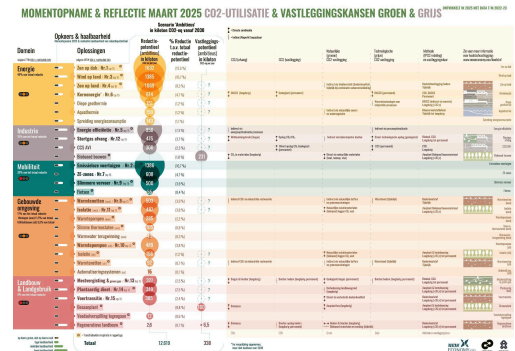
oorspronkelijk berekende **WTW-reductiepotentieel** inmiddels al is gerealiseerd en welke nog behaald kan worden.

Hiermee wordt zichtbaar in hoeverre de geanalyseerde oplossingen daadwerkelijk bijdragen aan de provinciale klimaatdoelen – en waar nog veel potentie onbenut blijft.

**Kaart 4: Koolstofvastleggingskaart – kansen voor negatieve emissies**

**Wat zie je?**

Deze kaart toont de kansen voor **koolstofvastlegging** via natuurgebaseerde (groen) en technologische oplossingen (grijs), zoals bosbeheer, biochar, CCS of biobased materialen. Deze zijn puur ingeschat en nog niet gekwantificeerd. Zie binnen de domein rapportages hoofdstuk (6) voor verdere informatie over kansen koolstofvastlegging en recente marktverkenning.



**Kaart 5: Doorkijk naar 2050 – verkenning van transitiebeelden**

**Wat zie je?**

Een toekomstige omschrijving van mogelijke acties voor de klimaatoplossingen richting 2050. Denk aan regionale energiehubs, diepe geothermie of grootschalige elektrificatie. Deze kaart helpt om strategische keuzes af te stemmen op lange termijn klimaatimpact en domein-overstijgende samenhang.



[Zie ook: Bijlage Methodologische onderbouwingen TTW \(uitstoot\) in relatie tot WTW \(oplossingen\) en rekenmethode potentie per oplossing. Hierin staat alle informatie uitgebreid toegelicht en is per SMART-oplossing een volledige verantwoording opgenomen van de benadering en de berekening van het reductiepotentieel.](#)

*De analyse van DERA identificeert de potentie van klimaatoplossingen en concretisering in de provincie Gelderland, geïnspireerd op het Drawdown raamwerk en de daarin uitgewerkte oplossingen. De resultaten dienen als inspiratie voor een verder uit te werken uitvoeringsplan of plan van aanpak met concretisering van uitwerking van de oplossing binnen de context van de provinciale organisatie.*