

# CO<sub>2</sub>-effecten klimaatbeleid Arnhem

Tussendoelen en maatregelen 2030,  
2035 en 2040

Achtergrondrapport



# CO<sub>2</sub>-effecten klimaatbeleid Arnhem

## Achtergrondrapport

Dit rapport is geschreven door:  
Suzanne Breman, Fenneke van de Poll, Joost Mein,  
Merit Heijink

Delft, CE Delft, Januari 2026

Publicatienummer: 26.250259.006a

Opdrachtgever: Gemeente Arnhem

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn  
verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de  
projectleider Suzanne Breman (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

### **CE Delft** – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, ngo's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

# Inhoud

	<b>Definities</b>	<b>5</b>
	Begrippenlijst	5
	Lijst van afkortingen	5
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Over het CEGEM-model	7
	1.2 Afbakening	9
	1.3 Leeswijzer	9
<b>2</b>	<b>Emissieoorzaken</b>	<b>10</b>
	2.1 Emissies basisjaar	10
	2.2 Emissies in 1990	12
<b>3</b>	<b>Basispad</b>	<b>13</b>
	3.1 Overzicht van de ontwikkelingen in het basispad	13
	3.2 Alle sectoren	14
	3.3 Gebouwde omgeving	15
	3.4 Industrie	17
	3.5 Mobiliteit	18
	3.6 Landbouw	20
<b>4</b>	<b>Gemeentelijke beleidsmaatregelen</b>	<b>21</b>
	4.1 Overzicht van de gemeentelijke beleidsmaatregelen	21
	4.2 Gebouwde omgeving	22
	4.3 Mobiliteit	27
<b>5</b>	<b>Opwek van hernieuwbare elektriciteit</b>	<b>32</b>
	5.1 RES	32
<b>6</b>	<b>Doelbereik en prognose per sector</b>	<b>36</b>
	6.1 Doelbereik	36
	6.2 Prognose per sector	37
<b>7</b>	<b>Mogelijke beleidsmaatregelen</b>	<b>46</b>
	7.1 Beleidsmaatregelen	46
	7.2 Gebouwde omgeving	47
	7.3 Mobiliteit	49
	7.4 Industrie	50
	7.5 Landbouw	50

<b>8</b>	<b>Tussendoelen</b>	<b>52</b>
	8.1 Tussendoel 2030	52
	8.2 Mogelijke tussendoelen 2035 en 2040	55
	8.3 Advies tussendoelen	63
	8.4 Mogelijkheden voor doelbereik 2030	64
	8.5 Mogelijkheden voor doelbereik 2035	65
	8.6 Mogelijkheden voor doelbereik 2040	66
	<b>Literatuur</b>	<b>67</b>

# Definities

## Begrippenlijst

Term	Betekenis
Basisjaar	Het jaar met de meest recent beschikbare emissiecijfers. In deze studie is het basisjaar 2023.
Referentiejaar	Het jaar ten opzichte waarvan een doel is gesteld. In dit rapport refereren we aan referentiejaren 1990 (het referentiejaar van de landelijke doelstellingen) en 2017 (het referentiejaar van de Arnhemse doelstellingen).
Basispad	Het basispad laat zien hoe emissies zich ontwikkelen als we geen rekening houden met gemeentelijke beleidsmaatregelen, maar wel met autonome ontwikkelingen, nationaal beleid en de verwachte bevolkingsontwikkeling in de gemeente.
Scope 1-emissies	Directe emissies op het grondgebied van de gemeente: emissies die ontstaan bij verbranding van gas en brandstoffen en emissies van landbouw.
Scope 2-emissies	Emissies gerelateerd aan elektriciteits- en warmteverbruik.
Scope 3-emissies	Indirecte emissies die buiten de gemeentegrenzen ontstaan bij productie en transport van spullen en voedsel die in de gemeente worden geconsumeerd.
Vollastuur	Het aantal uren waarop een energiebron effectief op vol vermogen energie opwekt.

## Lijst van afkortingen

Afkorting	Betekenis
BAG	Basisadministratie Adressen en Gebouwen
BENG	Bijna EnergieNeutraal Gebouw
bpm	Belasting van personenauto's en motorrijwielen
CEGEM	CE Delft Gemeentelijk Emissiereductie Model
CEREM	CE Delft Regionale Effectenberekening Mobiliteit
DUMAVA	Subsidieregeling duurzaam maatschappelijk vastgoed
EIA	Energie-investeringsaftrek
ESR	Effort Sharing Regulation
ESD	Effort Sharing Decision

Afkorting	Betekenis
EU ETS	European Union Emissions Trading System
ISDE	Investeringsubsidie Duurzame Energie en Energiebesparing
KEV	Klimaat- en Energieverkenning
MT	Middentemperatuur (~70°C)
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
pv	Fotovoltaïsch (licht-elektriciteit)
RPMP	Regeling provinciale maatregelen Programma Aanpak Stikstof (PAS) -melders
RED III	Renewable Energy Directive III
RREW	Regeling Reductie Energiegebruik Woningen
SEPP	Subsidieregeling Elektrische Personenauto's Particulieren
TVW	Transitievisie Warmte
Wcw	Wet collectieve warmte
Wgiw	Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie
ZE	Zero emissie

# 1 Inleiding

Dit achtergrondrapport is een bijlage bij het rapport CO<sub>2</sub>-effecten klimaatbeleid Arnhem dat CE Delft voor de gemeente Arnhem heeft opgesteld. Dat rapport presenteert de resultaten en aanbevelingen van ons onderzoek naar de CO<sub>2</sub>-effecten van het klimaatbeleid van de gemeente Arnhem. We hebben de CO<sub>2</sub>-effecten berekend met het CEGEM-model.

## 1.1 Over het CEGEM-model

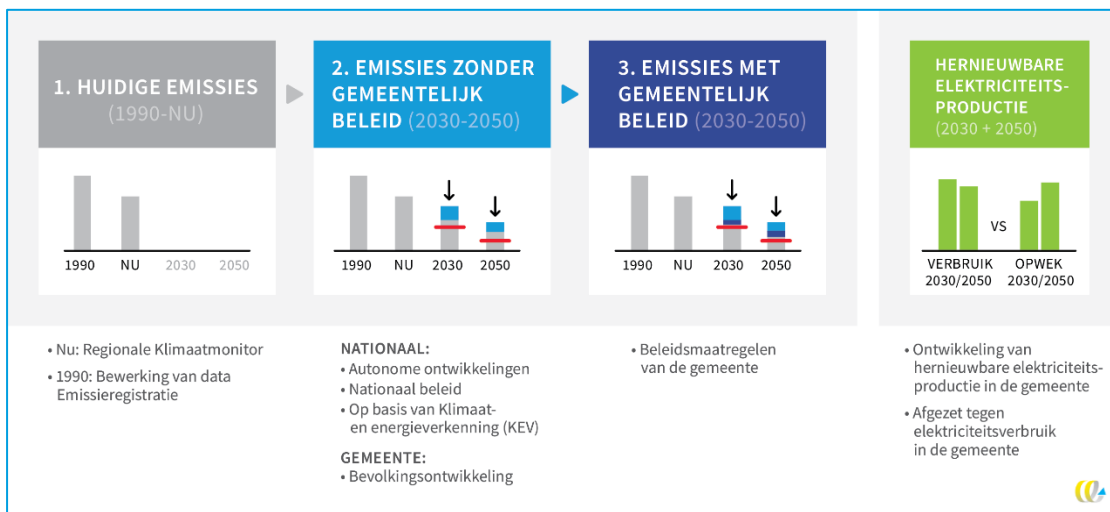
CE Delft heeft het [Gemeentelijk Emissiereductie Model \(CEGEM\)](#) ontwikkeld om gemeentelijk klimaatbeleid te monitoren. Met het model kunnen we het klimaatbeleid van gemeenten doorrekenen en een prognose maken van de broeikasgasemissies in de toekomst. Het CEGEM-model sluit aan bij de landelijke monitoring door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in de Klimaat- en Energieverkenning (KEV).

Het CEGEM-model is opgebouwd aan de hand van de volgende stappen, zie Figuur 1.

1. De eerste stap is het in kaart brengen van de huidige emissies, zodat we weten wat het startpunt is. Daarnaast bepalen we ook historische emissies. Ten eerste doen we dit voor de emissies van 1990, omdat de landelijke doelstelling is geformuleerd ten opzichte van 1990. Ten tweede bepalen we de emissies in 2017, omdat Arnhem haar doel heeft geformuleerd ten opzichte van 2017.
2. Vervolgens bepalen we het *basispad*. Dit geeft inzicht in wat de emissies in 2030, 2035, 2040 en 2050 zullen zijn als landelijk beleid wordt uitgevoerd en autonome ontwikkelingen worden meegenomen, maar de gemeente geen beleidsmaatregelen zou nemen.
3. In de derde stap bekijken we wat het effect is van beleidsmaatregelen die de gemeente heeft genomen of van plan is om te nemen.

De ontwikkelingen in de opwek van hernieuwbare elektriciteit brengen we apart in beeld en zetten we af tegen het elektriciteitsverbruik in de gemeente.

Figuur 1 – De stappen in het onderzoek



### Andere modellen

Naast het CEGEM-model zetten we in dit project ook andere door CE Delft ontwikkelde rekenmodellen in:

- **CEREM** (CE Delft Regionale Effectenberekening Mobiliteit) geeft op lokaal en regionaal niveau inzicht in de huidige en toekomstige emissies binnen de mobiliteitssector. Op basis van huidige emissies, verwachte ontwikkelingen van toekomstige emissies en berekeningen van de effecten van beleidsmaatregelen geeft het CEREM-model een inschatting van de mobiliteitsemissies van zowel broeikasgassen als luchtvervuilende stoffen. De methodiek voor de referentieprognose is in samenspraak met kennisplatform CROW ontwikkeld. We gebruiken de resultaten uit het CEREM-model in het CEGEM-model.
- Het **CEGOIA**-model berekent de nationale kosten van duurzame warmteopties over de hele keten: productie, distributie, besparing en consumptie. De berekeningen worden gedaan op buurtniveau. CEGOIA berekent welke energievoorziening in de gebouwde omgeving de laagste kosten heeft, nu en in de toekomst. We gebruiken CEGOIA om gemeentelijke beleidsmaatregelen in de gebouwde omgeving door te rekenen.

## 1.2 Afbakening

In dit onderzoek presenteren we de CO<sub>2</sub>-emissies voor verschillende sectoren, waarbij we aansluiten bij de [Regionale klimaatmonitor](#). De Regionale klimaatmonitor presenteert in opdracht van de Rijksoverheid cijfers en trends in de energietransitie voor de volgende vier sectoren:

- Gebouwde omgeving;
- Industrie;
- Mobiliteit;
- Landbouw.

De Klimaat- en Energieverkenning (KEV) van het PBL presenteert naast deze vier sectoren ook emissies voor de sectoren Elektriciteit en Landgebruik. In tegenstelling tot de KEV (en het nationale Klimaatakkoord) presenteren we Elektriciteit niet als aparte sector, maar nemen we de emissies mee in de sectoren die deze elektriciteit verbruiken.

De emissies van Landgebruik waren tot 2021 geen onderdeel van het oorspronkelijke nationale streefdoel van 49% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030. Met de aanscherping van het nationale streefdoel naar 55% reductie zijn de emissies van Landgebruik wel een integraal onderdeel geworden van het nationale streefdoel (PBL, 2022b). CO<sub>2</sub>-emissies gerelateerd aan Landgebruik zijn echter niet op gemeenteniveau beschikbaar. Daarom laten we deze emissies in dit onderzoek buiten beschouwing.

Broeikasgasemissies uit bunkerbrandstoffen voor de internationale lucht- en scheepvaart worden beleidsmatig niet aan Nederland toegerekend en tellen niet mee voor de Nederlandse emissiedoelen (PBL, 2024). Deze emissies laten we in dit onderzoek (net zoals in de KEV) dan ook buiten beschouwing.

## 1.3 Leeswijzer

In dit rapport geven we extra achtergrondinformatie:

- Hoofdstukken 2 tot en met 5 gaan in op de methode waarmee we tot de resultaten zijn gekomen. We gaan in op de methode voor het bepalen van de huidige emissies, de ontwikkelingen die we meenemen in het basispad en we beschrijven hoe we de CO<sub>2</sub>-effecten van gemeentelijke beleidsmaatregelen hebben doorgerekend. Ook gaan we in op de methode rond de opwek van hernieuwbare elektriciteit.
- In Hoofdstuk 6 presenteren we aanvullende grafieken en tabellen, zodat alle resultaten van de doorrekening beschikbaar zijn. Het hoofdrapport toont immers alleen de belangrijkste grafieken.
- In Hoofdstuk 7 gaan we in op mogelijke aanvullende beleidsmaatregelen.
- In Hoofdstuk 8 gaan we in op mogelijke tussendoelen.

# 2 Emissieoorzaken

In dit hoofdstuk beschrijven we hoe we de huidige emissies bepalen.

*De data voor het bepalen van de huidige emissies hebben we gedownload op 6 september 2025. Emissieregistratie en de Regionale klimaatmonitor stellen soms met terugwerkende kracht gegevens bij. Hierdoor kan het zijn dat onze gegevens afwijken van data die op een later moment worden gedownload.*

## 2.1 Emissies basisjaar

De meest recent beschikbare emissiecijfers in de Regionale klimaatmonitor zijn die van 2023; dit noemen we het basisjaar. De CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 en 2050 is altijd berekend ten opzichte van het basisjaar.

### 2.1.1 Informatiebronnen per sector

Tabel 1 geeft de uitgangspunten en de informatiebronnen per sector weer.

Indien bepaalde data niet bekend waren, hebben we geïnterpoleerd op basis van de jaren waarover de data wel beschikbaar waren.

Om de CO<sub>2</sub>-emissies van de gemeente te bepalen, hebben we de gegevens over het energiegebruik (gas, elektriciteit, warmte en voertuigbrandstoffen) van de verschillende sectoren gebruikt uit de Regionale klimaatmonitor. Deze hebben we met behulp van emissiefactoren omgerekend naar CO<sub>2</sub>-emissies.

Tabel 1 – Uitgangspunten en informatiebronnen per sector voor het bepalen van de huidige emissies

Sector	Categorie uit de Regionale klimaatmonitor
Gebouwde omgeving*	<ul style="list-style-type: none"><li>• Woningen</li><li>• Commerciële dienstverlening:<ul style="list-style-type: none"><li>- Handel (SBI G)</li><li>- Vervoer en opslag (SBI H)</li><li>- Horeca (SBI I)</li><li>- Informatie en communicatie (J)</li><li>- Financiële dienstverlening (K)</li><li>- Verhuur en handel van onroerend goed (SBI L)</li><li>- Specialistische zakelijke diensten (SBI M)</li><li>- Verhuur en overige zakelijke diensten (SBI N)</li></ul></li></ul>

Sector	Categorie uit de Regionale klimaatmonitor
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publieke dienstverlening:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Openbaar bestuur en overheidsdiensten (SBI O)</li> <li>- Onderwijs (SBI P)</li> <li>- Gezondheids- en welzijnszorg (SBI Q)</li> <li>- Cultuur, sport en recreatie (SBI R)</li> <li>- Overige dienstverlening (SBI S)</li> <li>- Extraterritoriale organisaties (SBI U)</li> </ul> </li> </ul>
Mobiliteit*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wegverkeer:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personenauto's</li> <li>- Bestelauto's</li> <li>- Zware bedrijfsvoertuigen exclusief autobussen</li> <li>- Autobussen</li> <li>- Tweewielers en brommobielen</li> </ul> </li> <li>• Mobiele werktuigen</li> <li>• Binnenvaart</li> <li>• Recreatievaart</li> <li>• Railverkeer</li> </ul>
Industrie**	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delfstoffenwinning (SBI B)</li> <li>• Industrie (SBI C)</li> <li>• Energievoorziening (SBI D)</li> <li>• Waterbedrijven en afvalbeheer (SBI E)</li> <li>• Bouwnijverheid (SBI F)</li> </ul>
Landbouw	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landbouw, bosbouw en visserij (SBI A)</li> </ul>

\* We tellen de CO<sub>2</sub>-emissies van elektrisch vervoer mee bij de sector Mobiliteit. Daarmee wijken we af van de Regionale klimaatmonitor die de emissies van elektrische mobiliteit bij de sector Gebouwde omgeving meetelt.

\*\* De energieverbruiks- en emissiegegevens van de sector Industrie op gemeenteniveau zijn een inschatting en kunnen onvolledig zijn. Dit komt doordat CBS in sommige gevallen de aardgas- of elektriciteitslevering aan een bedrijfstak in een gemeente niet mag publiceren, omdat dit herleidbaar kan zijn naar individuele afnemers. We hebben geen aanwijzingen gevonden dat de data over de sector Industrie in Arnhem onvolledig is.

## 2.1.2 CO<sub>2</sub>-emissies: verbruiksbenadering

In lijn met de Regionale klimaatmonitor zijn we voor het berekenen van CO<sub>2</sub>-emissies uitgegaan van de verbruiksbenadering (Scope 1- en 2-emissies). De verbruiksbenadering, in tegenstelling tot de bronbenadering (Scope 1), wijst de emissies toe aan de locatie waar energie wordt gebruikt, in plaats van waar deze wordt geproduceerd. De verbruiksbenadering neemt dus de emissies van warmte en elektriciteit die in de gemeente verbruikt wordt mee en laat eventuele CO<sub>2</sub>-emissies van elektriciteits- en warmteproductie op grondgebied van de gemeente (de zogenaamde puntbronemissies) buiten beschouwing.

### 2.1.3 Emissies overige broeikasgassen: bronbenadering

We hebben ook de overige broeikasgassen uit de Regionale klimaatmonitor gebruikt. De Regionale klimaatmonitor ontvangt deze gegevens via de Emissieregistratie. Emissieregistratie rapporteert enkel over de puntbronemissies (en dus niet over emissies gerelateerd aan bijvoorbeeld elektriciteitsverbruik). De puntbronemissies zijn emissies naar de lucht die plaatsvinden op het grondgebied van de gemeente.

We hebben de emissies van overige broeikasgassen met de Global Warming Potentials uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC (IPCC, 2014) omgerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Daarmee zijn deze emissies vergelijkbaar en optelbaar met de emissies van CO<sub>2</sub>.

## 2.2 Emissies in 1990

De gemeente heeft haar emissiereductiedoel geformuleerd ten opzichte van 2017. Daarnaast berekenen we ook de emissies van 1990, aangezien het nationale doel daarop is gebaseerd. Daarvoor moeten we ook weten wat de emissies van de gemeente waren in 1990.

De Emissieregistratie geeft inzicht in gemeentelijke emissies van 1990. De Emissieregistratie volgt de bronbenadering. Omdat wij de verbruiksbenadering hanteren, is een correctie nodig voor de emissies van elektriciteitsproductie. Zonder correctie is de uitstoot van gemeenten met een elektriciteitscentrale op het grondgebied namelijk onevenredig hoog.

Naast de elektriciteitsbewerking filteren we enkele categorieën, zoals Zeescheepvaart en Luchtvaart, uit de data van de Emissieregistratie. Omdat hiervoor op nationaal en internationaal niveau andere afspraken zijn gemaakt, rekenen we dit niet toe aan de gemeente zelf. Snelwegen moeten volgens deze afspraken wel meegenomen worden.

Ten slotte doen we een correctie op de landbouwemissies. De Emissieregistratie rapporteert voor het jaartal 1990 op gemeentelijk niveau enkel over de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de landbouw, niet over andere belangrijke broeikasgassen (met name methaan en lachgas afkomstig van de veestapel). Daarom hebben we de emissies van overige broeikasgassen van de sector Landbouw in 1990 bepaald op basis van het aantal dieren in Arnhem in 1990 en de emissies per diersoort.

# 3 Basispad

Ook zonder gemeentelijk beleid blijven de emissies in Arnhem niet constant. Nationaal beleid en autonome ontwikkelingen zorgen voor een toe- of afname van de jaarlijkse emissies. Dat geldt ook voor de ontwikkeling van het aantal inwoners en gebouwen. In dit hoofdstuk laten we zien hoe de emissies in Arnhem richting 2030 en 2050 ontwikkelen zonder gemeentelijke inspanningen. Dit noemen we het *basispad*. De gemeente heeft geen of zeer beperkt invloed op het basispad.

## 3.1 Overzicht van de ontwikkelingen in het basispad

In het basispad onderscheiden we twee typen oorzaken: nationaal beleid en autonome ontwikkelingen, inclusief bevolkingsontwikkeling. Een overzicht van de ontwikkelingen in het basispad staat in Tabel 2.

Tabel 2 – Overzicht van ontwikkelingen die worden meegenomen in het basispad

Sector	Nationaal beleid	Autonome ontwikkelingen
Alle sectoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daling emissiefactor elektriciteit</li> <li>Bijmengverplichting groengas</li> </ul>	
Gebouwde omgeving	<ul style="list-style-type: none"> <li>KEV-trend ontwikkeling gas- en elektriciteitsvraag dienstensector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afname aantal graaddagen</li> <li>Verduurzaming warmtenet</li> <li>Elektriciteitsverbruik huishoudens</li> <li>Nieuwbouwwoningen en dienstensector</li> <li>Warmtepompen woningen bestaande bouw</li> <li>Autonome ontwikkeling zon-op-dakwoningen</li> </ul>
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik</li> <li>KEV-trend ontwikkeling overige broeikasgassen</li> </ul>	Autonome ontwikkelingen conform de aannames van de KEV.
Mobiliteit	KEV-trend emissies van verkeer. Uitzondering: ZE-zone stadslogistiek. Deze halen we uit de KEV-trend, zodat deze geen onderdeel is van het basispad, maar bij de gemeentelijke beleidsmaatregelen meegenomen kan worden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autonome ontwikkelingen conform de aannames van de KEV</li> <li>Correctie op verkeersvolumes op basis van bevolkingsontwikkeling</li> </ul>

Sector	Nationaal beleid	Autonome ontwikkelingen
Landbouw	KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik en niet-energiegerelateerde emissies.	

Tekstkader 1 – Nationaal beleid gebaseerd op Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2024

Om de CO<sub>2</sub>-effecten van nationaal beleid en autonome ontwikkelingen op de toekomstige emissies in Arnhem in te schatten, baseren we ons primair op de [Klimaat- en Energieverkenning 2024](#) (PBL, 2024). De KEV geeft inzicht in de ontwikkelingen van de broeikasgasemissies in Nederland en de bijdrage van het nationale klimaat- en energiebeleid hieraan. De KEV 2024 is eind oktober 2024 gepubliceerd. Hierin is het vastgestelde en voorgenomen beleid meegenomen dat op 1 mei 2024 bekend en voldoende concreet was.

**KEV geeft inzicht in ontwikkeling emissies tot 2030**

De KEV geeft inzicht in de verwachte ontwikkeling van broeikasgasemissies in Nederland tot 2030, dus niet tot 2050. Voor enkele ontwikkelingen geeft de KEV ook een prognose tot of kentallen voor 2050. Zo niet, dan hanteren we voor 2050 dezelfde gegevens als voor 2030 of doen we een (onderbouwde) aanname over de ontwikkeling richting 2050. De prognose tot 2050 heeft daarom een grotere onzekerheid dan de prognose tot 2030.

## 3.2 Alle sectoren

Een ontwikkeling die voor alle sectoren van belang is, is de daling van de emissiefactor van elektriciteit. Dat lichten we hierna toe.

### 3.2.1 Daling emissiefactor elektriciteit

De nationale CO<sub>2</sub>-emissiefactor van elektriciteit is aan het dalen door onder meer de afspraken in het Klimaatakkoord. In de KEV heeft het PBL berekend wat de emissiefactor zal zijn in 2030 (zie Tabel 3).

Tabel 3 – Emissiefactor elektriciteit (kg/kWh)

Jaar	Emissiefactor (kg CO <sub>2</sub> /kWh)	Bron
2023	0,22	(CBS, 2024)
2030	0,10	(PBL, 2024)
2050	0	Aanname CE Delft (landelijke doelstelling CO <sub>2</sub> -neutrale energievoorziening in 2050)

We vermenigvuldigen deze emissiefactor met de prognose van de elektriciteitsvraag in de gemeente in 2030 en 2050, waarbij we rekening hebben gehouden met autonome besparing.

Het terugdringen van de emissiefactor van het elektriciteitsnet is een nationale ontwikkeling, waar de gemeente Arnhem ook een verantwoordelijkheid in heeft. Met gemeentelijke of regionale inspanningen (bijvoorbeeld de Regionale Energiestrategie) draagt Arnhem bij aan het CO<sub>2</sub>-neutraal maken van elektriciteit. Hoofdstuk 5 gaat in op de inspanningen van de gemeente Arnhem op het gebied van de opwek van hernieuwbare elektriciteit.

## 3.3 Gebouwde omgeving

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we meenemen in het basispad in de sector Gebouwde omgeving.

### 3.3.1 KEV-trend ontwikkeling gas- en elektriciteitsvraag dienstensector

In de dienstensector daalt het aardgasverbruik door een aantal landelijke beleidsontwikkelingen, zoals:

- energiebelasting;
- energiebesparingsplicht bedrijven en instellingen;
- label C-verplichting kantoren;
- routekaarten maatschappelijk vastgoed;
- subsidieregeling Duurzaam Maatschappelijk Vastgoed (DUMAVA).

Daarnaast is de verwachting volgens de KEV dat het aandeel elektrische warmtepompen flink zal toenemen. Dit zorgt voor een afname van het gasverbruik en een toename van het elektriciteitsverbruik. De KEV verwacht een afname van het aardgasverbruik van 38% en een toename van het elektriciteitsverbruik van 5,5% in 2030, ten opzichte van 2023 (PBL, 2024).

### 3.3.2 Afname aantal graaddagen

Het wordt steeds warmer in Nederland. Deze temperatuurstijging heeft een effect op de warmtebehoefte. De warmtebehoefte kan beschreven worden aan de hand van het aantal graaddagen.<sup>1</sup> Het gemiddelde aantal graaddagen daalde in de periode 2000-2025 met ruim 7,5% en deze trend zal zich voortzetten. Alleen al hierdoor is in Nederland de warmtevraag in 2030 2,3% lager dan in 2023, oplopend naar 9% in 2050 (PBL, 2024). Een afname in het aantal graaddagen zorgt voor een afname van de warmtebehoefte voor ruimteverwarming, niet voor een afname van de warmtebehoefte voor warm tapwater. Als we corrigeren voor het aandeel tapwater, dan daalt de totale warmtevraag naar schatting met 2% in 2030 ten opzichte van 2023.

---

<sup>1</sup> Het aantal graaddagen is een maat voor het aantal uren dat er gestookt moet worden. Het aantal graaddagen is de som per jaar van de daggemiddelde buitentemperatuur beneden de stookgrens van 18°C. Een daggemiddelde temperatuur van 10°C levert dus 18 - 10 = 8 graaddagen op voor die ene dag (PBL, 2022a).

### 3.3.3 Verduurzaming warmtenet

In het voorstel voor de Wet collectieve warmtevoorziening (Wcw) is een norm opgenomen voor de maximale CO<sub>2</sub>-uitstoot per eenheid geleverde warmte. Warmtebedrijven worden hiermee verplicht tot een minimale prestatie voor de verduurzaming. De norm stelt dat de emissies van warmtenetten in 2030 maximaal 25 kg CO<sub>2</sub>-eq./GJ mogen bedragen (Ministerie van KGG, 2020). Voor 2050 geldt de ambitie van 0 kg CO<sub>2</sub> per GJ, in lijn met de Klimaatwet (Ministerie van EZK, 2020).

### 3.3.4 Elektriciteitsverbruik huishoudens

Elektrische apparaten worden steeds zuiniger. We verwachten daarom dat door natuurlijke vervanging van apparaten de elektriciteitsvraag van huishoudens jaar op jaar daalt. Aan de andere kant zien we dat door het stijgen van de welvaart huishoudens gemiddeld meer apparaten hebben, en dus meer verbruiken. Daarnaast is er een toename van het verbruik door bijvoorbeeld warmtepompen, airco's en elektrisch koken. De KEV (PBL, 2024) gaat ervan uit dat de stijging van elektriciteitsverbruik voor warmtepompen en airco's wordt gecompenseerd door efficiëntere apparaten.

De toename in elektriciteitsvraag door elektrische warmtepompen en auto's als gevolg van landelijk beleid nemen we als aparte trends mee (volgt hierna). De toename in elektriciteitsvraag door elektrische warmtepompen en auto's, als gevolg van gemeentelijk beleid, nemen we niet mee in het basispad maar bij de gemeentelijke beleidsmaatregelen.

### 3.3.5 Nieuwbouwwoningen en dienstensector

Als gevolg van de bevolkingsgroei komen er de komende jaren in de gemeente nieuwbouwwoningen bij. Bevolkingsgroei en uitbreiding van de woningvoorraad zorgen voor een stijging van het energiegebruik, en daarmee van de emissies in de gemeente. Deze uitstoot is beperkt vanwege nationale energieprestatie-eisen (de BENG-norm). Voor de ontwikkeling van de bevolking en woningvoorraad hebben we de Primos-prognose gebruikt (ABF Research, lopend).

Naast de groei in de woningvoorraad verwachten we ook een toename in de oppervlakte van gebouwen die worden gebruikt voor utiliteitsfuncties. We hebben de aannahme gedaan dat de groei van utiliteitsgebouwen evenredig loopt met de groei van woningen.

De nieuwe gebouwen zorgen voor groei in de energievraag en veroorzaken daarmee CO<sub>2</sub>-uitstoot. Sinds 2018 wordt nieuwbouw aardgasvrij gebouwd. In onze berekening hebben we aangenomen dat de nieuw te bouwen gebouwen voor 50% met een elektrische warmtepomp worden verwarmd en 50% worden aangesloten op een warmtenet.

We maken gebruik van de nationale BENG-bouwnormen om de elektriciteits- en warmtevraag van nieuwbouw te bepalen.

### 3.3.6 Warmtepompen woningen bestaande bouw

Door onder andere de Investeringsubsidie Duurzame Energie en Energiebesparing (ISDE) en stijgende energieprijzen stijgt het aantal huishoudens met een hybride of volledig elektrische warmtepomp. De KEV verwacht dat het aantal warmtepompen verder zal stijgen richting 2030. We nemen aan dat de toename van warmtepompen in de gemeente Arnhem evenredig is aan de landelijke stijging uit de KEV. Hierbij corrigeren we voor de groei van warmtepompen in nieuwbouw; die nemen we namelijk apart mee onder nieuwbouw. Daarnaast passen we een lokale groeifactor toe op basis van het aandeel woningen in Arnhem dat momenteel volledig elektrisch wordt verwarmd.

### 3.3.7 Autonome ontwikkeling zon-op-dakwoningen

De hoeveelheid zonnepanelen op daken van woningen neemt toe. Tabel 4 geeft weer hoe het opgestelde vermogen van kleinschalig zon op dak zich in de komende decennia zal gaan ontwikkelen (PBL, 2024). Huishoudens verbruiken ongeveer 30% van de op hun daken opgewekte elektriciteit zelf (Milieu Centraal, 2022). Als gevolg nemen huishoudens minder elektriciteit van het net af, wat tot emissiereductie leidt. De overige elektriciteit leveren ze terug aan het net. De elektriciteit die aan het net wordt geleverd draagt bij aan de daling van de landelijke emissiefactor van elektriciteit (zie Paragraaf 3.2).

Tabel 4 – Autonome groei zon-op-dak

	2023	2030	2050
Relatief opgesteld vermogen woningen	100%	130%	143%

## 3.4 Industrie

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we meenemen in het basispad in de sector Industrie.

### 3.4.1 KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik

We passen de ontwikkeling van het elektriciteits- en gasverbruik in de industrie uit de KEV 2024 toe op Arnhem. Daarin maken we onderscheid in de trends voor industriële installaties die onder het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS) vallen en overige industrie (de ESR-sectoren).

#### Elektriciteitsverbruik

Op basis van gegevens uit de KEV 2024 hebben we berekend dat het elektriciteitsverbruik in de sector Industrie in de periode van 2023 tot en met 2030 met 43% stijgt (PBL, 2024). Ondanks de toename in het elektriciteitsverbruik daalt de uitstoot van elektriciteit, onder andere doordat elektriciteit duurzamer wordt opgewekt, door de CO<sub>2</sub>-heffing op de industrie, en de energiebesparingsplicht. Na 2035 zijn er geen gegevens bekend,

daarom extrapoleren we de trend tussen 2030-2035 naar 2050. Dit resulteert in een stijging van het elektriciteitsverbruik van 82% in 2050 ten opzichte van 2023.

## Gasverbruik

Het gasverbruik in de industrie daalt volgens de KEV door onder andere het ETS-systeem, de energiebesparingsplicht, de nationale CO<sub>2</sub>-heffing, SDE++-subsidies, maatwerkafspraken, groene waterstof, en een toename van elektrificatie (PBL, 2024). Volgens de KEV (PBL, 2024) daalt de uitstoot van broeikasgassen uit aardgasverbruik in de ETS-industrie in 2030 met 6% ten opzichte van 2023 en 32% voor de ESR/ESD-sectoren. Na 2035 zijn er geen gegevens bekend. Daarom extrapoleren we de trend tussen 2030-2035 naar 2050. Dit komt neer op een daling van broeikasgassen van 24% voor de ETS-industrie en 43% voor de ESR/ESD-sectoren ten opzichte van 2023.

### 3.4.2 KEV-trend ontwikkeling overige broeikasgassen

We passen de ontwikkeling in de uitstoot van overige broeikasgassen (methaan, lachgas en fluorhoudende gassen) in de sector Industrie uit de KEV 2024 toe op Arnhem. Volgens de KEV 2024 nemen de emissies van deze broeikasgassen in de periode van 2023 tot 2030 af met 18%. Na 2035 zijn er geen gegevens bekend. Daarom extrapoleren we de trend tussen 2030-2035 naar 2050. Dit komt neer op een besparing van 55% ten opzichte van 2023.

## 3.5 Mobiliteit

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we meenemen in het basispad in de sector Mobiliteit.

### 3.5.1 KEV-trend emissies van verkeer

De emissies voor de sector Mobiliteit zijn gebaseerd op het [CEREM-model](#) (CE Delft, lopend). In het CEREM-model baseren wij de nationale trends tot 2040 op de KEV. We hebben de nationale ontwikkelingen tot 2050 ingeschat door extrapolatie. Deze nationale ontwikkelingen passen we, gecorrigeerd voor lokale verschillen in bevolkingsontwikkeling en werkgelegenheid, als groeivoeten toe op de lokale cijfers uit de Regionale klimaatmonitor.

De KEV-raming houdt rekening met verschillende autonome trends en Europees en nationaal vastgesteld en voorgenomen beleid. Hierna beschrijven we enkele van de belangrijkste trends binnen de verduurzaming van mobiliteit:

- **Verschoning wagenpark:** door Europese emissienormen (PBL, 2025) voor het wegverkeer stoten nieuwe auto's gemiddeld steeds minder broeikasgassen uit. Door het proces van wagenparkvernieuwing zullen de emissies per gereden kilometer tot 2030 dus vanzelf afnemen.

- **Elektrisch vervoer:** de verkoop van elektrische personenauto's is de afgelopen jaren flink gestegen. Dit was voor een groot deel een gevolg van de landelijke Subsidieregeling Elektrische Personenauto's Particulieren (SEPP). Deze toename in elektrische auto's zet naar verwachting, ondanks de verdere afbouw van de subsidieregeling, door richting 2030. Het aandeel elektrische bestel- en vrachtauto's is nog beperkt vergeleken met de personenauto's, maar ook deze aantallen zijn de afgelopen jaren gestegen en zullen volgens de KEV verder toenemen. Vooral door de invoering van stimuleringsregelingen en ZE-zones voor stadslogistiek is de verwachting dat ook het aantal elektrische bestelauto's en vrachtauto's de komende jaren flink zal stijgen. Andere belangrijke oorzaken van deze verwachte stijging zijn de prijsprikkels die zullen ontstaan door CO<sub>2</sub>-gedifferentieerde vrachtwagenheffing en CO<sub>2</sub>-afhankelijke belasting van personenauto's en motorrijwielen (bpm) voor bestelauto's vanaf 2025. Elektrisch vervoer zorgt voor CO<sub>2</sub>-reductie door minder brandstofverbruik, maar hier komt elektriciteitsverbruik voor in de plaats. Doordat de landelijke CO<sub>2</sub>-emissiefactor van elektriciteit daalt, nemen ook de emissies van elektrisch vervoer steeds verder af.
- **CO<sub>2</sub>-ketenemissiereductie:** in lijn met nieuwe Europese regelgeving RED III (2026) kiest Nederland om een jaarverplichting op te leggen aan brandstofleveranciers, waarbij zij een specifiek CO<sub>2</sub>-ketenemissiereductiedoel moeten behalen voor de transportbrandstoffen. Dit doel verschilt per sector; voor landgebonden mobiliteit geldt een reductie van 22,6%. In aanloop naar RED III geldt een verhoging van de jaarverplichting in 2024 en 2025 van 20 petajoule voor wegverkeer. Dit komt uit op een reductie van respectievelijk 28,4 en 29,4%. Het verduurzamen van de brandstofmix zorgt voor een CO<sub>2</sub>-reductie in de hele mobiliteitssector.
- **Werkgebonden personenmobiliteit:** vanaf 2024 zijn werkgevers met meer dan 100 werknemers verplicht te rapporteren op het aantal gereisde kilometers. De evaluatie van de rapportages (2026) zal input zijn voor de vraag of er een norm moet worden gesteld voor de maximaal toelaatbare CO<sub>2</sub>-uitstoot per km. In de KEV is rekening gehouden met mogelijke invoer van een norm, maar ook speelt de norm om meer thuis te werken sinds de coronapandemie een rol in de verwachte CO<sub>2</sub>-reductie door werkgebonden personenmobiliteit.
- **Nul-emissie (ZE)-bussen en -doelgroepenvervoer:** in het Bestuursakkoord Zero Emissie Regionaal Openbaar Vervoer Per Bus is afgesproken dat in 2030 alle bussen die voor het stedelijk en regionale openbaar vervoer worden ingezet, zonder emissies zijn. In het Bestuursakkoord Zero Emissie Doelgroepenvervoer is afgesproken dat in 2025 al het doelgroepenverkeer emissievrij is.
- **Groei van verkeersvolumes:** volgens de KEV neemt het aantal gereden kilometers van personenauto's licht toe. Ook de vervoersvolumes in de binnenvaart nemen tot 2030 naar verwachting toe.

## 3.5.2 Correctie verkeersvolumes op basis van bevolkingsontwikkeling

De bevolking van de gemeente Arnhem en Nederland als geheel neemt toe. De groei in Arnhem neemt iets minder sterk toe dan gemiddeld in Nederland. Daarom hebben we de KEV-prognose voor verkeersvolume hierop gecorrigeerd.

## 3.6 Landbouw

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we meenemen in het basispad in de sector Landbouw.

### 3.6.1 KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik en niet-energiegerelateerde emissies

In de sector Landbouw zijn een aantal beleidsontwikkelingen relevant, zoals:

- afschaffing verlaagd energiebelastingtarief glastuinbouw;
- Regeling provinciale maatregelen Programma Aanpak Stikstof (PAS)-melders (RPMP);
- energiebesparingsplicht.

In de KEV 2024 staat dat het elektriciteitsverbruik in de landbouw ten opzichte van 2023 naar verwachting zal stijgen met 19% richting 2030. Na 2030 is de verwachting uit de KEV dat het elektriciteitsverbruik afneemt. Op basis van lineaire extrapolatie van de trend tussen 2030 en 2035, schatten we dat het elektriciteitsverbruik in 2050 2% hoger ligt dan in 2023. Volgens de KEV zal het gasverbruik in de landbouw naar verwachting met 60% afnemen in 2030 ten opzichte van 2023. Op basis van lineaire extrapolatie van de trend tussen 2030 en 2035, schatten we dat het gasverbruik in 2050 met 84% is afgenomen ten opzichte van 2023.

Verder verwacht de KEV 2024 dat de methaan- en lachgasemissies van de landbouw netto zullen dalen richting 2030. De uitstoot van methaan is in 2030 naar verwachting 14% minder dan in 2023. Op basis van lineaire extrapolatie van de trend tussen 2030 en 2035, schatten we dat de methaanuitstoot in 2050 25% lager ligt dan in 2023. Voor lachgas ligt de uitstoot in 2030 ongeveer 10% lager dan in 2023, en op basis van extrapolatie ongeveer 18% minder in 2050.

# 4 Gemeentelijke beleidsmaatregelen

## 4.1 Overzicht van de gemeentelijke beleidsmaatregelen

Tabel 5 geeft een overzicht van de gemeentelijke beleidsmaatregelen die we hebben doorgerekend. Voor de sectoren Industrie en Landbouw zijn geen kwantificeerbare gemeentelijke beleidsmaatregelen. Daardoor zijn voor deze sectoren geen maatregelen doorgerekend.

Tabel 5 – Overzicht van de doorgerekende maatregelen per sector

Sector	Maatregelen
Gebouwde omgeving	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebiedsenergieplannen</li> <li>• Arnhemse Aanpak Woningisolatie (AAW)</li> <li>• Subsidie Eigen Woning Aanpak (SEWA)</li> <li>• Prestatieafspraken woningcorporaties</li> <li>• Klimaatplan Arnhem</li> <li>• Aanpak energiearmoede: buurtklusteams</li> </ul>
Mobiliteit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZE-zone stadslogistiek</li> <li>• Routekaart Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB)</li> <li>• Werkgeversaangepak</li> <li>• Investeren in fietsinfrastructuur</li> <li>• Parkeerregulering fase 1, 2 en 3</li> <li>• Aanscherping milieuzone personenauto's</li> </ul>
Industrie	-
Landbouw	-

## Tekstkader 2 – Onzekerheden in overheidsbeleid

### Status van overheidsbeleid

In deze studie maken we, net zoals in de KEV, onderscheid in vastgestelde en voorgenomen beleidsmaatregelen:

- **Vastgesteld beleid** betreft beleid dat al is aangenomen door het relevante politieke orgaan. Het is mogelijk al in werking getreden.
- **Voorgenomen beleid** betreft plannen of beleidsmaatregelen die zijn voorgesteld om te worden geïmplementeerd, beleid dat in voorbereiding is.

Daarnaast hebben we in deze studie de impact berekend van ideeën voor aanvullende maatregelen. Dit zijn maatregelen die de gemeente kan overwegen om de emissies terug te dringen.

## 4.2 Gebouwde omgeving

### 4.2.1 Gebiedsenergieplannen

Het aardgasvrij verwarmen van de gemeente Arnhem is een belangrijk onderdeel van de gebiedsenergieplannen. Hiervan zijn een paar projecten concreet genoeg om door te rekenen.

Om de energie- en emissiebesparing van de overstap op aardgasvrij te bepalen, hebben we het [CEGOIA-model](#) gebruikt. Met het CEGOIA-model hebben we per buurt het huidige en toekomstige energiegebruik berekend met de (aangenomen) huidige warmte-technieken in die buurt en de toekomstige aardgasvrije warmtetechnieken.

- Om de huidige warmtevraag te bepalen, gaat het CEGOIA-model uit van het 'Referentieverbruik warmte woningen'.<sup>2</sup>
- Het model kent drie isolatieniveaus om de toekomstige warmtevraag voor de verschillende aardgasvrije warmtetechnieken te bepalen.

In Tabel 6 hebben we een overzicht opgesteld van de buurten en aardgasvrije warmtetechnieken waarvan we de effecten hebben doorgerekend. Voor de aantallen van WEQ per jaar hebben we in de gevallen dat er geen data was vanuit de gemeente zelf aannames gemaakt over het verloop.

---

<sup>2</sup> Dit is een dataset van het PBL dat de warmtebehoefte van woningen schat op basis van gemiddelde praktijkwaarden van woningen met dezelfde bouwtechnische kenmerken. (PBL, 2023)

Tabel 6 – Gebiedsenergieplannen gemeente Arnhem

Gebied	Aantal WEQ	Techniek	Warmtebron
Elderveld	In 2030: 942 WEQ (eerste fase) In 2034: 4.200 WEQ (tweede fase)	Warmtenet MT	TEA
Malburgen-Oost	In 2030: 3.000 WEQ In 2033: 4.500 WEQ	Warmtenet MT	AVR
Kronenburg/Smartpolder	In 2027: 1.100 WEQ	Warmtenet ZLT/MT	WKO+TEO
Presikhaaf 3 en Over het Lange Water	In 2030: 1.500 WEQ In 2035: 3.000 WEQ In 2040: 6.000 WEQ	Warmtenet LT/MT	RWZI Nieuwgraaf

In Tabel 7 is een overzicht te zien van de besparing per jaartal. De stijging in reductie per jaartal komt door verdere uitrol van de gebiedsenergieplannen en verduurzaming van warmtebronnen.

Tabel 7 – CO<sub>2</sub>-effect aardgasvrij verwarmen

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	4,7 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	10,1 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	12,7 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	16,7 kton CO <sub>2</sub>

## 4.2.2 Arnhemse Aanpak Woningisolatie (AAW)

Voor de Arnhemse Aanpak Woningisolatie heeft Arnhem verschillende projectplannen om woningen te isoleren in de periode tot en met 2030. Hier gaat het om een combinatie van (gemeentelijke en landelijke) subsidies en duurzaamheidsleningen, waarvan Toekomstbestendig Wonen-leningen (TWL), ISDE-subsidie vanuit het Rijk en isolatietegoed het meest significant zijn. De plannen met betrekking tot de gemeentelijke Subsidie Eigen Woning Aanpak (SEWA) hebben wij als een aparte maatregel doorgerekend.

In onze berekeningen zijn we ervan uitgegaan dat 4.000 woningen Toekomstbestendig Wonen-leningen zullen afsluiten. Verder krijgen 10.200 woningen ISDE-subsidie en 3.588 woningen isolatietegoed voor gemiddeld één isolatiemaatregel. Ten slotte hebben we aangenomen dat nog eens 4.000 maatregelen worden genomen onder overige regelingen. Dit komt neer op 4.000 duurzaamheidsleningen en 17.588 isolatiemaatregelen.

Hoewel we in onze berekeningen dubbeltelling van emissiereductie zoveel mogelijk proberen te vermijden, kan dubbeltelling voor deze maatregel optreden, afhankelijk van of de te isoleren woningen liggen in gebieden met gebiedsenergieplannen.

We berekenen de energie- en emissiebesparing van de gemeentelijke isolatieaanpak op basis van het aantal woningen dat wordt aangepakt en het aantal maatregelen per woning. Dit doen we aan de hand van onderzoek door TNO (2021).

In Tabel 8 is een overzicht te zien van de besparing per jaartal door subsidies en de Arnhemse Aanpak Woningisolatie. De reductie in emissies blijft in de jaren na 2030 nog steeds invloed hebben ten opzichte van het basisjaar 2023, maar daalt relatief door overlap met reductie uit het basispad, veroorzaakt door daling van emissiegetallen van aardgas en elektriciteit.

Tabel 8 – CO<sub>2</sub>-effect verduurzaming Arnhemse Aanpak Woningisolatie

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	4,7 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	4,6 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	4,5 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	4,4 kton CO <sub>2</sub>

### 4.2.3 Prestatieafspraken woningcorporaties

De gemeente Arnhem heeft samen met woningcorporaties afgesproken dat er in 2030 6.000 (sociale) huurwoningen naar de isolatiestandaard zullen worden verduurzaamd.

We berekenen de energie- en emissiebesparing van deze maatregel op basis van uitkomsten uit het [CEGOIA-model](#). Dit model gebruikt de isolatiepakketten van adviesbureau Merosch (2020).

We nemen aan dat de labels A, B en C-G relateren aan een warmtevraag van respectievelijk 30 kWh/m<sup>2</sup>, 50 kWh/m<sup>2</sup>, 70 kWh/m<sup>2</sup> en hoger. We bepalen de energiebesparing door het verschil te berekenen tussen het energiegebruik van woningen met een hr-ketel mét en zonder de geplande labelstappen.

In Tabel 9 is een overzicht van de besparing per jaartal te zien. De reductie in emissies blijft in de jaren na 2030 nog steeds invloed hebben ten opzichte van het basisjaar 2023, maar daalt relatief door overlap met reductie uit het basispad, veroorzaakt door daling van emissiegetallen van aardgas en elektriciteit.

Tabel 9 – CO<sub>2</sub>-effect prestatieafspraken woningcorporaties

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	1,7 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	1,7 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	1,7 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	1,6 kton CO <sub>2</sub>

#### 4.2.4 Subsidie Eigen Woning Aanpak (SEWA)

Naast de Arnhemse Aanpak Woningisolatie heeft de gemeente Arnhem met Subsidie Eigen Woning Aanpak het doel om voor 2033 nog 3.500 woningen te isoleren. Hiervoor is een budget van € 50 miljoen beschikbaar gesteld (Gemeente Arnhem, 2025c). Wij zijn ervan uitgegaan dat elke woning gemiddeld drie isolatiemaatregelen heeft laten verrichten of naar label B is verduurzaamd. De reductie in emissies blijft in de jaren na 2030 nog steeds invloed hebben ten opzichte van het basisjaar 2023, maar daalt licht door overlap met reductie uit het basispad, veroorzaakt door bijmenging van groen gas bij aardgas. Door afronding is de daling van emissiereductie niet zichtbaar.

In Tabel 10 is een overzicht te zien van de besparing per jaartal.

Tabel 10 – CO<sub>2</sub>-effect Subsidie Eigen Woning Aanpak

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	2,3 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	2,3 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	2,3 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	2,3 kton CO <sub>2</sub>

#### 4.2.5 Klimaatplan Arnhem

De gemeente Arnhem heeft voor haarzelf een klimaatplan vastgesteld en heeft zich laten certificeren voor de CO<sub>2</sub>-prestatieladder. In 2021 is de gemeente gecertificeerd op niveau 4 en in 2023 op niveau 5 (Gemeente Arnhem, 2025a). Dit houdt in dat de gemeente Arnhem in 2026 70% minder CO<sub>2</sub> wil uitstoten en 85% minder CO<sub>2</sub> in 2030 ten opzichte van de 5,2 kton CO<sub>2</sub> die in 2018 is uitgestoten. Om dubbeltelling van deze besparing te voorkomen is rekening gehouden met het feit dat de gemeente ten tijde van het basisjaar al 59% minder is gaan uitstoten.

In Tabel 11 is een overzicht van de overige besparing per jaartal te zien. De daling per jaartal komt door overlap met reductie uit het basispad, veroorzaakt door daling van emissiegetallen van aardgas en elektriciteit.

Tabel 11 – CO<sub>2</sub>-effect Klimaatplan Arnhem

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	1,2 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	1,1 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	0,9 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	0,9 kton CO <sub>2</sub>

## 4.2.6 Aanpak energiearmoede: buurtklusteams

Inwoners van de gemeente Arnhem met lagere inkomens die in een slecht geïsoleerde woning wonen, kunnen aanspraak maken op advies van energiecoaches en buurtklusbedrijven. Advies van energiecoaches hebben we niet doorgerekend als concrete besparing. Bij het doorrekenen hiervan zijn we ervan uitgegaan dat er in 2026 600 maatregelen door buurtklusbedrijven zijn uitgevoerd. Van 2027 tot 2030 zouden hier bovenop jaarlijks nog 300 maatregelen door buurtklusbedrijven plaatsvinden.

Op basis van evaluaties van de aanpak met energiefixers of buurtklusbedrijven van andere gemeenten hebben we inzicht in het type en aantal maatregelen dat na een bezoek is aangebracht. Dit combineren we met kentallen van Milieu Centraal om de energiebesparing te berekenen.

In Tabel 12 is een overzicht te zien van de besparing per jaartal. Merk op dat de afname van besparing komt door daling van emissiegetallen van aardgas en elektriciteit.

Tabel 12 – CO<sub>2</sub>-effect buurtklusteams

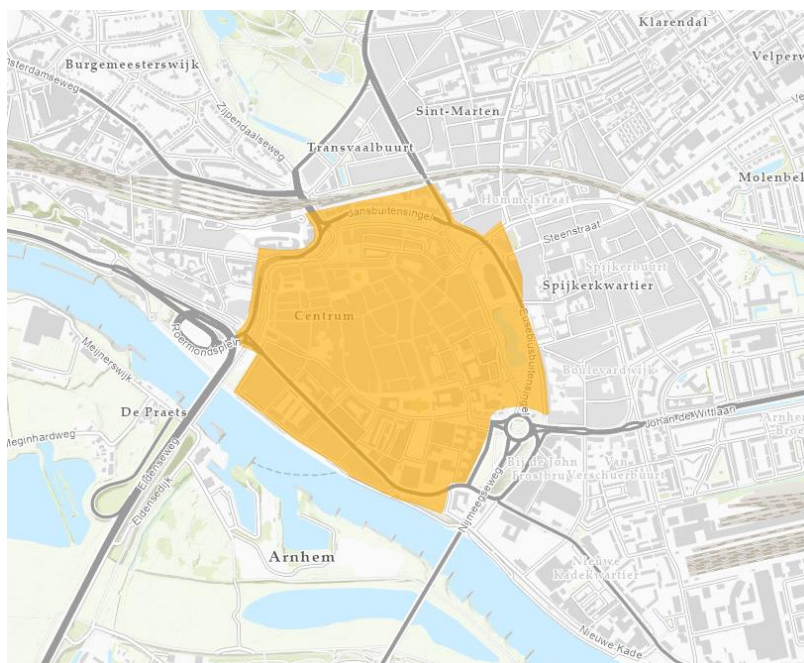
Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	0,3 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	0,3 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	0,3 kton CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	0,2 kton CO <sub>2</sub>

## 4.3 Mobiliteit

### 4.3.1 ZE-zone stadslogistiek

De gemeente Arnhem voert vanaf 1 juni 2026 een ZE-zone in voor vrachtauto's en bestelwagens in een groot deel van de binnenstad. Figuur 2 toont de omvang van de ZE-zone in Arnhem.

Figuur 2 – Afbakening ZE-zone Arnhem vanaf 1 juni 2026



Bron: (Gemeente Arnhem, 2025b).

We hebben het effect van deze ZE-zone doorgerekend met het [CEREM](#)-model van CE Delft. Hierbij is rekening gehouden met het effect dat plaatsvindt in het stadscentrum plus een uitstralingseffect.

Tabel 13 toont het CO<sub>2</sub>-eq.-effect van de aan de maatregel toe te rekenen Scope 1- en Scope 2-emissies. In de toekomst neemt dit effect af, omdat het wagenpark ook zonder aanvullende maatregelen autonoom verduurzaamt. Hierdoor verkleint het potentieel waarop de maatregel invloed heeft.

Tabel 13 – CO<sub>2</sub>-eq.-effect ZE stadsdistributie

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	13,5 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	6 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	1,3 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	1,1 kton CO <sub>2</sub> -eq.

### 4.3.2 Routekaart Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB)

De gemeente Arnhem heeft het convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) als koploper ondertekend. Dit betekent dat de gemeente het hoogste ambitieniveau uit de Routekaart SEB nastreeft en zal eisen bij aanbestedingen voor bouwprojecten binnen de gemeente. Op basis van dit ambitieniveau hebben wij een inschatting gemaakt van het aandeel ZE mobiele werktuigen in 2030, 2040 en 2050, namelijk 68%, 81% en 95%.

We hebben het effect van de verduurzaming van deze mobiele werktuigen doorgerekend met het [CEREM](#)-model van CE Delft. Hierbij hebben we aangenomen dat 50% van de bouwactiviteiten een publieke opdrachtgever heeft (TNO, 2024).

Tabel 14 toont het CO<sub>2</sub>-eq.-effect van de aan de maatregel toe te rekenen Scope 1- en Scope 2-emissies. In de toekomst neemt dit effect af, omdat mobiele werktuigen in de bouw ook zonder aanvullende maatregelen verder verduurzamen in de toekomst. Hierdoor verkleint het potentieel waarop de maatregel invloed heeft.

Tabel 14 – CO<sub>2</sub>-eq.-effect Schoon en Emissieloos Bouwen

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	2,2 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	3,2 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	3,4 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	3,9 kton CO <sub>2</sub> -eq.

### 4.3.3 Werkgeversaanpak

In de regio Arnhem zijn op dit moment ongeveer 50 tot 75 werkgevers aangehaakt aan de werkgeversaanpak, waarbij afspraken gemaakt worden over de verduurzaming van de werkgebonden mobiliteit. We hebben het effect van de werkgeversaanpak doorgerekend met het [CEREM](#)-model van CE Delft. Hierbij is rekening gehouden met het aandeel werknemers dat meedoet met de maatregel ten opzichte van het totaal aantal werknemers in Arnhem. We hebben aangenomen dat vooral de grote bedrijven vanaf 2030 aangehaakt zullen zijn met een aanname van gemiddeld 500 werknemers per bedrijf.

Tabel 15 toont het CO<sub>2</sub>-eq.-effect van de aan de maatregel toe te rekenen Scope 1- en Scope 2-emissies. In de toekomst neemt dit effect af, omdat het wagenpark ook zonder aanvullende maatregelen verder verduurzaamt in de toekomst. Hierdoor verkleint het potentieel waarop de maatregel invloed heeft.

Tabel 15 – CO<sub>2</sub>-eq.-effect werkgeversaanpak

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	2,1 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	1,6 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	1 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	0 kton CO <sub>2</sub> -eq.

### 4.3.4 Investeren in fietsinfrastructuur

De komende jaren investeert de gemeente Arnhem in de uitbreiding van het fietsnetwerk. We hebben het effect van deze investeringen doorgerekend met het [CEREM](#)-model van CE Delft. Hierbij hebben we aangenomen dat in 2030 bijna 50 km extra fietspad is gerealiseerd ten opzichte van 2023. De emissiebesparing komt doordat er door de investeringen een modal shift plaatsvindt van ov en auto naar de fiets.

Tabel 16 toont het CO<sub>2</sub>-eq.-effect van de aan de maatregel toe te rekenen Scope 1- en Scope 2-emissies. In de toekomst neemt dit effect af, omdat het wagenpark ook zonder aanvullende maatregelen verder verduurzaamt in de toekomst. Hierdoor verkleint het potentieel waarop de maatregel invloed heeft.

Tabel 16 – CO<sub>2</sub>-eq.-effect fietsinfrastructuur

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	0,8 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	0,6 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	0,4 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	0,02 kton CO <sub>2</sub> -eq.

### 4.3.5 Parkeerregulering fase 1, 2 en 3

De komende jaren wordt betaald parkeren in de gemeente Arnhem in drie fases uitgebreid. Fase 1 betekent een uitbreiding van betaald parkeren naar 5.000 plekken in totaal, fase 2 naar 15.000 plekken en fase 3 naar 20.000. Voor 2030 zijn we uitgegaan van fase 1, vanaf 2035 van fase 2 en vanaf 2040 van fase 3. We hebben het effect van het uitbreiden van betaald parkeren doorgerekend met het [CEREM](#)-model van CE Delft. Betaald parkeren zorgt ervoor dat mensen eerder de auto laten staan en met de fiets, lopend of het ov hun reis maken, wat zorgt voor een emissiereductie door een vermindering van de autokilometers.

Tabel 17 toont het CO<sub>2</sub>-eq.-effect van de aan de maatregel toe te rekenen Scope 1- en Scope 2-emissies. In de toekomst neemt dit effect af, omdat het wagenpark ook zonder aanvullende maatregelen verder verduurzaamt in de toekomst. Hierdoor verkleint het potentieel waarop de maatregel invloed heeft.

Tabel 17 – CO<sub>2</sub>-eq.-effect parkeerregulering

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	0,05 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	0,6 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	0,5 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	0 kton CO <sub>2</sub> -eq.

### 4.3.6 Aanscherping milieuzone

Op dit moment zijn alleen dieselveertuigen met emissieclassen 4 of hoger toegestaan in de milieuzone in de binnenstad van Arnhem (het gebied van de milieuzone is gelijk aan dat van de toekomstige ZE-zone, zie Figuur 2). De gemeente Arnhem is voornemens om de milieuzone voor diesel-personenauto's aan te scherpen. We hebben het effect van het aanscherpen van de milieuzone doorgerekend met het [CEREM](#)-model van CE Delft.

Voor 2030 en 2035 hebben we een aanscherping naar emissieklassen 5 of hoger door- gerekend. Vanaf 2040 hebben we een aanscherping naar emissieklassen 6 of hoger door- gerekend. In de berekening hebben we aangenomen dat de geweerde voertuigen naar rato overstappen naar de voertuigen met emissieklassen (inclusief elektrisch) die nog zijn toegestaan in de zone.

Tabel 18 toont het CO<sub>2</sub>-eq.-effect van de aan de maatregel toe te rekenen Scope 1- en Scope 2-emissies. Vanaf 2035 is het effect al nihil, doordat het aantal diesel-personen- auto's zonder aanvullend beleid dan al verwaarloosbaar klein is.

Tabel 18 – CO<sub>2</sub>-eq.-effect aanscherping milieuzone

Omschrijving	Waarde
Status	Vastgesteld
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2030 (ten opzichte van 2023)	0,018 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2035 (ten opzichte van 2023)	0 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2040 (ten opzichte van 2023)	0 kton CO <sub>2</sub> -eq.
CO <sub>2</sub> -eq.-reductie 2050 (ten opzichte van 2023)	0 kton CO <sub>2</sub> -eq.

# 5 Opwek van hernieuwbare elektriciteit

De gemeentelijke plannen op het gebied van hernieuwbare elektriciteitsopwekking hebben we niet meegenomen bij het berekenen van de CO<sub>2</sub>-effecten van maatregelen, om dubbel-telling met een dalende landelijke emissiefactor van elektriciteit te voorkomen. In dit hoofdstuk brengen we daarom de hoeveelheid hernieuwbare elektriciteit van een aantal maatregelen in beeld.

## 5.1 RES

In de Regionale Energiestrategie (RES) heeft de gemeente samen met andere partners in haar energieregio afspraken gemaakt over hoeveel en waar grootschalig zonne- en windenergie zal worden opgewekt.

### 5.1.1 Zonneprojecten

De gemeente Arnhem gaat meerdere zonneprojecten ontwikkelen op verschillende locaties. In Tabel 19 staat een lijst met projecten die concreet genoeg zijn om door te rekenen. Deze lijst hebben we ontvangen van de gemeente. Voor elk project zijn twee scenario's voor potentiële opwek meegenomen.

Tabel 19 – Concrete zonneprojecten gemeente Arnhem

Project	Jaar van oplevering	Opwek optimistisch scenario (TJ)	Opwek realistisch scenario (TJ)
Ijsseloord 2	2030	20,5	18,4
Carpport Gelders archief	2030	0,8	0,7
Velperbroek	2030	6,8	0
Parkeerplaats Waterberg	2035	2,1	0,2
Geluidsscherm Schuytgraaf	2040	3,2	0
Rolbaan	2040	13,7	1,4
IPC Groene Ruimte	2040	17,1	1,7

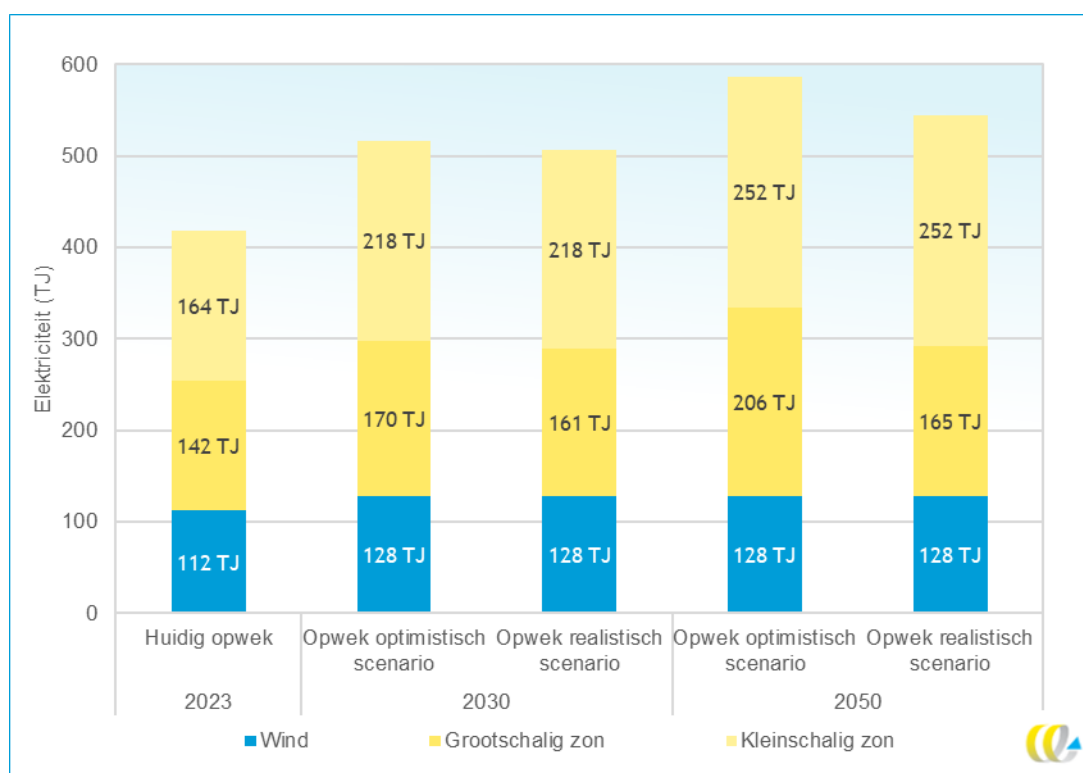
In Tabel 20 staat hoeveel opwek deze projecten in totaal opleveren.

Tabel 20 – Opgewekte elektriciteit zonprojecten

Omschrijving	Opwek optimistisch scenario (TJ)	Opwek realistisch scenario (TJ)
Opgewekte elektriciteit 2030	28	19
Opgewekte elektriciteit 2050	64	22

In Figuur 3 is de opwek van zon- en windenergie te zien voor de jaren 2023, 2030 en 2050 inclusief autonome groei van zon- en windenergie.

Figuur 3 – Hernieuwbare opwek voor 2030 en 2050

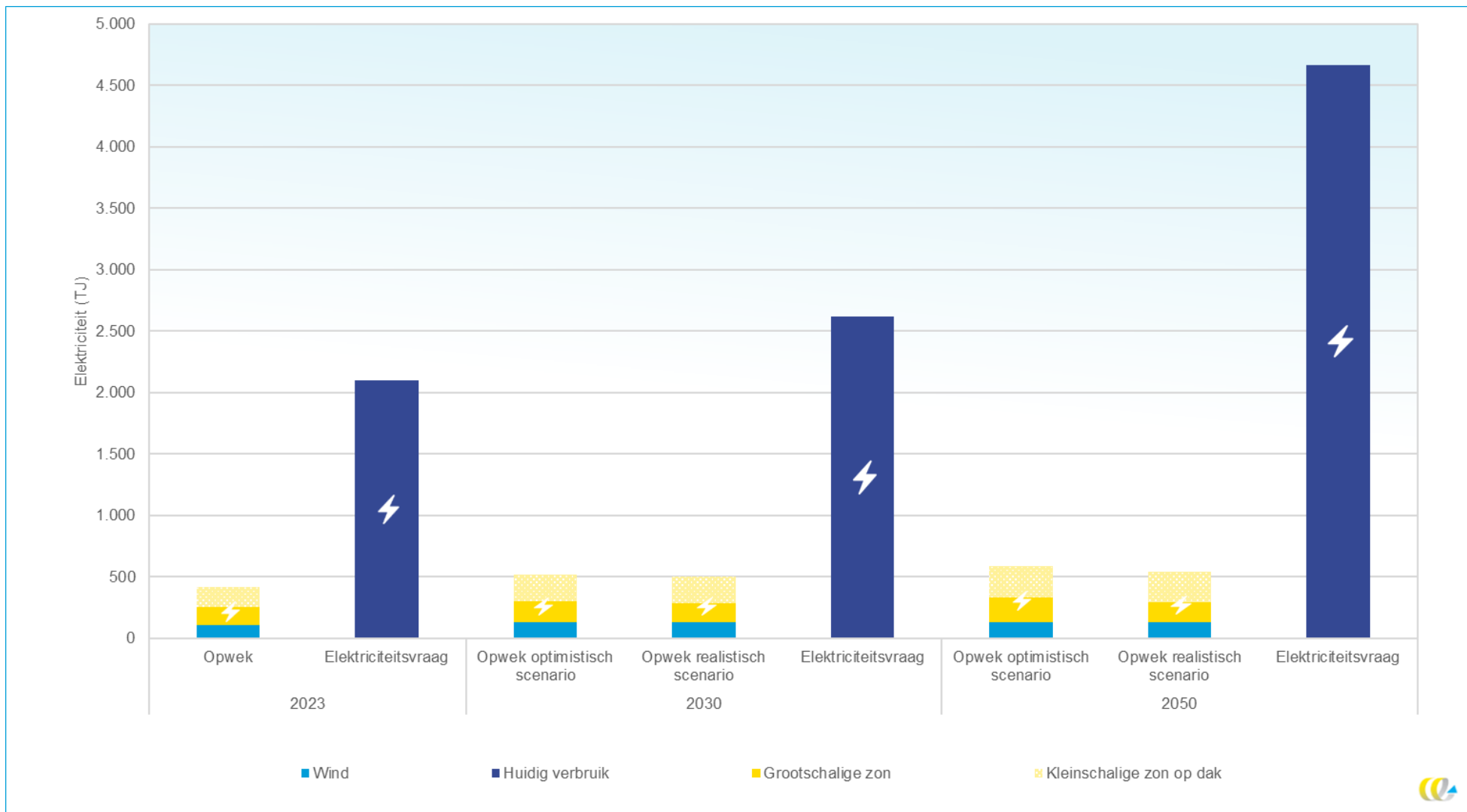


In Figuur 4 en in Tabel 21 is de hernieuwbare opwek naast de verwachte elektriciteitsvraag te zien.

Tabel 21 – Hernieuwbare opwek in vergelijking met (verwachte) elektriciteitsvraag voor 2030 en 2050

Jaar	Hernieuwbare opwek wind (TJ)	Hernieuwbare opwek zon – optimistisch scenario (TJ)	Hernieuwbare opwek zon – realistisch scenario (TJ)	Elektriciteitsverbruik (TJ)
2023	112	306	306	2.204
2030	128	388	379	2.619
2050	128	458	416	4.664

Figuur 4 – Hernieuwbare opwek en (verwachte) elektriciteitsvraag voor 2030 en 2050, inclusief autonome groei van zon op dak



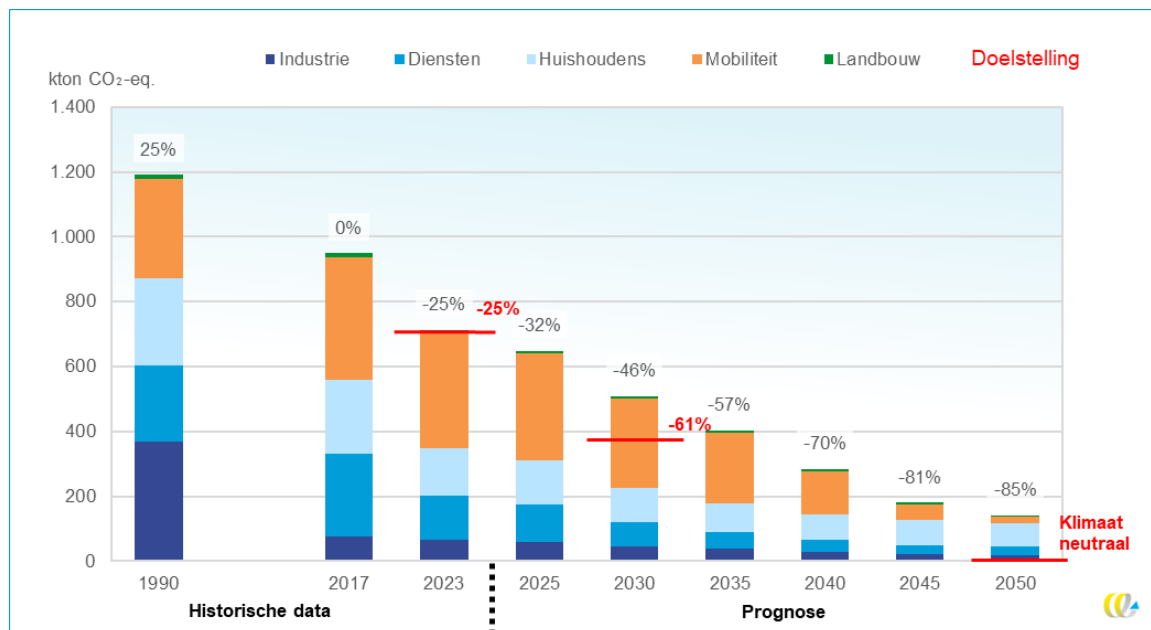
# 6 Doelbereik en prognose per sector

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de kernfiguren en -tabellen van de doorrekening. Het hoofdrapport toont immers alleen de belangrijkste grafieken.

## 6.1 Doelbereik

In Figuur 5 geeft de emissieontwikkeling van 1990 tot het basisjaar en de prognose weer voor de gemeente Arnhem. In Tabel 22 staan de onderliggende getallen.

Figuur 5 – Ontwikkeling broeikasgasemissies in Arnhem



Tabel 22 – Ontwikkeling broeikasgasemissies in Arnhem in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Sector	1990	2017	2023	2030	2050
Industrie	370.100	76.600	66.800	47.300	17.400
Huishoudens	268.200	230.200	147.500	104.400	72.800
Diensten	234.700	253.300	135.300	73.400	27.700
Mobiliteit	304.400	376.800	355.100	278.000	19.100
Landbouw	13.700	12.200	8.300	6.700	5.700
<b>Totaal</b>	<b>1.191.100</b>	<b>949.100</b>	<b>713.000</b>	<b>509.800</b>	<b>142.700</b>

## 6.2 Prognose per sector

### 6.2.1 Gebouwde omgeving: huishoudens

In deze paragraaf laten we zien hoe de prognose uit Figuur 5 is opgebouwd voor de sector Gebouwde omgeving: huishoudens. Tabel 23 laat zien hoe de totale prognose is opgebouwd uit de uitstoot in het basisjaar, het basispad (met landelijke en autonome ontwikkelingen) en gemeentelijk beleid.

Tabel 23 – Ontwikkeling uitstoot Gebouwde omgeving: huishoudens, in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Effect	2023	2030	2050
Uitstoot basisjaar	147.500	N.v.t.	N.v.t.
Basispad (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	28.100	48.500
Gemeentelijk beleid (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	15.000	26.200
Resterende emissies	147.500	104.400	72.800

## Basispad

Figuur 6 geeft het basispad van de sector Gebouwde omgeving: huishoudens weer.

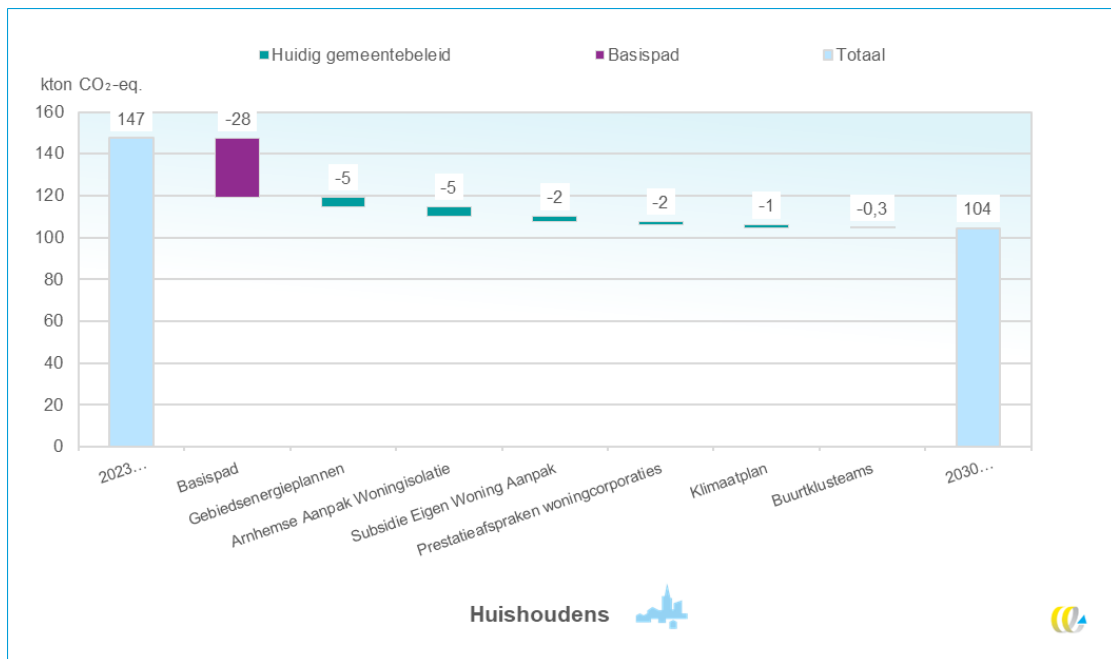
Figuur 6 – Effect van het basispad op de emissies in de sector Gebouwde omgeving: huishoudens in Arnhem



## Gemeentelijk beleid

In Figuur 7 en Tabel 24 staan de effecten van de gemeentelijke beleidsmaatregelen. In Paragraaf 4.2 is toegelicht hoe de emissiereductie van deze maatregelen is berekend.

Figuur 7 – Effect gemeentebeleid op de emissies in de Gebouwde omgeving: huishoudens in Arnhem



Tabel 24 – Effect gemeentebeleid op emissies in de gebouwde omgeving in 2030 en 2050 in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Effect	Emissiereductie 2030 ten opzichte van 2023 in ton CO <sub>2</sub> -eq.	Emissiereductie 2050 ten opzichte van 2023 in ton CO <sub>2</sub> -eq.
Gebiedsenergieplannen	4.700	16.700
Arnhemse Aanpak Woningisolatie (AAW)	4.700	4.500
Subsidie Eigen Woning Aanpak (SEWA)	2.300	2.300
Klimaatplan Arnhem	1.200	900
Prestatieafspraken woningcorporaties	1.700	1.600
Aanpak energiearmoede: buurtklusteams	300	200
<b>Totale emissiereductie gemeentelijk beleid</b>	<b>15.000</b>	<b>26.200</b>

## 6.2.2 Gebouwde omgeving: diensten

In deze paragraaf laten we zien hoe de prognose uit Figuur 5 is opgebouwd voor de sector Gebouwde omgeving: diensten. Tabel 25 laat zien hoe de totale prognose is opgebouwd uit de uitstoot in het basisjaar, het basispad (met landelijke en autonome ontwikkelingen) en gemeentelijk beleid. Omdat er voor de dienstensector geen gekwantificeerde gemeentelijke maatregelen voorhanden zijn, hebben we geen maatregelen doorgerekend en zijn het basispad en de totale prognose gelijk.

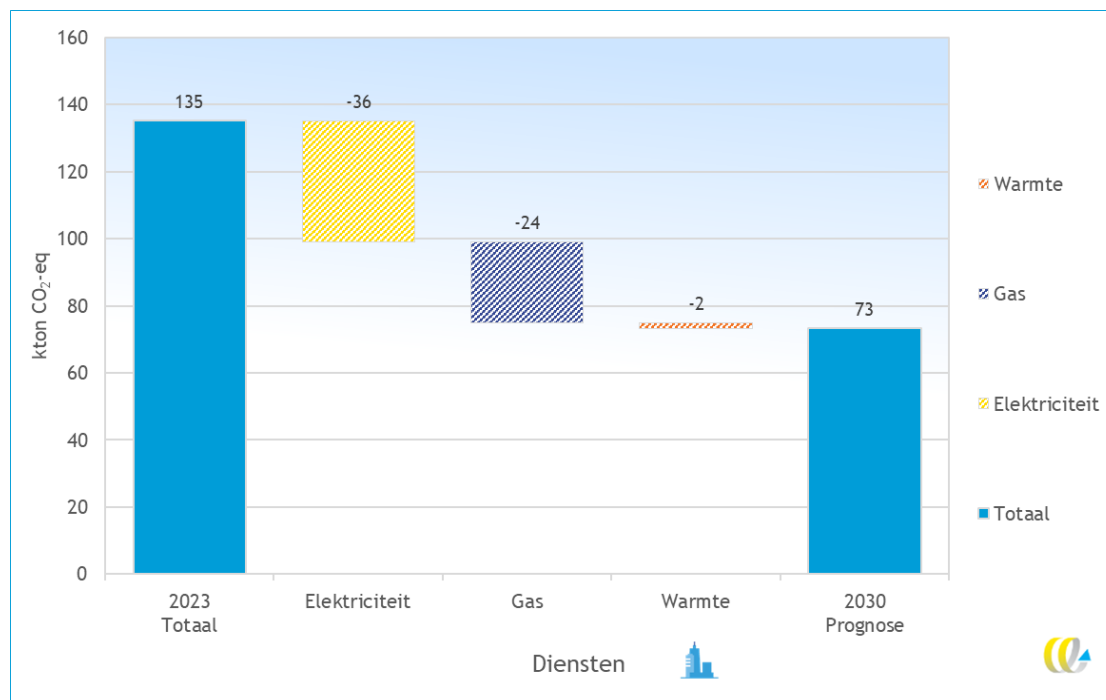
Tabel 25 – Ontwikkeling uitstoot Gebouwde omgeving: diensten in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Effect	2023	2030	2050
Uitstoot basisjaar	135.300	N.v.t.	N.v.t.
Basispad (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	61.900	107.600
Gemeentelijk beleid (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	0	0
Resterende emissies	135.300	73.400	27.700

### Basispad

Figuur 8 geeft het basispad van de sector Gebouwde omgeving: diensten weer.

Figuur 8 – Effect van het basispad op de emissies in de sector Gebouwde omgeving: diensten in Arnhem



## 6.2.3 Industrie

In deze paragraaf laten we zien hoe de prognose uit Figuur 5 is opgebouwd voor de sector Industrie. Tabel 26 laat zien hoe de totale prognose is opgebouwd uit de uitstoot in het basisjaar, het basispad (met landelijke en autonome ontwikkelingen) en gemeentelijk beleid. Omdat er voor de industriesector geen gekwantificeerde gemeentelijke maatregelen voorhanden zijn, hebben we geen maatregelen doorgerekend en zijn het basispad en de totale prognose gelijk.

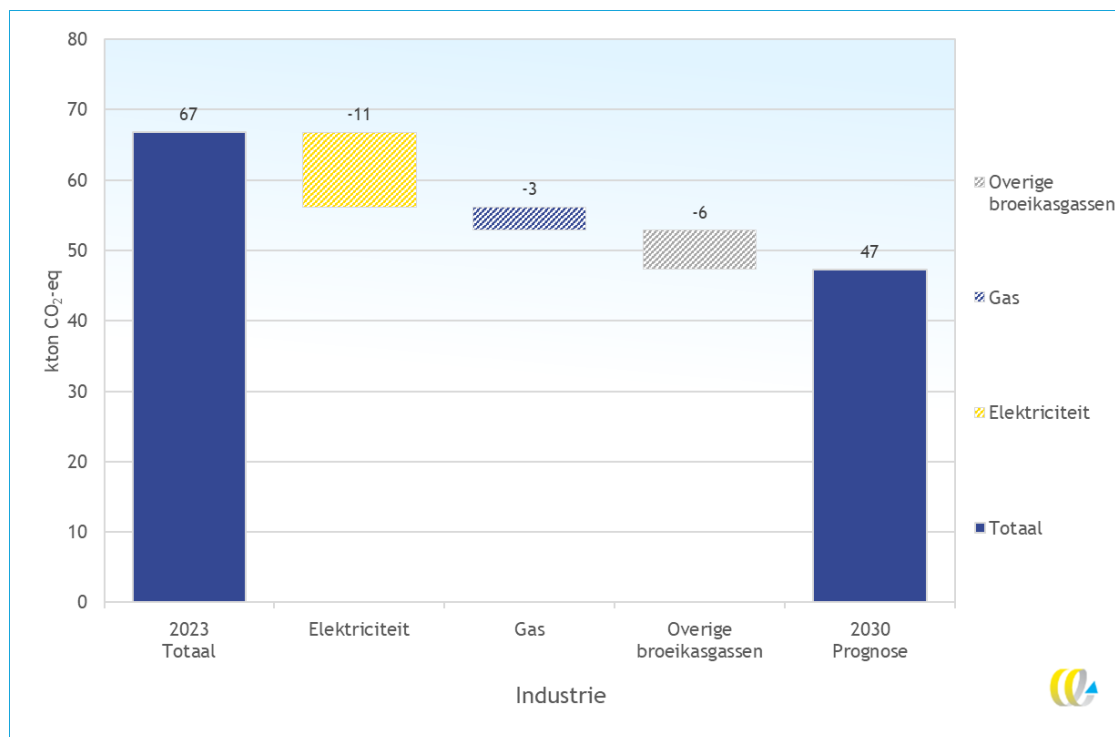
Tabel 26 – Ontwikkeling uitstoot industrie in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Effect	2023	2030	2050
Uitstoot basisjaar	66.800	N.v.t.	N.v.t.
Basispad (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	19.500	46.200
Gemeentelijk beleid (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	0	0
Resterende emissies	66.800	47.300	17.400

### Basispad

Figuur 9 geeft het basispad van de sector Industrie weer.

Figuur 9 – Basispad voor de sector Industrie



## 6.2.4 Mobiliteit

In deze paragraaf laten we zien hoe de prognose uit Figuur 5 is opgebouwd voor de sector Mobiliteit. Tabel 27 laat zien hoe de totale prognose is opgebouwd uit de uitstoot in het basisjaar, het basispad (met landelijke en autonome ontwikkelingen) en gemeentelijk beleid.

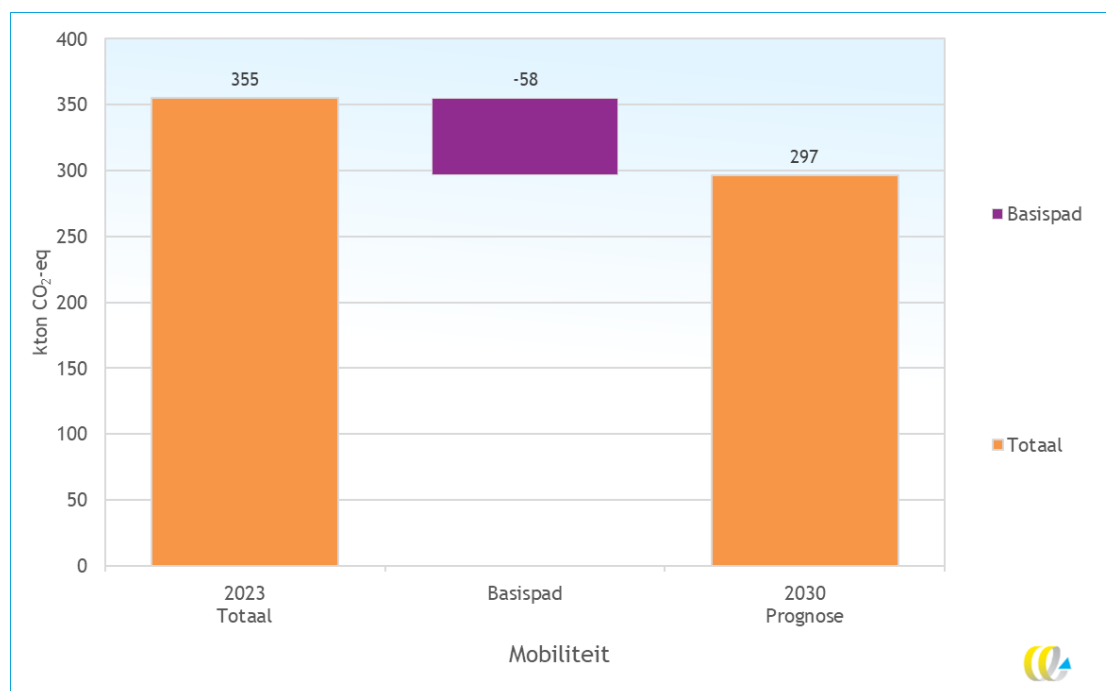
Tabel 27 – Ontwikkeling uitstoot mobiliteit in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Effect	2023	2030	2050
Uitstoot basisjaar	355.100	N.v.t.	N.v.t.
Basispad (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	58.400	328.000
Gemeentelijk beleid (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	18.700	5.000
Resterende emissies	355.100	278.000	19.100

### Basispad

Figuur 10 geeft het basispad van de sector Mobiliteit weer.

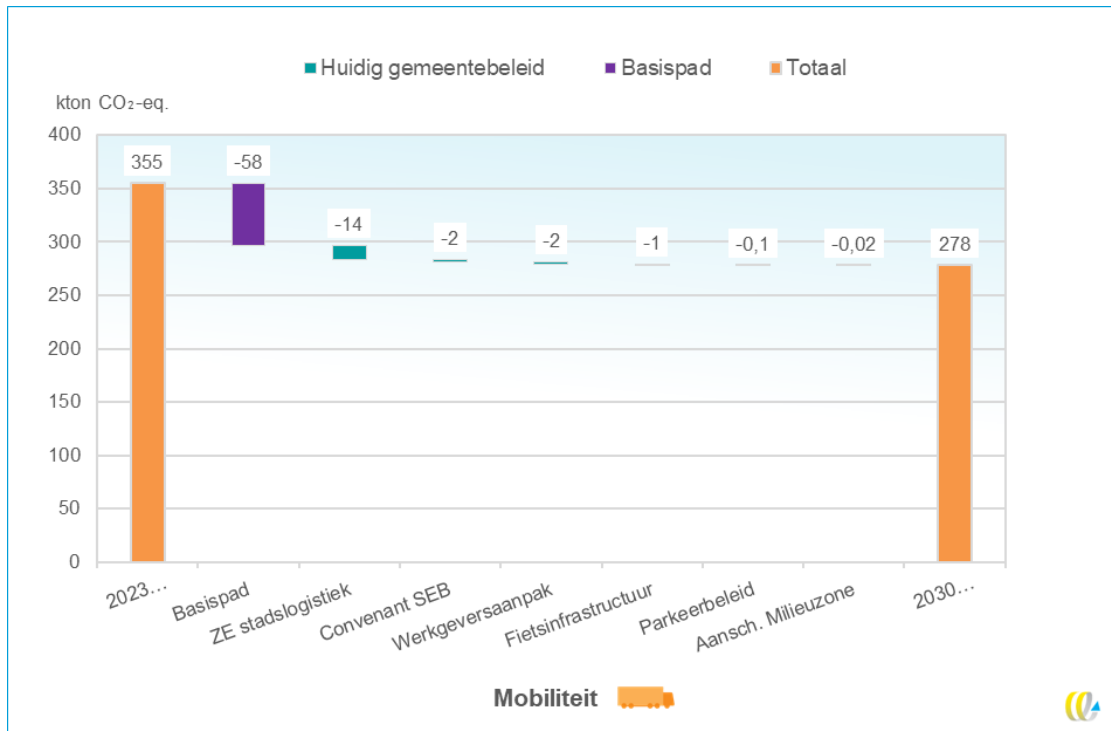
Figuur 10 – Effect van het basispad op de emissies in de sector Mobiliteit in Arnhem



## Gemeentelijk beleid

De effecten van de gemeentelijke beleidsmaatregelen in de mobiliteitssector staan in Figuur 11 en Tabel 28. In Paragraaf 4.3 is toegelicht hoe de emissiereductie van deze maatregelen is berekend.

Figuur 11 – Effect gemeentebeleid op de emissies in de sector Mobiliteit in Arnhem



Tabel 28 – Effect gemeentebeleid op de emissies in de sector Mobiliteit in 2030 en 2050 in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Effect	Emissiereductie 2030 ten opzichte van 2023 in ton CO <sub>2</sub> -eq	Emissiereductie 2050 ten opzichte van 2023 in ton CO <sub>2</sub> -eq
ZE-zone stadslogistiek	13.500	1.100
Routekaart schoon en emissieloos bouwen (SEB)	2.200	3.900
Werkgeversaanpak	2.100	0
Investeren in fietsinfrastructuur	800	20
Parkeerregulering fase 1, 2 en 3	50	0
Milieuzone personenauto's	20	0
<b>Totaal</b>	<b>18.700</b>	<b>5.000</b>

## 6.2.5 Landbouw

In deze paragraaf laten we zien hoe de prognose uit Figuur 4 is opgebouwd voor de sector Landbouw. Tabel 27 laat zien hoe de totale prognose is opgebouwd uit de uitstoot in het basisjaar, het basispad (met landelijke en autonome ontwikkelingen) en gemeentelijk beleid. Omdat er voor de landbouwsector geen gekwantificeerde gemeentelijke maatregelen voorhanden zijn, hebben we geen maatregelen doorgerekend en zijn het basispad en de totale prognose gelijk.

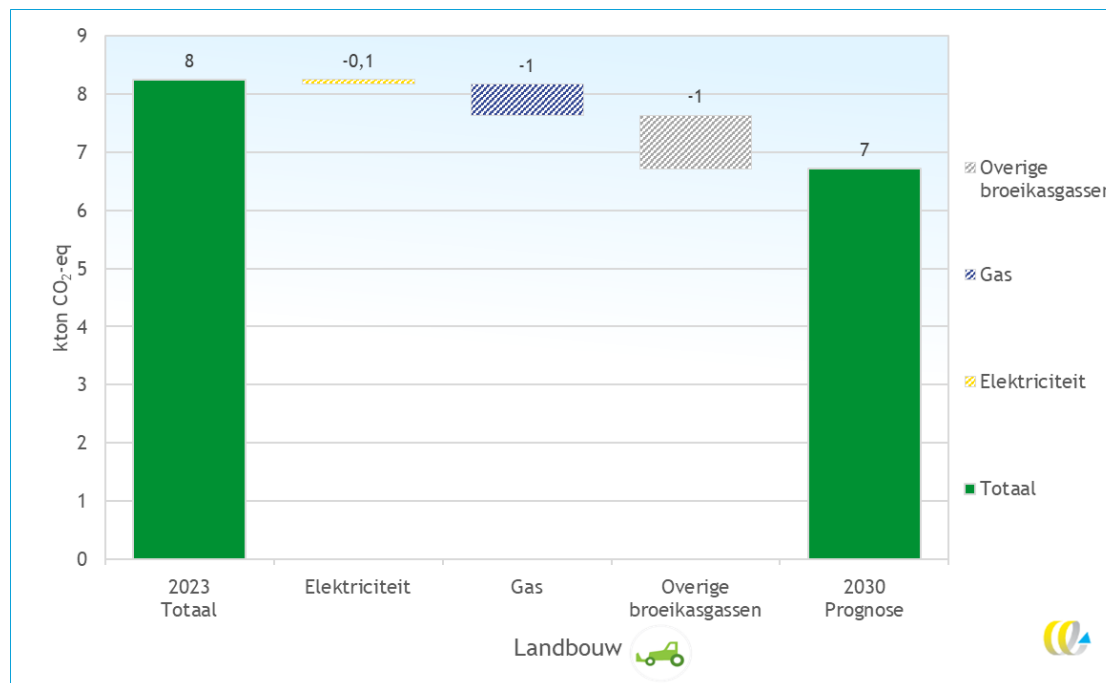
Tabel 29 – Ontwikkeling uitstoot landbouw in ton CO<sub>2</sub>-eq.

Effect	2023	2030	2050
Uitstoot basisjaar	8.300	N.v.t.	N.v.t.
Basispad (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	1.500	2.600
Gemeentelijk beleid (reductie ten opzichte van 2023)	N.v.t.	0	0
Resterende emissies	8.300	6.700	5.700

### Basispad

Figuur 12 geeft het basispad van de sector Landbouw weer.

Figuur 12 – Effect van het basispad op de emissies in de sector Landbouw in Arnhem



# 7 Mogelijke beleidsmaatregelen

De gemeente Arnhem heeft een doel van 61% emissiereductie in 2030 ten opzichte van 2017 en wil klimaatneutraal zijn in 2050 (NEMiA). Om goed te kunnen sturen op tijdige emissiereductie, wil ze ook tussendoelen stellen voor 2035 en 2040. We bepalen passende tussendoelen in Hoofdstuk 8. Om te kunnen beoordelen wat passende tussendoelen zijn, bepalen we in dit hoofdstuk eerst wat de belangrijkste aanvullende beleidsmaatregelen zijn die de gemeente Arnhem kan nemen en wat die in de verschillende tijdsvakken aan aanvullende emissiereductie kunnen opleveren.

## 7.1 Beleidsmaatregelen

We brengen in Tabel 30 eerst in kaart welke restemissies er zijn en welke beleidsmaatregelen mogelijk zijn om op nul emissies te komen in 2050.

Tabel 30 – Overzicht van mogelijke beleidsmaatregelen en beleidskeuzes per type emissie

Sector	Type restemissie (2050)	Type beleidsmaatregelen	Beleidskeuzes
Huishoudens	Aardgasverbruik woningen	Energieprogramma en gebiedsenergieplannen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo waarin het energieprogramma wordt uitgevoerd</li> </ul>
Huishoudens	Aardgasverbruik woningen	(Uitbreiding) Arnhemse aanpak woningisolatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type stimulering (subsidie, leningen, energiefixers, etc.)</li> </ul>
Diensten	Aardgasverbruik diensten	Energieprogramma en gebiedsenergieplannen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo waarin het Energieprogramma wordt uitgevoerd</li> </ul>
Mobiliteit	Brandstofverbruik logistiek	ZE-zones, laadinfrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geografische afbakening van de laadinfrastructuur</li> </ul>
Mobiliteit	Brandstofverbruik personenvervoer	Milieuzones, parkeerbeleid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type regeling, maatvoering van de maatregel</li> </ul>
Mobiliteit	Brandstofverbruik mobiele werktuigen	Duurzaam aanbesteden (SEB-convenant), vergunningseisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanbesteden en/of vergunningverlening</li> <li>• Zwaarte van de eisen</li> </ul>
Industrie	Gasverbruik industrie	Stimuleringsbeleid voor elektrificatie/alternatieve brandstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol van de gemeente</li> <li>• Type maatregel</li> </ul>

Sector	Type restemissie (2050)	Type beleidsmaatregelen	Beleidskeuzes
Industrie	Overige broeikasgassen industrie (procesemissies)	Stimuleringsbeleid voor verduurzaming processen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol van de gemeente</li> <li>• Type maatregel</li> </ul>
Landbouw	Methaanemissies vee	Vermindering veestapel, afvoer mest	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol van de gemeente</li> <li>• Type maatregel</li> </ul>
	Lachgasemissies door bemesting	Minder bemesting, afvoer mest	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol van de gemeente</li> <li>• Type maatregel</li> </ul>

Per sector geven we hieronder de beleidsmaatregelen met een aanzienlijke bijdrage aan emissiereductie.

## 7.2 Gebouwde omgeving

### 7.2.1 Uitvoering energieprogramma

De gemeente Arnhem is aan zet om de gebouwde omgeving van het gas af te halen. In het energieprogramma legt ze vast wat er moet gebeuren in de 150 energiegebieden waarin de stad is verdeeld. Als het volledige energieprogramma wordt uitgevoerd, is de uitstoot in de gebouwde omgeving nul in 2050. De beleidskeuze zit hem dan ook vooral in het tempo waarin het energieprogramma wordt uitgevoerd. Tabel 31 laat de aanvullende emissiereductie bij woningen boven op de raming zien voor een gelijkmatige verdeling van de gebiedsenergieplannen over de tijd vanaf 2035. We schatten in dat het voor 2030 niet mogelijk is om nog aanvullende gebiedsenergieplannen te hebben afgerond, omdat de doorlooptijd tussen start en realisatie circa 8 jaar is.

Tabel 31 – Aanvullende emissiereductie woningen in kton boven op de raming, bij gelijkmatige verdeling van gebiedsenergieplannen over de tijd vanaf 2035

Kton CO <sub>2</sub> -reductie	2030	2035	2040	2045	2050
Aanvullende emissiereductie bij gelijkmatig tempo gebiedsenergieplannen: woningen	0	12	28	47	67

Tabel 32 laat zien wat de aanvullende emissiereductie is voor diensten door gebiedsenergieplannen. We nemen aan dat het voor diensten nog wel mogelijk is om voor 2030 aanvullende emissiereductie te halen, door aan te sluiten bij de al lopende gebiedsenergieplannen voor woningen. Vanaf 2035 gaan we ervan uit dat de dienstensector hetzelfde gelijkmatig tempo volgt als woningen. Versnellen van het tempo is in beperkte mate mogelijk.

Tabel 32 – Aanvullende emissiereductie diensten in kton boven op de raming, bij gelijkmatige verdeling van gebiedsenergieplannen over de tijd vanaf 2035

Kton CO <sub>2</sub> -reductie	2030	2035	2040	2045	2050
Aanvullende emissiereductie bij gelijkmatig tempo gebiedsenergieplannen; diensten	2	8	14	20	25

Tabel 33 laat de ingeschatte uitvoeringskosten zien voor de gebiedsenergieplannen. We gebruiken daarvoor de [BegrotingsTool Uitvoeringsorganisatie](#) (WarmteTransitieMakers, 2024). We gaan daarbij uit van 43 gebiedsenergieplannen (waarbij per energieplan meerdere energiegebieden worden aangepakt). We gaan ervan uit dat in 56% van de gevallen een collectieve aanpak (warmtenet) wordt ingezet en in 44% van de gevallen een individuele aanpak (warmtepompen).

Tabel 33 – Inschatting van de uitvoeringskosten bij gelijkmatige verdeling van gebiedsenergieplannen over de tijd

	2030
Uitvoeringskosten gebiedsenergieplannen woningen + diensten	€ 13.098.000

Bron: (WarmteTransitieMakers, 2024).

## 7.2.2 Aanvullende isolatiesubsidies

Ter ondersteuning van het energieprogramma geeft de gemeentesubsidie voor isolatie via de Arnhemse Aanpak Woningisolatie. Dat is echter onvoldoende om de ambitie van 35.000 tot de Nationale Isolatiestandaard geïsoleerde woningen in 2030 te realiseren. Door het budget te verhogen kan op relatief korte termijn emissiereductie gerealiseerd worden. Het effect neemt af over de jaren, doordat er een overlap is met de uitvoering van het energieprogramma. We gaan ervan uit dat het energieprogramma wordt uitgevoerd volgens het tempo zoals weergegeven in Paragraaf 7.2.1 en dat het effect van de isolatieaanpak dan ook geleidelijk afneemt.

Tabel 34 – Aanvullende emissiereductie in kton boven op de raming, bij aanvullende isolatiesubsidies

Kton CO <sub>2</sub> -reductie	2030	2035	2040	2045	2050
Aanvullende emissiereductie door budgetverhoging isolatieaanpak	7	5	3	2	0

Tabel 35 laat zien wat het benodigde subsidiebudget en de uitvoeringskosten zijn om de doelen voor de Arnhemse Aanpak Woningisolatie in 2030 te halen. We nemen aan dat er voor 50% van de 35.000 woningen al beleid is. Uitgaande van kosten per woning van € 11.000 tot € 16.000 (Arcadis, 2023) en een subsidie van 20% is ongeveer € 50 miljoen nodig om de ambitie van 35.000 woningen met twee isolatiemaatregelen per woning te halen. We schatten de uitvoeringskosten op circa 5% van het subsidiebudget, door het

gemiddelde te nemen van een aantal landelijke regelingen (CE Delft et al., 2023) (SEO, 2023) (Arcadis, 2024).

Tabel 35 – Inschatting van de uitvoeringskosten bij isolatiesubsidies

	2025 - 2030
Subsidiebudget	€ 50 mln
Uitvoeringskosten (5% van subsidiebudget)	€ 3 mln

## 7.3 Mobiliteit

### 7.3.1 Uitbreiding ZE-zone stadslogistiek

De gemeente Arnhem heeft al een ZE-zone voor stadslogistiek. Als deze wordt uitgebreid, neemt de impact verder toe. Tabel 36 laat zien wat de aanvullende emissiereductie is bij twee varianten van uitbreiding van de ZE-zone per jaar. De impact van de maatregel neemt af, omdat in de raming al een sterke reductie zit door de toename van elektrisch vervoer op basis van landelijk en Europees beleid.

Tabel 36 – Aanvullende emissiereductie in kton boven op de raming, in twee varianten van de ZE-zone stadslogistiek

Kton CO <sub>2</sub> -reductie	2030	2035	2040	2045	2050
ZE-zone stadslogistiek uitbreiden naar centrum en omliggende wijken	22,6	16,5	12,3	1,8	1,3
ZE-zone stadslogistiek uitbreiden naar gehele bebouwde kom	27,7	16,6	12,3	1,8	1,3

### 7.3.2 Uitbreiding milieuzone

De gemeente Arnhem heeft een milieuzone voor dieselloertuigen. Op dit moment zijn alleen dieselloertuigen met emissieclassen 4 of hoger toegestaan in de milieuzone in de binnenstad van Arnhem. Bovendien is de gemeente al van plan om de milieuzone uit te breiden. In de raming hebben we een aanscherping naar emissieklasse 5 of hoger meegenomen in 2030 en naar emissieklasse 6 of hoger in 2040.

De gemeente kan de milieuzone uitbreiden door eerder de minimale emissieklasse te verhogen naar 6, door de milieuzone uit te breiden naar benzineauto's of door het gebied uit te breiden. Tabel 37 laat de CO<sub>2</sub>-reductie zien per jaar. Na 2030 is er geen of nauwelijks effect omdat het wagenpark in het basispad al steeds schoner wordt en de geweerde emissieclassen (Euro 5 en lager) al verdwijnen.

Tabel 37 – Aanvullende emissiereductie in kton boven op de raming, in vier varianten van de ZE-zone stadslogistiek

Kton CO <sub>2</sub> -reductie	2030	2035	2040	2045	2050
Milieuzone naar Euro 6 in 2030	0,1	0	0,0	0,0	0,0
Milieuzone naar Euro 6 in 2030 + uitbreiding naar bebouwde kom	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Milieuzone naar Euro 6 + uitbreiding naar benzineauto's	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Milieuzone naar euro 6 + uitbreiding naar benzineauto's + uitbreiding bebouwde kom	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0

### 7.3.3 Vervroegd uitbreiden van betaald parkeren

In de raming hebben we al een uitbreiding van het betaald parkeren meegenomen. Die wordt geleidelijk ingevoerd over de periode 2030-2040. Door deze uitbreiding vijf jaar te vervroegen, kan extra emissiereductie worden gehaald, zie Tabel 38.

Tabel 38 – Aanvullende emissiereductie in kton boven op de raming bij het vervroegd uitbreiden van betaald parkeren

Kton CO <sub>2</sub> -reductie	2030	2035	2040	2045	2050
Vervroegd uitbreiden van betaald parkeren	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0

## 7.4 Industrie

De gemeente heeft op dit moment geen beleid voor de industrie. De verantwoordelijkheid ligt grotendeels bij het Rijk. De gemeente kan in overleg gaan met de industriële uitstoters om te bezien of zij de bedrijven kan ondersteunen door knelpunten weg te nemen, bijvoorbeeld op gebied van infrastructuur, ruimtelijke ordening, etc., of eventueel financieel verduurzamingsmaatregelen ondersteunen. Of het lukt om tot afspraken te komen is onzeker, maar als het lukt, kan het tot aanzienlijke reductie leiden. Het is daarom de moeite waard om te verkennen, maar té onzeker om nu al een effect aan toe te kennen. Het is immers sterk afhankelijk van de inhoud van de afspraken, wat het effect zal zijn.

## 7.5 Landbouw

De gemeente Arnhem heeft heel weinig landbouw. Maar in 2050 is er nog wel 6 kton aan emissies, die teruggebracht moeten worden om op nul uit te komen. Dit zijn voor het grootste deel methaan en lachgas uit het houden van vee en het uitrijden van mest. De emissies hangen dus sterk samen met de hoeveelheid boerderijdieren in de gemeente. Om de gemeente klimaatneutraal te laten worden, moet al het vee uit de gemeente

verdwijnen óf moeten er als compensatie negatieve emissies gerealiseerd worden, bijvoorbeeld met CO<sub>2</sub>-opslag of via de aankoop van CO<sub>2</sub>-reductiecertificaten.

Maatregelen om stikstof te verminderen, hebben in veel gevallen als neveneffect dat er ook minder emissie van broeikasgassen is. Dit beleid valt echter grotendeels buiten de bevoegdheden van de gemeente. In plaats daarvan zijn het Rijk en provincies aan zet. Op kleine schaal heeft de gemeente wel juridische mogelijkheden op basis van het omgevingsbeleid en vergunningen, zoals het intrekken van vergunningen op landbouwlocaties die niet in gebruik zijn, intrekken van niet-gerealiseerde vergunningsruimte en door in het bestemmingsplan op te nemen wat het maximumaantal dieren is per diersoort voor veehouderijen.

# 8 Tussendoelen

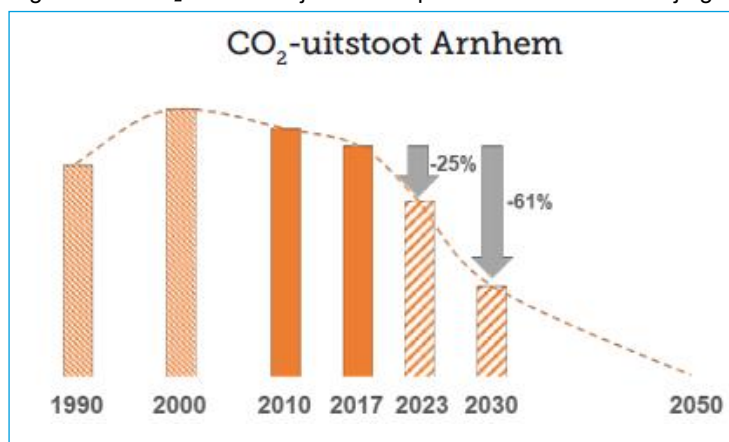
De gemeente Arnhem heeft een tussendoel voor emissiereductie in 2030. Daarnaast wil ze ook tussendoelen formuleren voor 2035 en 2040, als hulpmiddel om het doel van klimaatneutraliteit in 2050 te halen. In dit hoofdstuk gaan we in op de verschillende manieren waarop de gemeente Arnhem richting CO<sub>2</sub>-neutraliteit in 2050 kan bewegen.

## 8.1 Tussendoel 2030

De gemeente Arnhem heeft in NEMiA afgesproken in 2030 een CO<sub>2</sub>-reductie van 61% te realiseren ten opzichte van 2017 om aan te sluiten bij de landelijke doelstelling van 55% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 ten opzichte van 1990. In ons onderzoek hebben we de 1990-emissies berekend op basis van de nu beschikbare data en inzichten (zie Paragraaf 2.2). Met de huidige inschatting van de 1990-emissies komt 61% reductie ten opzichte van 2017 overeen met 69% reductie ten opzichte van 1990. Daarmee wijkt de CO<sub>2</sub>-reductie-doelstelling van Arnhem voor 2030 onbedoeld heel sterk af van de landelijke doelstelling.

Figuur 13 laat de ontwikkeling van de emissie zien waarop de klimaatdoelen van de gemeente zijn gebaseerd. Hierin komt 61% ten opzichte van 2017 overeen met 55% ten opzichte van 1990 (het landelijke doel).

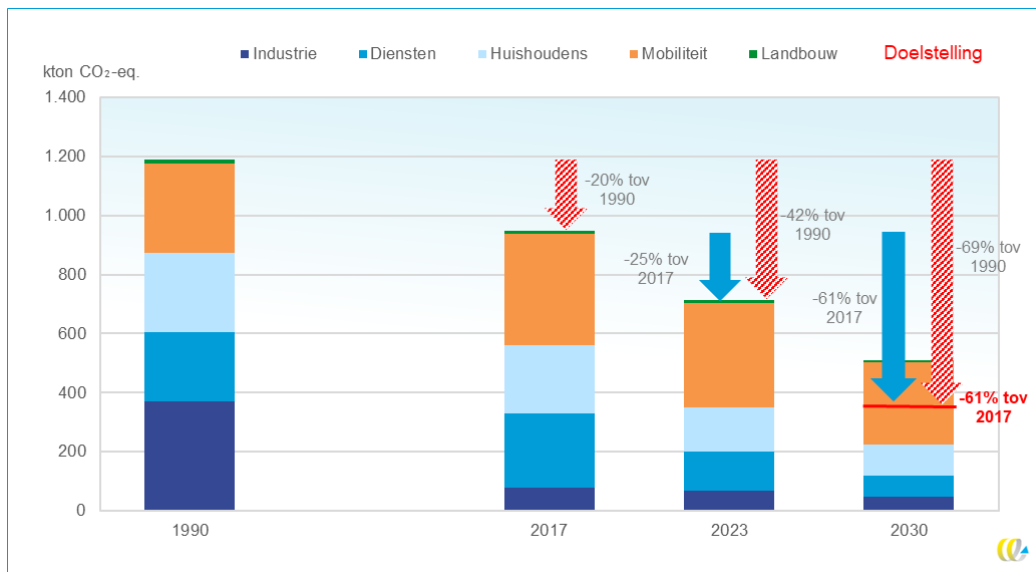
Figuur 13 – CO<sub>2</sub>-reductie cijfers waarop de doelen in NEMiA zijn gebaseerd



Bron: (Gemeente Arnhem, 2019).

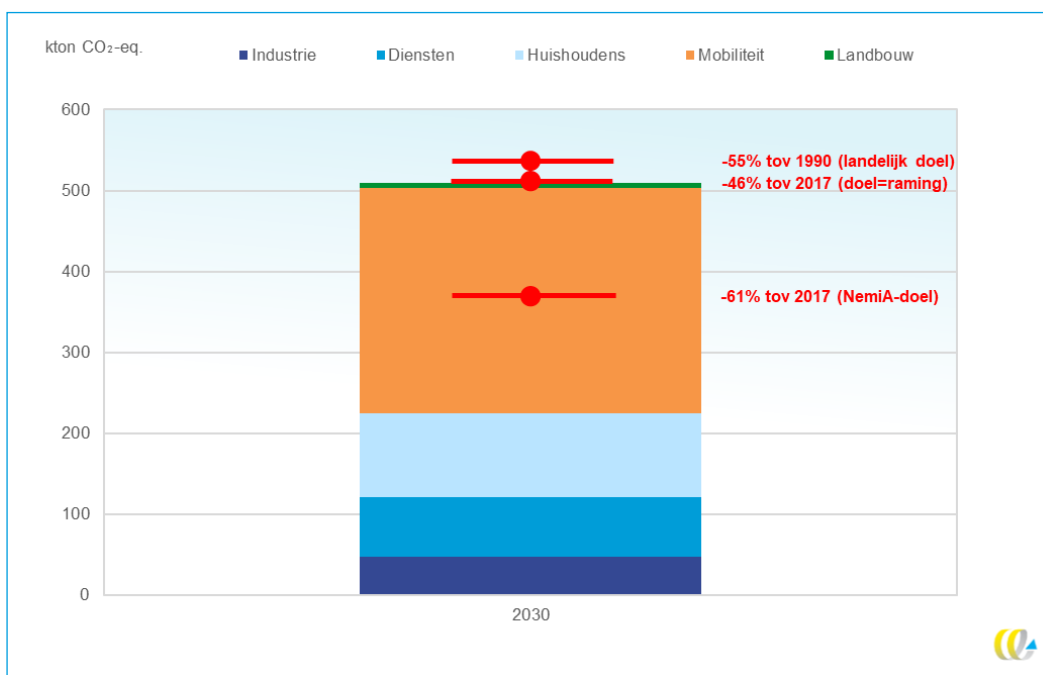
Figuur 14 laat zien hoe de doelstelling uitpakt met de nieuwe berekening van de emissies in 1990. In tegenstelling tot wat in NEMiA is aangenomen, zijn de emissies in 2017 gedaald ten opzichte van 1990, met 21%. Het doel voor 2030 is 61% reductie ten opzichte van 2017. Dat komt overeen met 69% reductie ten opzichte van 1990.

Figuur 14 – CO<sub>2</sub>-reductiecijfers als het doel is uitgedrukt ten opzichte van 1990 en ten opzichte van 2017



Figuur 15 laat de emissies in 2030 zien volgens de raming uit Hoofdstuk 6. Daarin zijn ook de verschillende doelstellingen meegenomen; het NEMiA-doel voor 2030 van 61% reductie ten opzichte van 2017 en het landelijke doel van 55% ten opzichte van 1990. Daarnaast is in Figuur 15 ook de optie meegenomen om de doelstelling voor 2030 gelijk te stellen aan de verwachte emissies in 2030 volgens de raming (-46% ten opzichte van 2017).

Figuur 15 – Emissies in 2030 met verschillende doelen ten opzichte van 1990 en 2017



Tabel 39 geeft een overzicht van deze drie mogelijke doelstellingen, de bijbehorende reductiepercentages ten opzichte van 2017 en 1990. Ook bevat de tabel de maximale uitstoot en de benodigde extra emissiereductie in kton.

Tabel 39 – Overzicht van mogelijke doelstellingen voor 2030

Mogelijke doelstelling voor 2030	Reductie in 2030 t.o.v. 2017-%	Reductie in 2030 t.o.v. 1990-%	Maximale uitstoot in 2030 (kton)	Benodigde extra emissiereductie ten opzichte van de raming
Landelijke doelstelling	-44%	-55%	536 kton	0 kton
Doel gelijk aan raming	-46%	-57%	510 kton	0 kton
NEMiA-doelstelling	-61%	-69%	370 kton	140 kton

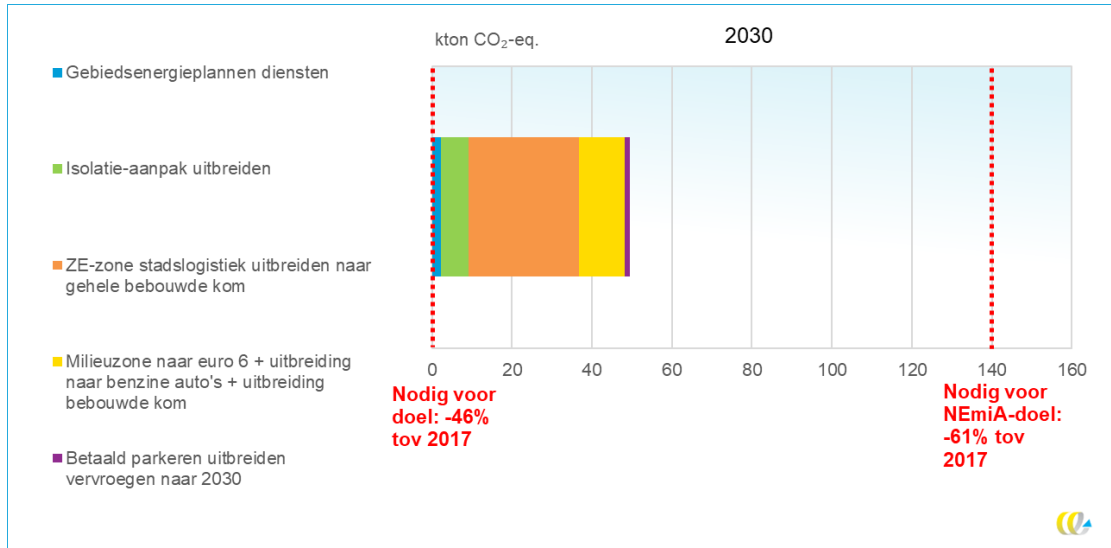
Met het huidige doel van 61% reductie ten opzichte van 2017 heeft de gemeente Arnhem dus een extra ambitieus doel gesteld ten opzichte van de landelijke doelstelling. Om 61% reductie te halen is 160 kton extra reductie nodig ten opzichte van de raming, waarin het bestaande beleid (Europees, landelijk en gemeentelijk) al is meegenomen. Om te bepalen wat een realistische doelstelling is, bekijken we wat voor emissiereductie nog gerealiseerd kan worden met aanvullend beleid voor 2030.

Figuur 16 laat de maximale aanvullende emissiereductie zien die in 2030 gerealiseerd kan worden met de aanvullende maatregelen die we in Hoofdstuk 7 hebben beschreven. We hebben daarin de maximale uitbreiding van de milieuzone en ZE-zone meegenomen.

Dit is de maximale aanvullende emissiereductie die de gemeente redelijkerwijs nog kan realiseren voor 2030. We zien geen andere mogelijke beleidsmaatregelen die nog vóór 2030 gerealiseerd kunnen worden én die een significante emissiereductie teweegbrengen. Dit komt doordat de tijd tussen 2025 en 2030 nog heel kort is. Er is bijvoorbeeld geen mogelijkheid meer om extra gebiedsenergieplannen in te zetten voor het 2030-doel, omdat de doorlooptijd daarvan 8 jaar is en dit dus al opgestart had moeten zijn om in 2030 effect te hebben.

Naast de maximale emissiereductie door aanvullende beleidsmaatregelen staan in Figuur 16 ook de NEMiA-doelstelling voor 2030 van -61% emissiereductie ten opzichte van 2017 en de voorgestelde doelstelling voor 2030 van -46% reductie ten opzichte van 2017 weergegeven. De landelijke doelstelling wordt naar verwachting al ruim gehaald en is daarom niet zichtbaar in Figuur 16. De figuur laat duidelijk zien dat ook met de maximale inzet van aanvullende maatregelen die nog haalbaar zijn voor 2030, het NEMiA-doel niet gehaald wordt. We concluderen dan ook dat deze doelstelling voor 2030 onhaalbaar is. Het doel van 46% reductie in 2030 ten opzichte van 2017 is goed haalbaar, omdat dit aansluit bij de raming en er vóór 2030 geen aanvullende maatregelen nodig zijn.

Figuur 16 – Aanvullende emissiereductie in 2030 met de maximale variant van iedere maatregel, en de benodigde extra emissiereductie bij doelen van 61% en 46% ten opzichte van 2017

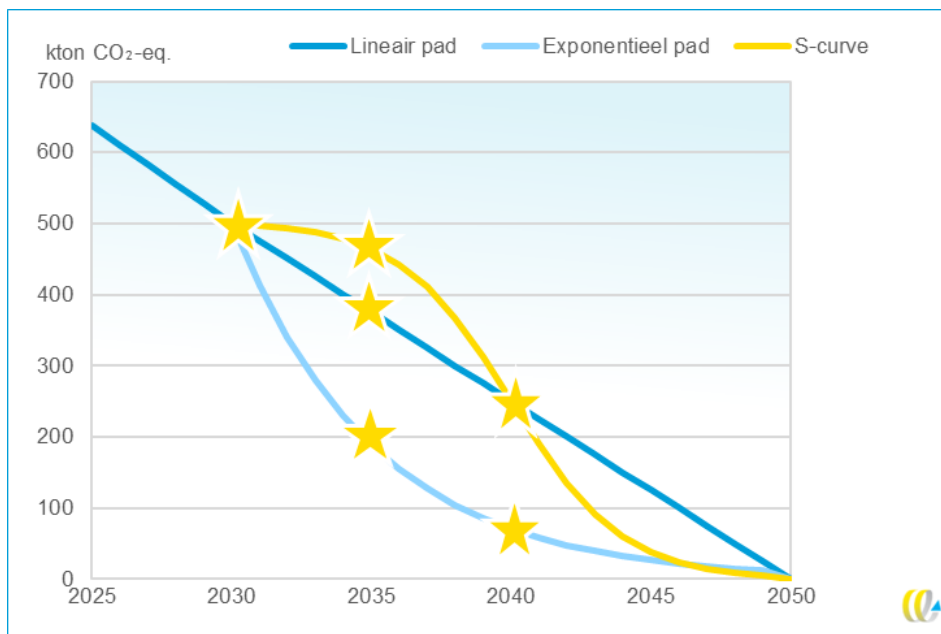


We adviseren om het tussendoel voor 2030 bij te stellen van 61% emissiereductie ten opzichte van 2017 naar 46% emissiereductie ten opzichte van 2017. Het landelijke 2030-doel van 55% reductie ten opzichte van 1990 wordt al gehaald volgens de raming. Maar het doel van 61% reductie uit NEMiA is niet haalbaar. Door in te zetten op een doel dat gelijk is aan de verwachte emissies uit de raming, committeert de gemeente zich aan uitvoering van het bestaande beleid volgens plan. Ook dat vraagt een serieuze inspanning van de gemeente. Daarnaast geeft dit ruimte om tijdig maatregelen op te starten die in de periode tot 2035 en 2040 tot emissiereductie moeten leiden. In Paragraaf 8.2 gaan we in op mogelijke tussendoelen voor 2035 en 2040.

## 8.2 Mogelijke tussendoelen 2035 en 2040

De gemeente Arnhem werkt toe naar een klimaatneutrale gemeente in 2050. De gemeente wil graag tussendoelen voor 2035 en 2040 vaststellen, zodat het doel voor 2050 haalbaar is. Om mogelijke tussendoelen voor 2035 en 2040 te bepalen, hebben we drie mogelijke tijdspaden geïdentificeerd, die we in dit hoofdstuk uitwerken: een lineair pad, exponentieel pad en een pad dat een S-curve volgt (zie Figuur 20). Op basis van de bevindingen in Paragraaf 8.1 laten we de paden starten op een 2030-doel van 46% reductie ten opzichte van 2017.

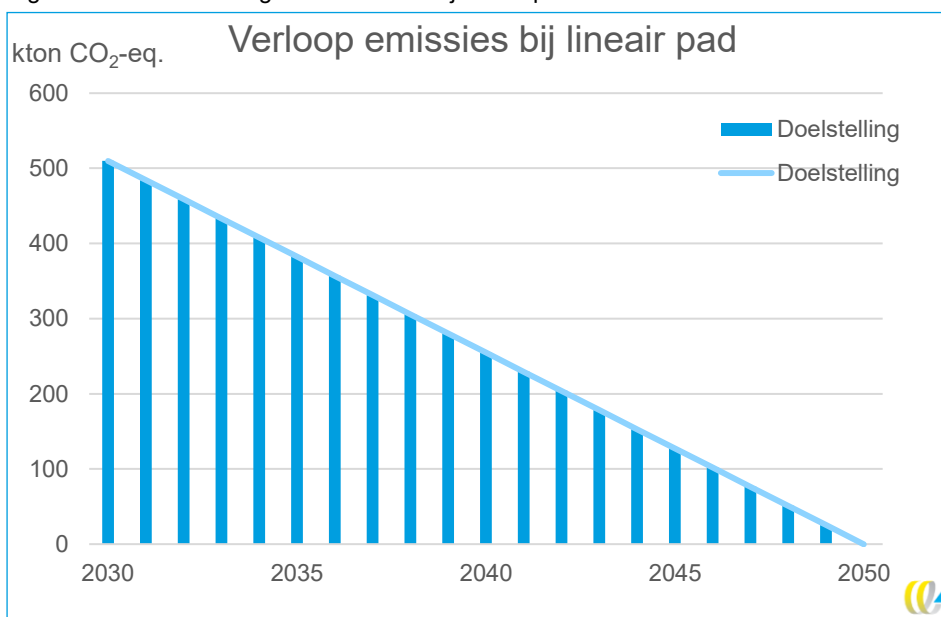
Figuur 17 – Weergave van verschillende emissiereductiepaden die zijn onderzocht om passende tussendoelen te bepalen



### 8.2.1 Lineair pad

In het lineaire pad (zie Figuur 18) wordt elk jaar dezelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub> bespaard. Dit pad veronderstelt een stabiele en gecontroleerde afbouw van emissies, waarbij elk jaar een gelijke inspanning wordt geleverd. Dit is aantrekkelijk voor planning en monitoring. De energietransitie is namelijk afhankelijk van veel onzekere factoren zoals innovatie, marktontwikkeling en gedragsverandering.

Figuur 18 – Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-emissies bij lineair pad



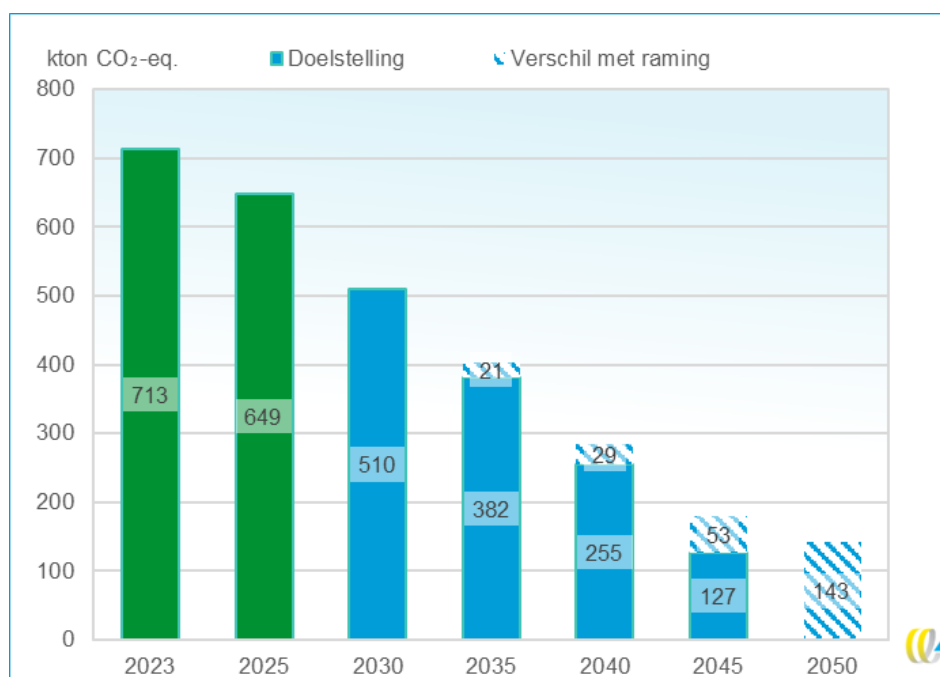
In een lineair pad moet er ieder jaar evenveel gereduceerd worden. Dit heeft in ieder geval als voordeel dat het goed uitlegbaar is. En in principe wordt de inspanning ook verdeeld over de jaren.

Deze trend sluit goed aan bij:

- **De trend in de emissieraming.** Volgens de raming nemen de emissies de komende jaren ook ongeveer lineair af. Weliswaar komen de emissies nog niet op nul in 2050, maar het geeft wel ongeveer hetzelfde ritme. Door deze trend te volgen, wordt bovendien voorkomen dat de gemeente Arnhem veel moeite doet om bepaalde activiteiten te verduurzamen (bijvoorbeeld toename elektrische auto's) die door de nationale trends ook gerealiseerd zouden worden, maar dan bijvoorbeeld vijf jaar later.
- **De opgave in de gebouwde omgeving.** In de gebouwde omgeving zal de gemeente tussen nu en 2050 energiegebied voor energiegebied van het gas af moeten halen. Om de werklast voor de gemeente, de benodigde arbeidscapaciteit en de overlast voor bewoners te spreiden, is het ook wenselijk om de inspanningen in de energiegebieden te spreiden over de tijd.

Figuur 19 laat zien wat de doelstelling is bij een lineair pad en hoeveel extra emissiereductie per periode gerealiseerd moet worden om dat te halen. Tabel 40 geeft de cijfers over de benodigde emissiereductie in kton en het emissiedoel als percentage.

Figuur 19 – Ontwikkeling van de emissies bij een lineair pad en het verschil met de raming, ofwel de hoeveelheid extra emissie die gerealiseerd moet worden om het lineaire pad te halen



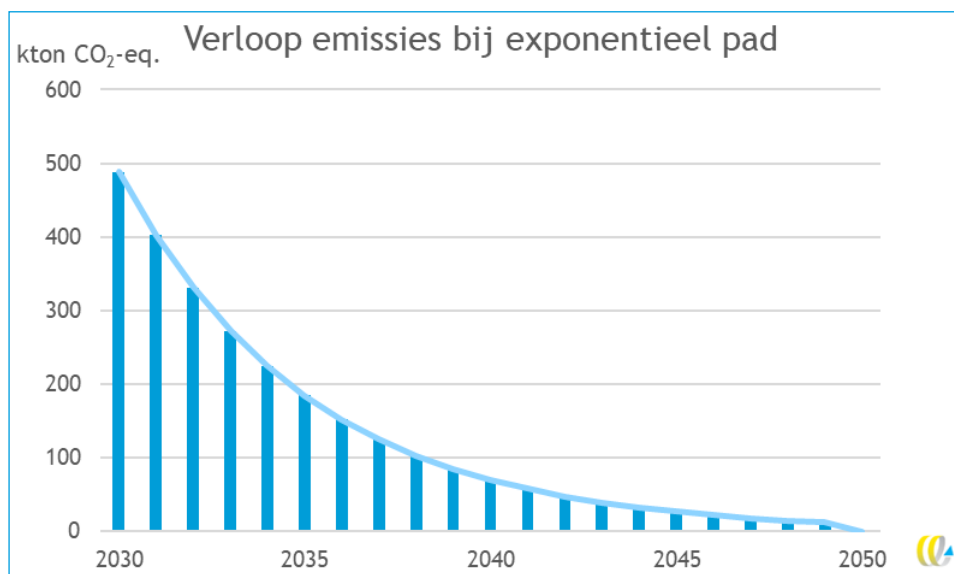
Tabel 40 – Emissies bij lineaire afbouw van CO<sub>2</sub>-emissies (kton CO<sub>2</sub>-eq.)

	2023	2030	2035	2040	2045	2050
Verloop emissies bij lineair tijdspad	713	510	382	255	127	0
Emissiereductie ten opzichte van 2017	25%	46%	60%	73%	87%	100%

## 8.2.2 Exponentieel pad

In plaats van een lineair tijdspad richting klimaatneutraliteit in 2050, kan de gemeente ook in een exponentieel pad richting een aardgasvrij en klimaatneutraal 2050 bewegen. In een exponentiële curve is het tempo in eerste instantie hoog en neemt geleidelijk af. Dit gaat er van uit dat eerdere resultaten in een relatief hoog tempo kunnen worden gerealiseerd (laaghangend fruit), maar dat het tempo geleidelijk afneemt naarmate de emissies overblijven die het lastigste te reduceren zijn. Hoe lastiger het te reduceren is, hoe langzamer het gaat.

Figuur 20 – Verloop van de emissies bij een exponentieel pad



Een voordeel van een exponentieel pad, is dat er over de jaren heen minder CO<sub>2</sub> uitgestoten wordt dan bijvoorbeeld bij een lineaire daling. Daarmee zou de gemeente Arnhem dus minder bijdragen aan de opwarming van de aarde. Alle emissies die worden uitgestoten, zullen zich namelijk opstapelen in de atmosfeer en jarenlang bijdragen aan het broeikaseffect.

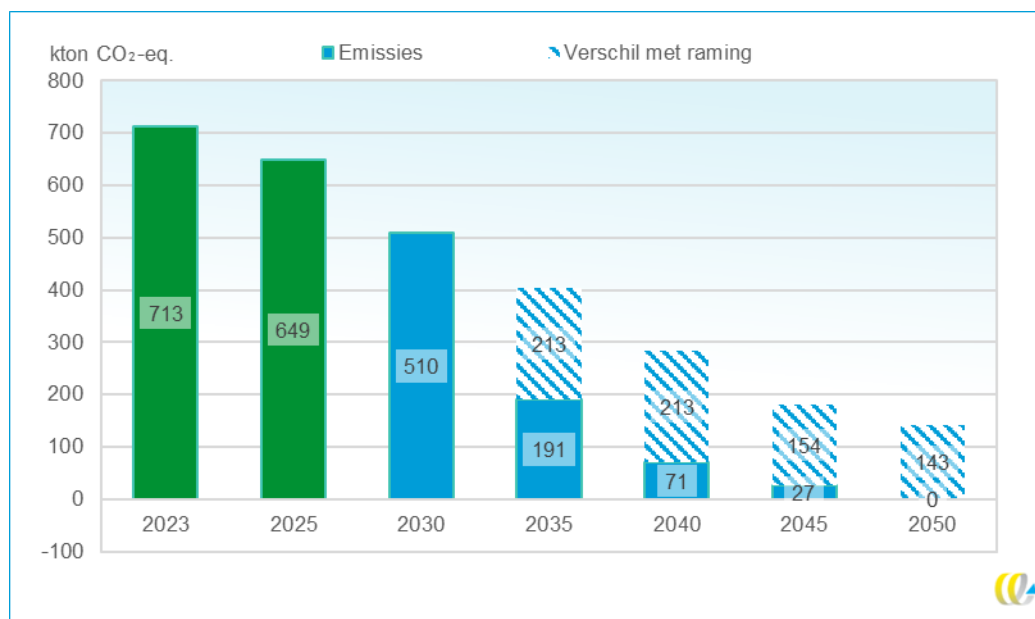
Dit betekent ook dat een exponentieel pad in totaal (emissies van alle jaren opgeteld) een hogere opgave voor extra emissiereductie neerlegt bij de gemeente dan in een lineair pad. Het exponentiële pad gaat sneller omlaag dan de landelijke trends voor emissiereductie door verduurzaming van elektriciteitsproductie, toename van elektrische auto's, etc. Doordat de emissies al vroeg sterk moeten dalen in een exponentieel pad, moeten er ook

emissies gereduceerd worden door de gemeente die in een lineair pad op een later moment zouden dalen door landelijke trends.

Een ander nadeel van het exponentiële pad is de grote druk die dit creëert op de uitvoeringscapaciteit bij aannemers, netbeheerders en woningcorporaties. Zij zouden daardoor in een korte periode heel veel woningen moeten verduurzamen. Ook kan er minder geprofiteerd worden van innovaties. Doordat een groot deel van de verduurzaming al plaatsvindt op een vroeg moment, kunnen technische innovaties die later ontwikkeld worden, minder toegepast worden in woningen die op een later moment verduurzaamd worden.

Figuur 20 laat zien hoeveel emissiereductie er extra gerealiseerd moet worden ten opzichte van de raming. Dit zorgt met name in 2035 en 2040 voor een zeer hoge extra opgave. Tabel 41 geeft de cijfers over de benodigde emissiereductie in kton en het emissiedoel als percentage.

Figuur 21 – Ontwikkeling van de emissies bij een exponentieel pad en het verschil met de raming, ofwel de hoeveelheid extra emissie die gerealiseerd moet worden om het exponentiele pad te halen



Tabel 41 – Emissies bij exponentiële afbouw van CO<sub>2</sub>-emissies (ton CO<sub>2</sub>-eq.)

	2023	2030	2035	2040	2045	2050
Verloop emissies bij exponentieel	713	510	191	71	27	0
Emissiereductie ten opzichte van 2017	25%	46%	80%	92%	97%	100%

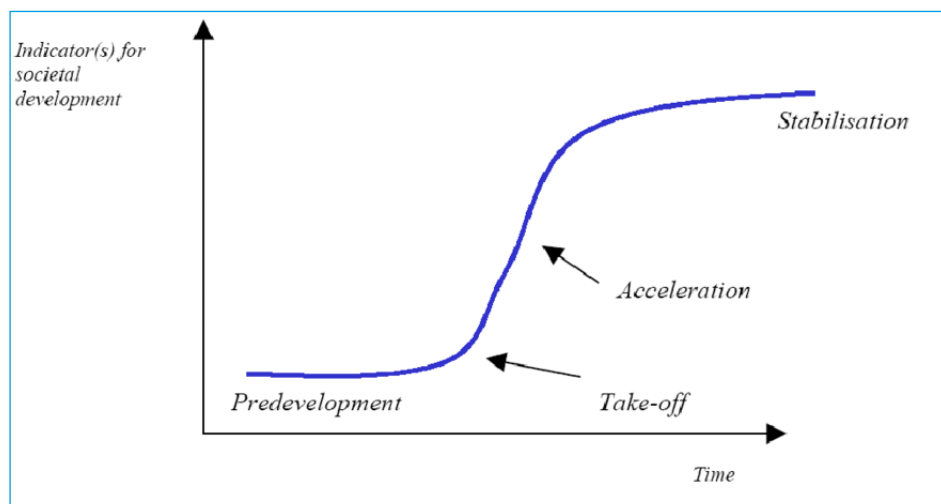
### 8.2.3 S-curve

De S-curve combineert aspecten van het lineaire en exponentiële pad. De S-curve wordt vaak gebruikt in transitie management om de fasen van maatschappelijke of technologische veranderingen te beschrijven. De curve laat zien hoe transitie verlopen: niet lineair of gelijkmatig, maar in een patroon van langzame start, versnelde verandering, en uiteindelijk stabilisatie.

De vier fasen van de S-curve (zoals weergegeven in Figuur 22) zijn:

- **Voorontwikkeling:** in deze fase zijn er wel ideeën en initiatieven, maar is er nog geen sprake van grootschalige verandering. Innovaties bevinden zich in de experimentele sfeer en er is beperkte maatschappelijke of politieke aandacht.
- **Doorbraak (take-off):** in deze fase worden innovaties opgeschaald en groeit maatschappelijke steun. Belangrijke (beleids)keuzes worden gemaakt en er ontstaan nieuwe normen.
- **Versnelling:** in deze fase wordt de nieuwe praktijk dominant. Investerings nemen toe en de impact op systemen en structuren worden zichtbaar.
- **Stabilisatie:** in deze fase komt de transitie tot rust. Nieuwe systemen, werkwijzen en gedragingen zijn normaal geworden.

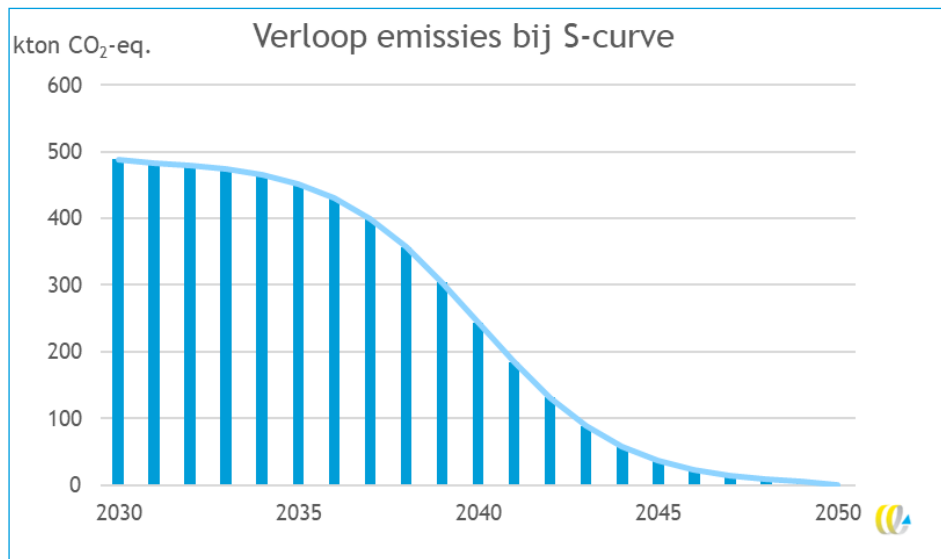
Figuur 22 – S-curve



Bron: [The S-curve metaphor for transitions.](#)

Het geleidelijk op gang komen weerspiegelt de fase waar de warmtetransitie en transporttransitie nu in zit. Maar op termijn kan versneld worden doordat het beleid op gang komt, door maatschappelijke omslagpunten, normveranderingen of technologische doorbraken. De curve vlt weer af richting 2050, bijvoorbeeld doordat de laatste stappen het moeilijkst zijn (bijvoorbeeld omdat het laaghangende fruit al geplukt is en de moeilijkst te verduurzamen sectoren overblijven). Figuur 23 laat de restemissies per jaar zien op basis van de S-curve.

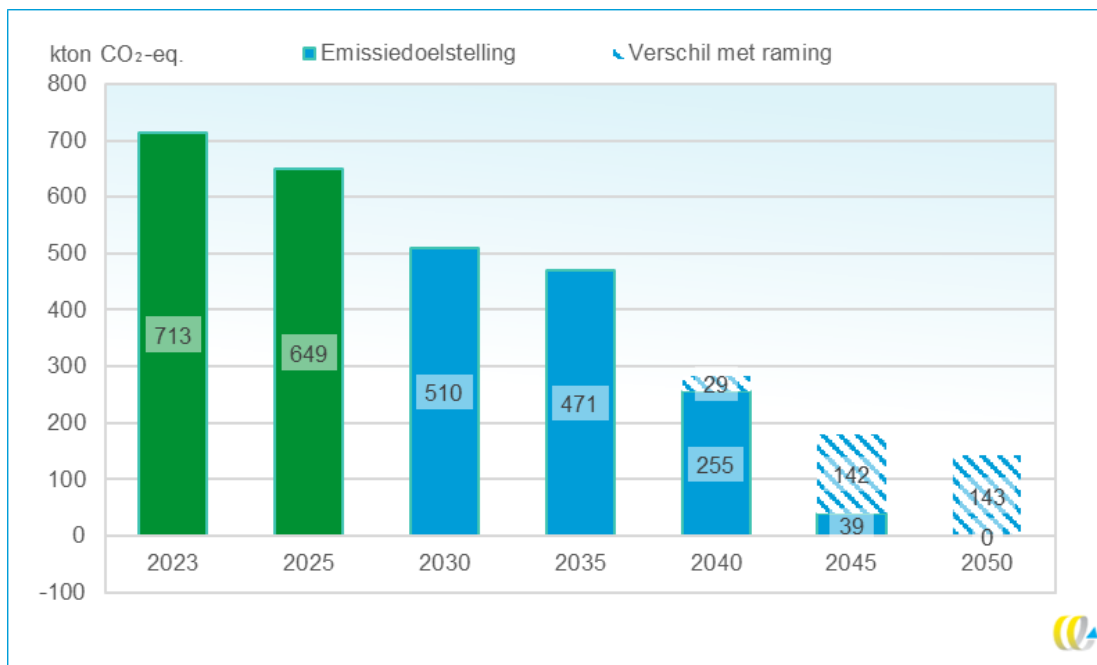
Figuur 23 – Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-emissies bij S-curve



Een voordeel van de S-curve is dat er op korte termijn minder druk is om CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren en dat er dus voldoende tijd genomen kan worden om bijvoorbeeld gebieds-energieplannen uit te werken. Het risico daarbij is dat er minder urgentie gevoeld wordt en dat de voorbereidingen om de emissiereductie in 2045/2050 te realiseren te laat gestart worden of te langzaam gaan. Bij doelstellingen op basis van de S-curve komt veel aan op de laatste paar jaar en het risico is dan groot dat het niet gehaald wordt. Het zou ook betekenen dat in veel energiegebieden in dezelfde periode aardgas wordt vervangen door een emissievrij alternatief. Dit kan knelpunten opleveren met betrekking tot beschikbare arbeidskrachten etc.

Figuur 24 laat zien hoeveel emissiereductie er over de tijd gehaald moet worden bij een S-curve.

Figuur 24 – Ontwikkeling van de emissies bij een S-curve en het verschil met de raming, ofwel de hoeveelheid extra emissie die gerealiseerd moet worden om het pad bij een S-curve te halen



Tabel 42 laat de mogelijke tussendoelen zijn bij een S-curve. De doelstelling in 2035 is zelfs 67 kton hoger dan de verwachte emissies in de raming. Daar blijkt uit dat de tussendoelen in de eerste jaren bij een S-curve te gemakkelijk gehaald kunnen worden en de latere doelen juist moeilijker gehaald worden.

Tabel 42 – Emissies bij afbouw van CO<sub>2</sub>-emissies volgens S-curve (ton CO<sub>2</sub>-eq.)

	2023	2030	2035	2040	2045	2050
Verloop emissies bij S-curve	713	510	471	255	39	0
Emissiereductie ten opzichte van 2017	25%	46%	50%	73%	96%	100%

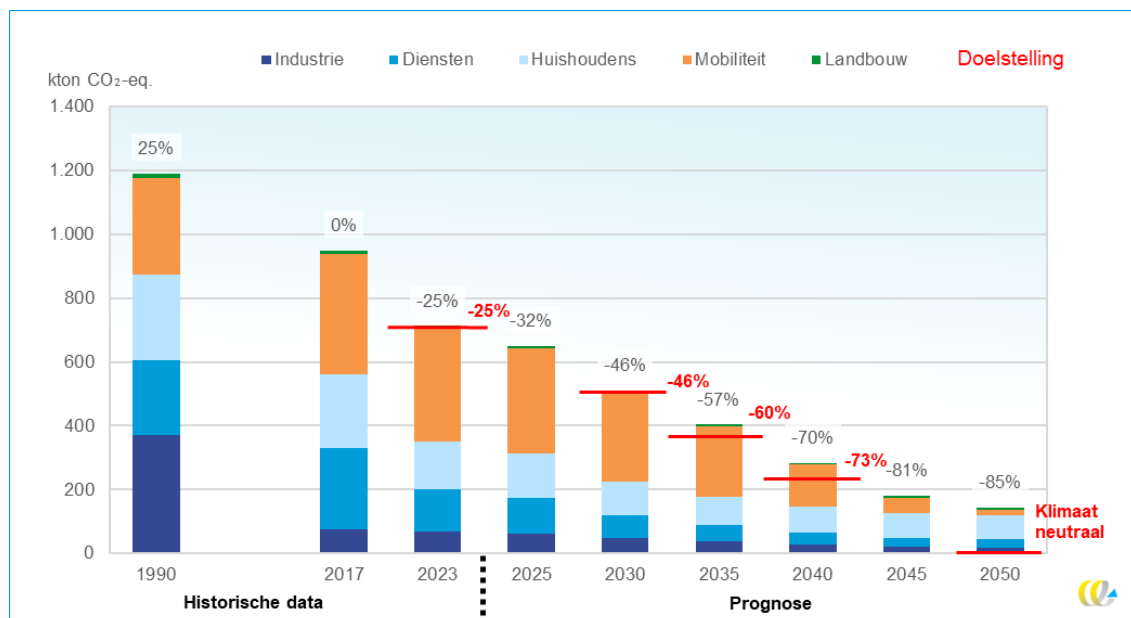
## 8.3 Advies tussendoelen

Op basis van de bevindingen in Paragraaf 8.2 adviseren wij om de tussendoelstellingen te baseren op een lineair pad en vast te stellen op 60% reductie in 2035 ten opzichte van 2017 en 73% emissiereductie in 2040 ten opzichte van 2017, om de volgende redenen:

- Dit sluit aan bij de trend in de emissieraming op basis van het tempo van nationaal beleid en autonome ontwikkelingen én het huidige gemeentelijk beleid.
- Hiermee wordt de opgave gespreid, met name in de gebouwde omgeving. Om de werklust voor de gemeente, de benodigde arbeidscapaciteit en de overlast voor bewoners te spreiden, is het ook wenselijk om de inspanningen in de energiegebieden te spreiden over de tijd.
- Met een lineair pad hoeft de gemeente geen emissiereductie naar voren te halen, die anders door landelijk beleid zou zijn gerealiseerd, zoals wel het geval is bij een exponentieel pad. Ook blijft er geen grote opgave over voor de laatste jaren, waardoor het risico dat het doel voor 2050 niet gehaald wordt, groot is, zoals wel het geval is bij een S-curve.
- Een lineair pad is goed uitlegbaar. Iedereen kan begrijpen hoe de doelen berekend zijn en waarom ze op dat niveau zitten.

Figuur 25 en Tabel 43 geven een overzicht van de geadviseerde tussendoelen.

Figuur 25 – Ontwikkeling broeikasgassen Arnhem volgens de raming met voorgestelde tussendoelen



Tabel 43 – Overzicht van geadviseerde tussendoelen

	2030	2035	2040	2050
Emissiereductiedoel ten opzichte van 2017 (%)	46%	60%	73%	100%
Resterende emissies (kton)	510 kton	382 kton	255 kton	0 kton

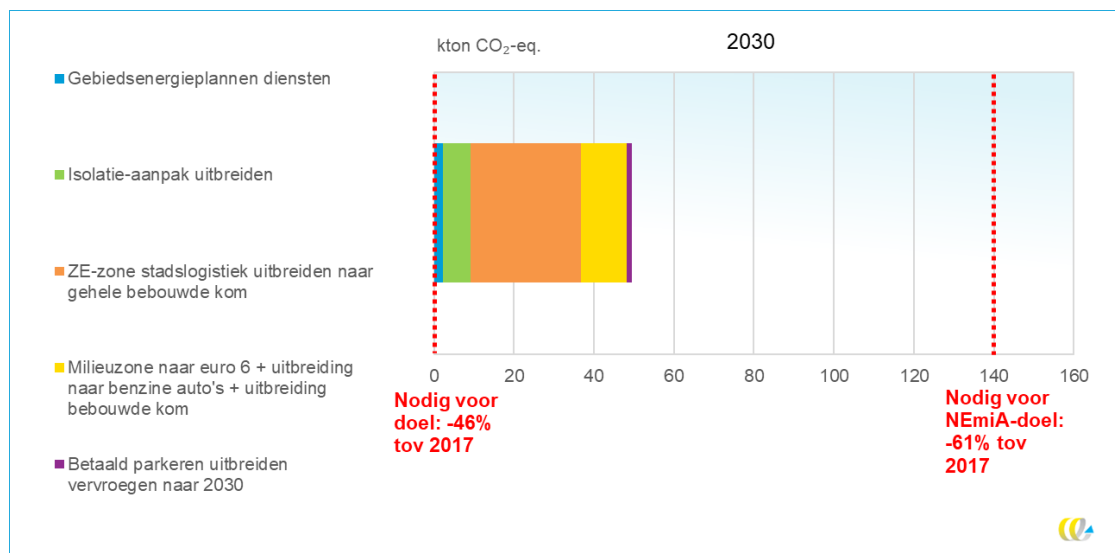
## 8.4 Mogelijkheden voor doelbereik 2030

Zoals beschreven in Paragraaf 8.1 is het doel van 61% reductie in 2030 ten opzichte van 2017 onhaalbaar en adviseren we om uit te gaan van de geraamde emissiereductie van 46% ten opzichte van 2017.

Daarmee zijn er geen aanvullende maatregelen nodig ten opzichte van het huidige beleid, dat al is meegenomen in de raming. In Hoofdstuk 7 hebben we wel een overzicht gegeven van mogelijke beleidsmaatregelen en daarbij ook laten zien wat het effect daarvan op de emissie van broeikasgassen in 2030 zou kunnen zijn.

Figuur 26 laat zien wat deze mogelijke beleidsmaatregelen zijn die de gemeente Arnhem nog voor 2030 zou kunnen nemen. Maar bij een doel van 46% ten opzichte van 2017 is dat dus niet nodig.

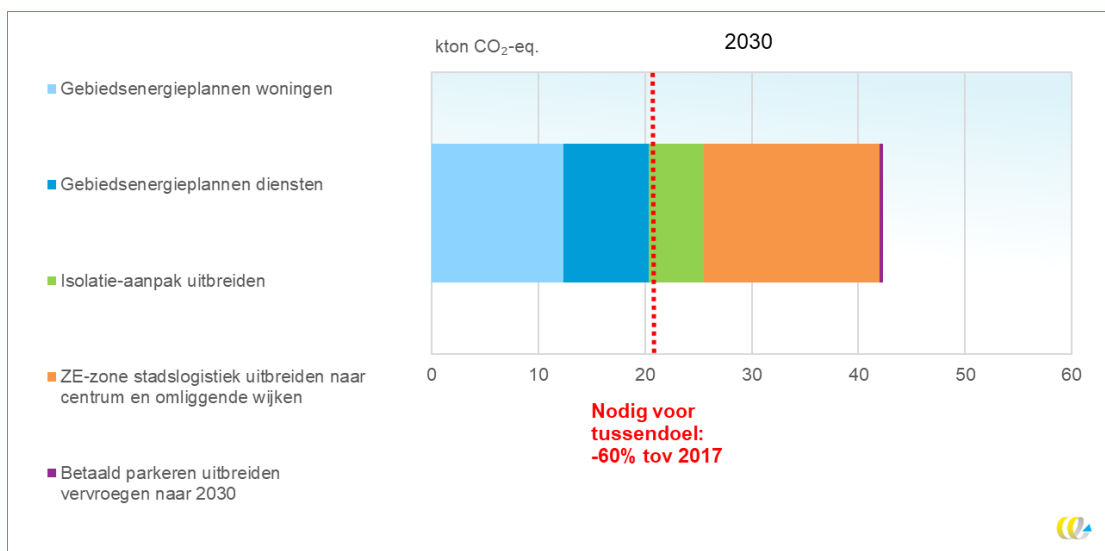
Figuur 26 – Mogelijke maatregelen voor de periode 2025-2030



## 8.5 Mogelijkheden voor doelbereik 2035

Figuur 27 laat de mogelijkheden zien voor emissiereductie in de periode 2030-2035, met de beleidsmaatregelen die zijn beschreven in Hoofdstuk 7. Het tussendoel voor 2035 van 60% reductie ten opzichte van 2017 kan gehaald worden door een lineair tempo te volgen voor het aardgasvrij maken van woningen en diensten. Daarnaast kan uitbreiden van de isolatieaanpak effect hebben en zijn er mogelijkheden in de mobiliteitssector.

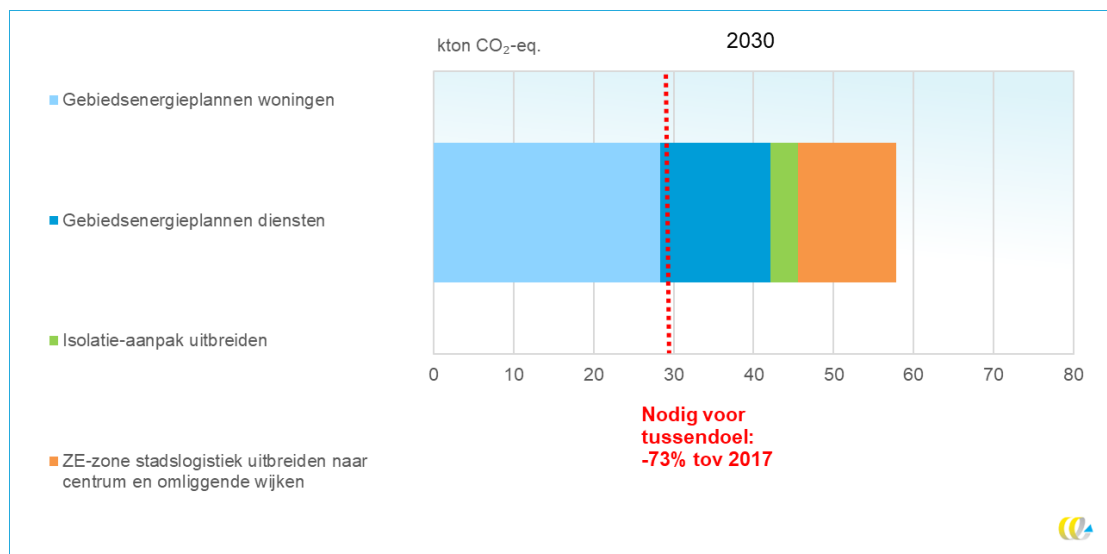
Figuur 27 – Mogelijke maatregelen voor de periode 2030-2035 in relatie tot het voorgestelde tussendoel voor 2035. Maatregelen in dezelfde kleur zijn verschillende varianten van een maatregel en kunnen niet gelijktijdig uitgevoerd worden.



## 8.6 Mogelijkheden voor doelbereik 2040

Figuur 28 laat zien dat het tussendoel voor 2040 van 73% reductie ten opzichte van 2017 gehaald kan worden door een lineair tempo te volgen voor het aardgasvrij maken van woningen en diensten. Daarnaast zijn er nog andere mogelijke beleidsmaatregelen.

Figuur 28 – Mogelijke maatregelen voor de periode 2035-2040 in relatie tot het voorgestelde tussendoel voor 2035. Maatregelen in dezelfde kleur zijn verschillende varianten van een maatregel en kunnen niet gelijktijdig uitgevoerd worden.



# Literatuur

- ABF Research. (lopend). *Primos prognose - Gemeenten*.  
[www.primos.abfresearch.nl/jive?workspace\\_guid=e16fad60-df73-4097-b1bc-94b1798287f4](http://www.primos.abfresearch.nl/jive?workspace_guid=e16fad60-df73-4097-b1bc-94b1798287f4)
- Arcadis. (2023). *Actualisatie investeringskosten energiebesparende maatregelen bestaande woningbouw 2023*.
- Arcadis. (2024). *Evaluatie Subsidieregeling Elektrische Personenauto's Particulieren*.
- CBS. (2024). *Energie- en emissiefactoren elektriciteit, update 2024*. [www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2025/49/energie-en-emissiefactoren-elektriciteit-update-2024](http://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2025/49/energie-en-emissiefactoren-elektriciteit-update-2024)
- CE Delft. (lopend). *CEREM (CE – Regionale Effectenberekening Mobiliteit)*.  
[www.ce.nl/method/cerem/](http://www.ce.nl/method/cerem/)
- CE Delft, KplusV & Witteveen+Bos. (2023). *Beleidsvaluatie Mia\Vamil 2017-2021, bezien vanuit 2011-2021*.
- Gemeente Arnhem. (2019). *New energy made in Arnhem, Programma 2020-2030*.
- Gemeente Arnhem. (2025a). *Klimaatplan gemeente Arnhem*.  
[www.arnhem.nl/alle-onderwerpen/duurzame-energie/klimaatplan-gemeente-arnhem/](http://www.arnhem.nl/alle-onderwerpen/duurzame-energie/klimaatplan-gemeente-arnhem/)
- Gemeente Arnhem. (2025b). *Milieuzone verkeer*.  
[www.arnhem.maps.arcgis.com/apps/instant/sidebar/index.html?appid=f4611a06003f4f478b4521f284536f16](http://www.arnhem.maps.arcgis.com/apps/instant/sidebar/index.html?appid=f4611a06003f4f478b4521f284536f16)
- Gemeente Arnhem. (2025c). *Subsidie Eigen Woning Aanpak*.  
[www.arnhem.nl/product/subsidie-eigen-woning-aanpak-sewa/](http://www.arnhem.nl/product/subsidie-eigen-woning-aanpak-sewa/)
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report*.
- Merosch. (2020). *Isolatiepakketten ten behoeve van het CEGOIA-model*.
- Milieu Centraal. (2022). *Meer zonnestroom zelf verbruiken*.  
[www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zonnepanelen/meer-zonnestroom-zelf-verbruiken/#:~:text=Van%20de%20zonnestroom%20die%20jouw,verbruik%20piekt%20op%20andere%20momenten.](http://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zonnepanelen/meer-zonnestroom-zelf-verbruiken/#:~:text=Van%20de%20zonnestroom%20die%20jouw,verbruik%20piekt%20op%20andere%20momenten.)
- Ministerie van EZK. (2020). *Memorie van toelichting: Wet collectieve warmtevoorziening internetconsultatie*.
- Ministerie van KGG. (2020). *Wet houdende regels omtrent productie, transport en levering van warmte (Wet collectieve warmtevoorziening): Voorstel van Wet, internetconsultatie*.  
[www.open.overheid.nl/documenten/7d7cab9b-47e6-459e-9795-9b06aa16aa12/file](http://www.open.overheid.nl/documenten/7d7cab9b-47e6-459e-9795-9b06aa16aa12/file)
- PBL. (2022a). *Herziening weerscorrectie voor ruimteverwarming*.
- PBL. (2022b). *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022*.
- PBL. (2023). *Referentieverbruik warmte woningen*.
- PBL. (2024). *Klimaat- en Energieverkenning 2024*.
- PBL. (2025). *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten - Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024 en de Emis sieramingen Luchtverontreinigende Stoffen 2025*.
- SEO. (2023). *Evaluatie energie-investeringsaftrek periode 2017-2021*.
- TNO. (2021). *Evaluatie van de Subsidieregeling energiebesparing eigen huis 2016-2020*.
- TNO. (2024). *TNO Kennisinbreng Mobiliteit voor Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2024*.
- WarmteTransitieMakers. (2024). *BegrotingsTool Uitvoeringsorganisatie*.  
[www.warmtetransitiemakers.nl/diensten/tools-en-trainingen/begrotingstool-uitvoeringsorganisaties/](http://www.warmtetransitiemakers.nl/diensten/tools-en-trainingen/begrotingstool-uitvoeringsorganisaties/)