

Energie

Momentopname en reflectie Maart 2025
Van de Klimaatkansenkaart Gelderland 2023-24



Voorwoord - maart-mei 2025 - momentopname & ontwikkelingen

Beste lezer,

De energietransitie is één van de krachtigste hefboomen die we hebben om klimaatverandering te beperken. Gelukkig gebeurt er al veel – en **Gelderland mag daar trots op zijn**. Zo behoort Gelderland tot de landelijke koplopers in zonne-energie op bedrijfsdaken, en wordt er in de regio's Rivierenland, Arnhem-Nijmegen en Achterhoek actief geëxperimenteerd met Smart Energy Hubs en cable pooling om netcongestie slim op te vangen.

Tussen 2021 en 2023 daalde de uitstoot van CO₂-equivalenten in het domein Energie met ruim 30%.

Dat is fors – en geeft aan dat opwek met zon en wind, elektrificatie en energiebesparing daadwerkelijk het verschil maken. Tegelijk is deze transitie pas net op gang: netuitbreidingen, warmtenetten en slimme opslagoplossingen zijn broodnodig om de volgende stap te zetten.

Tot 2030 ligt de focus op versnelling: méér zon op dak, méér wind op land en méér flexibiliteit in het energiesysteem.

Na 2030 gaat het om structurele inpassing van nieuwe bronnen zoals waterstof, grootschalige batterijen en misschien zelfs kernenergie. Dan komt het aan op een robuust, betaalbaar en circulair systeem dat ook lokale energieonafhankelijkheid mogelijk maakt.

Laat je inspireren door de transitiebeelden in dit document en pak de Klimaatkansenkaart erbij. Zie waar nú de grootste impact gemaakt kan worden – en ga aan de slag.

De transitie is al begonnen. Laten we haar nu versnellen, met positieve (hernieuwbare) energie!

Veel leesplezier,

Iris, Jarr, Huub, Roderick, Jonah, Sven en Pepijn

Colofon

Dit document is tot stand gekomen in opdracht van de Provincie Gelderland en in naam van Drawdown Europe Research Association (DERA) welke is uitgevoerd door New Economy B.V. met kennispartner Climate Cleanup Foundation.

	<p>Drawdown Europe is een groeiend ecosysteem van partners, onderzoeksleden en gebruikers die onderzoek omzetten in actie: zij zorgen ervoor dat het levend en nuttig blijft. We brengen Drawdown naar Europa door de wereldwijde drawdown-oplossing te vertalen naar de Europese context.</p>
	<p>New Economy ontwikkelt producten en diensten die bijdragen aan de klimaatoplossing. Hierin combineren we de kracht van business met de kracht van de natuur en komen zo tot oplossingen die je bedrijf of regio, de samenleving en ecosystemen versterken. Niet door alleen te praten, maar door concreet onderzoek toe te passen, te experimenteren, pionieren en de nieuwe economie te implementeren.</p>
	<p>Climate Cleanup is een netwerk van mensen die klimaatverandering keren door de natuur te verdubbelen. Zij verwijderen het teveel aan CO₂ uit de oceanen en atmosfeer met regeneratieve natuurondernemers en ondernemende interventies.</p>

Auteurs van dit document (thema Energie) V1.0 maart 2024:


Iris Grobben Jonah Link Timo Leemans
Pepijn Duijvestein Emmi Kimppa Sven Jense

Auteurs van dit document (thema Energie) V1.0 maart-mei 2025:

Iris Grobben Huub Visser Pepijn Duijvestein

Met oprechte dank aan de provincie Gelderland, in het bijzonder Reindert Augustijn, Wido Eissens, Rose-Marie Eissen, Marieke Dijkstra en alle anderen in de provincie die hebben bijgedragen. Gert Nijsink van RVO voor inhoudelijke feedback en het ontwerp van de kanskaart Planet Jarr / Jarr Geerligs. Een speciale hulde aan Roos Janssen, Roy Straver en Wietse Slob voor hun inzet bij het tot stand komen van het Preliminary Climate Solutions Assessment (PCSA 2021), waarop dit document voortbouwt.

Inhoudsopgave


Belangrijke info bij het lezen van dit document en de kansenkaart gebruikte rekenmethode	4
Leeswijzer en verwijzing naar eerdere analyses	5
Oplegger 2023-24 met aanvulling van 2025	6
Samenvatting Energie 2025 (data t/m 2023)	8
Samenvatting Energie 2023-24 (data t/m 2021)	9
1. Introductie Energie 2025 (data t/m 2023)	11
1.1 Context energie Gelderland	24
1.2 Beleid, programma's en doelstellingen kader	26
2. Potentieel te vermijden emissies, SMART uitwerking & haalbaarheidsanalyse (2023-24) met momentopname & reflectie 2025	28
2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen	33
2.2 Haalbaarheidsanalyse	37
3. Conclusies 2023-24 met momentopname 2025 mbt de kansenkaart die ontwikkeld is tot en met 2030.	39
Aanbevelingen voor de beleidsperiode 2025–2030	39
4. Transitiebeelden 2023-24 & momentopname 2025 met vooruitblik naar periode 2030-'50	42
Relevante ontwikkelingen 2025–2030	42
Vooruitblik 2030–2050	42
5. Klimaatkansenkaart voor Gelderland 	48
6. Kansen voor koolstofvastlegging binnen het domein Energie	51
Bijlagen	53


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

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

De Klimaatkansencartaat 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 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

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?

Momentopname 2025 kader: In het voorjaar van 2025 is per domein een momentopname toegevoegd waarin wordt gereflecteerd op de huidige stand van zaken, recente ontwikkelingen en de belangrijkste kansen richting 2030 en 2050. Deze informatie is verwerkt in oranje kaders met de titel **Momentopname 2025 kader**, die boven de bestaande hoofdstukken zijn geplaatst. Deze kaders bieden in één oogopslag de meest actuele inzichten en maken duidelijk waar verschuivingen en versnellingen plaatsvinden.

De oorspronkelijke tekst uit 2023–2024 is behouden en cursief weergegeven, zodat goed zichtbaar blijft wat eerder al is onderzocht.

Elk document is als volgt opgebouwd:

- Een oplegger met achtergrondinformatie over het project
- De belangrijkste resultaten, conclusies en aanbevelingen
- HF 1 Intro en context: Wat speelt er mondiaal, landelijk en regionaal binnen dit transitie domein?
- HF 2 Resultaten: Potentieel te vermijden emissies, SMART uitwerking & haalbaarheidsanalyse
- HF 3 Conclusies: Domein-overstijgende kansen. Innovatie, inspiratie en transitie versnellers
- HF 4 Transitiebeelden: Houvast en contouren voor de diep maatschappelijke transities
- [HF 5 Klimaatkansenkaarten voor provincie Gelderland. Een infographic met alle domeinen.](#)
- HF 6 Kansen voor koolstofvastlegging binnen het domein Energie

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)
Energie moment & reflectie 2025	Energie Kansen-GLD 2023-24
Gebouwde omgeving moment & reflectie 2025	Gebouwde omgeving Kansen-GLD2023-24
Landbouw moment & reflectie 2025	Landbouw & landgebruik Kansen-GLD2023-24
Industrie moment & reflectie 2025	Industrie Kansen-GLD2023-24
Mobiliteit moment & reflectie 2025	Mobiliteit Kansen-GLD2023-24

Oplegger 2023-24 met aanvulling van 2025

Momentopname 2025 kader:

Wat werkelijk gewenst is om te meten, wordt momenteel niet volledig gemeten.

Op dit moment ontbreekt voor een deel van de SMART reductiepotentie essentiële data, waardoor het onmogelijk is een volledig beeld te geven van de huidige klimaatkansen binnen de provincie Gelderland. Data is beschikbaar tot en met 2022 voor de domeinen Gebouwde omgeving, Industrie en Landbouw en landgebruik, en tot en met 2023 voor de domeinen Energie en Mobiliteit. Bovendien is er alleen meetbare data op domeinniveau, terwijl gedetailleerde data op het niveau van specifieke SMART ontwikkelde klimaatkansen ontbreken.

Wat wél gemeten wordt, geeft slechts een gedeeltelijk en soms vertekend beeld van de werkelijkheid. Hierdoor ontstaat bijvoorbeeld de indruk dat vooral het domein Energie goed op koers ligt, terwijl domeinen zoals Industrie, Landbouw en Gebouwde omgeving mogelijk niet op koers liggen en achterblijven waardoor cruciale emissiebronnen en verbeterkansen buiten beeld blijven. Hierdoor kan op dit moment niet met zekerheid gesteld worden of Gelderland in totaliteit op koers ligt om haar klimaatdoelen te behalen.

Ondanks deze beperkingen kunnen kwantitatieve en kwalitatieve analyses richting geven aan de klimaatkansenkaart en inzicht verschaffen in de potentiële impact van verschillende SMART oplossingen. Hierdoor ontstaat toch een zinvol kader voor toekomstige, vollediger metingen en rapportages, waarmee effectieve beleidsaanbevelingen geformuleerd kunnen worden.

Analyseren (kwantitatief en kwalitatief)

Een integrale en diepgaande analyse, zowel kwantitatief als kwalitatief, is noodzakelijk. Hierdoor kunnen we de werkelijke impact en kansen binnen alle relevante domeinen, zoals industrie, landbouw, mobiliteit en gebouwde omgeving, beter begrijpen en zichtbaar maken.

Benaderen

Het is essentieel om meetmethoden en indicatoren te herzien en te verbreden. Een integrale benadering die verder gaat dan alleen energie-gerelateerde gegevens zorgt voor volledigheid en bruikbaarheid van informatie.

Constateren

Momenteel constateren we dat alleen in het domein energie substantiële vooruitgang duidelijk meetbaar is. Andere domeinen tonen in werkelijkheid vaak een toename van uitstoot of stagnatie in

verduurzaming, wat in de huidige meetmethodiek onvoldoende zichtbaar wordt.

Reflecteren en concluderen

Reflectie op de huidige meetpraktijk leert dat een integrale aanpak ontbreekt, waardoor cruciale informatie verloren gaat. Concluderend leidt deze situatie tot een eenzijdige focus en suboptimale beleidskeuzes.

Aanbevelen en aandachtspunten tot 2030

Aanbevolen wordt om op korte termijn integrale, domeinoverstijgende meetmethoden en analyses te ontwikkelen. Hiermee ontstaat een helder, compleet en realistisch beeld, noodzakelijk voor effectieve en toekomstbestendige klimaatstrategie.

Korter tijdspad, hogere urgentie

De Klimaatkansenkaart en het daarin getoonde reductiepotentieel is berekend tot 2030. Indien dat potentieel niet voor 2030 wordt gerealiseerd en de werkelijke uitstoot gelijk blijft of stijgt, groeit logischerwijs het reductiepotentieel mee en komen de reductiedoelstelling ook hoger te liggen. Hierdoor lijkt het dat het aantal kansen voor reductie ook toeneemt. Echter, deze kansen nemen juist af aangezien het tijdspad waarop het reductiepotentieel gerealiseerd moet worden korter is. Dit maakt het realiseren van het reductiepotentieel na 2030 aanzienlijk complexer.

Transitiebeeld en vooruitblik kansen 2030-2050

Het eerder opgestelde transitiebeeld blijft grotendeels onveranderd, echter is de urgentie om deze te realiseren toegenomen, mede gezien het kortere resterende tijdspad. Per transitiebeeld op domeinniveau zijn waar mogelijk relevante ontwikkelingen SMART toegevoegd, toewerkend naar een vooruitblik voor de periode 2030-'50.

Samenvatting Energie 2025 (data t/m 2023)

Momentopname 2025 kader:

Het domein Energie laat tussen 2021 en 2023 een sterke afname van de uitstoot zien: van 2.943,8 naar 2.026,0 kiloton CO₂-eq, een daling van ruim 31%. Deze trend sluit aan bij landelijke en Europese ontwikkelingen en is vooral te danken aan groei van zonne- en windenergie, energiebesparing en afbouw van fossiele opwek. Tegelijk is in deze periode ongeveer 31,2% van het geanalyseerde reductiepotentieel voor 2030 gerealiseerd. Het resterend potentieel bedraagt nog ruim 2.000 kton CO₂-eq. Er zijn zeven centrale oplossingen binnen dit domein:

- 1 Zon op dak
- 2 Wind op land
- 3 Zon op land
- 4 Kernenergie (niet haalbaar voor 2030)
- 5 Diepe geothermie Aquathermie
6. Spreiding energieconsumptie

Samen vertegenwoordigen deze oplossingen een vermijdingspotentieel van 3.267 kton CO₂-eq in het 'Raming'-scenario en 5.143 kton CO₂-eq in het 'Ambitieuw'-scenario. Er is dus nog voldoende potentie beschikbaar, maar zijn er meerdere uitdagingen binnen het domein energie.

> Belangrijkste uitdagingen:

Gelderland presteert relatief sterk in vergelijking met de rest van Nederland en Europa, maar de absolute groei van de energievraag vormt een structureel knelpunt. De uitbreiding van duurzame opwek loopt achter op de benodigde snelheid. Tegelijkertijd remmen netcongestie, capaciteitstekorten in infrastructuur en personeel, en het uitblijven van voldoende beleidsprikkelers de energietransitie af. Dit zal invloed hebben op het te realiseren reductiepotentieel op de andere domeinen zoals Industrie en mobiliteit die willen elektrificeren.

Bovendien is er risico op afhankelijkheid van fossiele bronnen zolang innovaties in opslag, waterstof en pieksturing onvoldoende schaalbaar zijn. Zonder versnelling op meerdere fronten dreigt het domein Energie de kloof tussen ambitie en realisatie niet te overbruggen.

> Focus voor de periode 2025–2030:

Versnelling van bestaande opwekprojecten: zoals zon op dak, wind op land en zon op land.

Oplossen van netcongestie door inzet van Smart Energy Hubs, cable pooling en lokale energieopslag.

Versterken van regie en samenwerking met gemeenten, netbeheerders en bedrijven via instrumenten als het Gelders Energie-infrastructuurprogramma (pMIEK 2.0) en het vernieuwde

Programma Klimaat.

Gerichte inzet op warmtenetten, geothermie en aquathermie in de gebouwde omgeving.

Spreading van energieverbruik in tijd en ruimte, onder meer via flexibiliteitscontracten en pieksturing.

> Focus voor de periode 2040–2050

Verankering van een robuust, flexibel en vrijwel fossielvrij energiesysteem, met balans tussen opwek, opslag, en verbruik.

Volledige integratie van waterstof, batterijsystemen en demand-response in de energie-infrastructuur.

Doorontwikkeling van circulaire en CO₂-negatieve energieopwek, onder andere via reststromen.

Energieonafhankelijkheid van regio's, waarbij vraag en aanbod lokaal of regionaal in balans zijn.

Langetermijninpassing van kernenergie als basislustvoorziening binnen het CO₂-vrije energiesysteem.

Koolstofvastlegging binnen het domein Energie

Binnen het domein Energie liggen de koolstofvastleggingskansen vooral aan de **grijze kant** van de schaal (technologisch). Het gaat hierbij met name om:

- **Direct Air Capture (DACCS)** gecombineerd met **geologische opslag (CCS)**, dat mogelijk relevant wordt ná 2035, mits op grote schaal toepasbaar en betaalbaar doch lijkt het zelf opslaan van CO₂ geologisch niet haalbaar.
- **Indirecte vastlegging** via **duurzame opwek**, zoals zon en wind, die elders ruimte geven voor natuurlijke koolstofvastlegging (bijvoorbeeld doordat minder ruimte nodig is voor fossiele infrastructuur).

Groene vastlegging (zoals via vegetatie of bodems) speelt **geen directe rol** binnen dit domein.

Kortom: koolstofvastlegging is binnen Energie **niet de kernfunctie**

Samenvatting Energie 2023-24 (data t/m 2021)

Dit document vormt een uitgebreide uitwerking van de geïdentificeerde potentie van klimaatoplossingen binnen het domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur). Een beknopte samenvatting van de belangrijkste resultaten & conclusies is hier gegeven.

Belangrijkste resultaten & conclusies vanuit de analyse:

- **Kansrijke oplossingen:** in totaal zijn er zeven kansrijke oplossingen geïdentificeerd binnen het domein Energie (op gebied van grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur): Zon op dak, Wind op land, Zon op land, Kernenergie, Diepe geothermie, Aquathermie en Spreiding energieconsumptie. Gezamenlijk hebben zij een totale potentie van **3267 kton CO2-eq vermijding** in het scenario **'Raming'** en **5143 kton CO2-eq vermijding** in het scenario **'Ambitieuw'**, betreffende de vermeden CO2-eq emissies van elektriciteitsverbruik in provincie Gelderland.
- **De klimaatoplossingen met het grootste reductiepotentieel ('Ambitieuw'):**
 - 1.) Zon op dak met 1632 kton CO2-eq. reductie
 - 2.) Wind op land met 1385 kton CO2-eq. reductie
 - 3.) Zon op land met 1069 kton CO2-eq. reductie

*Op het gebied van de **energietransitie** ligt de focus op het behalen van de RES-doelstellingen, maar er zijn risico's, zoals de capaciteit op het net. Het netwerk lijkt de grote toename aan elektriciteit (zowel vraag als aanbod) nog niet aan te kunnen. In het ambitieuze scenario wordt het totale aanbod aan elektriciteit met 25% verhoogd ten opzichte van het RES-bod, mogelijk gemaakt door innovatie en efficiëntieverbeteringen van windturbines en zonnepanelen, zoals het combineren van water, natuur en zonne-energie voor verbeterde koeling. Denk daarbij aan het combineren van oplossingen in de ruimte zoals het toepassen van circa 1.550 hectare aan zonnepanelen op daken van de circa 8.000 hectare in Gelderland dat bestemd is als bedrijventerrein. Voor een totaal van 200 windmolens kan er in combinatie met 9.000 ha aan landbouw energie worden geproduceerd, dit is minder dan 5% van de beschikbare landbouwgrond in de provincie. Oplossingen zoals netflexibiliteit kunnen bijdragen aan significante reductie van emissies zonder uitbreiding van het net; een flexibele consumptie tot wel 30% staat ongeveer gelijk aan de potentiële impact van een kerncentrale.*

1. Introductie Energie 2025 (data t/m 2023)

Momentopname 2025 kader:

Ontwikkeling in CO₂-reductie in het domein Energie in de Provincie Gelderland

De uitstoot binnen het domein Energie in Gelderland is in de periode 2021 tot 2023 gedaald. In 2021 bedroeg de uitstoot 2.943,8 kiloton CO₂-equivalent, terwijl dit in 2023 is afgenomen tot 2.026,0 kiloton CO₂-equivalent. Dit betekent een effectieve reductie van ongeveer 917,8 kiloton CO₂-equivalent, een daling van ruim 31%. Deze reductie is mede het gevolg van de toename in hernieuwbare energiebronnen zoals wind- en zonne-energie, een afname in het gebruik van fossiele brandstoffen en energiebesparingsmaatregelen. Desondanks blijft de uitdaging bestaan om deze dalende trend vast te houden en verder te versnellen om de klimaatdoelstellingen voor 2030 en 2050 te realiseren.

Hoe doet Gelderland het in verhouding tot Nederland en Europa?

In het domein Energie heeft Gelderland tussen 2021 en 2023 een significante CO₂-reductie geboekt. De uitstoot daalde van 2.943,8 kton CO₂-equivalent in 2021 naar 2.026,0 kton CO₂-equivalent in 2023, wat neerkomt op een reductie van ongeveer 31%. Dit is een opmerkelijke prestatie op provinciaal niveau. Vergelijkt men deze cijfers met de nationale cijfers, dan blijkt dat Nederland in dezelfde periode een reductie van 32% heeft gerealiseerd. In 2021 was de uitstoot van de energiesector in Nederland 29.504,2 kton CO₂-equivalent, terwijl dit in 2023 daalde naar 20.009,9 kton CO₂-equivalent. De nationale reductie in absolute termen is groter dan die van Gelderland, maar beide hebben een vergelijkbare procentuele afname laten zien. Op Europees niveau was er in 2023 een aanzienlijke daling van de CO₂-uitstoot in de energiesector, met een 19% daling ten opzichte van 2022. De uitstoot van elektriciteitsopwekking in de EU-landen daalde van 811 miljoen ton CO₂ in 2022 naar 653 miljoen ton CO₂ in 2023¹. Deze daling werd gedreven door de toenemende inzet van hernieuwbare energiebronnen en de afname van fossiele brandstoffen in de elektriciteitsproductie. De EU draagt met 4,6% bij aan de wereldwijde uitstoot van de energiesector. Al met al blijkt dat Gelderland een sterke prestatie heeft geleverd in vergelijking met zowel Nederland als de EU. De provincie heeft haar CO₂-uitstoot in de energiesector met meer dan 30% weten te reduceren, wat in lijn ligt met de nationale en Europese trends, hoewel Nederland en de EU in absolute cijfers grotere reducties hebben behaald.

Hoeveel procent van het geïdentificeerde potentieel voor GLD is tot op heden gerealiseerd?

Tot op 2023 is 31,2% van het geïdentificeerde reductiepotentieel voor het domein Energie in Gelderland gerealiseerd. Ondanks deze forse vooruitgang blijft er nog een aanzienlijk reductiepotentieel over. (let wel op evt marge verschil tussen TTW en WTW, zie begin van dit document)

¹[EMBER, EU Electricity Trends \[online\] \(2024\)](#)

Welk reductiepotentieel resteert er nog voor het domein Energie?

Het resterende reductiepotentieel binnen het domein Energie in Gelderland bedraagt 2.026,0 kiloton CO₂-equivalent en kan worden gerealiseerd door verdere verduurzaming van energiebronnen, elektrificatie van processen, uitbreiding van warmtenetten en efficiënter energiegebruik in industrie en gebouwen. Dit vraagt om een versnelling van de energietransitie, investeringen in hernieuwbare energie en infrastructuur, en innovaties zoals waterstof en opslagtechnologieën.

Liggen we op koers om het reductiepotentieel te behalen?

Er is vooruitgang geboekt met een positief effect op CO₂ reductie, echter ligt de voortgang nog niet helemaal op koers om de reductiedoelstellingen te halen. De opwekking van hernieuwbare energie groeit, maar de totale energievraag blijft hoog en groeit in de toekomst, waardoor fossiele brandstoffen nog steeds een aanzienlijk aandeel hebben in de energievoorziening. De uitbreiding van wind- en zonne-energie verloopt niet snel genoeg om de afhankelijkheid van aardgas en steenkool drastisch te verminderen. Daarnaast zorgen netcongestie en een tekort aan infrastructuur, materieel en personeel voor vertraging in de energietransitie. Beleidsmaatregelen zoals subsidies en regelgeving stimuleren duurzame opwekking, maar verdere versnelling en investeringen in opslagtechnologie, waterstof en netcapaciteit zijn noodzakelijk. Nu is het moment om door te pakken, te investeren en samen te werken, zodat een schone en klimaatneutrale energievoorziening binnen handbereik komt.

Constateringen voor Gelderland binnen Nederlandse en Europese context

Wat draagt bij aan het behalen van het resterende reductiepotentieel?

Gelderland Algemeen

- **Provincie Gelderland Regionale Energiestrategie (RES)²**. Op dit moment wordt er door de RES-partners gewerkt aan de uitvoering van de RES'sen. Ook kijkt elke regio of de manier waarop het bod van RES 1.0 kan worden gehaald, nog actueel is. Door nieuwe ontwikkelingen, zoals netcongestie, de normen voor windenergie en nieuw beleid voor zon op land, kan het zijn dat locaties uit de RES 1.0 niet meer geschikt zijn. Ook is er een rapport opgesteld waarin de milieueffecten van wind- en zonneparken zijn opgenomen. Deze informatie kan ook leiden tot aanpassingen van de locaties uit de RES 1.0. Eind 2025 hopen we hier samen met de RES-partners meer duidelijkheid over te kunnen geven.

² [Provincie Gelderland, De 6 Regionale Energiestrategieën \[online\] \(2024\)](#)

- **Beleidskader Gelders Energiesysteem³**. In december 2024 hebben Provinciale Staten een beleidskader vastgesteld om richting te geven aan een toekomstbestendig energiesysteem. Dit kader benadrukt dat energie een sturende rol krijgt in de inrichting van Gelderland en legt principes vast zoals energiebesparing, decentrale organisatie van het energiesysteem en een diverse energiemix.
- **Provinciale PlanMER Windbeleid en Regionale Energiestrategie⁴**. De provincie Gelderland heeft onderzoek laten doen naar de milieueffecten van wind- en zonne-energie en duurzame warmtebronnen. Het milieueffectrapport is in ontwerp vastgesteld en lag van 20 januari tot en met 3 maart 2025 ter inzage. Medio 2025 publiceert de Provincie het definitieve milieueffectrapport. De planMER is een feitelijk en onafhankelijk onderzoek. Het onderzoek laat zien wat de milieueffecten zijn van mogelijk aan te leggen windparken en zonnevelden, maar maakt geen keuzes voor locaties. Gesprekken over deze ruimtelijke keuzes vinden plaats ná afronding van het onderzoek. De uitkomsten helpen dan om een zorgvuldige onderbouwing te geven over waar windparken, zonnevelden en duurzame warmtevoorzieningen kunnen komen.
- **SCAN onderzoeksprogramma aardwarmte (geothermie)⁵**. SCAN probeert in de provincie Gelderland de ondergrond in kaart te brengen voor mogelijkheden voor geothermie. Tot eind 2023 heeft het SCAN programma zich gericht op onderzoek voor conventionele aardwarmte. Veel van Nederlandse bodem was door voorgaande gas en olieboringen al in kaart gebracht, maar dit miste in provincie Gelderland. Tot 2023 heeft SCAN de bodem van Gelderland in kaart gebracht voor de potentie van aardwarmte. In februari 2025 is verder onderzoek gestart, het vijfde nationale SCAN onderzoeksboring in Ede-Veenendaal.
- **Update Omgevingsvisie Gaaf Gelderland⁶**. De provincie Gelderland werkt aan de vernieuwing van de omgevingsvisie. Op 11 februari 2025 werd de kadernota vastgesteld, die de richting voor de vernieuwing aangeeft. De nota legt de focus op drie belangrijke ontwikkelingen: een vitaal landelijk gebied, sterke steden en regio's, en een toekomstbestendige economie. Keuzes moeten prioriteit geven aan leefbaarheid, biodiversiteit en regionale identiteit. Vier principes (ruimtegebruik, bodem en water, energie, bereikbaarheid) sturen de keuzes. Er is een onderzoeksagenda opgesteld waarvoor inwoners van 20 februari tot 2 april 2025 zienswijzen kunnen indienen. Na goedkeuring van de kadernota wordt de omgevingsvisie verder uitgewerkt, met een ontwerp in de zomer van 2025.

³ [Provincie Gelderland, 'Beleidskader Energiesysteem' \[PDF\] \(2024\)](#)

⁴ [planMER, planMER RES GMR Arnhem-Nijmegen \[online\] \(2023\)](#)

⁵ [SCAN, Op zoek naar warmte van binnenuit \[online\] \(2025\)](#)

⁶ [Provincie Gelderland, 'Belangrijke stap richting nieuwe omgevingsvisie' \[online\] \(2025\)](#)

Gelderland: concrete projecten

- **Vernieuwd Gelders Programma Klimaat.** In april 2024 hebben Gedeputeerde Staten het vernieuwde Gelders Programma Klimaat vastgesteld. Dit programma bevat nieuwe maatregelen, zoals het aanpakken van netcongestie en het verkennen van kernenergie, om de doelstelling van 55% broeikasgasreductie in 2030 te behalen.⁷
- **pMIEK 2.0 Gelderland (2025)**⁸. Gelderland pakt netcongestie aan via het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (pMIEK), dat zich richt op de versterking van het elektriciteitsnet en andere energie-infrastructuren zoals warmte, waterstof en groen gas. Het programma bevat een prioriteitenlijst van cruciale projecten, waaronder hoog- en middenspanningsprojecten en verkenningen naar nieuwe energiebronnen. Twee projecten zijn voorgedragen voor nationale opname vanwege hun belang voor het hele land.
- **Gelders Windbeleid Veluwe.** In mei 2024 heeft de provincie nieuw beleid vastgesteld voor windenergie op en rondom de Veluwe. Binnen een straal van 1 tot 8 kilometer is beperkt ruimte voor 10 tot 30 moderne windturbines, mits ze in de plannen van RES 1.0 staan en tijdens daglicht in juli en augustus stilstaan om de wespandief te beschermen.⁹ Echter, om voldoende duurzame energie op te wekken, staan we naast de 10-30 windturbines in de 1-8 km zone ook extra windturbines toe, mits deze stil staan tijdens de periode dat de wespandief in ons land verblijft, van mei tot en met augustus.
- **Programma Smart Energy Hubs Oost-Nederland**¹⁰. Het Smart Energy Hubs (SEH) programma richt zich op het versnellen van de energietransitie door het ontwikkelen van lokale energiehubbs in Oost-Nederland. Deze hubs zorgen voor efficiënte lokale energieproductie, -opslag en -beheer, wat bijdraagt aan het verminderen van netcongestie en het verbeteren van de balans tussen vraag en aanbod van energie. Het programma ondersteunt lokale initiatieven, werkt samen met overheden en bedrijven, en stimuleert de opschaling van duurzame energieprojecten. Het SEH-programma draagt bij aan de ambitie van een klimaatneutraal energiesysteem in 2050.
- **Actieplan Netcongestie Gelderland**¹¹. Het actieplan van provincie Gelderland richt zich op het aanpakken van netcongestie vóór 2029, om te voorkomen dat naast bedrijven ook huishoudens en het mkb geen aansluiting meer kunnen krijgen. Hiervoor moeten 475 MW aan piekvermogen worden vrijgespeeld in samenwerking met Utrecht en Flevoland. Maatregelen

⁷ [Gelderland, 'Gelders programma klimaat vernieuwd' \[online\] \(2024\)](#)

⁸ [Provincie Gelderland, pMIEK 2.0 Gelderland \[Online\] \(2025\)](#)

⁹ [Gelders beleid windenergie Veluwe](#)

¹⁰ [Smart Energy Hubs, 'Oost-Nederland living lab voor Smart Energy Hubs' \[online\] \(2024\)](#)

¹¹ [Provincie Gelderland, 'Actieplan Netcongestie Gelderland' \[PDF\] \(2024\)](#)

omvatten onder andere slim laden, alternatieve warmteoplossingen, netneutraal bouwen, gedragsverandering en innovatieve oplossingen zoals Smart Energy Hubs en achter-de-meter toepassingen. Het plan legt de nadruk op woningbouw, bedrijvigheid, innovatie en ruimtelijke planning.

- **Eerste Hulp Bij Netcongestie Gelders Energieakkoord¹²**. Het rapport is een praktische handreiking voor ondernemers die te maken hebben met netcongestie en biedt concrete oplossingen om slimmer om te gaan met bestaande stroomaansluitingen. Het bevat drie delen: individuele maatregelen die direct toepasbaar zijn, samenwerkingsmogelijkheden met andere ondernemers, en toekomstige oplossingen waarvoor ondernemers zich alvast kunnen voorbereiden. Het doel is om ondernemers handelingsperspectief te geven en sneller ruimte op het net te creëren zonder te hoeven wachten op verzwaring.

Nederland algemeen

- **Fossiele brandstoffen voor elektriciteit met CCS (beperkt)** PBL geeft aan dat een optie met fossiele brandstoffen met CCS voor energieproductie mogelijk is maar beperkt inzetbaar moet zijn. Vooral voor sectoren die moeilijk te elektrificeren zijn.
- **Geopolitieke ontwikkelingen.** Onrust op de internationale energiemarkt zorgt voor ambities van grotere autonomie in energievoorzieningen.
- **Warmtepotentie Rioolwaterzuivering in kaart¹³**. De Unie van Waterschappen en Energie- & Grondstoffenfabriek (EFGF) lieten de warmtepotentie van rioolwaterzuiveringinstallaties (rwzi's) in kaart brengen voor waterschappen en gemeenten. Ze onderzochten zowel de potentie van thermische energie uit afvalwater van alle 323 Nederlandse rwzi's, als de kansen voor de inzet als energiebron in warmtenetten. De informatie is te vinden op Syntraal.
- **Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++)¹⁴**. Voor grote installaties kan er subsidie worden aangevraagd voor zonnepanelen, waarvan de SDE++ de grootste bron is. Van het totaal bijgeplaatse vermogen in 2022 kwam zo'n 43% voor uit SDE-aanvragen (RVO, 2023a) Voor zakelijke gebruikers is er naast de SDE++ nog de Energie-investeringsaftrek (EIA).
- **Biograndstoffen als brandstof voor luchtvaart en scheepvaart. Het niet te elektrificeren fossiele gebruik.** PBL geeft aan dat dit een belangrijke factor is voor de klimaatneutraliteit van Nederland. Sommige sectoren, zoals luchtvaart en scheepvaart, zijn moeilijk te elektrificeren en vergen daardoor nog steeds brandbare grondstoffen die biologisch en duurzaam zijn geproduceerd.

¹² [Gelders Energieakkoord. Eerste Hulp Bij Netcongestie \[PDF\] \(2024\)](#)

¹³ [SYNTRAAI. Kansrijke RWZI's voor de warmtetransitie \[online\] \(2024\)](#)

¹⁴ [CBS. Hernieuwbare energie in Nederland 2023 \[online\] \(2024\)](#)

- **Fossiele brandstoffen voor elektriciteit met CCS (beperkt)** PBL geeft aan dat een optie met fossiele brandstoffen met CCS voor energieproductie mogelijk is maar beperkt inzetbaar moet zijn. Vooral voor sectoren die moeilijk te elektrificeren zijn.
- **Flexibilisering van elektriciteitsverbruik door bedrijven en instellingen¹⁵**. Dit rapport biedt inzicht in de huidige situatie en toekomstige behoefte aan flexibiliteit in het elektriciteitsverbruik van bedrijven en instellingen. Er wordt geanalyseerd welke knelpunten en kansen bedrijven ervaren bij het flexibel inzetten van hun energieverbruik. Daarnaast worden beleidsmaatregelen voorgesteld om deze knelpunten weg te nemen en bedrijven te ondersteunen bij het realiseren van meer flexibiliteit, wat bijdraagt aan een stabiel en duurzamer energiesysteem.

Nederland: concrete projecten

- **Tariefplannen voor elektriciteitsproducenten.** De Autoriteit Consument & Markt (ACM) kondigde plannen aan om grote elektriciteitsproducenten te laten bijdragen aan de kosten van het elektriciteitsnet, vanwege stijgende bouwkosten. Dit voorstel stuitte op weerstand van energieproducenten, die vrezen dat het investeringen in hernieuwbare energie kan ontmoedigen.
- **Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) tot 2050¹⁶**. Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) biedt een duidelijke ontwikkelrichting voor het Nederlandse energiesysteem tot 2050. Het plan maakt richtinggevende keuzes die de basis leggen voor de transitie naar een duurzamer energiesysteem, waarbij het kabinet sturing geeft aan de vier energieketens: elektriciteit, waterstof, koolstof en warmte. Het NPE verbindt verschillende sectoren zoals industrie, mobiliteit en landbouw en kijkt integraal naar de opwekking, opslag en het gebruik van energie. Het plan wordt elke vijf jaar geactualiseerd om in te spelen op nieuwe ontwikkelingen. De opbouw van het nieuwe systeem gaat hand in hand met de afbouw van het oude, en het NPE biedt belanghebbenden duidelijkheid over hun rol in de transitie. Het plan is tot stand gekomen door samenwerking met verschillende ministeries, de energiesector, en burgers.
- **Programma Energiehoofdstructuur (PEH) richting 2050¹⁷**. Het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) richt zich op het anticiperen op de benodigde ruimte voor de energietransitie in Nederland. Het doel is om de ruimte voor toekomstige energie-infrastructuur, zoals hoogspanningskabels, buisleidingen, elektrolyzers, en energieopslagcapaciteit, tijdig te identificeren en afspraken te maken met betrokken partijen

¹⁵ [Rijksoverheid. 'Flexibilisering van elektriciteitsverbruik door bedrijven en instellingen' \[PDF\] \(2025\)](#)

¹⁶ [Provincie Gelderland. 'Nationaal Plan Energiesysteem' \[PDF\] \(2023\)](#)

¹⁷ [Provincie Gelderland. 'Programma Energiehoofdstructuur' \[PDF\] \(2024\)](#)

zoals gemeenten, provincies en netbeheerders. Dit voorkomt dat er later conflicten ontstaan over de beschikbaarheid van ruimte, vooral in een dichtbevolkt land waar ruimte schaars is. Het PEH kijkt niet alleen naar nieuwe infrastructuur, maar ook naar het hergebruik van bestaande locaties, zoals voormalige kolencentrales, voor duurzame energieproductie of het transport van waterstof. Het programma houdt rekening met de impact op natuur, cultureel erfgoed en de leefbaarheid, en draagt bij aan de ambitie om in 2050 een klimaatneutraal energiesysteem te realiseren.

- **Stimuleringsprogramma Energiehubs¹⁸**. Het Stimuleringsprogramma Energiehubs ondersteunt de ontwikkeling van lokale en regionale energiehubs door € 166 miljoen beschikbaar te stellen. Het programma richt zich op het bevorderen van een decentraal energiesysteem, waarbij de vraag en aanbod van energie lokaal worden afgestemd, met opslag en conversie van energie. Het programma heeft als doel het oplossen van maatschappelijke problemen zoals netcongestie, het bevorderen van betaalbare, duurzame en flexibele energieoplossingen, en het versterken van de rol van lokale partijen. 15% van het budget is bestemd voor kennisontwikkeling en -deling op nationaal niveau, terwijl 85% wordt ingezet om de regionale ontwikkeling van energiehubs te ondersteunen. Dit stimuleert samenwerking tussen lokale partijen en zorgt voor oplossingen die bijdragen aan de verduurzaming van de regio's.
- **Energieweerbericht¹⁹**. Het energieweerbericht is een initiatief dat mensen bewust maakt van de schommelingen in het weer en de afhankelijkheid van duurzame energie. Het werd ontwikkeld omdat de energieproductie in de toekomst steeds meer afhankelijk zal zijn van wind en zon. Door groene stroom te gebruiken op momenten dat deze beschikbaar is, kunnen fossiele brandstoffen worden bespaard, wat bijdraagt aan het verminderen van CO₂-uitstoot en het afremmen van klimaatverandering. Het energieweerbericht is gestart in 2019 en is te zien op platforms zoals Weeronline, RTL4 en Buienradar. Het doel is om mensen te stimuleren zuinig om te gaan met energie en om groene energie te gebruiken wanneer het aanbod het grootst is.

Europa Algemeen

- **Verhoogde energiebesparingsdoelstellingen**. Vanaf 2024 zijn de jaarlijkse energiebesparing verplichtingen voor EU-landen verhoogd naar 1,3% van het energieverbruik, met verdere verhogingen voor de komende jaren. Deze maatregel is bedoeld om de energie-efficiëntie te verbeteren en het totale energieverbruik te verminderen.

¹⁸ [Rijksoverheid, 'Stimuleringsprogramma Energiehubs 2024' \[PDF\] \(2024\)](#)

¹⁹ [Energieweerbericht, 'Het Energieweerbericht' \[online\] \(2025\)](#)

Europa: concrete projecten

- **REPower EU-initiatief.** Dit plan richt zich op energiebesparing, diversificatie van energiebronnen en het verhogen van de productie van hernieuwbare energie binnen de EU. Deze maatregelen hebben geholpen om de energievoorziening te stabiliseren en de afhankelijkheid van externe energiebronnen te verminderen in 2024.²⁰
- **Clean Industrial Deal.** Begin 2025 lanceerde de EU de 'Clean Industrial Deal' om investeringen in groene energie en infrastructuur te versnellen. Dit plan omvat maatregelen om vergunningstrajecten voor groene projecten te versnellen en de kosten van elektriciteit te verlagen door netwerkkosten en heffingen te verminderen.
- **Audi Power-to-Gas²¹.** Het Audi Power to Gas-project is een innovatief initiatief waarbij duurzame energie wordt omgezet in gas, zoals waterstof, dat later kan worden opgeslagen en opnieuw gebruikt. Het project maakt gebruik van de techniek waarbij overschot elektriciteit, vaak afkomstig van hernieuwbare bronnen zoals wind en zon, wordt omgezet naar waterstof via elektrolyse. Deze waterstof kan dan worden opgeslagen en wanneer er vraag is naar energie, kan het gas weer omgezet worden in elektriciteit. Dit biedt een manier om energie op lange termijn op te slaan en zorgt ervoor dat hernieuwbare energie efficiënter kan worden ingezet, ook wanneer de vraag niet direct samenvalt met de energieproductie. Audi heeft dit project gelanceerd als onderdeel van hun ambitie om bij te dragen aan de transitie naar een duurzamer energiesysteem.

Constateringen: wat vertraagt het behalen van het resterende reductiepotentieel?

Gelderland

- **Toetsingsadvies Commissie mer (planMER)²².** Provincie Gelderland streeft samen met gemeenten en waterschappen naar 6.520 GWh hernieuwbare energie, waarvoor actualisatie van RES'en en windbeleid nodig is en een MER is opgesteld ter onderbouwing van toekomstige besluiten. Hierbij een samenvattend advies van de Commissie MER. Het provinciaal MER en de regionale aanvullingen bevatten waardevolle milieu-informatie en laten zien dat er zorgvuldig is gekeken naar milieuthema's en alternatieven voor wind- en zonne-energie. Vooral de verdieping per zoekgebied voor windenergie biedt bruikbare inzichten. Toch zijn er belangrijke tekortkomingen:
 - Er ontbreekt een concreet voorgenomen besluit, wat het moeilijk maakt om milieugevolgen volledig te beoordelen en niet voldoet aan de wettelijke eisen voor een MER.

²⁰ [Europa boekt vooruitgang bij energiezekerheid en duurzame, betaalbare energie voor iedereen - Europese Commissie](#)

²¹ [Audi, 'Audi opens power-to-gas facility' \[online\] \(2013\)](#)

²² [MER, Toetsingsadvies Windenergie en RES provincie Gelderland \[PDF\] \(2025\)](#)

- De samenhang tussen het provinciale MER en regionale aanvullingen is onduidelijk, met name voor zonne-energie, waar de diepgang per regio onvoldoende is.
- De beoordeling van windturbines in het landschap is te globaal.
- Voor de RES-regio Arnhem-Nijmegen ontbreekt een regionale aanvulling.

De Commissie adviseert daarom:

- Werk het MER aan met een concreet besluit en leg dit opnieuw voor aan de Commissie voor formele toetsing.
- Zorg voor duidelijke afstemming en onderlinge samenhang tussen het provinciale en regionale niveau.
- Verdiep de analyse van zonnevelden en landschapseffecten.
- Herhaal de mer-procedure bij regionale of gemeentelijke besluiten, tenzij onderbouwd is dat de bestaande MER-informatie volstaat.
- Gebruik de warmte-informatie uit het MER als basis voor vervolgonderzoek, omdat daar nu nog geen besluit over wordt genomen.
- **Netcongestie.** Een grote belemmering voor het grootschalig overschakelen op hernieuwbare energie vormt netcongestie. Op veel plekken is het net tot minstens 2029 volledig belast en is het niet mogelijk om energie op te wekken en terug te leveren of om verder te elektrificeren

Nederland

- **Niet te elektrificeren fossiel gebruik.** Brandstof voor luchtvaart en scheepvaart is moeilijk te elektrificeren. PBL geeft aan dat het belangrijk is voor de klimaatneutraliteit van Nederland dat er gekeken wordt naar biograndstoffen als brandstof voor luchtvaart en scheepvaart. Sommige sectoren zijn moeilijk te elektrificeren en vergen daardoor nog steeds brandbare grondstoffen die biologisch en duurzaam zijn geproduceerd.
- **Bezuiniging op subsidies voor energieopslag.** De Tweede Kamer heeft een motie verworpen die opriep om een bezuiniging van 159 miljoen euro op subsidies voor de installatie van batterijen bij zonneparken terug te draaien. Deze bezuiniging kan de integratie van hernieuwbare energie bemoeilijken en de groei van zonne-energieprojecten vertragen.²³
- **Afschaffing salderingsregeling voor zonnepanelen vanaf 2027²⁴.** Dit heeft grote gevolgen voor huishoudens met zonnepanelen. Tot 2030 moet deze vergoeding minimaal de helft van het kale leveringstarief zijn. Dat is het tarief zonder belastingen. Voorbeeld: als je €0,10 betaalt per Kwh dan moet de energiemaatschappij minstens €0,05 vergoeden voor de stroom die jij levert. De Autoriteit Consument en Markt (ACM) gaat hier toezicht op houden.

²³ [Solarmagazine, 'Tweede Kamer houdt bezuiniging op batterijen bij zonneparken niet tegen' \[online\] \(2025\)](#)

²⁴ [Consumentenbond, Afschaffen saldering \[online\] \(2025\)](#)

- **Onvoldoende aanvullende maatregelen voor klimaatdoelen.** Uit de Klimaat- en Energieverkenning 2024 blijkt dat de huidige beleidsmaatregelen niet voldoende zijn om de klimaatdoelen voor 2030 te halen. Het ontbreken van tijdige en effectieve aanvullende maatregelen kan de voortgang van duurzame energieprojecten vertragen.²⁵
- **Knelpunten voor de realisatie van infrastructuur**²⁶. Uitbreiding en verzwaring van het elektriciteitsnet in Nederland worden belemmerd en verlopen traag door een optelsom van knelpunten. Zoals locatiekeuze, inversteringskosten, personeel en materialen. Er is een tekort aan gekwalificeerd personeel voor het uitvoeren van verduurzamingsprojecten.²⁷ Vooral voor het plaatsen en onderhouden van duurzame installaties is het aanbod van gekwalificeerde arbeidskrachten beperkt.
- **Ontbreken differentiatie van lokale nettarieven of andere, lokale marktprikkels**²⁸. Introduceren van lokale marktprikkels zoals tijd- en plaatsafhankelijke nettarieven en aanpassen van subsidies zoals de SDE++ zodat optimaal rekening wordt gehouden met tijdstip en locatie van het verbruik kunnen bijdragen aan een betere geografische spreiding van gebruik en productie. Zo zou bijvoorbeeld het aansluittarief hoger kunnen zijn op locaties waar congestie in het netwerk optreedt, zodat nieuwkomers worden gestimuleerd om zich elders te vestigen.
- **Arbeidskrachte.** Er is een tekort aan gekwalificeerd personeel voor het uitvoeren van verduurzamingsprojecten.²⁹ Vooral voor het plaatsen en onderhouden van duurzame installaties is het aanbod van gekwalificeerde arbeidskrachten beperkt.

Europa

- **Daling gasprijzen.** Door de daling van de Europese gasprijzen staat overschakeling naar hernieuwbare energie lager op de agenda van veel huishoudens en bedrijven.³⁰
- **Bezorgdheid over de impact van economische hervormingen op klimaatdoelen.** De Europese Commissie heeft een ingrijpende herziening van het economisch beleid voorgesteld om industriële productie te stimuleren, wat onder andere lagere belastingen en minder regelgeving inhoudt. Hoewel dit economische voordelen kan opleveren, vrezen milieuorganisaties dat deze hervormingen ten koste kunnen gaan van de ambitieuze klimaatdoelen van de EU.³¹

²⁵ [Klimaat- en Energieverkenning 2024 | Tweede Kamer der Staten-Generaal](#)

²⁶ [Netbeheer Nederland \(2021\) & CE Delft, \(2022\)](#)

²⁷ [Rivierenlandbusiness, 'Randstad: Gelderland loopt vast door tekort aan vakmensen' \[online\] \(2023\)](#)

²⁸ [PBL, Trajectverkenning klimaatneutraal 2050, p. 93 \[online\] \(2024\)](#)

²⁹ [Rivierenlandbusiness, 'Randstad: Gelderland loopt vast door tekort aan vakmensen' \[online\] \(2023\)](#)

³⁰ [De warmtepompmarkt in 2025: vooruitzichten en kansen](#)

³¹ [Klimaatactieverslag 2024: Nederland wil koploper koolstofverwijdering worden, maar is dat genoeg? - Europa decentraal](#)

Overige constatering

- **Recordproductie van hernieuwbare energie.** In de eerste helft van 2024 werd voor het eerst in de geschiedenis van de EU meer elektriciteit opgewekt uit hernieuwbare bronnen dan uit fossiele brandstoffen.³²
- **Klimaat- en Energieverkenning 2024.** Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) publiceerde de KEV 2024, waarin werd geconstateerd dat er nog 16 tot 24 megaton extra CO₂-reductie nodig is om de klimaatdoelen voor 2030 te halen. Daarnaast bleek dat het doel van 39% hernieuwbare energie nog niet in zicht is.³³
- **Belang CCU en CCS bij het opwekken van energie met fossiele brandstoffen³⁴.** Het gebruik van CCS en CCU bij de opwekking van energie met fossiele brandstoffen speelt een cruciale rol in het verminderen van CO₂-uitstoot. Volgens het PBL kunnen CCU en CCS helpen bij het verminderen van CO₂-uitstoot die anders moeilijk te vermijden is. Het PBL benadrukt het belang van zorgvuldige afwegingen om te voorkomen dat fossiele energieproductie onterecht wordt gestimuleerd, wat kan leiden tot een zogenaamde 'fossiele lock-in'. Daarom is het essentieel om CCS en CCU zorgvuldig in te zetten, met aandacht voor de lange termijn en mogelijke alternatieven.
- **Productie biobrandstoffen met CCU en CCS³⁵.** Voor moeilijk te elektrificeren sectoren in het domein Mobiliteit kunnen biobrandstoffen bijdragen aan de verduurzaming van de mobiliteit. Echter, is het belangrijk om dit te combineren met directe CCU of CCS bij het produceren van deze biobrandstoffen. Het PBL benadrukt ook dat de beschikbaarheid van biograndstoffen in Nederland en de EU beperkt is en dat het gebruik van deze grondstoffen zorgvuldig moet worden afgewogen om negatieve effecten op voedselproductie en biodiversiteit te voorkomen. Bovendien is het belangrijk om de gehele levenscyclus van biobrandstoffen te evalueren, inclusief de impact op landgebruik en emissies tijdens productie en gebruik.

Energie (grootschalige elektriciteit en energie-infrastructuur) is verantwoordelijk voor ongeveer 20% van de globale impact op het milieu. In Nederland wordt het containerbegrip 'duurzaamheid' vaak geassocieerd met energie en wordt er vooral ingezoomd op de technologische veranderingen die plaatsvinden. Bewustzijn over het eigen handelen in relatie tot energie is er vaak nog te weinig, want er valt veel winst te behalen door het verminderen en verder slim optimaliseren van energieverbruik. Dit door bijvoorbeeld voornamelijk energie te gebruiken op momenten dat er in overvloed (hernieuwbare)

³² [Europese stroomproductie was in 2024 schoner dan ooit | Economie | NU.nl](#)

³³ [PBL, 'Klimaat- en Energieverkenning 2024' \[online\] \(2024\)](#)

³⁴ [Tweede Kamer, Kabinetsaanpak Klimaatbeleid \[PDF\] \(2024\)](#)

³⁵ [PBL, Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 \[PDF\] \(2024\)](#)

energie beschikbaar is (zie bijvoorbeeld energiweerbericht.nl) en dat het op die momenten wordt opgeslagen voor de toekomst³⁶.

Het gebruiken van elektriciteit kost energie en datzelfde geldt voor het opslaan en transporteren ervan. Door bewuster om te gaan met elektriciteit en energie kan daarom een belangrijke bijdrage geleverd worden aan de optimalisatie hiervan. Daarmee wordt het domein Energie een 'enabler' voor de andere domeinen (Gebouwde omgeving, Industrie, Landbouw en landgebruik en Mobiliteit). In de uitwerking van het domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur) worden alleen emissies en oplossingen meegenomen die gaan over opwekking. Emissies die ontstaan bij het gebruik van elektriciteit zijn meegenomen in de andere domeinen.

Afbakening Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur)

Het domein Energie (grootschalige elektriciteitsopwekking en energie-infrastructuur) is vormgegeven naar de klimaat Tafel Elektriciteit van de Rijksoverheid zoals opgenomen in het klimaatakkoord³⁷. De emissies van het domein Energie zijn afkomstig van de opwekking van elektriciteit en warmte. WKK-installaties die eigendom zijn van andere bedrijven worden meegenomen in de sectoren waar ze zich bevinden. Bepaalde industriële activiteiten die internationaal onder de energiesector vallen, zoals raffinaderijen, worden in het Nederlandse Klimaatakkoord onder de sector industrie geplaatst en vallen daarom niet binnen deze uitwerking.

Het domein Energie heeft een sterk verband met de klimaatdomeinen 'Gebouwde omgeving' en 'Mobiliteit'. Zo zijn zonnepanelen op daken een (kleinschalige) oplossing vanuit het domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur). Deze moeten geplaatst worden op daken van woningen en utiliteitsgebouwen, waar deze elektriciteit benut wordt door steeds meer warmtepompen die geïnstalleerd worden in de gebouwde omgeving. Ook in het domein Mobiliteit wordt de opgewekte elektriciteit benut voor het opladen van een toenemend aantal elektrische auto's, en vormen deze auto's een buffer om pieken en dalen in de opwekking op te vangen. Voor een meer integrale blik op het domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur), is het van belang de andere domeinen ook te lezen.

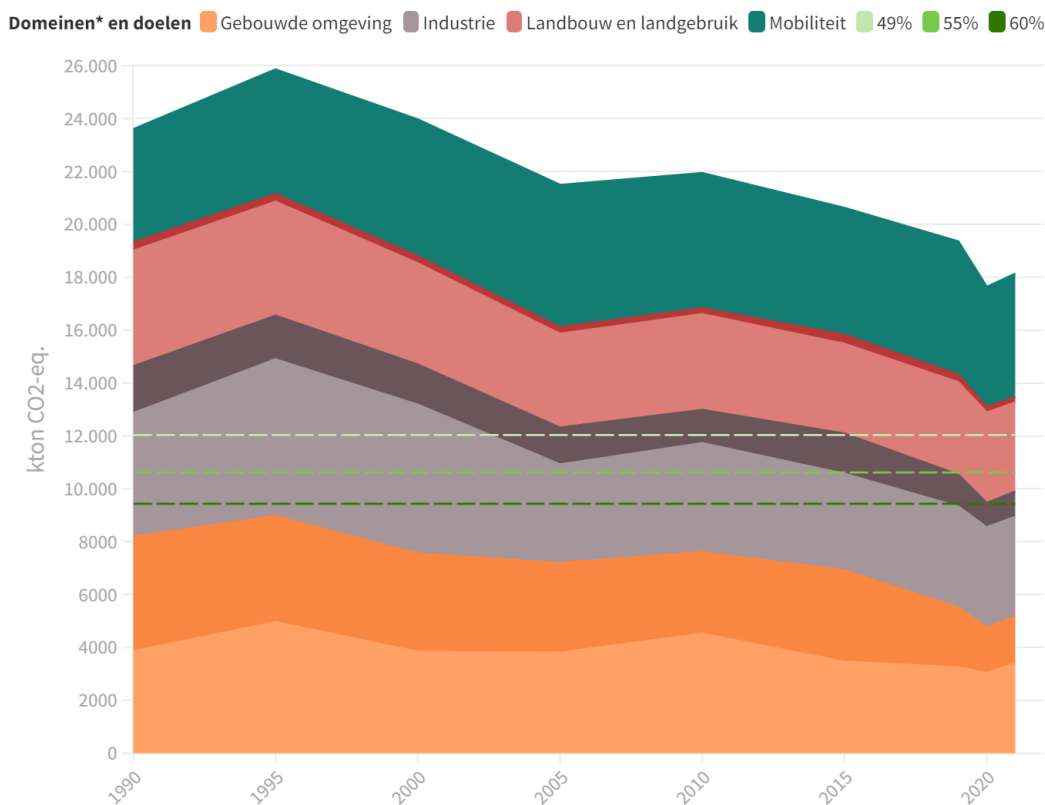
Box 2. Toelichting afbakening domein 'Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur)'.

Figuur 1 betreft een weergave van de totale CO₂ emissies in provincie Gelderland vanaf 1990 tot en met 2020. Sinds 2015 is er sprake van een afname in emissies, echter zijn de 49%, 55% en 60% doelstellingen nog ver uit zicht. Van origine was de nationale doelstelling het behalen van 49% vermijding in emissies. De 55% emissie vermijding is in lijn met het Fit for 55 Europese doel en is het streven vanuit het Rijk om 60% uitstoot te reduceren ten opzichte van 1990. De provincie committeert zich aan deze doelstelling.³⁸ De provincie Gelderland staat voor de uitdaging om 55% van alle broeikasgassen (CO₂-equivalenten) te reduceren t.o.v. het basisjaar 1990. Volgens het Gelders klimaatplan betekent dit een opgave om de jaarlijkse uitstoot van 23,6 mton CO₂-eq in 1990 terug te brengen naar een jaarlijkse uitstoot van 10,6 mton CO₂-eq. Volgens de meest recente analyse van emissieregistratie bedraagt de huidige emissie in de provincie 18,1 mton CO₂-eq., daarmee is de doelstelling van 1990 ver uit zicht en dient er gewerkt te worden aan klimaatoplossingen binnen de vijf domeinen om minimaal 7,5 mton CO₂-eq te reduceren.

³⁶ EU Energy Transition Expertise Centre, 'Energy Central - Study on energy storage' [online] (2023)

³⁷ [Klimaatakkoord 'Elektriciteit \(grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur\) \[online\] \(2019\)](#)

³⁸



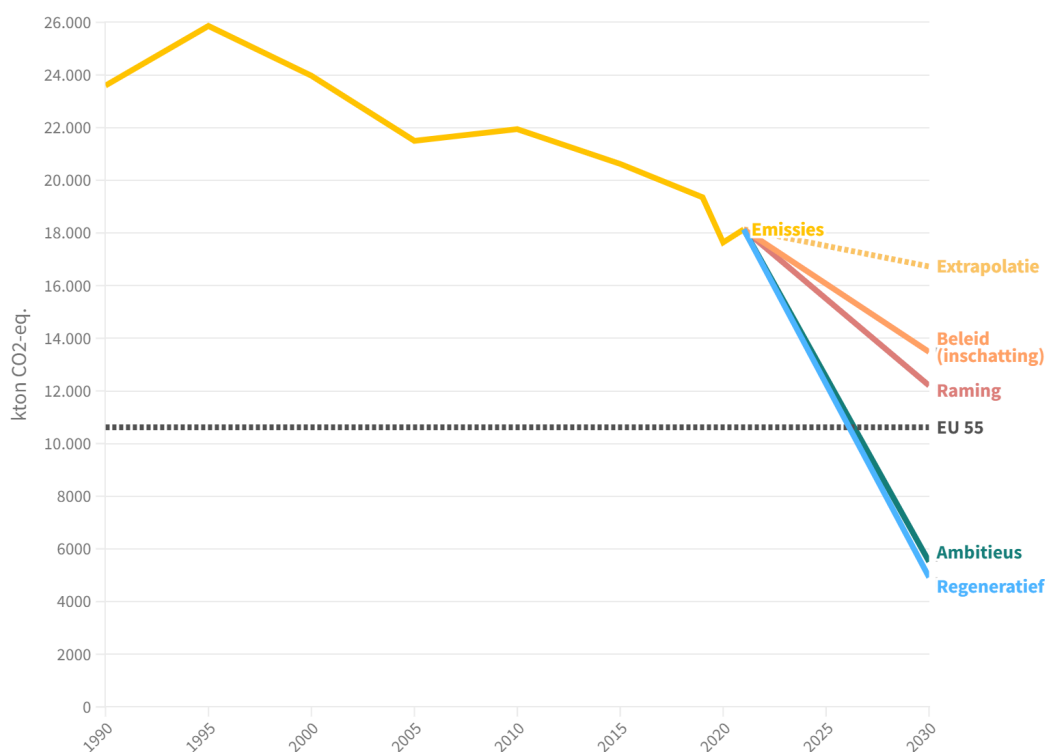
*De donkerdere kleuren tonen de Scope 2-emissies (gerelateerd aan elektriciteitsverbruik) van elk domein.

Figuur 1: Provincie Gelderland totale emissies 1990 - 2021 (Emissieregistratie, 2023). Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien. De lijnen van 49%,55% en 60% vinden hun oorsprong in de nationale politiek (49% klimaatplan 2021-2030, 55%-60% aanvullend maatregelenpakket 2023).

Figuur 2 laat zien welke potentie er is geïdentificeerd om deze emissies te reduceren in relatie tot de verschillende scenario's. Het is hierbij van belang op te merken dat dit een optelsom betreft van:

1. *Directe emissiereductie, bijvoorbeeld door over te stappen op hernieuwbare brandstoffen, waardoor emissies van verbranding van fossiele brandstoffen worden vermeden.*
2. *Indirecte emissiereductie door reductie emissies van buiten de provincie Gelderland, bijvoorbeeld doordat er minder ingekochte elektriciteit uit fossiele bronnen afkomstig van andere regio's buiten de provincie is verbruikt binnen de grenzen van Gelderland.*

Als alle mogelijkheden die nu zichtbaar zijn op de Klimaatkansenkaart worden benut, zou er een CO₂-eq uitstootreductie van maar liefst 77% (t.o.v. 1990) mogelijk zijn. Daarnaast is er nog een potentieel van circa 2% extra reductie wanneer het regeneratieve scenario ook wordt uitgevoerd. Dit impliceert echter dat alle maatregelen tijdig worden geïmplementeerd, wat helaas niet altijd haalbaar zal zijn vanwege mogelijke vertragingen en uitdagingen die kunnen ontstaan bij dergelijke omvangrijke maatschappelijke en economische veranderingen, zoals onvoorziene grootschalige omstandigheden.



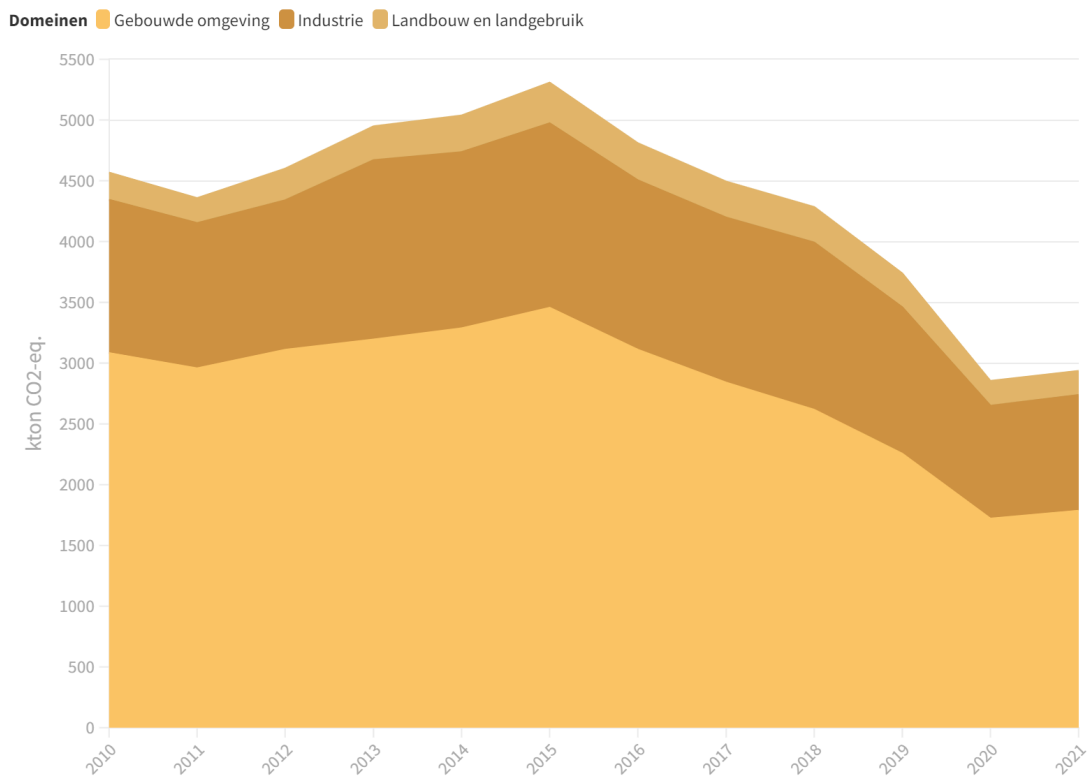
Figuur 2: Vermijdingslijnen van CO2-eq. emissies van de verschillende scenario's.

Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

1.1 Context energie Gelderland

De provincie Gelderland kent, sinds de sloop van de kolen-/biomassa-gestookte elektriciteitscentrale in Nijmegen in 2015, geen kolen- of gascentrales die de energie opwekken. Dit heeft als gevolg dat er binnen Gelderland geen winst te behalen is met het verminderen van de uitstoot wat betreft de opwekking van elektriciteit. Gelderland gebruikt echter nog wel veel energie die afkomstig is uit kolen- of gascentrales. De regio is dus importeur van elektriciteit uit andere regio's en is daarmee verantwoordelijk voor emissies buiten de eigen regio.

Het recente nieuws voor het openbaar maken van het bestemmingsplan voor een gascentrale in het Nijmeegse industrieterrein, kan in deze context niet over het hoofd worden gezien. Eventuele invloed op de broeikasemissies en verhoudingen in de duurzame en fossiele energieopwekking, zijn in dit onderzoek niet meegenomen. Het wordt aangeraden alert te blijven op de doelstellingen en opwek van fossiele energie te voorkomen, dan wel te beperken door middel van het opstellen van strenge voorwaarden waar de centrale aan moet voldoen zoals de garantie in 2040 voor 100% draaien op groene waterstof, anders raakt de doelstelling ver uit zicht in 2050 en is het werk tot en met 2030 niet effectief genoeg.



Figuur 3: Provincie Gelderland emissies elektriciteitsverbruik per domein 2010 - 2021 (Klimaatmonitor, 2023). Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

Binnen de RES Regio's wordt ingezet op grootschalige lokale opwekking van hernieuwbare elektriciteit. Dit zal zorgen voor een verschuiving van geïmporteerde elektriciteit van buiten de regio, naar lokale opwek voor de eigen behoefte. Windenergie en optimalisatie van het elektriciteitsnetwerk en netcongestie hebben daarbij bijzondere aandacht, net als het slimmer opwekken van elektriciteit dichterbij de uiteindelijke gebruiker.

Figuur 3 is een weergave van de indirecte emissies afkomstig van geïmporteerd elektriciteitsverbruik uit andere regio's. Deze emissies zijn verdeeld over de domeinen en illustreren daarmee een verbruiksbenadering van emissies. De totale potentiële CO2-vermindering door het toepassen van verschillende oplossingen heeft hiermee een grotere impact dan dat er emissies zijn binnen de provinciegrenzen door het opwekken van elektriciteit en warmte. Zo draagt het toepassen van meer hernieuwbare energie niet alleen bij aan het vervangen van energiecentrales, maar ook aan de elektrificatie van de gebouwde omgeving, bijvoorbeeld omdat huishoudens of industrie CV-ketels vervangen voor warmtepompen of andere elektrische toepassingen om in de behoefte naar warmte te voorzien. Daarmee draagt het vergroten van de capaciteit voor duurzame opwek bij aan het verduurzamen van alle domeinen en emissies afkomstig van deze domeinen.

Er zijn in totaal zeven oplossingen verkend voor het domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur): Zon op dak, Zon op land, Wind op land, Kernenergie, Diepte geothermie, Aquathermie en Spreiding energieconsumptie. Gezamenlijk hebben de oplossingen een potentie om een reductie op de CO2-uitstoot te realiseren van tussen de 3,3 en 5,1 mton in 2030 (bepaling van potentie is na te gaan in de klimaat kanskaart). Om binnen het domein Energie werkelijk deze potentie te behalen, is het van belang dat de huidige ambities rondom duurzame opwek energie en verlening van

vergunningen hiervoor worden gestimuleerd, in de gebouwde omgeving gewerkt wordt aan elektrificatie en isolatie en er een toename aan elektrisch vervoer is als vervanging voor niet hernieuwbare brandstoffen³⁹.

1.2 Beleid, programma's en doelstellingen kader

In het kader⁴⁰ zijn de doelstellingen en ambities van de EU, de nationale overheid en de provincies samengevat met betrekking tot het domein 'Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur)'. Dit betreft een samenvatting van de huidige beleidsdoelstellingen (PU - NL - EU), die dienen een totaalbeeld te geven waaraan de oplossingen relateren.

Hier is al veel regulering m.b.t. elektriciteitsopwek van kracht, waarbij er vaak verbanden worden gelegd tussen de nationale emissiedoelstellingen en de regionale doelstellingen. Dit is een niet uitputtende lijst, er zijn op alle niveaus (internationaal, Europees, nationaal en regionaal) nog andere relevante doelstellingen die niet genoemd worden.

Provincie Gelderland

- **Omgevingsvisie Gaaf Gelderland:** De focus ligt op grensoverschrijdende ontwikkelingen. Het energievraagstuk, kwetsbare biodiversiteit, verdere verstedelijking in combinatie met krimp, toenemende mobiliteit op de weg en in de lucht, digitalisering en internationalisering.
 - 2030: minimaal 55% van het elektriciteitsgebruik in de provincie Gelderland wordt hernieuwbaar opgewekt. De energievoorziening is afkomstig uit duurzame bronnen op het eigen grondgebied. Daarbij zijn de duurzame energiebronnen met oog voor de Gelderlandse kwaliteiten gerealiseerd en draagt de inpassing ervan zo veel mogelijk bij aan andere doelen.
 - 2030: de provincie Gelderland heeft samen met partners haar bijdrage geleverd aan de Regionale Energiestrategieën om aan de afspraken in het Nationaal Klimaatakkoord te voldoen.
 - 2030: geschikte daken worden zo veel als mogelijk benut voor energieopwekking en/of klimaatadaptatie.
 - 2050: de provincie Gelderland is zo spoedig mogelijk en uiterlijk in 2050 CO₂-neutraal.
- **Gelders Energieakkoord & Regionale Energiestrategieën (RES'en):** hierin spreken gemeenten en provincie de inzet op de opwekking van hernieuwbare energie af. In 2024 wordt het originele bod van de RES door de betrokken regio's herijkt.

Actuele ontwikkelingen provincie Gelderland

- In de tussenbalans is vastgesteld dat er met de huidige uitvoering van de zes Gelderlandse RES'en tot op heden onvoldoende is om tijdig de doelstellingen te behalen en aanvullende inzet van de RES-partners daarom noodzakelijk is.
- De provincie Gelderland heeft met de RES-regio's ingeschat dat 3.4 TWh aan zonne- en windenergie realistisch is in 2030 (waarvan de provincie Gelderland streeft naar 2,07 TWh wind in 2030)⁴¹. De ambitie ligt hoger met 6,5 TWh aan duurzame energie. Er is momenteel een

³⁹ Additioneel zullen de belangrijkste variabelen voor de domeinen Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur), Mobiliteit en Gebouwde omgeving in ETM worden gemodelleerd ter validatie.

⁴⁰ Beleid, regelgeving en uitvoeringsprogramma's zijn aan verandering onderhevig, het moment dat onderstaande is omschreven is Februari 2024.

⁴¹ Plan-MER voor windbeleid en RES provincie Gelderland, februari 2023

versnelling nodig omdat er slechts 2057 MW⁴² aan duurzaam opgesteld vermogen is, wat 1.774 TWh aan hernieuwbare elektriciteit heeft opgeleverd.

- De warmte transitie gaat niet snel genoeg. Het kost gemeenten bij de ontwikkelingsfase te veel geld en het brengt risico's met zich mee. Het recent in leven geroepen Gelders Warmte Infrabedrijf (GWIB) kan gemeenten ondersteuning bieden bij deze ontwikkeling.
- Er is richting 2050 significante groei nodig van de duurzame opwek in de provincie, maar er zijn enkele knelpunten:
 - Problematiek omtrent net congestie (zowel aanbod als afname) neemt toe, vooral door sterke groei van zonne-energie. Netverzwaring is nodig, flexibiliteit wordt belangrijker.
 - Er ontstaat steeds meer ongebruikte elektriciteit of energie overschotten door het gebrek aan conversie- en opslagmogelijkheden.
 - Er zijn aanzienlijke aanpassingen nodig aan de infrastructuur voor gas en warmte en koude opslag.
 - Ruimtelijke inpassing, zowel boven- als ondergronds, is een aandachtspunt (denk aan het Natura2000 gebied de Veluwe)

Programma's Nederland

- Vanuit het Klimaatakkoord bestaan diverse beleidsprogramma's ter stimulering van duurzame elektriciteitsopwekking. Met de Regionale Energiestrategieën wordt op decentraal niveau invulling gegeven aan deze ambities.
- IBO: voorstellen om het klimaatbeleid aan te scherpen met een brede set aan maatregelen, zodat het kabinet de ambities voor 2030 kan realiseren.

Doelstellingen opwekking elektriciteit Nederland

- Het aandeel duurzame energie in de energiemix zal vergroten naar 70% in 2030.
- In 2030 vermindert de CO₂-uitstoot met 49% ten opzichte van 1990, aangescherpt vanuit de Klimaatwet tot 55%, waarbij beleid zich richt op de hogere opgave van 60%.

Europese Unie

- Europese klimaatwet, waarbij het doel van 55% vermindering ten opzichte van 1990 staat. Klimaatneutraliteit uiterlijk in 2050 en netto negatief daarna.

Naast de doelstellingen op het gebied van Elektriciteit (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur) zijn er nog andere beleidsdoelstellingen die geraakt worden door dit domein. Zo hebben veel provincies als doelstelling om de CO₂-uitstoot te verminderen en de luchtkwaliteit te verbeteren. Daarnaast zijn er doelstellingen op het gebied van ruimtelijke ordening en het behoud van natuur en landschap. Op nationaal niveau zijn er doelstellingen op het gebied van duurzame mobiliteit en circulaire economie.

Op Europees niveau zijn er doelstellingen op het gebied van energie-efficiëntie en het verminderen van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen. Al deze beleidsdoelstellingen zijn met elkaar verbonden en hebben invloed op elkaar.

⁴²CBS Hernieuwbare energie; zonnestroom, wind, 2021

2. Potentieel te vermijden emissies, SMART uitwerking & haalbaarheidsanalyse (2023-24) met momentopname & reflectie 2025

Momentopname 2025 kader:

Ontwikkelingen van in 2023-24 SMART opgestelde kansen met kwalitatieve en waar mogelijk kwantitatieve informatie in relatie tot het mogelijk te behalen reductiepotentieel. M.b.t. tot domein energie is dit deels op koers in relatie tot de doelstellingen.

Gelderland

Zon op dak

In 2023 heeft Gelderland +60,69 MWp, of 30,35 ha, aan zonne-energie op daken gerealiseerd⁴³. Dit vertegenwoordigt een bijdrage aan de verduurzaming van de regio. Het gerealiseerde vermogen maakt deel uit van de bredere landelijke inzet om zonne-energie te bevorderen en te integreren in de bestaande infrastructuur. Subsidieprogramma SDE(++) is de grootste bron van subsidie voor de opwekking van zonne-energie, en in 2022 kwam ongeveer 43% van het totaal (Nederland) geplaatste vermogen uit SDE-aanvragen. Andere programma's naast de SDE hebben ook bijgedragen, zakelijke gebruikers kunnen namelijk ook gebruikmaken van de EIA. Voor kleinverbruikers die zich verenigen in een coöperatie of vereniging van eigenaars (VvE), is er de SCE, waarmee zij een financiële stimulans kunnen krijgen voor een zonne-energieproject⁴⁴.

Wind op land⁴⁵

De uitbreiding van windenergie op land in Gelderland, van 61 windmolens in 2021 naar 81 windmolens in 2023, heeft bijgedragen aan de CO₂-reductie in de provincie. De toevoeging van 17 windmolens in 2022 en 3 windmolens in 2023 versterkt de rol van windenergie als duurzame energiebron.

Zon op land**⁴⁶

In 2023 heeft Gelderland een aanzienlijke hoeveelheid zonne-energie op land gerealiseerd, met een geïnstalleerd vermogen van 296,31 MWp, wat overeenkomt met een oppervlakte van 592,62 hectare. Dit draagt bij aan de vergroening van de regio en ondersteunt de klimaatdoelen van zowel de provincie Gelderland als Nederland. Ondanks de toekomstige stopzetting van de salderingsregeling, blijft de SDE++ een belangrijke bron van subsidie voor de verdere uitbreiding van zonne-energie op

⁴³ [RVO, 'Monitoring zonne-energie' \[online\] \(2024\)](#)

⁴⁴ [CBS, 'Hernieuwbare energie in Nederland 2023: Zonne-energie' \[online\] \(2024\)](#)

⁴⁵ [CBS, 'Windenergie op land: productie en capaciteit per provincie' \[online\] \(2024\)](#)

⁴⁶ [RVO, 'Monitoring zonne-energie 2023' \[online\] \(2024\)](#)

land. Daarnaast is op 5 februari 2025 een wijziging van de Omgevingsverordening doorgevoerd. In deze wijziging is de voorkeursvolgorde (de zogenoemde zonneladder) voor het realiseren van zonne-energie opgenomen in de regels van de provincie Gelderland. Zie ook: Wijziging Omgevingsverordening Gelderland.⁴⁷

**In de context van zon op land is er nog steeds potentie voor verdere ontwikkeling, maar met het huidige beleid wordt deze potentie niet volledig benut. De mogelijkheid om zon op land verder uit te breiden blijft bestaan. Echter, na de afronding van de RES 1.0 (Regionale Energie Strategie) worden geen nieuwe concrete stappen gezet om deze vorm van energieopwekking verder te realiseren. Daarom blijft zon op land wel opgenomen in het overzicht, maar wordt deze mogelijkheid tussen haakjes geplaatst op de Klimaatkansenkaart. Dit geeft aan dat de kans nog aanwezig is, maar dat er op dit moment geen actief beleid wordt gevoerd om deze kans verder te benutten.

Kernenergie⁴⁸

De provincie Gelderland heeft een actieplan voor kleine modulaire kernreactoren (SMR's) vastgesteld voor de periode 2024-2027, gebaseerd op de ambitie uit het coalitieakkoord. Dit plan richt zich op het voorbereiden van een soepel vergunnings- en bouwproces, met als doel om rond 2035-2040 de eerste SMR operationeel te hebben. Onderzoek naar technische voorwaarden zoals ruimte, veiligheid, koelwaterbeschikbaarheid en lokale energievraag heeft vier regio's in Gelderland als potentieel geschikt aangewezen⁴⁹. In dit onderzoek is uitsluitend gekeken naar noodzakelijke technische voorwaarden; de provincie vindt het echter essentieel dat ook maatschappelijke randvoorwaarden en draagvlak later in het proces worden meegenomen. Daarom wordt nu al het gesprek aangegaan met gemeenten om te verkennen welke gemeenten positief staan tegenover de bouw van een SMR. Het actieplan verloopt gefaseerd: eerst kennisverspreiding (2023-2027), vervolgens uitwerking van een plan van aanpak in samenhang met het nationale SMR-programma (2023-2025), daarna opstelling van Gelders beleid en voorbereiding op overdracht aan een nieuwe coalitie (2025-2027). Aan het einde van deze fase moeten minimaal twee geschikte locaties in beeld zijn, waar uiteindelijk SMR('s) gerealiseerd kunnen worden (2035-2040).

Diepe geothermie

SCAN onderzoeksprogramma aardwarmte (geothermie). SCAN probeert in de provincie Gelderland de ondergrond in kaart te brengen voor mogelijkheden voor geothermie. Tot eind 2023 heeft het SCAN-programma zich gericht op onderzoek voor conventionele aardwarmte. Veel van Nederlandse

⁴⁷ [Gelderland, 'Wijziging van de Omgevingsverordening' \[online\] \(2025\)](#).

⁴⁸ [Provincie Gelderland, 'Gelders actieplan Kleine Modulaire Kernreactoren' \[PDF\] \(2024\)](#).

⁴⁹ [Provincie Gelderland, Verkenning SMR-inpassing provincie Gelderland \[Online\] \(2025\)](#).

bodem was door voorgaande gas en olieboringen al in kaart gebracht, maar dit miste in provincie Gelderland. Tot 2023 heeft SCAN de bodem van Gelderland in kaart gebracht voor de potentie van aardwarmte. In februari 2025 is verder onderzoek gestart, het vijfde nationale SCAN onderzoeks boring in Ede-Veenendaal.⁵⁰

Aquathermie⁵¹

In 2024 heeft de Provincie Gelderland met 3 aquathermie-projecten in bedrijf en 1 project in onderzoek stappen gezet richting een duurzame energievoorziening. Aquathermie biedt een interessante oplossing voor het verder reduceren van de CO₂-uitstoot en draagt bij aan het verduurzamen van zowel de woningbouw als de industrie. Door te blijven investeren in onderzoek en implementatie van aquathermie kan de provincie verder bijdragen aan het behalen van haar klimaatdoelen.

Spreiding energieconsumptie⁵²

Het Actieplan Netcongestie Gelderland heeft in het plan meegenomen dat er maatregelen nodig zijn om vóór 2029 voldoende vermogen vrij te spelen om piekbelastingen op te vangen en ernstige stroomuitval te voorkomen. Dit wordt onder andere gerealiseerd door het slim laden van auto's buiten de spits, het kiezen voor alternatieve warmteoplossingen en het netneutraal bouwen van woningen en bedrijven. Het plan richt zich ook op gedragsverandering, zoals het vermijden van energieverbruik tijdens piekuren, en ondersteunt innovaties zoals Smart Energy Hubs en off-grid oplossingen om de netcapaciteit te optimaliseren.

Nederland

Zon op dak⁵³

Met 611 MWp aan nieuw geïnstalleerd zon-PV op daken in 2023 zet Nederland grote stappen richting een duurzame energievoorziening. Dit komt overeen met een benodigd dakoppervlak van 305,5 hectare. De groei van zonne-energie op daken blijft essentieel om de energietransitie te versnellen, waarbij beleid en subsidies een cruciale rol spelen om verdere implementatie te stimuleren.

Wind op land⁵⁴

Nederland heeft in de periode 2021-2023 een netto groei van 249 windmolens gerealiseerd, waarmee het totaal in 2023 op 2.557 windmolens uitkwam. Hoewel het aantal windmolens is toegenomen, wordt de groei deels gecompenseerd door de sloop van oudere en minder efficiënte windturbines. De

⁵⁰ [SCAN, Op zoek naar warmte van binnenuit \[online\] \(2025\)](#)

⁵¹ [Syntraal, Aquathermieprojecten \[online\] \(2025\)](#)

⁵² [Provincie Gelderland, 'Actieplan Netcongestie Gelderland' \[PDF\] \(2024\)](#)

⁵³ [RVO, Monitoring zonne-energie 2023 \[online\] \(2024\)](#)

⁵⁴ [CBS, Windenergie op land: productie en capaciteit per provincie \[online\] \(2024\)](#)

opmars van windenergie blijft echter essentieel om de Nederlandse klimaatdoelen te halen en de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen te verminderen. Verdere investeringen in windenergie, zowel op land als op zee, zullen de komende jaren nodig zijn om de energietransitie te versnellen.

Zon op land⁵⁵

Met 1.067 MWp aan nieuwe zonneparken in 2023 heeft Nederland opnieuw een belangrijke stap gezet in de verduurzaming van de energievoorziening. Dit komt overeen met een oppervlakte van 2.134 hectare aan zonnenvelden. Om de energietransitie verder te versnellen, blijft een gebalanceerde aanpak nodig waarbij duurzame energieopwekking wordt gecombineerd met slimme ruimtelijke planning en beleidsmatige ondersteuning.

Kernenergie*⁵⁶

Nederland zet de komende decennia fors in op kernenergie als onderdeel van de energietransitie. Momenteel is de kerncentrale in Borssele de enige operationele centrale, met een jaarlijkse elektriciteitsproductie van 24 TWh. Om de energiezekerheid te vergroten en de CO₂-uitstoot verder te reduceren, worden er tegen 2035 twee nieuwe generatie III+ kerncentrales bijgebouwd, waarmee het totaal op drie centrales komt en de productiecapaciteit stijgt naar 72 TWh per jaar. Naast deze uitbreiding wordt er onderzoek gedaan naar Small Modular Reactors (SMR's), kleinere en flexibele kernreactoren die mogelijk een rol kunnen spelen in de toekomstige energievoorziening. Bovendien wordt er verkend of Nederland tegen 2040 nog eens twee extra kerncentrales kan realiseren. Met deze plannen krijgt kernenergie een grotere rol binnen de Nederlandse energiemix en draagt het bij aan een stabielere, duurzamere en CO₂-arme energievoorziening.

*Ter vergelijking is kernenergie opgenomen, maar niet haalbaar voor 2030. De oplossing zit wel in de kanskaart omdat de aanloop van deze oplossingen langdurige voorbereiding vraagt. Enkel de genoemde potentie valt dus niet in de periode 2025-2030.

Diepe geothermie⁵⁷

Ondanks een lichte daling in het aantal operationele installaties in 2023, blijft de totale warmteproductie op een hoog niveau. In 2021 waren er 22 diepe geothermie-installaties operationeel in Nederland, die samen 6.327 TJ aan duurzame warmte leverden. Dit aantal bleef in 2022 gelijk met 22 installaties, maar de totale warmteproductie nam toe naar 6.798 TJ, wat wijst op efficiëntere benutting van de bronnen. In 2023 nam het aantal operationele installaties af tot 19, mede door onderhoud en vergunningstrajecten, maar de geproduceerde warmte bleef relatief hoog met 6.533 TJ.

⁵⁵ [RVO, Monitoring zonne-energie 2023 \[online\] \(2023\)](#)

⁵⁶ [Rijksoverheid, Kernenergie \[online\] \(2024\)](#)

⁵⁷ [CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2023; Aardwarmte \[online\] \(2024\)](#)

SCAN onderzoeksprogramma aardwarmte (geothermie). SCAN onderzoekt waar de ondergrond in Nederland mogelijk geschikt is voor de winning van aardwarmte. Het SCAN-programma richt zich op conventionele aardwarmte in het dieptebereik 500 m tot 4 km waarbij beoogd wordt om warmte te winnen uit (vooral) zandstenen in onze ondergrond. SCAN helpt op een aantal plaatsen ook bij het in kaart brengen van lagen die mogelijk geschikt zijn voor Ultradiepe Geothermie, of UDG.

Aquathermie

Alliantie Warmte uit Water⁵⁸. In de alliantie 'Warmte uit Water' werkt Rijkswaterstaat samen met Alliander (als beheerder van onze energie infrastructuur) en de Vereniging Nederlandse Riviergemeenten (VNR), met als doel de energietransitie te versnellen. De organisaties willen met een proactieve aanpak aquathermie inzetten om grip te houden op het water en netwerk wat zij in beheer hebben.

Versnellingsprogramma Aquathermie⁵⁹. Via het Versnellingsprogramma Aquathermie biedt de Unie van Waterschappen in samenwerking met het Rijk ondersteuning aan de waterschappen om de realisatie van aquathermieprojecten te versnellen. Dat vergroot de bijdrage van aquathermie aan de lokale warmtetransitie. Het perspectief is dat tegen 2030 ongeveer 200.000 huishoudens aardgasvrij worden gemaakt door gebruik van aquathermie. Dat kan resulteren in een CO₂-emissiereductie van ongeveer 0,4 megaton.

Spreiding energieconsumptie⁶⁰. Nederland bevordert actief de flexibilisering van het elektriciteitsverbruik om netcongestie te verminderen en de inzet van duurzame energie te optimaliseren. Door gebruikers hun verbruik beter af te laten stemmen op momenten van lage netbelasting, wordt het energiesysteem efficiënter en robuuster. De overheid ondersteunt dit met onder andere de subsidie Flex-e voor advies en implementatie, capaciteitsbeperkende contracten waarbij bedrijven tegen vergoeding piekverbruik vermijden, en de ontwikkeling van collectieve energiehubs die lokaal vraag en aanbod balanceren.

⁵⁸ [Rijkswaterstaat. Aquathermie uit oppervlaktewater \[online\] \(2024\)](#)

⁵⁹ [STOWA. Versnellingsprogramma Aquathermie \[online\] \(2024\)](#)

⁶⁰ Rijksoverheid, 'Lokale Netcongestie' [online] (2024)

2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen

Zoals omschreven in 1.2 zijn er vanuit het huidige beleid van de RES regio's in de provincie Gelderland voor Zon op dak, Zon op Land en Wind op land goed voor in totaal 3.046 kton CO₂-eq reductie (zie tabel 3 en figuur 4). Voor Spreiding energieconsumptie is dit complex, doch eventueel kansrijk om concreet beleid voor te ontwikkelen. Voor aquathermie en geothermie zijn er specifieke wensen benoemd, echter worden er nog weinig concrete maatregelen genoemd waarvoor aanleiding is te verwachten dat de reductiepotentieel verankerd zit in beleid.

In het scenario 'Raming' zijn alle verwachte vermindering emissies opgenomen die ofwel door actief beleid gehaald kunnen worden, of door recente marktontwikkelingen. In het scenario 'Ambitieuw' zijn hier extra ambities aan toegevoegd, bijvoorbeeld omdat dit in andere regio's haalbaar wordt geacht of door het inzetten op een versnelling van huidig beleid gehaald kan worden. In totaal is er een reductiepotentieel verkend tussen de 3.267 en 5.143 kton CO₂-eq. Daarmee dragen het beleid en de aanvullende kansen bij aan het behalen van de klimaatdoelstellingen. In de bijlage Methodologische onderbouwing elektriciteit is gespecificeerd hoe de scenario's per oplossing tot stand zijn gekomen.

Oplossingen provincie Gelderland	Potentieel vermindering 'Raming' ⁶¹	Kiloton CO ₂ -eq.
		Potentieel vermindering 'Ambitieuw'
Zon op dak	1306	1632
Wind op land	885	1385
Zon op land	855	1069
Kernenergie	0	614
Diepe geothermie	75	151
Aquathermie	75	150
Spreiding energieconsumptie	71	143
Totaal	3267	5143

Tabel 3: Potentie vermeden emissies domein Energie in 2030

In het bod van de RES regio's is aanvullend verkend wat er aan potentie voor opwek in de regio mogelijk is, in het scenario 'Ambitieuw' is deze aanvullende verkenning aan potentie opgenomen, daarnaast is gekeken naar het effect indien deze ambities met 25% worden verhoogd. Dit kan door het toenemen van efficiëntie van deze systemen, maar ook door een toegenomen realisatie. Voor daadwerkelijke realisatie dient er een nog hogere verkenning voor grootschalige energieopwek plaats te vinden, omdat een groot aandeel van projecten in de verkennende fase niet doorgaat. Dit is van toepassing op de oplossingen: Zon op dak, Zon op land en Wind op land. De oplossing 'kleine installaties Zon op dak' is niet toegevoegd aan het domein, het betreft hier kleinschalige opwek onder de 15 kWp zoals op daken van woningen van particuliere huishoudens.

Voor de oplossing Spreiding Energieconsumptie wordt ingezet op flexibel gebruik van elektriciteit. Door het verschuiven van energieverbruik in de daluren te stimuleren. Dit kan naast kostenbesparingen ook

⁶¹ Voor methodologische onderbouwing van vermindering emissies berekening zie bijlage Elektriciteit (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur).

bijdragen aan de vermindering van CO₂-emissies, zo blijkt uit een onderzoek in opdracht van NieuweStroom uitgevoerd door CE Delft in 2022.

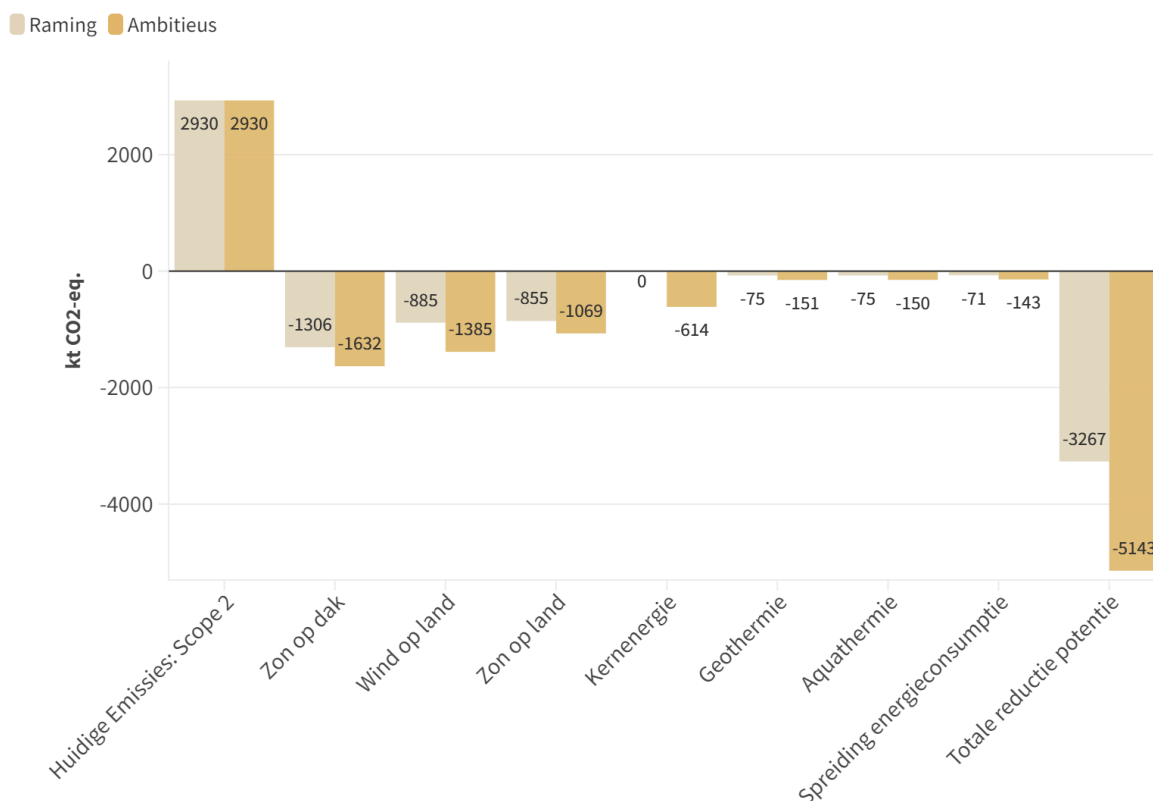
In Figuur 4 zijn de twee verminderingpotentieel scenario's weergegeven en afgezet tegen de huidige emissie (links) om een beeld te krijgen van de totale potentie van de genoemde klimaatoplossingen. In totaal zorgen de klimaatoplossingen voor meer emissie verminderingpotentieel dan de huidige uitstoot.

Waarom heeft het domein Energie meer emissiereductie dan werkelijke emissies

Ter verduidelijking van Figuur 4: meer opwek van hernieuwbare energie draagt bij aan een grote besparing op het totale CO₂ verbruik binnen de provincie. Dit komt doordat hernieuwbare energie bijdraagt aan vermindering van emissies.

Omdat de provincie Gelderland een netto afnemer is van elektriciteit, wat inhoudt dat er uit andere gebieden elektriciteit wordt ingekocht, is de totale potentie tot vermindering hoger dan de emissies afkomstig uit de opwekking van elektriciteit enkel in de provincie zelf. De emissies afkomstig uit opwek in de provincie kunnen niet lager worden dan 0 omdat er dan sprake is van vastlegging.

Box 3. Toelichting negatieve emissies 'Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur)'.



Figuur 4: Potentieel vermindering 'Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur)' per oplossing. Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

Let op! Dit figuur 4 niet zelfstandig interpreteren zonder inachtneming van box 3.

Voor vrijwel alle oplossingen is er een extra potentie mogelijk tussen de scenario's 'Raming' en 'Ambitieuw': Zon op dak 327 kt CO₂-eq, Zon op land 214 kt CO₂-eq, Wind op land 500 kt CO₂-eq, Spreiding energieconsumptie 72 kt CO₂-eq, Geothermie 76 kt CO₂-eq, Aquathermie 75 kt CO₂-eq en voor kernenergie 614 kt CO₂-eq. In totaal is er 1876 kt CO₂-eq extra potentie in het scenario 'Ambitieuw'. In onderstaande tabel (4) is uitgewerkt hoe deze oplossingen, uitgezet in de tijd, uitgevoerd kunnen worden. Hierbij is er rekening gehouden met huidige ontwikkelingen zoals recente verkoopcijfers of andere (markt)data rondom deze oplossingen. De jaren die genoemd worden in onderstaande tabel zijn een inschatting op basis van huidige groei, ontwikkelingen op gebied van beleid en innovatie van oplossingen. Het zijn daarmee geen specifiek voor Gelderland geformuleerde doelstellingen maar een indicatie van wanneer in de tijd wat haalbaar zou kunnen zijn. Voor een onderbouwing hoe de uitwerking van de oplossingen en vermindering emissies bepaling tot stand is gekomen zie bijlage.

Oplossingen	Uitwerking Scenario's 'Raming' & 'Ambitieuw'
Zon op dak	<p>Vanuit de RESsen zijn de aangewezen gebieden niet altijd bekend, wel is er veel potentie voor Zon op dak op zowel bedrijventerreinen als overheidsgebouwen.</p> <p>'Raming'</p> <ul style="list-style-type: none"> • 400 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2025 • 800 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2028 • 1240 hectare totaal aanleg Zon op dak tot en met 2030 <p>'Ambitieuw'</p> <ul style="list-style-type: none"> • 500 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2025 • 1000 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2028 • 1550 hectare totaal aanleg Zon op dak tot en met 2030
Zon op land	<p>Vanuit de RESsen zijn de aangewezen gebieden niet altijd bekend, wel is er veel potentie voor Zon op land.</p> <p>'Raming'</p> <ul style="list-style-type: none"> • 450 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2025 • 900 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2028 • 1385 hectare zonnepark t.b.v. totaal aanleg Zon op land tot en met 2030 <p>'Ambitieuw'</p> <ul style="list-style-type: none"> • 600 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2025 • 1200 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2028 • 1730 hectare zonnepark t.b.v. totaal aanleg Zon op land tot en met 2030
Wind op land	<p>'Raming'</p> <ul style="list-style-type: none"> • 15 windmolens (5,6 MW) tot en met 2025 • 80 windmolens (5,6 MW) tot en met 2028 • Circa 150 windmolens (5,6 MW) totaal tot en met 2030 <p>'Ambitieuw'</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 windmolens (5,6 MW) tot en met 2025 • 120 windmolens (5,6 MW) tot en met 2028 • Circa 200 windmolens (5,6 MW) totaal tot en met 2030
Spreiding energieconsumptie	<p>'Raming'</p> <p>Jaarlijks een gemiddelde toename van circa 0,7% van het totale energieverbruik dat flexibel geconsumeerd wordt binnen de gehele provincie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Per jaar 0,7% elektriciteit dat flexibel geconsumeerd wordt • 5% van het elektriciteitsverbruik wordt tot en met 2030 flexibel geconsumeerd <p>'Ambitieuw'</p> <p>Jaarlijks een gemiddelde toename van circa 1,4% van het totale energieverbruik dat flexibel geconsumeerd wordt binnen de gehele provincie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Per jaar 1,4% elektriciteit dat flexibel geconsumeerd wordt • 10% van het elektriciteitsverbruik wordt tot en met 2030 flexibel geconsumeerd

Geothermie	<p><i>'Raming'</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tot en met 2026 wordt op 1 locatie geothermie gerealiseerd • Tot en met 2028 worden op 2 locaties geothermie gerealiseerd • Tot en met 2030 wordt op 3 locaties geothermie gerealiseerd (261 TJ per locatie gemiddeld) <p><i>'Ambitieuus'</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tot en met 2026 wordt op 1 locatie geothermie gerealiseerd • Tot en met 2028 worden op 3 locaties geothermie gerealiseerd • Tot en met 2030 wordt op 6 locaties geothermie gerealiseerd (261 TJ per locatie gemiddeld)
Aquathermie	<p><i>'Raming'</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Jaarlijks worden vanaf 2026 circa 10.000 woningen op een warmtenet aangesloten middels aquathermie • Tot en met 2030 worden 50.000 woningen aangesloten op warmtevoorziening middels aquathermie <p><i>'Ambitieuus'</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Jaarlijks worden vanaf 2026 circa 20.000 woningen op een warmtenet aangesloten middels aquathermie • Tot en met 2030 worden 100.000 woningen aangesloten op warmtevoorziening middels aquathermie
Kernenergie	<p><i>'Raming'</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Realisatie van een SMR kerncentrale is in het scenario raming niet haalbaar <p><i>'Ambitieuus'</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Er wordt tot en met 2030 in totaal 1 SMR gebouwd met 520 MW thermisch en 200 MW elektrisch vermogen

Tabel 4: Uitwerking jaarlijkse doelstellingen per oplossing scenario 'Raming' & 'Ambitieuus' domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur).

Planetaire grenzen

De klimaatproblematiek en specifieke klimaatoplossingen in de provincie Gelderland zullen altijd in het perspectief moeten worden geplaatst van planetaire grenzen, ofwel het idee dat sommige grondstoffen of elementen al verder dan onze planetaire grenzen zijn verbruikt, of dat ik de toekomst snel zullen worden. Hierbij zijn er verschillende strategieën in herverdeling van schaarse materialen en consumptie, zoals bijvoorbeeld gebaseerd op gebruik in het verleden, of evenredig recht per capita. De provincie Gelderland kan intern sessies organiseren om zo de relatie tussen het implementeren van de klimaatoplossingen, overshoot en de gevolgen daarvan in het licht te brengen.

Box 4: Toelichting planetaire grenzen

Toelichting Jevons paradox

Het Jevons Paradox is een economisch fenomeen waarbij een toename in de efficiëntie van het gebruik van een hulpbron, zoals energie, kan leiden tot een toename van het totale verbruik ervan. Dit komt doordat lagere kosten van efficiënter gebruik het verbruik aantrekkelijker maken en mensen meer gaan verbruiken.

Een praktisch voorbeeld is het gebruik van energiezuinige LED-lampen. Hoewel het gebruik van LED-lampen tot een vermindering van energieverbruik per lamp kan leiden, kan het resulteren in meer lampen per huishouden, omdat het gebruik van licht door de lagere kosten van LED-lampen aantrekkelijker wordt.

De risico's van het Jevons Paradox op de energietransitie zijn dat investeringen in energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen niet tot de verwachte vermindering van de uitstoot van broeikasgassen leiden als gevolg van het hogere totale verbruik. Om deze risico's te verminderen, moeten beleidsmakers ervoor zorgen dat energie-efficiëntie- en hernieuwbare energie-investeringen gepaard gaan met stimuleringsmaatregelen om het totale energieverbruik te verminderen.

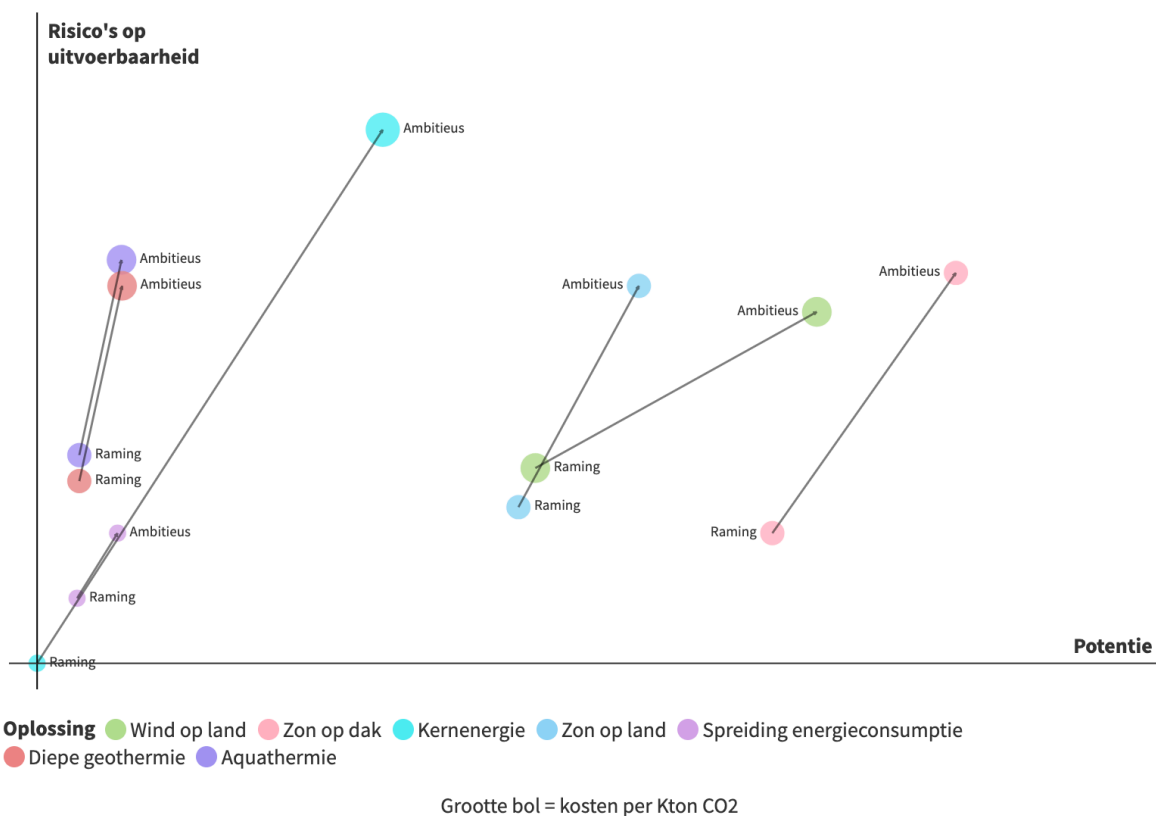
Box 5. Toelichting risico 'Jevons Paradox'

2.2 Haalbaarheidsanalyse

In de focusmatrix (figuur 5) wordt weergegeven wat voor de verschillende scenario's van de oplossingen de potentie is (reductie CO₂-eq-uitstoot) i.r.t. risico's en prijs per ton CO₂-eq per oplossing.

Focuspunten met een laag risico kunnen worden aangemerkt als 'Laaghangend fruit', waarbij en emissies gereduceerd kunnen worden met relatief weinig risico's, dit geldt zowel voor oplossingen met een grote mate van potentie als oplossingen die een kleinere hoeveelheid aan emissies reduceren. Aanvullend zijn er ook focuspunten voor oplossingen om vanuit het scenario 'Raming' op te schalen naar het scenario 'Ambitieuw', wat gepaard kan gaan met hogere complexiteit. Voor deze oplossingen kan een meer actieve invulling van de rol van de provincie bijdragen aan het behalen van een grotere potentie.

In de onderstaande figuur is te zien dat er veel laaghangend fruit is, waarbij de oplossingen 'Kleinschalige installaties zon op dak', 'Spreiding energieconsumptie' en 'Groen gas' duidelijk naar voren komen als oplossingen waarbij de kosten per kton CO₂ relatief laag uitvallen en er in het scenario 'Ambitieuw' veel extra potentie is.



Figuur 5: Voorbeeld analyse kansen matrix oplossingen domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur).

De energietransitie is in volle gang in Gelderland. De provincie streeft naar een duurzame energievoorziening in 2030, met als doel de RES-doelstellingen te behalen. Dit betekent dat er de komende jaren veel zal veranderen in de manier waarop we energie opwekken en gebruiken. Er zijn echter ook risico's. De huidige netcapaciteit is ontoereikend voor de toenemende hoeveelheid duurzame energie, wat kan leiden tot congestie op het net. Vergunningverlening Trajecten kunnen langdurig en complex zijn, wat vertraging en extra kosten met zich meebrengt. Bovendien is er maatschappelijke weerstand tegen de plaatsing van windturbines en zonneparken.

De provincie kan een belangrijke rol spelen bij het adresseren van deze risico's en het benutten van de kansen. Door regie te pakken, bijvoorbeeld d.m.v. het aanwijzen van locaties voor grootschalige opwek, coördinerend tussen de regio's en gemeenten ondersteunen met het versoepelen en versnellen van vergunningverlening.

Parkmanagement organisaties en ondernemersverenigingen hebben behoefte aan ondersteuning zoals het coördineren van initiatieven zoals energiecoöperaties die zich richten op decentrale energieopslagsystemen, in samenwerking met netbeheerders, om de infrastructuur voor elektriciteit te verbeteren op bedrijventerreinen. Samenwerking met gemeenten ter stimulering dat bedrijven op bedrijventerreinen energieverbruik gegevens gaan delen en hun productieprocessen hierop aanpassen (relatie tot gebouwde omgeving en industrie), hiervoor kan worden samengewerkt met de Energy Board.

Met name ook op gebied van educatie is nodig dat er wordt samengewerkt met HBO en MBO instellingen om zo ook de transitie na 2030 te borgen. Er is een grootschalig tekort aan banen in de aanleg van duurzame elektriciteitsvoorzieningen, dit kan enkel met het vergroten van de instroom van afgestudeerden, arbeidsmigratie of automatisering worden opgelost.

De provincie heeft ook een belangrijke rol op het inzetten voor functiemenging zoals het stimuleren van biodiversiteitprogramma's op land voor grootschalige wind- en zonneparken te initiëren. Daarnaast dient onderzocht te worden wat de lange termijn effecten zijn van systemische keuzes die vandaag worden gemaakt voor het energiesysteem van de toekomst. Kernenergie is een onomkeerbare keuze met een zeer lange aanloop tijd, ook in relatie tot toekomstige afbraak. Zon-, windenergie en slimme technologieën die zich richten op net-flexibiliteit en energieopslag ontwikkelen zich in een razendsnel tempo. Deze oplossingen zijn modulair en kunnen op lange termijn ook weer vervangen worden.

3. Conclusies 2023-24 met momentopname 2025 mbt de kanskaart die ontwikkeld is tot en met 2030.

Momentopname 2025 kader:

Tussen 2021 en 2023 is in het domein Energie de grootste uitstootvermindering gerealiseerd van alle sectoren. Deze daling is vooral te danken aan de groei van zonne- en windenergie, verbeterde energie-efficiëntie in productie en huishoudens, en het toenemende gebruik van hernieuwbare bronnen voor elektriciteit en warmte. Tegelijkertijd is zichtbaar dat de groeiende druk op het elektriciteitsnet en ruimtelijke beperkingen verdere opschaling afremmen.

Aanbevelingen voor de beleidsperiode 2025–2030

- **Versnelling van zon op dak**, met name door verplichte benutting van bedrijfsdaken en stimulering van particuliere toepassingen, inclusief integratie van opslag.
- **Laaghangend fruit**: zon-op-dak en spreiding van energiegebruik door inzet van dynamische tarieven, slim laden en tijdsafhankelijke verbruikssystemen.
- **Gerichte inzet op kabelbundeling en tijdelijke netoplossingen** om vertragingen in netaansluiting te beperken.
- **Ruimtelijke verankering van wind op land en agrovoltatics**, in combinatie met participatie van omwonenden.
- **Voorbereiding op opschaling van diepe geothermie en aquathermie**, inclusief vergunningen, bodemonderzoek en gebiedsgerichte warmteplanning.
- **Langetermijnvisie op kernenergie** door vroegtijdige betrokkenheid van regio's bij scenario's voor locatiekeuze en systeeminpassing.

De belangrijkste conclusie die hieruit volgt: **de energietransitie in Gelderland is op gang, maar de resterende opgave vereist versnelling van uitvoerbare maatregelen en structurele ruimte voor slimme oplossingen.**

Energie is een basisvoorwaarde voor de menselijke samenleving. De transitie van fossiel naar hernieuwbaar is daarom zeer fundamenteel. In het voorkomen van de uitstoot van energieopwekking (kolencentrales), en verbranding voor warmte (industrie) en transport (verbrandingsmotor) zit een groot deel van de klimaatoplossing. Energie maakt vrijwel alle activiteiten mogelijk, en is daarom ook intensief verknoot met alle andere domeinen.

De Regionale Energie Strategieën (RES) geven goede resultaten, maar de capaciteit van het elektriciteitsnet blijft nog achter. Spreiding van energieconsumptie is daarom juist in deze fase van de transitie belangrijk. Vraagsturing en batterijopslag, bijvoorbeeld in het groeiende elektrische wagenpark, nemen geleidelijk de rol van buffer over, waardoor een robuust schoon energiesysteem ontstaat.

Windparken en zonneweides wekken weerstand op. Het is cruciaal om de direct belanghebbenden mede-eigenaar te maken door hen in de winst te laten delen. Hier moet hard gewerkt worden; om in 2030 resultaten te behalen moeten de meeste vergunningen eind 2025 worden verleend.

Bij particulieren en bedrijven kan nu direct op vraagsturing worden ingezet, omdat energiecontracten met vrijwel live energieprijzen voorhanden zijn. ICT-innovatie op dit gebied kan omarmd worden; de (prijs) data is beschikbaar, veel apparaten en processen kunnen flexibel aan- en uitgeschakeld worden (van opladen van auto's tot koelcellen en verwarmings processen), waardoor het energienet nu beter benut kan worden en bij groei op piekmomenten voldoende stroom afgenomen kan worden. Vraagsturing en opslag zullen de energieprijzen doen dalen. Snel inregelen van deze systemen zal, vanwege deze prijsdaling, het draagvlak voor de energietransitie verder versterken.

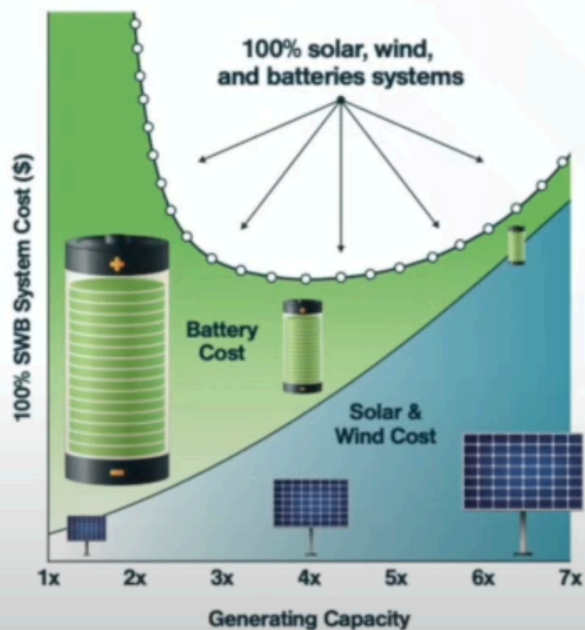
De warmtevraag is een belangrijk deel van het energiegebruik. Geo- en aquathermie bieden nog veel ruimte voor ontwikkeling, zowel voor het winnen van warmte als voor (seizoens)opslag. Kernenergie kan een onderdeel van de energiemix zijn, maar alleen als de prijs in de buurt komt van het zon-wind-opslag systeem. Vanwege de veiligheidsaspecten en grote kapitaaluitgaven is dit onzeker, ook omdat de prijs van zon, wind en opslag structureel daalt en het einde van de daling nog niet in zicht is.

Innovatie, inspiratie en transitieversnellers

Stroom uit zonnepanelen en windmolens is gemiddeld wereldwijd goedkoper⁶² dan elke andere energiebron. De transitieversneller zit in zowel het doorzetten van de prijsdaling van wind en zon, als ook het doorzetten van de prijsdaling van batterijopslag (zie ook transitieversneller domein Mobiliteit). Energieopslag heeft dankzij automatisering twee belangrijke vormen: batterijen en het slim aan- en uitschakelen van apparaten en processen. Een stabiel en goedkoop energiesysteem op basis van zon, wind en opslag heeft hierdoor maar enkele dagen batterijopslag nodig (en dus geen seizoensopslag). Zo'n systeem heeft bovendien een groot deel van het jaar overcapaciteit, waardoor stroom vaak goedkoop en overvloedig beschikbaar is (figuur 6)

⁶² <https://www.theguardian.com/environment/2021/jun/23/most-new-wind-solar-projects-cheaper-than-coal-report>

KEY FINDING
THE CLEAN ENERGY U-CURVE
Nonlinear Tradeoff between Generation & Storage



Copyright © 2010-2021 Tony Seba

Figuur 6: De optimalisatie van een energiesysteem op basis van zon, wind en batterijen levert met slechts een paar dagen opslag niet alleen stabiel en goedkoop stroom, maar heeft een groot deel van de tijd veel overcapaciteit, wat de prijs blijvend laag houdt.

Bron: [RethinkX 2020](#).

4. Transitiebeelden 2023-24 & momentopname 2025 met vooruitblik naar periode 2030-'50

Momentopname 2025 kader:

Het eerder opgestelde transitiebeeld blijft grotendeels onveranderd, echter is de urgentie om deze te realiseren toegenomen, mede gezien het kortere resterende tijdspad. Per transitiebeeld op domeinniveau zijn waar mogelijk relevante SMART ontwikkelingen toegevoegd, toewerkend naar een vooruitblik voor de periode 2030-'50. Hieronder een overzicht van recente ontwikkelingen (2024-2025) met een indicatie wanneer deze ontwikkelingen relevant worden voor het realiseren van het transitiebeeld voor de perioden **2025–2030** en **2030–2050**:

Relevante ontwikkelingen 2025–2030

Toename batterijopslagcapaciteit

Sterke groei in batterijopslagtechnologie zorgt voor meer flexibiliteit binnen het energiesysteem, essentieel voor het opslaan en benutten van hernieuwbare energie wanneer zon en wind minder produceren. Dit draagt direct bij aan het realiseren van betrouwbare elektriciteitsvoorziening en piekopvang tot 2030⁶³.

Cable pooling (gecombineerde netaansluitingen)

Het combineren van meerdere duurzame bronnen (zon en wind) op één aansluiting vermindert netcongestie op korte termijn. Dit verhoogt direct de haalbaarheid van nieuwe duurzame energieprojecten vóór 2030.

Nieuwe Energiewet (invoering vanaf 2025)

Deze wet stimuleert flexibeler energiegebruik en beschermt consumenten beter, waardoor consumenten en bedrijven meer mogelijkheden krijgen om actief deel te nemen aan de energiemarkt en efficiënter met energie om te gaan, wat voor 2030 noodzakelijk is⁶⁴.

Energieeffingen voor elektriciteitsproducenten

Nieuwe regels van de ACM om elektriciteitsproducenten te laten bijdragen aan netwerkkosten kunnen invloed hebben op investeringsbeslissingen en kostenstructuur voor energieproductie, met effecten die zich vóór 2030 manifesteren⁶⁵.

⁶³ [Change Inc., 'Wachtrijen stroomnet verdubbeld en Royal HaskoningDHV investeert jaarlijks 12,5% nettowinst in Klimaatfonds' \[online\] \(2024\)](#)

⁶⁴ [BG Legal, 'De energietransitie: nieuwe wet- en regelgeving in ontwikkeling' \[online\] \(2024\)](#)

⁶⁵ [Reuters, 'Dutch regulator says it plans to begin charging electric grid feed-in tariffs' \[online\] \(2024\)](#).

Vooruitblik 2030–2050

Gelderland algemeen

Zon op dak 2030-2050 (SMART)

De provincie Gelderland heeft in haar huidige beleidsdocumenten geen expliciete plannen voor zonne-energie op daken na 2030. Het huidige beleid richt zich voornamelijk op het maximaliseren van het gebruik van daken voor zonne-energie tot 2030. Voor de periode na 2030 wordt verwacht dat de provincie haar inzet op zonne-energie zal voortzetten, met mogelijk meer nadruk op innovatieve toepassingen zoals zonnepanelen geïntegreerd in gevels en andere bouwdelen. Daarnaast kan de focus liggen op het verbeteren van de efficiëntie en opslagcapaciteit van zonne-energie, mede door technologische ontwikkelingen. Concrete plannen en doelstellingen voor zonne-energie op daken na 2030 zullen waarschijnlijk in toekomstige beleidsdocumenten worden vastgelegd.

Wind op land 2030-2050 (SMART)

In het huidige tempo zal dat niet in 2030 gehaald worden, maar de regio's blijven hier wel naar streven. Daarnaast benadrukken de regio's in Gelderland het belang van het blijven inzetten op windenergie op land na 2030. Dit is essentieel voor het behalen van nationale en Europese klimaatdoelstellingen en voor het voorzien in de groeiende vraag naar duurzame elektriciteit. In de komende jaren zal de provincie samen met gemeenten en andere stakeholders werken aan het identificeren van geschikte locaties voor windturbines, het optimaliseren van beleidskaders en het bevorderen van maatschappelijke acceptatie.⁶⁶

Nederland algemeen

Grootschalige warmteopslag en warmtebatterijen

Hoewel al toegepast, zullen warmteopslagtechnieken en warmtebatterijen op grote schaal pas tussen 2030–2050 significant bijdragen aan een robuuste energiebalans, vooral in combinatie met geothermie en aquathermie⁶⁷.

Structurele oplossingen voor netcongestie

Hoewel cable pooling en batterijopslag op korte termijn verlichting bieden, zijn grootschalige en langdurige oplossingen voor het stroomnet, inclusief ingrijpende infrastructurele investeringen, essentieel na 2030 om de groeiende energievraag duurzaam op te vangen.⁶⁸

⁶⁶ [GMR Arnhem-Nijmegen. Nieuws](#)

⁶⁷ [Polanski, 'Trends duurzame energie 2025' \[online\] \(2024\).](#)

⁶⁸ [RVO, 'Ontwikkelingen energieopslag' \[online\] \(2024\).](#)

Versnelling en opschaling door nieuwe regelgeving en beleid

Verdere aanscherping van Europese (zoals de Clean Industrial Deal) en nationale regelgeving zorgt voor snellere vergunningverlening en verlaging van kosten voor duurzame elektriciteit, wat na 2030 structureel nodig is voor duurzame schaalvergroting en industriële verduurzaming⁶⁹.

Opkomst grootschalige toepassing van waterstof

Hoewel waterstof al kleinschalig toegepast wordt vóór 2030, wordt grootschalige inzet van groene waterstof vooral relevant na 2030 als oplossing voor opslag en buffering van energie en als duurzaam alternatief in industriële processen en mobiliteit⁷⁰.

Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) tot 2050⁷¹.

Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) biedt een duidelijke ontwikkelrichting voor het Nederlandse energiesysteem tot 2050. Het plan maakt richtinggevende keuzes die de basis leggen voor de transitie naar een duurzamer energiesysteem, waarbij het kabinet sturing geeft aan de vier energieketens: elektriciteit, waterstof, koolstof en warmte. Het NPE verbindt verschillende sectoren zoals industrie, mobiliteit en landbouw en kijkt integraal naar de opwekking, opslag en het gebruik van energie. Het plan wordt elke vijf jaar geactualiseerd om in te spelen op nieuwe ontwikkelingen. De opbouw van het nieuwe systeem gaat hand in hand met de afbouw van het oude, en het NPE biedt belanghebbenden duidelijkheid over hun rol in de transitie. Het plan is tot stand gekomen door samenwerking met verschillende ministeries, de energiesector, en burgers.

Programma Energiehoofdstructuur (PEH) richting 2050⁷².

Het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) richt zich op het anticiperen op de benodigde ruimte voor de energietransitie in Nederland. Het doel is om de ruimte voor toekomstige energie-infrastructuur, zoals hoogspanningskabels, buisleidingen, elektrolyzers, en energieopslagcapaciteit, tijdig te identificeren en afspraken te maken met betrokken partijen zoals gemeenten, provincies en netbeheerders. Dit voorkomt dat er later conflicten ontstaan over de beschikbaarheid van ruimte, vooral in een dichtbevolkt land waar ruimte schaars is. Het PEH kijkt niet alleen naar nieuwe infrastructuur, maar ook naar het hergebruik van bestaande locaties, zoals voormalige kolencentrales, voor duurzame energieproductie of het transport van waterstof. Het programma houdt rekening met de impact op natuur, cultureel erfgoed en de leefbaarheid, en draagt bij aan de ambitie om in 2050 een klimaatneutraal energiesysteem te realiseren.

⁶⁹ [Polanski, 'Trends duurzame energie 2025' \[online\] \(2024\).](#)

⁷⁰ [BG Legal, 'De energietransitie: nieuwe wet- en regelgeving in ontwikkeling' \[online\] \(2024\).](#)

⁷¹ [Provincie Gelderland, 'Nationaal Plan Energiesysteem' \[PDF\] \(2023\)](#)

⁷² [Provincie Gelderland, 'Programma Energiehoofdstructuur' \[PDF\] \(2024\)](#)

Kernenergie

In maart 2024 heeft de Tweede Kamer het Kabinet gevraagd om een scenario uit te werken voor de bouw van vier grote kerncentrales in Nederland tegen 2040. Momenteel bereidt het kabinet de bouw van ten minste twee nieuwe kerncentrales voor. Kernenergie zal daarmee waarschijnlijk een grotere rol gaan spelen in het toekomstige energiesysteem van Nederland.

Versnel combinatie voedselproductie en zon op land. Agrovoltaics⁷³ is het dubbel gebruik van landbouwgrond voor zowel gewasproductie als voor het opwekken van zonne-energie via fotonvoltaïsche cellen in zonnepanelen. Hierbij worden zonnepanelen boven landbouwgewassen geplaatst, wat de ruimte efficiënt benut. Projecten van GroenLeven zoals Agri-PV Babberich (Gelderland) zijn innovatieve technologieën voor de fruitteelt en duurzame energie⁷⁴. Dit biedt voordelen zoals het verbeteren van de water- en energie-efficiëntie, het verhogen van de gewasopbrengst door schaduwwerking, en het genereren van hernieuwbare energie zonder de landbouwgrond volledig in beslag te nemen.

Introduceren van lokale marktprikkels.

Zoals tijd- en plaatsafhankelijke nettarieven en aanpassen van subsidies zoals de SDE++ zodat optimaal rekening wordt gehouden met tijdstip en locatie van het verbruik kunnen bijdragen aan een betere geografische spreiding van gebruik en productie. Zo zou bijvoorbeeld het aansluittarief hoger kunnen zijn op locaties waar congestie in het netwerk optreedt, zodat nieuwkomers worden gestimuleerd om zich elders te vestigen.

Kansrijke transitiepaden vanaf 2030 tot 2050

Vanwege de beperkte fysieke ruimte is efficiënt ruimtegebruik essentieel. Innovatieve toepassingen zoals Agrovoltaics (combinatie van zonne-energie en landbouw), gedemonstreerd in projecten zoals Agri-PV Babberich, bieden belangrijke kansen voor geïntegreerd land- en energiegebruik. Daarnaast kunnen marktprikkels zoals tijd- en plaatsafhankelijke nettarieven en aanpassing van subsidies zoals SDE++ bijdragen aan betere geografische spreiding van energiegebruik en productie.

⁷³ [GCA, Clean energy innovation and climate change adaptation can work in lockstep \[online\] \(2024\)](#)

⁷⁴ [Groen Leven, Agri-PV Babberich \[online\] \(2024\)](#)

Specifieke extra aandachtspunten per SMART-oplossingen energie

SMART oplossing	2030-2040	2040-2050	Bronnen
Zon op dak	Installatie zonnepanelen op minimaal 70% van geschikte bedrijfs- en particuliere daken.	Volledige benutting geschikt dakoppervlak met geïntegreerde opslagtechnologie.	RVO.nl
Wind op land	Aanleg minimaal 3 windparken met lokale participatie.	Vervanging oudere turbines door efficiëntere modellen voor hogere opbrengst.	Provincie Gelderland
Zon op land	Aanleg agrivoltaïsche systemen op minimaal 30% landbouwgrond.	Opschaling naar minimaal 60% landbouwgrond met agrivoltaïsche systemen.	TNO
Kernenergie	Het doel is voor 2030 een definitieve locatiekeuze en vergunningen voor Small Modular Reactors (SMR's). Circa 2035 de realisatie en ingebruikname minstens één SMR-installatie.		Ministerie EZK
Diepe geothermie	Aansluiting minimaal twee geothermische bronnen op stedelijke warmtenetten.	Integratie geothermie in regionale warmtenetten.	EBN
Aquathermie	Aanleg aquathermie-netwerken in minimaal vijf steden.	Integratie aquathermie in alle grote stedelijke warmtenetten.	Rijkswaters taat
Spreiding energieconsumptie	Uitrol dynamische tarieven en slimme meters in 80% huishoudens.	Volledige adoptie energiemanagementsystemen door consumenten en bedrijven.	ACM

Transitiebeelden bieden alle betrokkenen inspiratie en houvast. De beelden zullen zich blijven aanpassen tijdens de diepe maatschappelijke transitie, maar tussentijds worden contouren zichtbaar.

Een transitiebeeld dat zich aftekent in het energiesysteem: **Er is altijd en goedkoop elektriciteit beschikbaar; zonnepanelen en windmolens geven niet altijd stroom, maar door batterijopslag in vooral elektrische auto's en het slim aan- en uitzetten van apparaten en processen worden pieken en dalen opgevangen.** Samen met warmte uit water en de bodem dekt dit onze energiebehoefte.

Transitietips om dit beeld te realiseren:

- *Koop groene stroom in.*
- *Het reduceren van de energievraag is de belangrijkste motor voor positieve impact. Dit bespaart direct geld voor consumenten en bedrijven.*
- *Wantrouw iedereen die zegt dat de zon niet altijd schijnt en de wind niet altijd waait. Dit klopt theoretisch, maar in de praktijk worden slimme wind-zon-opslag systemen al heel snel robuust.⁷⁵*
- *Gedragsverandering kan worden bereikt door gebruik van energiecontracten met realtime energieprijzen, en initiatieven zoals het energieweerbericht, waardoor consumenten en bedrijven energie kunnen gebruiken als het aanbod hoog is en de prijs dus laag. De bufferopslag-capaciteit van het energiesysteem is in potentie groot. Het grote merendeel van de huizen en industriële processen, en het opladen van auto's, kan door slim te timen pieken opvangen. Breidt het zogenaamde 'peak-shaving' (pieken in de opwek opvangen) daarom uit tot het optimaal opvangen van pieken en dalen door aan- en uitschakelen van zoveel mogelijk verbruik.*
- *Maak bij nieuwe wind- en zonprojecten omwonenden en andere direct belanghebbenden mede-eigenaar of gebruik andere constructies zodat zij ook financieel meeprofiteren. Dit kan via lokale energiecoöperaties of buurtfondsen, en verhoogt de acceptatie.*
- *Deel kennis, begin zelf en in de provinciale organisatie. Inspireer anderen in je omgeving om hun gedrag aan te passen, dat zorgt voor een grote impact. Bijvoorbeeld door als collega's van de provincie in de eigen woon- en leefomgeving op te treden als energiecoach, initiatieven voor Earth overshoot day te organiseren of binnen de muren van het provinciehuis energiebesparingstips zichtbaar te maken.*

⁷⁵ Kijk bijvoorbeeld bij de regionale energiehub [FCW Energy](#) in Middenmeer. Directeur Robert Kielstra laat overtuigend zien hoe 'een tomaat' (de energievraag van de kassen) een batterij is, doordat deze energievraag uitstekend is af te stemmen op het aanbod.

5. Klimaatkansenkaart voor Gelderland

Momentopname 2025 kader:

Toelichting op de Klimaatkansenkaarten

De vijf kaarten zijn te [downloaden via deze link](#) geven een visueel overzicht van de klimaatopgave én -oplossingen in Gelderland. Raadzzaam 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)
- Klimaatoplossingen en hun potentieel voor CO₂-reductie, berekend op basis van de WTW-methodiek (Well-to-Wheel), zoals uitgewerkt in de Klimaatkansenkaart Gelderland 2025

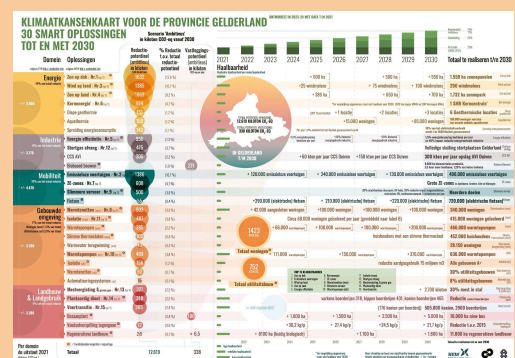
Elke kaart toont een ander perspectief: van de ambitie in het oorspronkelijke scenario tot de actuele voortgang in 2025 en mogelijke toekomstbeelden richting 2050. De kaarten helpen om snel inzicht te krijgen in waar de provincie nu staat, welke reductie al is gerealiseerd en waar de grootste kansen 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-methodiek** (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-methodiek** (Well-to-Wheel). Deze aanpak maakt ketenemissies zichtbaar en laat zien welke oplossingen het meeste kunnen bijdragen aan de provinciale klimaatdoelen tot 2030.

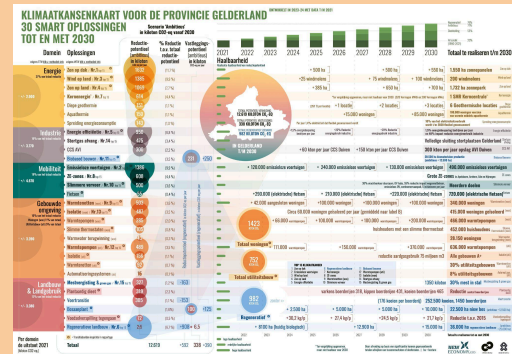


Kaart 2: Klimaatkansenkaart Gelderland – uitstoot (TTW) en kansen (WTW), regeneratief scenario 2030

Wat zie je?

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

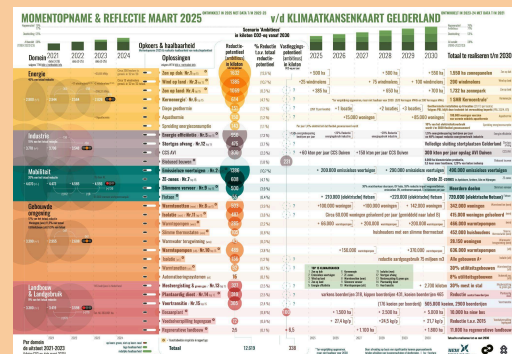
Het verschil zit in het **scenario voor de oplossingen**: dit regeneratieve scenario kijkt verder dan gangbare maatregelen en bevat ook oplossingen met bredere maatschappelijke meerwaarde, zoals biobased bouwen, voedselbossen of water- en bodemherstel. De CO₂-winst wordt berekend volgens de **WTW-benadering**, 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-methodiek** (Tank-to-Wheel). Deze gegevens zijn afkomstig van www.emissieregistratie.nl en geven inzicht in de daadwerkelijke voortgang van de emissiereductie. Daarnaast toont de kaart rechts welk 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.

[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.](#)

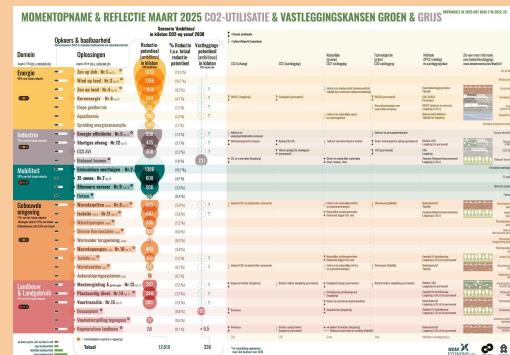
De analyse van DERA identificeert de potentie van klimaatoplossingen en concretisering in de provincie Gelderland, geïnspireerd op het Drawdown raamwerk en de daarin uitgewerkte oplossingen. De resultaten dienen als inspiratie voor een verder uit te werken uitvoeringsplan of plan van aanpak met concretisering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

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 volgende 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.](#)

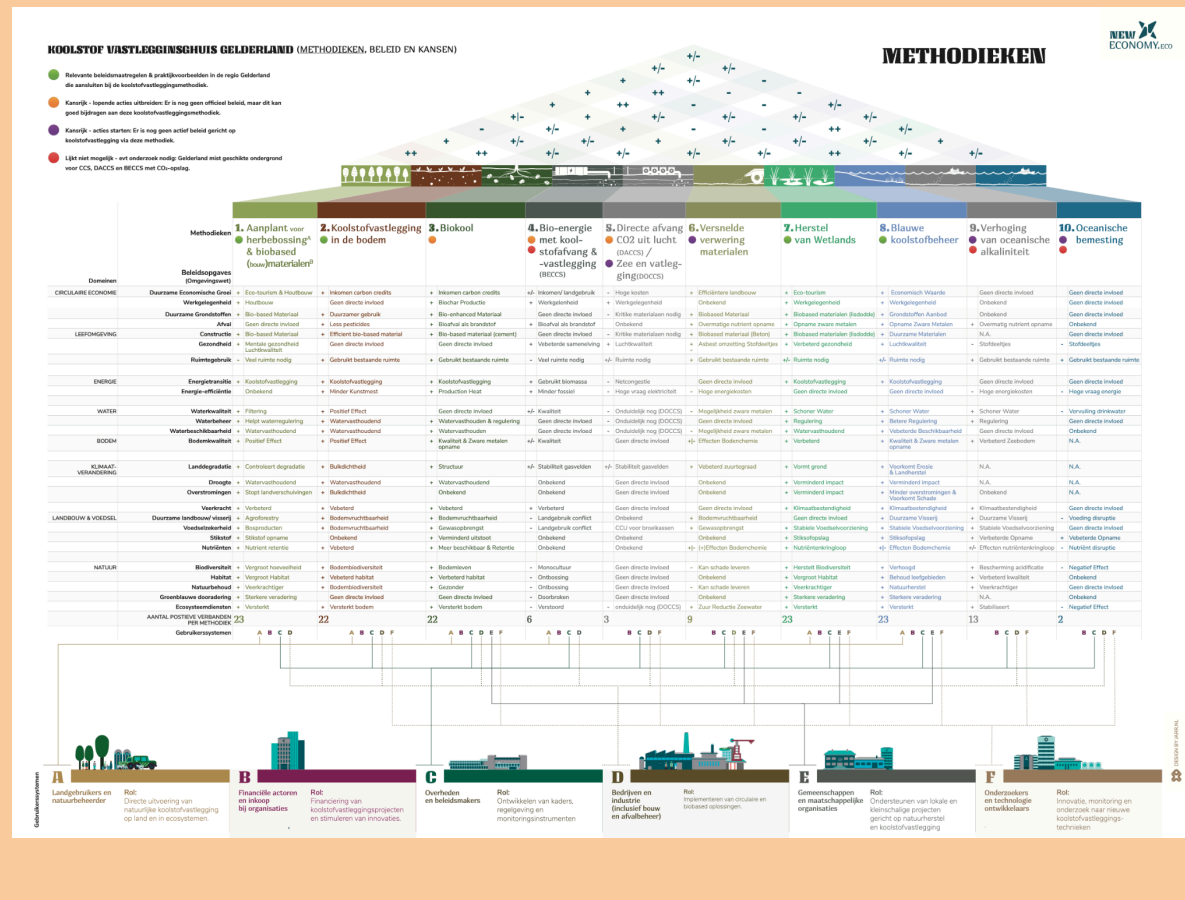
De analyse van DERA identificeert de potentie van klimaatoplossingen en concretisering in de provincie Gelderland, geïnspireerd op het Drawdown raamwerk en de daarin uitgewerkte oplossingen. De resultaten dienen als inspiratie voor een verder uit te werken uitvoeringsplan of plan van aanpak met concretisering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

6. Kansen voor koolstofvastlegging binnen het domein Energie

Momentopname 2025 kader:

Koolstofvastlegging speelt een cruciale rol in de transitie naar een duurzame samenleving en vormt een essentiële aanvulling op emissiereductie. Vanuit het onderzoek 'Koolstofvastlegging als organiserend principe voor economie en ecologie' (gestart in 2024 en afgerond in maart 2025) blijkt dat koolstofvastlegging aanzienlijke kansen biedt om zowel ecologische als economische doelstellingen te realiseren. Dit onderzoek benadrukt het belang van het integreren van natuurlijke (groene) en technologische (grijze) koolstofvastlegging in diverse beleids- en toepassingsgebieden. Zie uitgebreide marktverkenning koolstofvastlegging Gelderland en documenten.

www.neweconomy.eco/koolstof-gld



In het domein Energie liggen verschillende kansen voor koolstofvastlegging die de Gelderse energietransitie verder kunnen versterken. De natuurlijke (groene) koolstofvastlegging biedt directe kleine kansen, bijvoorbeeld via groene buffers rondom zonneparken en aquathermieprojecten, en kan bijdragen aan verbetering van bodemkwaliteit en biodiversiteit. Hoewel deze groene vormen van vastlegging vaak een tijdelijke tot langdurige duur hebben, brengen ze significante voordelen mee zoals biodiversiteit, verbetering van luchtkwaliteit en lokale economische kansen¹.

Technologische (grijze) koolstofvastlegging biedt ook mogelijkheden binnen dit domein, al is de haalbaarheid ervan sterk afhankelijk van technologische en economische factoren. Zo blijkt bijvoorbeeld dat Direct Air Capture and Carbon Storage (DACCS), hoewel potentieel veelbelovend, momenteel nog experimenteel is en gepaard gaat met hoge energie-intensiteit². Volgens recente analyses is het realistisch potentieel van DACCS op korte termijn zeer beperkt door onzekerheden rondom technische ontwikkeling, economische haalbaarheid en beperkte opslagcapaciteiten².

Andere grijze oplossingen, zoals CCS bij AVI-installaties en stortgasafvang, bieden bewezen mogelijkheden voor langdurige CO₂-opslag. Echter, ondergrondse opslag van CO₂ (CCS) is naar huidige inzichten geologisch niet mogelijk binnen de provincie Gelderland, vanwege het ontbreken van geschikte diepe poreuze gesteentelagen zoals lege gasvelden of zoutformaties.

Afvang van CO₂ (CCU)₂ is daarentegen wél mogelijk bij industriële installaties zoals afvalverbranders (AVI's). In theorie kan deze CO₂ worden getransporteerd – bijvoorbeeld in vloeibare vorm per vrachtwagen, spoor of via nog aan te leggen infrastructuur – naar locaties buiten de provincie waar wel opslagcapaciteit beschikbaar is.⁷⁶

Of dit economisch haalbaar en effectief is, is zeer onzeker. Het vraagt aanzienlijke investeringen in transport en infrastructuur, en de maatschappelijke en ruimtelijke haalbaarheid is nog niet voldoende onderzocht. Daarom geldt CCS in Gelderland momenteel niet als prioritaire of kansrijke oplossing, ondanks de technische mogelijkheden voor CO₂-afvang.

⁷⁶[NOS: Hier willen ze Nederlandse CO2 in de Noorse zeebodem pompen \[video\] online Maart 2025](#)

Bijlagen

Methodologische onderbouwingen potentie per oplossing

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.

Gegeven de complexiteit van de klimaatopgave, de interacties en feedbackloops en de vele, elkaar snel opvolgende actuele ontwikkelingen, is een integrale blik op acties nodig. Om te weten welke acties nodig zijn en wat de potentie én implicaties daarvan zijn, is een heldere vastlegging van methodologische keuzes van belang. Daarom is een methodologische bijlage toegevoegd aan de analyse, waarin per oplossing is uitgewerkt op welke manier de geïdentificeerde potentie tot stand is gekomen. De desbetreffende bestanden zijn te downloaden in de volgende link:

[Link naar de Bijlagen](#)