

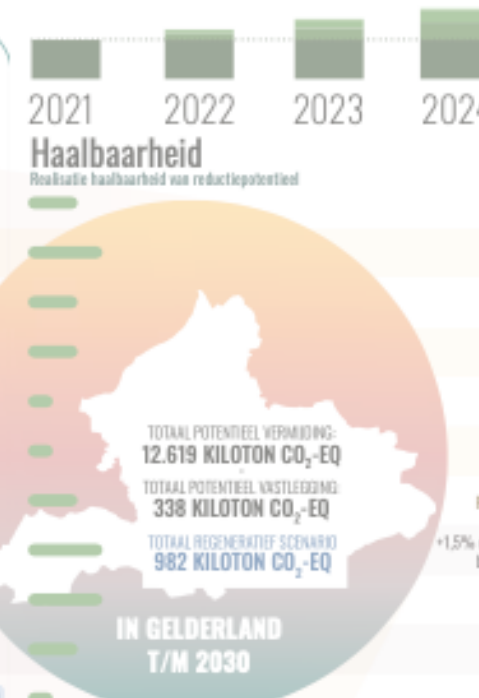
# KLIMAATKANSENKAART VOOR DE PROVINCIE GELDERLAND

## 30 SMART OPLOSSINGEN TOT EN MET 2030

Scenario 'Ambitueus'  
in kiloton CO2-eq vanaf 2030

- Energie**  
37% van totaal reductie  
+/- 2.900
- Industrie**  
16% van het totaal reductie  
+/- 3.770
- Mobiliteit**  
18% van het totaal reductie  
+/- 4.670
- Gebouwde omgeving**  
16% van het totaal reductie  
Woningen (woe) 11% van totaal  
Utiliteitsbouw (ut) 5% van totaal  
+/- 3.390
- Landbouw & Landgebruik**  
13% van het totaal reductie  
+/- 3.380

Domein	Oplossingen	Reductie-potentieel (ambitueus) in kiloton CO2-eq per jaar	% Reductie t.o.v. totaal reductie-potentieel	Vastleggings-potentieel (ambitueus) in kiloton CO2-eq per jaar
Energie	Zon op dak / Nr.1 top 15	1632	(11,7%)	
	Wind op land / Nr.3 top 15	1385	(9,9%)	
	Zon op land / Nr.4 top 15	1069	(7,7%)	
	Kernenergie / Nr.7 top 15	614	(4,4%)	
	Diepe geothermie	151	(1,1%)	
	Aquathermie	150	(1,1%)	
	Spreiding energieconsumptie	143	(1,0%)	
Industrie	Energie efficiëntie / Nr.5 top 15	950	(6,8%)	
	Stortgas afvang / Nr.14 top 15	475	(3,4%)	
	CCS AVI	300	(2,2%)	
	Biobased bouwen / Nr.11 top 15		(3,5%)	231-250
Mobiliteit	Emissieloze voertuigen / Nr.2 top 15	1386	(9,9%)	
	ZE-zones / Nr.8 top 15	608	(4,4%)	
	Slimmere vervoer / Nr.10 top 15	500	(3,6%)	
	Fietsen			
Gebouwde omgeving	Warmtenetten (woe) / Nr.9 top 15			
	Isolatie (woe) / Nr.13 top 15	487	(3,5%)	
	Warmtepompen (woe)	285	(2,0%)	
	Slimme thermostaten (woe)	105	(0,8%)	
	Warmwater terugwinning (woe)	43	(0,3%)	
	Warmtepompen (ut) / Nr.12 top 15	489	(3,5%)	
	Isolatie (ut)	156	(1,1%)	
	Warmtenetten (ut)	92	(0,7%)	
	Automatiseringssystemen (ut)	15	(0,1%)	
	Mestvergisting & green gas / Nr.15 top 15	327	(1,2%)	-163
Landbouw & Landgebruik	Plantaardig dieet	319	(2,3%)	
	Voertransitie	305	(1,1%)	-153
	Bosaanplant		(1,6%)	100+125
	Voedselverspilling tegengaan	72	(0,5%)	
	Regeneratieve landbouw / Nr.6 top 15	2,5	(6,7%)	+908



**Klimaatkanskaart Gelderland**  
**Bundel V1 maart 2024**

Per domein de uitstoot 2021 (kiloton CO2-eq)

**Totaal** 12.619 +592 338 +390

2022 2023 2024

hogo haalbaarheid  
redelijke haalbaarheid  
hogo haalbaarheid

Daar afkomstig

## Voorwoord – maart 2024

Beste lezer,

Een nieuw perspectief. Dat was het doel bij het ontwikkelen van de Inspiratie Kanskaart voor Gelderland, waarbij we 30 concrete kansen hebben geïdentificeerd en waarbij een regeneratief scenario aanzienlijk extra kan bijdragen aan emissiereductie.

De uitdagingen lijken groter en urgenter dan ooit. Het was weer de warmste februari, het stroomnet is vol, en in sommige regio's vraagt de netbeheerder al om maatregelen zoals het niet laden van elektrische auto's 's avonds. Huizen moeten geïsoleerd worden, maar wie gaat dat uitvoeren en betalen? De industrie streeft ernaar te elektrificeren en bijvoorbeeld emissievrije betoncentrales te realiseren, maar hoe zorgen we dat het elektriciteitsnet stabiel blijft? Veel boeren zitten vast en zoeken naarstig naar nieuwe verdienmodellen.

Samenwerking is essentieel om te bepalen wanneer energie beschikbaar is, waarvoor we deze gaan gebruiken, en om de overstap van fossiele naar biobased materialen te maken. Dit creëert ruimte om op vele gebieden transformatieve oplossingen te vinden en zo de nodige CO<sub>2</sub>-besparingen te realiseren. Het benutten van domeinoverstijgende oplossingen biedt perspectief op meerdere fronten.

Denk aan niet-energetische emissies die we gezamenlijk kunnen verminderen om onze doelstellingen te halen. Welke economische, sociale, culturele en gedragsveranderingen kunnen we bewerkstelligen in Gelderland? Slimmere mobiliteit, alternatieve eiwitten en gezondere voeding, werken met andere (biobased) materialen en het landschap inrichten als grondstoffenleverancier voor de industrie en bouwsector. Er ontstaat zo een aantrekkelijk toekomstbeeld.


Kortom, laat je inspireren en laten we samen deze prachtige klimaatoplossingen implementeren.

Veel leesplezier,

Emmi, Hanny, Iris, Jarr, Jonah, Sven, Timo 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><b>Drawdown Europe</b> 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><b>New Economy</b> 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>
 climate cleanup	<p><b>Climate Cleanup</b> is een netwerk van mensen die klimaatverandering keren door de natuur te verdubbelen. Zij verwijderen het teveel aan CO<sub>2</sub> uit de oceanen en atmosfeer met regeneratieve natuurondernemers en ondernemende interventies.</p>

### Auteurs

Auteurs van dit document V1.0 maart 2024:

Iris Grobben

Jonah Link

Timo Leemans

Pepijn Duijvestein

Emmi Kimppa

Sven Jense

# Inhoudsopgave

<b>Leeswijzer</b>	<b>4</b>
<b>Oplegger</b>	
<b>ENERGIE</b>	<b>6</b>
<b>Belangrijkste conclusies Energie</b>	<b>14</b>
<b>1. Introductie Energie</b>	<b>15</b>
1.1 Context provincie Gelderland Energie	17
1.2 Beleid, programma's en doelstellingen kader	19
<b>2. Resultaten Energie</b>	<b>22</b>
2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen	22
2.2 Haalbaarheidsanalyse Energie	27
<b>3. Conclusies Energie</b>	<b>29</b>
<b>4. Transitiebeeld Energie</b>	
<b>GEBOUWDE OMGEVING</b>	<b>31</b>
<b>Belangrijkste conclusies Gebouwde omgeving</b>	<b>33</b>
<b>1. Introductie domein Gebouwde omgeving</b>	<b>34</b>
1.1 Context	36
1.2 Beleidskader	38
<b>2. Resultaten Gebouwde omgeving</b>	<b>39</b>
2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen	39
2.2 Haalbaarheidsanalyse Gebouwde omgeving	46
<b>3. Conclusies Gebouwde omgeving</b>	<b>48</b>
<b>4. Transitiebeeld Gebouwde omgeving</b>	

<b>LANDBOUW EN LANDGEBRUIK</b>	<b>49</b>
<b>Belangrijkste conclusies Landbouw en landgebruik</b>	<b>51</b>
<b>1. Introductie domein Landbouw en landgebruik</b>	<b>52</b>
1.1 Context Landbouw en landgebruik Gelderland	55
1.2 Beleidskader	56
<b>2. Resultaten Landbouw &amp; landgebruik</b>	<b>60</b>
2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen	60
2.2 Haalbaarheidsanalyse Landbouw & landgebruik	65
<b>3. Conclusies Landbouw &amp; landgebruik</b>	<b>68</b>
<b>4. Transitiebeeld Landbouw &amp; landgebruik</b>	<b>70</b>
<b>MOBILITEIT</b>	<b>72</b>
<b>Belangrijkste conclusies Mobiliteit</b>	<b>73</b>
<b>1. Introductie domein Mobiliteit</b>	<b>73</b>
1.1 Context mobiliteit Gelderland	76
1.2 Beleid, programma's en doelstellingen kader	80
<b>2. Resultaten Mobiliteit</b>	<b>82</b>
2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen	82
2.2 Haalbaarheidsanalyse Mobiliteit	86
<b>3. Conclusies Mobiliteit</b>	<b>88</b>
<b>4. Transitiebeeld Mobiliteit</b>	
<b>INDUSTRIE</b>	<b>89</b>
<b>Belangrijkste conclusies Industrie</b>	<b>92</b>
<b>1. Introductie Industrie</b>	<b>93</b>
1.1 Context Industrie Gelderland	95
1.2 Beleidskader & doelstellingen	98
<b>2. Resultaten Industrie</b>	<b>100</b>
2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen	100
2.2 Haalbaarheidsanalyse Industrie	103
<b>3. Conclusies Industrie</b>	<b>105</b>
<b>4. Transitiebeeld Industrie</b>	
<b>KLIMAATKANSENKAART GELDERLAND</b>	<b>107</b>
<b>5. Klimaatkansenkaart voor Gelderland</b>	<b>110</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>111</b>

## Leeswijzer

Deze leeswijzer beschrijft de structuur en de samenhang van de rapportages van de 'Klimaatkansenkaart provincie Gelderland: 30 oplossingen tot en met 2030'. Het resultaat zijn vijf aparte rapportages met elk een domein gevormd uit de DERA methodiek. Voor verdere achtergrond uitleg van het project zie dan de oplegger in elk rapport. Elk rapportage bevat oplossingen specifiek voor dat domein. De domeinen zijn:

- [Energie](#)
- [Gebouwde omgeving](#)
- [Landbouw & landgebruik](#)
- [Industrie](#)
- [Mobiliteit](#)

Elk rapport is als volgt opgebouwd:

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

Dit document vormt een uitwerking van de meest kansrijke oplossingen binnen de provincie Gelderland voor het domein Energie en is geschreven als inspiratie en kader om de transitie concreet uit te voeren. Per domein is een apart document ontwikkeld. Echter, de hierin geconcretiseerde oplossingen zijn vaak onderling nauw verbonden en rijken over de grenzen van een domein heen. Bijvoorbeeld de productie van biobased bouwmaterialen binnen het domein Industrie, welke worden toegepast in de Gebouwde omgeving. Daarom staat bij de uitwerking van iedere oplossing helder weergegeven met welke andere oplossingen deze samenhang heeft.

## Oplegger

Drawdown is bekend als het meest veelomvattende plan ooit om klimaat ontwrichting te keren. Het onderliggende onderzoeksmodel maakt het mogelijk om klimaatoplossingen met elkaar te vergelijken, appels tot appels, energie tot landgebruik, educatie tot materiaalverbruik. Alle oplossingen in Drawdown zijn realistisch, economisch rendabel en in de modellen wordt onderscheid gemaakt in sociale, economische en ecologische voordelen, waarbij het scenario 'Ambitieuw' evident meer bijdraagt aan het bereiken van het punt *drawdown*, wat is gedefinieerd als het punt in de tijd waarin de concentratie broeikasgassen in de atmosfeer gaat dalen. De oplossingen maken het mogelijk dat dit punt wordt bereikt.

Drawdown Europe Research Association (DERA) regionaliseert de Drawdown oplossingen binnen Europese, Nederlandse en provinciale context. Met de uitvoering van de [Preliminair Climate Solutions Assessment \(PCSA, 2021\)](#) is een verkenning voor de provincie Gelderland uitgevoerd, gestoeld op de principes van het Drawdown model. Daarin is een potentiële reductie geïdentificeerd van 3,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq voor 2030 (± 60% reductie t.o.v. 1990), middels 16 kansrijke klimaatoplossingen, verdeeld over 5 klimaatdomeinen (energie, gebouwde omgeving, landbouw & landgebruik, industrie en mobiliteit). Daarbij was de scope destijds enkel de niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen, met een zwaartepunt op landbouw & landgebruik, en industrie.

Om dit stuk voldoende in perspectief te lezen, is voorkennis van het boek 'Drawdown: Het meest veelomvattende plan ooit om klimaatontwrichting te keren' wenselijk. Mocht de lezer dit nog niet tot zijn of haar beschikking hebben, dan wordt u uitgenodigd een mail te sturen naar [act@climatecleanup.org](mailto:act@climatecleanup.org).

### Doelstellingen vermijding & ambitieniveau provincie Gelderland

In 2022 heeft de provincie Gelderland geconstateerd dat, op basis van het huidige en voorgenomen beleid, een reductie van 55% dient te worden gerealiseerd in 2030 t.o.v. 1990. Intensivering en aanvullend beleid op het gebied van klimaat mitigatie oplossingen zijn daarom nodig om de doelen te bereiken. Daarbij heeft de provincie de ambitie om met het ontwikkelde beleid 55% reductie in 2030 te realiseren. De provincie Gelderland heeft DERA gevraagd de meest kansrijke Drawdown oplossingen door te rekenen en indien mogelijk aan te vullen met nieuwe oplossingen en oplossingen uit het huidige klimaatplan. In het bijzonder wordt hierin aandacht besteed aan het handelingsperspectief voor de provincie en relevante stakeholders.

### Wat wordt er verstaan onder SMART

Het is complex om CO<sub>2</sub>-eq reductiepotentieel direct te vertalen tot specifieke uitvoerbare doelstellingen en plannen. Daarom is er per klimaatoplossingen gekeken hoe dit te duiden met concrete, leidende indicatoren. Dit zijn indicatoren waarvan gebleken is dat veranderingen een voorspellende waarde

hebben in relatie tot de CO<sub>2</sub>-eq doelstellingen vermindering. Bijvoorbeeld, in het geval van de oplossing Zon op dak is dat het aantal hectare, en de oplossing Mestvergisting en groen gas is uitgedrukt in het aantal vergistingsinstallaties met bijbehorende boerderijen. Zo wordt het duidelijker dat de geïdentificeerde potentie een concrete, 'specifieke' en 'meetbare' (S en M van smart) invulling heeft. De binnen Project Drawdown uitgewerkte oplossingen zijn allemaal realistisch, haalbaar en schaalbaar. Daarmee wordt voldaan aan de in de SMART uitwerking gevraagde criteria 'acceptabel' en 'realistisch'. Ten slotte is voor iedere oplossing in twee scenario's gewerkt aan een tijdlijn richting 2030, waarmee aan het 'tijdgebonden' aspect is voldaan.

### Overzicht oplossingen met 15 oplossingen met de hoogste potentie

In de onderstaande tabel (1) is een overzicht van de 30 SMART uitgewerkte klimaatoplossingen weergegeven. In de [Bijlage Methodologische onderbouwingen](#) is de inhoudelijke onderbouwing over de specifieke oplossingen weergegeven. De vijftien oplossingen met de hoogste potentie zijn: Zon op Dak, Emissieloze voertuigen, Wind op land, Zon op land, Energie-efficiëntie in industrie, Kernenergie, Zero Emissie-zones, Warmtenetten woningen, Slimmer vervoer, Warmtepompen utiliteit, Isolatie woningen, Stortgas afvang, Mestvergisting en groengas, Plantaardig dieet en Voertransitie. De uitwerking van deze oplossingen is in de desbetreffende (zie tabel) domeinen te vinden.

**Tabel overzicht oplossingen met 15 oplossingen met de hoogste potentie**

Domeinen	Klimaatkansenkaart oplossingen	Scenario Raming	Scenario Ambitieuus	Scenario Regeneratief
<b>Energie (grootschalige opwekking en infrastructuur)</b>	Zon op dak Wind op land Zon op land Kernenergie Diepe geothermie Aquathermie	Nr 2. top 15 Nr 3. top 15 Nr 4. top 15	Nr 1. top 15 Nr 3. top 15 Nr 4. top 15 Nr. 6 top 15	Nr 1. top 15 Nr 3. top 15 Nr 4. top 15 Nr. 7 top 15
<b>Industrie</b>	Energie efficiëntie Stortgas afvang CCS AVI Biobased bouwen	Nr 7. top 15 Nr 10. top 15 Nr 11. top 15 Nr 14. top 15	Nr 5. top 15 Nr 12. top 15	Nr 5. top 15 Nr 14. top 15 Nr 11. top 15
<b>Mobiliteit</b>	Emissieloze voertuigen ZE-zones Slimmer vervoer Fietsen	Nr 1. top 15 Nr 5. top 15 Nr. 6 top 15	Nr 2. top 15 Nr 7. top 15 Nr 9. top 15	Nr 2. top 15 Nr 8. top 15 Nr 10. top 15
<b>Gebouwde omgeving</b>	Warmtenetten woningen Isolatie woningen Warmtepompen woningen	Nr 9. top 15 Nr 8. top 15 Nr 12. top 15	Nr 8. top 15 Nr 11. top 15	Nr 9. top 15 Nr 13. top 15

	Slimme thermostaten woningen Warmwater terugwinning woningen Warmtepompen utiliteitsbouw Isolatie utiliteitsbouw Warmtenetten utiliteitsbouw Automatiseringssystemen utiliteitsbouw	Nr 13. top 15	Nr 10. top 15	Nr 12. top 15
<b>Landbouw en landgebruik</b>	Mestvergisting en groen gas Plantaardig dieet Voertransitie Bosaanplant Voedselverspilling tegengaan Regeneratieve landbouw	Nr 15. top 15	Nr 13. top 15 Nr 14. top 15 Nr 15. top 15	Nr 15. top 15      Nr 6. top 15

Tabel 1: Overzicht 30 oplossingen.

### Verschil PCSA 2021 en 2024

Tot slot zijn er verschillen in de aanpak in 2021 en 2024. In 2021 was er met name inzicht nodig in de niet-energetische emissies en overige broeikasgassen in de provincie, en gerichte oplossingen die daarin kunnen bijdragen aan reductie. Dit ten behoeve van een verdiepende uitwerking van het klimaatplan. In 2024 is gevraagd om een totaalbeeld te genereren van alle emissies, bronnen en mogelijke oplossingen ter inspiratie. De oplossingen die in 2021 zijn aangedragen zijn verder geactualiseerd of niet toegepast i.v.m. prioritering van andere oplossingen.

### Scenario's 'Raming', 'Ambitieuw' en 'Regeneratief'

Er is gekozen om drie scenario's uit te werken: 'Raming', 'Ambitieuw' en 'Regeneratief'. In het scenario 'Raming' zijn alle verwachte vermeden emissies opgenomen die ofwel door bestaand beleid gehaald kunnen worden, of door recente marktontwikkelingen. In het scenario 'Ambitieuw' zijn hier extra ambities aan toegevoegd, bijvoorbeeld omdat dit in vergelijkbare regio's wereldwijd haalbaar blijkt of door het inzetten op een versnelling van huidig beleid gehaald kan worden. Het scenario 'Regeneratief' is gebaseerd op de integrale systeemtransitie, waarbij de verschillende oplossingen elkaar in synergie versterken en innovatieve oplossingen in onder meer energie, landbouw en materiaalgebruik in samenhang worden gefaciliteerd en doorontwikkeld. In de bijlage Methodologische onderbouwing is gespecificeerd hoe de scenario's per oplossing tot stand zijn gekomen.

### Methode & raamwerken

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. Daaraan liggen twee methodologische keuzes ten grondslag:

1. Allocatie van emissies vindt plaats op basis van de klimaattafels van de Rijksoverheid zoals opgenomen in het Klimaatakkoord, dat voldoet aan internationale standaarden. Dit betekent dat er middels een bronbenadering en verbruiksbenadering (incl. elektriciteitsverbruik) wordt gekeken waar emissies ontstaan, binnen de provincie Gelderland.
2. Drawdown oplossingen welke zorgen voor een reductie van deze emissies en/of voor CO<sub>2</sub>-vastlegging. Dit zijn bestaande mondiale oplossingen welke zijn gecontextualiseerd aan de hand van de in provincie Gelderland aanwezige Totaal Adresseerbare Markt voor de specifieke oplossing (TAM).

Gelderland is voornamelijk een importerende provincie als het gaat om elektriciteit. Onderstaande tabel laat de verschillen zien voor het toepassen van de directe emissies in de provincie en de indirecte emissies door het verbruik van elektriciteit. Een belangrijke vervolgvraag zou zijn wat de indirecte uitstoot van de provincie is als de indirecte emissies afkomstig van de consumptie van materialen uit andere provincies en landen worden meegenomen.

Domein	Emissies Gelderland 2021 (kiloton CO <sub>2</sub> -eq.)	
	Directe emissies	Emissies elektriciteitsverbruik
Industrie	3767	947
Mobiliteit	4666	0
Gebouwde omgeving	3391	1784
Landbouw en landgebruik	3377	198
<b>Totaal</b>	<b>15.201</b>	<b>2.930</b>

Tabel 2: Emissies Gelderland 2021 per klimaatdomein (kiloton CO<sub>2</sub>-eq.).

### Verschillen tussen Emissieregistratie en Klimaatmonitor

Er zijn verschillen tussen bovengenoemde getallen en het klimaatdashboard van de Regionale Klimaatmonitor. De uitgangspunten van de Klimaatmonitor zijn beter dan die van Emissieregistratie, echter bevat Emissieregistratie meer data dat te relateren is naar emissiebronnen. Hierdoor is in dit werk gebruikgemaakt van de gegevens van Emissieregistratie, en zijn deze zo veel mogelijk geïkt op de Regionale Klimaatmonitor. De grootste wijziging zijn de energetische emissies in landbouw en landgebruik, met name het verbruik van aardgas, dit is 550 kton hoger in Emissieregistratie. Van de totaal 15,75 Mton van de Emissieregistratie cijfers is 0,55 Mton afgetrokken om tot een totaal van 15,20 Mton uit te komen. De overige wijzigingen t.o.v. Emissieregistratie in de kerndataset van de Regionale Klimaatmonitor zijn niet opgenomen in bovenstaande weergave omdat deze niet significant zijn voor de provincie. De totale emissies volgens bovenstaande benadering komt uit op 18.131 kton, en de emissies inclusief de wijzigingen in de kerndataset van de regionale Klimaatmonitor op 18.126 kton (0,02% verschil).

De totale emissies die in deze analyse aan Gelderland zijn toegewezen, zijn berekend met behulp van de directe emissiegegevens per klimaatdomein uit de Emissieregistratie (in totaal 15,20 Mton) en gegevens over de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik in de provincie (in totaal 2,93 Mt), afkomstig uit de [Regionale Klimaatmonitor](#), sectie "3. CO<sub>2</sub>-uitstoot per energiedrager".

Box 1: Verschillen tussen Emissieregistratie en Klimaatmonitor

### Innovatie en 'transitieversnellers'

Op sommige vlakken gaat de klimaattransitie sneller dan gedacht, en kan er meer dan gedacht, doordat oplossingen met elkaar synergieën aangaan. Het is hoopgevend dat innovatie in alle sectoren vrij voorspelbaar doorzet. DERA heeft met Climate Cleanup het bestaande innovatiebeleid van de provincie in kaart gebracht. Dit beleid is gebaseerd op de landelijke Kennis en Innovatie Agenda's (KIA's) op basis waarvan missie-gedreven innovatiebeleid wordt gevoerd. Dit beleid is voor de provincie uitgewerkt in een 'Slimme specialisatiestrategie' (RIS3) voor Oost-Nederland, waarop onder meer de strategie van EFRO<sup>1</sup> gebaseerd wordt. De uitvoering ligt bij organisaties als [OostNL](#), [Connectr](#) en [ThinkEast](#).

Vanuit de KIA's is een samenhangende selectie van sleuteltechnologieën gemaakt.<sup>2</sup> De belangrijkste:

**Landbouw:** kringlooplandbouw met veel minder grond- en hulpstoffen, herstel biodiversiteit. In 2050 klimaatneutraal. In 2030 produceren en consumeren we gezond, veilig en duurzaam voedsel en verdienen ketenpartners, inclusief de boer, een eerlijke prijs.

**Energie:** Volledig CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem, alle grondstoffen producten en processen klimaatneutraal en circulair

**Gezondheid:** In 2040 is de ziektelast als gevolg van een ongezonde leefstijl en ongezonde leefomgeving met 30% afgenomen.

**Sleuteltechnologieën:** Artificial Intelligence, Geavanceerde materialen, Robotica.

Deze missies en sleuteltechnologieën bieden een uitstekende ondersteuning bij het vinden van synergie in de oplossingen die de samenleving van na de klimaattransitie mogelijk maken: mogelijkheden voor onverwachte versnelling. Voor alle domeinen, en de combinaties, zijn op basis van de baanbrekende

<sup>1</sup> Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, [link](#)

<sup>2</sup> Bron: Statenbrief Zaaknummer 2020-007847, [link](#)

analyses van met name Tony Seba en James Arbib<sup>3</sup> transitieversnellers gezocht, en gevonden; innovaties die doorzetten (zoals de nog altijd dalende prijs van zonnepanelen) en die met name in synergie met andere oplossingen systemische vernieuwing tot gevolg hebben. In termen van systeemverandering is er emergentie van nieuwe eigenschappen in de complexe transitie. Door het innovatiebeleid serieus te nemen en te integreren in het klimaatbeleid zijn deze transitieversnellers optimaal te benutten. Ook geven deze versnellers echte, tastbare en emotioneel voelbare hoop, houvast en toekomstperspectief.

### **Transitiebeelden**

Door de combinatie van de oplossingen, ook tussen domeinen, is de transitie goed uitvoerbaar. Vanuit bestaand innovatiebeleid en de transitieversnellers zoals die door analisten als Tony Seba op basis van marktdata worden gesignaleerd, is een concept transitiebeeld opgesteld. Dit beeld is een nog missende voorwaarde voor de uitvoering van innovatie- en klimaatbeleid, en geadviseerd wordt deze beelden te gebruiken om enthousiasme en draagvlak te (blijven) vinden. Een concept transitiebeeld:

“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. **Industrie** gebruikt deze stroom en werkt met hergebruikte grondstoffen en nieuwe planten, in plaats van fossiele grondstoffen (oude planten). In de bouw wordt hout en andere biobased materialen gebruikt, waardoor boeren grondstofproducenten zijn. **Mobiliteit** bevordert gezondheid. In woonkernen is zoveel mogelijk op loopafstand. Daarbuiten nemen we de fiets, de trein of laten betaalbaar een (autonome elektrische) deelauto voorrijden. Goederen bezorgen we elektrisch. We reizen samen; onderweg en op transporthubs komen we elkaar graag tegen. Alle voertuigen vormen samen opslag voor het zon- en windenergie systeem. Iedereen **woont** in een comfortabele, gezonde, goed geïsoleerde woning met een lage energierekening. Warmtepompen en lokale warmtenetten zijn betaalbaar en daardoor breed ingezet. Renovatie en nieuwbouw zijn uitgevoerd met biobased materialen zoals hout en stro, liefst hergebruikt. De **landbouw** en boeren zijn eerlijk betaalde makers en beheerders van het **productielandschap** met natuur, voedselbossen en strokenteelt dat groente, fruit, gezondheid, grondstoffen en bouw materiaal levert. **We leven gezond, gelukkig en verbonden.**”

### **Introductie van de Klimaatkansenkaart**

De Klimaatkansenkaart vormt de leidraad voor de realisatie van de 30 SMART klimaatoplossingen tot en met 2030, die in dit document worden gepresenteerd. De klimaatkansenkaart is in hoge resolutie [hier](#) te downloaden. Om de reductiedoelstelling van 49% of 55% te behalen moet het ambitieuze scenario

---

<sup>3</sup> <http://rethinkx.com>

behaald worden. Hiervoor is het essentieel om een duidelijk en meetbaar plan te hebben waarin alle oplossingen in een tijdspad worden geplaatst. Hieronder een korte duiding van de kanskaart:

- Per domein staat de oplossing met het grootste reductiepotentieel bovenaan.
- Het potentieel voor CO<sub>2</sub>-eq. vermijding gaat over uitstootreductie door oplossingen met een lagere uitstoot dan conventionele methoden. Het potentieel CO<sub>2</sub> vastlegging heeft betrekking op oplossingen die CO<sub>2</sub> kunnen vastleggen, bijvoorbeeld door de groei van bomen en planten en in bodems.
- De kanskaart bevat specifiek, tijdsgebonden doelstellingen voor de reductie of toename van bepaalde oplossingen. Bepaalde oplossingen zijn randvoorwaardelijk voor andere oplossingen, wat betekent dat de realisatie van de randvoorwaardelijke oplossingen cruciaal is voor het slagen van andere oplossingen.
- Volgordelijkheid van de kanskaart; klimaatdomeinen, specifieke oplossingen, potentieel CO<sub>2</sub>-eq vermijding, potentieel CO<sub>2</sub>-eq vastlegging, haalbaarheid, tijdlijn, ambitieuze doelstellingen tot en met 2030.

Deze kanskaart biedt de provincie een praktisch handelingsperspectief om effectief en efficiënt te werken aan de realisatie van de klimaatdoelstellingen.

Energie  
Klimaatkansenkaart Gelderland  
V1 maart 2024



## Belangrijkste conclusies Energie

Dit document vormt een uitgebreide uitwerking van de geïdentificeerde potentie van klimaatoplossingen binnen het domein Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructureur). 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-infrastructureur): 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 '**Ambitieuus**', betreffende de vermeden CO2-eq emissies van elektriciteitsverbruik in provincie Gelderland.
- **De klimaatoplossingen met het grootste reductiepotentieel ('Ambitieuus'):**
  - 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

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) energie beschikbaar is (zie bijvoorbeeld [energieweerbericht.nl](http://energieweerbericht.nl)) en dat het op die momenten wordt opgeslagen voor de toekomst<sup>4</sup>.

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 klimaattafel Elektriciteit van de Rijksoverheid zoals opgenomen in het klimaatakkoord<sup>5</sup>. 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 klimaat domeinen '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.

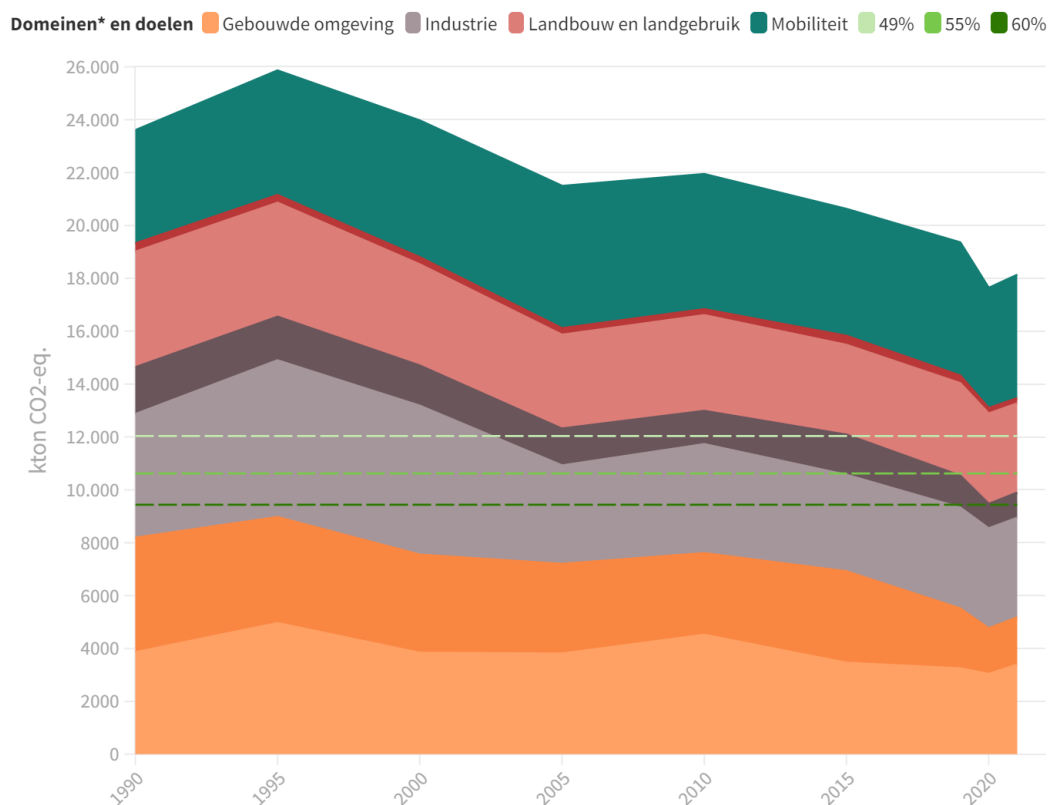
Box 2. Toelichting afbakening domein 'Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur)'.

Figuur 1 betreft een weergave van de totale CO<sub>2</sub> 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.

<sup>4</sup> [Energy Central - Study on energy storage](#)

<sup>5</sup> [Elektriciteit \(grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur\) | Klimaatakkoord](#)

De 55% emissie vermindering 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.<sup>6</sup> De provincie Gelderland staat voor de uitdaging om 55% van alle broeikasgassen (CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq in 1990 terug te brengen naar een jaarlijkse uitstoot van 10,6 mton CO<sub>2</sub>-eq. Volgens de meest recente analyse van emissieregistratie bedraagt de huidige emissie in de provincie 18,1 mton CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq te reduceren.



\*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).

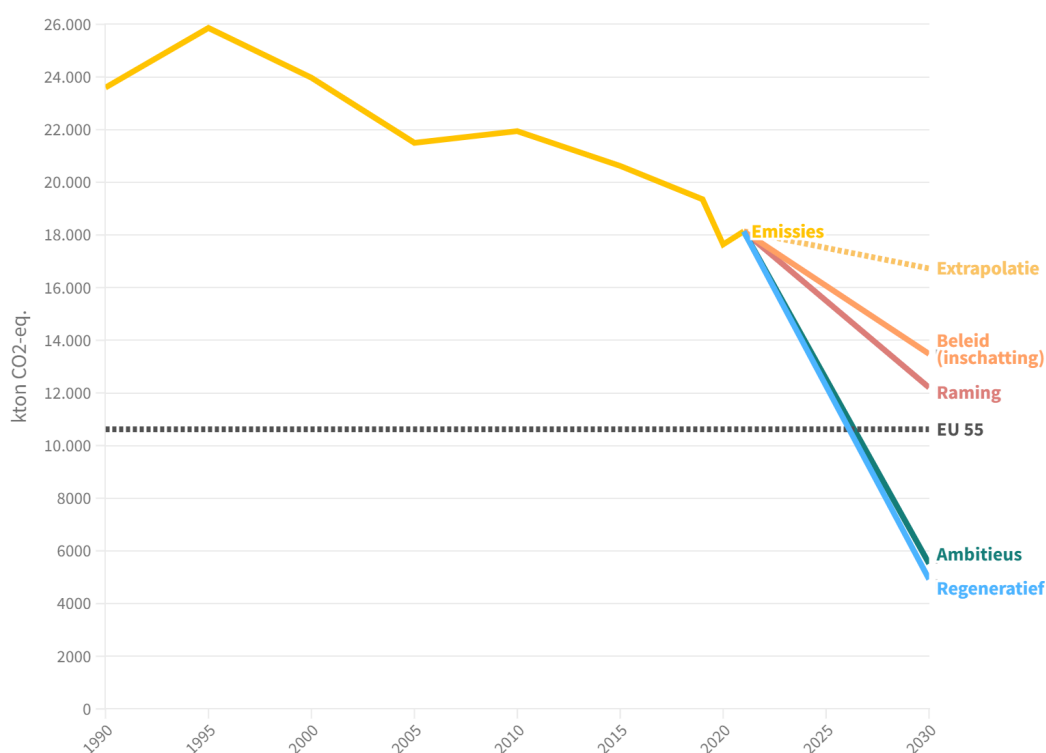
Figuur 2 laat zien welke potentie er is geïdentificeerd om deze emissies te reduceren in relatie tot de verschillende scenario's. Het is hierbij van belang op de merken dat dit een optelsom betreft van:

1. Directe emissiereductie, bijvoorbeeld door over te stappen op hernieuwbare brandstoffen, waardoor emissies van verbranding van fossiele brandstoffen worden vermeden.

<sup>6</sup> [Voortgang klimaatdoelen | Klimaatverandering | Rijksoverheid.nl](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatdoelen)

- 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 CO<sub>2</sub>-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.

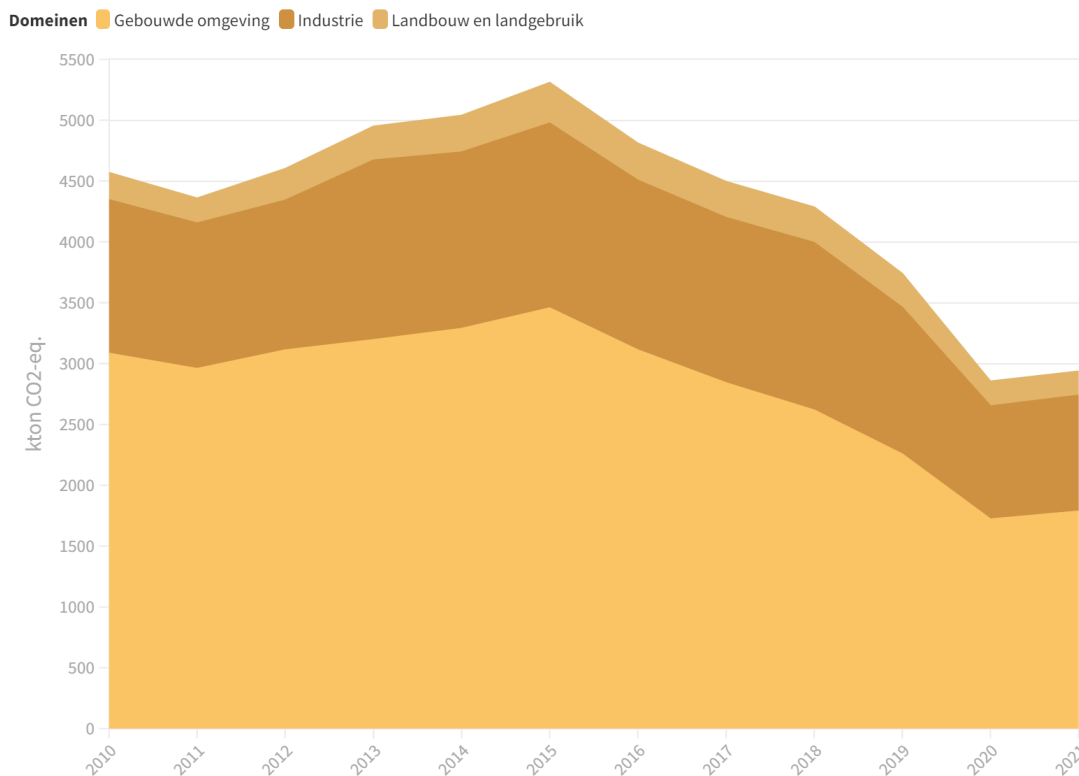


Figuur 2: Vermijdingslijnen van CO<sub>2</sub>-eq. emissies van de verschillende scenario's.  
Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

## 1.1 Context provincie Gelderland Energie

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 CO<sub>2</sub>-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 brandstoffen<sup>7</sup>.

## 1.2 Beleid, programma's en doelstellingen kader

In het kader<sup>8</sup> 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

---

<sup>7</sup> Additioneel zullen de belangrijkste variabelen voor de domeinen Energie (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur), Mobiliteit en Gebouwde omgeving in ETM worden gemodelleerd ter validatie.

<sup>8</sup> Beleid, regelgeving en uitvoeringsprogramma's zijn aan verandering onderhevig, het moment dat onderstaande is omschreven is Februari 2024.

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 CO<sub>2</sub>-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)<sup>9</sup>. De ambitie ligt hoger met 6,5 TWh aan duurzame energie. Er is momenteel een versnelling nodig omdat er slechts 2057 MW<sup>10</sup> 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*

---

<sup>9</sup> Plan-MER voor windbeleid en RES provincie Gelderland, februari 2023

<sup>10</sup> CBS Hernieuwbare energie; zonnestroom, wind, 2021

- 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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.

## 2. Resultaten Energie

### 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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	Kiloton CO <sub>2</sub> -eq.	
	Potentieel vermindering 'Raming' <sup>11</sup>	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
<b>Totaal</b>	<b>3267</b>	<b>5143</b>

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

<sup>11</sup> Voor methodologische onderbouwing van vermindering emissies berekening zie bijlage Elektriciteit (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur).

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

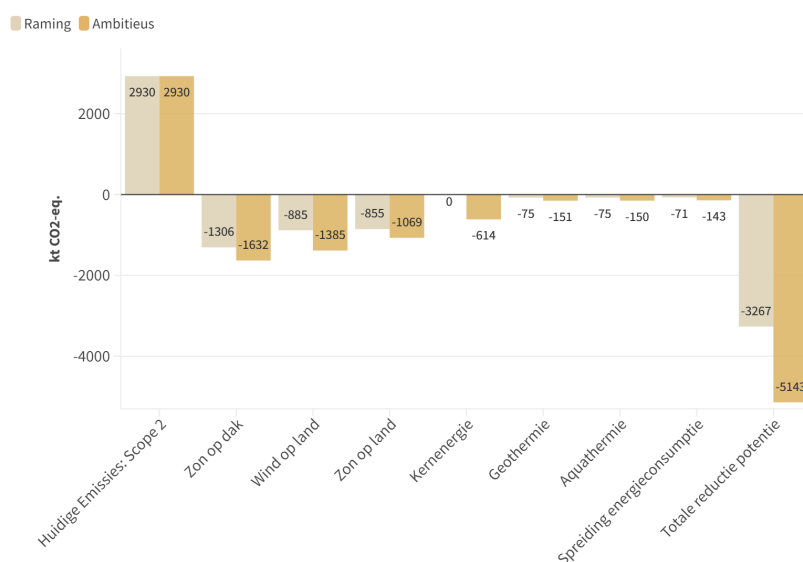
In Figuur 4 zijn de twee vermijdingpotentieel scenario's weergegeven en afgezet tegen de huidige emissie (links) om een beeld te krijgen van de totale potentie van de genoemde klimaatoplossingen. In totaal zorgen de klimaatoplossingen voor meer emissie vermijdingpotentieel dan de huidige uitstoot.

#### 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 'Ambitieu's': Zon op dak 327 kt CO<sub>2</sub>-eq, Zon op land 214 kt CO<sub>2</sub>-eq, Wind op land 500 kt CO<sub>2</sub>-eq, Spreiding energieconsumptie 72 kt CO<sub>2</sub>-eq, Geothermie 76 kt CO<sub>2</sub>-eq, Aquathermie 75 kt CO<sub>2</sub>-eq en voor kernenergie 614 kt CO<sub>2</sub>-eq. In totaal is er 1876 kt CO<sub>2</sub>-eq extra potentie in het scenario 'Ambitieu's'. 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' & 'Ambitieu's'
<b>Zon op dak</b>	Vanuit de RESsen zijn de aangewezen gebieden niet altijd bekend, wel is er veel potentie voor Zon op dak op zowel bedrijventerreinen als overheidsgebouwen. 'Raming' <ul style="list-style-type: none"> <li>● 400 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2025</li> <li>● 800 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2028</li> <li>● 1240 hectare totaal aanleg Zon op dak tot en met 2030</li> </ul> 'Ambitieu's' <ul style="list-style-type: none"> <li>● 500 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2025</li> <li>● 1000 hectare aanleg Zon op dak tot en met 2028</li> <li>● 1550 hectare totaal aanleg Zon op dak tot en met 2030</li> </ul>
<b>Zon op land</b>	Vanuit de RESsen zijn de aangewezen gebieden niet altijd bekend, wel is er veel potentie voor Zon op land. 'Raming' <ul style="list-style-type: none"> <li>● 450 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2025</li> <li>● 900 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2028</li> <li>● 1385 hectare zonnepark t.b.v. totaal aanleg Zon op land tot en met 2030</li> </ul> 'Ambitieu's' <ul style="list-style-type: none"> <li>● 600 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2025</li> <li>● 1200 hectare zonnepark t.b.v. aanleg Zon op land tot en met 2028</li> <li>● 1730 hectare zonnepark t.b.v. totaal aanleg Zon op land tot en met 2030</li> </ul>
<b>Wind op land</b>	'Raming' <ul style="list-style-type: none"> <li>● 15 windmolens (5,6 MW) tot en met 2025</li> <li>● 80 windmolens (5,6 MW) tot en met 2028</li> <li>● Circa 150 windmolens (5,6 MW) totaal tot en met 2030</li> </ul> 'Ambitieu's' <ul style="list-style-type: none"> <li>● 25 windmolens (5,6 MW) tot en met 2025</li> <li>● 120 windmolens (5,6 MW) tot en met 2028</li> <li>● Circa 200 windmolens (5,6 MW) totaal tot en met 2030</li> </ul>

<b>Spreiding energie-consumptie</b>	<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"> <li>• Per jaar 0,7% elektriciteit dat flexibel geconsumeerd wordt</li> <li>• 5% van het elektriciteitsverbruik wordt tot en met 2030 flexibel geconsumeerd</li> </ul> <p>'Ambitieuus'</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"> <li>• Per jaar 1,4% elektriciteit dat flexibel geconsumeerd wordt</li> <li>• 10% van het elektriciteitsverbruik wordt tot en met 2030 flexibel geconsumeerd</li> </ul>
<b>Geothermie</b>	<p>'Raming'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tot en met 2026 wordt op 1 locatie geothermie gerealiseerd</li> <li>• Tot en met 2028 worden op 2 locaties geothermie gerealiseerd</li> <li>• Tot en met 2030 wordt op 3 locaties geothermie gerealiseerd (261 TJ per locatie gemiddeld)</li> </ul> <p>'Ambitieuus'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tot en met 2026 wordt op 1 locatie geothermie gerealiseerd</li> <li>• Tot en met 2028 worden op 3 locaties geothermie gerealiseerd</li> <li>• Tot en met 2030 wordt op 6 locaties geothermie gerealiseerd (261 TJ per locatie gemiddeld)</li> </ul>
<b>Aquathermie</b>	<p>'Raming'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jaarlijks worden vanaf 2026 circa 10.000 woningen op een warmtenet aangesloten middels aquathermie</li> <li>• Tot en met 2030 worden 50.000 woningen aangesloten op warmtevoorziening middels aquathermie</li> </ul> <p>'Ambitieuus'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jaarlijks worden vanaf 2026 circa 20.000 woningen op een warmtenet aangesloten middels aquathermie</li> <li>• Tot en met 2030 worden 100.000 woningen aangesloten op warmtevoorziening middels aquathermie</li> </ul>
<b>Kernenergie</b>	<p>'Raming'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realisatie van een SMR kerncentrale is in het scenario raming niet haalbaar</li> </ul> <p>'Ambitieuus'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er wordt tot en met 2030 in totaal 1 SMR gebouwd met 520 MW thermisch en 200 MW elektrisch vermogen</li> </ul>

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.

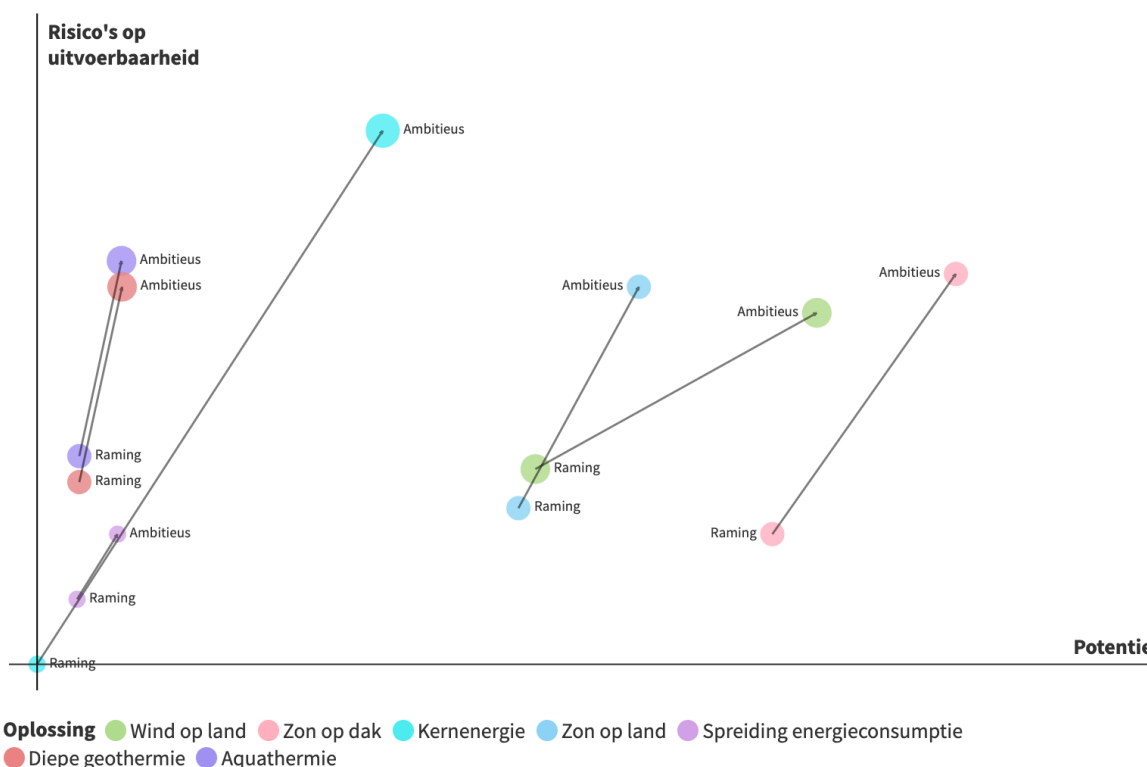
Box 5. Toelichting risico 'Jevons Paradox'

## 2.2 Haalbaarheidsanalyse Energie

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 Energie

In dit hoofdstuk wordt de samenhang van de besproken resultaten geduid in een aantal conclusies.

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 verknoopt 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 energieprijs 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.

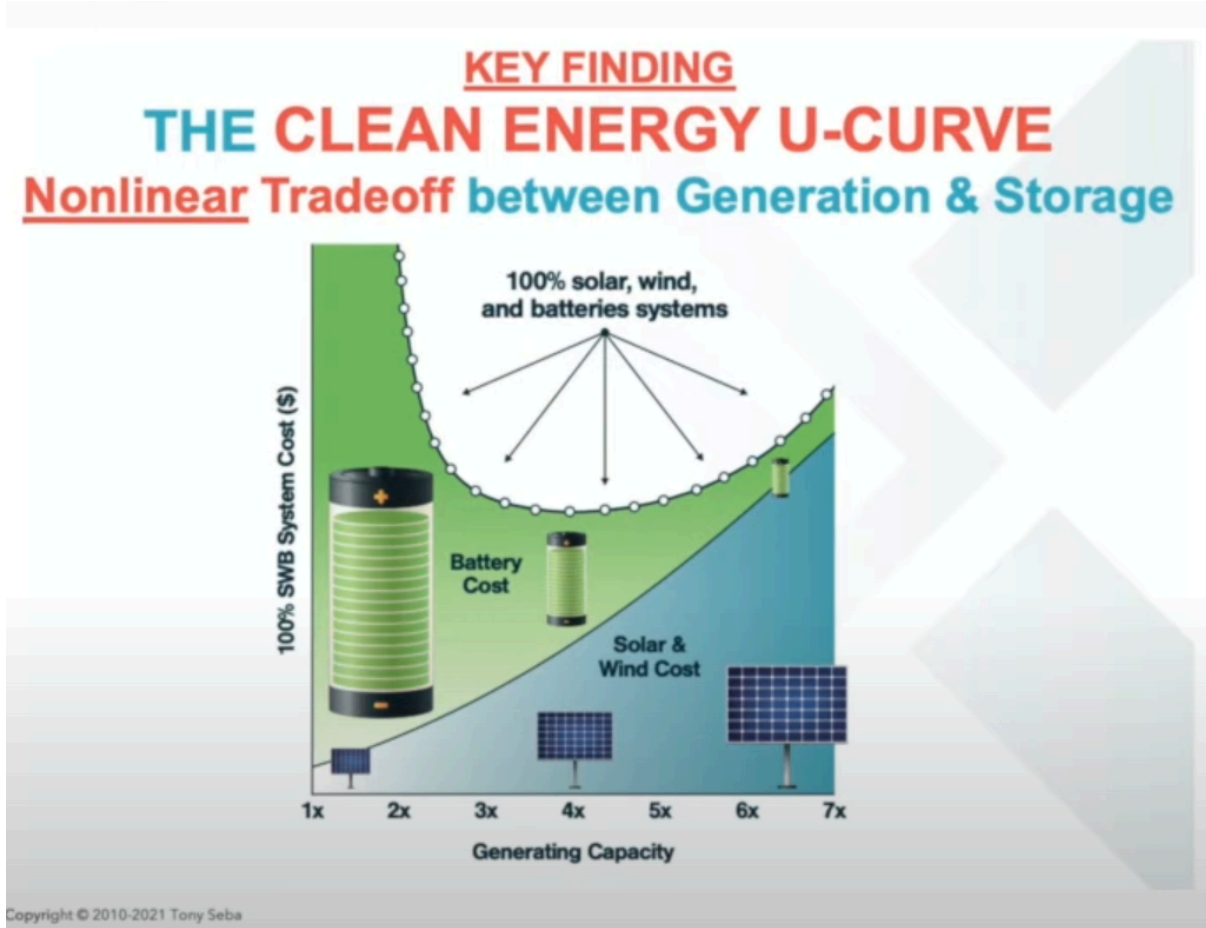
#### **Innovatie, inspiratie en transitieversnellers**

Stroom uit zonnepanelen en windmolens is gemiddeld wereldwijd goedkoper<sup>12</sup> dan *elke* andere energiebron. De transitieversneller zit in zowel het doorzetten van de prijsdaling van wind en zon, als ook

---

<sup>12</sup> <https://www.theguardian.com/environment/2021/jun/23/most-new-wind-solar-projects-cheaper-than-coal-report>

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)



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. Transitiebeeld Energie

*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 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.<sup>13</sup>
- 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.

---

<sup>13</sup> Kijk bijvoorbeeld bij de regionale energiehub [ECW 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.

# Gebouwde omgeving Klimaatkanskaart Gelderland V1 maart 2024



## Belangrijkste conclusies Gebouwde omgeving

Dit document vormt een uitgebreide uitwerking van de geïdentificeerde potentie van klimaatoplossingen binnen het domein Gebouwde omgeving. Een beknopte samenvatting van de belangrijkste resultaten & conclusies is hier gegeven.

Belangrijkste resultaten & conclusies vanuit de analyse:

- **Kansrijke oplossingen:** totaal zijn er negen kansrijke oplossingen binnen het thema Gebouwde omgeving: Isolatie (woningen en utiliteitsbouw), Slimme thermostaten (woningen), Warmtepompen (woningen en utiliteitsbouw), Warmwater terugwinning (woningen), Warmtenetten (woningen en utiliteitsbouw) en Automatiseringssystemen voor gebouwen (utiliteitsbouw). Gezamenlijk hebben zij binnen het domein Gebouwde omgeving een totale potentie van **1049 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** in het scenario '**Raming**' en een potentie van **2174 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** in het scenario '**Ambitieuus**'.
- **De klimaatoplossingen met het grootste reductiepotentieel ('Ambitieuus'):**
  - 1.) Warmtenetten (woningen) met 503 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 2.) Warmtepompen (utiliteitsbouw) met 489 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 3.) Isolatie (woningen) met 287 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie

De uitdagingen in de **gebouwde omgeving** liggen vooral bij de bestaande bouw, waar een groot deel van de energiebehoefte moet worden gereduceerd (vooral door isolatie). Voor nieuwbouw is nul-op-de-meter bijna standaard, maar voor verouderde gebouwen is de transformatie naar minimaal een B-label een uitdaging. Elementen zijn het aansluiten van woningen op duurzame warmtenetten, isolatie van woningen naar minstens een label B, en het gebruik van natuurlijke isolatieoplossingen en materialen die geen CO<sub>2</sub> uitstoten maar juist opslaan, afkomstig uit de landbouw. De kansen hier zijn groot, het gaat om het grootschalig aansluiten van honderdduizenden woningen op warmtenetten, die gekoppeld worden aan duurzame bronnen via diepe geothermie en aquathermie. 415.000 woningen kunnen extra worden geïsoleerd, en er is ruimte voor 466.000 warmtepompen alleen al in de woningbouw. Dit betekenen dat er gemiddeld elke (werk)dag tussen de 200 en 250 woningen in de provincie worden verduurzaamd, een jaarlijkse opgave van bijna 60.000 woningen.

# 1. Introductie domein Gebouwde omgeving

In 2021 was de Gebouwde omgeving binnen de provincie Gelderland verantwoordelijk voor circa 5 Mton CO<sub>2</sub>-eq emissies (Figuur 1) binnen de provincie Gelderland.

## **Afbakening 'Gebouwde omgeving'**

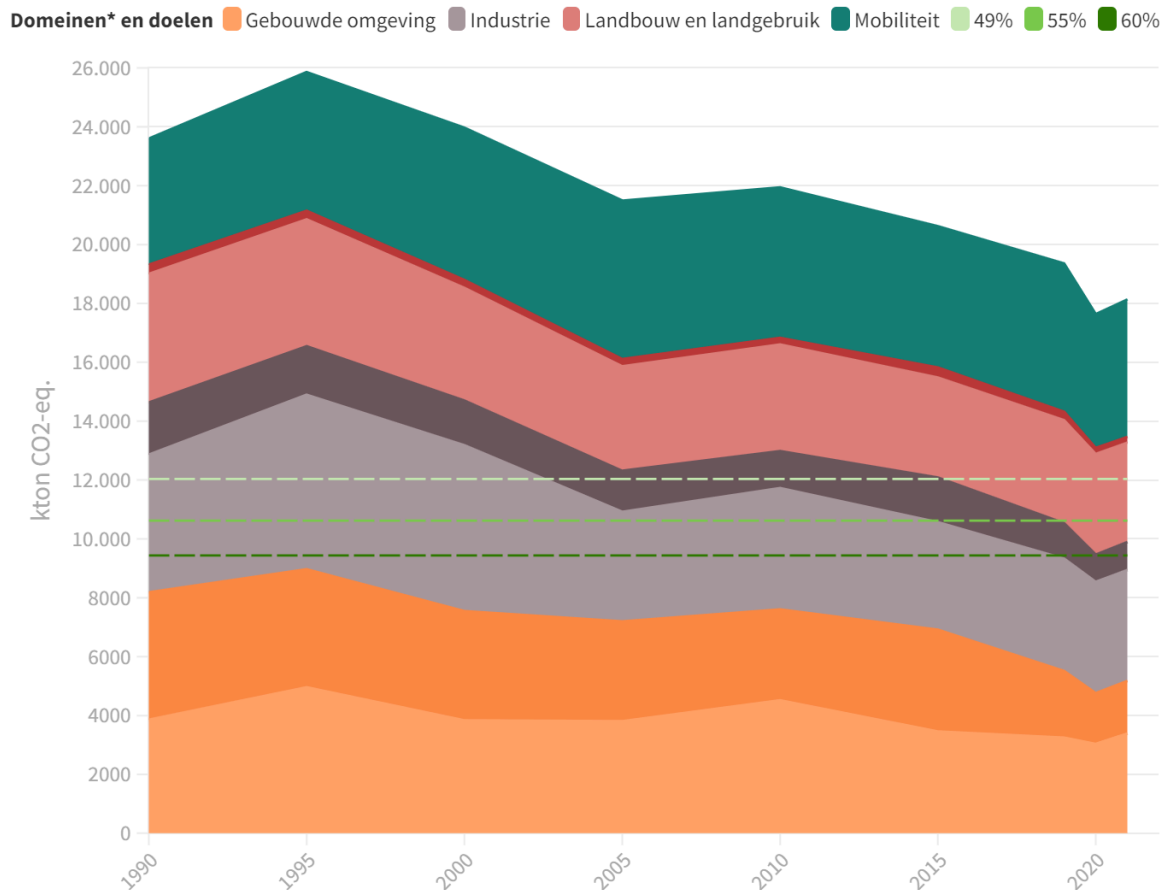
Het domein 'Gebouwde omgeving' is vormgegeven naar de klimaat Tafel van de Rijksoverheid zoals opgenomen in het Klimaatakkoord<sup>14</sup>. De emissies afkomstig uit de gebouwde omgeving vinden plaats in zowel de woning als utiliteitsbouw, denk daarbij aan koopwoningen, particuliere huurwoningen, corporatiewoningen, maar ook kantoorpanden van bedrijven, utiliteitsbouw op bedrijventerreinen bij maakbedrijven en maatschappelijk vastgoed.

Het domein Gebouwde omgeving heeft een sterk verband met de domein 'Elektriciteit (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur)' en 'Industrie' zo is (kleinschalig) zon op daken een oplossing vanuit Elektriciteit (grootschalige energieopwekking en energie-infrastructuur), die uitgevoerd wordt op daken van woningen en utiliteitsgebouwen, en zorgt bijvoorbeeld de Industrie voor productie van bouwmaterialen voor nieuwbouw en renovatie, zoals het isoleren van woningen en komen de grondstoffen voor isolatiemateriaal mogelijk uit het domein 'Landbouw en landgebruik' zoals bij de productie van biobased materialen als hennep, vlas of lisdodde. Voor een meer integrale blik op het domein Gebouwde omgeving, is het van belang de andere domeinen ook te lezen.

Box 2: Toelichting afbakening domein 'Gebouwde omgeving'

Figuur 1 betreft een weergave van de totale emissies in provincie Gelderland vanaf 1990 tot en met 2020, de emissies vanaf 2021 zijn geëxtrapoleerd vanaf 2015 tot en met 2030. Daarmee is een afname van emissies zichtbaar, maar is ook te zien dat de 49%, 55% en 60% doelstellingen ver uit zicht zijn. De provincie Gelderland staat voor de uitdaging om 55% van alle broeikasgassen (CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq in 1990 terug te brengen naar een jaarlijkse uitstoot van 10,6 mton CO<sub>2</sub>-eq. Volgens de meest recente analyse van emissieregistratie bedraagt de huidige emissie in de provincie 18,1 mton CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq te reduceren.

<sup>14</sup> [Gebouwde omgeving | Klimaatakkoord](#)



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

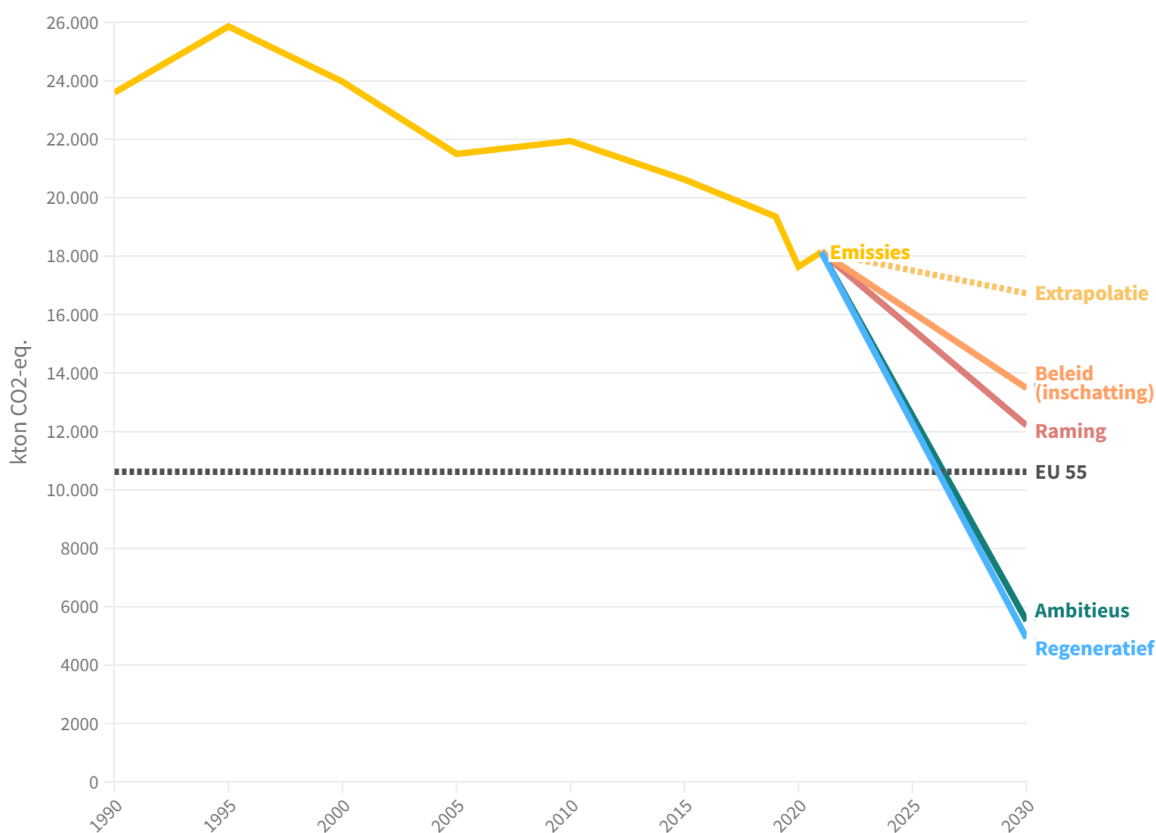
Figuur 1: Provincie Gelderland totale emissies 1990 - 2021 (Emissieregistratie, 2023). Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien. De lijnen van 49%,55% en 60% vinden hun oorsprong in de nationale politiek (49% klimaatplan 2021-2030, 55%-60% aanvullend maatregelenpakket 2023).

Figuur 2 laat zien welke potentie er is geïdentificeerd om de emissies afkomstig uit de Gebouwde omgeving te reduceren in relatie tot de verschillende scenario's. Het is hierbij van belang op de 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.

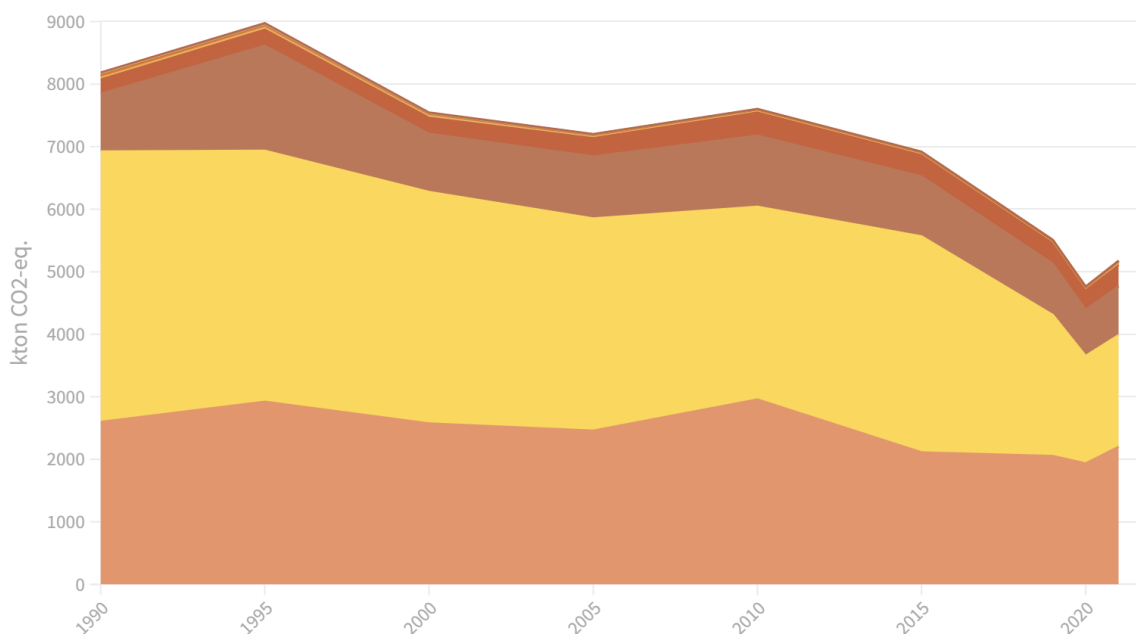


Figuur 2: Vermijdingslijnen van CO2-eq. emissies van de verschillende scenario's.  
 Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

## 1.1 Context

De emissies uit de Gebouwde omgeving in Gelderland komen voort uit het gebruik van elektriciteit en aardgas voor het verwarmen, koelen en verlichten van binnenruimten, evenals voor het gebruik van machines en apparatuur (Figuur 3). De grootste bron van emissies vormt het energiegebruik van consumenten (CV ketels van woningen voor zowel de voorziening van warmte en warm water), gevolgd door elektriciteitsverbruik door huishoudens en utiliteitsbouw, en het overige energiegebruik van de utiliteitsbouw (Handel, Diensten en Overheid).

**Sub-sector** Energiegebruik Consumenten (2202 kt) Elektriciteitsverbruik Gebouwde omgeving (1784 kt)  
 Energiegebruik en processen Handel, Diensten en Overheid (HDO) (779 kt) Productgebruik Consumenten (346 kt)



Figuur 3: Provincie Gelderland emissies Gebouwde omgeving 1990 - 2021 (Emissieregistratie, 2023).<sup>15</sup>

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

In de Gebouwde omgeving in Gelderland ligt er een grote uitdaging in het verduurzamen van bestaande woningen én utiliteitsbouw. Een aanzienlijk deel van deze emissies ontstaat namelijk door energieverpilling, zoals inefficiënte apparaten of warmteverlies door kieren in gebouwen. Het tegengaan van deze verspilling kan een aanzienlijke reductie van emissies opleveren. Ook de overstap naar hernieuwbare energiebronnen vormt een belangrijk aspect van de oplossing. Het Rijk heeft ambitieuze doelstellingen voor 2030 en 2050 vastgesteld, waaronder het aardgasvrij maken van 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen. Duurzame renovaties kunnen bestaande gebouwen energieneutraal maken, met bijkomende voordelen voor gezondheid en comfort. Gelderland heeft deze ambitie vertaald naar een verduurzamingsopgave van 500.000 woningen<sup>16</sup>.

Een belemmering voor het aardgasvrij maken van woningen is netcongestie, waarmee diverse delen van de regio kampen. Door een tekort aan netruimte wordt de elektrificatie en verduurzaming van de energiemix belemmerd. Het beter op elkaar afstemmen van vraag en aanbod van energie kan daarin een deel van de oplossing vormen.

Door een groeiende bevolking ligt er in Gelderland een grote woningbouwopgave. Dit leidt tot een toenemende vraag naar materialen, warmte en elektriciteit. Een aspect dat beschouwd dient te worden

<sup>15</sup> Temperatuurcorrectie is door Emissieregistratie toegepast.

<sup>16</sup> [Gelders Klimaatplan 2021-2030](#)

in het kader van de nieuwbouwopgave is de mogelijkheid voor het beter op elkaar aan te laten sluiten van de beschikbare woningen en de woningbehoefte<sup>17</sup>. De woningmarkt zit 'op slot' en er vindt onvoldoende doorstroming plaats. Hoewel dit vraagstuk niet wordt opgelost met de in deze concretisering aangereikte klimaatoplossingen, kan de provincie wel een rol spelen in het aanjagen van deze doorstroming. Een tweede manier om met dit vraagstuk aan de slag te gaan is het makkelijker omvormen van utiliteitsbouw tot woningen. Ook hierin kan de provincie een aanjaag rol op zich nemen. De Gebouwde omgeving speelt een belangrijke rol in de sociale invulling van menselijk woon en werkplezier en het biedt kansen voor klimaatadaptieve oplossingen d.m.v. bijvoorbeeld natuurinclusieve bouw. In het kader van de klimaatdoelstellingen is het essentieel dat deze woningbouw niet leidt tot meer emissies vanuit de toegenomen vraag naar warmte en elektriciteit. Daarom wordt ingezet op een verschuiving naar hernieuwbare energiebronnen zoals wind en zon.

Binnen Gebouwde omgeving zijn negen oplossingen uitgewerkt. Dit zijn: isolatie woningen, slimme thermostaten (woningen), warmtepompen (woningen), warmwater terugwinning (woningen), warmtenetten (woningen), isolatie (utiliteitsbouw), warmtepompen (utiliteitsbouw), warmtenetten (utiliteitsbouw) en automatiseringssystemen (utiliteitsbouw).

## 1.2 Beleidskader

In het beleidskader<sup>18</sup> zijn de doelstellingen en ambities van de EU, de nationale overheid en de provincie samengevat met betrekking tot de Gebouwde omgeving. Hierbij is er al veel regulering van kracht, waarbij er vaak verbanden worden gelegd tussen de nationale emissiedoelstellingen en de regionale doelstellingen.

### *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.
- **Gelders Energieakkoord:** Klimaatneutrale provincie in 2050, reductie van 55% in 2030 t.o.v. 1990.
- **Actieplan wonen:** inzet op flexibel, snel en betaalbaar wonen. De provincie zet in op de bouw van 104.000 nieuwe woningen tot 2030.
- **Steengoed benutten:** met deze aanpak voorkomt de provincie leegstand.
- **Klimaatklaar Gelderland,** ontzorgingsprogramma klein maatschappelijk vastgoed t.b.v. verduurzaming.
- **Stimuleringsregeling Toekomstbestendig Wonen:** regeling voor de verduurzaming van woningen.

### *Programma's Nederland*

- **Nationaal Isolatieprogramma:** Het doel van het Nationaal Isolatieprogramma is om 2,5 miljoen woningen te isoleren in de periode tot en met 2030.

---

<sup>17</sup> [Betere benutting huidige woningvoorraad biedt woningzoekenden nieuwe kansen | Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl](#)

<sup>18</sup> Beleid, regelgeving en uitvoeringsprogramma's zijn aan verandering onderhevig, het moment van schrijven is april 2023.

- **Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving:** Dit beleidsprogramma beschrijft hoe de verduurzaming van woningen, scholen, winkels en kantoren wordt versneld.
- **IBO:** voorstellen om het klimaatbeleid aan te scherpen, zodat het kabinet de ambities voor 2030 kan realiseren.
- **NOVEX (Nationale Omgevingsvisie):** In het programma NOVEX werken alle overheden samen aan een plan voor de ruimtelijke inrichting van Nederland.
- **Woningwet:** Deze wet vormt de basis voor de bouw- en gebruiksvoorschriften uit het Bouwbesluit 2012 en de Regeling Bouwbesluit 2012. Bouwbesluit 2012: Dit besluit bevat voorschriften over (ver)bouw van bouwwerken, over de staat en het gebruik van bouwwerken, open erven en terreinen, over sloop en over veiligheid tijdens bouwen en slopen. Regeling Bouwbesluit 2012: Deze regeling bevat voorschriften voor onder meer CE-markeringen en de aansluiting van gas, elektriciteit en water.
- **Nationale woon- en bouwagenda:** gericht op de betaalbaarheid, kwaliteit en beschikbaarheid van woningen. Draagt knelpunten aan in de versnelling van de bouwopgave.
- **Impuls voor duurzaam renoveren en bouwen:** Nationaal Groiefonds programma Toekomstbestendige Leefomgeving.
- **Programma woningbouw:** programma BZK ter stimulering van woningbouw.
- **Klimaatakkoord:** In het klimaatakkoord beschreven doel is om in 2030 in de gebouwde omgeving 3,4 Mton minder CO<sub>2</sub>-eq uit te stoten. Hierbij wordt wijk per wijk gekeken naar passende oplossingen. Hiernaast worden door woningcorporaties veel woningen verduurzaamd. In totaal moeten er ongeveer 1,5 miljoen bestaande woningen verduurzaamd worden en moet de CO<sub>2</sub>-uitstoot van bestaande utiliteitsbouw met 1 Mton extra worden teruggebracht.
- **De energiebesparingsplicht:** verplicht bedrijven en instellingen met een energiegebruik van 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m<sup>3</sup> aardgas alle mogelijke energiebesparende maatregelen te nemen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder.

#### *Europese Unie*

- **EU Green Deal:** Het Fit-for-55-pakket geeft invulling aan de wettelijke verplichting van de EU om in 2030 ten minste 55 procent CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren ten opzichte van 1990.
- **Europese klimaatwet:** hierin staat het doel van 55% vermindering ten opzichte van 1990. Klimaatneutraliteit uiterlijk in 2050 en netto negatief daarna.

## **2. Resultaten Gebouwde omgeving**

### **2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen**

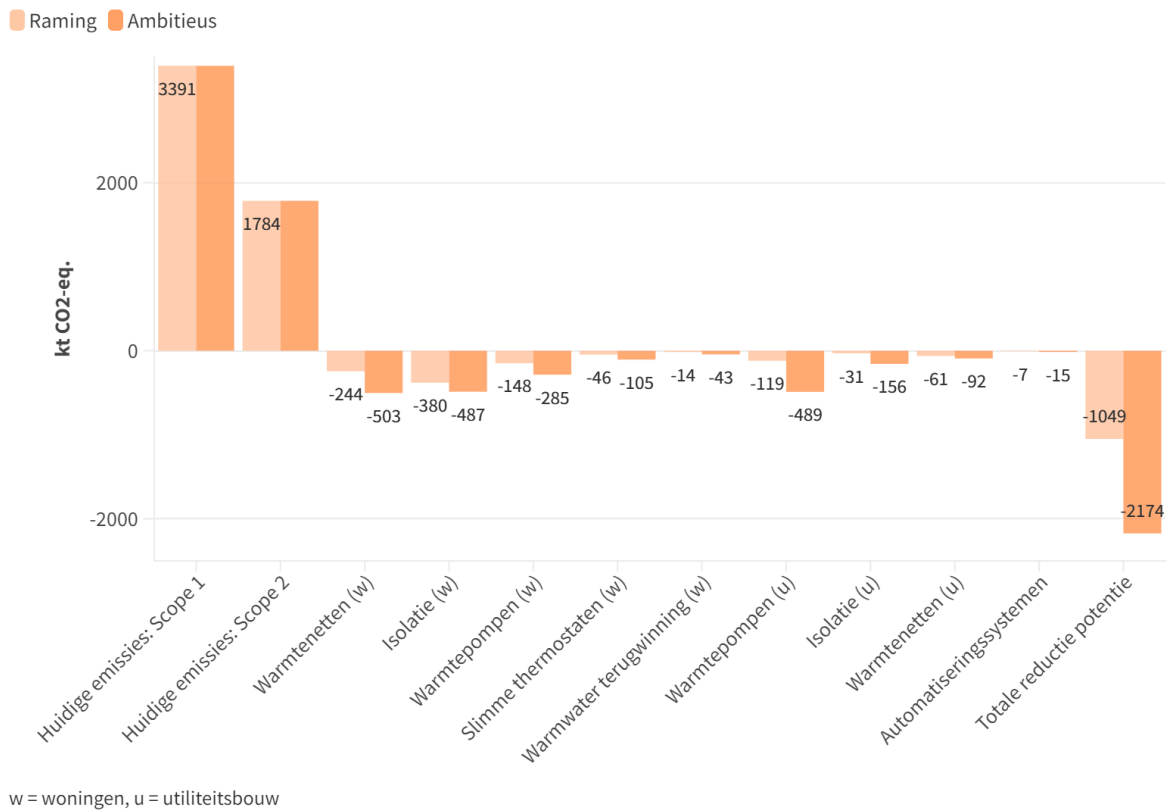
Onderstaande tabel (3) staat een overzicht van alle oplossingen en hun bijbehorende potentieel van vermindering uit het domein. Zoals omschreven in 1.2 zijn er vanuit het huidige beleid in de provincie Gelderland plannen voor Isolatie, Warmtepompen & hoog rendement warmtepompen, Warmwater terugwinning en Warmtenetten.

Oplossingen provincie Gelderland		Kiloton CO2-eq.	
		Potentieel vermijding 'Raming'	Potentieel vermijding 'Ambitieu'
Woningen	Warmtenetten	244	503
	Isolatie	380	487
	Warmtepompen	148	285
	Slimme thermostaten	46	105
	Warmwater terugwinning	14	43
Utiliteitsbouw	Warmtepompen	119	489
	Isolatie	31	156
	Warmtenetten	61	92
	Automatiseringssystemen voor gebouwen	7	15
<b>Totaal</b>		<b>1049</b>	<b>2174</b>

Tabel 3: Potentie vermeden emissies domein Gebouwde omgeving in 2030

In het scenario 'Raming' zijn alle verwachte emissiereducties opgenomen die haalbaar zijn door middel van actief beleid of recente marktontwikkelingen. In het scenario 'Ambitieu' zijn extra doelen toegevoegd, bijvoorbeeld omdat deze haalbaar worden geacht in andere regio's of omdat het inzetten op een versnelling van het huidige beleid dit mogelijk maakt. In de bijlage Methodologische onderbouwing Gebouwde omgeving is gespecificeerd hoe de scenario's per oplossing tot stand zijn gekomen.

Figuur 4 is een weergave van de relatieve vermijding t.o.v. de huidige emissies van het . In het figuur is te zien dat er verschillen zijn tussen het scenario 'Raming' en 'Ambitieu' per oplossing. Het betreft de toepassing van oplossingen in zowel de woning- als de utiliteitsbouw.



Figuur 4: Emissie vermijding potentieel Gebouwde omgeving per oplossing.  
 Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

In de provincie Gelderland bevinden zich circa 415.000 woningen die binnen het Nationaal Isolatieprogramma geïsoleerd dienen te worden. Circa 85.000 van deze woningen hebben het energielabel E, F en G en circa 330.000 woningen hebben een label D of lager. Het niveau van isolatie speelt niet noodzakelijk een rol in het label van utiliteitsgebouwen, het nemen van andere energiebesparende maatregelen zoals het installeren van LED-lampen en/of andere energiezuinige apparatuur kan in veel specifieke gevallen al bijdragen aan een labelsprong tot en met label A. De systematiek m.b.t. energielabels gebouwde omgeving draagt daarmee niet bij aan een versnelling van de energietransitie en energiebesparende maatregelen zoals Isolatie. Wel is er reductiepotentieel verkend voor de utiliteitsbouw.

Binnen de oplossing energieneutrale gebouwen en duurzame renovatie zijn meerdere oplossingen uitgewerkt. Momenteel is er een sterke ontwikkeling en groei van de verkoop van warmtepompen in heel Nederland, dit zorgt voor een aanzienlijke vermindering van emissies tot 2023. Verder kan een warmtenet significant lagere emissies opleveren dan CV-ketels o.b.v. aardgas voor warmtelevering omdat de warmtebronnen meestal hernieuwbaar zijn, maar de exacte vermijding emissie varieert afhankelijk van de gebruikte energiebronnen en de efficiëntie van het warmtenet. Over het algemeen zal een warmtenet dat hernieuwbare energiebronnen gebruikt, zoals geothermie of biomassa, een aanzienlijke vermijding

emissie opleveren ten opzichte van aardgas. Uit de systeemstudie van CE Delft (2021) blijkt dat de geproduceerde warmte, afkomstig uit zowel hernieuwbare bronnen als die van de huidige centrales van Eneco, zal toenemen tot 2030. Belangrijk is dat richting 2050 methaan uitgefaseerd wordt en er een verschuiving plaatsvindt naar groen gas en waterstof.

Aanvullend is belangrijk dat er niet alleen emissies gereduceerd worden door het verlagen van de vraag naar energie, maar is ook van belang dat de gebruikte bouwmaterialen in renovatie en isolatiewerkzaamheden zo duurzaam mogelijk geproduceerd zijn vanuit de industrie, zowel binnen de provincie als buiten de provincie. Daarnaast kan het toepassen van bijvoorbeeld biobased isolatiematerialen zowel bijdragen aan een gereduceerde vraag naar energie als CO<sub>2</sub>-opslag door de landbouw.

In Figuur 4 zijn de twee emissie vermijding potentieel 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 vermijding potentieel dan de huidige uitstoot.

Bij de oplossingen is er een aanvullende potentie mogelijk tussen de scenario's 'Raming' en 'Ambitieuw': Isolatie (w) 107 kt CO<sub>2</sub>-eq (28%), Slimme thermostaten (w) 59 kt CO<sub>2</sub>-eq (129%), Warmtepompen & hoog rendement warmtepompen (w) 137 kt CO<sub>2</sub>-eq (93%), Warmwater terugwinning (w) 29 kt CO<sub>2</sub>-eq (200%), Warmtenetten (w) 259 kt CO<sub>2</sub>-eq (106%), Isolatie (u) 125 kt CO<sub>2</sub>-eq (400%), Warmtepompen & hoog rendement warmtepompen (u) 370 kt CO<sub>2</sub>-eq (312%), Warmtenetten 31 kt CO<sub>2</sub>-eq (50%), Automatiseringssystemen voor gebouwen (u) 8 kt CO<sub>2</sub>-eq (122%). Totaal is er 1125 kt CO<sub>2</sub>-eq (107%) 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 vermijding emissies bepaling tot stand is gekomen zie bijlage.

Oplossingen provincie Gelderland	Uitwerking Scenario's 'Raming' & 'Ambitieu's'
<i>Voor woningen:</i>	
<b>Isolatie</b>	<p>Raming'</p> <p>2025: 30.000 woningen geïsoleerd 2027: 150.000 woningen geïsoleerd 2030: 415.000 woningen geïsoleerd</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>Het scenario ambitieu's gaat uit van een hogere energiebesparing, bijvoorbeeld door verbeterde isolatie. Het aantal woningen dat geïsoleerd wordt, blijft gelijk.</p> <p>2025: 30.000 woningen geïsoleerd 2027: 150.000 woningen geïsoleerd 2030: 415.000 woningen geïsoleerd</p>
<b>Slimme thermostaten</b>	<p>'Raming'</p> <p>2025: 30% huishoudens hebben een slimme thermostaat 2027: 35% huishoudens hebben een slimme thermostaat 2030: 50% huishoudens hebben een slimme thermostaat</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>In het ambitieu's scenario wordt een hogere energiebesparing verwacht als gevolg van installatie slimme thermostaten.</p> <p>2025: 30% huishoudens hebben een slimme thermostaat 2027: 35% huishoudens hebben een slimme thermostaat 2030: 50% huishoudens hebben een slimme thermostaat</p>
<b>Warmtepompen</b>	<p>'Raming'</p> <p>De verkoop van warmtepompen groeit exponentieel, verwacht wordt dat tot en met 2027 circa 200.000 warmtepompen geïnstalleerd zijn, dit neemt daarna gestaag toe tot 300.000 in 2030.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2027: 200.000 warmtepompen geïnstalleerd</li> <li>• 2030: 300.000 warmtepompen</li> </ul> <p>'Ambitieu's'</p> <p>De verkoop van warmtepompen groeit exponentieel, verwacht wordt dat tot en met 2027 circa 350.000 warmtepompen geïnstalleerd zijn, dit neemt daarna gestaag toe tot 450.000 in 2030.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2027: 350.000 warmtepompen geïnstalleerd</li> <li>• 2030: 450.000 warmtepompen</li> </ul>
<b>Warmwater terugwinning</b>	<p>'Raming'</p> <p>2030: 10.000 woningen zijn aangesloten op warmwater terugwinning</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>2030: 28.150 woningen zijn aangesloten op warmwater terugwinning</p>

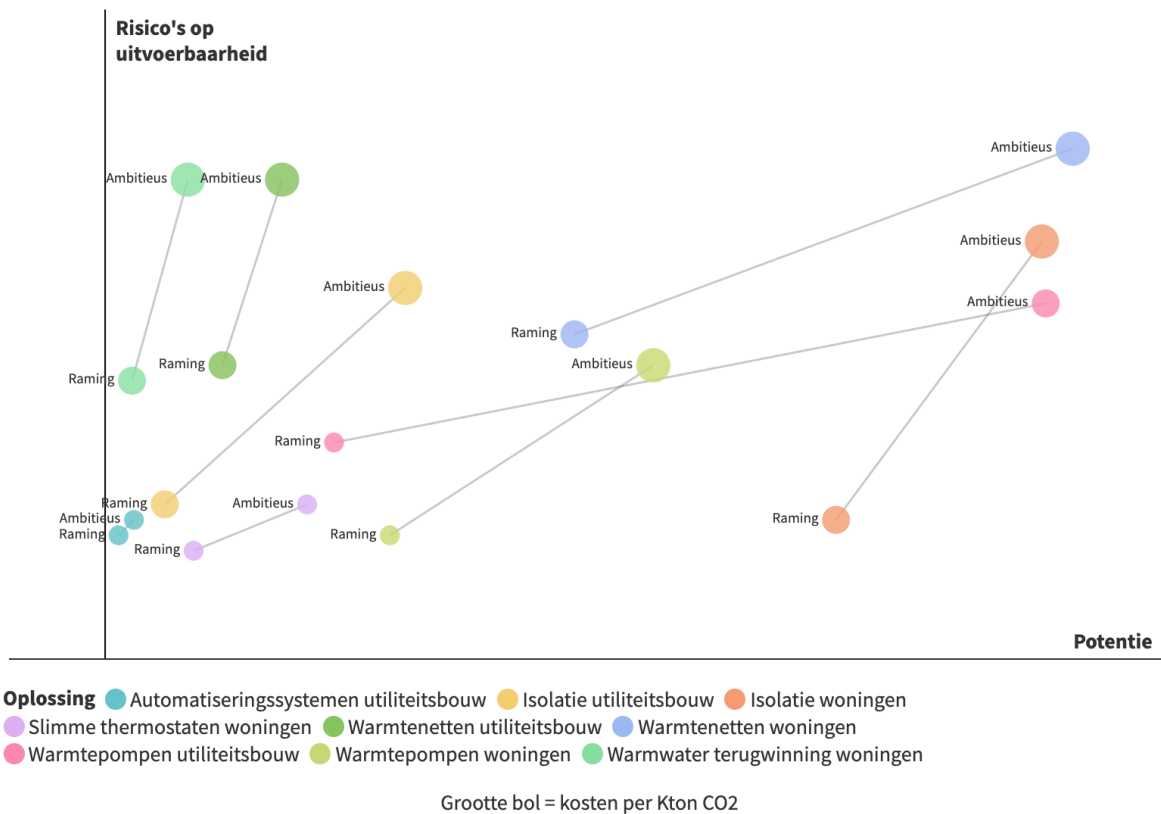
<b>Warmtenetten</b>	<p>'Raming'</p> <p>Het aandeel warmte afkomstig van warmtenetten in provincie Gelderland verviervoudigd (momenteel 5% van de warmte, neemt toe naar circa 20%). Verwacht wordt dat deze capaciteit tussen 2028 en 2031 wordt gerealiseerd vanwege de lange doorlooptijd van warmtenet projecten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2025: 10% van de warmte</li> <li>● 2028: 10% van de warmte</li> <li>● 2030: 20% van de warmte</li> </ul> <p>'Ambitieuus'</p> <p>Het aandeel warmte afkomstig van warmtenetten in provincie Gelderland neemt exponentieel toe (momenteel 5% van de warmte, neemt toe naar circa 37%). Verwacht wordt dat deze capaciteit tussen 2028 en 2031 wordt gerealiseerd vanwege de lange doorlooptijd van warmtenet projecten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2025: 10% van de warmte</li> <li>● 2028: 15% van de warmte</li> <li>● 2030: 37% van de warmte</li> </ul>
<i>Voor Utiliteitsbouw:</i>	
<b>Isolatie</b>	<p>'Raming'</p> <p>Momenteel hebben circa 50% van de utiliteitsgebouwen in de provincie (met een label) minimaal het energielabel B. Dit neemt lineair toe tot 100% in 2030. Belangrijk is wel dat steeds meer gebouwen worden voorzien van een energielabel.</p> <p>2030: 100% van alle utiliteitsgebouwen hebben energielabel B of hoger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2025: 65% van de gebouwen</li> <li>● 2028: 80% van de gebouwen</li> <li>● 2030: 100% van de gebouwen (± 50.000 gebouwen)</li> </ul> <p>'Ambitieuus'</p> <p>Momenteel heeft circa 34% van de utiliteitsgebouwen in de provincie (met een label) het energielabel A+ of hoger. Dit neemt lineair toe tot en met 100% in 2030. Belangrijk is wel dat steeds meer gebouwen worden voorzien van een energielabel.</p> <p>2030: 100% van alle utiliteitsgebouwen hebben energielabel A of hoger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2025: 50% van de gebouwen</li> <li>● 2028: 75% van de gebouwen</li> <li>● 2030: 100% van de gebouwen (± 50.000 gebouwen)</li> </ul>
<b>Warmtepompen</b>	<p>'Raming'</p> <p>De verkoop van warmtepompen groeit exponentieel, verwacht wordt dat tot en met 2027 circa 150.000 warmtepompen geïnstalleerd zijn, dit neemt daarna gestaag toe tot 190.000 in 2030.</p> <p>2027: 150.000 warmtepompen geïnstalleerd</p> <p>2030: ± 190.000 warmtepompen</p> <p>'Ambitieuus'</p> <p>De verkoop van warmtepompen groeit exponentieel, verwacht wordt dat tot en met 2027 circa 500.000 warmtepompen geïnstalleerd zijn, dit neemt toe tot 635.000 in 2030.</p> <p>2027: 500.000 warmtepompen geïnstalleerd</p> <p>2030: 635.000 warmtepompen</p>

<b>Warmtenetten</b>	<p>'Raming'</p> <p>Het aandeel warmte afkomstig van warmtenetten in provincie Gelderland verdubbelt (momenteel 10% van de warmte, neemt toe naar circa 20%). Verwacht wordt dat deze capaciteit tussen 2028 en 2031 wordt gerealiseerd vanwege de lange doorlooptijd van warmtenet projecten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2025: 10% van de warmte</li> <li>● 2028: 10% van de warmte</li> <li>● 2030: 20% van de warmte</li> </ul> <p>'Ambitieuus'</p> <p>Het aandeel warmte afkomstig van warmtenetten in provincie Gelderland verdrievoudigd (momenteel 10% van de warmte, neemt toe naar circa 30%). Verwacht wordt dat deze capaciteit tussen 2028 en 2031 wordt gerealiseerd vanwege de lange doorlooptijd van warmtenet projecten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2025: 10% van de warmte</li> <li>● 2028: 10% van de warmte</li> <li>● 2030: 30% van de warmte</li> </ul>
<b>Automatiseringssystemen voor gebouwen</b>	<p>Verwacht wordt dat in de komende jaren meer gebouwen worden voorzien van automatiseringssystemen. Verwacht wordt een toename van 3% tot en met 2027, overige 5% zal in de periode 2028 - 2030 toenemen tot 8%. Tot en met 2030 circa een toename van 8% (huidig percentage is 75%).</p>

Tabel 4: Uitwerking verwachte ontwikkeling en jaarlijkse doelstellingen per oplossing, thema Gebouwde omgeving.

## 2.2 Haalbaarheidsanalyse Gebouwde omgeving

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 op uitvoerbaarheid.



Figuur 5: Focusmatrix oplossingen thema Gebouwde omgeving

Focuspunten met een laag risico kunnen worden aangemerkt als 'Laaghangend fruit', waarbij 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 aandachtspunten voor oplossingen om vanuit het scenario 'Raming' op te schalen naar het scenario 'Ambitieuze', 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. Warmtenetten en warmtepompen hebben een grote potentie en een relatief groot risico bij implementatie, echter dit zijn ook de relatief kostbare oplossingen om te implementeren.

In de context van de Gebouwde Omgeving is er veel potentie in de provincie Gelderland om middels een veelzijdige benadering klimaatuitstoot te verminderen. Deze aanpak omvat verschillende strategieën,

zoals het bevorderen van energie-efficiëntie door isolatie, maar ook elektrificatie, aansluiting op duurzame warmte uit geo- en aquathermie en het stimuleren van groene bouwmaterialen. Echter, de transitie naar een duurzamere gebouwde omgeving wordt geconfronteerd met verschillende uitdagingen en biedt tegelijkertijd diverse kansen.

Een van de belangrijkste risico's voor de provincie Gelderland is het tekort aan arbeidskrachten voor installatie en renovatie, samen met de gestegen kosten voor bouwmaterialen, wat vertragingen kan veroorzaken in bouw- en renovatieprojecten. Deze uitdagingen kunnen de transitie naar duurzame praktijken belemmeren en de haalbaarheid van groene initiatieven negatief beïnvloeden. Daarnaast vormen financiële belemmeringen en juridische obstakels, zoals complexe regelgeving en financieringskwesties, verdere hindernissen voor de implementatie van duurzame oplossingen. Het is daarbij van belang dat bouw- en installatiebedrijven, bijvoorbeeld middels brancheverenigingen, inzetten op het vergroten van capaciteit, kennis en vaardigheden. Met name isolatie en warmtepompen in zowel de woning- als utiliteitsbouw zijn gebaat bij het wegnemen van deze belemmeringen om deze potentie te realiseren.

Verder biedt de provincie Gelderland ook tal van kansen om de transitie naar een duurzamere gebouwde omgeving te versnellen. Samenwerking met woningcorporaties, en ook de branchevereniging Aedes kan bijvoorbeeld leiden tot grootschalige renovatieprojecten en het implementeren van energiebesparende maatregelen in huurwoningen. Daarnaast biedt samenwerking met vastgoedeigenaren mogelijkheden om de verduurzaming van gebouwen te versnellen, bijvoorbeeld door het ondersteunen van Verenigingen van Eigenaren bij het opstellen van verduurzamingsplannen.

Aanvullend is van belang dat in de gebouwde omgeving niet enkel gestuurd wordt op het behalen van korte termijn doelstellingen maar ook aan het lange termijn perspectief wordt gewerkt. Door het stimuleren van samenwerking tussen HBO en MBO instellingen kan de provincie investeren in de ontwikkeling van kennis en vaardigheden die nodig zijn voor een toekomstbestendige bouwsector.

Tot slot kan de provincie Gelderland fungeren als een kennishouder en inspirerende voorbeelden delen met andere regio's en stakeholders. Door samen te werken met financierders en vastgoedeigenaren kan de provincie financieringsconstructies ontwikkelen en garantstellingen realiseren om huiseigenaren te ondersteunen bij het implementeren van duurzame oplossingen.

### **3. Conclusies Gebouwde omgeving**

In dit hoofdstuk wordt de samenhang van de besproken resultaten geduid in een aantal conclusies. Schaarste domineert op de woningmarkt, waardoor de nadruk op nieuwbouw lijkt te liggen. Voor nieuwbouw is de oplossing voor de hand liggend: bouw goed geïsoleerd en met biobased materiaal, met een warmtepomp voor verwarming én koeling. Echter, bij renovatie is meer winst te halen. Isolatie, warmtenetten en warmtepompen zijn de belangrijkste oplossingen. Door deze te combineren daalt de energierekening en nemen wooncomfort en gezondheid toe. Ook slimme thermostaten zorgen voor gelijktijdige reductie van uitstoot, kosten, en juist meer comfort.

Zowel nieuwbouw als renovatie blijven achter op de doelstellingen. Mogelijk dat de provincie snelheid kan maken door financiële waarborgen te organiseren en ruimtelijke beslissingen te prioriteren. Omdat woningen en wijken bij uitstek sociale plekken zijn, bieden sociaal maatschappelijke initiatieven zoals een fixbrigade grote voordelen voor zowel klimaat als welzijn.

#### **Domein-overstijgende kansen**

Zonnepanelen op daken zijn een vorm van energieopwekking en een belangrijk onderdeel van het nieuwe zon-wind-opslag energiesysteem. Huizenbezitters met zonnepanelen hebben afgelopen jaren de energierekening flink zien dalen. Doordat de salderingsregeling voorlopig behouden blijft, zijn zonnepanelen nu ook voor lagere inkomensgroepen beschikbaar, wat het draagvlak verder vergroot. Nu doorzetten met zon op daken is niet alleen goed klimaatbeleid maar ook sociaal-economische vooruitgang. Synergie met industrie ontstaat als nieuwbouw met biobased materialen wordt uitgevoerd. Nieuwbouw en renovatie van woningen levert synergie met het landbouwsysteem, omdat gebruik van biobased materialen de teelt van vezelgewassen stimuleert.

#### **Innovatie, inspiratie en transitieversnellers**

De grotere variatie in opwek van het wind, zon en opslag energiesysteem biedt juist een grote kans voor versnelde verduurzaming van woningen. Elektrische verwarming met warmtepompen en bijvoorbeeld infraroodpanelen biedt goede kansen om het stroomnet te balanceren. Slimme aansturing kan op de stroomprijs reageren en daarmee stroom afnemen op momenten dat er een overschot is, of even wachten met verwarmen of koelen bij een tekort. Een eigen elektrische auto (domein mobiliteit) gaat daarbij een rol spelen, door het laden af te stemmen op de energiebehoefte van een gebouw of woning. Energiecontracten met live prijzen worden nu al aangeboden, waardoor met relatief eenvoudige innovaties de opslagcapaciteit van huur- en koopwoningen, en bedrijfsgebouwen, te gelde kan worden gemaakt.

Gezondheid is een versneller buiten de domeinen van het klimaatakkoord, maar verhoogt ook draagvlak.

## 4. Transitiebeeld Gebouwde omgeving

*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 voor de gebouwde omgeving: **iedereen woont in een comfortabele, gezonde, goed geïsoleerde woning met een lage energierekening. Warmtepompen en lokale warmtenetten** zijn betaalbaar en daardoor breed ingezet. Renovatie en nieuwbouw worden uitgevoerd met liefst hergebruikte **biobased materialen zoals hout en stro**.

Transitietips om dit beeld te realiseren:

- Zorg dat de kosten van warmtenetten voor bewoners en bedrijven laag blijven. Omdat de kosten van zonnepanelen nog altijd blijven dalen, ontstaan er anders grote verschillen in energiekosten die draagvlak snel doen verdwijnen. Ervaringen in onder meer Amsterdam<sup>19</sup> laten dit zien.
- Voorkom bij warmtenetten een lock-in van fossiele bronnen. Vraag een duidelijk transitiepad om eventuele fossiele warmtebronnen op korte termijn door bijvoorbeeld aardwarmte en warmte uit riool- of oppervlaktewater.
- Stuur en beloon gebruik van biobased materialen door middel van gekwantificeerde CO<sub>2</sub>-opslag (vastlegging).
- Bevorder energiecontracten met live energieprijzen. Dit is voor vraagsturing (afstemming van stroomafname aan de hand van beschikbaarheid) een voorwaarde, aanjager en stimulant.
- Omdat biobased bouwen een sterke relatie heeft met biodiversiteit zouden werknemers mee kunnen doen aan een biodiversiteitsprijs, waarbij medewerkers voorstellen kunnen indienen voor biobased materialen en de daarbij biodiversiteitseffecten die deze heeft en de plek waar de provincie deze toe kan passen. Denk bijvoorbeeld aan het natuurinclusief maken van parkeerplekken of de gevel.
- Ondersteun en leer van koplopers. Er zijn tal van inspirerende pionierende bouwprojecten in de regio. Ook is het interessant om andere provincies of gemeenten te bezoeken, waarbij soms innoverende projecten door bijvoorbeeld subsidieregelingen juist veel meer zijn ontwikkeld.

---

<sup>19</sup> NRC Handelsblad 21-1-2024. Bewoners Amsterdam lopen niet warm voor warmtenet. De woningcorporatie: 'We hebben geen verhaal dat eerlijk en helder is' [Link](#)

A photograph of a field of tall grasses at sunset. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. The sky is a mix of blue and white clouds. The grasses in the foreground are silhouetted against the bright light, while the background is a soft, out-of-focus field of similar grasses.

**Landbouw & landgebruik**  
**Klimaatkansenkaart Gelderland**  
**V1 maart 2024**

## Belangrijkste conclusies Landbouw en landgebruik

Dit document vormt een uitgebreide uitwerking van de geïdentificeerde potentie van klimaatoplossingen binnen het domein Landbouw en landgebruik. Hierbij een beknopte samenvatting van de belangrijkste resultaten & conclusies.

Belangrijkste resultaten & conclusies vanuit de analyse:

- **Kansrijke oplossingen:** in totaal zijn er zes kansrijke oplossingen binnen het domein Landbouw en landgebruik: Mestvergisting en groen gas, Plantaardig dieet, Voertransitie, Bosaanplant, Voedselverspilling tegengaan en Regeneratieve landbouw. Gezamenlijk hebben zij binnen het domein Landbouw en landgebruik een totale potentie van **305 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** en **19 kton CO<sub>2</sub>-eq vastlegging** in het scenario 'Raming' en een potentie van **1025 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** en **107 kton CO<sub>2</sub>-eq vastlegging** in het scenario 'Ambitieuw' binnen de geografische context van de provincie Gelderland.
- **De klimaatoplossingen met het grootste reductiepotentieel ('Ambitieuw'):**
  - 1.) Mestvergisting en groen gas met 327 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 2.) Plantaardig dieet met 319 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 3.) Voertransitie met 305 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie

Bij de **landbouw** zijn er kansen voor transformatie naar toekomstbestendig landbouwsysteem, en het toevoegen van natuur (10.000 hectare) waarbij efficiëntie wordt gecombineerd met regeneratieve praktijken, het maximaal verminderen van voedselverspilling, het vervangen van veehouderij door bijvoorbeeld lucratieve vezel teelten, voedingssupplementen voor koeien die de methaanuitstoot verkleinen en het bieden van meer ruimte per dier in combinatie met andere vormen van teelt zoals gewassen die bijdragen aan langdurige CO<sub>2</sub>-opslag in de bodem, en verwerkt kunnen worden tot bouwmaterialen in de industrie om vervolgens toegepast te worden in de renovatieopgave van de gebouwde omgeving. Voorbeelden zijn vlas, hennep en olifantengras, in het ambitieuze scenario gaat het om circa 8.000 hectare, als we het hebben over een regeneratief landbouwsysteem is dit bijna het dubbele in 2030. Hiermee wordt niet alleen CO<sub>2</sub>-uitstoot voorkomen, maar worden ook fundamentele problemen met biodiversiteit, water en stikstof opgelost.

*Bij het regeneratieve scenario is er een extra reductiepotentieel van 125 kiloton CO<sub>2</sub> voor bosaanplant en maar liefst 908 kiloton CO<sub>2</sub> extra reductiepotentieel voor regeneratieve landbouw. Er vindt dan een verschuiving plaats qua landgebruik dat resulteert in de halvering van de potentie mestvergisting & groengas en voertransitie. Doch zal er in totaal meer zijn omdat dit ook invloed heeft op de industrie. Regeneratief totaal is 982 kiloton CO<sub>2</sub> reductiepotentieel.*

# 1. Introductie domein Landbouw en landgebruik

Ongeveer 18% van de totale wereldwijde broeikasgasemissies worden toegeschreven aan de landbouw en het gebruik van land.<sup>20</sup> In de context van traditionele landbouw, die wordt gekenmerkt door intensieve bodembewerking, de teelt van mono-gewassen en grootschalig gebruik van kunstmest en pesticiden, ontstaat er vaak een verstoorde koolstofkringloop, evenals verstoord water- en nutriëntenbeheer. Bovendien belemmeren de gebruikte zware machines en ploegen het herstel van landbouwgronden. Deze gecombineerde effecten leiden vaak tot verslechterde bodemkwaliteit en verminderde biodiversiteit.

## Afbakening 'Landbouw & landgebruik'

Het klimaat domein 'Landbouw & landgebruik' is vormgegeven naar de klimaattafel van de Rijksoverheid zoals opgenomen in het klimaatakkoord<sup>21</sup>. De emissies afkomstig uit landbouw & landgebruik kunnen zowel energetisch zijn zoals door gebruik van brandstoffen zoals diesel voor tractoren op het land, als niet-energetische emissies zoals door koeien die methaan produceren of het toepassen van kunstmest waardoor lachgas emissies (stikstof) vrijkomen. Uniek aan het domein Landbouw & landgebruik is het feit dat het ook veel kansen biedt om koolstof vast te leggen. Bijvoorbeeld door bomen en bossen te planten t.b.v. biodiversiteit en versterking van het ecosysteem of voor het produceren van gewassen die in de vorm van bouwmaterialen, zoals isolatiemateriaal, langdurig koolstof kunnen vastleggen.

Het domein 'Landbouw en landgebruik' heeft een sterk verband met de klimaat domeinen 'Gebouwde omgeving' en 'Industrie'. Vanuit Landbouw en landgebruik kunnen primaire grondstoffen worden geleverd aan de industrie, en produceert de industrie biobased bouwmaterialen, deze kunnen weer worden toegepast in het reduceren van emissies in de Gebouwde omgeving, bijvoorbeeld als isolatiemateriaal voor nieuwbouw en renovatie. Voor een meer integrale blik op het domein Landbouw en landgebruik, is het van belang de andere domeinen ook te lezen.

Box 2: Toelichting afbakening domein Landbouw & landgebruik.

Gezien Nederland een van de grootste exporteurs van landbouwproducten is en de nationale economie deels afhankelijk is van biodiversiteit, vruchtbare bodems en voldoende water, is een overgang naar duurzame landbouwmethoden dringend en van groot belang<sup>22</sup>. Deze transitie biedt niet alleen ecologische voordelen maar ook kansen voor verbetering van de volksgezondheid.

Er bestaat namelijk een directe relatie tussen de gezondheid van de grond en de gezondheid van de mens. Het gebruik van pesticiden in de landbouw heeft directe gevolgen voor de menselijke gezondheid, zelfs voor bewoners in de nabijheid van landbouwgebieden<sup>23</sup>. Een vermindering van het gebruik van pesticiden en kunstmest heeft niet alleen gunstige effecten op het ecosysteem, maar draagt ook rechtstreeks bij aan de verbetering van de menselijke gezondheid.

<sup>20</sup> [OUR WORLD IN DATA: agriculture and land use emissions](#)

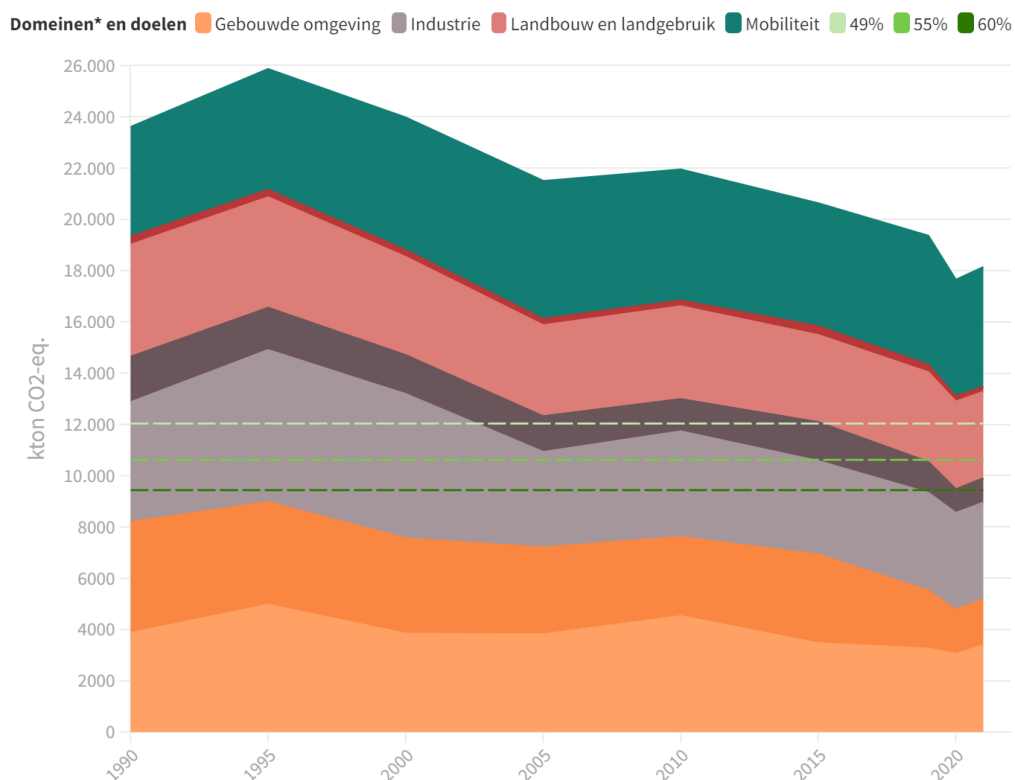
<sup>21</sup> [Landbouw en landgebruik | Klimaatakkoord](#)

<sup>22</sup> [Biodiversiteit en de financiële sector: een kruisbestuiving?](#)

<sup>23</sup> [Current status of pesticide effects on environment, human health: A comprehensive review](#)

Deze noodzaak voor verandering in de landbouw benadrukt niet alleen de ecologische verantwoordelijkheid, maar biedt ook kansen voor een gezondere leefomgeving en duurzame economische praktijken. Het is essentieel dat er stappen worden ondernomen om de impact van de landbouw op het milieu te verminderen, waarbij de gezondheid van zowel de bodem als de mens centraal staat in het streven naar een evenwichtiger en duurzamer agrarisch systeem.

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. 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.



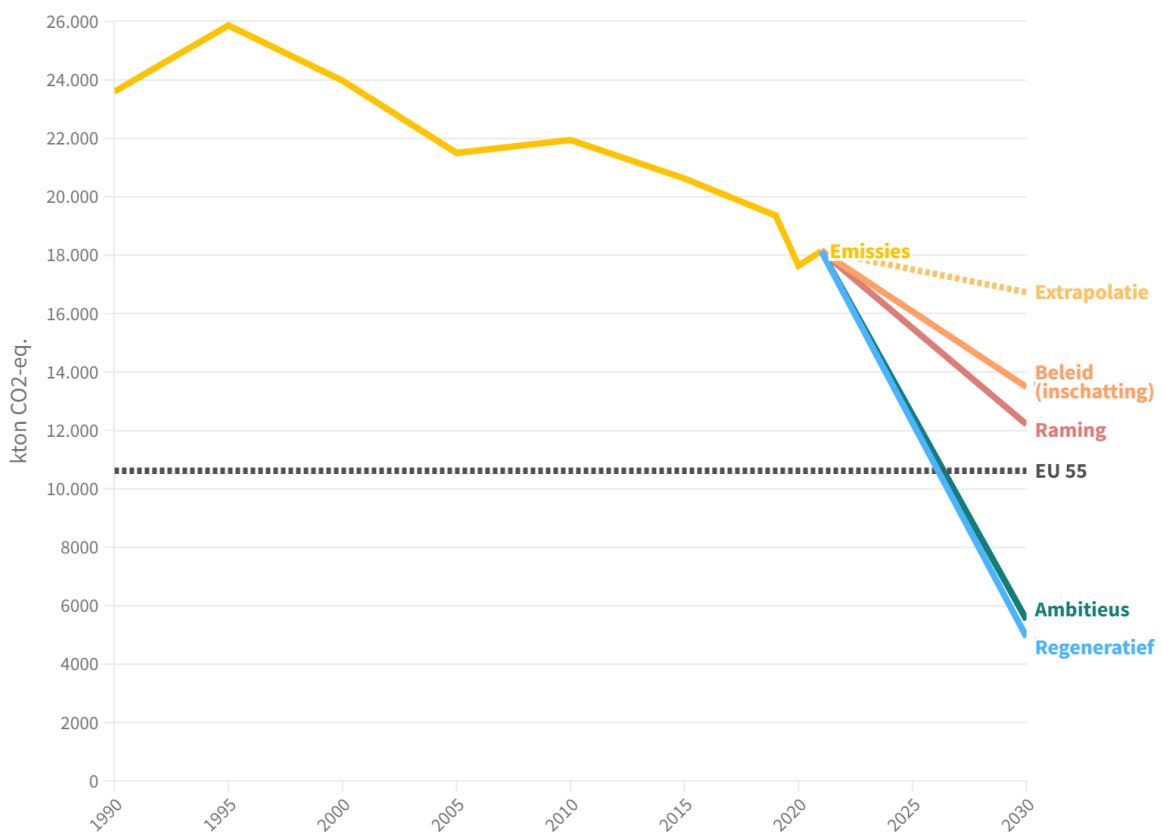
\*De donkerdere kleuren tonen de Scope 2-emissies (gerelateerd aan elektriciteitsverbruik) van elk domein.

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 de 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 CO<sub>2</sub>-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.



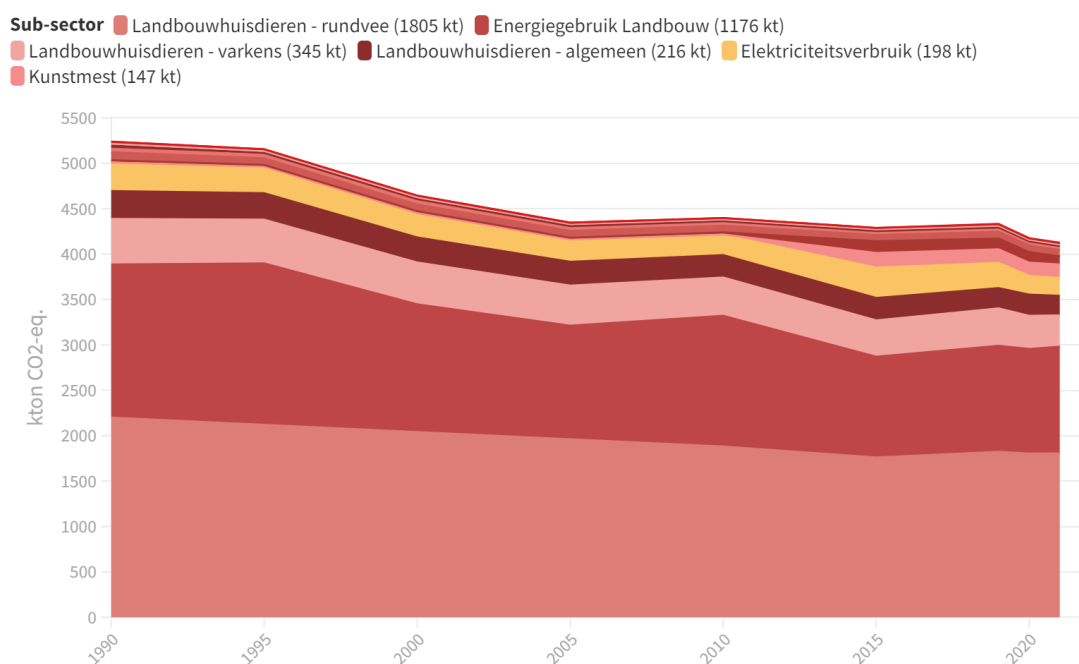
Figuur 2: Vermijdingslijnen van CO<sub>2</sub>-eq. emissies van de verschillende scenario's.  
 Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

## 1.1 Context Landbouw en landgebruik Gelderland

Gelderland is een provincie met een rijke historie van agrarische activiteiten, ondersteund door een goed ontwikkelde infrastructuur en regionaal beleid. De aanwezigheid van gespecialiseerde kennisinstellingen, landbouworganisaties en coöperaties draagt bij aan de continue innovatie in de sector. De ligging van Gelderland binnen Nederland en Europa draagt bij aan de bloei van de sector. De provincie fungeert als een belangrijk knooppunt voor logistiek en distributie, waardoor boeren gemakkelijk toegang hebben tot markten en consumenten, zowel nationaal als internationaal.

Het oppervlakte van de provincie Gelderland bestaat voor circa 45%<sup>24</sup> uit landbouwgrond, daarmee is er veel potentie voor verandering, ten gunste van broeikasgasreductie en -vastlegging. Sommige emissies m.b.t. landbouw en landgebruik worden veroorzaakt door inwoners van de provincie, maar vinden buiten het domein plaats. Dit zijn bijvoorbeeld emissies die ontstaan bij de productie van veevoer elders. Dit betekent dat zij in de analyse niet worden toegeschreven aan Gelderland maar hier wel ontstaan. Vice versa consumeren mensen buiten Gelderland producten uit de Gelderse regionale landbouw. Daarom vinden relatief veel landbouwgerelateerde emissies hier plaats.

Binnen het domein Landbouw en landgebruik is een dalende trend van emissies sinds 1990, waarbij er kansen zijn voor verder reductiepotentieel tot en met 2030 (Figuur 3). Deze daling is afkomstig van vrijwel alle subsectoren binnen het domein, een groot deel van deze reductie is afkomstig vanuit de melkveehouderij.



Figuur 3: Provincie Gelderland emissies Landbouw & landgebruik 1990 - 2021 (Emissieregistratie, 2023).

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

<sup>24</sup> Gelderland [Agrifood Dashboard](#), Versie 1.3.0

Er zijn in totaal zes oplossingen verkend voor het domein landbouw & landgebruik: bosaanplant & bosbeweiding, voertransitie, voedselverspilling tegengaan, plantaardig dieet, mestvergisters & groengas, regeneratieve landbouw. Gezamenlijk hebben de oplossingen een potentie om een reductie op de CO<sub>2</sub>-uitstoot te realiseren van tussen de 305 en 1.025 kton CO<sub>2</sub>-eq in 2030, en een aanvullende vastlegging te realiseren van tussen de 19 en 107 kton, additioneel is er voor landbouw en landgebruik een regeneratief scenario ontwikkeld met een reductiepotentieel van 592 kton CO<sub>2</sub>-eq en een vastlegging van 140 kton CO<sub>2</sub>-eq. Om daadwerkelijk de beoogde reducties op het gebied van Landbouw en landgebruik te bereiken, zijn aanpassingen op alle niveaus nodig. Zo is het essentieel dat agrarische ondernemers hun bedrijfsvoering op een andere manier inrichten, dient de omgang met het natuurlijk kapitaal aan te worden aangepast en dienen consumenten hun eetgewoonten te veranderen. De oplossingen bieden ook kansen. Zo is er een grote potentie voor Landbouw en landgebruik om koolstof vast te leggen in de bodem en grondstoffen voor hernieuwbare materialen te produceren. Op die manier worden de activiteiten die worden ondernomen binnen Landbouw & landgebruik onderdeel van de klimaatoplossing.

## 1.2 Beleidskader

In het beleidskader<sup>25</sup> zijn de doelstellingen en ambities van de EU, de nationale overheid en de provincie samengevat met betrekking tot het domein 'Landbouw en landgebruik'. Hierbij is er al veel regulering van kracht, waarbij er vaak verbanden worden gelegd tussen de nationale emissiedoelstellingen en de regionale doelstellingen.

### *Provincie Gelderland*

- **Gelders Klimaatplan 2021-2030:** 55% reductie emissies. Herijking Gelders klimaatplan 2021-2030: pijlers van Landbouw en landgebruik zijn natuurinclusieve kringlooplandbouw, koolstofopslag in de bodem en uitbreiding van bosareaal.
- **Gelders Energieakkoord:** Klimaatneutrale provincie in 2050, reductie van 55% in 2030 t.o.v. 1990.
- **Kadernota Agrifood 2021-2030:** Toekomstperspectief voor de land- en tuinbouw in de provincie met zes pijlers, waarvan de Omgevingsvisie Gaaf Gelderland deel van is en bijbehorende focuspunten nader worden toegelicht:
  - Innovatieve landbouw- en tuinbouw
  - Sluiten van de kringlopen
  - Grondgebondenheid
  - Nieuwe concepten: Agroforestry
  - Keten
- **Omgevingsvisie Gaaf Gelderland:** Onderdeel van het Kadernota Agrifood. De focus ligt op grensoverschrijdende ontwikkelingen. Het energievraagstuk, kwetsbare biodiversiteit, verdere

---

<sup>25</sup> Beleid en (uitvoerings)programma's zijn aan verandering onderhevig, het moment dat onderstaande is omschreven is januari 2024.

verstedelijking in combinatie met krimp, toenemende mobiliteit op de weg en in de lucht, digitalisering en internationalisering.

- Vestigingsklimaat voor natuurinclusieve kringlooplandbouw en innovatieve landbouw.
  - Wonen: spanning tussen grondgebruik in het kader van uitbreidingslocaties.
  - Bereikbaarheid: lokale distributie voor de korte keten en veiligheid.
  - Biodiversiteit: vermindering van schadelijke emissies en vergroten van aantal bomen en agroforestry.
  - Klimaatadaptatie: kringlooplandbouw en nutriëntenbeheer en investeringen in de bodemkwaliteit.
  - Energietransitie: emissievermindering door transitie naar hernieuwbaar energieverbruik, koolstofrijke landbouwbodems.
- **Provinciaal Programma Landelijk Gebied & Programma Vitaal Landelijk Gebied Gelderland.**  
Doorrekening van diverse doelen<sup>26</sup>:
    - Nitraatuitspoeling naar het grondwater: hiervoor ligt voornamelijk een opgave in Achterhoek, Liemers, Veluwe.
    - Uit- en afspoeling stikstof en fosfor: hiervoor ligt voornamelijk een opgave in Achterhoek, Liemers (29% reductie)
    - Methaan- en lachgasemissies: 32% reductie emissies afkomstig uit de landbouw t.o.v. 2020.
    - Ammoniakemissies: reductie tussen de 33-43% t.o.v. 2020, afhankelijk van de mate waarin iedere sector proportioneel bijdraagt aan de beoogde reductie.
    - Specifieke doelen voor vastlegging van CO<sub>2</sub> in minerale landbouwbodems.<sup>27</sup>
  - **Platform natuurinclusieve landbouw Gelderland:** vervolg op het Actieplan Natuurinclusieve landbouw Gelderland (2019), met 23 projecten, die de partners samen uitvoeren en die grotendeels gefinancierd worden door provincie Gelderland.

---

<sup>26</sup> Integrale doorrekening doelen en doelbereik Gelderlandse deelgebieden voor landbouw op basis van indicatieve maatregelen voor stikstof, waterkwaliteit en klimaat (Wageningen Universiteit)

<sup>27</sup> [https://gelderland.stateninformatie.nl/document/13079686/1](https:// gelderland.stateninformatie.nl/document/13079686/1)

## Nederland

- **Klimaatakkoord:** In het Klimaatakkoord is voor 2030 een reductie doelstelling van 6 Mton CO<sub>2</sub>-eq voor de sector landbouw & landgebruik opgenomen, waarvan een deel afkomstig is uit veehouderij, voedsel gebruik en landgebruik. Reductie van broeikasgasemissies moet in de veehouderij worden bereikt door lagere emissies uit dieren, stallen en mest en ingeleverde dierenrechten. In de glastuinbouw leidt energiebesparing en het gebruik van duurzame energie tot CO<sub>2</sub>-reductie. Het beleid omtrent landgebruik moet ook leiden tot een toename van koolstofvastlegging, met een inzet op veenweidegebieden, bossen en natuurgebieden en landbouwbodems. De afspraken worden uitgevoerd door verschillende werkgroepen onder het uitvoeringsoverleg Landbouw en Landgebruik.
- **IBO:** voorstellen om het klimaatbeleid aan te scherpen, zodat het kabinet de ambities voor 2030 kan realiseren.
- **Landbouwakkoord:** mogelijkheden en de voorwaarden om agrarische ondernemingen in 2040 uitzicht op een gezonde financiële situatie te bieden, terwijl zij tegelijk de transitie naar een meer duurzame bedrijfsvoering maken.
- **NOVEX (Nationale Omgevingsvisie):** In het programma NOVEX werken alle overheden samen aan een plan voor de ruimtelijke inrichting van Nederland.
- **Nationaal Programma Landelijk Gebied (NLPG):** het NLPG is een uitwerking van onder andere de Nationale Omgevingsvisie.
- **Overige relevante programma's:**
  - Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering
  - Programma Veenweiden, en regionale veenweidestrategieën
  - Uitvoering Klimaatakkoord Landbouw en landgebruik
  - Toekomstperspectief Landbouw Perspectieven voor agrarische ondernemense
  - Uitvoering vastgestelde stroomgebiedbeheerplannen KRW 20222027
  - 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn
  - Programma Bodem en Water sturend
  - Deltaprogramma's Zoetwater en Ruimtelijke Adaptatie
  - Natuurprogramma's zoals Natuurpact en nationale parken
  - Programma Mooi Nederland
  - Nationaal Programma Bodem en Ondergrond
  - Deltaplan Agrarisch Waterbeheer
  - Nationaal Programma Landelijk Gebied

## Europese Unie

- Europese klimaatwet: hierin staat het doel van 55% vermindering ten opzichte van 1990. Klimaatneutraliteit uiterlijk in 2050 en netto negatief na 2050.
- EU Green Deal
  - Farm to Fork: korte keten
  - Preserving and restoring ecosystems and biodiversity
- Gemeenschappelijk landbouwbeleid 2023-2027 (GLB): economisch sterk en duurzaam platteland met hoge productiviteit en duurzaam beheer van natuurlijke hulpbronnen. Stimulering aanverwante sectoren.

## 2. Resultaten Landbouw & landgebruik

### 2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen

Zoals omschreven in paragraaf 1.2 zijn er vanuit het huidige beleid in de provincie Gelderland voor met name methaan en stikstofemissies doelstellingen gealloceerd. Voor de overige emissies zijn er nog veel kansen om beleid te ontwikkelen (zie tabel 3 en figuur 4).

Oplossingen provincie Gelderland	Reductiepotentieel			Kiloton CO2-eq. Vastleggingspotentieel		
	Raming	Ambitieuus	Regeneratief	Raming	Ambitieuus	Regeneratief
Mestvergising en groen gas	109	327	(-163)			
Plantaardig dieet	30	319				
Voertransitie	112	305	(-153)			
Bosaanplant				17	100	(+125)
Voedselverspilling tegengaan	53	72				
Regeneratieve landbouw	0,6	1,5	(+908)	1,6	6,5	(+15)
<b>Totaal</b>	<b>305</b>	<b>1025</b>	<b>(+592)</b>	<b>19</b>	<b>107</b>	<b>(+140)</b>

Tabel 3: Emissiereductie- en vastleggingspotentie domein Landbouw & landgebruik in 2030

In het scenario 'Raming' zijn alle verwachte emissiereducties opgenomen die ofwel door actief beleid gehaald kunnen worden, of door recente marktontwikkelingen haalbaar lijken. In het scenario 'Ambitieuus' 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 de bijlage Methodologische onderbouwing Landbouw en landgebruik is gespecificeerd hoe de scenario's per oplossing tot stand zijn gekomen.

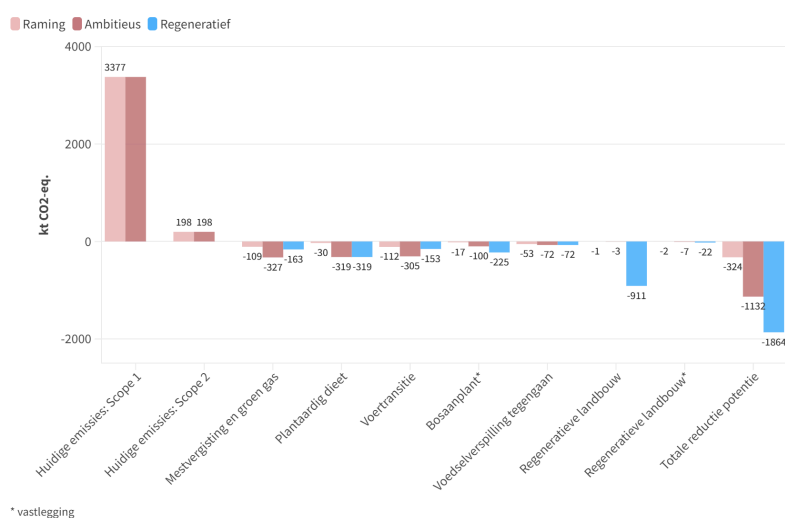
De klimaatoplossingen met de meeste potentie zijn Mestvergisting en groen gas, Plantaardig dieet en Voertransitie. Deze oplossingen zetten zich met name in op een efficiënter voedselsysteem. In het scenario 'Raming' gezamenlijk verantwoordelijk voor 251 kton CO2-eq reductie wat op kan lopen naar 951 kton CO2-eq in het ambitieuze scenario. Aanvullend kan er worden ingezet op het tegengaan van voedselverspilling met een potentieel tussen de 53 en 72 kton CO2-eq. Aanvullend is er een vastleggingspotentieel geïdentificeerd voor regeneratieve landbouw en bosaanplant, respectievelijk tussen de 1,6 tot 6,5 kton CO2-eq en 17 tot 100 kton CO2-eq.

Daarnaast is er nog een regeneratief scenario ontwikkeld, hierbij worden er met name extra stappen gezet in de landbouw richting het realiseren van toekomstige groene bouwmaterialen uit gewassen en is er een vermindering van de veestapel. Hierdoor nemen oplossingen zoals Voertransitie (153 kton CO2-eq)

en Mestvergisting (163 kton CO<sub>2</sub>-eq) af in potentie, met name doordat er minder runderen in dit scenario voorkomen. Met name de vervanging van veehouderij door nieuwe verdienmodellen draagt bij aan een reductiepotentieel van 911 kton CO<sub>2</sub>-eq en additionele vastlegging van 390 kton CO<sub>2</sub>-eq per jaar.

Met name in het regeneratief scenario zijn extra kansen voor vastlegging van CO<sub>2</sub> in landbouwbodems. Vanuit het Nationaal Programma Landelijk Gebied is het doel gesteld om landelijk 0,5 Mton CO<sub>2</sub> eq per ha per jaar op te slaan in minerale bodems. Gelderland moet daarvan 56 kton vastleggen. Maatregelen variëren hier van groenbemesters tot minimale grondbewerking, klei op zand (zoals programma LIFE CO<sub>2</sub>SAND), extra organische stof aanvoeren en meer blijvend grasland. Vanuit perspectief van DERA zijn deze maatregelen<sup>28</sup> vaak nog versnipperd. Het verdient aanbeveling om bij het implementeren de samenhang tussen maatregelen centraal te stellen door de toename van bodemleven als doel te stellen.

In Figuur 4 zijn de drie reductiepotentieel scenario's weergegeven en afgezet tegen de huidige emissie (links) om een beeld te krijgen van de totale potentie van de genoemde klimaatoplossingen. Bij de oplossingen is er een extra potentie mogelijk tussen de scenario's 'Raming' en 'Ambitueus': Mestvergisting en groen gas 218 kt CO<sub>2</sub>-eq, Voertransitie 193 kt CO<sub>2</sub>-eq, Plantaardig dieet 289 kt CO<sub>2</sub>-eq, Voedselverspilling tegengaan 19 kt CO<sub>2</sub>-eq, en Regeneratieve landbouw 1 kt CO<sub>2</sub>-eq. In totaal is er 720 kt CO<sub>2</sub>-eq extra potentie in het scenario 'Ambitueus'. Daarnaast is er nog een regeneratief scenario ontwikkeld in het blauw.



Figuur 4: Reductiepotentieel Landbouw & landgebruik per oplossing.

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

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 (4)

<sup>28</sup> Implementatie wordt vaak vertaald in een lijst met mogelijke maatregelen, bijvoorbeeld door De Haan e.a., 2023: Overzicht maatregelen duurzaam bodembeheer, Wageningen University & Research, rapport WPR-OT 988, januari 2023. Samenhang tussen de maatregelen en bodemgezondheid / bodemleven als sturingsindicator ontbreken hierbij vaak

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 emissiereductie bepaling tot stand is gekomen zie bijlage.

<b>Oplossingen provincie Gelderland</b>	<b>Uitwerking scenario's 'Raming' en 'Ambitieu's'</b>
<b>Bosaanplant</b>	<p>Jaarlijks wordt er minimaal circa 240 hectare bos aangeplant in de provincie Gelderland als natuurbos of t.b.v. bosbeweiding.</p> <p>'Raming'</p> <p>In dit scenario is geredeneerd dat er tot en met 2030 circa 1700 hectare aan nieuw bos kan worden ontwikkeld in provincie Gelderland. Hierbij is aangenomen dat er tot en met 2030 elk jaar een gelijk aantal hectare bos wordt aangeplant van circa 240 hectare.</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>In het scenario 'Ambitieu's' wordt de ambitie van 10.000 hectare aan nieuw bos in 2030 gerealiseerd. Hiervoor moeten jaarlijks ongeveer 1400 hectare aan bos aangeplant worden t.b.v. bosbeweiding of als natuurbos.</p> <p>2025: 2800 hectare 2028: 7000 hectare 2030: 10.000 hectare</p>
<b>Voertransitie</b>	<p>'Raming'</p> <p>Jaarlijks zullen 224 rundvee boerderijen (met gemiddeld circa 176 koeien) het supplement op structurele basis toevoegen aan het veevoer. In 2030 is een jaarlijkse productie van 350 ton aan voedingssupplementen nodig voor circa 30% van de koeien in Gelderland, of absoluut circa 275.000 koeien die het supplement gevoerd krijgen.</p> <p>2025: 448 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij) 2027: 896 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij) 2029: 1344 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij) 2030: 1566 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij)</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>Jaarlijks zullen 410 rundvee boerderijen (met gemiddeld circa 176 koeien) het supplement op structurele basis toevoegen aan het veevoer. In 2030 is een jaarlijkse productie van 468 ton aan voedingssupplementen nodig voor circa 55% van de koeien in Gelderland, of absoluut circa 505.000 koeien die het supplement gevoerd krijgen.</p> <p>2025: 820 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij) 2027: 1640 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij) 2029: 2460 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij) 2030: 2871 boerderijen (gemiddeld 176 koeien per boerderij)</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030: 2.750.000 ton verwerkingscapaciteit</li> </ul>
<b>Regeneratieve landbouw</b>	<p>'Raming'</p> <p>Tot en met 2025 zullen 10 boeren hun boerderij hervormen, tot en met 2027 zijn dat er in totaal 30 en tot en met 2030 zijn dat er 62. Het aantal hectare neemt toe naar 10.838, dat is 2.731 meer hectare.</p> <p>2025: 10 boeren 2027: 30 boeren 2030: 62 boeren</p> <p>'Ambitieuus'</p> <p>Tot en met 2025 zullen 74 boeren hun boerderij hervormen, tot en met 2027 zijn dat er in totaal 220 en tot en met 2030 zijn dat er circa 460. Het aantal hectare neemt toe naar 18.944, dat is 10.838 meer hectare aan regeneratieve landbouw in de provincie.</p> <p>2025: 74 boeren 2027: 220 boeren 2030: 460 boeren</p>

Tabel 4: Uitwerking verwachte ontwikkeling en jaarlijkse doelstellingen per oplossing, domein Landbouw & landgebruik.

### Toelichting CO2 tunnelvisie

Carbon myopia / kortzichtigheid / tunnelvisie is het fenomeen waarbij de focus in de klimaatproblematiek vooral ligt in de uitstoot van koolstof, terwijl doelen die hier onlosmakelijk aan verbonden zijn minder in het zicht zijn.

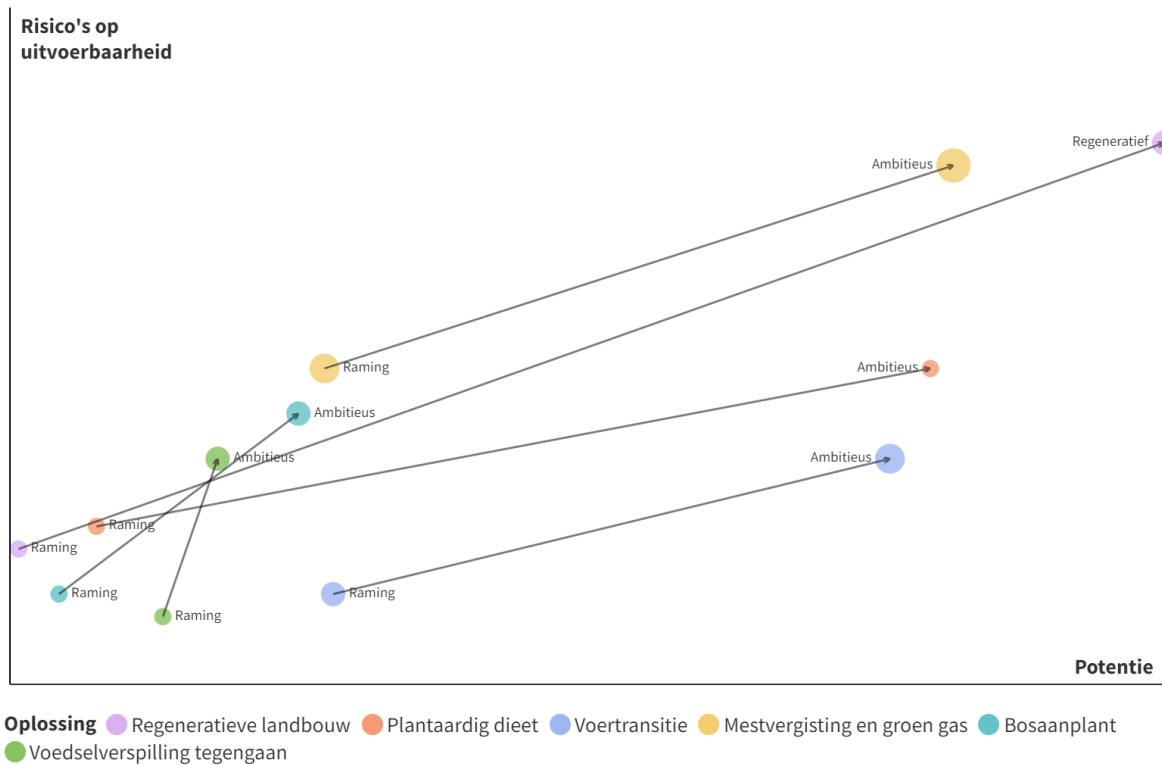
Biodiversiteit wordt bijvoorbeeld vaak niet direct meegenomen in overwegingen in de klimaatproblematiek, terwijl mensen en onze economie onlosmakelijk verbonden zijn met biodiversiteit en een gezonde natuur.

Zo kan het lonen om in de klimaatproblematiek een meer holistische kijk te krijgen over de set problemen die hieraan verbonden zijn, zoals het gebruik van vers water, materiaal conflicten, ongelijkheid, of armoede. Al deze onlosmakelijk verbonden onderwerpen hebben feedback loops terug naar puur de uitstoot van broeikasgassen.

Box 3: Toelichting risico 'CO2 tunnelvisie'

## 2.2 Haalbaarheidsanalyse Landbouw & landgebruik

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.



Figuur 5: Voorbeeld analyse focus matrix oplossingen domein Landbouw en landgebruik.

Oplossingen met een laag risico kunnen worden aangemerkt als 'Laaghangend fruit', waarbij 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 aandachtspunten voor oplossingen om vanuit het scenario 'Raming' op te schalen naar het scenario 'Ambitieuus', 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 'Voedselverspilling', 'Voertransitie', 'bosaanplant' en 'Regeneratieve landbouw' naar voren komen als oplossingen waarbij de kosten per kton CO2 relatief laag uitvallen en er in het scenario 'Ambitieuus' veel extra potentie is.

Reductie van klimaatuitstoot binnen het domein Landbouw & landgebruik kan op verschillende manieren worden bereikt. Voorbeelden hiervan zijn verbeterde mestvergisting en het benutten van biogas, het verstrekken van voedingssupplementen aan koeien om methaanemissies te verminderen, en het tegengaan van voedselverspilling. Samen zouden deze maatregelen bijna leiden tot een reductie van 404 kton, hoewel ze voornamelijk gericht zijn op een efficiënter systeem dat slechts ongeveer 10% van de totale landbouwemissies omvat. Verdergaande maatregelen, zoals het verminderen van het aantal landbouwdieren per hectare, zoals een inkrimping van de veestapel met 50%, hebben een aanzienlijk grotere impact op de totale uitstoot maar vereisen systemische veranderingen in de landbouw.

Het behalen van de klimaatdoelstellingen binnen de sector Landbouw en landgebruik wordt bemoeilijkt door verschillende uitdagingen. Financiële kwesties, zoals openstaande leningen voor recent gemoderniseerde stallen, en juridische vraagstukken, zoals het verkrijgen van vergunningen voor mestvergisting en het tegengaan van fraude rondom vergistingsinstallaties, zijn slechts enkele voorbeelden. Hierbij komt de afwezigheid van een duurzame vergoeding voor ecosysteemdiensten, waarbij de werkelijke waarde in termen van biodiversiteit, klimaat en natuur nog niet volledig wordt erkend. Daarnaast vormt de voortdurend veranderende milieuwetgeving, met name het stikstofbeleid, vaak een hindernis voor de levensvatbaarheid van oplossingen en de financiering ervan.

Het succes van deze inspanningen hangt nauw samen met de politieke bereidheid om veranderingen te ondersteunen, evenals met de beschikbaarheid van financieringsconstructies door financiële instellingen voor transitiefinanciering. De medewerking van landeigenaren en agrarisch ondernemers is van essentieel belang, gezien de uitdagingen die de transitie naar nieuwe methoden met zich meebrengt. Daarnaast is het noodzakelijk om te investeren in de benodigde vakkennis binnen de agrarische sector, bijvoorbeeld op het gebied van alternatieve gewassen zoals vlas, hennep en olifantengras, en in het vinden van geschikte verwerkers voor deze grondstoffen tot bouwmaterialen.

Om de transitie naar een duurzamer voedselsysteem te realiseren, zijn verschillende belangrijke stakeholders nodig die elk een specifieke rol kunnen vervullen. Lokale overheden, terreinbeherende organisaties, omgevingsdiensten en waterschappen kunnen als middenbestuur en ondersteunende instanties fungeren door gunstige beleidsomstandigheden te creëren en samenwerking tussen belanghebbenden te faciliteren. Tegelijkertijd kunnen organisaties als Foodvalley, Glastuinbouw Nederland, LTO Nederland, en themacoalities een aanjagende rol spelen door bewustwording te creëren, kennis te delen en innovatieve oplossingen te stimuleren.

Daarnaast zijn financiële instellingen, bedrijven in de regio en adviesbureaus van cruciaal belang om de transitie te versnellen. Zij kunnen investeringen aanmoedigen, financiële steun bieden aan duurzame initiatieven en expertise leveren om de implementatie van duurzame landbouwpraktijken te ondersteunen. Bovendien spelen onderwijs- en kennisinstellingen een belangrijke rol door onderzoek te

doen naar duurzame landbouwmethoden en professionals op te leiden die kunnen bijdragen aan een meer duurzaam voedselsysteem. Het Ministerie van VWS/LNV kan als centrale overheidsinstantie fungeren door beleid te ontwikkelen en te implementeren dat de overgang naar duurzame landbouw en voedselproductie faciliteert, en door financiële middelen en ondersteuning te verstrekken aan relevante initiatieven en projecten.

### 3. Conclusies Landbouw & landgebruik

De landbouwtransitie lijkt klem te zitten tussen grote beleidsopgaven vanuit het klimaatakkoord en Europese richtlijnen voor stikstof en waterkwaliteit. Vanuit het framework van Drawdown biedt landbouw juist ook oplossingen. De voertransitie verlaagt de uitstoot van vee. De overgang naar een meer plantaardig dieet biedt kansen voor eenjarige en meerjarige akkerbouw: voedselbossen, groente- en fruitteelt in stroken. Er zijn daarbij eerder meer dan minder boeren nodig. Regeneratieve en natuurinclusieve landbouw vraagt om een zorgvuldig bedrijfsmanagement en zorgvuldiger omgang met bodem en land.

#### Domein-overstijgende kansen

Ook in synergie met andere opgaven uit het klimaatakkoord ontstaan nieuwe verdienmodellen voor de boer. Landbouw biedt met meer mestvergisting en groengas nieuwe brandstoffen voor de energietransitie. Voor de bouwindustrie én al gebouwde omgeving biedt landbouw met vezelgewassen biobased bouwmaterialen, zowel structureel als isolatie. Doordat het rijk hierop gaat sturen door onder meer CO<sub>2</sub> vastlegging te belonen, kunnen boeren hier snel nieuwe verdienmodellen realiseren.

Buiten het klimaatakkoord is landbouw zeer nauw met voeding en daarmee gezondheid verbonden. Door lokale ketens te stimuleren wordt de lokale vraag naar biologische en regeneratieve producten versterkt. Dit verhoogt gezondheid en versterkt sociale verbanden, wat weer draagvlak voor de transitie versterkt waardoor positieve feedback ontstaat. Tegengaan van voedselverspilling is daarbij laaghangend fruit.

Wat niet volledig meegenomen is in de berekening, maar wel aanzienlijke potentie draagt, is het nastreven van de landelijke doelstelling om 0,5 Mton CO<sub>2</sub> per ha per jaar op te slaan in minerale bodems (waarvan Gelderland 56 Kton bedraagt). Denk bijvoorbeeld aan de toepassing van klei in de bodem.<sup>29</sup> De oplossing gaat vrijwel hand in hand met regeneratieve landbouw maar draagt tegelijk bij aan de verduurzaming van de conventionele landbouw.

#### Innovatie, inspiratie en transitieversnellers

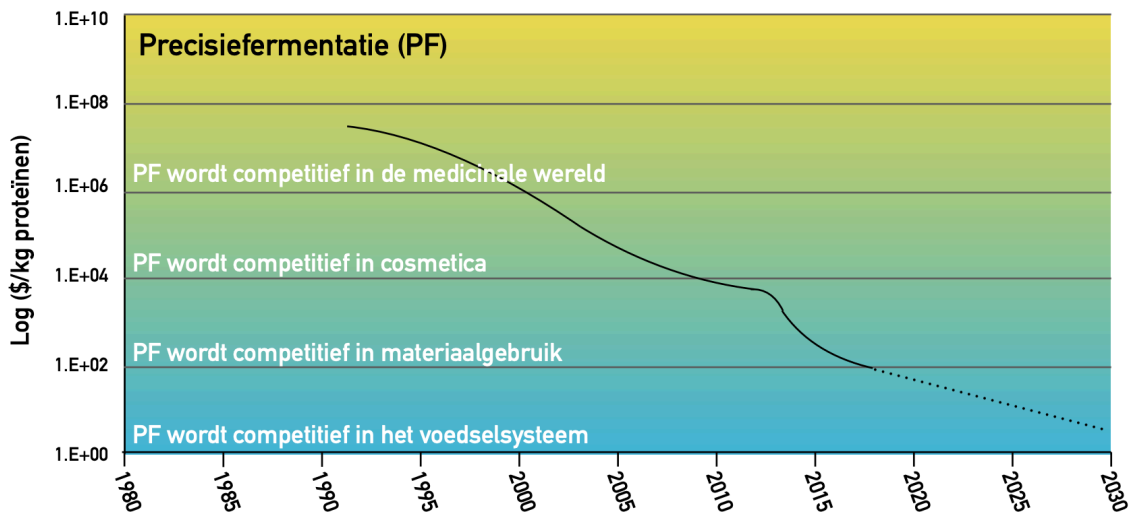
Een transitieversneller voor de landbouw bevindt zich in doorbraken in de productie van eiwitten. De prijsontwikkeling van fermentatie zonder dieren ('precisiefermentatie') duidt op een disruptieve doorbraak van deze nieuwe technologie om eiwitten te produceren. Dit decennium wordt verwacht dat deze prijs zodanig laag wordt dat bijvoorbeeld de productie van melk met koeien relatief duur wordt. De historische en geprojecteerde prijsontwikkeling is weergegeven in figuur 6.

Hierdoor kan het boerenbedrijf transformeren; de grondstoffen voor deze fermentatietechnieken zijn gewassen met veel suikers, die uitstekend verbouwd kunnen worden op de gronden waar nu raaigras

---

<sup>29</sup> Denk aan [Live CO<sub>2</sub> sand](#)

voor koeien staat. De denktank RethinkX schrijft hierover in een uitstekend onderbouwd rapport: “Dit betekent dat precisiefermentatie nu op het punt staat om de dierlijke landbouw te overtreffen als een vorm van voedselproductie, niet alleen qua kosten, maar ook qua mogelijkheden, snelheid en volume. Het eindresultaat zal een verbetering zijn in de huidige industriële voedselproductie die 10x efficiënter wordt.”<sup>30</sup>



Figuur 6: Op basis van de historische logaritmische kostendaling van precisiefermentatie (PF) is disruptie van de eiwitproductie door dieren haast onvermijdelijk. Bron: [RethinkX 2019](#).

Hier ontstaan kansen voor de productie van feedstock voor nieuwe fermentatietechnieken. Terwijl het verdienmodel van de boer voor veeveelt terugloopt, bieden deze nieuwe markten juist kansen.

Daarnaast is er belang bij als provincie de kracht van Innovatieve ontwikkelingen in te zien en te stimuleren, onder andere in de precisielandbouw, circulaire landbouwpraktijken als ook de aanwezigheid van digitale platforms voor het delen van kennis en advies voor het optimaliseren van gewassenbeheer.

<sup>30</sup> RethinkX (2019) [Rethinking Food and Agriculture 2020-2030](#), p. 18.

## 4. Transitiebeeld Landbouw & landgebruik

*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 vanuit de kansen en oplossingen aftekent: **boeren als makers en beheerders van een productielandschap met natuur, voedselbossen en strokenteelt dat groente, fruit, gezondheid, grondstoffen en bouw materiaal levert.**

Transitietips om dit beeld te realiseren:

- Vertrek vanuit (het ontwikkelen van) nieuwe verdienmodellen voor boeren.
- Beschouw boeren als grondstoffenleveranciers voor de Circulaire Economie.
- Start vanuit meten en monitoren van impacts, met name bodemgezondheid. Stuur op gezonde bodem, gewassen en bouwmaterialen door middel van (belonen van) gekwantificeerde CO<sub>2</sub> vastlegging (omdat gezonde bodems en materialen CO<sub>2</sub> vastleggen, en omdat hierdoor landouwmethodes en materialen met veel uitstoot worden vervangen).<sup>31</sup> Hiermee worden ook de koplopers direct geholpen.
- Stuur voor vastlegging van CO<sub>2</sub> in landbouwbodems op de samenhang tussen 'maatregelen', door de toename van bodemleven als doelstelling te nemen. De CO<sub>2</sub> vastlegging is daarvan een gevolg.
- Creëer een duidelijke lokale consumptiestrategie zodat inwoners van de provincie Gelderland een beeld hebben wat er lokaal geproduceerd wordt en mogelijk is voor voeding, bouw en vezelindustrie. Ontwikkel langdurige (circulaire) ketens met retailers, horeca, aannemers en afnemers.
- Volg de integrale, grond- en gebiedsgebonden aanpak waarbij zoveel mogelijk belanghebbenden betrokken worden, zoals bijvoorbeeld het Klimaatverbond<sup>32</sup> aanbeveelt.
- Creëer geen blueprints voor landschappen, maar schep de condities. Een voorbeeld is de potentie van heggen in plaats van hekken, wat een sterk positief effect heeft op biodiversiteit. Zorg dat deze potentie bekend is, vraag boeren wat zij nodig hebben om heggen aan te leggen, en regel de voorwaarden die zij aangeven nodig te hebben.
- Ondersteun innovatieve koplopers in de nieuwe eiwitproductie (productie en verwerking).

---

<sup>31</sup> Voor de bodem zijn hiervoor doelen gesteld in het Nationaal Programma Landelijk Gebied

<sup>32</sup> Klimaatverbond (2024) Klimaat in Perspectief

- Geef ruimte aan Regeneratieve landbouw (productie, lokale ketens), de nieuwe vezelproducerende en verwerkende agro-industrie: de regeneratieve boeren, producenten van vezelgewassen, verwerkers in de keten, ook in samenwerking met de [Nationale aanpak opschaling bouwmaterialen](#).<sup>33</sup>
- Stel ketenregisseurs aan vanuit de provincie, om kleinere initiatieven te vinden, verbindingen te leggen en een gelijk speelveld te creëren.
- Richt innovatiebeleid niet alleen op 'parels', maar ondersteun een breed palet aan nieuwe ideeën, technologieën en initiatieven, zonder dat deze direct goed moeten zijn of al een evident verdienmodel hebben.
- Zorg voor budget ook voor uitvoering, niet alleen voor plannen en onderzoek. Steun hierbij koplopers en organisaties die in de praktijk iets doen met fysieke impact.
- Werk in de beleidskeuzes altijd vanuit synergie met andere domeinen (mn. bouw, industrie).

---

<sup>33</sup> <https://buildingbalance.eu/app/uploads/2023/11/NationaleAanpakBiobasedBouwen2023-2030-1.pdf>

**Mobiliteit**  
**Klimaatkansenkaart Gelderland**  
**V1 maart 2024**



## Belangrijkste conclusies Mobiliteit

Dit document vormt een uitgebreide uitwerking van de geïdentificeerde potentie van klimaatoplossingen binnen het domein Mobiliteit. Hierbij een beknopte samenvatting van de belangrijkste resultaten & conclusies.

Belangrijkste resultaten & conclusies vanuit de analyse:

- **Kansrijke oplossingen:** in totaal zijn er vier kansrijke clusters van oplossingen in het thema Mobiliteit. Dit zijn Emissieloze voertuigen, ZE-zones, Slimmer vervoer en Fietsen. Gezamenlijk hebben zij binnen het domein Mobiliteit een totale potentie van **536 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** in het scenario '**Raming**' en een potentie van **2549 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** in het scenario '**Ambitieu**s' binnen de geografische context van de provincie Gelderland.
- **De klimaatoplossingen met het grootste reductiepotentieel ('Ambitieu**s'):
  - 1.) Emissieloze voertuigen met 1396 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 2.) ZE-zones met 608 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 3.) Slimmer vervoer 500 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie

In de **mobiliteitstransitie** zijn elektrische voertuigen een belangrijk aspect, maar ook het slimmer aanpakken van mobiliteitsbehoeften, zoals het koppelen van mobiliteitssystemen, Zero Emissie zones en het stellen van eisen bij het toekennen van gelden. Het ambitieuze scenario stelt dat in 2030 46% van de auto's elektrisch is en dat de kernen van steden zoals Arnhem, Nijmegen, Apeldoorn en Ede de Zero Emissiezones hebben gerealiseerd. De energietransitie is sterk verbonden met de mobiliteitstransitie. Een uitgangspunt in het model is dat de reductie per voertuig dat wordt vervangen voor een elektrisch voertuig 0,124 kg CO<sub>2</sub>-eq / voertuigkilometer WTW bedraagt. Dit is een reductie van CO<sub>2</sub>-eq-emissies van 64%. Dit percentage neemt toe naar meer dan 80% als de doelstellingen op de energietransitie worden behaald in 2030, en de auto's met nog meer schone energie worden opgeladen.

# 1. Introductie domein Mobiliteit

Van de totale directe mondiale uitstoot van broeikasgassen is Mobiliteit verantwoordelijk voor ongeveer 16%<sup>34</sup>. Deze emissies zijn onder andere afkomstig van vervoer op de weg, via de lucht, op het water en via de spoorwegen. Dit is afkomstig van tal van dagelijkse vervoersbewegingen, zowel voor privéreizen van inwoners binnen de grenzen van de provincie, woon- werkverkeer van buiten de provincie en vervoer van goederen en producten. Van veel van de mobiliteitsbewegingen zijn we direct bewust, van andere wat minder bewust, zoals het online bestellen van producten.

Vaak wordt CO<sub>2</sub> ten onrechte als een groter probleem gezien dan andere bij Mobiliteit vrijkomende stoffen. De bij verbranding behorende emissies van onder andere fijnstof en stikstof zijn hier een voorbeeld van. Hierdoor levert Mobiliteit een bijdrage aan schade aan gezondheid (luchtweg-aandoeningen) en heeft het een negatief effect op natuur door stikstofdeposities in het desbetreffende gebied.

## Afbakening 'Mobiliteit'

Het klimaat domein 'Mobiliteit' is vormgegeven naar de klimaattafel van de Rijksoverheid zoals opgenomen in het klimaatakkoord<sup>35</sup>. De emissies afkomstig uit domein mobiliteit vinden plaats in de logistiek, maar ook door vervoersbewegingen in de bouw, GWW en emissies afkomstig van personenvervoer en woon-werkverkeer. De uitstoot die aan Mobiliteit wordt toegekend is afkomstig van de brandstof die wordt verbruikt binnen de grenzen van de provincie Gelderland. Emissies die ontstaan bij de productie van brandstoffen zijn gealloceerd aan Industrie, indien dit binnen de geografische afbakening van Gelderland plaatsvindt.

Naarmate de energietransitie vordert, vinden steeds meer vervoersbewegingen op basis van elektriciteit plaats. Daardoor verplaatsen de emissies van vervoer van de emissies van brandstoffen en verbrandingsmotoren naar energie- en elektriciteitscentrales. Door meer duurzame energie op te wekken, bijvoorbeeld door zon op dak of wind op land, en te benutten via vervoer, en minder fossiele brandstoffen te gebruiken, worden er steeds meer emissies vermeden. Voor een meer integrale blik op het domein Mobiliteit, is het van belang de andere domein ook te lezen.

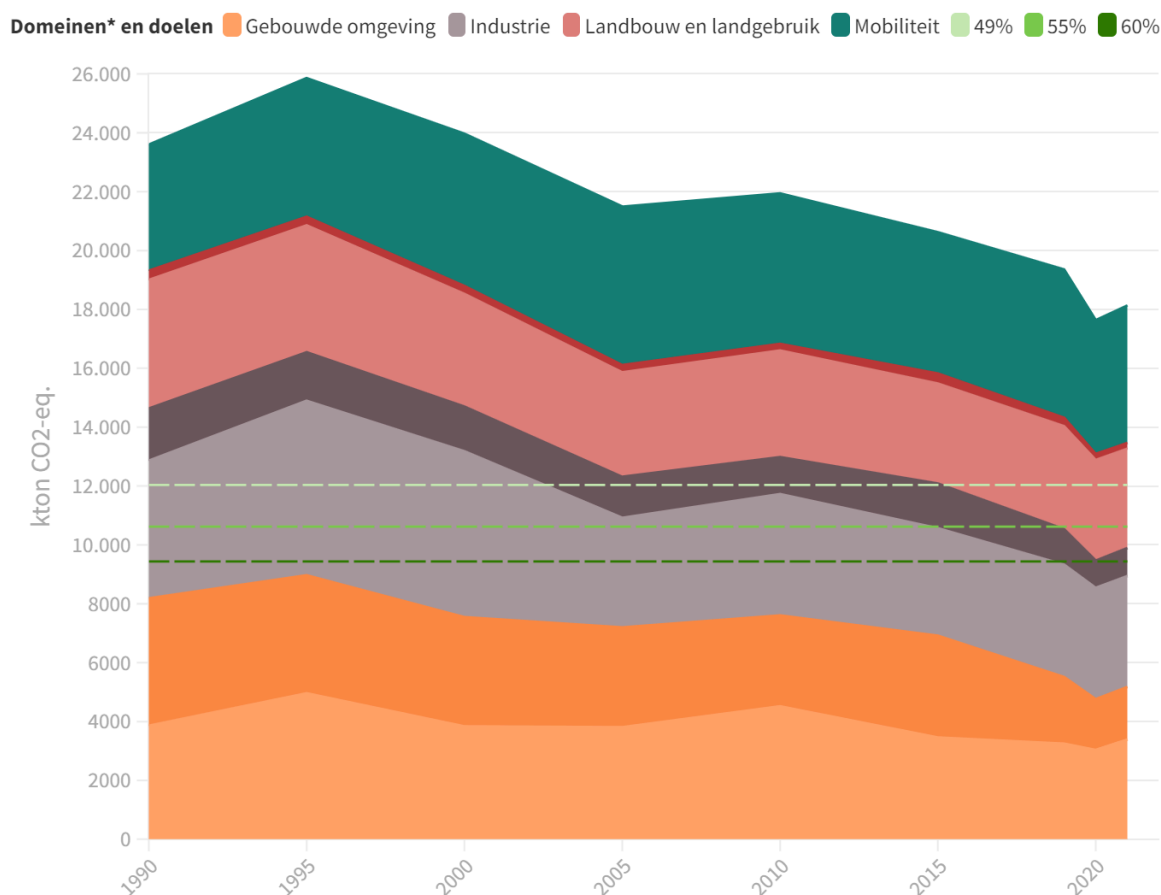
Box 2: Toelichting afbakening domein 'Mobiliteit'

Figuur 1 is een weergave van de totale emissies in provincie Gelderland vanaf 1990 tot en met 2020, de emissies vanaf 2021 zijn geëxtrapoleerd vanaf 2015 tot en met 2030. Daarmee is een afname van emissies zichtbaar, maar is ook te zien dat de 49%, 55% en 60% doelstellingen ver uit zicht zijn. De provincie Gelderland staat voor de uitdaging om 55% van alle broeikasgassen (CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq in 1990 terug te brengen naar een jaarlijkse uitstoot van 10,6 mton CO<sub>2</sub>-eq. Volgens de meest recente analyse van emissieregistratie bedraagt de huidige emissie in de

<sup>34</sup> [OUR WORLD IN DATA](#)

<sup>35</sup> [Mobiliteit | Klimaatakkoord](#)

provincie 18,1 mton CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq te reduceren.



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

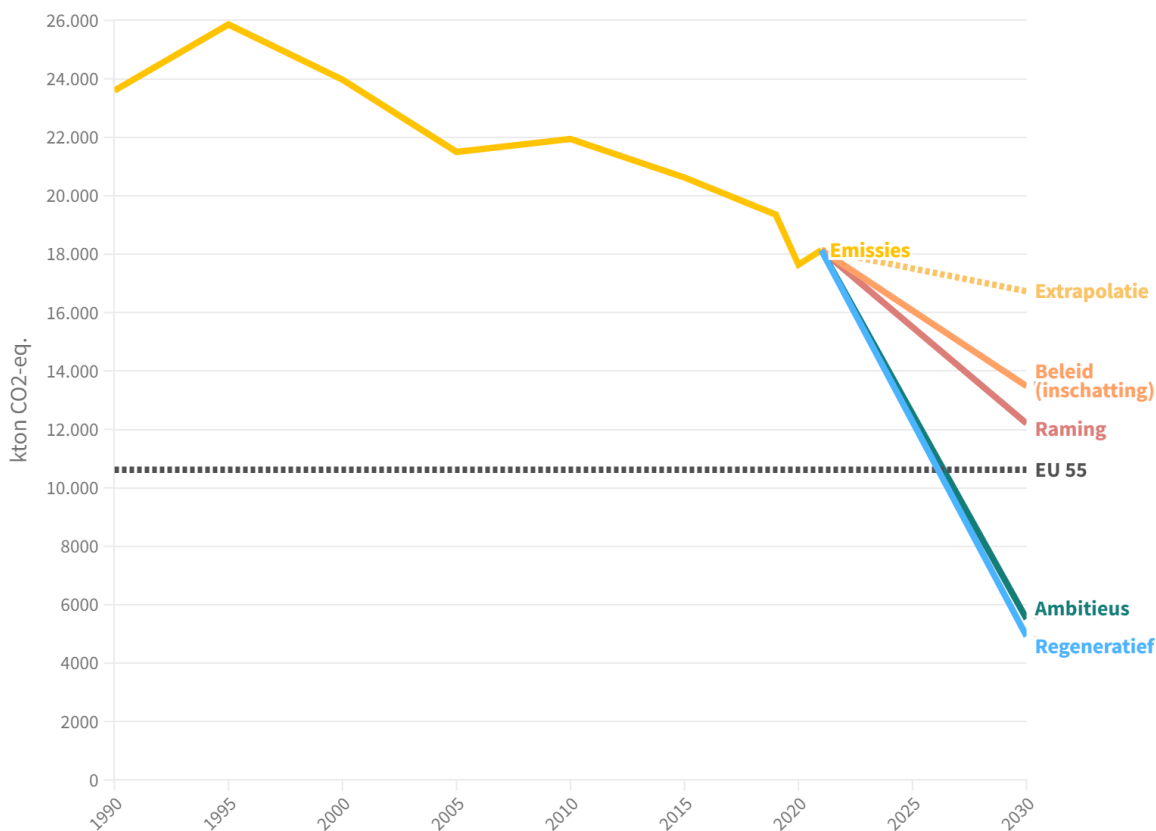
Figuur 1: Provincie Gelderland totale emissies 1990 - 2021 (Emissieregistratie, 2023). Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien. De lijnen van 49%,55% en 60% vinden hun oorsprong in de nationale politiek (49% klimaatplan 2021-2030, 55%-60% aanvullend maatregelenpakket 2023).

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 de 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 CO<sub>2</sub>-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.



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 mobiliteit Gelderland

Mobiliteit is een domein dat ook los van de klimaatimpact aandacht vraagt in de regio. Een aantal vervoersknooppunten is overbelast<sup>36</sup> en in combinatie met de verwachting van bevolkingsgroei in de regio, levert dit nu al doorstroomproblemen op. Gelderland heeft een sterke positie in de logistieke sector, zowel qua geografische ligging als qua vestiging van dit type bedrijven. De provincie herbergt verschillende logistieke knooppunten. De Rhine Alpine corridor en de Betuweroute verbinden de haven van Rotterdam / Schiphol en het Duitse achterland via de snelweg infrastructuur en de Gelderse rivieren. De North Sea Baltic corridor vormt een belangrijke verbinding tussen de Noordzeehavens en de Baltische staten. Een goede infrastructuur is daarom van economisch belang voor de regio. Het is daarom niet

<sup>36</sup> [A50: Nijmegen-Eindhoven](#)

verbazingwekkend dat er een groot aantal logistieke bedrijven in de regio gevestigd is. Deze bedrijven zijn afhankelijk van een goede infrastructuur en doorstroming<sup>37</sup>.

Inwoners in Gelderland leggen dagelijks bovengemiddeld veel kilometers af en spenderen daarmee een bovengemiddeld aantal minuten reizend<sup>38</sup>. Doordat de gemiddelde vervoersafstanden van inwoners relatief groot zijn, is het vaak niet haalbaar deze op de fiets af te leggen en daarmee de druk op de wegen te verminderen.

Dit past in een stijgende trend van 10% in het aantal afgelegde kilometers van personen- en goederenverkeer in de afgelopen 10 jaar.<sup>39</sup> Dit gaat gepaard met een toename van emissies via het wegennet van 15% over de afgelopen 20 jaar. De sterke daling van emissies vanaf 2019 is aan de maatregelen omtrent COVID-19 te wijten. Inmiddels heeft de mobiliteit een niveau bereikt dat hoger ligt dan voor COVID-19.<sup>40</sup> Als gevolg van het toenemende wegverkeer ondervindt de natuur schade en neemt het aantal luchtwegklachten bij inwoners al jaren toe, afkomstig van zowel emissies als van stof afkomstig van slijtage van banden, remmen en wegdek.<sup>41</sup>

Het grootste aandeel (ongeveer 90%) van de emissies is toe te wijzen aan wegverkeer met uitlaatgassen (personenauto's, bestelbusjes en vrachtwagens), hier liggen daarom veel kansen voor reductie (Figuur 3). Mobiele werktuigen leveren met iets meer dan 5% de tweede grootste bijdrage aan de uitstoot. Een deel van de overige emissies wordt niet direct toebedeeld aan de provincie Gelderland, hoewel deze wel door de inwoners wordt uitgestoten. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het groeiende gebruik van elektrische vervoermiddelen, zoals de elektriciteit die hiervoor in een andere provincie is opgewekt.

---

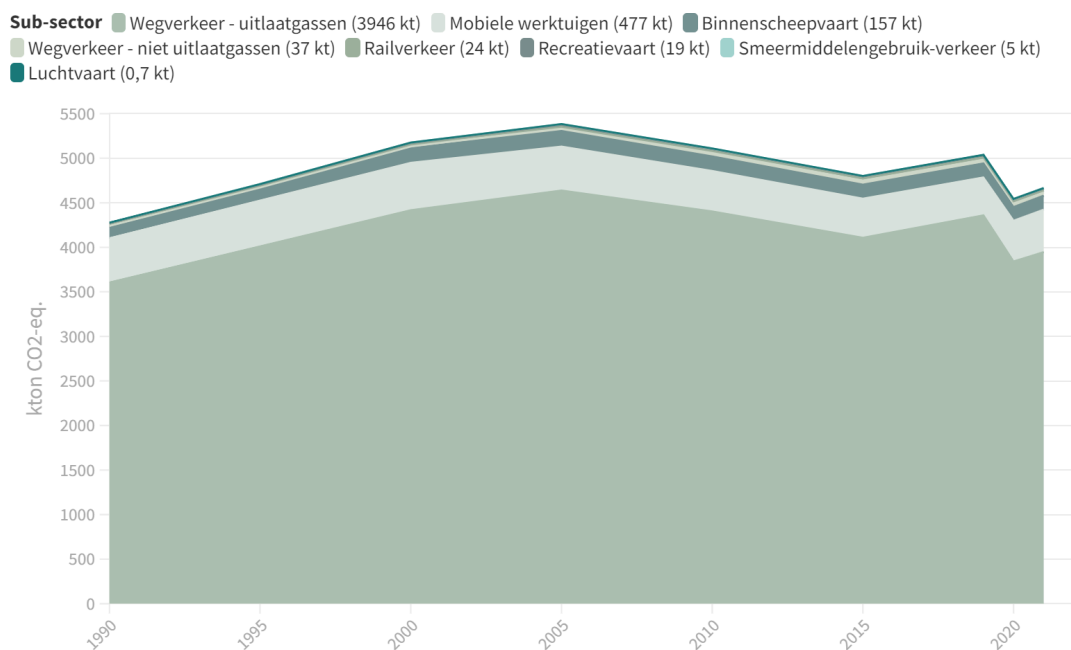
<sup>37</sup> [Gelderse Corridor Statenbrief](#)

<sup>38</sup> [Mobiliteit: per persoon, verplaatsingskenmerken, reismotieven, regio's | CBS](#)

<sup>39</sup> [KIM trend](#)

<sup>40</sup> [Mobiliteit na COVID-19](#)

<sup>41</sup> [Verkeersemisies | Signalen Leefomgeving en Gezondheid](#)



Figuur 3: Provincie Gelderland emissies Mobiliteit 1990 - 2021 (Emissieregistratie, 2023).  
 Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

In Gelderland staan daarom drie mobiliteitsdoelen centraal: bereikbaarheid door de groei aan vervoersbewegingen, verkeersveiligheid en verduurzaming.<sup>42</sup> Decentrale hub oplossingen aan de randen van steden waar gebruikgemaakt kan worden van laadinfrastructuur en mogelijk waterstof, het stimuleren van fietsgebruik over gemotoriseerd vervoer en het bieden van hoogwaardig openbaar vervoer vormen allemaal bouwstenen van de oplossing.

Om de emissies afkomstig van mobiliteit te reduceren, is een brede set aan oplossingen nodig, en daarmee moet verder worden gegaan dan enkel het vervangen van voertuigen met brandstoffen voor emissieloze voertuigen. Andere denkbeelden en manieren waarop we ons verplaatsen zijn nodig om het fileprobleem, lokale vervuiling door fijnstof, stikstof, geluids- en geuroverlast en beschikbaarheid van schaarse grondstoffen aan te pakken.

Binnen het domein Mobiliteit zijn vier kansrijke oplossingen geïdentificeerd: fietsen, elektrische voertuigen, ZE-zones, en slimmer vervoer. Gezamenlijk hebben de oplossingen een potentie om een reductie op de CO<sub>2</sub>-eq-uitstoot te realiseren van tussen de 536 en 2.549 kton in 2030.

<sup>42</sup> [Visie voor een Bereikbaar Gelderland](#)

**Transitiebeelden: mobiliteit opnieuw vormgeven rekening houdend met menselijke gedragsparadoxen**

Mensen zijn gewoontedieren, ook als het op mobiliteit aankomt. Onderzoek toont namelijk aan dat mensen gemiddeld éénzelfde tijdseenheid besteden aan zich verplaatsen (73 minuten per dag). Dit heeft als gevolg dat wanneer we het fileprobleem oplossen en zorgen dat mensen sneller op hun werk zijn, dit als onbedoeld bijeffect heeft dat ermee de bereidheid vergroot wordt om verder weg te wonen, wat meer verkeersbewegingen en bewegingen over langere afstanden tot gevolg heeft. Dit fenomeen staat ook wel bekend als de wet van Behoud van REistijd en VERplaatsingen (BREVER-wet). Verbreding van de snelweg of verbeteringen van de aanrijroutes hebben daardoor niet per se het gewenste effect.

Iets vergelijkbaars gebeurt bij Jevons Paradox. Dit 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 voorbeeld van Jevons paradox op het gebied van verduurzaming van mobiliteit zou kunnen zijn dat de ontwikkeling van elektrische voertuigen (EV's) en het goedkoper en duurzamer worden van elektriciteit ertoe kan leiden dat er meer vervoersbewegingen gaan plaatsvinden, wat resulteert in meer files en gezondheidsschade door stoffen afkomstig van remmen, banden en wegdek.

Zo kan beleid met oplossingen op de korte termijn snel leiden tot het opnieuw ontstaan van hetzelfde probleem of zelf leiden tot een vergroting ervan<sup>43</sup>. Dit dient in beschouwing te worden genomen bij het denken aan oplossingen. Integrale transitiebeelden met een diversiteit aan oplossingen zijn nodig. Hoe kunnen we, gegeven de beperkingen die ruimte, het milieu en de leefbaarheid ons stellen, zorgen voor veiligheid, bereikbaarheid en verbinding? Figuur 4 geeft een visualisatie van zo'n transitiebeeld.



Figuur 4: "Space required to transport 48 people"<sup>44</sup>

Box 3: Een Transitiebeeld Mobiliteit

<sup>43</sup> [Wet van behoud van reistijd](#)

<sup>44</sup> [Transport 48 people](#)

## 1.2 Beleid, programma's en doelstellingen kader

In onderstaand kader zijn de doelstellingen en ambities van de Provincie, de nationale overheid en EU samengevat met betrekking tot het domein 'Mobiliteit'.<sup>45</sup>

### *Provincie Gelderland*

- **Visie voor een bereikbaar Gelderland:** er is behoefte aan een integrale visie op bereikbaarheid voor de regio, in het kader van de Omgevingsvisie. M.b.t. lange afstanden ligt de focus op de bereikbaarheid van de economisch-belangrijke stedelijke netwerken Arnhem-Nijmegen-Foodvalley en Stedendriehoek. M.b.t. middellange afstanden ligt de focus op het ontlasten van het regionale netwerk. Speciale aandacht gaat uit naar goederenvervoer wat een belangrijke economische sector vormt.
- **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.

### *Nederland*

- **Klimaatakkoord:** de ambitie voor mobiliteit is zorgeloze mobiliteit voor alles en iedereen in 2050. Voor de sector zijn de volgende doelstellingen vastgelegd: in 2030 een maximale CO<sub>2</sub>-uitstoot van 25 Mton, 49% minder dan in 1990 en in 2050 minimaal 95% minder CO<sub>2</sub>-uitstoot dan in 1990.
  - Inzet op waterstof, duurzame en geavanceerde biobrandstoffen, emissieloze bussen en elektrisch vervoer, minder en schoner zakelijke reizen, emissieloos vrachtverkeer, bouw- en werktuigen.
- **IBO:** voorstellen om het klimaatbeleid aan te scherpen, zodat het kabinet de ambities voor 2030 kan realiseren.
- **NOVEX (Nationale Omgevingsvisie):** In het programma NOVEX werken alle overheden samen aan een plan voor de ruimtelijke inrichting van Nederland.
- **Overige relevante programma's in het kader van natuurbescherming:**
  - Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering
  - Uitvoering vastgestelde stroomgebiedbeheerplannen KRW 20222027
  - Deltaprogramma's Zoetwater en Ruimtelijke Adaptatie
  - Natuurprogramma's zoals Natuurpact en nationale parken
  - Nationaal Programma Landelijk Gebied

### *Europese Unie*

---

<sup>45</sup> Beleid, regelgeving en uitvoeringsprogramma's zijn aan verandering onderhevig, het moment dat onderstaande is omschreven is maart 2024.

### **EU Green Deal<sup>46</sup>:**

- In 2030 wil de EU dat er 30 miljoen auto's rijden zonder uitstoot.
- Het verkeer op de hogesnelheidsrails moet in 2030 verdubbeld zijn.
- De EU wil in 2030 al 100 klimaatneutrale steden hebben om een voorbeeld te vormen voor de andere steden.

### **Fit for 55<sup>47</sup>:**

- 100% van de nieuw verkochte auto's moeten elektrisch zijn in 2030.
- Vliegtuigen en binnenvaartschepen moeten een hernieuwbare brandstof gebruiken met een laag CO<sub>2</sub>-eq gehalte.
- Een nieuwe brandstof-infrastructuur moet de gebruikers ondersteunen bij de adoptie ervan.

---

<sup>46</sup> [EU Green Deal](#)

<sup>47</sup> [Fit for 55](#)

## 2. Resultaten Mobiliteit

### 2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen

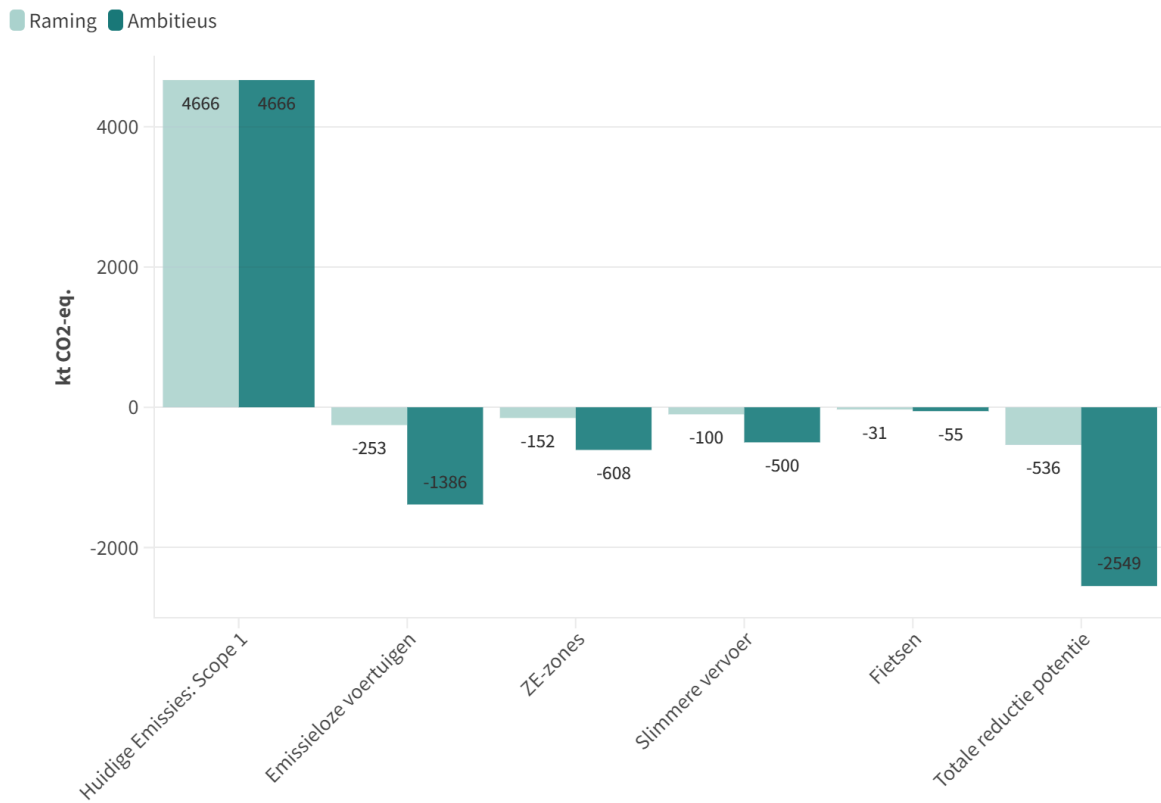
Zoals omschreven in 1.2 Beleid, Programma's en Doelstellingen zijn er vanuit het huidige beleid in de provincie Gelderland voor de verduurzamingsmaatregelen voor Mobiliteit in totaal voor 536 kton CO<sub>2</sub>-eq doelstellingen gealloceerd (zie tabel 3). Dit kan in een 'Ambitieuze' scenario groeien tot 2549 kiloton. Figuur 5 is een weergave van de relatieve reductie t.o.v. de huidige emissies van het domein. In het figuur is te zien wat de verschillen zijn tussen het scenario 'Raming' en 'Ambitieuze' per oplossing.

In het scenario 'Raming' zijn alle verwachte emissiereducties opgenomen die ofwel door actief beleid gehaald kunnen worden, of door recente marktontwikkelingen realistisch worden gevonden. In het ambitieuze scenario zijn hier extra ambities aan toegevoegd, bijvoorbeeld omdat dit in andere regio's haalbaar wordt geacht of door het inzetten op een versnelling gehaald kan worden.

In de mobiliteitstransitie zijn elektrische voertuigen een belangrijk aspect, maar ook het slimmer aanpakken van mobiliteitsbehoeften, zoals het koppelen van mobiliteitssystemen, Zero Emissie zones en het stellen van eisen bij het toekennen van gelden. Het ambitieuze scenario stelt dat in 2030 46% van de auto's elektrisch is, en dat de kernen van steden zoals Arnhem, Nijmegen, Apeldoorn en Ede zero-emissiezones zijn.

Oplossingen provincie Gelderland	Kiloton CO <sub>2</sub> -eq	
	Raming	Ambitieuze
Emissieloze voertuigen	253	1386
ZE-zones	152	608
Slimmer vervoer	100	500
Fietsen	31	55
<b>Totaal</b>	<b>536</b>	<b>2549</b>

Tabel 3: Emissiereductiepotentie domein Mobiliteit in 2030.



Figuur 5: Reductiepotentieel Mobiliteit per oplossing

Bij alle oplossingen is er een extra potentie mogelijk tussen de scenario's 'Raming' en 'Ambitieu': Fietsen 24 kt CO<sub>2</sub>-eq, Emissieloze voertuigen 1132 kt CO<sub>2</sub>-eq, ZE-zones 456 kt CO<sub>2</sub>-eq en Slimmere vervoer 400 kt CO<sub>2</sub>-eq. Totaal is er 2013 kt CO<sub>2</sub>-eq extra potentie in het scenario 'Ambitieu'.

In onderstaande tabel (4) is uitgewerkt hoe deze oplossingen uitgezet in de tijd uitgevoerd zouden kunnen worden. Daarbij is rekening gehouden met recente ontwikkeling zoals verkoopcijfers of andere (markt)data rondom deze oplossingen. Voor een onderbouwing hoe de uitwerking van de oplossingen en emissiereductie bepaling tot stand is gekomen zie bijlage.

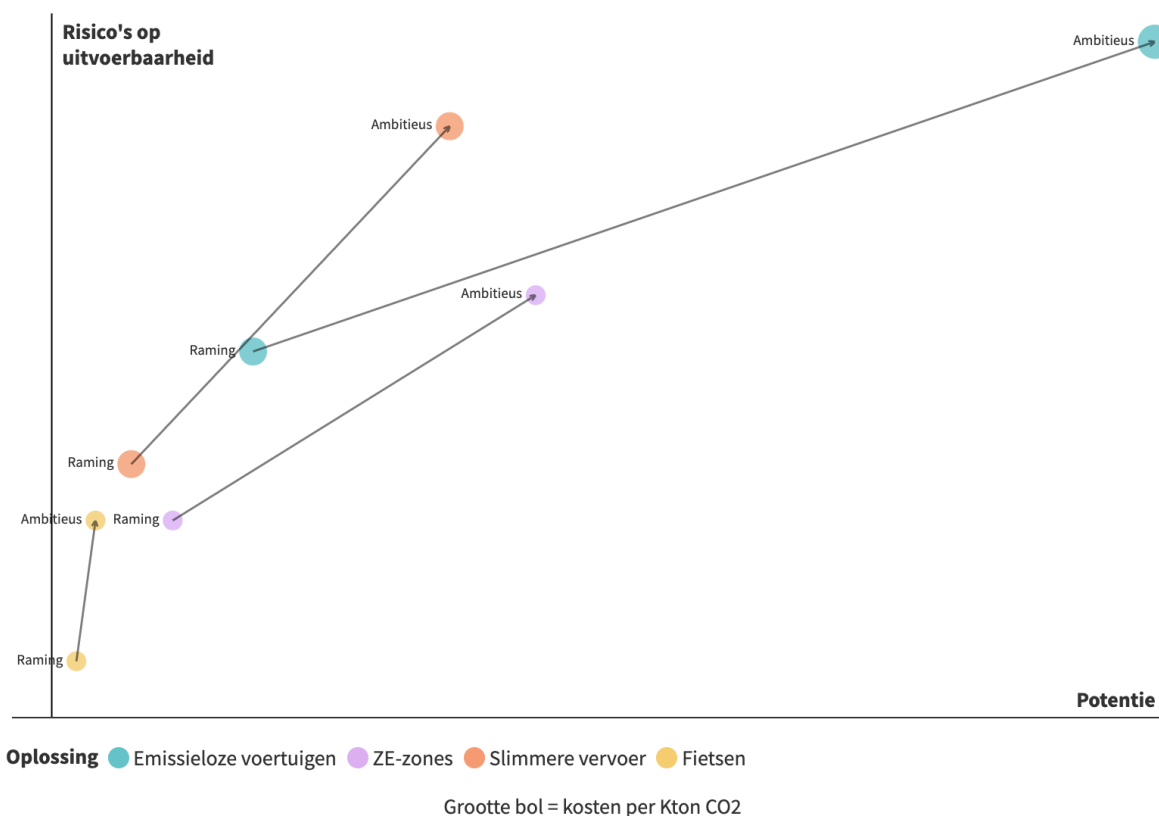
Oplossingen provincie Gelderland	Uitwerkingen scenario's 'Raming' & 'Ambitieu's'
<b>Emissieloze voertuigen</b>	<p>'Raming'</p> <p>In totaal neemt het aantal elektrische auto's tot en met 2030 toe naar 20%. Momenteel is het aandeel elektrische auto's meer dan 8%, het totaal aantal auto's in Gelderland is 1.067.820.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2025: Circa 125.000 voertuigen in Gelderland zijn emissieloos</li> <li>• 2028: Circa 175.000 voertuigen in Gelderland zijn emissieloos</li> <li>• 2030: Circa 215.000 voertuigen in Gelderland zijn emissieloos</li> </ul> <p>'Ambitieu's'</p> <p>In totaal neemt het aantal elektrische auto's tot en met 2030 toe naar 46%. Momenteel is het aandeel elektrische auto's meer dan 8%, het totaal aantal auto's in Gelderland is 1.067.820.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2025: Circa 175.000 voertuigen in Gelderland zijn emissieloos</li> <li>• 2028: Circa 300.000 voertuigen in Gelderland zijn emissieloos</li> <li>• 2030: Circa 500.000 voertuigen in Gelderland zijn emissieloos</li> </ul> <p>Het belangrijkste uitgangspunt van zowel het scenario 'Raming' als 'Ambitieu's' is het totale percentage emissieloze voertuigen in Gelderland. Verder is uitgegaan van een emissiereductie van circa 64%, echter kan meer duurzame opwekking van elektriciteit bijdragen aan een grotere emissiereductie.</p>
<b>ZE-zones</b>	<p>'Raming'</p> <p>ZE-zones worden ingevoerd in de vier grootste steden van de provincie: Apeldoorn, Nijmegen, Ede en Arnhem. In het scenario raming wordt uitgegaan van een kleine ZE-zone in de binnenstedelijke gebieden van deze steden.</p> <p>2025: 143 km gemiddeld per inwoner waarvan 50% met schoner vervoer en 50% minder personenvervoer</p> <p>2027: 286 km gemiddeld per inwoner waarvan 50% met schoner vervoer en 50% minder personenvervoer</p> <p>2030: 500 km gemiddeld per inwoner waarvan 50% met schoner vervoer en 50% minder personenvervoer</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>ZE-zones worden ingevoerd in de vier grootste steden van de provincie: Apeldoorn, Nijmegen, Ede en Arnhem. In het scenario raming wordt uitgegaan van een kleine ZE-zone in de binnenstedelijke gebieden van deze steden. Voor de grote ZE-zones geldt hetzelfde als scenario 'Raming', maar worden ook de omliggende wijken ZE-zones.</p> <p>2025: 598 km gemiddeld per inwoner waarvan 50% met schoner vervoer en 50% minder personenvervoer</p> <p>2027: 1196 km gemiddeld per inwoner waarvan 50% met schoner vervoer en 50% minder personenvervoer</p> <p>2030: 2093 km gemiddeld per inwoner waarvan 50% met schoner vervoer en 50% minder personenvervoer</p> <p>*ZE zones hebben met name ook invloed op de emissies afkomstig van (zware) bedrijfsvoertuigen, echter is het totaal aan emissies afkomstig van personenvervoer het hoogst en daarom gekozen als SMART uitwerking.</p>

<b>Slimmer vervoer</b>	<p>Slimmer vervoer betreft een pakket aan verschillende maatregelen waarmee de emissies van een groot bereik aan vervoersmiddelen kunnen reduceren. Daarbij is uitgegaan van de reductiepotentie zoals geschetst in het klimaatplan van provincie Gelderland, dit betreft onder andere: Bundelen van stromen, rittenbesparing in logistiek en Clean Energy Hubs voor wegtransport en binnenvaart.</p> <p>Een Gelderland dekkend netwerk van Hub's om reiziger te verleiden slim en schoon te reizen (fiets/OV). Er wordt ingezet op de werkgeversaankpak. Het onderhoud en beheer van provinciale wegen wordt uitgevoerd met een 55% CO2 reductie en verder worden maatschappelijke initiatieven die bijdragen aan de CO2-reductie van mobiliteit in Gelderland ondersteund en versterkt.</p>
<b>Fietsen</b>	<p>De oplossing "Fietsen" bestaat zowel uit het toenemen van (elektrische) fietsen als het aanleggen van fietsinfrastructuur waarmee autoritten worden vervangen:</p> <p>'Raming'</p> <p>Per verkochte e-bike neemt het woon-werkverkeer per auto met 195 km per jaar per fiets af. Het totaal aantal elektrische fietsen neemt tot en met 2030 toe tot circa 720.000 fietsen. Verder draagt de aanleg van verbeterde fietsinfrastructuur bij aan een gemiddelde reductie van 38 km per persoon aan gereden autokilometers.</p> <p>'Ambitieu'</p> <p>Per verkochte e-bike neemt het woon-werkverkeer met 312 km af. Het totaal aantal elektrische fietsen neemt tot en met 2030 toe tot circa 720.000 fietsen. Verder draagt de aanleg van verbeterde fietsinfrastructuur bij aan een gemiddelde reductie van 77 km per persoon aan gereden autokilometers.</p>

Tabel 4: Uitwerking verwachte ontwikkeling en jaarlijkse doelstellingen per oplossing, domein Mobiliteit

## 2.2 Haalbaarheidsanalyse Mobiliteit

In de focusmatrix (figuur 6) wordt weergegeven wat voor de verschillende scenario's van de oplossingen de potentie is (reductie CO<sub>2</sub>-eq-uitstoot) i.r.t. risico's op uitvoerbaarheid per oplossing. Te zien is dat er verschillen zijn in de relatie en samenhang tussen deze twee variabelen en er daarmee voor het behalen van extra potentie een meer actieve rol sterk kan bijdragen aan het behalen van een zeer groot potentieel.



Figuur 6: Voorbeeld analyse focus matrix oplossingen domein Landbouw en landgebruik.

Hoe verhouden de meest prominente rollen zich tot de potentieel vermeden emissies, de risico's, wat is daarbij de weg van de minste weerstand en waar liggen dus de voor de hand liggende kansen voor de provincie? Figuur 6 betreft een expertbeoordeling. In de matrix worden vier oplossingen weergegeven: Emissieloze Voertuigen, ZE-zones, Slimmer vervoer en Fietsen. De oplossing Emissieloze Voertuigen lijkt in dit overzicht de meeste potentie te hebben, echter speelt binnen het domein mobiliteit integraliteit een belangrijke rol. Het ene vervoersmiddel vervangt het ander, en daarmee is een pluraliteit aan oplossingen noodzakelijk in het behalen van de totale reducties.

Inzetten op ZE-zones en Slimmer Vervoer hebben daarmee een significante invloed op het ambitieuze reductiepotentieel. Daaronder vallen acties zoals het stimuleren van de werkgeversaanpak, afwegingen

in parkeerbeleid en zelfs gebiedsontwikkeling heeft een sterke relatie tot het behalen van dit reductiepotentieel.

Om deze reden hebben met name de rollen die aan deze oplossingen gerelateerd kunnen worden de hoogste potentie. Zoals bijvoorbeeld de rol 'ZE-zones': de provincie kan een aanscherping van de huidige milieuzone tot enkel zero-emissie auto's bij gemeenten voorwaardelijk voorstellen in ruil voor subsidie op andere mobiliteits kwesties zoals verbetering van OV-verbinding, stimuleren van deelmobiliteits-concepten als alternatief of het plaatsen van laadinfrastructuur, zodat de voordelen van zero-emissieauto's vergroot worden en de luchtkwaliteit in deze regio's verbetert.

Daarbij is met de provinciale regie voornamelijk van belang dat de huidige actieve rol m.b.t. het middenbestuur behouden blijft. Provincies coördineren regionaal, stemmen ruimtelijke ordening af op mobiliteitsbehoeften, nemen investeringsbeslissingen en werken samen met gemeenten en belanghebbenden. Provincies beheren het wegennet, bevorderen duurzaam vervoer en streven naar een veilig en bereikbaar mobiliteitssysteem. Als middenbestuurders werken ze samen met andere overheden voor samenhangend beleid en het behartigen van belangen in de regio.

Het is van belang dat de provincie financiële instrumenten, zoals subsidies, leningen, belastingkortingen en heffingen, inzetten om duurzamere vormen van mobiliteit te stimuleren. Hier heeft de provincie niet altijd direct invloed op, zoals bij het introduceren van lokale heffingen in steden, maar kan er wel worden aangejaagd en geagendeerd bij de gemeenten. Dit vanwege de regionale kennis en samenwerking met andere stakeholders. Deze financiële instrumenten dragen bij aan het verminderen van CO<sub>2</sub>-uitstoot, verbeteren van luchtkwaliteit en verhogen van de leefbaarheid.

### 3. Conclusies Mobiliteit

In dit hoofdstuk wordt de samenhang van de besproken resultaten geduid in een aantal conclusies. De mobiliteitstransitie hangt nauw samen met de energietransitie: duurzaam geproduceerde elektriciteit maakt emissieloos transport mogelijk, waarbij alleen de uitstoot van de productie van de transportmiddelen nog overblijft.

Elektrische voertuigen en zero-emissie zones om meer gebruik hiervan te stimuleren vormen bij elkaar de belangrijkste oplossing. Maar ook een aantal andere slimme oplossingen, zoals het aanleggen van transport-hubs en een werkgeversaanpak maken bij elkaar ongeveer een megaton extra reductie mogelijk. Deze 'slimmer vervoeren' oplossingen zijn: goederentransport verduurzamen, aanleggen van hubs, uitstootvrij wegennetbeheer, betere internationale treinverbindingen, een werkgeversaanpak voor woon-werkverkeer en ondersteuning van maatschappelijke initiatieven.

#### Domein-overstijgende kansen

De grootste synergie met een ander domein is die met het energiesysteem. Naast dat schoon opgewekte elektriciteit emissievrije mobiliteit mogelijk maakt, vormen elektrische voertuigen ook een buffer voor het energiesysteem. Pieken en dalen in de opwekking kunnen daarmee worden opgevangen. Samen vormen elektrische voertuigen en duurzame opweg dan ook een robuust nieuw systeem. Real-time energieprijzen, zoals door meerdere energieleveranciers al aangeboden, maken het mogelijk voor autobezitters om vergoed te worden voor het leveren van de buffercapaciteit; op de momenten dat prijzen negatief zijn kunnen zij hun auto opladen.

#### Innovatie, inspiratie en transitieversnellers

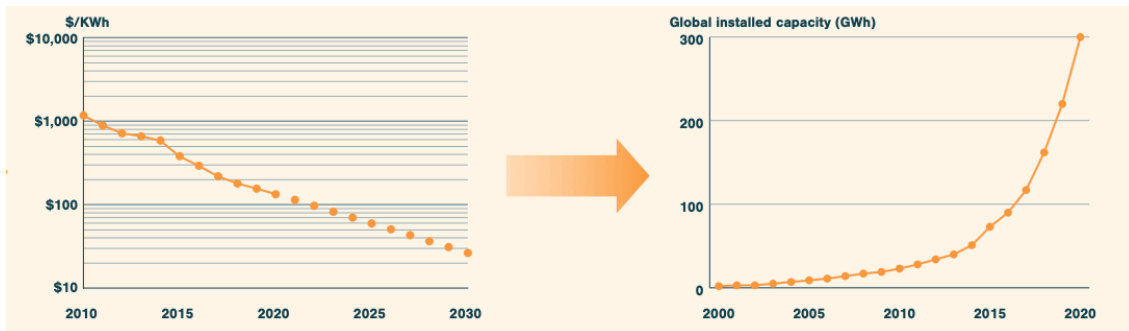
De transitieversneller voor mobiliteit zit niet alleen in de synergie tussen opwek en opslag, maar ook in de consistent dalende prijs van batterijen. Deze kosten dalen gestaag en exponentieel, waarmee de toepassing ook exponentieel groeit. Daarbovenop komt de versnelling die door de groei van informatietechnologie mogelijk wordt gemaakt: zelfrijdende auto's. De meeste auto's in eigendom staan meestal geparkeerd. Zelfrijdende auto's kunnen veel meer rijden, waardoor de kosten per kilometer flink dalen. Zodra zelfrijdende auto's doorbreken, zal de prijs per kilometer van zelfrijdende deelauto's veel lager zijn dan de prijs per kilometer van een eigen auto. Het resultaat is meer mobiliteit voor minder geld en met veel minder auto's.

Tot slot: bewegen is gezond, wat naast dat het levenskwaliteit brengt ook kosten bespaart. Buiten het domein van het klimaatakkoord kunnen zorgbudgetten dus worden gespaard door lopen en fietsen te stimuleren. Ook bewegen in natuur bevordert aantoonbaar<sup>48</sup> de gezondheid.

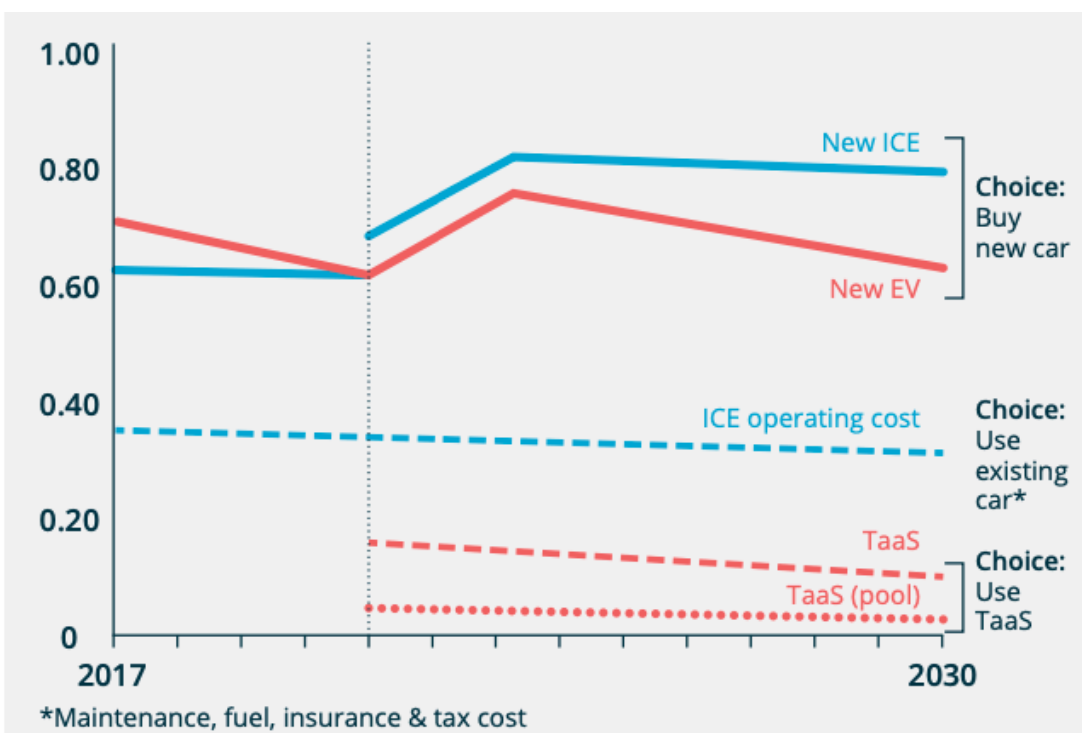
---

<sup>48</sup> Omdat onderzoek steeds sterkere correlaties toont tussen natuur en gezondheid, hebben zorgverzekeraars hier geld voor over. Zie bijvoorbeeld

<https://www.dejuistezorgopdejuisteplek.nl/praktijkvoorbeelden/een-deel-van-de-oplossing-zit-in-een-groene-leefomgeving/>



Figuur 7: De prijs van batterijopslag daalt gestaag, verdere daling is te verwachten, en daarmee is het zeer waarschijnlijk dat de exponentiële groei van de toepassing van batterijopslag zal doorzetten. Bron: [RethinkX 2021](#).



Figuur 8: Doordat zelfrijdende elektrische deelauto's goedkoper worden en veel beter benut, ligt de prijs per kilometer van deze 'Transport as a Service' (TaaS) systemen ver onder die van een eigen auto (elektrisch en brandstof). Het lijkt daardoor waarschijnlijk dat autobezit sterk af zal nemen; TaaS is veel goedkoper en comfortabeler. Linkeras: prijs in USD / mijl. Bron: [RethinkX 2019](#).

#### 4. Transitiebeeld Mobiliteit

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 vanuit de kansen en oplossingen aftekent is: **mobiliteit bevordert**

**gezondheid**. In woonkernen is zoveel mogelijk op **loopafstand**. Daarbuiten nemen we **de fiets, de trein**

of laten moeiteloos en betaalbaar een schone zelfrijdende deelauto voorrijden: **iedereen een**

**auto-zonder-chauffeur**. Goederen bezorgen we elektrisch. We reizen **samen**; onderweg en op

transporthubs komen we elkaar graag tegen. Alle voertuigen zijn elektrisch en vormen samen **opslag**

## voor het zon- en windenergie systeem.

Transitietips om dit beeld te realiseren:

- Blijf gezondheid betrekken bij het invullen van de mobiliteitsbehoefte.
- Houdt in de ruimtelijke planning actief rekening met bovenstaand transitiebeeld.
- Woon-werkverkeer kan beperkt worden met telecommunicatie. Dit kan thuiswerken zijn, maar ook meetings digitaal organiseren in plaats van fysiek. Door de mogelijkheid om telecommunicatie te normaliseren kan reizen worden voorkomen. Dit bespaart naast emissie ook reistijd. De maatregelen van COVID-19 hebben de maatschappelijke bereidheid voor telecommunicatie al vergroot. Er zal een balans van fysiek en telecommunicatie moeten zijn voor de meest efficiënte werkvormen. De werkgever kan hierbij vaste thuiswerkdagen faciliteren.
- Carpoolen is een efficiënte manier van autogebruik, met naast emissiebeperking ook voordelen als kostenbesparing en sociale cohesie. De provincie heeft bestaand beleid om bedrijven te ondersteunen met carpoolen. In dit beleid zitten voorbeelden van succesvolle implementaties.
- Stel bi-directioneel en slim (realtime prijsafhankelijk) laden als voorwaarde bij de aanleg van laadinfrastructuur.<sup>49</sup>
- Bereid het wegennet, laad-infra en de openbare ruimte voor op zelfrijdende auto's.
- Kwantificeer de kostenbesparing voor het energienet die het bufferen van stroom in elektrische auto's oplevert.
- Stel Zero-Emissie zones in om de elektrificatie van mobiliteit verder te versnellen.
- Werk samen met werkgevers en OV-bedrijven om gezond woon-werkverkeer te organiseren.
- Verbeter fietsverbindingen.
- Stimuleer autodelen.

---

<sup>49</sup> Werk voor deze en andere transitiemaatregelen samen met de stichting Elaad, gevestigd in Arnhem.

Industrie  
Klimaatkansenkaart Gelderland  
V1 maart 2024

## Belangrijkste conclusies Industrie

Dit document vormt een uitgebreide uitwerking van de geïdentificeerde potentie van klimaatoplossingen binnen het domein Industrie. Hierbij een beknopte samenvatting van de belangrijkste resultaten & conclusies.

Belangrijkste resultaten & conclusies vanuit de analyse:

- **Kansrijke oplossingen:** in totaal zijn er vier kansrijke oplossingen binnen het thema Industrie: Energie efficiëntie, Stortgas afvang, CCS AVI, en Biobased bouwen. Gezamenlijk hebben zij binnen het domein Industrie een totale potentie van **769 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** en **116 kton CO<sub>2</sub>-eq vastlegging** in het scenario '**Raming**' en een potentie van **1725 kton CO<sub>2</sub>-eq reductie** en **231 kton CO<sub>2</sub>-eq vastlegging** in het scenario '**Ambitieux**'.
- **De klimaatoplossingen met het grootste reductiepotentieel ('Ambitieux'):**
  - 1.) Energie efficiëntie met 950 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 2.) Stortgas afvang met 475 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductie
  - 3.) CCS AVI met 300 kton CO<sub>2</sub>-eq. reductieOok vindt vastlegging van CO<sub>2</sub> plaats, dit betreft 231 kton CO<sub>2</sub>-eq. voor Biobased bouwen.

**De industrie** is volop bezig met vernieuwing gericht op het verminderen van de behoefte door te werken aan efficiëntie, symbiose en uitwisseling van restwarmte en grondstoffen. Belangrijk is dat de industrie na 2030 een onderdeel is van de oplossing door onder meer de productie van nieuwe bouwmaterialen. Het uitgangspunt is dat de industrie jaarlijks minimaal 1,5% energie bespaart door slimme maatregelen te treffen, energie-efficiëntie, het oprichten van energiecoöperaties op bedrijventerreinen en consumptie tijdens piekproductie momenten. Aanvullend moet er gewerkt worden aan het reduceren van de emissies op stortplaatsen en het afvangen van CO<sub>2</sub> afkomstig van de afvalverbrandingsinstallatie in Duiven. Er wordt al gesproken over een mogelijke opslag van 300.000 ton CO<sub>2</sub>-eq per jaar, dat is bijna 1/3e van de totale uitstoot door AVI's in de provincie. *Bij het regeneratieve scenario is er een extra potentieel van 250 kiloton CO<sub>2</sub>-eq voor biobased bouwen.*

# 1. Introductie Industrie

In de industrie worden diverse materialen, componenten en producten vervaardigd die van essentieel belang zijn voor ons dagelijks leven. De modus operandi in de (maak)industrie heeft zich de afgelopen decennia ontwikkeld tot een 'take - make - waste' manier van doen. Dankzij nieuwe productiemethoden zijn de kosten van alledaagse producten aanzienlijk gedaald, waardoor ze toegankelijk zijn geworden voor een breder publiek, maar dit heeft ook grote gevolgen voor de beschikbaarheid van grondstoffen en heeft geleid tot vervuiling van het natuurlijke ecosysteem.

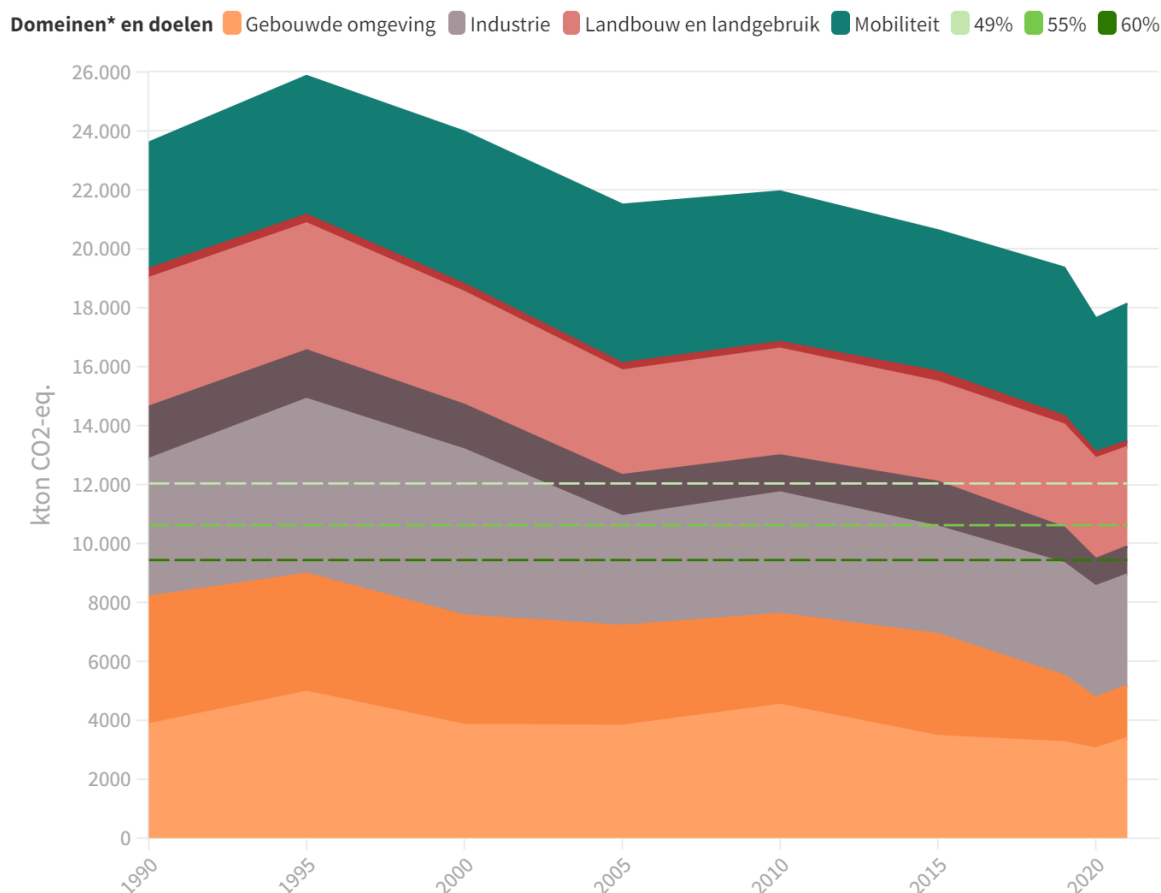
Deze conventionele werkwijze ondergaat momenteel een omwenteling, ook wel aangeduid als 'de transitie naar een circulaire economie'. De stijgende prijzen van grondstoffen, verstoringen in de toeleveringsketen en de groeiende hoeveelheid afval leiden tot een transitie naar een meer duurzame benadering van grondstoffenbeheer. Daarbij wordt o.a. door Planbureau voor de Leefomgeving gesproken over vier manieren om te zorgen voor deze omwenteling binnen de productieketens in de industrie:

- Slow the loop: zorgen dat producten langer meegaan. Het effect hiervan is tweeledig. Enerzijds zorgt dit ervoor dat impacts uit de productiefase over een langere levensduur worden verdeeld, anderzijds zorgt dit voor minder afval omdat er minder producten met korte levensduur in omloop zijn.
- Close the loop: zorgen dat materiaalcringen gesloten worden. Dit heeft als gevolg dat er geen materiaal uitstroom in de vorm van afval is.
- Narrow the loop: het verminderen van het totale gebruik van grondstoffen in producten.
- Substitute: vervangen van vervuilende materialen voor minder vervuilende alternatieven.

Naast een andere omgang met grondstoffen is ook een verdere verduurzaming van de productiemethodes zelf een aandachtspunt voor de industrie. Met name in het kader van CO<sub>2</sub> en stikstofemissies vergt dit grootschalige aanpassingen en innovaties. Het circulair produceren van producten vereist aanpassingen in het ontwerp. Volgens de Europese Commissie wordt in de ontwerpfase maar liefst 80% van de milieu-impact van producten bepaald. Deze fase biedt tevens kansen voor bedrijven om concurrentievoordelen te behalen en te voldoen aan geldende of toekomstige wet- en regelgeving.

Provincie Gelderland heeft de industrie een ongeveer evenredig aandeel in de totale emissies (figuur 1). Figuur 1 betreft een weergave van de totale emissies in provincie Gelderland vanaf 1990 tot en met 2021, de emissies vanaf 2022 zijn geëxtrapoleerd vanaf 2015 tot en met 2030. Daarmee is een afname van emissies zichtbaar, maar is ook te zien dat de 49%, 55% en 60% doelstellingen ver uit zicht zijn. 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. De provincie Gelderland staat voor de uitdaging om 55% van alle broeikasgassen (CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq in 1990 terug te brengen naar een jaarlijkse uitstoot van 10,6 mton CO<sub>2</sub>-eq. Volgens de meest recente analyse van emissieregistratie bedraagt de huidige emissie in de provincie 18,1 mton CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq te reduceren.



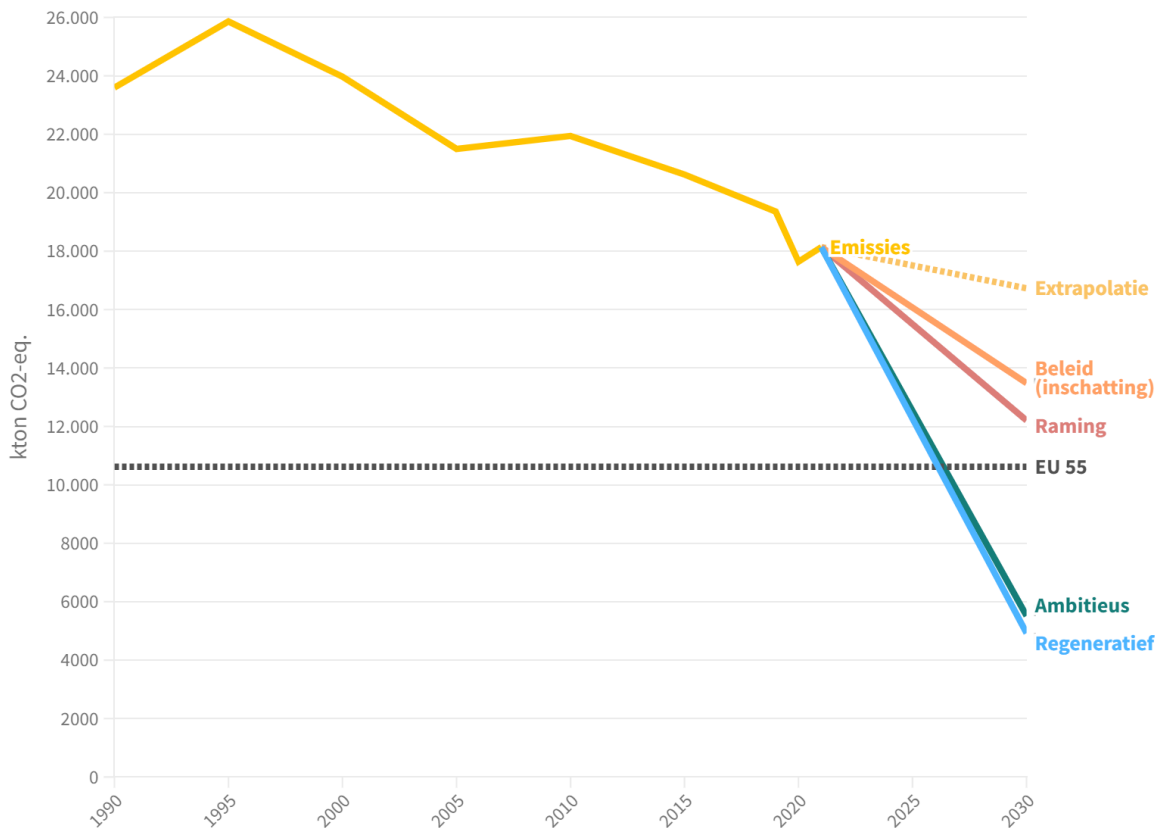
\*De donkerdere kleuren tonen de Scope 2-emissies (gerelateerd aan elektriciteitsverbruik) van elk domein.

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 de merken dat dit een optelsom betreft van:

1. Directe emissiereductie, bijvoorbeeld in Gebouwde omgeving door de toepassing van Isolatie, in Landbouw & landgebruik door Regeneratieve landbouw.
2. indirecte emissiereductie door reductie emissies van buiten de provincie Gelderland, bijvoorbeeld in de vermindering van geïmporteerde elektriciteit door de installatie van Zon op

dak in Elektriciteit of door Alternatieven voor cement te ontwikkelen in de industrie en daarmee de import van bouwmaterialen van buiten de regio te reduceren.



Figuur 2: Vermijdingslijnen van CO2-eq. emissies van de verschillende scenario's.  
Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

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.

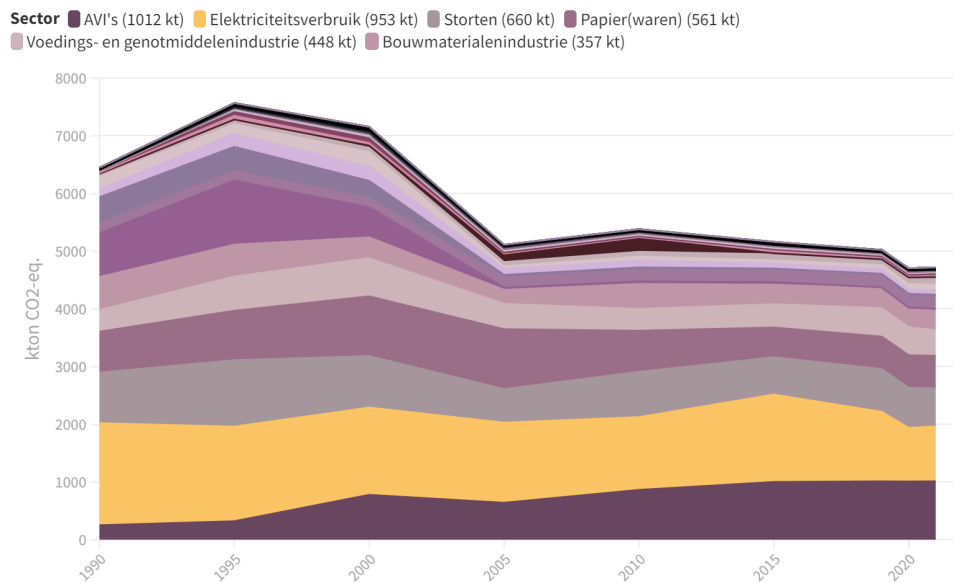
## 1.1 Context Industrie Gelderland

Van oudsher is er in Gelderland een bloeiende maakindustrie, met een breed scala aan producten, variërend van voedingsmiddelen en textiel tot geavanceerde technologische apparatuur. Met name in steden als Arnhem, Nijmegen, en Apeldoorn zijn tal van industriële bedrijven gevestigd die zich bezighouden met productieactiviteiten. Deze bedrijven variëren van kleine ambachtelijke ondernemingen

tot grote industriële fabrieken die geavanceerde technologieën gebruiken.

Naast de maakindustrie heeft Gelderland ook een sterke positie in de logistieke sector. De provincie herbergt verschillende logistieke knooppunten. De Rhine Alpine corridor en de Betuweroute verbinden de haven van Rotterdam / Schiphol en het Duitse achterland via de snelweg infrastructuur en de Gelderse rivieren. De North Sea Baltic corridor vormt een belangrijke verbinding tussen de Noordzeehavens en de Baltische staten<sup>50</sup>.

Figuur 3 laat de emissies binnen de Industrie zien sinds 1990. Wat opvalt is dat de AVI's (afvalverbrandingsinstallaties) een stijgende lijn laten zien en daarmee in 2020 de grootste bron van emissies is. Storten is vervolgens de tweede bron, gevolgd door de productie van papier(waren), voedings- en genotmiddelen en bouwmaterialen (paarse lijnen). De gele lijn, elektriciteitsverbruik, is ook een belangrijke emissiebron. Echter, dit betreft elektriciteit die is opgewekt buiten de grenzen van de provincie, b.v. door een elektriciteitscentrale in een andere regio. Deze impact is dus wel toe te schrijven aan de industrie in Gelderland, omdat zij de verbruiker zijn van de elektriciteit, echter ontstaan de emissies van de opwekking buiten de provinciegrenzen. De grootste zes emissiebronnen staan in de legenda van onder naar boven in onderstaand figuur.



Figuur 3: Provincie Gelderland emissies Industrie 1990 - 2021 (Emissieregistratie 2023).

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

Er zijn vier oplossingen geïdentificeerd die een grote potentie hebben voor reductie van de huidige emissies uit de industrie, en die zorgen voor vastlegging van CO<sub>2</sub>-eq in o.a. de Gebouwde omgeving. Dit zijn: Energie-efficiëntie, Stortgas afvang, Carbon-Capture & Storage AVI en Biobased bouwen.

Gezamenlijk hebben de oplossingen een potentie om tussen de 769 en 1.725 kton aan CO<sub>2</sub>-eq te vermijden in 2030, aanvullend is er een vastleggingspotentieel van 116 tot 231 kton CO<sub>2</sub>-eq geïdentificeerd. Deze oplossingen zijn in H2 Resultaten verder uitgewerkt.

<sup>50</sup> [Gelderse Corridor Statenbrief](#)

### **Afbakening 'Industrie'**

Het domein 'Industrie' is vormgegeven naar de klimaattafel van de Rijksoverheid zoals opgenomen in het klimaatakkoord<sup>51</sup>. De emissies afkomstig uit de industrie vinden plaats in verschillende sectoren, bijvoorbeeld in de productie van bouwmaterialen zoals beton, papier en asfalt, maar ook voor de productie van voedingsmiddelen. Het domein Industrie heeft een sterk verband met de domeinen 'Elektriciteit', 'Gebouwde omgeving' en 'Landbouw en landgebruik'.

- Bedrijven zijn verplicht om alle energiebesparingsmaatregelen te nemen die binnen vijf jaar zijn terugverdiend. Dat staat in de wet milieubeheer en is van toepassing op kantoorpanden, industriële complexen, bij MKB en grotere bedrijven die binnen en buiten ETS vallen. Dit betreft veelal oplossingen die gaan over de opwekking van energie én over besparingen.
  - Oplossingen die gaan over de opwekking van energie zijn uitgewerkt in 'Elektriciteit' (o.a. Zon op dak, Warmtepompen, Groen gas).
  - Oplossingen die gaan over besparing van energieverbruik zijn uitgewerkt in het domein 'Gebouwde omgeving' (o.a. Warmtenetten, Warm water terugwinning, Isolatie). Voor Industrie is er bovenop de energiebesparingsplicht geen aanvullende potentie voor energiebesparende maatregelen van gebouwgebonden energiegebruik geïdentificeerd. Hiervoor zijn de emissiereductiedoelstellingen uit het Gelderse Klimaatplan overgenomen. Er zijn veel industriële sectoren die gebruik maken van verschillende productieprocessen, deze zijn vaak voor meer dan 90% de emissiebron van industriële complexen. Reductie van deze oplossingen vergt maatwerk op sectoraal niveau, deze zijn niet verder uitgewerkt omdat het een relatief kleine emissiebron is binnen de provincie. Ook zijn er in de industrie veel oplossingen gericht op circulaire economie, die met name de indirecte emissies in de provincie kunnen reduceren door een verminderde vraag naar primaire grondstoffen.
- Industrie kan een belangrijke rol spelen in de productie van bouwmaterialen voor zowel nieuwbouw als renovatie, waarmee een sterke relatie is gelegd met de Gebouwde omgeving.
- Het gebruik van biobased materialen in de industrie zorgt voor een sterke verbinding met 'Landbouw en landgebruik'.

Voor een meer integrale blik op het domein Industrie, is het van belang de uitwerking van oplossingen in de andere domeinen te lezen. Met het vormgegeven beleid en de beoogde doelstellingen zoals energie efficiëntie kan er een flinke reductie worden behaald, echter wijst de praktijk uit dat verdergaande reducties een hoge mate van organisatiegraad en toenemende samenwerking vergt op industrie- en bedrijventerreinen. Er is potentie om aanvullende industriële activiteiten te ontwikkelen waardoor een verschuiving plaatsvindt die bijdraagt aan een verdere reductie omdat ze vervuilende activiteiten vervangen. Deze reducties betreffen deels scope 3 impacts omdat ze zowel emissies binnen als buiten de provincie voorkomen.

Box 2: Toelichting afbakening domein 'Industrie'.

### **De emissies in de industrie reiken verder dan de provinciegrenzen**

De industrie speelt een belangrijke rol in de levering van allerlei halffabricaten en producten, voor de nationale, Europese en internationale markt. Deze industriële activiteiten vinden veelal plaats op bedrijventerreinen. Echter, veel van de grondstoffen komen uit andere landen en provincies, de winning van deze grondstoffen is vaak zeer energie-intensief waardoor emissies, en ook andere milieu-impacts elders plaatsvinden. Ook op deze indirecte emissies is er een hoge mate van potentie voor reductie. In verschillende regio's in Nederland is verdiepend onderzoek gedaan naar de aanwezige grondstoffen, materialen en kansen voor hoogwaardig hergebruik van afvalstromen afkomstig van bedrijventerreinen<sup>52</sup>. Bedrijventerreinen zijn met 60% van het Nederlands grondstoffenverbruik de hotspots in de transitie naar een circulaire economie. Om de indirecte emissies van dit

<sup>51</sup> [Industrie | Klimaatakkoord](#)

<sup>52</sup> [www.circulair.biz](http://www.circulair.biz)

grondstoffenverbruik te verminderen zijn er verschillende maatregelen die op sector en bedrijfsniveau genomen moeten worden.

Zo heeft de provincie Overijssel in 2021 Regionale Transitieagenda's opgesteld voor onder andere de Maakindustrie en met specifieke product factsheets het bedrijfsleven met een top 5 verkochte producten uit de regio van informatie voorzien van risico's, milieu impact en kans voor meer circulaire bedrijfsvoering met oog voor economisch rendement<sup>53</sup>. Aanvullend is het Ministerie I&W afgelopen jaren bezig geweest met de uitrol van het programma CIRCO waarin experts op gebied van circulaire economie productontwerpers en business managers van het bedrijfsleven in verschillende sectoren ondersteunen in het ontwikkelen van circulaire ontwerp strategieën en bijpassende businessmodellen<sup>54</sup>.

Box 3: De emissies in de industrie reiken verder dan de provinciegrenzen

## 1.2 Beleidskader & doelstellingen<sup>55</sup>

In het beleidskader zijn de programma's, doelstellingen en ambities van de EU, de nationale overheid en de provincies samengevat met betrekking tot het domein 'Industrie'. Voor de industrie is al veel regulering van kracht vanuit de EU, wat betekent dat er al veel initiatieven lopen om de emissies in de industrie te reduceren.

### *Provincie Gelderland*

- **Omgevingsvisie Gaaf Gelderland:** De focus ligt op grensoverschrijdende ontwikkelingen. Het energievraagstuk, voorkomen van emissies die impact hebben op de kwetsbare biodiversiteit, verdere verstedelijking in combinatie met krimp, toenemende mobiliteit op de weg en in de lucht, digitalisering en internationalisering.
  - 7 Ambities voor Gelderland: in 2050 is Gelderland klimaatneutraal (energietransitie); klimaatbestendig (klimaatadaptatie); circulair (circulaire economie) heeft het een gezonde natuurlijk ecosysteem met herstel van diverse habitats (biodiversiteit); is een efficiënte, duurzame en innovatieve bereikbaarheid (bereikbaarheid); een duurzaam, dynamisch en toegankelijk economisch vestigingsklimaat en een duurzame, diverse woon- en leefomgeving (leefomgeving).
- **Stikstofbeleid:** Gelderland als groene provincie heeft sterk te lijden onder stikstof. Ook is een aantal piekbelasters in de provincie gelegen. Het stikstofbeleid betreft landelijk beleid maar de provincie Gelderland stimuleert het verminderen van stikstofemissies maar het tegelijk zorgen voor ruimte voor bedrijven om te ondernemen met de regeling Stikstofbank<sup>56</sup>.
- **Toekomstgericht ondernemen** (economisch beleid): om een goed draaiende economie te garanderen moeten diverse sectoren een transitie doormaken. De provincie richt zich daarbij specifiek op de clusters van de bedrijven Agro&Food, Health, Bouw & infra en de maakindustrie. Met de industrieagenda BOOST wordt een schone en slimme economie gestimuleerd.

<sup>53</sup> [RTA Maakindustrie Provincie Overijssel](#)

<sup>54</sup> [www.circonl.nl](http://www.circonl.nl)

<sup>55</sup> Beleid, regelgeving en uitvoeringsprogramma's zijn aan verandering onderhevig, het moment dat onderstaande is omschreven is mei 2023.

<sup>56</sup> [Gelderse stikstofbank](#)

### *Nederland*

- **Klimaatakkoord:** In 2030 vermindert de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 49% ten opzichte van 1990, aangescherpt vanuit de Klimaatwet tot 55%, waarbij beleid zich richt op de hogere opgave van 60%. Voor de industrie geldt de energiebesparing welke bedrijven met een energiegebruik van 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m<sup>3</sup> aardgas verplicht alle mogelijke energiebesparende maatregelen te nemen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder.
- **Grondstoffenakkoord, nationaal programma circulaire economie, grondstoffenstrategie:** deze programma's hebben de centrale doelstelling van 50% minder ruwe grondstoffenverbruik in 2030 en het borgen van toegang tot kritische grondstoffen voor een competitieve economie.
- **IBO:** voorstellen om het klimaatbeleid aan te scherpen, zodat het kabinet de ambities voor 2030 kan realiseren.
- **NOVEX (Nationale Omgevingsvisie):** In het programma NOVEX werken alle overheden samen aan een plan voor de ruimtelijke inrichting van Nederland.

### *Europese Unie*

- **Europese klimaatwet,** waarbij het doel van 55% vermindering ten opzichte van 1990 staat. Klimaatneutraliteit uiterlijk in 2050 en netto negatief daarna.
- **EU Green Deal-plan voor de industrie:** verordening voor een 'netto nul-industrie' en zorgen voor voldoende toegang tot kritieke grondstoffen.
- **Ecodesign richtlijn (ESPR):** eisen voor productontwerp zoals energie-efficiëntie, circulariteit, ecologische voetafdruk.
- **ESG richtlijnen:** verslaglegging over maatschappelijke verantwoordelijkheid van bedrijven (environmental - social - governance).
  - **CSRD richtlijnen:** wetgeving voor verslaglegging m.b.t. toekomstbestendig en duurzaam ondernemen.

## 2. Resultaten Industrie

### 2.1 Potentieel te vermijden emissies in relatie tot beleidsdoelstellingen

Voor de industrie geldt dat zij onder de landelijke klimaat- & grondstoffenakkoorden vallen en daarom moeten bijdragen aan een reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot en verbruik van ruwe grondstoffen (beiden +/- 50% in 2030) en dat zij moeten voldoen aan de landelijke energiebesparing plicht. Zoals omschreven in 1.2 zijn er vanuit het huidige beleid in de provincie Gelderland verschillende doelen voor een economische, competitieve regio en de circulaire economie. Daarom is gekozen voor vier oplossingen die hier aan bij kunnen dragen.

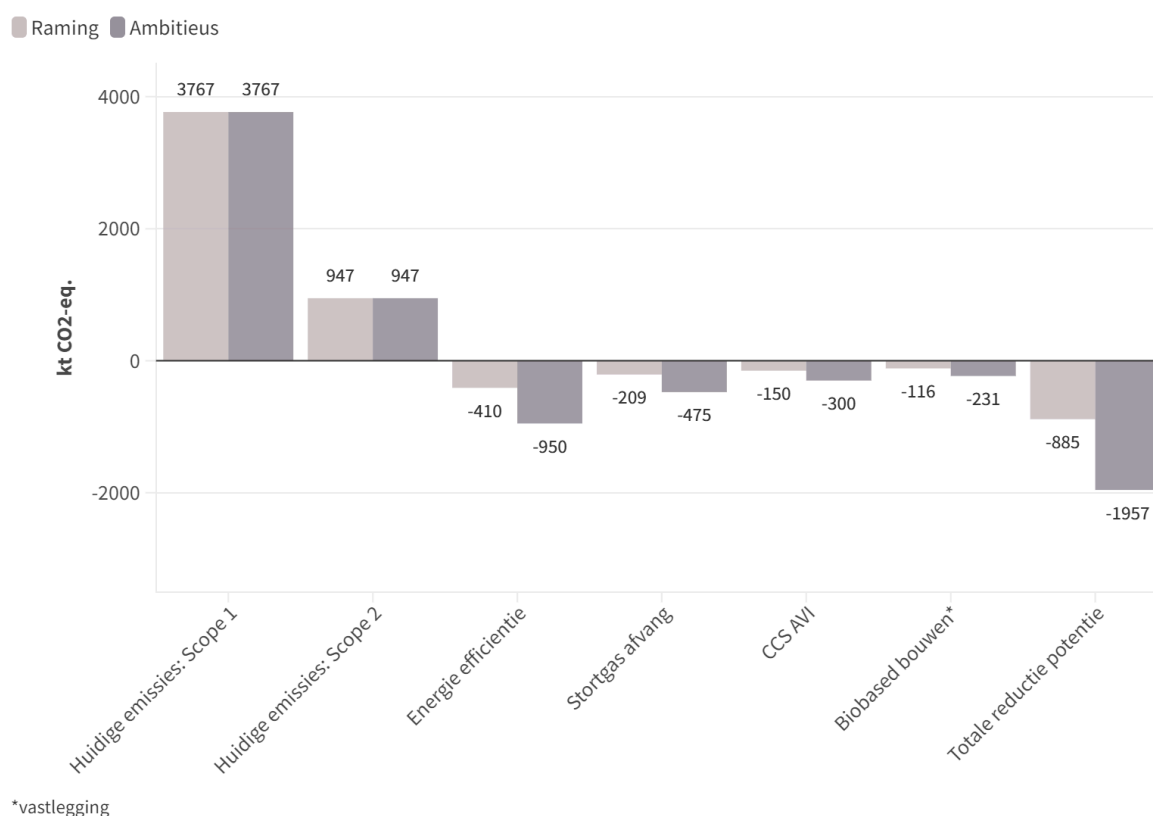
In het scenario 'Raming' zijn alle verwachte vermeden emissies opgenomen die ofwel door actief beleid gehaald kunnen worden, of door recente marktontwikkelingen. In het scenario 'Ambitieuw' zijn hier extra ambities aan toegevoegd, bijvoorbeeld omdat dit in andere regio's haalbaar wordt geacht of door het inzetten op een versnelling van huidig beleid gehaald kan worden. De belangrijkste oplossingen voor de provincie Gelderland in het reduceren van emissies zijn het inzetten op Energie-efficiëntie, Stortgas afvang, CCS AVI en Biobased bouwen. Het meest concrete beleid momenteel in de provincie is gericht op energiebesparing bij bedrijven en het realiseren van duurzame energievoorziening in verschillende industrieën zoals keramiek, papier en bij overige industrie bedrijven. aanvullend wordt er bij de stortplaats jaarlijks een reductie van emissies verwacht als gevolg van historisch beleid en het grotendeels stoppen van storten van organische afvalstromen. In totaal is er in het scenario 'Raming' een reductiepotentieel van 769 kton CO<sub>2</sub>-eq in kaart gebracht, voor het scenario 'Ambitieuw' is er een totaal van circa 1725 kton CO<sub>2</sub>-eq gereduceerd. Aanvullend is er potentieel voor het afvangen van CO<sub>2</sub>-eq, dit kan in samenwerking met de landbouw en de gebouwde omgeving worden gerealiseerd door het groeien van gewassen en verwerken tot bouwmaterialen zoals isolatie. In totaal kan er tussen de 116 en 231 kton CO<sub>2</sub>-eq jaarlijks worden afgevangen in het jaar 2030.

De overgang naar elektrificatie en het verminderen van afhankelijkheid van fossiele brandstoffen vormen immense uitdagingen voor de industrie. Een cruciaal strijdtoneel in deze transformatie zijn bedrijventerreinen, waar echter nog aanzienlijke ongeorganiseerdheid heerst. Deze situatie draagt bij aan het ontstaan van netcongestie, een extra obstakel op weg naar duurzame energie. Gelukkig wordt er gestaag vooruitgang geboekt, onder meer door de opkomst van energicoöperaties. Deze coöperaties benutten slimme strategieën om vraag en aanbod van energie beter op elkaar af te stemmen, ondersteunen industriële symbiose door het uitwisselen van warmte en reststromen, en introduceren concrete maatregelen om de impact van industrieel afval te verminderen. Dit omvat onder andere het optimaliseren van stortplaatsen, het afvangen van CO<sub>2</sub> uit vuilverbranding en het reduceren van de verbranding van afvalstromen op structurele wijze.

Tabel 3 en figuur 4 visualiseren een totaaloverzicht van de potentie van deze oplossingen in 2030.

Oplossingen provincie Gelderland	Kiloton CO2-eq.			
	Reductiepotentieel		Vastleggingspotentieel	
	Raming	Ambitueus	Raming	Ambitueus
Energie efficiëntie	410	950		
Stortgas afvang	209	475		
CCS AVI	150	300		
Biobased bouwen			116	231
<b>Totaal</b>	<b>769</b>	<b>1725</b>	<b>116</b>	<b>231</b>

Tabel 3: Potentie vermeden emissies domein Industrie in 2030



Figuur 4. Reductiepotentieel Industrie per oplossing. Door op deze figuur te klikken is het interactief online te zien.

Bij de oplossingen is er een additioneel potentie mogelijk tussen de scenario's 'Raming' en 'Ambitueus': Biobased bouwen 115 kton CO2-eq (vastlegging), CCS AVI 150 kton CO2-eq, Stortgas afvangen 266 kton CO2-eq en voor Energie efficiëntie 540 kton CO2-eq. In totaal kan er 955 kton extra reductie worden gerealiseerd en 115 kton CO2-eq vastlegging in het ambitieuze scenario.

In onderstaande tabel (4) is uitgewerkt hoe deze oplossingen uitgezet in de tijd uitgevoerd zouden kunnen worden, daarbij is er rekening gehouden met de huidige ontwikkeling zoals recente verkoopcijfers of andere (markt)data rondom deze oplossingen. Voor een onderbouwing hoe de uitwerking van de oplossingen en emissiereductie bepaling tot stand is gekomen zie bijlage methodologische onderbouwing.

<b>Oplossingen provincie Gelderland</b>	<b>Uitwerking Scenario's 'Raming' &amp; 'Ambitieu's'</b>
<b>Biobased bouwen</b>	<p>'Raming'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2026: 200 hectare productie bio-based bouwmaterialen</li> <li>• 2028: 2.000 hectare productie bio-based bouwmaterialen</li> <li>• 2030: 4.000 hectare productie bio-based bouwmaterialen</li> </ul> <p>Vlas en hennep circa 2.375 hectare in 2030 en olifantsgras circa 1.625 hectare in 2030.</p> <p>'Ambitieu's'</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2026: 400 hectare productie bio-based bouwmaterialen</li> <li>• 2028: 4.000 hectare productie bio-based bouwmaterialen</li> <li>• 2030: 8.000 hectare productie bio-based bouwmaterialen</li> </ul> <p>Vlas en hennep circa 4.750 hectare in 2030 en olifantsgras circa 3.250 hectare in 2030.</p>
<b>CCS AVI</b>	<p>'Raming'</p> <p>Er wordt tot en met 2030 gewerkt aan de realisatie van CO2-afvang bij de afvalverbrandingsinstallatie in Duiven waarbij er een afvang van 150 kton plaatsvindt.</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>Er wordt tot en met 2030 gewerkt aan de realisatie van CO2-afvang bij de afvalverbrandingsinstallatie in Duiven waarbij er een afvang van 300 kton plaatsvindt.</p>
<b>Stortgas afvang</b>	<p>'Raming'</p> <p>Twee van de vier actieve stortplaatsen in Gelderland worden gesloten, de stortplaats wordt verder ingekapseld en stortgas wordt afgevangen en verbrand voor energieopwekking.</p> <p>'Ambitieu's'</p> <p>Vier van de vier actieve stortplaatsen in Gelderland worden gesloten, de stortplaats wordt verder ingekapseld en stortgas wordt afgevangen en verbrand voor energieopwekking.</p>
<b>Energie efficiëntie</b>	<p>Deze oplossing volgt de maatregel uit het Gelders Klimaatplan genaamd 'Energiebesparing bij bedrijven'. Dit betreft een jaarlijkse energiebesparing van 1,5%.</p>

Tabel 4: Uitwerking verwachte ontwikkeling en jaarlijkse doelstellingen per oplossing, domein Industrie..

#### **Probleem verschuivingen door veranderend wet- en regelgeving**

Wet- en regelgeving op het gebied van milieu kan leiden tot verschuivingen van problemen in de industrie. Een voorbeeld hiervan is de regulering van koudemiddelen in koelinstallaties. Vroeger werden chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) gebruikt als

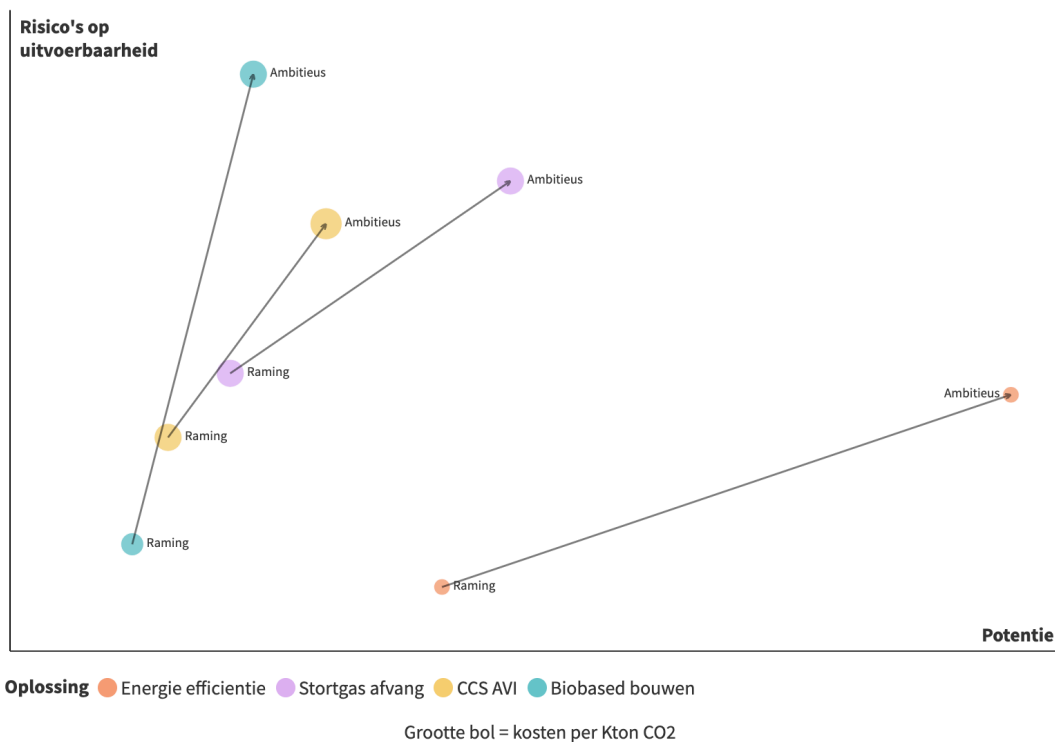
koudemiddelen, maar vanwege hun schadelijke effect op de ozonlaag zijn ze verboden. In plaats daarvan worden nu hydro fluorkoolwaterstoffen (HFK's) gebruikt, die geen schadelijk effect hebben op de ozonlaag. Helaas zijn HFK's echter sterke broeikasgassen, die bijdragen aan klimaatverandering. Dit betekent dat de verschuiving van CFK's naar HFK's een probleem heeft veroorzaakt dat de industrie nu moet aanpakken: het verminderen van de uitstoot van HFK's om de klimaatverandering te beperken.

Een ander voorbeeld is de vervanging van loodhoudende benzine door loodvrije benzine. Loodvrije benzine heeft een positieve impact op de luchtkwaliteit, maar het bevat meer benzeen, een potentieel kankerverwekkende stof. Dit betekent dat de verschuiving van loodhoudende naar loodvrije benzine heeft geleid tot een nieuw probleem dat de industrie moet aanpakken: het minimaliseren van de uitstoot van benzeen. Kortom, wet- en regelgeving op het gebied van milieu hebben invloed op de industrie en kunnen leiden tot problemen die verschuiven. Het is belangrijk dat de industrie proactief handelt om deze nieuwe problemen aan te pakken en oplossingen te vinden die zowel milieuvriendelijk als economisch haalbaar zijn.

Box 4: Toelichting voorbeeld risico 'probleem verschuiving door veranderende wet- en regelgeving'.

## 2.2 Haalbaarheidsanalyse Industrie

In de focusmatrix (figuur 5) wordt weergegeven wat voor de verschillende scenario's van de oplossingen de potentie is (reductie CO<sub>2</sub>-eq-uitstoot) i.r.t. risico's en prijs per ton CO<sub>2</sub>-eq per oplossing.



Figuur 5: Focusmatrix oplossingen domein Industrie

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

het behalen van een grotere potentie. Een die meteen opvalt in het figuur is de oplossing "Energie-efficiëntie". Inzetten op deze oplossing loont omdat het een besparing is zowel in kosten als in emissies, er zijn daarom relatief weinig risico's in het opschalen van deze oplossingen.

Omdat de binnen het domein Industrie uitgewerkte oplossingen ook innovaties betreffen zoals biobased bouwen en verschuivingen van de productie van conventionele materialen naar nieuwe materialen behoeven, is aanjagen en stimuleren van dit type bedrijven een belangrijke voorwaarde voor de succesvolle realisatie van deze oplossingen. Het stimuleren van innovatie en onderzoek in de biobased bouwmaterialenindustrie kan leiden tot nieuwe en verbeterde bouwtechnieken en -materialen, waardoor bijvoorbeeld houtbouw aantrekkelijker wordt. Middels subsidies en vouchers kan de provincie investeren in de ontwikkeling van de lokale industrie en de productie van alternatieven. De invulling van deze rol heeft op de korte termijn een hoog risico, maar is op de lange termijn voorwaardelijk in het realiseren van systeemverandering en een grote potentie om emissies in het gebruik van bouwmaterialen in de toekomst te vermijden.

### 3. Conclusies Industrie

In dit hoofdstuk wordt de samenhang van de besproken resultaten geduid in een aantal conclusies.

Gelderland is een landbouw provincie, dus in de industrie worden voedingsmiddelen geproduceerd en verwerkt. Maar er is ook een maakindustrie, die warmte en stroom verbruikt. Stortplaatsen bleken in de analyse van DERA al eerder een grote kans voor reductie van uitstoot te bieden. Er ligt een tweede grote kans in het transformeren van bouwindustrie naar gebruik van biobased grondstoffen: hout, stro en andere niet-fossiele materialen.

Energie-efficiëntie van processen biedt nog steeds een groot besparingspotentieel. Biobased bouwen heeft een drievoudig positief effect: het slaat CO<sub>2</sub> op die door bomen en planten uit de lucht is opgenomen, het verdringt het gebruik van materiaal met veel uitstoot zoals beton en staal, en biedt een nieuw verdienmodel voor boeren die de materialen produceren. De provincie kan de ontwikkeling van deze nieuwe sector versnellen door ruimte voor productie en verwerking te bieden. Circulaire ambachtscentra bieden ruimte voor verwerking van nieuwe materialen en voor hergebruik.

De papier- en glasindustrie kunnen versneld transformeren, omdat de groei van zon, wind en opslag sneller gaat dan verwacht. Ook hier biedt meer efficiëntie ook financiële besparing. Hier, en in andere industrieën, kan de provincie een grote rol spelen door het handhaven van de energiebesparingsplicht. Gemeenten kunnen ondersteund worden daar waar handhaving van deze besparingsplicht bij gemeenten ligt.

Bij de transformatie van vuilverbranding (AVI's) kan CO<sub>2</sub> worden afgevangen en ondergronds opgeslagen of hergebruikt, maar hier moet lock-in worden voorkomen. Investerings in infrastructuur creëren namelijk incentives om deze verbranding langer dan nodig in stand te houden, terwijl in 2050 alle materiaalstromen circulair moeten zijn.<sup>57</sup>

#### **Domein-overstijgende kansen**

Synergieën met andere domeinen bevinden zich in energiebronnen (wind, zon), maar ook in energieopslag. Het slim aan en uitzetten van processen maakt van ovens, koelinstallaties, en zelfs van tomaten een feitelijke buffer voor het energiesysteem; een rol die met behulp van variabele energieprijzen nu al financieel beloond kan worden. Ook industrieel transport vormt na elektrificatie een energiebuffer. De productie van biobased bouwmaterialen levert synergie met het landbouwdomein, omdat boeren deze bouwmaterialen produceren.

#### **Innovatie, inspiratie en transitieversnellers**

<sup>57</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

Opslag van CO<sub>2</sub> in bouwmaterialen is een hefboom en sturingsinstrument voor de transitie van een fossiele naar biobased bouwindustrie - maar ook voor de landbouwtransitie. Door op CO<sub>2</sub>-opslag te sturen worden zowel bouwers, verwerkende industrie als boeren direct geholpen. De 'biogene' (met planten en bomen gerealiseerde) koolstofopslag is een goede indicator voor de klimaatprestatie, omdat het naast de opgeslagen koolstof vrij consistent ook de vermeden uitstoot representeert.<sup>58</sup>

Een andere belangrijke transitieversneller is de inherente overcapaciteit van een stabiel zon-wind-opslag-energiesysteem (zie domein Energie). Door deze overcapaciteit zullen momenten op de dag en door het jaar van zeer lage tot negatieve stroomprijzen zich blijven voordoen, waardoor industriële warmte en waterstof kosteneffectief met stroom zullen worden opgewekt.

---

<sup>58</sup> Climate Cleanup, ASN Bank, Gideon 2021. [Construction Stored Carbon](#). p. 17-18.

## 4. Transitiebeeld Industrie

*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 voor de industrie: industrie gebruikt **nieuwe planten** en stroom uit **wind en zon**, in plaats van fossiele grondstoffen (oude planten). In de **bouw wordt hout en andere biobased materialen** gebruikt, waardoor **boeren grondstofproducenten** zijn. Processen zijn **efficiënt met energie**, en gebruiken **geothermie en elektriciteit om proceswarmte te verkrijgen**. Waar energie in hoge dichtheid en mobiel beschikbaar moet zijn, wordt **waterstof** ingezet.

Transitietips om dit beeld te realiseren:

- Handhaaf de Energiebesparingsplicht.<sup>59</sup> Faciliteer gemeenten in het handhaven, en prioriteer de handhaving voor locaties met een milieubelastende activiteit uit afdeling 3.3 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), de zogenaamde complexe bedrijven, waarvoor de handhavingsplicht bij de provincie ligt.
- Ondersteun de ontwikkelingen van verschillende warmteopslag-technologieën.
- Stuur op gebruik van biobased grondstoffen door middel van de gekwantificeerde CO<sub>2</sub> opslag. Beloon boeren, materiaalverwerkers en bouwers op basis van deze vastlegging.
- Het reduceren van de grondstoffenvraag is een belangrijke motor om impact te verminderen. Dit bespaart vaak ook geld. De stap erna is om te identificeren welke substituten er beschikbaar zijn die zorgen voor een lagere impact dan conventionele materialen. Dat kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van biobased materialen, of door bestaande materialen hoogwaardig te hergebruiken.
- Maak bedrijventerreinen hubs voor levensduurverlenging en hergebruik. Ruim 60% van alle producten, componenten en materialen die in de Nederlandse economie rondgaan zijn op enig moment verzameld op een bedrijventerrein. Cruciaal is te zorgen dat producten en componenten langer mee gaan. Al een paar jaar extra levensduur op een product bespaart aanzienlijk veel CO<sub>2</sub>. De industriële clustering op deze terreinen is verantwoordelijk voor veel van de milieu-impact en reststromen. Met programma's als [circulair.biz](#) en [CIRCO](#) krijgen deze bedrijven handvatten om hun reststromen te verminderen, substituten te vinden voor duurzame alternatieven en producten en businessmodel toekomstbestendig te maken.
- Maak productcategorie factsheets<sup>60</sup> voor de meest ontwikkelde producten in de provincie zodat de industrie gezamenlijk voordeel kan genieten van reductie. De product factsheets kunnen

<sup>59</sup> <https://www.rvo.nl/onderwerpen/energiebesparingsplicht/energiebesparingsplicht>

<sup>60</sup> [Regionale Transitieagenda Circulaire Economie Overijssel \(2020\)](#)

onder andere bevatten: Huidige impact materialen, risico leveringszekerheid & bedrijfsreputatie, circulaire verdienmodellen en potentie voor gehele waardeketen.

- Creëer een aantrekkelijk vestigingsklimaat door organisaties te ondersteunen met brede welvaart en CSRD indicatoren, waardoor talent zich ook makkelijker vestigt en blijft.
- Maak van bedrijventerreinen zogenaamde 'Living Labs'<sup>61</sup>, hierdoor kunnen technologieën getest worden in een beschermde omgeving met een flexibele wet- en regelgeving.
- Organiseer actief bedrijventerreinen begeleiding voor extra regelcapaciteit en organisatiegraad van omgevingsdiensten, parkmanagers, MKB en grote organisaties.
- Maak bedrijventerreinen letterlijk groener, gezonder en ontwikkel juist hier klimaatadaptieve oplossingen. Een betere natuurlijke werkomgeving creëert inspireert ook om in je dagelijkse leven met het klimaat aan de slag te gaan, en maakt en houdt mensen gezond.
- Help partijen met een duidelijke CSRD/CO<sub>2</sub> prestatieladder/Scope 3 analyse zodat ze zien waar de gezamenlijke impact zit en gereduceerd kan worden.
- Informeer bedrijven over de innovatieve manieren om de impact van materialen te reduceren, transformeren en alternatieven te creëren. Ondersteun gemeenten met een ruimtelijk economisch model voor een Circulaire Grondstoffen Cluster (CGC)<sup>62</sup>. Dit kan gezamenlijk met activatie van Circulaire Ambachtscentra (<https://circulairambachtscentrum.nl/>).
- Ontwikkel beleid voor CCS, CCU en natuurlijke vastlegging van CO<sub>2</sub> per industriële cluster, waarbij gestuurd wordt op kosten, inclusief (nog externe) milieu- en klimaatkosten.
- Betrek onderwijs MBO, HBO en WO bij de transitie. Het toekomstige talent kan enkel maar met materialen werken die niet CO<sub>2</sub> intensief zijn. Deze kennis en ervaring moet nu worden aangeleerd.

---

<sup>61</sup> <https://infographics.rvo.nl/livinglabs/>

<sup>62</sup> [Bouwcampus \(2020\): Naar een ruimtelijk en economisch model voor een Circulair Grondstoffen Cluster](#)

# KLIMAATKANSENKAART VOOR DE PROVINCIE GELDERLAND

## 30 SMART OPLOSSINGEN TOT EN MET 2030

Scenario 'Ambitueus'  
in kiloton CO2-eq vanaf 2030

Domein Oplossingen

⊕ Toesitebeelden

Energie

37% van totaal reductie

Zon op dak / Nr.1 top 15

Wind op land / Nr.3 top 15

Zon op land / Nr.4 top 15

Kernenergie / Nr.7 top 15

Diepe geothermie

Aquathermie

Spreading energieconsumptie

Industrie

16% van het totaal reductie

Energie efficiëntie / Nr.5 top 15

Stortgas afvang / Nr.14 top 15

CCS AVI

Biobased bouwen / Nr.11 top 15

Mobiliteit

18% van het totaal reductie

Emissieloze voertuigen / Nr.2 top 15

ZE-zones / Nr.8 top 15

Slimmere vervoer / Nr.10 top 15

Fietsen

Gebouwde omgeving

16% van het totaal reductie

Woningen (woe) 11% van totaal

Utiliteitsbouw (ut) 5% van totaal

Warmtenetten (woe) / Nr.9 top 15

Isolatie (woe) / Nr.13 top 15

Warmtepompen (woe)

Slimme thermostaten (woe)

Warmwater terugwinning (woe)

Warmtepompen (ut) / Nr.12 top 15

Isolatie (ut)

Warmtenetten (ut)

Automatiseringssystemen (ut)

Landbouw & Landgebruik

13% van het totaal reductie

Mestvergisting & green gas / Nr.15 top 15

Plantaardig dieet

Voertransitie

Bosaanplant

Voedselverspilling tegengaan

Regeneratieve landbouw / Nr.6 top 15

Reductie-potentieel (ambitueus) in kiloton CO2-eq per jaar

% Reductie t.o.v. totaal reductie-potentieel

Vastleggings-potentieel (ambitueus) in kiloton CO2-eq per jaar

2021

2022

2023

2024

Haalbaarheid

Realisatie haalbaarheid van reductiepotentieel

TOTAAL POTENTIEEL VERMINDING: 12.619 KILOTON CO<sub>2</sub>-EQ

TOTAAL POTENTIEEL VASTLEGGING: 338 KILOTON CO<sub>2</sub>-EQ

TOTAAL REGENERATIEF SCENARIO: 982 KILOTON CO<sub>2</sub>-EQ

IN GELDERLAND T/M 2030

+1,5% em...

+120.000 emissieloze voertuig

+290.000 (elektrische) fiets

+42.000 aangesloten woning

Circa 6

+66.000 warmtepompen

Totaal woningen + 111.000 warmtepompen

Totaal utiliteitsbouw

982 KILOTON CO<sub>2</sub> zonder >>

Regeneratief + 30,2 k

+ 8100 ha (huidig biologis

2022 2023 2024

hoge haalbaarheid

redelijke haalbaarheid

hoge haalbaarheid

Daar afkomstig

Totaal

12.619

+592

338

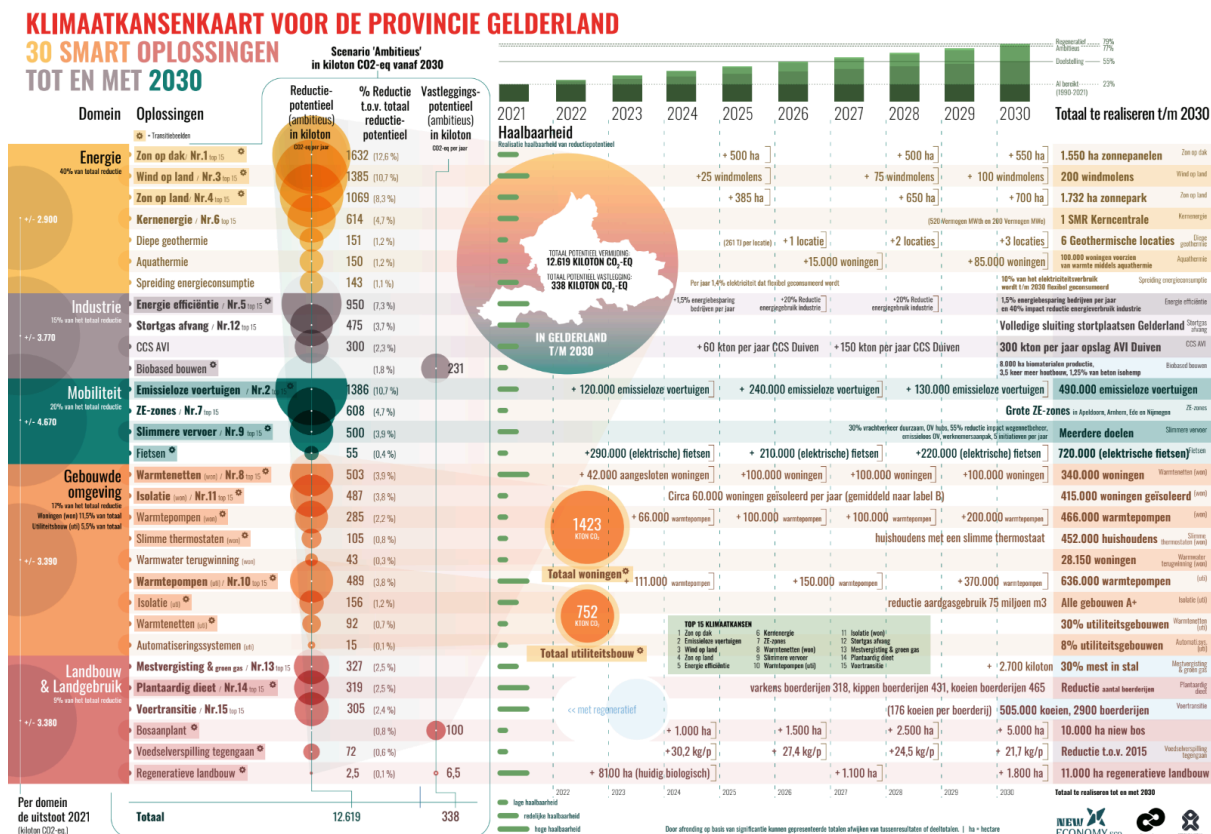
+390

Per domein de uitstoot 2021 (kiloton CO2-eq)

TOP 15  
1 Zon op dak  
2 Emissieloze voertuigen  
3 Wind op land  
4 Zon op land  
5 Energie efficiëntie

# 5. Klimaatkansenkaart voor Gelderland

Onderstaande figuur 6 is een visueel voorbeeld van de klimaatkansenkaart voor de provincie Gelderland. Je kan de meest recente en uitgebreide kaart downloaden via [deze link](#). Deze kaart geeft aan welk handelingsperspectief de provincie Gelderland heeft binnen de verschillende domeinen. Er is een begeleidende toelichting via [deze link](#) te downloaden.



Figuur 6: Visueel voorbeeld van de Klimaatkansenkaart.

## 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 via deze link](#).