

# Lerende Evaluatie Klimaatbeleid

Achtergrondanalyses Berenschot

25-05-2023

# Introductie en leeswijzer

## Introductie

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is vanuit diverse ministeries gevraagd om een 'lerende' evaluatie van het klimaatbeleid voor te bereiden. Deze voorbereiding bestaat uit het uitwerken van de scope van een dergelijke evaluatie in een scoping-notitie en het ontwerpen van een evaluatiekader. Het PBL is op dit verzoek ingegaan en werkt op dit moment aan beide stukken. Gedurende dit onderzoek komen er diverse vragen over het klimaat- en energiebeleid (K&E-beleid) op die van invloed zijn op bijvoorbeeld de scope. Dergelijke vragen worden verzameld en doorgestuurd aan Berenschot. Aan Berenschot wordt gevraagd om duiding en context te geven aan de vraag. Waar mogelijk kunnen er knelpunten of oplossingsrichtingen benoemd worden.

Deze vragen zijn op verschillende manieren opgepakt. Wij maken onderscheid in quickscans, verdiepende analyses en een gehele sectoranalyse.

**1) Een quickscan** is een korte analyse waarin wij binnen een kort tijdsbestek duiding geven aan verschillende typen vraagstukken. De quickscans zijn voornamelijk gebaseerd op desk research en zijn daarom ook niet uitputtend.

**2) Een verdiepende analyse** vraagt een grotere tijdsinvestering waarin wij niet alleen gebruik maken van desk research, maar ook van interviews. Het is belangrijk om te benoemen dat Berenschot gevraagd is duiding te geven aan een vraagstuk. Wij zijn niet gevraagd om oplossingen aan te dragen, maar juist onderliggende factoren van het probleem boven te brengen.

**3) Een sectoranalyse** is de grootste analyse. Hier nemen we een gehele sector onder de loep waar we kijken naar de beleidsprogramma's binnen verschillende sectoren gebouwde omgeving, industrie, mobiliteit en landbouw & landgebruik. Waar mogelijk benoemen we ook hier de knelpunten en oplossingsrichtingen.

## Leeswijzer

De rapportage is, logischerwijs, opgedeeld in drie deelrapportages: 1) De quickscans, 2) de verdiepende analyse en 3) de sectoranalyses. Elke deelrapportage heeft een eigen introductie, inhoudsopgave en uitleg van de gehanteerde methodiek. De inhoudsopgave van de gehele rapportage is weergegeven op de volgende slide.

# Inhoudsopgave

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | Quickscans                                  | 03  |
|    | Heavy-duty laadinfrastructuur               | 06  |
|    | Randvoorwaarden voor een systeemverandering | 16  |
|    | Aardgasvrije wijken                         | 27  |
|    | Netcongestie op lokaal niveau               | 37  |
| 2. | Verdiepende analyse                         | 47  |
|    | Warmtenetten                                | 47  |
| 3. | Sectoranalyses                              | 90  |
|    | Gebouwde omgeving                           | 96  |
|    | Industrie                                   | 143 |
|    | Mobiliteit                                  | 177 |
|    | Landbouw en landgebruik                     | 206 |





# 1. Quicksans

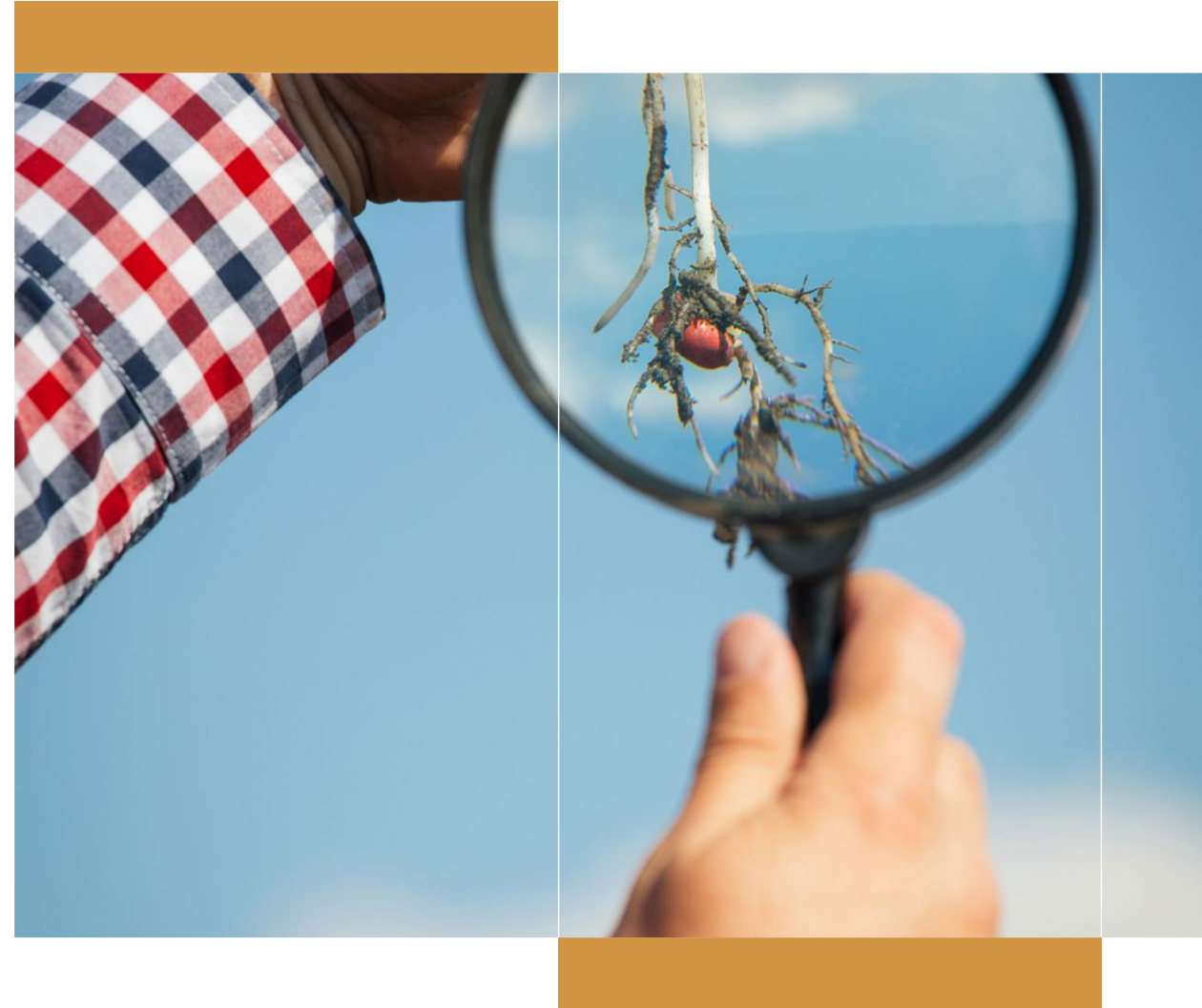


# Met een snelle blik duiding geven aan een probleem of vraagstuk

In dit hoofdstuk is de rapportage van de quickscans weergegeven. In een quickscan proberen wij in korte tijd zoveel mogelijk duiding te geven aan een vraagstuk. Wij dragen dus geen oplossingen aan voor het probleem. Hiervoor doen wij een web search. Daarnaast is het belangrijk te vermelden dat de resultaten van een quickscan niet uitputtend zijn.

In de rapportage van verschillende quickscans houden wij zoveel mogelijk dezelfde structuur aan. Wanneer deze structuur niet wordt aangehouden zal dit vermeld worden. Deze structuur ziet er als volgt uit:

- Aanleiding
- Stakeholders
- Analyse
- Conclusie of mogelijke oplossingsrichtingen



# Inhoudsopgave

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | Quickscans                                  | 03  |
|    | Heavy-duty laadinfrastructuur               | 06  |
|    | Randvoorwaarden voor een systeemverandering | 16  |
|    | Aardgasvrije wijken                         | 27  |
|    | Netcongestie op lokaal niveau               | 37  |
| 2. | Verdiepende analyse                         | 47  |
|    | Warmtenetten                                | 47  |
| 3. | Sectoranalyses                              | 90  |
|    | Gebouwde omgeving                           | 96  |
|    | Industrie                                   | 143 |
|    | Mobiliteit                                  | 177 |
|    | Landbouw & landgebruik                      | 206 |







# 1.1 Heavy-duty laadinfrastructuur



# Onderzoeksvraag

*“Wat zijn belangrijke factoren en knelpunten die een rol spelen bij het realiseren van heavy-duty laadinfrastructuur in de gebouwde omgeving?”*

# Hoe gaan we deze vraag beantwoorden?

## 1 Aanleiding

- Een korte inleiding over heavy-duty laadinfrastructuur

## 2 Stakeholders

- Overzicht van organisaties die betrokken zijn bij dit vraagstuk
- Actoren die betrokken zijn op lokaal niveau

## 3 Analyse

- Impact netcongestie
- Zes knelpunten die we in de praktijk zien

## 4 Conclusie

- Overzicht gebruik bronnen

# Wat wordt er bedoeld met heavy-duty laadinfrastructuur?

## Ook de logistieke sector wil verduurzamen

De logistieke sector werkt al enige tijd toe naar zero emissie. De basis hiervoor zijn de doelen die in het klimaatakkoord zijn gesteld. Om de doelen te behalen, voeren zo'n 30 tot 40 gemeenten in Nederland zero emissiezones in, waar je in 2030 niet meer in mag met je dieselveertuig. Reden genoeg voor veel ondernemers om nu vast hun dieselveertuigen te vervangen door elektrische bestelauto's en trucks (heavy-duty voertuigen). Naar schatting zijn er in 2030 zo'n 115.000 bestelauto's en meer dan 10.000 elektrische trucks nodig om te kunnen voldoen aan de behoeften van de logistieke sector. Voor deze elektrische (heavy-duty) voertuigen is een uitgebreide laadinfrastructuur nodig.

Voor ondernemers die goederen in de stad moeten brengen of ophalen is de uitdaging niet alleen om de stap te maken naar zero-emissie voertuigen, maar ook om met zo min mogelijk bestelwagens en vrachtwagens de zero-emissie zone in te gaan. Lopen, fietsen en openbaar vervoer krijgen voorrang bij de groeiende behoefte aan stedelijke mobiliteit.

Bij stadslogistiek gaat het om de bevoorrading van winkels, kantoren en bouwplaatsen, de levering van pakjes aan consumenten en bedrijven, bestelwagens van servicebedrijven, verhuisbedrijven, maar ook om de lokale winkel, cateraar en bloemist die aan hun klanten bezorgen. Om dit te bewerkstelligen zal er heavy-duty laadinfrastructuur in de gebouwde omgeving aangelegd moeten worden.

## Belangrijke opmerking:

**In deze quickscan hebben wij weinig tot niets gevonden over de pooling van budgetten en de verantwoordelijkheden tussen deze twee klimaattafels 'Mobiliteit' en 'Gebouwde omgeving'.**



# Het 'laadinfrastructuur'-vraagstuk verbindt meerdere organisaties op landelijk en regionaal niveau

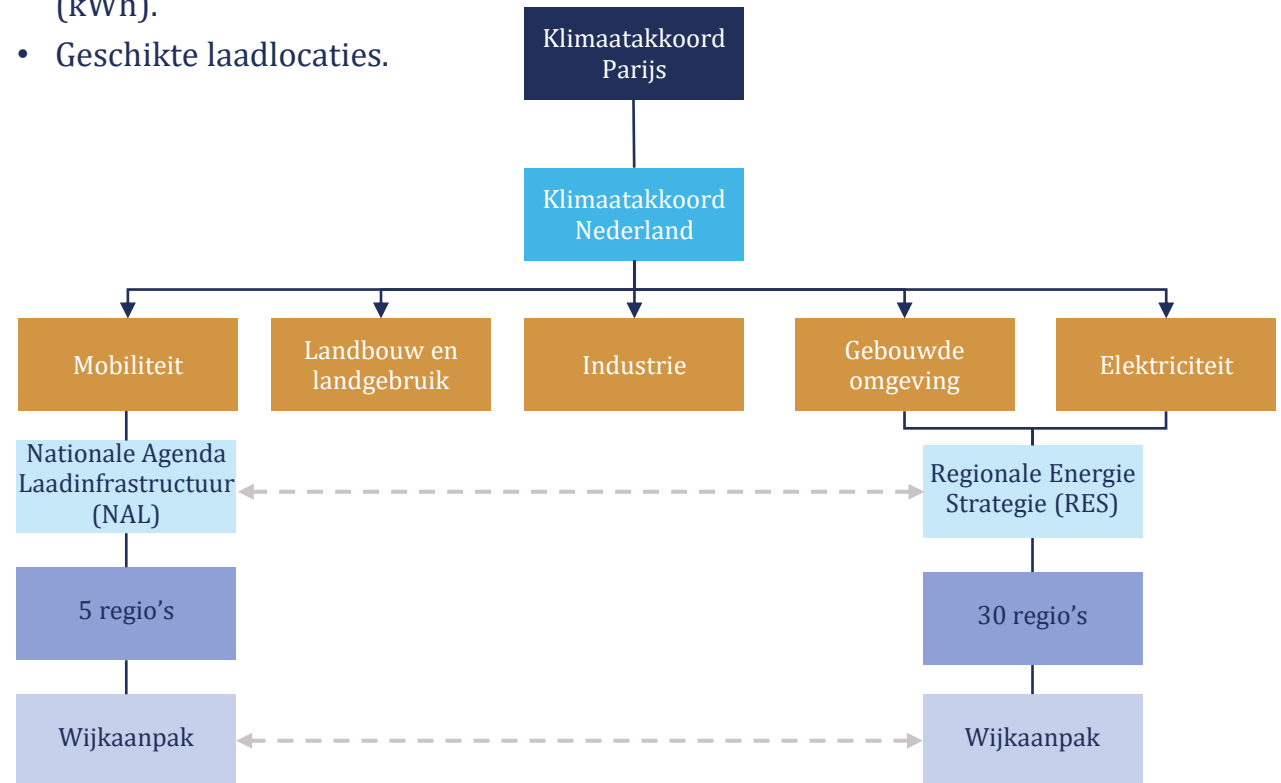
Drie verschillende klimaattafels komen samen bij dit vraagstuk

De klimaattafels 'Mobiliteit', 'Gebouwde omgeving' en 'Elektriciteit' richten zich op het vraagstuk rondom de heavy-duty laadinfrastructuur. Onder deze klimaattafels zijn twee organisaties van groot belang; de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) en de Regionale Energie Strategie (RES).

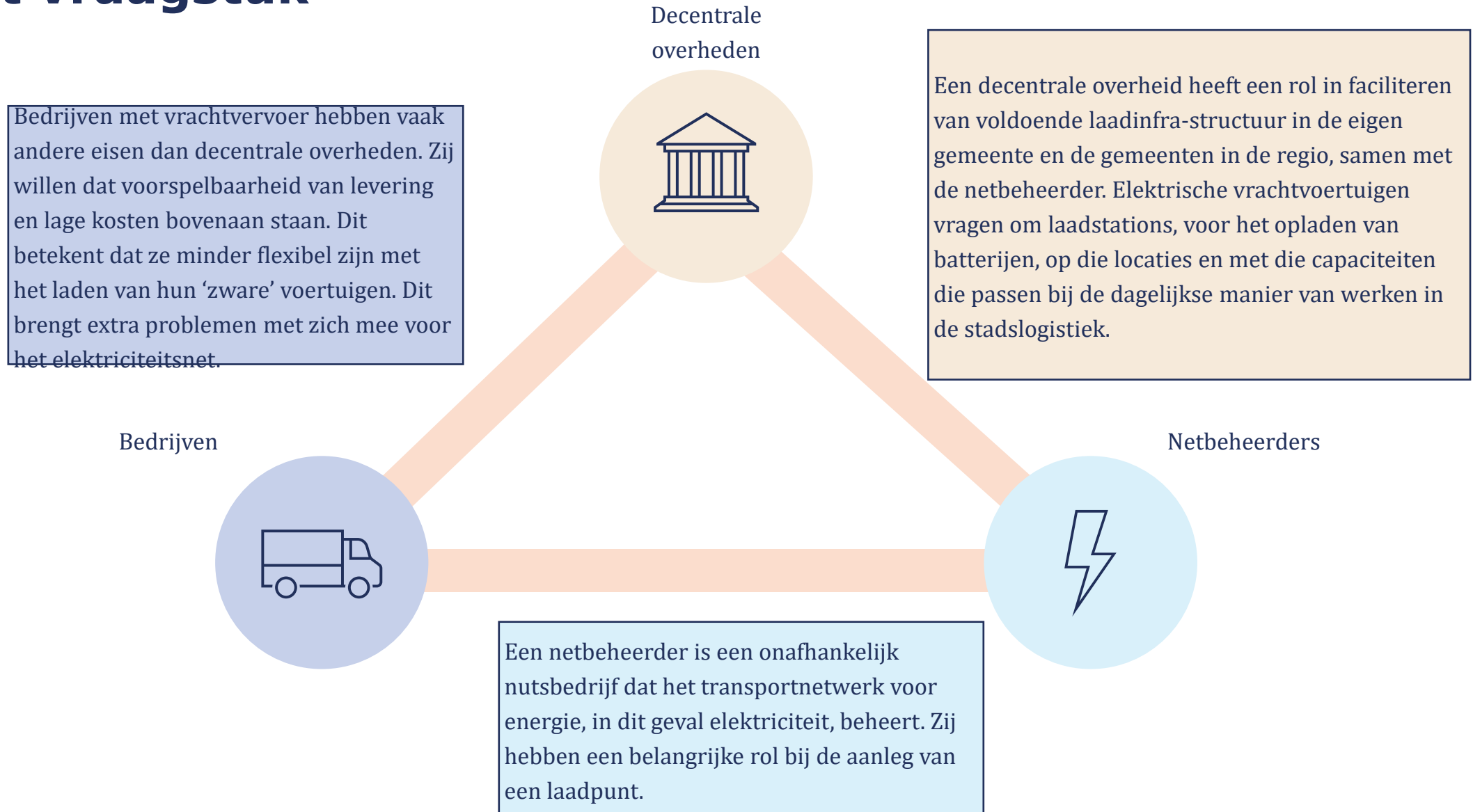
Regionale mobiliteitsplannen en regionale samenwerkingen

De NAL wordt voor provincies en gemeenten uitgewerkt in regionale mobiliteitsplannen. Daarin worden de lokale behoeften voor laadinfrastructuur opgenomen. De regio's zetten zich in ieder geval in om te komen tot een visie en beleid, een contract met een laadpaalexploitant en de uitrol van laadinfrastructuur. Iedere Nederlandse gemeente stelt een integrale visie vast op de ontwikkeling van laadinfrastructuur. De visie is bij voorkeur in regionaal verband opgesteld en besteedt aandacht aan o.a.:

- Alle vormen van laadinfrastructuur, voor alle typen elektrische voertuigen (personenauto's, bussen, vrachtwagens).
- Alle vormen van laden: publiek, semi-publiek, laden op privéterrein en snelladen
- De te verwachten laadbehoefte, uitgedrukt in laadpunten en kilowatturen (kWh).
- Geschikte laadlocaties.



# Drie type actoren hebben verschillende belangen binnen dit vraagstuk



# Congestie maakt heavy-duty laadinfrastructuur in de gebouwde omgeving een complexe opgave

## Elektrisch rijden met vrachtwagens en bestelbussen in de gebouwde omgeving is mogelijk

In principe is het elektrisch rijden met vrachtwagens en bestelbussen mogelijk. Voor bestelwagens zijn de kosten voor dagelijks gebruik van een elektrisch voertuig inmiddels vergelijkbaar met die van een diesel bestelwagen (mede door de Subsidieregeling Emissieloze Bedrijfsauto's (SEBA)). Elektrische bestelwagens zijn duurder in aanschaf, maar hebben lagere operationele kosten en onderhoudskosten. De kosten nemen naar verwachting nog af tot 2030. Bovendien blijkt uit ritgegevens dat voor ongeveer 90% van de ritten de actieradius en het laadvermogen geen probleem zijn.<sup>1</sup>

## Netcongestie maakt de realisatie van laadinfrastructuur voor vrachtwagens en bestelbussen wel complex

Het laden van zware voertuigen vereist een hoog vermogen van het elektriciteitsnet. Het laden van een elektrische vrachtauto of bestelbus vraagt veel meer piekvermogen dan het huidige vermogen van het laden van een auto of apparaten in huis. Als er niet slim geladen wordt, is er een forse uitbreiding van het elektriciteitsnet nodig. In de gebouwde omgeving is het elektriciteitsnet vaak al vol, doordat er veel gebruikers zijn op een kleine oppervlakte.

Voor het aanleggen van heavy-duty laad infrastructuur is dan vaak een nieuwe en grote aansluiting nodig. Als er een nieuwe aansluiting neergelegd moet worden om bijvoorbeeld laadpalen aan te leggen, moet hiervoor betaald worden aan de netbeheerder. Hoe groter de aansluiting des te hoger de kosten.

De verhoging van de capaciteit kan een flinke doorlooptijd en kosten met zich meebrengen. Als er netcapaciteit beschikbaar is in een gebied, duurt het realiseren van een nieuwe aansluiting vanaf het moment van aanvragen ongeveer een half jaar. Als er echter te weinig netwerkcapaciteit beschikbaar is, moet de netbeheerder het netwerk uitbreiden oftewel verzwaren. Op het middenspanningsnet en hoogspanningsnet kan het soms wel 7 jaar duren voordat het net is verzwaard.

## Er zijn mitigerende maatregelen om toch te kunnen laden bij beperkte netcapaciteit

Een netverzwaring kan dus veel tijd kosten. Toch kan er met de juiste mitigerende maatregelen wel overgestapt worden op elektrische voertuigen. Maatregelen zijn bijvoorbeeld het plaatsen van batterijen, slimme laad-strategieën en collectieve laadpleinen.<sup>2</sup>

1) Laden voor logistiek bij beperkte netcapaciteit. Mitigerende maatregelen voor bestelauto's en vrachtwagens (NAL & CE Delft, 2022).

2) Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek (CE Delft, 2019)



# Zes belangrijke knelpunten in de praktijk

## Op welke locaties laden ondernemers precies?

Op dit moment weten we niet precies waar ondernemers allemaal laden. Het is van belang om te weten of het stroomnetwerk de vraag aankan of dat er plekken zijn waar overbelasting ontstaat. Netbeheerders, gemeenten en bedrijven moeten met elkaar het gesprek aan gaan en zorgen dat de laadinfrastructuur voldoet aan de vraag van de logistieke bedrijven.

## Veel gemeenteambtenaren missen kennis van logistiek

Gemeentes zijn verantwoordelijk voor het beleid op het gebied van laadinfrastructuur binnen steden. Tegelijkertijd zijn er veel ambtenaren die beperkte logistieke kennis hebben, terwijl het realiseren van laadinfrastructuur op bedrijventerreinen een andere tak van sport is

## Transporteurs zitten vaak nog met vragen over de techniek

Vragen en onzekerheid zorgt ervoor dat transporteurs in sommige gevallen nog niet willen overstappen op elektrisch vervoer of simpelweg nog niet helemaal weten hoe ze het aan moeten pakken. Veel voorkomende vragen zijn: "wat zijn de kosten voor laadinfra, welk vermogen heb ik nodig, welke standaarden moet ik hebben?"

## Basisnetwerk voor elektrische trucks is nog niet ingericht

Elektrische trucks zijn nu te groot om te laden bij de reguliere snellaadstations langs de snelweg. Dit komt door de grootte van hun draaicirkel, de benodigde doorrijhoogte of fundering ter plaatse. Het tussentijds kunnen bijladen (laadgarantie) is een noodzakelijke voorwaarde voor veel bedrijven om over te stappen op elektrische trucks.

## Bestuurlijke knelpunten



**Nog weinig over gevonden**

## Realisatie knelpunten



**Nog weinig over gevonden**

# De volgende rapporten kunnen een basis leggen voor een verdiepende analyse

Gedurende de quickscan zijn er verschillende relevante rapporten uitgekomen, die raken aan de probleemstelling in dit onderzoek. In het onderstaande noemen we enkele rapporten die aan de start kunnen staan voor een verdiepende analyse:

- Duiding van het AFIR-voorstel op de benodigde opbouw van tank- en laadinfrastructuur in Nederland (TNO, 2021).
- Laden voor logistiek bij beperkte netcapaciteit. Mitigerende maatregelen voor bestelauto's en vrachtwagens (NAL & CE Delft, 2022).
- Roadmap logistieke laadinfrastructuur (NAL, 2021).
- Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek (CE Delft, 2019).
- Laadprognoses voor bedrijventerreinen (NAL, 2022?):

<https://storymaps.arcgis.com/stories/e10241d4555445e586f2e5f8c814d456>







# 1.2 Randvoorwaarden voor een systeemverandering

# Onderzoeksvraag

*“Wat zijn de randvoorwaarden voor een systeemverandering en waarom zijn deze randvoorwaarden belangrijk? Een voorbeeldcasus: Zon-PV”*



# Onze visie op uw vraag

In de uitvraag aan Berenschot zijn er al verschillende randvoorwaarden voor een systeemverandering genoemd:

- Politieke urgentie
- Middelen (financieel (subsidies), wet- en regelgeving)
- Capaciteit (bijv. op de arbeidsmarkt)
- Infrastructuur
- Grondstoffen/Materiaalvraag

In deze kleine quickscan willen we inzichtelijk maken hoe de energietransitie vertraagd kan worden wanneer een of meerdere randvoorwaarden niet op orde zijn. Hiervoor gebruiken we een voorbeeldcasus: 'Zon-PV in Nederland'.

## Leeswijzer

**Let op:** Deze quickscan is anders opgebouwd dan de andere quickscans in de rapportage. In dit hoofdstuk gaan we eerst in op hoe de verschillende randvoorwaarden invloed hebben op elkaar binnen het Zon-PV systeem. Vervolgens gaan we per randvoorwaarde (1 per slide) kort in op de huidige situatie in Nederland. Het doel is om te laten zien dat de randvoorwaarden niet op orde zijn en de doelstellingen dus niet passen bij de huidige situatie.



# De verschillende randvoorwaarden voor een systeemverandering zijn niet los van elkaar te zien

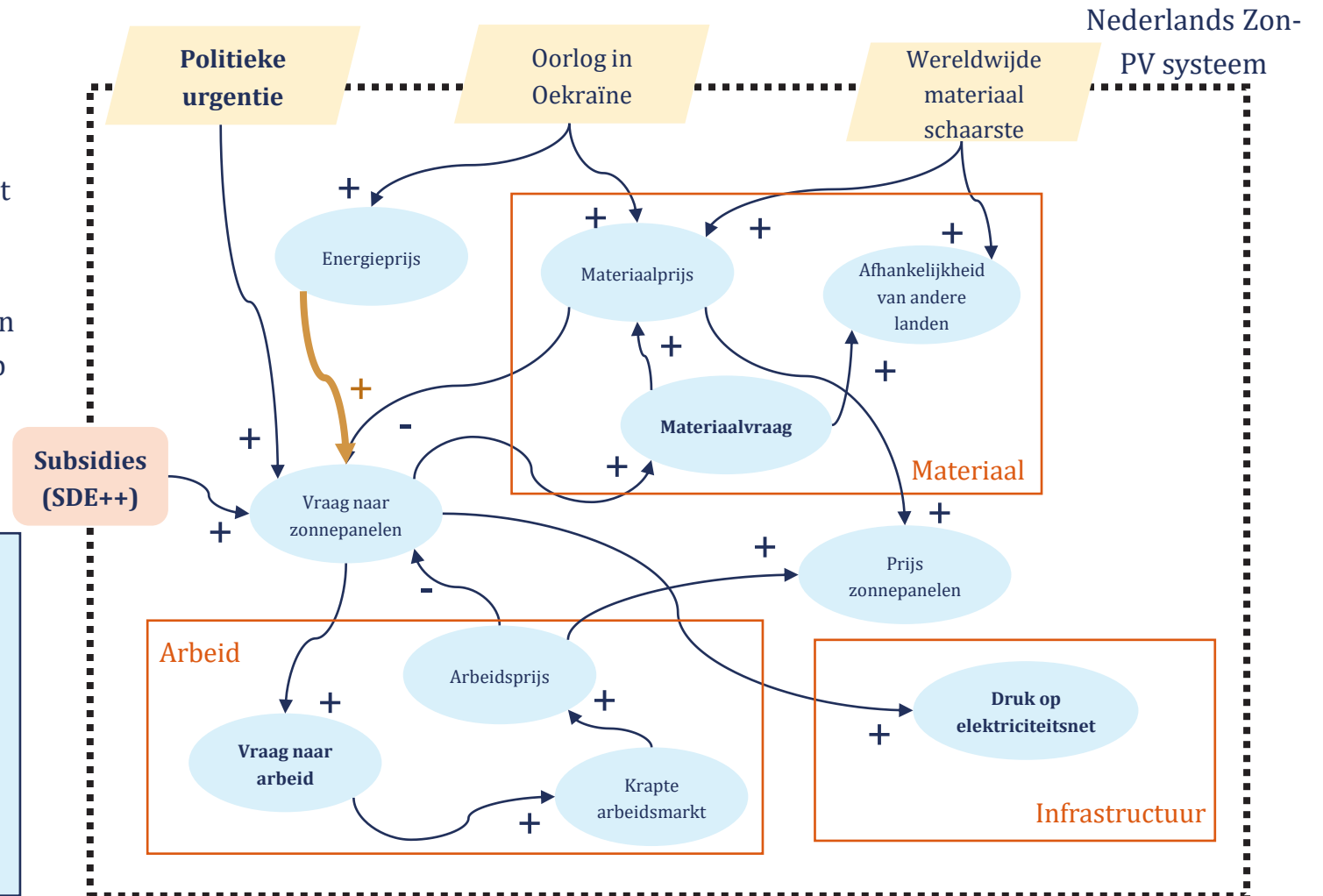
Een systeemdiagram biedt inzicht in de connectiviteit van de randvoorwaarden

In de vorige slide zijn er enkele randvoorwaarden van een systeemverandering geschetst. Hoe de randvoorwaarden invloed op elkaar hebben, is geïllustreerd in een systeemdiagram aan de rechterkant van deze slide. Het systeemdiagram laat zien dat een beleidsinstrument invloed uit kan oefenen dan alleen het doel van dat beleidsinstrument. Ter illustratie kijken we naar het blokje SDE++. Dit werkt niet alleen door op de vraag naar zonnepanelen maar ook door op de arbeidsmarkt, de materiaalvraag en de druk op het elektriciteitsnet.

## Systeemdiagram

In dit systeemdiagram worden veronderstelde causale verbanden weergegeven. Een causaal verband wordt weergegeven door een pijl. Het teken ('+' of '-') geeft de richting aan van het causale verband.

- Voorbeeld causaal verband: Energieprijs → (+) Vraag naar zonnepanelen.
- Uitleg: Hoe hoger de energieprijs, des te hoger de vraag naar zonnepanelen.

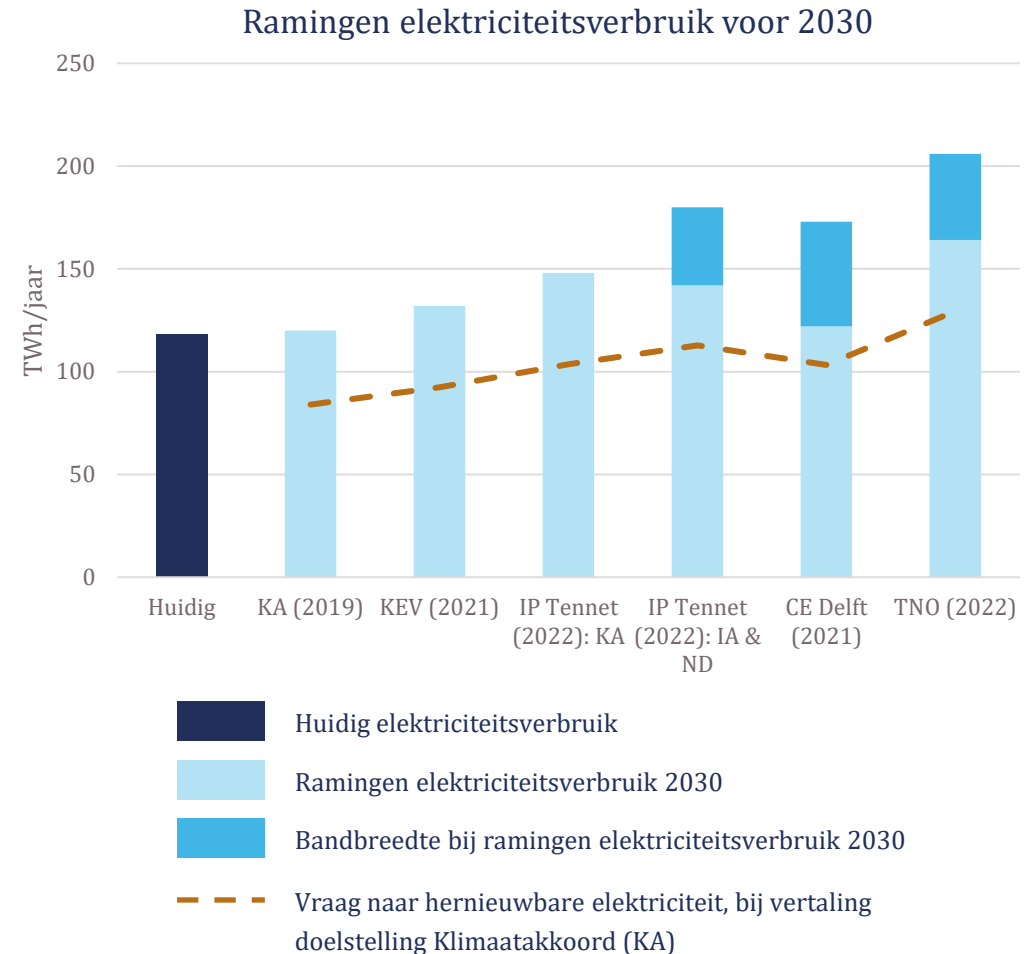


## QUICKSCAN: RANDVOORWAARDEN SYSTEEMVERANDERING

# Nederland heeft mogelijk ~1,5 keer zoveel elektriciteit nodig dan voorzien in klimaatbeleid. Zon-PV is essentieel om aan deze elektriciteitsvraag te voldoen\*

## De doelstellingen passen niet bij het verwachte elektriciteitsverbruik in de komende jaren

- Het Klimaatakkoord ging uit van 120 TWh in 2030; recentere studies verwachten een vraag van tussen de 164 en 206, wat betekent dat er nog 2-5 keer meer duurzame opwekcapaciteit nodig is dan we vandaag hebben.
- In alle scenariostudies is de rol van zon-PV groot: In de Tennet-studie is tussen de 30 tot 46 GW nodig (ten opzichte van 16 GW capaciteit in 2021).
- In de Regionale Energie Strategieën (RES) is een ambitie neergelegd voor de ruimte van 26 TWh hernieuwbare opwek uit Zon-PV en vervult daarmee een sleutelrol in het behalen van de RES ambities.
- Zon-PV is flexibel toepasbaar en kan in relatief korte tijd veel capaciteit leveren om bij te dragen aan het behalen van deze doelstelling.
- Om de ambities te halen, zijn zowel zon op land als zon op dak nodig, zoals minister Jetten ook benadrukt in de zonnebrief.
- Tegelijkertijd resulteert extra zon-PV in dalende elektriciteitsprijzen en verminderde afhankelijkheid van buitenlandse energie.



Toelichting op afkortingen in figuur: KA = Klimaatakkoord, IP = Investeringsplannen, IA = Internationale Ambities & ND = Nationale Drijfveren

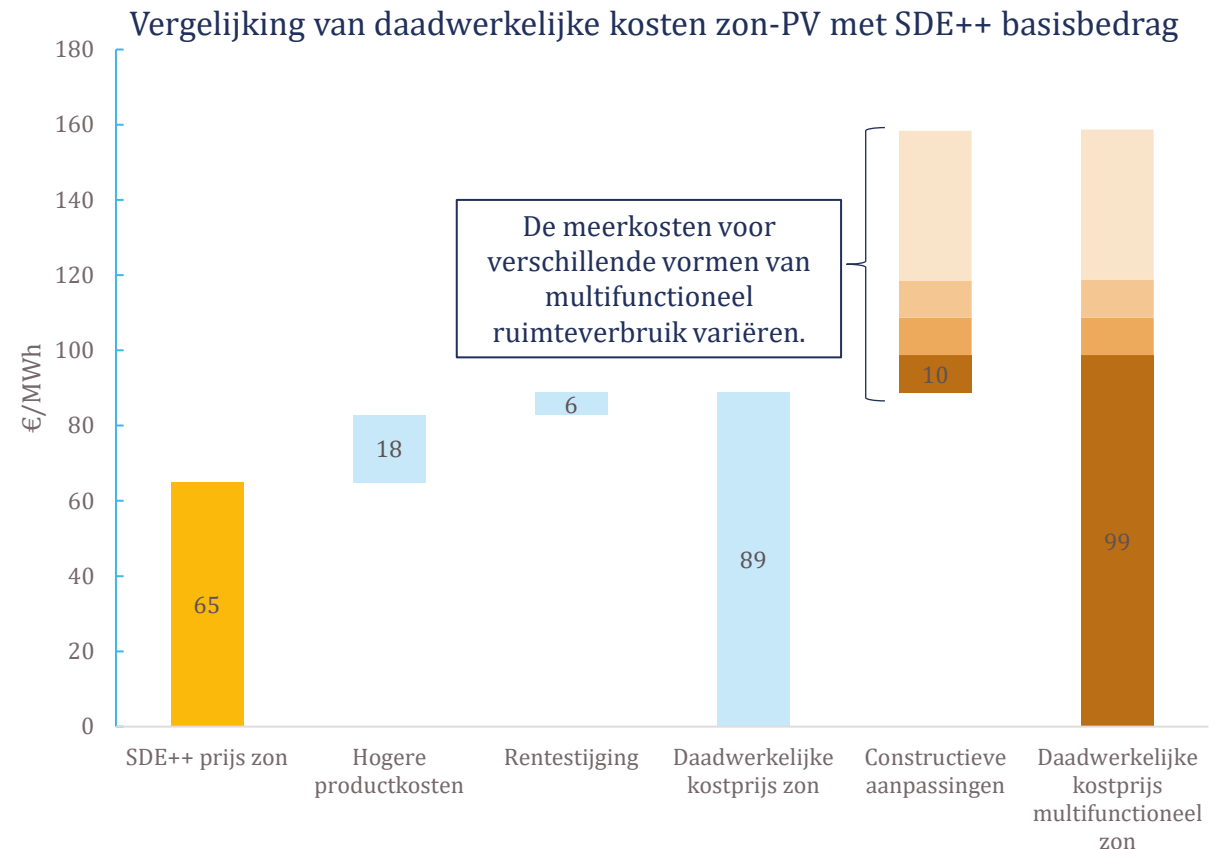
\*Bovenstaande informatie is gebaseerd op een eerder door Berenschot uitgevoerd onderzoek

## QUICKSCAN: RANDVOORWAARDEN SYSTEEMVERANDERING

## Zonder acute aanpassingen in het stimuleringsbeleid stagneert de uitrol van grootschalige zonneprojecten en is de verwachting dat de realisatiegraad verder gaat dalen\*

Huidige hoge energieprijzen helpen niet voor de businesscase van nieuwe projecten

- De financiering van nieuwe projecten wordt niet opgehangen aan de tijdelijke hoge energieprijzen, maar aan de garantie dat een financieel instrument vanuit de overheid biedt over de gehele looptijd van een project.
- De businesscase van zon-PV projecten staat onder druk door sterk **gestegen materiaal-, arbeid-, financiering- en transportkosten**. Dit in tegenstelling tot de geraamde kostendalingen in de SDE++.
- Strengere eisen aan zon-PV projecten die kostenverhogend werken komen niet terug in de SDE++. Denk hierbij o.a. aan: **50% max aansluitvermogen; eisen aan multifunctioneel ruimtegebruik; biodiversiteit**.
- De complexiteit van projecten neemt toe met uitdagingen ten aanzien van: **netcongestie; verzekeraarbaarheid; constructieve beperkingen, multifunctioneel landgebruik en participatie-eisen zoals lokaal eigendom**.



Veronderstelde prijs van zon in de SDE++ ten opzichte van werkelijke huidige situatie.

\*Bovenstaande informatie is gebaseerd op een eerder door Berenschot uitgevoerd onderzoek



# Stroomcrises en chiptekorten verstoren de reeds instabiele zonnepanelenindustrie

Prijs en productiecapaciteit zonnepanelen sterk afhankelijk van prijs en beschikbaarheid grondstoffen

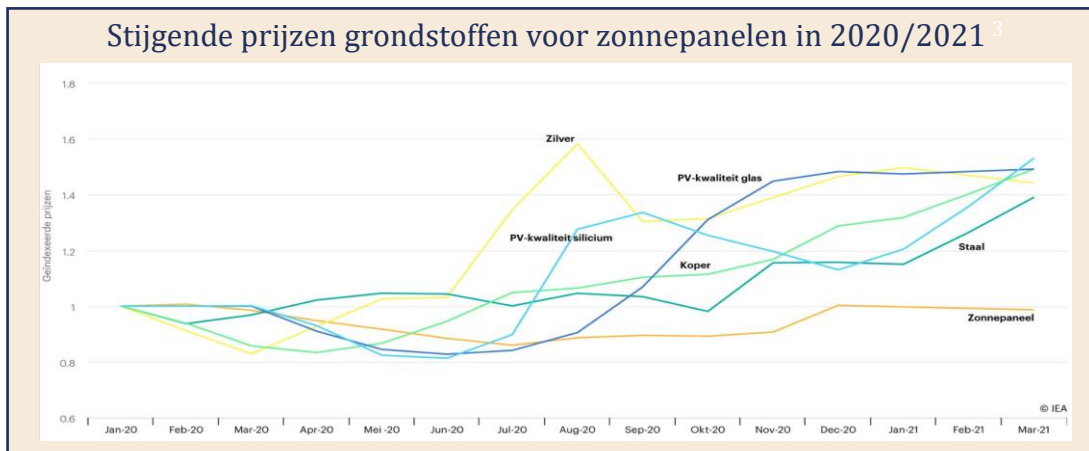
Verschillende (recente) incidenten hebben de prijzen van (materialen van) zonnepanelen al eerder doen stijgen (zie figuur rechts). In 2020 steeg de prijs van glas, door de toenemende vraag van (bi-faciale<sup>1</sup>) zonnepanelen wereldwijd. Door het tekort aan glas en de daaropvolgende prijsstijgingen, werd de productie van zonnepanelen in China flink teruggeschroefd.<sup>2</sup> Naast de prijsstijgingen van glas kwamen er medio 2020 andere tekorten bij die leidden tot een verstoring van de markt voor zonnepanelen. De prijs van staal steeg mede door de oorlog in Oekraïne, waar veel grondstoffen voor de staalproductie vandaan komen. Ook de prijs van koper steeg met bijna 40% als gevolg van herstellende economieën van onder andere China.<sup>3</sup>

Wereldwijde chiptekort raakt ook de zonnepanelenindustrie

Chips worden gebruikt in de omvormers van zonnepanelen. Op dit moment is er een wereldwijd chiptekort. Het chiptekort is ontstaan gedurende de COVID-pandemie als gevolg van de teruggeschroefde productie en door de opkomst van cryptocurrency en elektrische auto's. De opkomst van cryptocurrency zorgt voor meer vraag naar zowel chips als energie in China. Daarnaast werden Chinese chipfabrikanten op de zwarte lijst gezet gedurende de handelsoorlog tussen de VS en China, en zijn er grote branden geweest bij fabrieken van chipsleveranciers.<sup>4</sup>

De verwachting is dat het chiptekort de komende tijd zal aanhouden door de huidige lange wachttijden, de beperkte productiecapaciteit en de beperkte (technische en economische) mogelijkheid om chips te recyclen.<sup>5</sup> De EU is vanwege de schaarste en geopolitieke afhankelijkheid een stimuleringsbeleid gestart om de productie van chips naar Europa te halen. Echter gezien de hoge complexiteit van fabrieken en lange wachttijden voor machines zal dit op korte en middellange termijn nog geen tot weinig impact hebben.

Doordat Nederland in grote mate afhankelijk is van andere landen wat betreft de materiaalvraag, raakt het wereldwijde chiptekort de zon-pv-industrie in Nederland.



1) Bi-faciale zonnepanelen hebben eigenschappen dat ze aan beide zijden licht kunnen omzetten naar energie 2) SolarMagazine. 3) IEA Renewable Energy Market Update 2021 4) Solar365. Wereldwijd chiptekort raakt ook solarindustrie 5) Volkskrant. Waarom het tekort aan chips ook dit jaar zal aanhouden

## QUICKSCAN: RANDVOORWAARDEN SYSTEEMVERANDERING

# Lange wachttijden voor installatie zonnepanelen door tekort aan installateurs in de elektrotechniek

## Wachttijden voor verduurzamingsmaatregelen lopen op

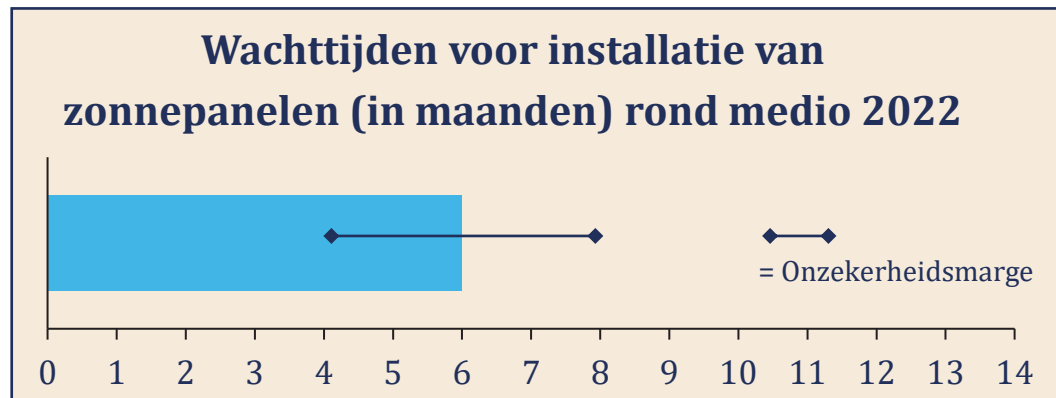
De energietransitie stuwt de groei naar verduurzamingsmaatregelen, zoals zonnepanelen bij huishoudens. Doordat veel huiseigenaren nu hun huis willen verduurzamen is er te weinig capaciteit om deze verduurzamingsmaatregelen te installeren. De installatie van zonnepanelen kan soms wel enkele maanden op zich laten wachten.<sup>1</sup>

## Lange wachttijden zijn onder andere het gevolg van krapte op de arbeidsmarkt

De grote vraag naar verduurzamingsmaatregelen zorgt voor een hogere werkdruk bij installatiebedrijven. Tegelijkertijd kampen de installatiebedrijven met een tekort aan technisch geschoold personeel, ondanks de stijging in lonen voor monteurs en elektromonteurs. Als gevolg van de loonstijgingen onder het personeel gaan de prijzen voor de consument ook omhoog. Ondanks de hogere prijzen krijgen installatiebedrijven steeds meer aanvragen, waardoor de wachttijden oplopen.

## Specifiek tekort aan installateurs in de elektrotechniek

In 2020 lag het aantal onvervulbare installatievacatures nog op 11%, in 2021 verdriedubbelde dit naar 30%. Op dit moment is er in Nederland zelfs een tekort van 20.000 mensen in de installatietechniek. De verwachting is dat de vraag naar installateurs de komende jaren doorzet naar 40.000.<sup>1</sup> Vooral de vraag naar elektromonteurs, nodig voor installatie van zonnepanelen en (hybride) warmtepompen, neemt toe. In 2018 werkten er in totaal 124.000 mensen in de installatiebranche, waarvan 69.000 in het elektrotechnisch vakgebied. Een tekort van 20.000 tot 40.000 mensen is dus een significant tekort.<sup>2</sup>



1) Technisch Werken (2022) Wachttijden voor warmtepompen en zonnepanelen lopen op in 2022 2) Installatiebranche Factsheet arbeidsmarkt 2018

# De krapte op het elektriciteitsnet kan de energietransitie vertragen

## De infrastructuur is een essentiële factor voor de energietransitie

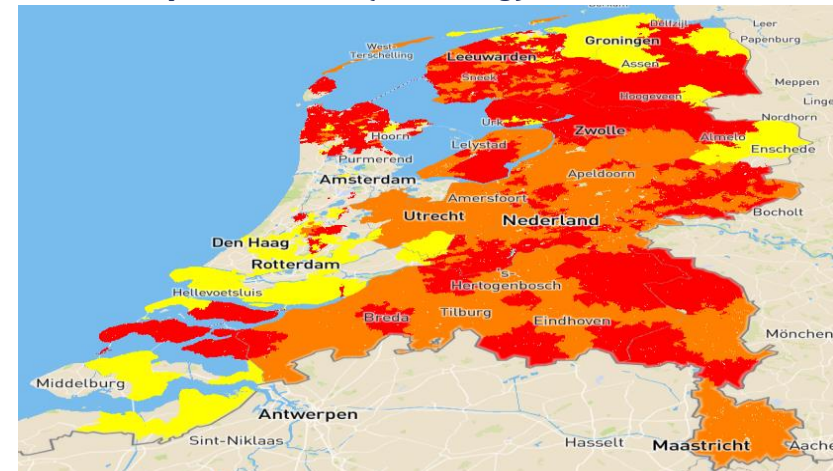
Het elektriciteitsnet is de verbindende schakel voor veel verduurzamingsplannen. Door de energietransitie wordt er in hoog tempo op een andere manier beslag gelegd op deze infrastructuur, waardoor deze enorm onder druk is komen te staan. Op veel plekken heeft het elektriciteitsnet zelfs de maximale capaciteit bereikt, waardoor nieuwe zonneparken of windmolens niet meer kunnen worden aangesloten. De netbeheerders waarschuwen dat consumenten de komende jaren de gevolgen gaan merken van de drukte op het net. Zo wordt het minder vanzelfsprekend dat consumenten zonne-energie altijd kunnen terugleveren en kan het verzwaren van een huisaansluiting om deze geschikt te maken voor bijvoorbeeld een warmtepomp of elektrisch koken langer duren.

## Afwachtende houding gemeente leidt tot vertraging in realisatie zon-pv-projecten

Veel gemeenten, hebben de ambitie om veel zon aan te leggen in hun gemeente (mede doordat de aanleg van windmolens in een gemeente vaak tot meer weerstand leidt).

Toch nemen gemeenten in de praktijk vaak een afwachtende houding aan in de realisatie van zon-pv en wordt er vaak gewacht tot een projectontwikkelaar bij de gemeente komt om een zon-pv-project uit te voeren. Zeker als het gaat om grote zon-pv-projecten is een grote aansluiting op het net noodzakelijk. Netbeheerders hebben het nu zo druk dat nieuwe aansluitingen lang op zich kunnen laten wachten, waardoor nieuwe zon-pv-projecten op de wachtlijst komen te staan. Een meer proactieve houding van gemeenten (bijvoorbeeld door het aanwijzen van bestemmingslocaties voor zon-pv-projecten) kan het realisatieproces versnellen.

*De capaciteitkaart (invoeding) voor Nederland*



# Realisatie van zon-pv op grote schaal wordt steeds complexer doordat randvoorwaarden niet in orde zijn

## Samenvatting van inzichten binnen de casus:

In deze 'quickscan' hebben we kort de randvoorwaarden voor een systeemtransitie geanalyseerd. Hiervoor hebben we de casus 'Zon PV in Nederland' gebruikt. De volgende randvoorwaarden hebben we besproken:

- **Politieke urgentie.** De huidige doelstellingen passen niet meer bij het verwachte elektriciteitsverbruik in de komende jaren.
- **Middelen.** Zonder acute aanpassingen in het stimuleringsbeleid stagneert de uitrol van grootschalige zonneprojecten
- **Capaciteit.** Er zijn lange wachttijden voor de installatie van zonnepanelen door tekort aan installateurs in de elektrotechniek. Dit kan de energietransitie vertragen.
- **Infrastructuur.** De ruimte voor invoeding op het elektriciteitsnet is in veel regio's in Nederland krap
- **Grondstoffen/materiaalvraag.** Voor materialen voor zon PV (panelen, chips) is Nederland steeds meer afhankelijk van andere landen (vooral China). Deze afhankelijkheid kan leiden tot een grote instabiliteit in de toeleveringsketens.

## Een succesvolle systeemverandering vereist dat de randvoorwaarden kloppen

Binnen de casus van zon-pv kunnen we vaststellen dat niet alle randvoorwaarden kloppen om een succesvolle systeemtransitie te bewerkstelligen.

De overheid moet er voor zorgen dat het juiste randvoorwaarden creëert om tot een systeemverandering te komen. De overheid kan door beleid te voeren verschillende randvoorwaarden stimuleren of richting geven. In het systeemdiagram (slide 19) zagen we dat beleid van de overheid invloed kan uitoefenen op meer dan alleen het doel van het instrument; in onze casus, 'de vraag naar meer zonnepanelen'.

Bij het maken van beleid zou er daarom een bredere en meer integrale doorkijk moeten zijn op de randvoorwaarden van een systeemtransitie.



# Wij hebben gebruikt gemaakt van deze bronnen

- IEA Renewable Energy Market Update 2021
- Solar365Magazine. Wereldwijd chiptekort raakt ook solarindustrie
- Volkskrant. Waarom het tekort aan chips ook dit jaar zal aanhouden
- Technisch Werken (2022) Wachttijden voor warmtepompen en zonnepanelen lopen op in 2022
- Installatiebranche Factsheet arbeidsmarkt 2018



# 1.3 Aardgasvrije wijken

# Onderzoeksvraag

*“Hoe draagt PAW bij aan het aardgasvrij maken van wijken in Nederland?”*

# Hoe gaan we deze vraag beantwoorden?

## 1 Aanleiding

- Een korte inleiding over Programma Aardgasvrije Wijken (PAW)
- Korte inleiding over de rol van de gemeenten in PAW

## 2 Stakeholders

- Overzicht van stakeholders binnen de proeftuinen van PAW

## 3 Analyse

- Overzicht bestuurlijke arena
- Inzicht in vijf structurele knelpunten omtrent PAW
- Duiding van politieke strijd tussen gemeenten en warmtebedrijven

## 4 Conclusie

- Samenvatting inzichten
- Overzicht gebruik bronnen



# Gemeenten voeren de regie in het aardgasvrij maken van de woningen in Nederland

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat in 2050 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen van het aardgas af zijn. Dat betekent dat Nederland aan de vooravond staat van de grootste verbouwing sinds de Tweede Wereldoorlog. De eerste stap hierin is om tot 2030 1,5 miljoen bestaande woningen te verduurzamen. Daarbij is ervoor gekozen om dit met name te realiseren door middel van een wijkgerichte aanpak waar gemeenten de regie voeren.

Om duidelijkheid te verschaffen in het tempo waarbij verschillende wijken worden aangepakt, hebben gemeenten de afgelopen jaren gewerkt aan de transitievisies warmte (TVW) per gemeente. In deze TVW wordt per wijk aangegeven of hier al voor 2030 of na 2030 stappen gezet worden om deze te verduurzamen. Voor de wijken die voor 2030 verduurzaamd worden, moesten gemeenten ook aangeven welke alternatieve warmteopties dan verkend werden.

Gemeenten zijn daarbij ondersteund door het Kennis- en Leerprogramma van het Programma Aardgasvrije Wijken (PAW) en het Expertise Centrum Warmte. Het ECW is met name ingericht om gemeenten in het algemeen te ondersteunen bij praktische vragen omtrent de warmtetransitie, waar het PAW ook praktijkervaringen verzamelt van wijken waar nu de eerste stappen worden gezet om deze zonder aardgas te verwarmen (de proeftuinen).

In het PAW doen op dit moment 64 gemeenten mee met de proeftuinen voor aardgasvrije wijken. Zij krijgen een bijdrage van de Rijksoverheid. Het doel van het PAW is om te leren op welke wijze de wijkgerichte aanpak kan worden ingericht en opgeschaald. Jaarlijks wordt dit leerproces gemonitord. Om de ambities uit het klimaatakkoord te realiseren is nieuwe wet- en regelgeving nodig en is het nodig dat de verduurzaming voor een voldoende grote groep betaalbaar wordt. Een derde randvoorwaarde is dat er voldoende uitvoeringskracht georganiseerd wordt. Bij dat laatste ligt een belangrijke rol voor gemeenten: hoe kunnen zij regie voeren om de transitieopgave te realiseren.

Gemeenten worstelen met de vraag hoe zij kunnen sturen in de warmtetransitie en wat dit betekent voor de interne organisatie en de samenwerking met bewoners en organisatie zoals woningcorporaties, netbeheerders en andere belanghebbenden.

# Veel stakeholders zijn op verschillende manieren betrokken bij de proeftuinen

## Woningcorporaties

Woningcorporaties zijn vaak nauw betrokken bij het verduurzamen van de gebouwde omgeving. Ze zijn veelal betrokken geweest bij de proeftuinaanvragen.

## Interne politiek

Naast externe stakeholders zijn er bij het aardgasvrij maken van wijken ook interne stakeholders bij de gemeente, zoals wethouders en een gemeenteraad.

## Burgers en bedrijven

Andere stakeholdergroepen die van belang zijn in de warmtetransitie zijn VvE's, bedrijven, installateurs, financiële instellingen en waterschappen. Deze worden betrekkelijk weinig betrokken door de gemeenten



## Netbeheerders

De netbeheerders zijn verantwoordelijk voor de infrastructuur van aardgas. De gemeente heeft de netbeheerder nodig om hun plannen te realiseren. Binnen de proeftuinen zijn ze meestal nauw betrokken.

## Energiecoöperaties (bewonersinitiatieven)

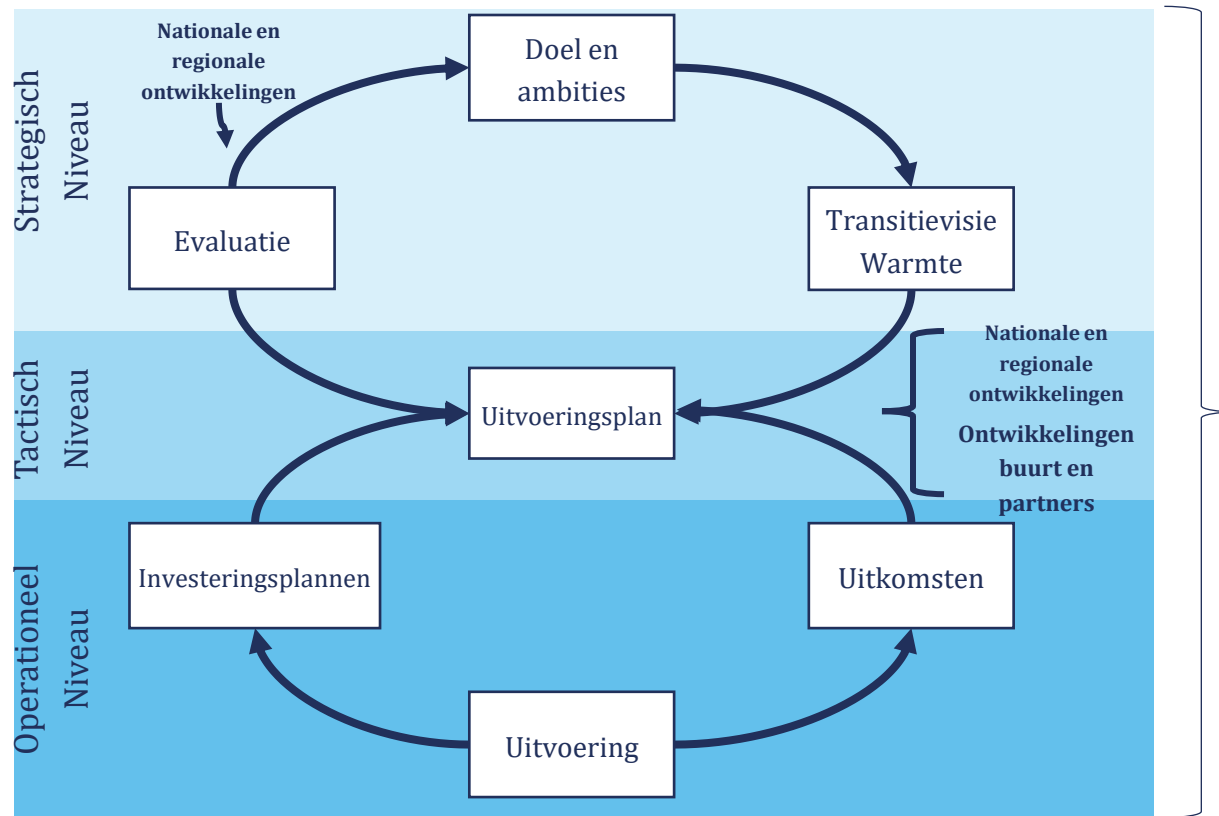
In veel proeftuinen zijn energiecoöperaties of bewonersinitiatieven actief. Sommige gemeenten dragen de regie (deels) over aan een energiecoöperatie. Een energiecoöperatie kan zorgen voor meer draagvlak, omdat het initiatief van onderop komt.

## Warmtebedrijven

Warmtebedrijven zijn de partijen die de warmtenetten realiseren. Soms zijn ze eigenaar van de infrastructuur en soms ook warmteleverancier. Er is een verschil tussen private en publieke warmtebedrijven.

# Gemeenten bevinden zich in een complexe bestuurlijke arena met verschillende niveaus

Gemeenten hebben te maken met verschillende actoren op verschillende niveaus. De nationale bestuurlijke besluitvormingsprocessen op strategisch niveau vergen tijd en er zijn ook vaak meerdere signalen nodig om beleidsmatige veranderingen te bewerkstelligen. Degenen die berokken zijn bij de uitvoering (operationeel niveau) willen juist sneller verder; zij hebben vaak behoefte aan hapklare en direct toepasbare kennis voor specifieke situaties.<sup>1</sup>



# Vijf structurele knelpunten op systeem- en beleidsniveau vertragen de voortgang van PAW

## Beperkingen van huidige wettelijke kader

Ten aanzien van de warmtenetten ontbreekt nog het vereiste juridische kader (de nieuwe Wet collectieve warmtevoorziening is in ontwikkeling. Ook is er knellende wetgeving, zoals de Europese aanbestedingsregels.

## Instrumentarium voor versnelling ontbreekt

Verleiding wordt in het Klimaatakkoord als een belangrijk 'instrument' gezien om gebouweigenaren ertoe te bewegen hun gebouwen aardgasvrij te maken. Bij verleiding wordt gedacht aan een financiële tegemoetkoming, bijvoorbeeld door dekking van de onrendabele top. Gemeenten hebben momenteel een onvoldoende passend instrumentarium tot hun beschikking om de groei en versnelling van een wijkgerichte aanpak te ondersteunen.

## Capaciteit knelt, vooral bij gemeenten

De regierol in de warmtetransitie vraagt veel van gemeenten. Dan gaat het zowel om het grote aantal medewerkers dat nodig is, als om de nieuwe rol die ze moeten oppakken en de nieuwe vaardigheden die zij daarvoor moeten leren. De beschikbare capaciteit op gemeentelijk niveau knelt op dit moment al en de verwachting is dat de vraag naar gemeentelijke inzet verder zal toenemen.

## Financiering is voor betrokkenen nog onduidelijk

In de proeftuinen gaat de aardgasvrije transitie gepaard met hoge kosten voor gemeenten, eigenaren en netbeheerders. Tegelijkertijd vraagt de financiële opgave ook om keuzes over wie verantwoordelijk is voor welke kosten, wie garant staat voor financiële risico's en wie de extra kosten op zich neemt van eventuele financiële tegenvallers gedurende het proces. Deze keuzes zijn nog niet gemaakt.

## Een breed gedragen en overkoepelend verhaal ontbreekt

Terwijl het Klimaatakkoord breed gedragen wordt door de meeste politieke en maatschappelijke partijen, leeft de noodzaak van de aardgasvrij-opgave lang niet altijd onder alle buurtbewoners. Daardoor moeten de trekkers steeds een eigen verhaal vertellen over het waarom van aardgasvrij.



# Voortgang wordt vertraagd door dynamische omgeving waarin PAW besluiten moet nemen

Naast alle bestuurlijke complexiteit speelt er ook een politieke strijd rondom PAW

Op 21 oktober jl. werd bekendgemaakt dat het kabinet kiest voor warmtenetten met publiek eigenaarschap: *“Jetten verwacht dat met deze keus de publieke belangen het best gediend zijn, door publieke zeggenschap te geven over vitale en monopolistische infrastructuur.”* Volgens Jetten past dit eigenaarschap bij de manier waarop energie infrastructuur (zoals elektriciteit en gas) zijn geregeld in Nederland.

## Strijd tussen de gemeenten en warmtebedrijven

Het eigenaarschap van warmtenetten is een ‘zwaar bevochten onderdeel’ van de nieuwe warmtenet die er aan komt. Gemeenten zijn voorstander van het publieke eigenaarschap, maar warmtebedrijven zijn fel tegen: *“De warmtebedrijven betwijfelen of alle Nederlandse gemeenten de last van de aanleg, onderhoud en beheer van publieke netten kunnen dragen.”* De gemeenten zijn er wel van overtuigd dat zij dit kunnen.

Veel partijen waren gefrustreerd over de slepende politieke strijd tussen de warmtebedrijven en de gemeenten. Het besluit van Jetten lijkt een stap naar meer duidelijkheid voor de betrokken partijen.

Katrijn de Ronde • Energie

do 20 okt

NIEUWS

## Warmtebedrijven 'verbijsterd' over voorgenomen besluit publieke infrastructuur warmte

“Wij zijn verbijsterd door dit besluit”, zegt Ennatuurlijk-directeur Ernst Japikse over het uitgelekte voornemen van het kabinet om de warmtenetten verplicht in publieke handen te brengen. Dat besluit wordt naar verluidt vrijdag in de ministerraad besproken. Vattenfall en Eneco laten weten dat onder die voorwaarde de bedrijven niet willen investeren in nieuwe warmtenetprojecten.

Katrijn de Ronde • Energie

vr 21 okt

NIEUWS

## Jetten hakt knoop door: warmtenetten worden publiek

Rob Jetten, minister voor Klimaat en Energie, hakt de knoop door: warmtenetten moeten publiek eigendom worden. Hij wil daarmee een eind maken aan de bittere strijd die is ontstaan over de marktordening in de nieuwe Warmtewet, en verwacht vertraging in de warmtetransitie op te vangen met een ingroeiperiode van zeven jaar.

# PAW is een goede leerschool maar de warmtetransitie blijkt complexer dan gedacht met vertraging als gevolg

## Gemeenten lopen tegen vele problemen aan bij het aardgasvrij maken van wijken

De wijkgerichte aanpak in de warmtetransitie is georganiseerd in het Programma Aardgasvrije Wijken waarin gemeenten de regie hebben.

Echter, we zien dat gemeenten tegen tal van problemen aanlopen tijdens het aardgasvrij maken. Dit komt enerzijds doordat het energiesysteem veel meer verweven zit in ons systeem dan op voorhand gedacht (zoals stikstof, natuur, de ruimtelijke leefomgeving, financiën en wetgeving). Anderzijds zien we dat de bestuurlijke omgeving waarin veel gemeenten zich bevinden zeer complex is met zowel strategische belangen op nationaal niveau als concrete en eenduidige belangen op lokaal niveau.

Door die complexe omgeving is tempo maken in de warmtetransitie moeilijker dan op voorhand gedacht. In 2020 publiceerde de rekenkamer al een rapport<sup>1</sup> waarin stond dat de verwachtingen die het Ministerie van BZK gesteld had, te hoog waren; het aardgasvrij maken van woningen gaat te langzaam. Het rapport stelde ook dat het geld dat door de overheid is vrijgemaakt om de warmtenetten te realiseren, vooral gaat naar het langslpende bestuurlijke en politieke proces.

## Geen vaste technologie mogelijk bij het aardgasvrij maken van wijken

De tientallen proeftuinen zijn een goed initiatief waarin veel geleerd wordt over de warmtetransitie. De knelpunten waar veel gemeenten tegen aan lopen worden verzameld, geanalyseerd en vaak ook gebruikt als input voor nieuw beleid (zoals nu het geval is bij de nieuwe warmtewet).

Een belangrijke les is dat, door de talloze verschillende wijken met verschillende eigenschappen, een vaste technologie voor het aardgasvrij maken van wijken niet mogelijk is. De warmtetransitie blijkt complexer dan gedacht.

1) De rekenkamer. Aardgasvrije wijken: te hoge verwachtingen gewekt. <https://www.rekenkamer.nl/actueel/nieuws/2020/05/20/aardgasvrije-wijken-te-hoge-verwachtingen-gewekt>

# Wij hebben gebruik gemaakt van deze bronnen

- Het Programma aardgasvrije Wijken (PAW) is een interbestuurlijk programma van VNG, IPO, UvW, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- PAW. (2022). De invulling van de regierol in gemeenten: lessen uit het Programma Aardgasvrije Wijken.
- EIB. Proeftuinen aardgasvrije wijken
- PBL (2021). Warmtetransitie in de praktijk. *Leren van ervaringen bij het aardgasvrij maken van wijken*
- PBL (2022). Tussen uitvoering en beleid. *Over de omgang met knelpunten uit de gemeentelijke uitvoeringspraktijk in het beleidsspoor van het Programma Aardgasvrije Wijken.*



**1.4**  
**Netcongestieproblematiek op**  
**gemeentelijk niveau**



# Onderzoeksvraag

*“De netcongestieproblematiek op gemeentelijk niveau; wat is het, wie zijn er betrokken en wat kunnen we er aan doen?”*

# Hoe gaan we deze vraag beantwoorden?

## 1 Aanleiding

- Introductie problematiek netcongestie
- Introductie in belangen van gemeente rondom het overbelaste elektriciteitsnet

## 2 Stakeholders

Overzicht stakeholders in problematiek lokale netcongestie

## 3 Analyse

- Vergelijking proces voor en na problematiek netcongestie
- Vier oplossingsrichtingen voor gemeenten rondom netcongestie

## 4 Conclusie

Samenvatting inzichten

# Overbelast elektriciteitsnet knellende factor voor de groeiplannen van gemeenten

De energietransitie is in volle gang. Overal zijn initiatieven om duurzame elektriciteit op te wekken. In tien jaar tijd is de hoeveelheid stroom die we via zonnepanelen opwekken honderd keer zo groot geworden, en de groei zet nog door. Dat is goed nieuws voor het behalen van onze duurzaamheidsdoelen en het brengt ook uitdagingen met zich mee. Al die opgewekte elektriciteit moet getransporteerd worden via het elektriciteitsnet. Daar knelt het, want het elektriciteitsnet is steeds vaker overbelast door oorzaken zoals de grotere elektriciteitsproductie uit zonne- en windenergie en de steeds grotere elektriciteitsvraag. Dit zorgt er steeds vaker voor dat duurzame energieprojecten vertraagd worden of niet doorgaan.



# Gemeenten hebben veelzijdige belangen bij het oplossen van de problematiek rondom netcongestie

Het overbelaste elektriciteitsnet heeft niet alleen effect op het behalen van de gemeentelijke duurzaamheidsdoelen. Een stabiele energievoorziening met groeimogelijkheden is een vestigingsplaatsfactor (voor bijvoorbeeld bedrijven en projectontwikkelaars) van groeiend belang. Het raakt direct het belang van gemeenten om een aantrekkelijke locatie te zijn en te blijven voor ondernemers, nieuwe woonwijken te kunnen realiseren en aan de toenemende elektriciteitsvraag tegemoet te kunnen komen.

Daarom heeft de gemeente een belang bij het oplossen van netcongestie in haar omgeving. Echter, de verantwoordelijkheid van het verzwaren van het elektriciteitsnet ligt bij de netbeheerder en niet bij de gemeente. Naast duurzaamheid en de aantrekkelijkheid van een gemeente zijn er meer redenen voor een gemeente om bezig te zijn met de inpassing op het elektriciteitsnet ondanks dat ze geen verantwoordelijkheid draagt:

- **Kosten.** Een nieuw hoogspannings-middenspanningsstation kost zo €50 miljoen. De netverzwaringen die nodig zijn voor de plannen uit de RES'en kosten tenminste € 2,4 miljard. Dat geld betaalt de netbeheerder, die dat uiteindelijk doorberekent aan iedereen met een elektriciteitsaansluiting. Zo betalen we met zijn allen voor netverzwaring.

- **Ruimte.** Netinfrastructuur kost naast geld ook ruimte. Kabels, stations en transformatorhuisjes nemen plek in en zijn meestal niet populair bij omwonenden. Met goede netinpassing zijn er minder nodig. Een goede netinpassing zorgt daardoor dat er meer ruimte beschikbaar is voor de gemeente om er andere dingen mee te doen.
- **Frustratie bij bewoners, bedrijven en andere initiatiefnemers.** Veel bewoners en ondernemers willen of moeten aan de slag met zonne-energie. Of dat nou is vanwege het klimaatprobleem of omdat het goed verdient, niemand vindt het leuk om jaren te moeten wachten met de plannen.



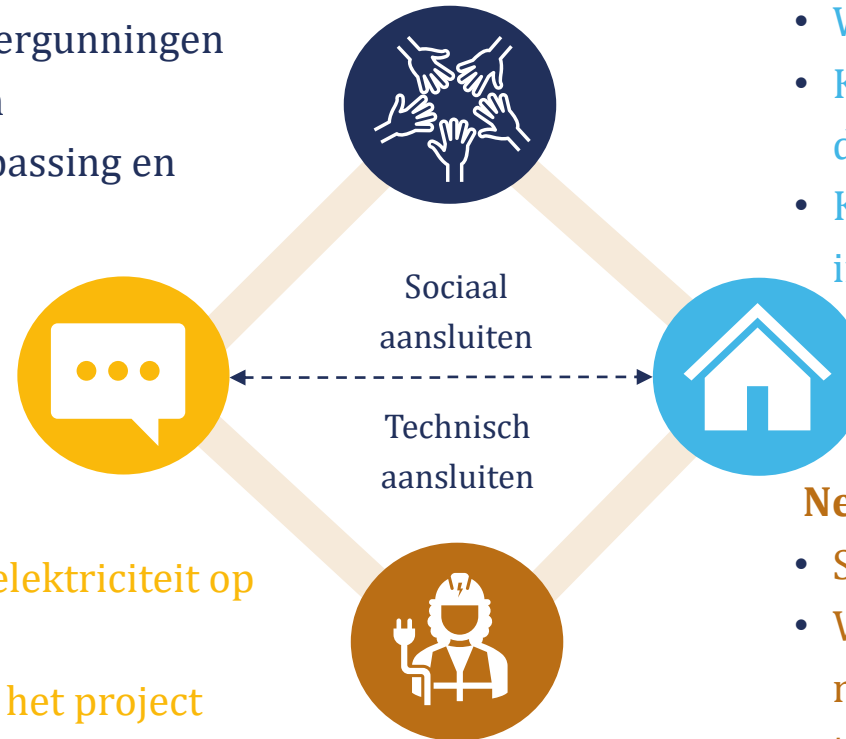
# Gemeenten kunnen een essentiële rol spelen bij netinpassing door partijen samen te brengen

## Gemeente

- Stelt omgevingsbeleid vast
- Bevoegd gezag voor aantal vergunningen
- Brengt lokaal partijen samen
- Denkt proactief mee over inpassing en reserveert ruimtes
- Kan zelf initiatiefnemer zijn

## Initiatiefnemer

- Ontwikkelt de plannen om elektriciteit op te wekken
- Zorgt voor de realisatie van het project



## Afnemer

- Wil elektriciteit afnemen
- Kan het elektriciteitsnet ontlasten door elektriciteit lokaal te benutten
- Kan in sommige gevallen ook de initiatiefnemer zijn

## Netbeheerders

- Sluit een project aan op elektriciteitsnet
- Verzwaart het elektriciteitsnet indien dat nodig is om in een gebied aan de vraag naar transportcapaciteit te voorzien
- Adviseert over de status van het net om koppelkansen inzichtelijk te maken

# Gemeente moet door netcongestie een nieuwe rol bekleden in de energietransitie

## Zonder netcongestie

Het proces voor een nieuwe aansluiting (voor bijvoorbeeld een zonnepark) is relatief makkelijk wanneer er geen sprake is van netcongestie (zie figuur hieronder). Een initiatiefnemer dacht eerst nooit na over de aansluiting op het net omdat dit voorheen geen probleem is geweest. Indien er een extra of een zwaardere aansluiting nodig was kon de netbeheerder dit vaak snel realiseren.

## Met netcongestie

In het geval van netcongestie is het proces complexer. Een initiatiefnemer komt met een voorstel, de gemeente keurt het (vaak) goed, maar er is geen capaciteit op het elektriciteitsnet beschikbaar

Door de snelheid van de energietransitie heeft de netbeheerder vaak niet op tijd kunnen anticiperen om, in een gemeente, voldoende capaciteit aan te leggen. Vaak duurt het lang voordat een netbeheerder een zwaardere aansluiting kan aanleggen; bij gemeente en initiatiefnemer zijn er dan vaak al kosten gemaakt, het project loopt vertraging op of gaat helemaal niet door, en het zorgt voor frustraties bij de initiatiefnemer. Tegelijkertijd wil de gemeente juist aantrekkelijk blijven voor ondernemers en bewoners, en wil het haar duurzaamheidsdoelen halen.

In de nieuwe situatie (met netcongestie) moeten de gemeente, de initiatiefnemer en de netbeheerder met elkaar om tafel om te kijken hoe en waar een project gerealiseerd kan worden. De gemeente krijgt een nieuwe rol aangewezen die ze niet gewend is te bekleden.



# Vier oplossingsrichtingen voor het faciliteren van nieuwe projecten in gemeenten

## 1. Het faciliteren en stimuleren van technische oplossingen.

Help initiatiefnemers om manieren te vinden waarop hun project toch door kan gaan

## 2. Inzicht in de netsituatie

Zorg dat de netsituatie goed in beeld is zodat initiatiefnemers, netbeheerders en gemeenten betere keuzes kunnen maken.

## 3. Ruimtelijke sturing

Plan ruimtelijke ontwikkelingen zo dat de beschikbare netcapaciteit efficiënt benut kan worden

## 4. Voorsorteren op netverzwaring

Werk proactief mee aan de netverzwaringen die nodig zijn

# (Pro)actieve houding gemeenten kan bijdragen aan oplossen lokale netcongestieproblematiek

Voorgaande slides bieden enkele inzichten in de netcongestieproblematiek in gemeenten:

- De gemeente komt in een nieuwe situatie terecht als het gaat om het ontwikkelen van projecten die een aansluiting vereisen op het elektriciteitsnet. De schaarste aan transportcapaciteit op het elektriciteitsnet leidt tot **een nieuwe rol** voor de gemeente in het proces waarbij het actiever betrokken is bij de status van het elektriciteitsnet in de gemeente.
- Binnen dit probleem zijn **verschillende stakeholders betrokken**. Het is goed om te realiseren dat, ondanks verschillende belangen (gemeente wil aantrekkelijkheid vergroten, initiatiefnemer wil vaak geld verdienen), iedereen problemen ondervindt van de netcongestie. De wil om samen te werken lijkt er dan ook te zijn.
- Aan de nieuwe rol van de gemeente zijn geen verantwoordelijkheden verbonden, die liggen nog steeds bij de netbeheerder. Desondanks kan **een proactieve houding van de gemeente**, in de samenwerking met de initiatiefnemer en de netbeheerder, helpen de problematiek rondom netcongestie op te lossen of te voorkomen.





# Wij hebben gebruikt gemaakt van deze bronnen

- Bron: RVO. (2022). *Aansluiting vinden voor zonne-energie. Rol gemeenten bij inpassen zonne-energie.*
- Adviseurs Berenschot



## 2. Verdiepende analyse: warmtenetten

# Uw vraag en leeswijzer

## Context van de vraag

Verschillende actoren spelen een rol binnen de realisatie van een warmtenet, ieder met zijn eigen belangen. Dit maakt de uitrol van warmtenetten complex. Daarnaast is het beleid rondom de ontwikkeling van een warmtenet nog steeds in de maak. Het feit dat beleidsvorming nog steeds gaande is, heeft twee belangrijke gevolgen: Enerzijds, zijn de rollen en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen nog onduidelijk; wie doet wat? Anderzijds, geeft de vorming van beleid veel ruimte voor politiek. Onlangs werd bekend dat het eigenaarschap van de warmtenetten publiek moet worden. Voor de betrokken partijen gaat dit besluit veel veranderen als het wordt opgenomen als wet. Dat het voorlopig nog niet als wet is opgenomen, laat veel ruimte voor onzekerheid.

## Leeswijzer

Deze verdiepende analyse is opgedeeld in vier delen:

1. Introductie warmtenetten. Hierin introduceren we het concept warmtenetten. We gaan in op de benodigde infrastructuur, typen warmtenetten en de marktwerking van warmtenetten.
2. Actoren. In dit deel gaan we in op de verschillende actoren die betrokken zijn bij het realiseren van warmtenetten.
3. Knelpunten bij realisatie. Hier gaan we in op de knelpunten die actoren ervaren bij het realiseren van warmtenetten
4. Publiek of privaat eigendom. Dit deel beschrijft de recente ontwikkelingen omtrent het besluit van Jetten om warmtenetten verplicht publiek eigendom te maken.

# Inhoudsopgave

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | Quickscans                                  | 03  |
|    | Heavy-duty laadinfrastructuur               | 06  |
|    | Randvoorwaarden voor een systeemverandering | 16  |
|    | Aardgasvrije wijken                         | 27  |
|    | Netcongestie op lokaal niveau               | 37  |
| 2. | Verdiepende analyse                         | 47  |
|    | Warmtenetten                                | 47  |
| 3. | Sectoranalyses                              | 90  |
|    | Gebouwde omgeving                           | 96  |
|    | Industrie                                   | 143 |
|    | Mobiliteit                                  | 177 |
|    | Landbouw & landgebruik                      | 206 |







## 2.1 Introductie warmtenetten

# Een warmtenet is een netwerk van buisleidingen waar warm water doorheen stroomt dat wordt gebruikt voor de verwarming van huizen

## Het warmtenet als collectieve verwarming voor huizen en gebouwen

Een warmtenet, vaak stadswarmte genoemd, is een netwerk van leidingen onder de grond waar warm water doorheen stroomt. Dat warme water verwarmt huizen en gebouwen. Vaak zijn hele wijken of buurten aangesloten op een warmtenet. Daarom wordt er, in het geval van warmtenetten, vaak over collectieve warmte gesproken. Dit in tegenstelling tot de centrale verwarming die individueel, dus ter plekke in huis, het water verwarmt.

Dit is een illustratie van een warmtenet. De rode lijnen stellen de leidingen voor waardoor het warme water naar de huizen toe stroomt. De warmte wordt afgegeven in de gebouwen en koelt daardoor af. Het afgekoelde water stroomt via de blauwe leidingen terug.<sup>1</sup>

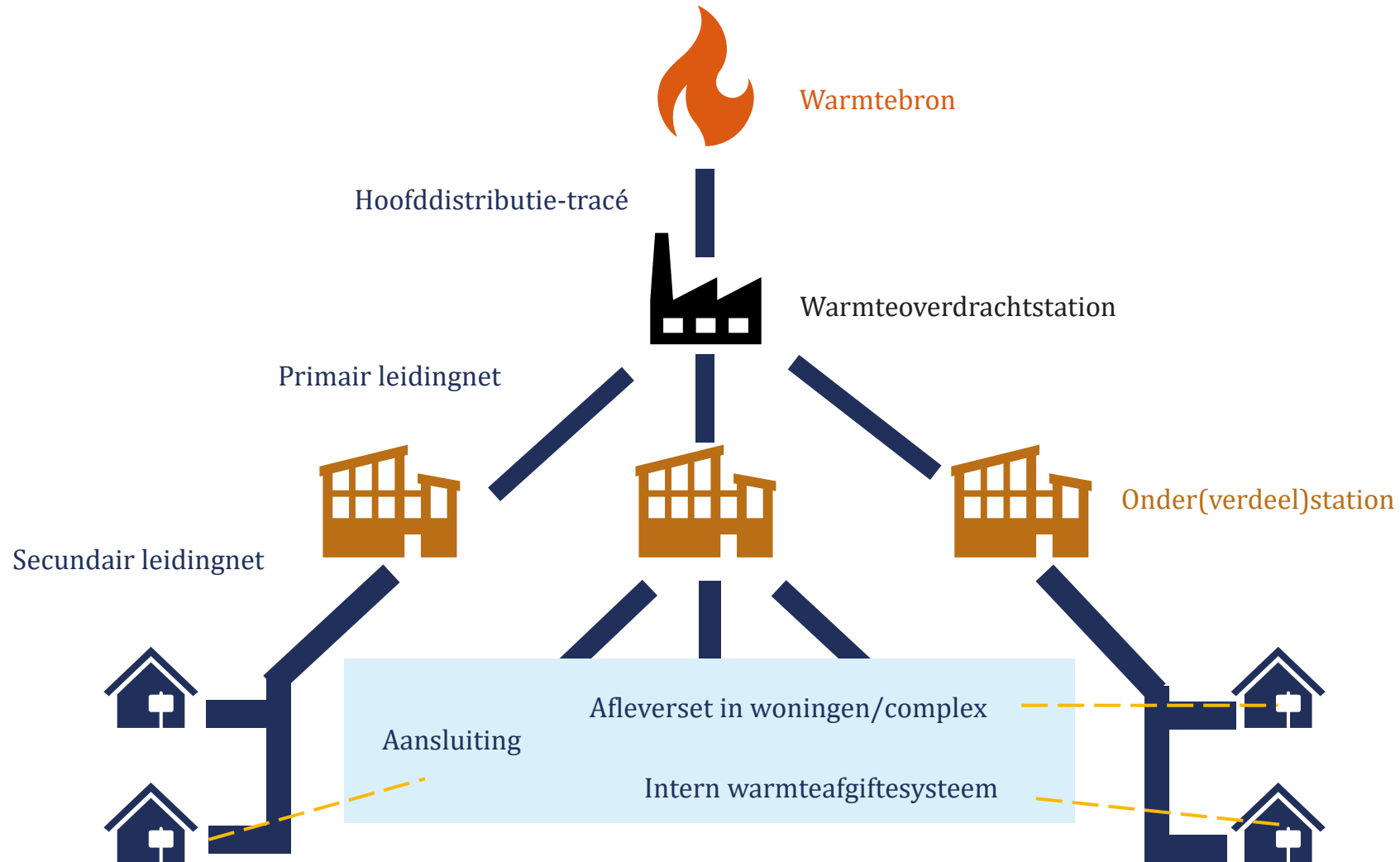


## Er moeten veel dingen gebeuren voor de aanleg van een warmtenet

- Er komt een warmwaterleiding het huis binnen in plaats van een aardgasleiding. Die moet ingegraven worden vanaf de straat naar de voordeur.
- Een appartement is in de meeste gevallen makkelijker aan te sluiten op een warmtenet dan een grondgebonden woning. Voor een appartement met een individuele cv-ketel zal een extra leiding moeten worden aangelegd. Die verbindt de centrale aansluiting op het warmtenet naar de plek waar de cv-ketel stond.
- Er wordt een warmte-afleverset in plaats van een cv-ketel opgehangen. Deze zorgt dat er warm water naar de radiatoren en kranen stroomt. In de afleverset zit ook een meter die registreert hoeveel warmte een gebouw afneemt.
- Soms is het nodig om een huis eerst extra te isoleren, maar vaak ook niet. Dit hangt af van hoe goed je huis al geïsoleerd is, en hoe warm het water in het warmtenet is (dit is afhankelijk van de bron van het warmtenet). Als het wel nodig is, moet er een duidelijk plan komen voor alle huizen die aangesloten gaan worden.
- In gebruik is er meestal geen verschil. Je kunt nog steeds zelf de temperatuur van je verwarming en douche instellen.

1) Warmtenetwerk.nl

# De schematische weergave van een warmtenet laat de benodigde infrastructuur zien



# Elk warmtenet heeft specifieke eigenschappen vanwege verschillen in lengte, locatie, bron en betrokken partijen

## Elk warmtenet vereist maatwerk specifiek voor de locatie

Het realiseren van een warmtenet is vaak complex. Dit komt doordat elk warmtenet anders is, er is geen vast handboek. Een warmtenet kan verschillen in:

- Lengte (aantal km buisleidingen)
- Aantal aangesloten gebouwen.
- Temperatuur (van water dat er doorheen stroomt, dit is afhankelijk van welke bron gebruik wordt gemaakt).
- Duurzaamheid (afhankelijk van bron)
- Betrokken partijen

## Een warmtenet kan verschillende temperaturen hebben

Het water dat door de leidingen stroomt, kan per warmtenet een andere temperatuur hebben. De temperatuur van het water heeft gevolgen voor de warmtelevering van woningen. In het algemeen wordt er onderscheid gemaakt in vier verschillende soorten temperaturen voor een warmtenet; hoge temperatuur (HT), midden temperatuur (MT), lage temperatuur (LT) en zeer lage temperatuur (ZLT). In de tabel aan de rechterkant staan de consequenties van de vier verschillende temperaturen beschreven. Per woning kan de temperatuur van het water ook verschillen door de verschillende afstand tot de bron.

Naarmate een woning verder van de bron is gelegen, heeft het water meer afstand moeten afleggen en heeft dus ook meer warmte verloren tijdens het transport.

|                             | Typische afgifte temperatuur | Ruimteverwarming   | Tapwaterbereiding   |
|-----------------------------|------------------------------|--|---|
| Hoge-temperatuur (HT)       | 90 °C                        | Ook toepasbaar in slecht geïsoleerde woningen (label E/F/G)  | Regulier  |
| Midden-temperatuur (MT)     | (>75 °C)                     | Ook toepasbaar in matig geïsoleerde woningen (afhankelijk van afgiftesysteem en temperatuurniveau vanaf label B - D) | Regulier  |
| Lage-temperatuur            | 30 – 55 °C                   | Toepasbaar in goed geïsoleerde woningen en met lage-temperatuur radiatoren of vloerverwarming                        | Aanvullende voorzieningen nodig zoals een boosterwarmtepomp |
| Zeer lage temperatuur (ZLT) | 10 – 30 °C                   | Met individuele warmtepomp voor verwarming.  | Aanvullende voorzieningen nodig zoals een boosterwarmtepomp |



# Duurzame bronnen hebben de voorkeur voor warmtenetten maar zijn niet altijd mogelijk

## De voorkeur gaat uit naar duurzame warmtebronnen

Wanneer er over warmtenetten gesproken wordt, gaat men er meestal van uit dat het om duurzame warmtenetten gaat.

Warmte kan uit verschillende bronnen komen, en de ene bron is duurzamer dan de andere. Warmtenetten worden nu vaak nog verwarmd met de warmte van energiecentrales die een warmtekrachtkoppeling<sup>1</sup> hebben. In zo'n centrale wordt vaak met kolen of gas - stroom opgewekt. Daar komt warmte bij vrij, en die wordt benut.

Als we in 2050 klimaatneutraal willen zijn, moet er uiteindelijk alleen maar warmte uit duurzame bronnen gebruikt worden om het water in warmtenetten op te warmen, maar dit is niet altijd mogelijk. Er zijn verschillende soorten duurzame warmtebronnen die gebruikt worden voor warmtenetten:

- Restwarmte
- Biomassa
- Geothermie
- Oppervlakte- of afvalwater



### Restwarmte

Bij veel industriële processen, zoals in elektriciteitscentrales of afvalverwerkingsbedrijven, komt restwarmte vrij. Die warmte kan gebruikt worden om water met hoge temperatuur (80°C of hoger) naar een woonwijk te leiden.



### Biomassa

Met energie uit biomassa, bedoelen we energie uit planten(resten) en dieren(resten). Denk hierbij aan (snoei)hout, gft-afval en mest. Biomassa is een belangrijke bron om energie op te wekken voor groene stroom of duurzame warmte. Biomassa wordt daarvoor vaak vergist (biogas) of verbrand in een centrale.



### Geothermie

Geothermie, ook vaak aardwarmte genoemd, maakt gebruik van warmte uit de grond. Daarvoor wordt een heel diep gat in de grond geboord, vaak meer dan een kilometer diep, waaruit water met hoge temperatuur wordt opgepompt. Naast het verwarmen van woningen wordt geothermie ook vaak gebruikt om kassen te verwarmen in de glastuinbouw.



### Oppervlakte- of afvalwater

Oppervlaktewater en afvalwater zijn twee warmtebronnen die steeds vaker worden gebruikt voor warmtenetten. Met warmtewisselaars wordt de warmte uit het water gehaald, zodat je huis ermee verwarmd kan worden. Oppervlaktewater komt bijvoorbeeld uit rivieren en plassen. Afvalwater komt meestal uit badkamers of uit het riool.

<sup>1</sup>) Bij warmtekrachtkoppeling (afgekort wkk) wordt tegelijkertijd warmte en elektriciteit geproduceerd met behulp van een motor op één brandstof. Dat kan een fossiele brandstof (stookolie of aardgas) of hernieuwbare brandstof zijn (biogas of biomassa).

# Marktordening van warmtenetten is nog monopolistisch, daarmee afwijkend van elektriciteit en gas

De warmtemarkt kent een andere marktordening in vergelijking met de gas- en elektriciteitsmarkt

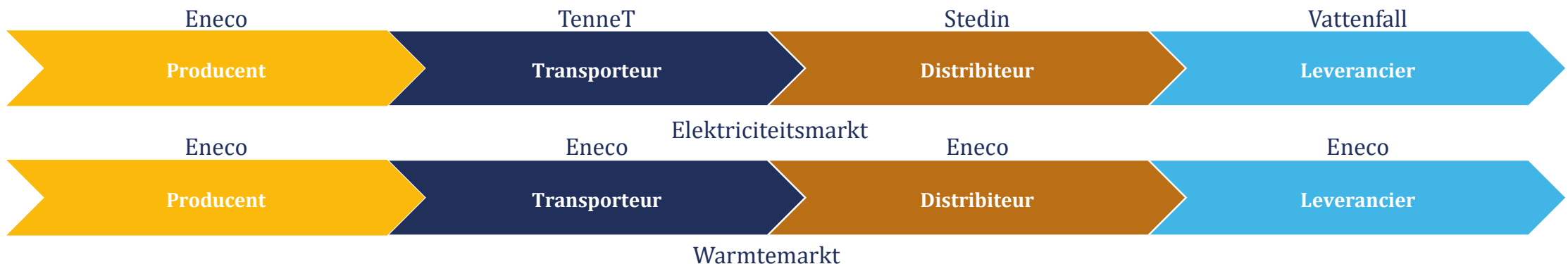
Om de marktordening rondom warmtenetten goed uit te leggen, vergelijken we de warmtemarkt met de elektriciteitsmarkt. Kort gezegd bestaan er vier verschillende rollen:

- De producent; deze actor produceert de energie.
- De transporteur; deze actor transporteert de energie over de hoofdinfrastructuur.
- De distributeur; deze actor beheert het secundaire elektriciteitsnet of warmtenet.
- De leverancier; is verantwoordelijk voor de levering van de energie naar de consument.

In de elektriciteitsmarkt zijn de vier rollen vaak verdeeld over vier verschillende partijen, maar bij een warmtenet is er vaak maar een partij die de hele keten opereert (ook wel verticale integratie genoemd).

Andere marktordening bij warmtenetten leidt tot minder concurrentie

Een andere marktordening is het gevolg van de fysieke eigenschappen van warmtenetten. Vaak zijn warmtenetten relatief klein. Dit hangt samen met het grotere energieverlies bij transport en distributie van warmte. Voor elektriciteit en gas bestaat een landelijk netwerk, waardoor zowel producenten als leveranciers op een grote geografische markt met elkaar kunnen concurreren. Er is daardoor geen sprake van marktmacht op de markten voor productie en levering, waar dit bij warmtenetten wel het geval is.





## 2.2 Actoren

# Uiteenlopende rollen en verantwoordelijkheden voor veel verschillende actoren maken het proces rondom de aanleg van warmtenetten complex

**Disclaimer:** Met de rollen op deze slide bedoelen we een samenhangende set aan van activiteiten en verantwoordelijkheden op de warmtemarkt die, veelal, ook in wet- en regelgeving is vastgelegd. Op lokaal niveau zijn er nog meer betrokkenen (volgende slide).

*Wat zijn de belangrijkste rollen op en rond de warmtemarkt en welke taken en verantwoordelijkheden horen hierbij?*

Fysiek domein

Marktdomein

Systeemdomein

## Warmte-eigenaar. Warmte-eigenaren bezitten of beheren de bron waaruit warmte beschikbaar komt

- Als warmte uit ondergrond, bodem of water gewonnen wordt is er een bronhouder die beslist over gebruik van de bron.
- Als restwarmte wordt gebruikt is er een partij die warmte als restproduct beschikbaar stelt, zoals een raffinaderij.
- De warmte-eigenaar stelt gebruik van de warmte onder voorwaarden beschikbaar

## Producent. Producenten maken grootschalig bruikbare warmte beschikbaar uit een bron, verbranding of uit reststroom

- Producenten kunnen warmte beschikbaar maken uit bronnen zoals ondergrond, water of door verbranding van biomassa.
- Producenten kunnen restwarmte beschikbaar maken door deze af te vangen, zoals van elektriciteitscentrales of datacenters.
- Producenten maken warmte bruikbaar door water op de juiste temperatuur in te voeden

## Transporteur. Transporteurs vervoeren warmte naar verbruikers

- Transporteurs ontwikkelen en beheren voor het transport lokale warmtenetten van bron(nen) naar verbruikers.
- Transporteurs zijn in de meeste gevallen ook leverancier van verbruikers.
- In de nieuwe warmtewet worden de transporteur en beheerder van het warmtenet voor een vaste termijn aangewezen.

## Verbruiker. Verbruikers gebruiken warmte voor verwarming van (bedrijfs)gebouwen, huizen en voor warm tapwater

- Verbruikers nemen warmte af van het lokale warmtenet en hebben hierbij geen keuze tussen aanbieders.
- Verbruikers kunnen – afhankelijk van wet- en regelgeving – onder voorwaarden kiezen niet aan te sluiten op een warmtenet

## Leverancier. Leveranciers sluiten contracten voor levering met verbruikers

- Leveranciers sluiten contracten met verbruikers en sturen aan hen de rekening met alle kosten.
- Leveranciers kopen warmte in bij producenten om hun klanten te kunnen leveren.
- Leveranciers zijn verantwoordelijk om verbruikers in warmte te voorzien, ook bij storingen.
- Leveranciers zijn in vrijwel alle gevallen ook de beheerder van het transportnet voor warmte.
- In de nieuwe warmtewet wordt de leverancier voor warmte in een gebied voor een vaste termijn aangewezen

## Politiek en beleid. Beleidsmakers ordenen de warmtemarkt en wetgevers stellen wet- en regelgeving vast

- Het ministerie van EZK is hoofdverantwoordelijk voor nationale wet- en regelgeving voor de warmtemarkt.

## Politiek en beleid. Europees beleid richt zich vooral op de warmtevraag

- Europese regelgeving voor warmte en koude is gericht op het meten en verbeteren van de energie-efficiëntie van gebouwen.
- Europese financiële beleidsinstrumenten stimuleren investeringen in gebouw- en huisrenovaties

## Toezichthouder. Toezichthouders zien toe op naleving van wet- en regelgeving door spelers en stellen tarieven vast

- De Autoriteit Consument en Markt (ACM) ziet toe op de bescherming van verbruikers.
- De ACM stelt maximale tarieven vast voor warmtelevering aan verbruikers op basis van een vergelijking met aardgas.
- Staatstoezicht op de Mijnen ziet toe op de veilige productie van aardwarmte en ontmanteling van installaties.
- Het ministerie van EZK keurt het winningsplan voor aardwarmtewinning.
- De gemeente ziet toe op de veiligheid van warmtewinningsinstallaties voor de leefomgeving (externe veiligheid).

## Kennisorganisatie. Kennisorganisaties werken aan ontwikkeling van nieuwe kennis en verspreiding van kennis

- Kennisontwikkeling vindt deels plaats door publiek-private samenwerking, via de Topsector Energie.
- Kennis wordt deels privaat ontwikkeld door commerciële partijen in de energiemarkt.

## Bracheorganisaties. Brancheorganisaties vertegenwoordigen partijen op de warmtemarkt

- Brancheorganisaties vertegenwoordigen opvattingen, ideeën en belangen van partijen.
- Brancheorganisaties spreken met elkaar, beleidsmakers en toezichthouders over ordening van d



# Op lokaal niveau zijn er verschillende stakeholders betrokken bij warmtenetten

## Woningcorporaties

Woningcorporaties zijn vaak nauw betrokken bij warmtenetten omdat zij een belangrijk risico kunnen dekken door garant te staan voor de aansluiting van een grote hoeveelheid woningen op een warmtenet

## Gemeentelijke actoren

Naast externe stakeholders, zijn er bij warmtenetten ook interne stakeholders zoals wethouders en een gemeenteraad.

## Burgers en bedrijven

Ander stakeholdergroepen die van belang zijn in het proces rondom warmtenetten zijn VvE's, bedrijven, installateurs, financiële instellingen en waterschappen. Deze worden betrekkelijk weinig betrokken door de gemeenten



## Netbeheerders

De netbeheerders zijn verantwoordelijk voor de infrastructuur van aardgas. De gemeente heeft de netbeheerder nodig om hun plannen te realiseren.

## Energie coöperaties (bewonersinitiatieven)

In veel proeftuinen zijn energiecoöperaties of bewonersinitiatieven actief. Sommige gemeenten dragen de regie (deels) over aan een energie coöperatie. Een energie coöperatie kan zorgen voor meer draagvlak, omdat het initiatief van onderop komt.

## Warmtebedrijven

Warmtebedrijven zijn de partijen die de warmtenetten realiseren. Vaak zijn ze eigenaar van de infrastructuur en soms ook warmteleverancier. Er is een verschil tussen private en publieke warmtebedrijven.

# Wie spelen op nationaal en lokaal niveau een rol bij het realiseren van warmtenetten

## Internationale context

### Warmtebedrijf

**Warmte-eigenaar.** Warmte-eigenaren bezitten of beheren de bron waaruit warmte beschikbaar komt

**Producent.** Producenten maken grootschalig bruikbare warmte beschikbaar uit een bron, verbranding of uit reststroom

**Transporteur.** Transporteurs vervoeren warmte naar verbruikers

**Leverancier.** Leveranciers sluiten contracten voor levering met verbruikers

### Consument

**Verbruiker.** Verbruikers gebruiken warmte voor verwarming van (bedrijfs)gebouwen, huizen en voor warm tapwater

### Europese en nationale politiek en toezichthouders

**Politiek en beleid.** Beleidsmakers ordenen de warmtemarkt en wetgevers stellen wet- en regelgeving vast

**Politiek en beleid.** Europees beleid richt zich vooral op de warmtevraag

**Toezichthouder.** Toezichthouders zien toe op naleving van wet- en regelgeving door spelers en stellen tarieven vast

### Wetenschap en vertegenwoordigers

**Kennisorganisatie.** Kennisorganisaties werken aan ontwikkeling van nieuwe kennis en verspreiding van kennis

**Bracheorganisaties.** Brancheorganisaties vertegenwoordigen partijen op de warmtemarkt

## Lokale context

### Warmtebedrijf

**Warmte-eigenaar.** Warmte-eigenaren bezitten of beheren de bron waaruit warmte beschikbaar komt

**Producent.** Producenten maken grootschalig bruikbare warmte beschikbaar uit een bron, verbranding of uit reststroom

**Transporteur.** Transporteurs vervoeren warmte naar verbruikers

**Leverancier.** Leveranciers sluiten contracten voor levering met verbruikers

### Consument

**Verbruikers.** Verbruikers gebruiken warmte voor verwarming van huizen en voor warm tapwater

**Woningcorporaties.** Eigenaren van groot aantal huizen en beschikt over financiële middelen om te investeren

### Lokale politiek

**Gemeente.** Hebben de regie om gemeente aardgasvrij te maken maar beschikken vaak over weinig financiële middelen

**Woningcorporaties.** Eigenaren van groot aantal huizen en beschikt over financiële middelen om te investeren



## 2.3 Knelpunten bij realisatie

# De organisatie van warmtenetten is complex

## Introductie

Bij de aanleg van warmtenetten gaat het om grootschalige infrastructurele projecten, waarbij een groot aantal actoren betrokken is. Dit maakt de organisatie en realisatie van warmtenetten complex. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de verschillende knelpunten die spelen bij de aanleg van een warmtenet. Het hoofdstuk is daarmee als volgt opgebouwd:

- Starten met een overzicht van categorieën van knelpunten bij de realisatie van warmtenetten
- Vervolgens wordt in meer detail ingegaan op een drietal van deze knelpunten
- Als laatste wordt inzicht gegeven in de besluitvorming omtrent warmtenetten als geheel

Hierbij wordt nog niet ingegaan op de invloed van het verschil tussen publieke en private warmtenetten. Dit komt terug in het volgende hoofdstuk.

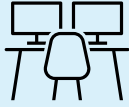
## Methode

Om deze knelpunten in beeld te brengen en toe te lichten, maken we gebruik van diverse rapporten die zijn gepubliceerd op dit onderwerp. Daarbij is deze kennis verder verrijkt door diverse gesprekken met Berenschotcollega's die betrokken zijn geweest bij de ontwikkeling van warmtenetten door heel Nederland.



# De belangrijkste uitdagingen en ontwikkelingen op lokaal niveau

## Knelpunten participatie



- Iedere eigenaar = eigen keuze
- Corporaties moeten 70% ophalen
- Belangen gemeenten en bewoners niet altijd op een lijn

## Technische knelpunten



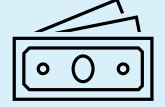
- Tekort aan (geschikte) duurzame warmtebronnen
- Opschaling vraagt standaardisatie
- Bij LT-warmtenetten minimum isolatiegraad vereist

## Juridische knelpunten



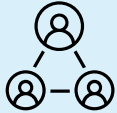
- Onzekerheden nieuwe WCW
- Geen doorzettingsmacht voor gemeenten
- Gebrek aan instrumentarium
- Vetorecht binnen VvE's

## Financiële knelpunten



- Terugverdientijd is lang
- Initiële investering is hoog
- Weinig financieringsconstructuren
- Stijgende materiaalprijzen
- Middelen rijk/EU voldoende?

## Organisatorische knelpunten



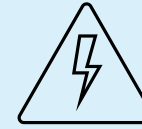
- Gemeenten worstelen met regierol
- Organiseren keten complex (kip/ei)
- Governancestructuur: tegengestelde belangen (publiek/privaat)

## Realisatiekracht



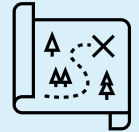
- Tekort aan (technisch) personeel
- Capaciteitsgebrek bij gemeenten en uitvoeringspartijen
- Tekort aan materialen

## Knelpunten infrastructuur



- Netcongestie beperkt mogelijkheden (zeker all-electric)
- Gebruik aan ruimte voor uitbreiding e-infra

## Ruimtelijke inpassing



- Gebrek aan ruimte
- Integrale afwegingen/ keuzes nodig
- Koppelen aan andere opgaven

# Variëteit knelpunten heel breed, binnen de verdieping focussen wij ons op bepaalde onderwerpen

De wereld van warmtenetten is groot en complex. Er zijn veel stakeholders en veel knelpunten waar rekening mee gehouden moet worden. Op de vorige slide hebben wij verschillende knelpunten gecategoriseerd.

In de komende slides gaan wij in op een paar categorieën. Hiermee willen wij **geen rangorde** aanwijzen tussen bepaalde knelpunten maar binnen de scope van het onderzoek kunnen wij ons maar in enkele onderwerpen verdiepen.

**B** VERDIEPENDE ANALYSE: WARMTENETTEN – KNELPUNTEN BIJ REALISATIE

## In deze analyse verdiepen wij ons in drie categorieën knelpunten

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <p><b>Knelpunten participatie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indere eigenaar = eigen knote</li> <li>• Corporaties moeten 70% opkopen</li> <li>• Belangen gemeenten en bewoners niet altijd op een lijn</li> </ul>           | <p><b>Technische knelpunten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toeloot aan (geschikte) duurzame warmtebronnen</li> <li>• Opwekking vraagt standaardisatie</li> <li>• Bij LT-warmtenetten minimale isolatiegraad vereist</li> </ul> | <p><b>Juridische knelpunten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oorzakelieden nieuwe WCM</li> <li>• Geen doortrekkingsrecht voor gemeenten</li> <li>• Gebruik aan instrumentarium</li> <li>• Veto-recht binnen VV's</li> </ul> | <p><b>Financiële knelpunten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teruggewinsttijd is lang</li> <li>• Initiale investering is hoog</li> <li>• Woning-financieringsconstructies</li> <li>• Stijgende materialenprijzen</li> <li>• Middelen rijk/ST/verlener?</li> </ul> |
| <p><b>Organisatorische knelpunten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamenl. voorzieder niet regulerend</li> <li>• Organisatie kan complex</li> <li>• Governancestructuur: ingevestigde belangen (publiek/privaat)</li> </ul> | <p><b>Realisatiekracht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toeloot aan (vecht)stb) personeel</li> <li>• Capaciteit/gebruik bij gemeenten en uitvoeringpartijen</li> <li>• Toeloot aan materialen</li> </ul>                         | <p><b>Knelpunten infrastructuur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netcapaciteit beperkt raagwikkende (ook al-electric)</li> <li>• Gebruik aan relatie voor afbreiding w-afte</li> </ul>                                      | <p><b>Ruimtelijke inspanning</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebruik aan ruimte</li> <li>• Integrale afwegingen/ keuzes nodig</li> <li>• Keppelen aan andere opties</li> </ul>   |

bron: vertrouwelijk

64



# In deze analyse verdiepen wij ons in drie categorieën knelpunten

## Knelpunten participatie



- Iedere eigenaar = eigen keuze
- Corporaties moeten 70% ophalen
- Belangen gemeenten en bewoners niet altijd op een lijn

## Technische knelpunten



- Tekort aan (geschikte) duurzame warmtebronnen
- Opschaling vraagt standaardisatie
- Bij LT-warmtenetten minimum isolatiegraad vereist

## Juridische knelpunten



- Onzekerheden nieuwe WCW
- Geen doorzettingsmacht voor gemeenten
- Gebrek aan instrumentarium
- Vetorecht binnen VvE's

## Financiële knelpunten



- Terugverdientijd is lang
- Initiële investering is hoog
- Weinig financieringsconstructies
- Stijgende materiaalprijzen
- Middelen rijk/EU voldoende?

## Organisatorische knelpunten



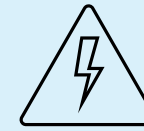
- Gemeenten worstelen met regierol
- Organiseren keten complex
- Governancestructuur: tegengestelde belangen (publiek/privaat)

## Realisatiekracht



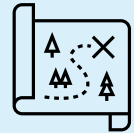
- Tekort aan (technisch) personeel
- Capaciteitsgebrek bij gemeenten en uitvoeringspartijen
- Tekort aan materialen

## Knelpunten infrastructuur

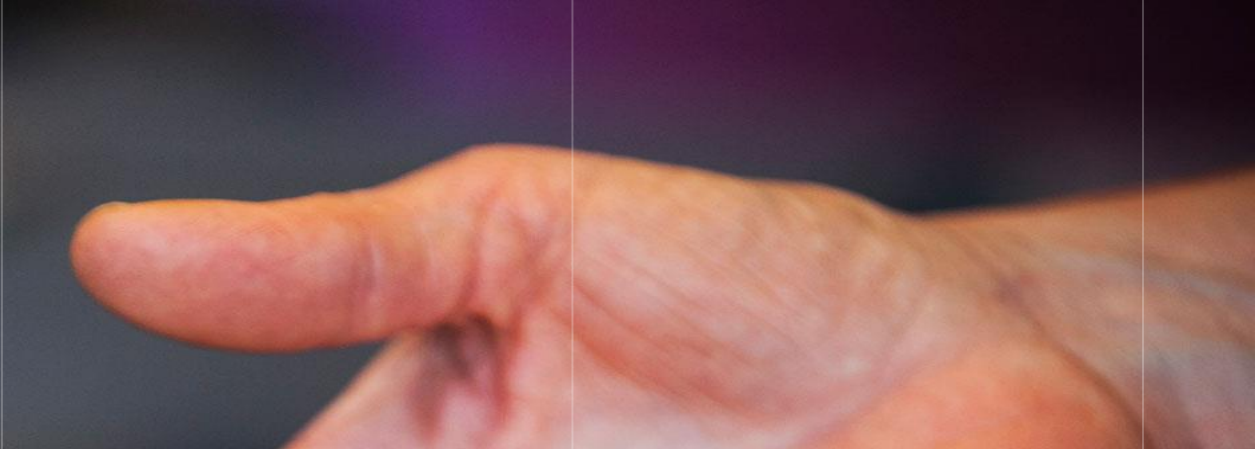


- Netcongestie beperkt mogelijkheden (zeker all-electric)
- Gebruik aan ruimte voor uitbreiding e-infra

## Ruimtelijke inpassing



- Gebrek aan ruimte
- Integrale afwegingen/ keuzes nodig
- Koppelen aan andere opgaven



## a. Financiële knelpunten



# Financiën blijven belangrijk struikelpunt in proces tot realisatie warmtenetten

## Het volloopriscio geeft de grootste onzekerheid in de aanleg van een warmtenet

Het ontwikkelen en aanleggen van warmtenetten kent veel onzekerheid aan de voorkant. In welke mate deze onzekerheden, oftewel risico's, daadwerkelijk plaatsvinden en de omvang ervan is op voorhand lastig in te schatten. De voornaamste risico's voor collectieve warmtenetten zitten in de aanleg van het warmtenet (CAPEX) en de voltoop. Het gaat bij het volloopriscio enerzijds om het al dan niet aansluiten van woningen, anderzijds om vertraging bij het aansluiten. De twee risico's (CAPEX en voltoop) doen zich voornamelijk voor tijdens de ontwikkelfase van het warmtenet.

## Onrendabele top

In Nederland gebeurt warmtenetontwikkeling vaak door één partij. Deze partij draagt daarom alle risico's die gepaard gaan met de aanleg van het warmtenet. Deze partij is vaak een warmtebedrijf. In dit huidige marktmodel kennen businesscases voor warmtenetten vooral binnen de bestaande bouw een onrendabele top. Een onrendabele top is het verschil tussen de investering in het warmtenet en de markt- of beleidswaarde die wordt gecreëerd. Kortom, het verschil dat ervoor zorgt of de businesscase rond te krijgen is of niet.

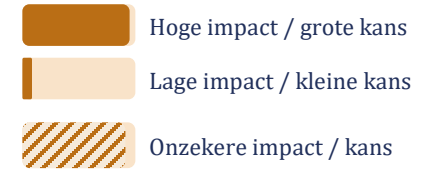
Deze onrendabele top wordt over het algemeen vertaald in een bijdrage aansluitkosten (BAK) voor elke aansluiting. In andere woorden, elk huishouden dat wil aansluiten bij het warmtenet moet deze BAK betalen. Maar hoe hoger de BAK, des te minder huishoudens geneigd zijn om zich aan te laten sluiten bij het warmtenet. Met als gevolg dat wanneer minder huishoudens zich laten aansluiten, de BAK voor de huishoudens, die zich wel laten aansluiten, omhoog gaat. Dit is geïllustreerd in de figuur hieronder.

Figuur 1: Daling van risico naarmate aantal aansluitingen stijgt



# Risico's met een hoge kans en impact vragen om mitigerende maatregelen/instrumenten

Partijen, vaak private warmtebedrijven, die een warmtenet willen realiseren, ervaren een aantal financiële risico's. We lichten enkele risico's toe waarbij gekeken wordt naar de financiële impact. Deze is samen met de kans kwalitatief geduid.









|  | Impact | Kans |
|--|--------|------|
| <p><b>1. Investering valt hoger uit</b></p> <p>De CAPEX is verreweg de grootste gevoeligheid. De onzekerheid is hier groot, in de periode tussen begin 2021 en medio 2022 zijn naar schatting de kosten voor warmte-infrastructuur met ongeveer 30% gestegen. Dit is het gevolg van zeer hoge staalprices en krapte in de bouw en infrasector in combinatie met hoge inflatie. Anderzijds kan dit ook de andere kant op bewegen door dalende staalprices en bijvoorbeeld innovatie. Hoe sneller besluitvorming gedurende de ontwikkelfase kan plaatsvinden en hoe beter het ontwerp gemaakt wordt, des te beter is het risico op de CAPEX te managen.</p>  |        |      |
| <p><b>2. Participatiegraad/volloop valt slechter uit</b></p> <p>We gaan vanaf 2030 uit van 90% participatie (daarvoor van 75%). In positieve zin kan dit maximaal 10% toenemen en in negatieve zin kan dit wel 30% slechter zijn. Minder aansluitingen beïnvloedt de rentabiliteit van de infrastructuur negatief. De impact van een negatieve uitslag op de BAK en daarmee onrendabele top kan zeer hoog zijn. Belangrijke factoren die de participatiegraad/volloop beïnvloeden zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>opt-out opties en de kosten daarvan (aanwezigheid van alternatieven),</b></li> <li>• <b>beschikbaarheid aardgas,</b></li> <li>• <b>draagvlak/imago van warmte,</b></li> <li>• <b>tarieven/kosten voor de eindgebruiker.</b></li> </ul> <p>Woningcorporaties spelen een belangrijke rol in het verhogen van de aansluitdichtheid. De gemeenten krijgen naar verwachting binnenkort de mogelijkheid om het alternatief van aardgas voor een buurt uit te sluiten door aan te geven dat de gasinfra binnen een bepaalde tijd verdwijnt uit de buurt, wat de participatiegraad naar verwachting verhoogt. Het Rijk onderzoekt momenteel de mogelijkheden voor een garantieregeling dan wel volloophfonds om dit risico in een bepaalde mate te dekken.</p> |        |      |

# Voor volloop risico en onrendabele top afhankelijkheid voor instrumentarium Rijk

|  | Impact  | Kans  |
|--|---|---|
| <p><b>3. Onrendabele top wordt niet opgelost</b></p> <p>Warmtenetontwikkeling in de bestaande bouw kent een forse onrendabele top (OT). Stijging van materiaalprijzen en arbeid (2021/22) hebben ook deze OT verder doen toenemen. Het Rijk ontwikkelt momenteel een subsidie-instrument om de OT af te vangen. Het is onzeker of dit instrument toereikend is zowel in budgetomvang als wel tegemoetkoming in relatie tot de OT. Als de OT niet wordt opgelost, zal dit een drempel blijven voor warmtenetontwikkeling. Het risico hierbij zit met name op het behalen van de doelen.</p> |  |  |
| <p><b>4. Exploitatierisico vraagafname / isolatie</b></p> <p>De afnemende vraag door isolatie geeft een onzekerheid op de variabele transportinkomsten. In de komende jaren moet er rekening mee worden gehouden dat de vraag naar warmte afneemt door onder andere een hogere isolatiegraad en een warmer klimaat.. Dit kan impact hebben op de businesscase.</p>   |  |  |
| <p><b>5. Leegloop: Formatiekosten bij achterblijvende warmtenetontwikkeling</b></p> <p>Warmtenetontwikkeling verschillende knelpunten. Warmtebedrijven zijn afhankelijk van samenwerking met andere partijen. Gemeenten en broneigenaren spelen hierin een essentiële rol. Veranderende ambities bij gemeenten of onzekerheid over verduurzamingsroutes kan zorgen voor vertraging enerzijds. Anderzijds dienen warmtebronnen ook aanwezig te zijn en ontwikkeld te worden. Ook hier zit een onzekerheid. Het risico is dat warmtenetontwikkeling minder snel gaat dan beoogd.</p>         |  |  |

# Opstartfase en onrendabele top

|  | Impact  | Kans  |
|--|---|---|
| <p><b>6. Inflatie stijgt door en daarmee rentelasten en onzekerheid op kosten</b></p> <p>Wanneer de huidige hoge inflatie doorzet, zal dat ook gevolgen hebben voor de rentelasten van aan te trekken vreemd vermogen, beschikbaar eigen vermogen en de discontovoet. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de impact bij een stijging in de discontovoet dan wel daling groot is. Anderzijds lijkt de stijging van rentelasten van alleen het vreemd vermogen (senior) beperkter, maar nog steeds aanwezig. De kans dat dit gebeurt, is moeilijk in te schatten, er zou ook juist een recessie kunnen komen met juist lage rentes.</p>  |    |    |
| <p><b>7. Transporttarieven onder druk</b></p> <p>De transporttarieven zijn op dit moment niet gereguleerd; wel geldt er het maximum tarief voor de eindgebruiker. Dit maakt dat er onderhandeling plaatsvindt tussen broneigenaar, infra-eigenaar en leverancier over kosten voor warmte inkoop, transport en back-up en piekvoorziening. De businesscase van de verschillende onderdelen kan verschillen, uiteindelijk komt een tekort terug in de sluitpost in de vorm van de BAK (bijdrage aansluitkosten) die de eindgebruiker betaalt. Een warmtebedrijf bepaalt zelf onder welke voorwaarden en tegen welke tarieven transport over de infra mogelijk is. Hiermee is grip op deze onzekerheid aanwezig. Resultaat kan wel zijn dat de businesscase niet uit kan en daarmee het warmtenet niet wordt gerealiseerd. Dat transporttarieven onder druk komen te staan bij reeds gerealiseerde netten is ook mogelijk als gevolg van dalende gasprijzen, die gekoppeld zijn aan de maximumprijs van warmte in het huidige niet meer dan anders (NMDA)-systeem. Waar dit risico precies ligt, is ook afhankelijk van onderhandeling tussen partijen in de keten.</p>   |    |    |
| <p><b>8. Kostprijs+</b></p> <p>Het ministerie van EZK is voornemens op termijn het NMDA-principe af te schaffen en op die manier afscheid te nemen van de koppeling met gas. Daarvoor in de plaats dient een zogenaamd Kostprijs+ systeem te komen waarbij de eindgebruiker een kostengebaseerd tarief betaalt met daarbij een reële extra (de "+") voor de marge van het warmtebedrijf. Wanneer dit ingevoerd wordt dan is de impact voor een warmtebedrijf naar alle waarschijnlijkheid vooral positief, omdat risico's omtrent de tarieven die warmtebedrijven mogen hanteren voor de eindgebruiker in beginsel vervallen. Het risico is vervolgens wel dat er prijsverschillen ontstaan tussen verschillende warmtebedrijven (vanwege verschillende kostprijzen door lokale omstandigheden, zoals andersoortige bronnen en dichtheid van infrastructuur) wat mogelijk negatief kan uitpakken voor het draagvlak. Dit is een algemeen risico van kostprijs+ wat landelijk plaatsvindt. Daardoor is het ook mogelijk dat vanuit betaalbaarheid gemeenten alsnog een lager tarief willen rekenen; de zogenaamde kostprijs+ kan in dergelijke situaties gedrukt worden door bijvoorbeeld een subsidie aan de voorkant.</p> |  |  |





**b. Participatieknelpunten**

# De aanleg van warmtenetten was in het verleden sterk afhankelijk van nieuw te bouwen woningen

## We kijken naar een specifieke vorm van participatie

Participatie is een zeer breed begrip. In deze rapportage ligt voornamelijk de focus op het betrekken van de burgers bij de aanleg van warmtenetten, waarbij we ons voornamelijk richten op de besluitvorming om wel/niet aan te sluiten. Hiermee kijken we niet naar bredere burgerparticipatie bij de besluitvorming van de gemeente in de warmtetransitie als geheel of andere participatietrajecten. Zoals bijvoorbeeld het mini-burgerberaad van Amsterdam<sup>1</sup>. De focus van participatie is daarom nauwer dan in andere studies wordt aangehouden.

## Participatie is sterk afhankelijk van het eigendom en bouwjaar van de woning

In het verleden zijn warmtenetten grotendeels aangelegd bij toenmalige nieuwbouwprojecten. Woningen zijn dus aangesloten toen ze gebouwd werden. Het aandeel bestaande woningen, die vervolgens werden aangesloten op een warmtenet, is vele malen kleiner. En als dit wel het geval is dan gaat het met name om woningen van woningcorporaties. Dit geeft hiermee al het beeld dat het zeer lastig is om particuliere woningeigenaren van bestaande woningen aan te sluiten op het warmtenet.



Exacte aantallen zijn complex om vast te stellen, maar bovenstaand beeld komt overeen met de percentages binnen de Klimaat-en Energieverkenning 2022

<sup>1</sup> <https://www.hva.nl/akmi/gedeelde-content/projecten/projecten-algemeen/psychologie-voor-een-duurzame-stad/mini-burgerberaad-gemeente-amsterdam.html?origin=qx2dnOZtTXijYoJar04JtQ>

# In het verleden zijn warmtenetten met name aangelegd bij nieuwbouw van woningen

Er zijn verschillende redenen waarom het relatief aantrekkelijk is om een warmtenet aan te leggen bij nieuw te bouwen woningen:

- Er ligt nog geen infrastructuur en het kost geld om elke vorm van infrastructuur aan te sluiten. De kosten voor de aansluiting op een warmtenet (BAK) konden direct afgewogen worden tegen de aansluitkosten op het aardgasnet.
- Met de projectontwikkelaar van nieuw te bouwen woningen is er 1 aanspreekpunt voor een groot aantal woningen. Dit maakt het makkelijker om het gesprek aan te gaan voor het warmtebedrijf.
- Het vollooprisico is kleiner doordat niet met elke individuele gebouweigenaar onderhandeld hoeft te worden. Daarbij gaat het meestal ook in 1 keer om een grote groep woningen met weinig afstand ertussen wat het interessant maakt voor een warmtebedrijf
- De woningen zijn nog in aanleg en daarmee is het ook makkelijker om de grond open te breken om leidingen te graven. Dit geldt voor elke vorm van infrastructuur, maar warmtenetten zijn wel grote buizen en zijn daarom vaak meer ingrijpend om te plaatsen in bestaande infrastructuur. Een bouwplaats levert hier dus een extra voordeel

Al deze punten tezamen maken dat warmtenetten in het verleden met name zijn aangelegd bij nieuwbouw.





# Bestaande woningen die aangesloten zijn op warmtenetten zijn grotendeels woningcorporatiewoningen

## Woningcorporaties kunnen meer op de lange termijn plannen dan particuliere woningeigenaren

Net zoals andere infrastructuur geldt voor warmtenetten dat deze worden aangelegd voor de lange termijn (30 – 50 jaar). Dit is een termijn waar particuliere woningeigenaren geen rekening mee houden. Gemiddeld verhuizen particulieren namelijk om de 7 jaar. Woningcorporaties bezitten de woningen wel voor veel langere termijnen. Zij kunnen daarom ook makkelijker langetermijnbeslissingen nemen bij investeringen in hun woningen.

## Woningcorporaties als aanspreekpunt

Voor de uitrol van een warmtenet is het van groot belang voor het warmtebedrijf dat er zoveel mogelijk afnemers zitten in het gebied waar het warmtenet wordt aangelegd. Daarbij kost het tijd/geld om af te stemmen met een groot aantal partijen. Woningcorporaties vertegenwoordigen vaak een groot aantal woningen en zijn daarmee **1 aanspreekpunt** voor een groot aantal afnemers. Terwijl particuliere woningeigenaren allemaal apart meegenomen moeten worden in het proces, wat tijdsintensief is. Natuurlijk moeten bewoners van woningcorporaties nog wel instemmen (>70% van een complex moet instemmen), maar het is wel makkelijker afstemmen met 1 partij die 500 woningen vertegenwoordigt dan 500 individuele partijen met 1 woning

## Woningcorporaties hebben een split-incentive

In het geval van de verhuur van de woningen is het meestal het geval dat de huurder de energiekosten betaalt en de investeringen worden gedaan door de verhuurder. De baten van investeringen in de woningen (door bijvoorbeeld isolatie) komen hierdoor niet terecht bij de investeerder (verhuurder), maar bij de gebruiker (huurder). De verhuurder heeft hiermee geen directe stimulans om te investeren, omdat hij er toch geen profijt van heeft. Dit wordt aangeduid met de term **split-incentive**. De stimulans voor woningcorporaties om te verduurzamen zal daarom veelal komen door opgelegd beleid en niet uit een terugverdientijd berekening. Particuliere woningeigenaren hebben wel een financiële incentive om te verduurzamen (de baten komen namelijk bij de investeerder, de woningeigenaren zelf, terecht).

## Woningcorporaties kunnen vroeg in het proces meegenomen worden

Woningcorporaties hebben strategische medewerkers die mee kunnen denken bij de start van een traject om een warmtenet aan te leggen. Zij doorlopen hiermee vaak **het hele traject** en daarmee wordt snel duidelijk of het warmtenet hen niet teveel gaat kosten, en kunnen ze hier eventueel nog in bijsturen. Particuliere woningeigenaren hebben vaak niet de tijd/capaciteit om hierin mee te denken en worden daarom **vaak laat** in het proces betrokken (met nog beperkte invloed).



# Invloed van deze kenmerken op de participatie van bewoners bij de aanleg van een warmtenet voor bestaande woningen

De participatie van woningcorporatiewoningen over het geheel is makkelijker.

Zoals ook al blijkt uit het aandeel bestaande woningen dat aangesloten is op een warmtenet is het makkelijker om woningcorporatiewoningen aan te sluiten. Het is hierbij veelal geen probleem om de vereiste minimumgrens van 70% te halen. Bewoners hoeven namelijk zelf niet te investeren en vertrouwen de woningcorporatie mogelijk dat deze in hun belang handelt.

## Participatie van particulieren is complex

De participatie van warmtenetten is vaak complex om de volgende redenen:

- Het zijn grote investeringsbedragen en het levert niet direct een kostenreductie in energiekosten op
- Particulieren worden vaak laat betrokken, waarbij er weinig keuzeropties meer mogelijk zijn en ze zich hierdoor mogelijk voor een voldongen feit gezet voelen
- Het is tijdsintensief voor ontwikkelaars van het warmtenet om de grote hoeveelheid woningeigenaren goed te informeren en te betrekken in de besluitvorming

Dit alles maakt dat het relatief complex is om de particuliere woningeigenaren te laten participeren bij de aanleg van warmtenetten.

## Is er dan helemaal niks mogelijk voor particulieren?

De redenen voor de complexe participatie van particulieren zijn al langer bekend. Er wordt daarom wel gezocht naar mogelijkheden om de particuliere woningeigenaren toch mee te nemen. Bijvoorbeeld bij de aanleg van een warmtenet in Rotterdam (buurt: Heimstaden). Hier is namelijk een intensief traject gestart vanuit de gemeente om de bewoners wel te betrekken. Daarbij worden ze niet voor een voldongen feit gesteld, maar wordt hen een keuze geboden:

- 1) Nu participeren in het warmtenet (met aan lagere prijs door subsidiëring vanuit de gemeente)
- 2) Afwachten hoe het loopt (maar dan loop je ook de subsidie mis)
- 3) In het geheel niet participeren in het warmtenet

Burgers zijn in het gehele proces betrokken en de participatiegraad van bewoners binnen deze buurt is significant hoger dan in andere buurten, maar het is een flinke investering qua tijd en budget vanuit de gemeente.

Het is dus zeker mogelijk om ook particuliere woningeigenaren mee te nemen, maar dit vraagt wel om een investering van zowel tijd als budget van andere partijen (zoals de gemeente)

# c. Organisatorische knelpunten



# Wij zien drie belangrijke knelpunten op het gebied van de organisatie rondom warmtenetten

Drie organisatorische knelpunten zijn eerder benoemd

In het overzicht van knelpunten (zie slide 61) staan drie knelpunten die naar voren komen op organisatorisch vlak:

- Regierol bij gemeenten
- Organiseren van het proces rondom realisatie van warmtenetten
- Governancestructuur (publiek versus privaat).

In de komende slides gaan wij in op de eerste twee knelpunten. Het derde knelpunt (governancestructuur) wordt apart behandeld vanaf slide 82.





# Capaciteitstekort veel voorkomend probleem bij vooral kleine gemeenten

## Te weinig capaciteit bij gemeenten voor uitrol warmtenetten

De gemeente heeft een belangrijke rol in het proces rondom warmtenetten. Vanuit het Rijk heeft de gemeente de verantwoordelijkheid gekregen om haar wijken aardgasvrij te maken. Veel gemeenten worstelen met deze positie. Dit heeft te maken met het feit dat er geen geld vanuit de rijksoverheid beschikbaar is gemaakt om deze taak uit te voeren. Hierdoor hebben veel gemeenten een beperkte capaciteit om de warmtetransitie vlot te trekken. Het proces in de aanloop naar een warmtenet vraagt veel tijd waar gemeenten vaak niet de mensen voor hebben. Grotere gemeenten hebben vaak meerdere ambtenaren in dienst op de portefeuille klimaat, waar kleinere gemeenten soms maar een ambtenaar in dienst hebben op alle aspecten rondom energie en duurzaamheid.

In het geval van te weinig capaciteit worden vaak externe adviseurs ingehuurd om het gebrek aan capaciteit op te vangen. Dit zorgt ervoor dat tijdelijk de capaciteit opgevangen kan worden, maar is slechts een tijdelijke oplossing.





# Door gebrek aan kennis bij gemeenten staat de organisatie van het realisatieproces onder druk

## Gebrek aan kennis bij gemeenten belangrijk knelpunt

Naast capaciteit zien we dat er in de praktijk vaak kennis ontbreekt bij gemeenten. Dit is niet te verwijten aan de gemeenten. Het energiesysteem is een zeer complexe omgeving waar continu verandering plaatsvindt. In het kader van de energietransitie komt er veel op gemeenten af, waardoor het voor gemeenten lastig is om alle kennis in huis te hebben. Eerder gaven we aan dat er vaak beperkte capaciteit is. Het beperkte aantal personen moet veel kennis hebben, want warmtenetten zijn technisch complexe infrastructuren. Voor het proces rondom warmtenetten is onder andere het volgende nodig:

- **Procesmatige kennis.** De aanloop naar de daadwerkelijke realisatie zijn lastige en langdurige opgaven (soms wel 7 jaar), waarin veel (proces)kennis nodig is om het hele traject te coördineren. Gemeenten moeten daarin vaak afstemmen met burgers, woningcorporaties en andere stakeholders. Berenschot heeft in meerdere gemeenten het proces rondom een warmtenet vanaf het begin tot het eind georganiseerd.
- **Technische kennis.** Warmtenetten zijn technisch zeer complexe artefacten waar veel technische kennis voor nodig is om het inhoudelijk te begrijpen.

De techniek achter een warmtenet is veelzijdig. Men moet begrip hebben van bijvoorbeeld de verschillende typen warmtebronnen, maar ook van de verschillende installaties waarmee woningen op warmtenetten kunnen worden aangesloten in huis.

- **Financiële kennis.** Warmtenetten zijn grote investeringen met een lange tijdshorizon. Dit maakt de businesscase complex. Daarnaast staan meerdere (financiële) belangen van verschillende partijen op het spel. Kennis moet aanwezig zijn. Hiervoor is veel kennis over financiën voor nodig.

## Aanwezigheid kennis cruciaal voor succesvolle uitkomst, waar de kennis vandaan komt minder belangrijk

De aanwezigheid van kennis op meerdere gebieden is cruciaal in het proces. Het is niet noodzakelijk om als gemeenten kennis op alle gebieden in huis te hebben. Wel is het belangrijk dat als kennis ontbreekt, de kennis op een andere manier in huis gebracht wordt. Vervolgens moet de kennis gewaarborgd worden gedurende het gehele proces. Dit kan een opgave zijn, omdat het inhuren van externe 'kennis' vaak kostbaar is.

# Relatiemanagement en vertrouwen belangrijk in langdurig en intensief proces

## Langdurig proces vereist vertrouwen in elkaar

Het proces is vaak langdurig (5 – 7 jaar) waarin veel stakeholders nauw met elkaar samenwerken. Uit ervaring zien we dat vertrouwen tussen de verschillende stakeholders cruciaal is in het proces. Een breuk in het vertrouwen kan de realisatie van een warmtenet betekenen. Andersom kan een goede vertrouwensband ook het proces versnellen.

## Politiek maakt langetermijndenken lastig

De aanleg van een warmtenet is een ingrijpende verandering in een gemeente. De infrastructuur die wordt neergelegd, blijft er voor tientallen jaren liggen en kost veel geld. Voor de realisatie van een warmtenet is daarom ook langetermijnvisie nodig. De gemeentelijke politiek speelt zich af op een veel kortere tijdshorizon. Gemeenteraden veranderen elke vier jaar. De politieke kleur van een gemeente speelt een belangrijke rol in de slagingskans van een warmtenet, omdat de politiek het vertrouwen in het proces kan wegnemen. Tegelijkertijd kan een gezamenlijke politieke kleur het proces ook versnellen.



# d. Synthese knelpunten



# Vertrouwen in het proces en de samenwerking vaak onderbelicht in de discussie rondom warmtenetten



Participatie



Vertrouwen in het proces en de samenwerking is cruciaal

In voorgaande slides zijn we op diverse knelpunten ingegaan. Het is belangrijk dat veel van deze knelpunten worden weggenomen om een warmtenet aan te leggen. Over veel van deze knelpunten zijn rapporten geschreven. Belangrijke factoren die echter vaak onderbelicht blijven in adviesrapporten of beleidstukken zijn 'vertrouwen' en 'lef'.



Technisch



Juridisch



Het proces richting de aanleg van een warmtenet duurt lang, er zijn veel mensen bij betrokken en er gaat ook veel geld in zitten. Toch is er bijna geen enkel proces waar alle knelpunten weggenomen kunnen worden. Vaak zijn er nog enkele stoplichten die op 'oranje' staan (zoals links geïllustreerd). Het is daarbij onwaarschijnlijk dat het gaat lukken om alle stoplichten tegelijk op 'groen' te krijgen. De wereld verandert namelijk snel en hierdoor zou het kunnen voorkomen dat bijvoorbeeld participatie in jaar t op 'groen' staat, maar dat door omgevingsfactoren deze in jaar t+1 op 'oranje' staat. Dit terwijl er hard gewerkt is om een ander stoplicht (bijvoorbeeld financieel) op 'groen' te krijgen.



Financieel



Organisatorisch



Realisatie



Om wel tot een beslissing te komen is het daarom essentieel om tussen de betrokken partijen bij een warmtenet vertrouwen op te bouwen. Dat geeft de voedingsbodem om bij een gemengd beeld van 'groene' en 'oranje' stoplichten het gezamenlijk lef op te bouwen om ook met een onzekere toekomst toch een besluit te durven nemen. Lef en vertrouwen zijn hiermee cruciaal om de doorslag te kunnen geven in de besluitvorming omtrent warmtenetten.



Infrastructuur



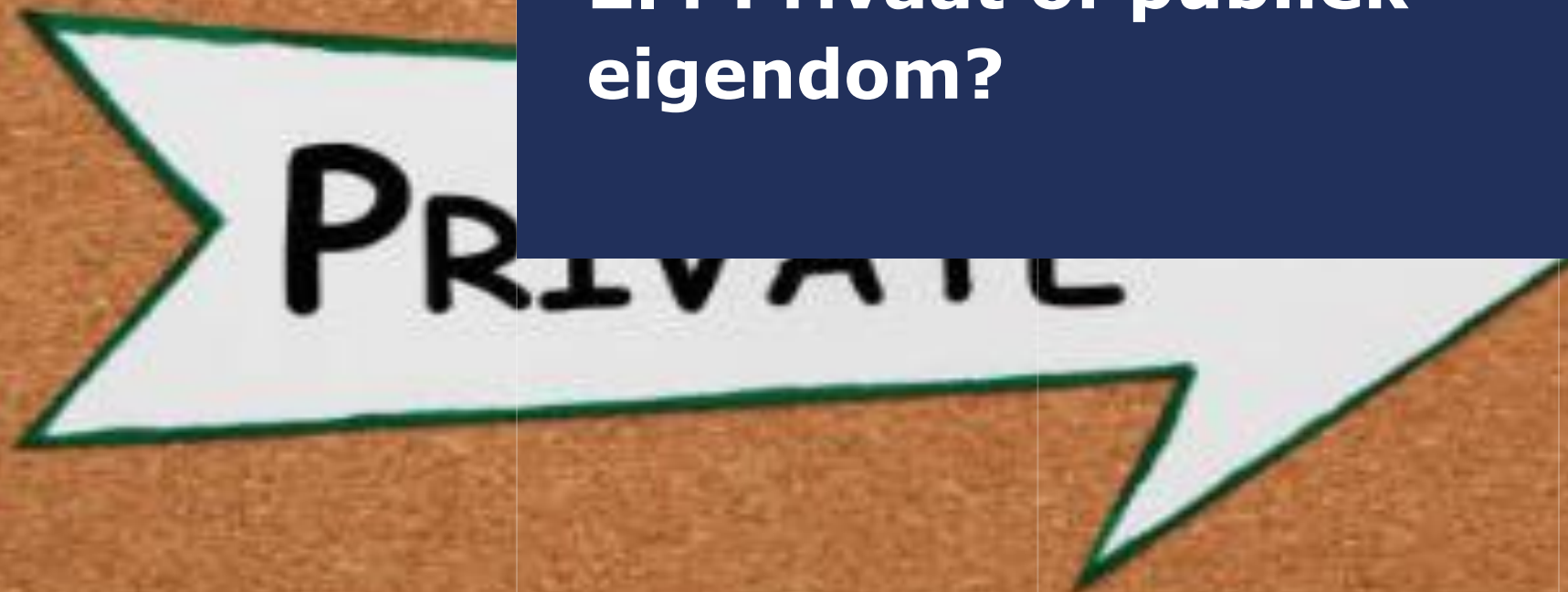
Ruimtelijke inpassing







PUBLIC



PRIVATE

## 2.4 Privaat of publiek eigendom?

# Het kabinet overweegt om het eigendom van de infrastructuur voor warmte publiek te maken

De nieuwe Wet Collectieve Warmte moet de verduurzaming in de gebouwde omgeving faciliteren

Het hangt al een tijdje in de lucht; de nieuwe Wet Collectieve Warmte (WCW). Deze wet heeft als doel de warmtetransitie in de gebouwde omgeving te versnellen. In deze wet worden aan verschillende zaken invulling gegeven:

- De taak en bevoegdheid van gemeenten om te bepalen door wie, waar en wanneer er een collectieve warmtevoorziening wordt aangelegd.
- Meer transparantie rondom de tarieven en tariefregulering op basis van de werkelijke kosten.
- Betere borging van de duurzaamheid en leveringszekerheid

In de kamerbrief<sup>1</sup> geeft Minister Jetten aan dat het belangrijk is dat het wetsvoorstel wordt gedragen door de gemeenten, die in de wet worden aangewezen als primair sturende partij om de lokale warmtetransitie te realiseren. Dit heeft er toe geleid dat het kabinet in oktober 2022 heeft besloten (in de ministerraad, nog niet vastgelegd in een wet) om publiek eigendom verplicht te maken bij collectieve warmtesystemen. Hier vallen warmtenetten onder.

## Wat is het besluit en waarom overweegt de overheid het besluit?

De **kern van het besluit** is dat de infrastructuur van collectieve warmtesystemen in **handen van een publieke partij** moet komen te liggen. Kleine warmtenetten (tot 1500 verbruikers) hebben een uitzondering. Hier zou de aanleg en exploitatie van een klein warmtenet nog gedaan mogen worden door private warmtebedrijven. Het kabinet geeft meerdere redenen voor dit besluit:

- De warmtevoorziening zal in delen van een gemeente afhankelijk worden van warmte, voor gebruikers is er geen substituu, waardoor er sprake is van een monopolie. De infrastructuur zal hiermee van vitaal belang worden. Het vereiste dat de infrastructuur in handen van een publieke partij komt te liggen is hiermee Europeesrechtelijk gerechtvaardigd.
- Er wordt tegemoet gekomen aan de wens van de medeoverheden dat de infrastructuur in publieke handen komt te liggen
- De keuze is in lijn met beleid ten aanzien van andere vitale infrastructuren (gas, elektriciteit, drinkwater en spoor).

1) Kamerbrief. 15 juli 2022. Voortgang Wet collectieve warmtevoorziening.

# Publieke eigendom moet coördinatie geven en draagvlak creëren

## Mogelijk voordeel

## Beschrijving



Reductie van  
beleidonzekerheid

Door publiek eigendom kan er een financieel belang voor gemeenten ontstaan om zich op de lange termijn te binden aan een warmtenet, waardoor de planningen qua gebiedsontwikkeling en de ontwikkeling van warmtenetten op elkaar kunnen worden afgestemd.



Coördinatie-voordelen  
infrastructuur (rol  
netwerkbedrijven)

Door publiek eigendom kan de situatie ontstaan dat alle energie-infrastructuur in een gebied in handen komt van één partij (de netwerkbedrijven). Daarmee kan deze partij een regierol nemen in de bredere energietransitie.



Vergroten van de acceptatie  
bij consumenten

Door publiek eigendom zou het aantrekkelijker worden voor eigenaars van bestaande gebouwen om hun gebouw te laten aansluiten, omdat zij meer vertrouwen hebben in een publieke partij als eigenaar.



'Niet contracteerbare'  
publieke belangen

Publiek aandeelhouderschap kan een manier zijn om publieke belangen te borgen waarvoor dat niet gaat met wet- en regelgeving

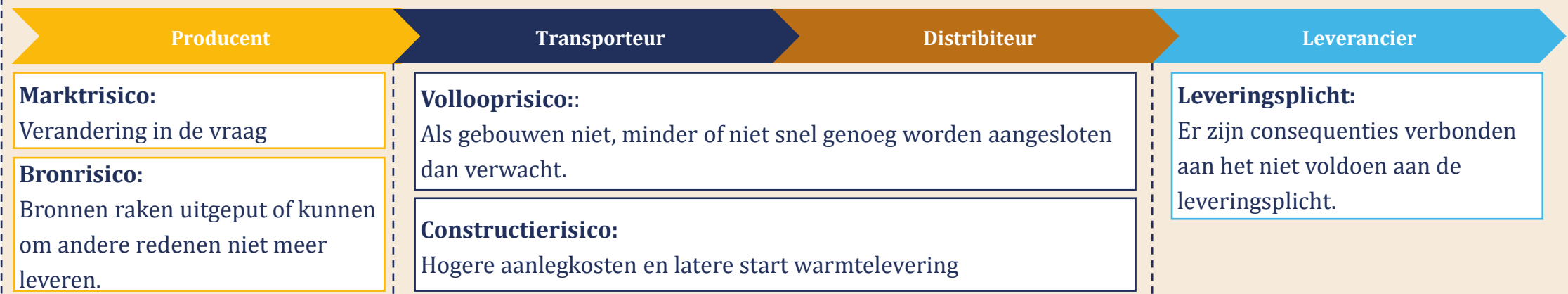
# Warmtebedrijven zijn huiverig voor gedeeld zeggenschap vanwege de verschillende risico's in de keten

Warmtebedrijven zien drie grote risico's:

- Het warmteleveringsbedrijf moet vanuit een minderheidspositie onderhandelen over de risico- en winstverdeling.
- Het warmteleveringsbedrijf heeft relatief hoge risico's tijdens de exploitatiefase die gerelateerd zijn aan de leveringsplicht.
- Het warmteleveringsbedrijf wordt in de bedrijfsvoering afhankelijk van een publieke partij met overheersende zeggenschap. Dat betekent dat deze wel moet investeren, maar daarbij voor de verdere bedrijfsvoering afhankelijk is van de publieke onderneming en politieke besluitvorming (bij gemeentelijke warmtebedrijven) die grillig kan zijn.

## Risico's in de huidige marktordening

**Regulatorische risico's:** Zoals wijzigingen in de tariefregulering, andere delen van de WCW, of aanpassingen aan subsidieregelingen (bijvoorbeeld verandering in de classificatie van biomassa)





# Private warmtebedrijven verwachten vertraging energietransitie door gebrek aan capaciteit en expertise bij publieke organisaties

## Capaciteit en expertise bij publieke partijen ontbreekt

Volgens de doelstellingen van het kabinet moeten er in 2030, 500.000 nieuwe aansluitingen op een collectief warmtesysteem gerealiseerd worden. De private partijen geven aan dat deze doelstelling niet gehaald kan worden als het eigenaarschap van de infrastructuur bij de publieke partijen komt.<sup>1</sup>

Volgens de COO van Eneco is een warmtenet een zeer technisch complex stuk infrastructuur waar veel technische expertise en capaciteit voor nodig is.<sup>2</sup> Publieke organisaties zouden daarvoor hun expertise en capaciteit sterk moeten uitbreiden richting 2030 om de doelen te halen, gegeven het feit dat het op dit moment private partijen 90% van de markt van warmtenetten bedienen. Uit onderzoek blijkt dat gemeenten ook al gemiddeld 14 tot 17 extra FTE nodig hebben voor het uitvoeren van het klimaatakkoord.<sup>3</sup>

De private partijen verwachten dat de publieke organisaties niet in staat zijn dit opgebouwd te hebben richting 2030: “Door de ontwikkelperiode van warmtenetten van 5 – 7 jaar moet de besluitvorming van veel projecten plaatsvinden tussen 2023 – 2025 om aansluitingen te realiseren richting 2030.”<sup>4</sup>

## Private partijen dreigen hun investeringen te stoppen wat gevolgen heeft voor de warmtetransitie

Als gevolg van het besluit dat de Minister overweegt, hebben meerdere warmtebedrijven aangegeven te stoppen met investeren in lopende en nieuwe projecten.

In de reactie van Energie Nederland op het voorstel van Minister Jetten worden twee hoofdredenen genoemd waarom investeringen waarschijnlijk teruglopen:<sup>1</sup>

- Directe onzekerheid voor **alle lopende en nieuwe projecten**. Voor deze projecten worden nu al ontwikkelingskosten gemaakt en private partijen weten niet hoe ze deze kosten kunnen terugverdienen. Ze zullen daarom terughoudend zijn met het opstarten van nieuwe projecten.
- Directe onzekerheid over **de waarde van bestaande netten** bij verplichte verkoop. In het besluit staat dat het warmtenet overgenomen moet worden voor de marktwaarde. Private partijen verwachten dat door het besluit tot verplicht publiek eigendom de marktwaarde al flink kan dalen.

1) Reactie Energie Nederland. Besluit over verplicht publiek eigendom warmtenetten vertraagt de warmtetransitie. 25 oktober 2022.

2) Podcast Studio Energie. Manja Thiry (Eneco) over de felle strijd tussen bedrijven en overheden om het bezit van warmtenetten”. Aflevering van 1 november.

3) ROB (2020). Uitvoeringskosten van het Klimaatakkoord voor decentrale overheden.

4) Rapport Effecten van publiek eigendomsverplichting op de realisatiekracht voor collectieve warmtesystemen. Strategy&. PWC. 5 juli 2022.

# Onderzoek van PWC: zwakke punten in het voorstel van Minister Jetten

## PWC verwacht dat het besluit de energietransitie zal vertragen

Er wordt een aantal redenen genoemd:

- De komende jaren zal het uitroltempo naar verwachting vertragen, waardoor de doelstellingen niet gehaald worden. Er ontstaat een langdurige overgangperiode, waarin te verwachten is dat warmtenetten zich zeer beperkt zullen ontwikkelen, huidige netten lange overnametrajecten in gaan en nieuwe warmtenetten langzaam van de grond komen.
- Een generieke verplichting leidt tot een grote wijziging in de huidige markt, terwijl de economische voordelen van publiek eigenschap ook al zonder verplichting mogelijk zijn.
- Er is naar verwachting een nadelig effect op de concurrentie. Er zal als gevolg van de verplichting tot publiekeigendom vrijwel geen concurrentie zijn op de markt voor warmtenetten. Dit komt omdat er vaak maar een (publieke) partij is om het nieuwe net aan te leggen. Dit is de partij die de gemeente selecteert.

## De voordelen wegen niet op tegen de nadelen

Over de eerder genoemde voordelen (reductie van beleidsonzekerheid, coördinatievoordelen, vergroten acceptatie en waarborgen publieke belangen) op slide 84 bestaan wel twijfels:

- Het toegestane nieuwe model is onder huidige reguleringen ook al mogelijk
- Het is niet duidelijk hoe het voorstel de mogelijke voordelen beïnvloedt
- Mogelijke voordelen ook op andere manier te bereiken dan met verplichting publiek eigendom

Kortom, de verplichting tot publiek eigendom draagt niet bij aan de voordelen die genoemd worden, aldus PWC.

# Privaat of publiek eigendom? Een politiek gevecht is aanstaande

Richting juni 2023 zal er continu 'getouwtrek' zijn tussen de publieke en private partijen

We zien nu al dat er een grote lobby gaande is na het bekendmaken van het besluit van Minister Jetten. Het besluit is genomen omdat het aansluit bij het publiek eigendom van andere vitale infrastructuren zoals gas, elektra en water.

De verwachting is dat in de maanden richting juni 2023, waarin het definitieve besluit wordt verwacht, nog meer lobby zal plaatsvinden. Private warmtebedrijven zullen elk moment willen aangrijpen om aan te wijzen dat publieke organisaties niet de expertise en capaciteit in huis hebben. Als onderdeel van die lobby zullen private warmtebedrijven waarschijnlijk ook hun investeringen verminderen of zelfs helemaal intrekken. Publieke organisaties willen de publieke belangen waarborgen en daarbij benadrukken dat de andere vitale infrastructuur al in handen zijn van publieke organisaties. De warmtetransitie kan een flinke vertraging oplopen en wordt politiek.



# Bronnen die we gebruikt hebben in dit hoofdstuk

Bronnen:

- Kamerbrief. 15 juli 2022. Voortgang Wet collectieve warmtevoorziening.
- Volkskrant. Kabinet maakt van warmtenetten publiek eigendom: wat betekent dit en wat zijn de gevolgen?
- Podcast Studio Energie. *Manja Thiry (Eneco) over de felle strijd tussen bedrijven en overheden om het bezit van warmtenetten*". Aflevering van 1 november.
- Analyse Botproeven WCW. Ministerie van EZK. 26 augustus 2022.
- Reactie Energie Nederland. Besluit over verplicht publiek eigendom warmtenetten vertraagt de warmtetransitie. 25 oktober 2022.
- Rapport Effecten van publiek eigendomsverplichting op de realisatiekracht voor collectieve warmtesystemen. Strategy&. PWC. 5 juli 2022.
- Collectieve warmtenetten – meerwaarde van een publieke private samenwerking (PPS). Berenschot & InvestNL. 28 februari 2022.
- Vergelijking van warmtenetten door Berenschot





### 3. Sectoranalyses

# Inhoudsopgave

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | Quickscans                                  | 03  |
|    | Heavy-duty laadinfrastructuur               | 06  |
|    | Randvoorwaarden voor een systeemverandering | 16  |
|    | Aardgasvrije wijken                         | 27  |
|    | Netcongestie op lokaal niveau               | 37  |
| 2. | Verdiepende analyse                         | 47  |
|    | Warmtenetten                                | 47  |
| 3. | Sectoranalyses                              | 90  |
|    | Gebouwde omgeving                           | 96  |
|    | Industrie                                   | 143 |
|    | Mobiliteit                                  | 177 |
|    | Landbouw & landgebruik                      | 206 |



# Introductie

# De urgentie van klimaatverandering heeft geresulteerd in diverse klimaatambities en doelen

## Context

Klimaatverandering is één van de grote uitdagingen van de huidige tijd. De fossiele energiedragers hebben in het verleden veel mogelijk gemaakt, maar deze energiedragers kennen ook diverse nadelige effecten, waaronder de uitstoot van broeikasgassen. Om de klimaatdoelstellingen te halen, is het noodzakelijk om de broeikasgasuitstoot te reduceren tot een acceptabel niveau. Ook Nederland wil hierin zijn verantwoordelijkheid nemen en om deze reden zijn er in de afgelopen decennia diverse doelstellingen geformuleerd om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren.

Hierbij zijn deze ambities de laatste jaren fors aangescherpt, doordat de urgentie van dit probleem steeds duidelijker wordt.

De ambities zijn hoog en laten zien dat een omschakeling nodig is, maar in welke mate zijn de ambities op de middellange termijn (2030) in lijn met de lange termijn (2050)? Resulteren de doelen en acties op de korte termijn wel in een goede basis om ook de langetermijndoelen te halen, of zit hier frictie tussen? Dit is de centrale vraag van dit onderzoek.

In deze rapportage verwerken wij de resultaten van onze quickscan naar de belangrijkste Europese en Nederlandse beleidsprogramma's. De energietransitie beweegt echter continu verder door nieuw beleid, nieuwe innovaties en politieke veranderingen. Wij hebben dan ook niet de ambitie om uitputtend en volledig te zijn maar voornamelijk om de grote lijnen van het beleid in kaart te brengen.

## Vraag aan Berenschot

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is vanuit diverse ministeries gevraagd om een 'lerende' evaluatie van het klimaatbeleid voor te bereiden. Deze voorbereiding bestaat uit het uitwerken van de scope van een dergelijke evaluatie in een scoping-notitie en het ontwerpen van een evaluatiekader. Het PBL is op dit verzoek ingegaan en werkt op dit moment aan beide stukken.

Gedurende dit onderzoek werkt het PBL aan sectoranalyses. Binnen deze sectoranalyses wordt het beleid binnen de klimaattafels geëvalueerd. Ter ondersteuning van deze sectoranalyses is aan Berenschot gevraagd duiding en context te geven aan de beleidsprogramma's binnen deze sectoren. Tevens kijken we of er mogelijke spanningsvelden zijn tussen verschillende beleidsprogramma's. De spanningsvelden worden benoemd en uitgelicht. Met name focussen we ons op de spanningsvelden die betrekking hebben op het halen van de klimaatdoelstellingen van 2030 en 2050.



# In onze analyse doorlopen wij voor iedere sector dezelfde stappen

## Onze methode

In de analyse wordt ingegaan op de spanningsvelden binnen de volgende sectoren: gebouwde omgeving, industrie, mobiliteit, landbouw & landgebruik. De sector elektriciteit wordt niet behandeld in deze rapportage. Binnen de Lerende Evaluatie Klimaatbeleid (het traject binnen het PBL waar dit onderzoek input voor is) wordt elke sector apart behandeld. In deze rapportage volgen wij daarom ook deze methodiek, waarmee we de sectoren apart analyseren. Per sector hanteren wij hetzelfde stappenplan (zie de rechterkant van deze slide).

**In de eerste stap** introduceren wij de sector. We bekijken de huidige CO<sub>2</sub>-uitstoot en vergelijken dat met de doelstellingen die zijn gesteld voor 2030 en 2050. In stap 1 bespreken we ook de recente ontwikkelingen in deze sector. **In de tweede stap** kijken we naar welke belangrijkste technologieën er in de sector zijn om de sector te verduurzamen. Deze technologieën noemen wij transities. De voor- en nadelen van deze transities worden besproken en we bekijken of aan alle randvoorwaarden voldaan kan worden om deze transitie te doen slagen. **In de derde stap** bespreken we de belangrijkste beleidsprogramma's die hun toepassing hebben binnen de sector. Wij hebben niet de ambitie om uitputtend te zijn maar de analyse focust zich op de beleidsprogramma's die de transities uit stap 2 beïnvloeden. **In stap 4** kijken we naar de impact die de in stap 3 geïnterpreteerde beleidsprogramma's hebben op de transities. Tot slot kijken we in **stap 5** naar mogelijke spanningsvelden binnen de sector. We analyseren of er bijvoorbeeld beleidsprogramma's tegenstrijdigheden met elkaar vertonen. Of wordt er ingezet op bepaalde transities die ten koste gaan van andere transities? Wij hebben niet de ambitie om oplossingen aan te dragen voor deze spanningsvelden. Waar mogelijk proberen wij de context te schetsen en duiding te geven aan deze spanningsvelden en bekijken we welke actoren een (belangrijke) rol spelen in de spanningsvelden.

## Stappenplan analyse per sector

### 1. Introductie sector

- Klimaatimpact
- Klimaatdoelstellingen
- Recente ontwikkelingen

### 2. Belangrijke transities binnen de sector

- Welke transities zijn er?
- Voor- en nadelen transities
- Randvoorwaarden transities

### 3. Huidige beleidsprogramma's

### 4. Impact beleidsprogramma's op transities richting 2030 en 2050

### 5. Identificatie spanningsvelden

# Een overzicht van doelstellingen om broeikasgassen te reduceren

## Wat zijn de doelstellingen?

In het Klimaatakkoord zijn er doelstellingen geformuleerd om de **totale broeikasgas (BKG)-uitstoot, uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten**, in 2030 met 49% te reduceren ten opzichte van 1990<sup>1</sup> (de uitstoot was toen 227 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar<sup>2</sup>). Let op; het Klimaatakkoord richt zich op de totale uitstoot van broeikasgassen en niet alleen op CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dit betekent dat ook bijvoorbeeld methaan een rol speelt. In het overzicht hiernaast wordt zowel de totale uitstoot van BKG-emissies als alleen CO<sub>2</sub>-emissies gegeven om gevoel te krijgen voor de ordergrootte.

Bij het opstellen van het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt over de doelstelling per (economische) sector.

**Niet elke sector hoeft hetzelfde reductiepercentage te halen**, sommige sectoren doen meer, omdat het makkelijker is om hier snel BKG's te reduceren (zoals de elektriciteitssector) waar anderen minder hoeven te doen, omdat het hier moeilijker is. De verdeling over sectoren is hierbij gebaseerd op de berekeningen van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)<sup>1</sup>.

In een separaat traject is binnen de Europese Unie een Green Deal gesloten. In deze Green Deal is afgesproken dat **in 2030 niet 49% maar 55%** minder BKG-uitstoot de doelstelling is<sup>3</sup>. In het coalitieakkoord van de huidige regering wordt aangegeven dat in de Klimaatwet het doel voor 2030 wordt aangescherpt naar ten minste 55% BKG-reductie<sup>4</sup>. In de Klimaatwet is ook opgenomen dat het op de lange termijn (**2050**) de doelstelling is om de emissies te reduceren met **95% ten opzichte van 1990**<sup>5</sup>.

## Waar staan we nu?

Volgens de Klimaat- en Energieverkenning was de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2021 circa **145 Mton**<sup>2</sup>. Een reductie in de totale CO<sub>2</sub>-emissies van circa **14% ten opzichte van 1990**. De totale uitstoot van broeikasgasemissies is wel sneller gedaald. Deze is gedaald van 227 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten in 1990 naar **172 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten** in 2021, een reductie van circa **24% ten opzichte van 1990**.

| Doelstellingen:                   |      |   |
|-----------------------------------|------|---|
| Totale uitstoot broeikasgassen:   | 1990 | Uitstoot van 227 Mton CO <sub>2</sub> -eq per jaar      |
| Totale uitstoot CO <sub>2</sub> : | 1990 | Uitstoot van: 168 Mton CO <sub>2</sub> per jaar         |
| Klimaatakkoord:                   | 2030 | 49% reductie t.o.v. 1990 (82 Mton CO <sub>2</sub> -eq)  |
| Huidige doelstelling:             | 2030 | 55% reductie t.o.v. 1990 (92 Mton CO <sub>2</sub> -eq)  |
| Huidige doelstelling:             | 2050 | 95% reductie t.o.v. 1990 (160 Mton CO <sub>2</sub> -eq) |

| Waar staan we nu:   |
|---|
| 145 Mton CO <sub>2</sub> -eq per jaar in 2021 (circa 24% minder dan 1990) |
| 172 Mton CO <sub>2</sub> per jaar in 2021 (circa 14% minder dan 1990)     |

1) Sociaal Economische Raad (2019). Klimaatakkoord; Hoofdstuk gebouwde omgeving (link: <https://www.klimaatakkoord.nl/klimaatakkoord>)

2) PBL (2022). Klimaat- en Energieverkenning 2022 (link: <https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2022>)

3) Europese Commissie (2021). A European Green Deal; Striving to be the first climate-neutral continent (link: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en))

4) Rijksoverheid (2021). Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst; Coalitieakkoord 2021 – 2025 (link: <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-f3cb0d9c-878b-4608-9f6a-8a2f6e24a410/pdf>)

5) Rijksoverheid (2022). Klimaatwet (link: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0042394/2022-03-02>)





# Sectoranalyse – De gebouwde omgeving





# De analyse van de gebouwde omgeving in 5 stappen

## Stappenplan analyse gebouwde omgeving

### 1. Introductie sector

- Klimaatimpact
- Klimaatdoelstellingen
- Recente ontwikkelingen

### 2. Belangrijke transitie binnen de sector

- Welke transitie zijn er?
- Voor- en nadelen transitie
- Randvoorwaarden transitie

### 3. Huidige beleidsprogramma's

### 4. Impact beleidsprogramma's op transitie richting 2030 en 2050

### 5. Identificatie spanningsvelden







# Stap 1 – Introductie klimaattafel ‘Gebouwde omgeving’

# Grote variatie binnen de gebouwde omgeving maakt de verduurzaming complex

Nederland bevat een grote hoeveelheid gebouwen. De meeste van deze woningen worden gebruikt als woning of als utiliteitsgebouw. Hierbij zijn utiliteitsgebouwen een brede groep van dienstverlenende bedrijven, zoals winkels, kantoren, ziekenhuizen, sportkantines etc. **Gezamenlijk vormen deze twee typen gebouwen (woningen of utiliteit) de gebouwde omgeving.** In energiestudies worden deze gebouwen vaak gezamenlijk geanalyseerd, omdat deze gebouwen ruimtelijk met elkaar vermengd zijn (denk aan een woning boven een winkel of supermarkt) en beide warmte vragen van ongeveer hetzelfde temperatuurniveau. De verdeling van de warmtevraag zelf verschilt wel, zo zullen kantoren voornamelijk overdag om warmte vragen in de winter terwijl dit bij woningen meer 's ochtends en 's avonds is.

Richting 2030 en 2050 zal de gebouwde omgeving een verduurzamingsstap moeten maken om de klimaatdoelstellingen te halen. Dit is niet eenvoudig. Dit komt onder andere door de grote variatie aan gebouwen binnen de gebouwde omgeving. Hieronder zetten we de variatie voor woningen en utiliteitsbouw uiteen.

## Woningen

Op dit moment zijn er circa 8,1 miljoen woningen in Nederland<sup>1</sup>. Deze woningen kunnen uitgesplitst worden op basis van verschillende kenmerken:

- Type woning (vrijstaand, 2-onder-1-kap, rijtjeswoning, appartement)
- Bouwjaar (voor 1946, 1946 - 1975, 1975 -2005, 2005 -2015 en na 2015)
- Energielabel (energielabels A t/m G)
- Eigendomssituatie (koopwoningen, private huur, sociale huur)

Bovenstaande kenmerken maken al dat er een grote heterogeniteit is binnen de woningvoorraad, maar deze wordt nog versterkt door bijvoorbeeld inkomensklasse en sociaaleconomische factoren. De grote mate van heterogeniteit maakt dat het complex is om eenduidig beleid te maken. Beleid kan positief zijn voor groep A, maar negatief voor groep B. De subsidies kwamen in het verleden bijvoorbeeld met name terecht bij huiseigenaren met hogere inkomens omdat zij de mogelijkheid hadden om te investeren. Dit was ook nodig om de markt voor verduurzaming te creëren, maar andere gebouweigenaren hebben mogelijk andere maatregelen nodig om ook deze stap te kunnen zetten.

## Utiliteitsbouw

De heterogeniteit binnen woningen is groot, maar de variatie binnen de utiliteit is van een vergelijkbare orde. In totaal gaat het om circa 400 duizend utiliteitsgebouwen die variëren naar<sup>2</sup>:

- Functie van het gebouw (kantoor, winkel, ziekenhuis, scholen, etc.)
- De oppervlakte van het gebouw (er is een groot verschil in bijvoorbeeld het grootste en kleinste kantoor van Nederland, daarnaast zijn er ook grote verschillen tussen type gebouwen (ziekenhuizen zijn over het algemeen groter dan winkels))
- Vormfactor (de vorm van utiliteitsgebouwen verschilt sterk en kan veel invloed hebben op de energievraag)
- Bouwjaar
- Energielabel

Deze kenmerken maken dat er grote verschillen zitten in het energieverbruik tussen verschillende utiliteitsgebouwen. Daarbij is er ook minder onderzoek gedaan naar het energieverbruik bij deze gebouwen en dit maakt dat inschattingen van het energieverbruik voor de utiliteitssector vaak onzeker zijn.

Berenschot (2023). Effecten van MEPS EPBD IV op Nederlandse gebouwvoorraad.

2) Dit is exclusief de industriefunctie en de 'overige gebruiksfunctie' binnen de BAG.

# De gebouwde omgeving staat voor een grote opgave richting 2050

## Wat zijn de doelstellingen?

In het Klimaatakkoord wordt vastgesteld dat de opgave voor de gebouwde omgeving is om **3,4 Mton minder CO<sub>2</sub> uit te stoten dan in het referentiescenario**<sup>1</sup>. Het referentiescenario is het vastgesteld en voorgenomen beleid binnen de Nationale Energieverkenning (NEV) 2017<sup>2</sup>. Dit scenario geeft voor 2030 een uitstoot van 17,7 Mton. Het Klimaatakkoord heeft als doel om hier 3,4 Mton onder te komen wat uitkomt op **13,3 Mton in 2030**. Binnen de gebouwde omgeving is dit eigenlijk alleen CO<sub>2</sub>-uitstoot en spelen andere broeikasgassen nauwelijks een rol. Het is nog niet bekend wat voor impact de aanscherping van de **doelstelling van 49% naar 55% in 2030** heeft op de doelstellingen voor de gebouwde omgeving, waarbij nu wordt gericht op een uitstoot van **10 Mton in 2030**<sup>4</sup>. Voor 2050 komt de doelstelling overeen met de algemene doelstelling, namelijk 95% reductie ten opzichte van 1990.

## Waar staan we nu?

Op dit moment hebben woningen een totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van circa **17 Mton**<sup>3</sup>. Voor de utiliteitsbouw is dit circa **6 Mton**. Er bestaat ook een indirecte CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dit is het gevolg van de inzet van energie binnen deze sectoren, maar de uitstoot voor de productie van deze energie vindt elders plaats. Denk hierbij aan de uitstoot die plaatsvindt door de productie van elektriciteit en de uitstoot die plaatsvindt bij het creëren van warmte voor warmtenetten.



## Waar komt dit vandaan?

Het energieverbruik in de gebouwde omgeving bestaat met name uit het gebruik van gas en elektriciteit. Gas wordt voornamelijk gebruikt voor de verwarming van gebouwen, het leveren van warm tapwater (klein aandeel bij utiliteitsbouw) en voor het koken (vooral bij woningen). Elektriciteit is de voeding voor veel apparaten in woningen (denk aan lampen, computers, koelkasten etc.) maar ook in de utiliteitsbouw (denk aan apparaten binnen een ziekenhuis).

## Verschillende typen energiegebruik bij gebouwen:

Als men spreekt over energiegebruik van een gebouw kan er onderscheid worden gemaakt in drie soorten energiegebruik: **gebouwegebonden**, **gebruiksgebonden** en **materiaalgebonden**. Onder **gebouwegebonden gebruik** valt het energiegebruik voor de ruimteverwarming, warm tapwater, koeling, binnenverlichting, ventilatoren, pompen en bevochtiging. Dus eigenlijk alles om het gebouw zelf leefbaar te maken. Onder **gebruiksgebonden gebruik** valt het energiegebruik van alle huishoudelijke apparaten, maar **niet de binnenverlichting**. **Materiaalgebonden energiegebruik** beslaat het energiegebruik voor de bouw inclusief productie en vervoer van materialen, het onderhoud of de sloop van een gebouw.

| Doelstellingen:                   |      |  |
|-----------------------------------|------|--|
| Totale uitstoot CO <sub>2</sub> : | 1990 | Uitstoot van: 30 Mton CO <sub>2</sub> per jaar           |
| Klimaatakkoord:                   | 2030 | Reductie t.o.v. 1990 (16,7 Mton CO <sub>2</sub> -eq)     |
| Huidige doelstelling:             | 2030 | Reductie t.o.v. 1990 (+/-20 Mton CO <sub>2</sub> -eq)    |
| Huidige doelstelling:             | 2050 | 95% reductie t.o.v. 1990 (28,5 Mton CO <sub>2</sub> -eq) |

| Waar staan we nu:   |                    |
|---|--------------------|
|  Woningen  | 17,0 Mton per jaar |
|  Utiliteit | 6,2 Mton per jaar  |

1) Sociaal Economische Raad (2019). Klimaatakkoord; Hoofdstuk gebouwde omgeving (link: <https://www.klimaatakkoord.nl/klimaatakkoord>) 4) Rijksoverheid (2022); Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving  
 2) PBL (2017). Nationale Energieverkenning 2017 (link: <https://www.pbl.nl/publicaties/nationale-energieverkenning-2017>)  
 3) PBL (2022). Klimaat- en Energieverkenning 2022 (link: <https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2022>)

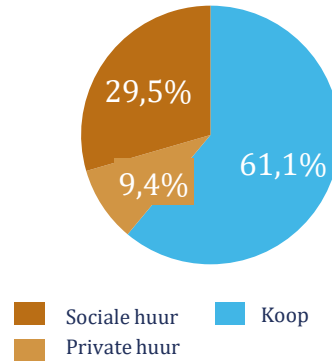
# Onze woningvoorraad bestaat voor meer dan driekwart uit rijwoningen en appartementen

## Opbouw van woningvoorraad in beeld

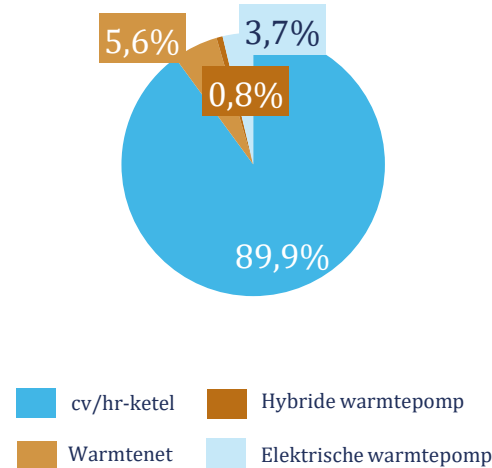
Om de woningvoorraad te verduurzamen is het essentieel om een goed beeld te hebben over de opbouw van de Nederlandse gebouwenvoorraad. In de overzichten hiernaast staat een dwarsdoorsnede **van de Nederlandse woningvoorraad**<sup>1</sup>. Over het geheel kent de Nederlandse woningvoorraad de volgende kenmerken:

- Grootste gedeelte van de Nederlandse woningen bestaat uit koopwoningen
- Ongeveer driekwart van de woningen zijn rijwoningen en appartementen
- De meeste woningen zijn gebouwd in de periode tussen 1965 en 1991
- Veruit het grootste deel van de woningen heeft nog een Hr-ketel, maar andere verwarmingsinstallaties krijgen wel een steeds groter aandeel
- Kleinere woningtypes (appartementen en rijwoningen) hebben meer goede labels dan vrijstaande woningen en 2-onder-1-kap woningen.

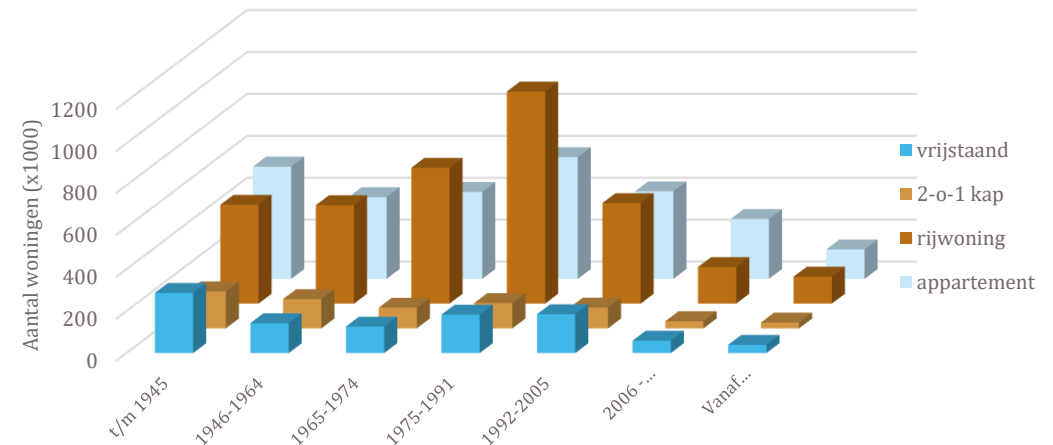
### Eigendom



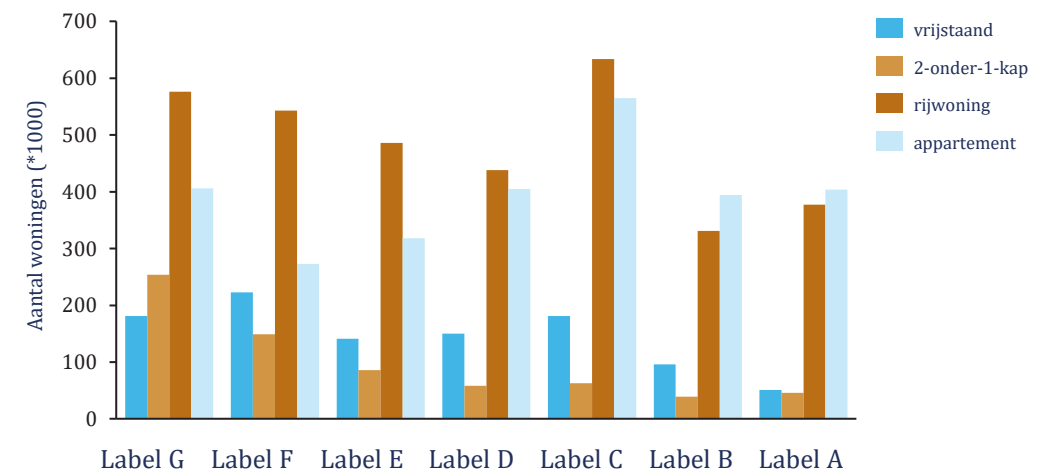
### Verwarmingsinstallatie:



### Woningtype



### Energielabels





# Kantoren en winkels vormen het overgrote deel van de utiliteitsbouw in Nederland

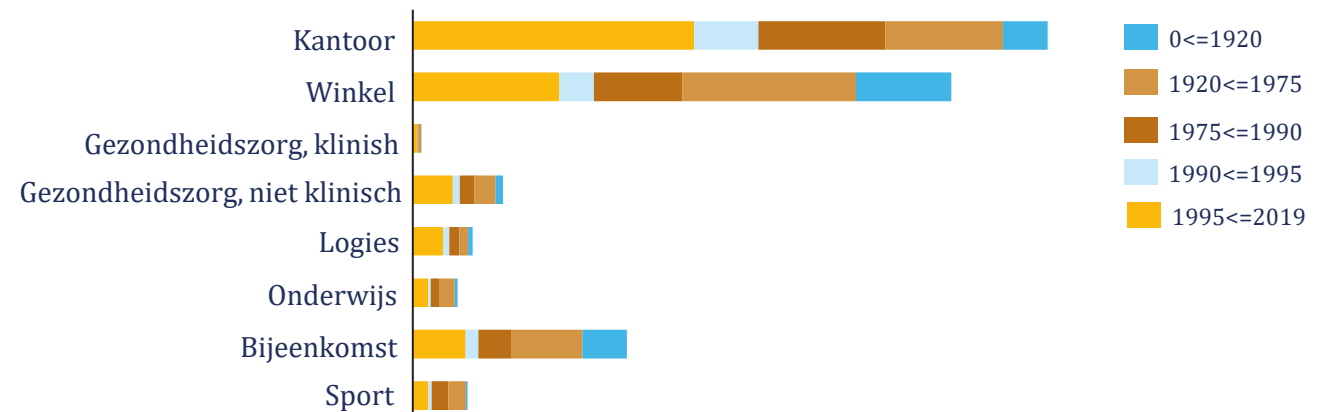
## Opbouw van utiliteitsbouw in beeld

Ook voor de utiliteitsbouw is het essentieel om een dwarsdoorsnede te maken, zodat duidelijk is wat de opgave is om te verduurzamen. Er is helaas minder informatie bekend over de opbouw van de utiliteitsgebouwen dan voor woningen. Hiernaast wordt wel een overzicht gegeven van de Nederlandse utiliteitsbouw, hierin valt op:

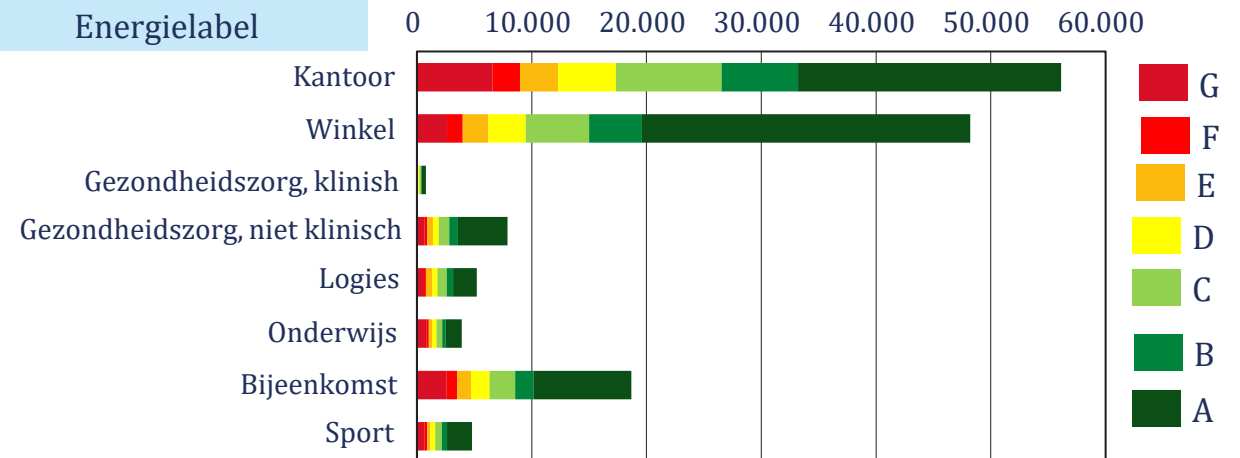
- Veruit de meeste utiliteitsgebouwen zijn kantoren of winkels, er zijn relatief weinig ziekenhuizen of onderwijsgebouwen
- Er zijn relatief veel recent gebouwde utiliteitsgebouwen (gebouwd na 1995).
- Over het algemeen heeft de utiliteitsbouw relatief goede energielabels, relatief veel label A en B gebouwen.

Er is geen informatie bekend over de verdeling van installaties voor verwarming binnen de utiliteitsgebouwen. Het is waarschijnlijk dat het grootste deel van de gebouwen nog wordt verwarmd met gasketels. Aan de andere kant is het warmteprofiel van, bijvoorbeeld, kantoren relatief gunstig voor warmtepompen, waardoor hier relatief veel voorbeelden zijn van WKO-systemen. Een WKO-systeem is een systeem waarin een warmtepomp wordt gecombineerd met een ondergrondse opslag van warmte en koude.

### Gebouwtype & bouwjaar



### Energielabel

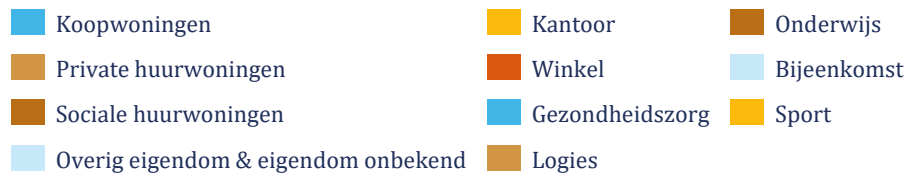
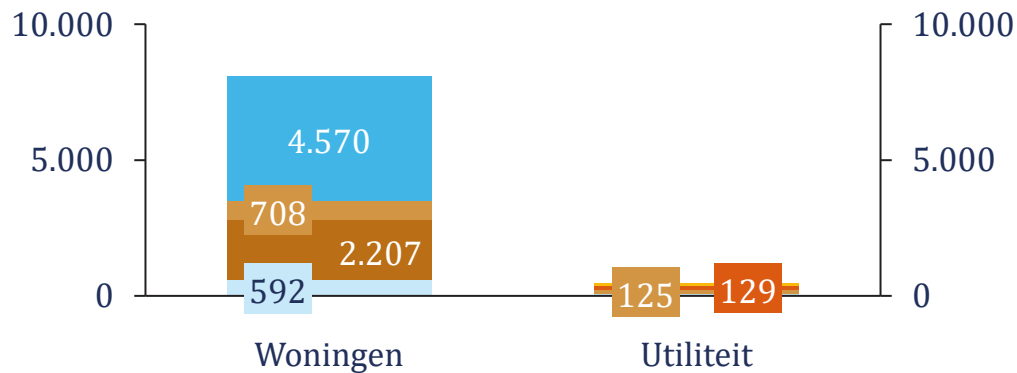


\*Er zijn meer gebouwfuncties in de utiliteitsbouw. Bovenstaande gebouwfuncties zijn echter de functies waarvoor een energielabel verplicht is. Utiliteitsgebouwen die er niet in zitten zijn; gebouwen met een industriefunctie, gevangenissen en overige utiliteitsgebouwen.

# Getalsmatig overzicht van woningen en utiliteit

## Aantal gebouwen

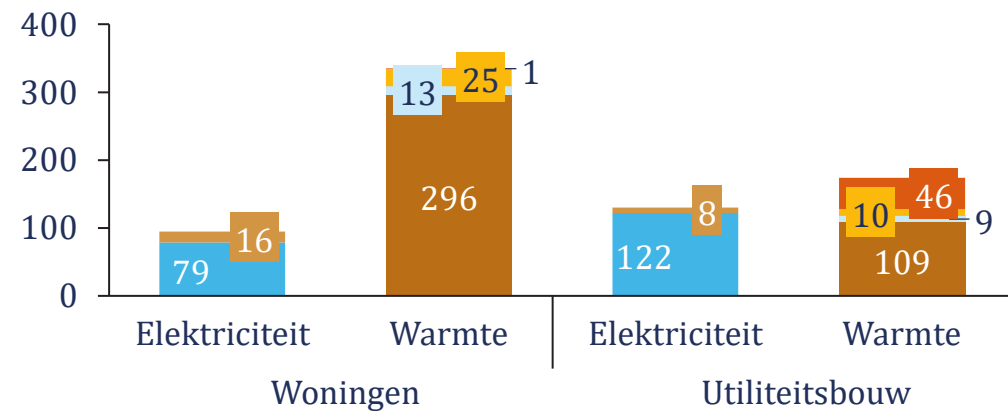
Aantal woningen (x1000)      Aantal gebouwen (x1000)



- Het totale aantal woningen is bijna 20 keer hoger dan utiliteitsgebouwen
- Er zijn circa 600.00 woningen, waarvan geen eigendom bepaald kan worden of die een ander eigendom hebben (denk bijvoorbeeld aan kloosters)
- Woningen hebben allemaal dezelfde functie (wonen), terwijl er binnen utiliteit veel verschillende functies zijn

## Energieverbruik

PJ/jaar



- Het warmteverbruik van woning is meer dan 2 keer hoger dan van utiliteitsgebouwen
- Het elektriciteitsverbruik van utiliteit is hoger dan van woningen, waarbij een kleiner aandeel van het verbruik wordt opgewekt met behulp van zonnepanelen
- Per gebouw is zowel het warmte als elektriciteitsverbruik van een utiliteitsgebouw vele malen hoger dan van een woning.
- Bij woningen ligt de nadruk op het warmteverbruik, terwijl bij utiliteitsbouw het elektriciteitsverbruik meer nadruk krijgt.

# Stap 2 – Belangrijke transities



# Energiebesparing, duurzame installaties en hernieuwbare opwek zijn de drie belangrijke sporen voor verduurzaming

Op de vorige sheets werd een beeld geschetst van de opbouw van de gebouwde omgeving, het energieverbruik en de bijbehorende CO<sub>2</sub>-uitstoot. De huidige CO<sub>2</sub>-uitstoot van de gebouwde omgeving komt daarbij op circa 23 Mton, terwijl de doelstelling in het Klimaatakkoord is om in 2030 een uitstoot te hebben van circa 13 Mton CO<sub>2</sub>. Om de doelstellingen voor 2030 te halen is dus nog een forse reductie nodig van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Er zijn verschillende manieren om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren. Dit kan door gedragsaanpassingen en/of door technologische maatregelen. In dit onderzoek ligt **de focus op technologische maatregelen** en hierbij onderscheiden we in grote lijnen sporen om de gebouwde omgeving te verduurzamen; energiebesparing, duurzame verwarmingsinstallaties en hernieuwbare elektriciteitsopwekking. Energiebesparing wordt opgesplitst in energiebesparing op gas of elektriciteit. In het figuur hieronder wordt een overzicht gegeven van deze vier sporen met daarbij ook voorbeelden van maatregelen die vallen binnen de verschillende sporen. **Deze lijsten van maatregelen zijn niet uitputtend**, maar geven een overzicht van de maatregelen met de grootste impact per spoor. Daarbij wordt ook aangegeven welke maatregelen een directe invloed hebben op de warmtetransitie en welke niet. Dit is van belang, omdat de **focus van dit hoofdstuk met name ligt op de warmtetransitie**.





# Wij zien vier belangrijke transitie om de gebouwde omgeving te verduurzamen

De focus ligt voor dit onderzoek met name op de warmtetransitie in de gebouwde omgeving. Om deze reden kijken we voornamelijk naar de sporen 'Energiebesparing' en 'Installaties'. Vervolgens brengen we nog meer focus aan door te kijken naar enkele maatregelen die een grootschalige impact kunnen hebben op de verduurzaming van de gebouwde omgeving. De maatregelen, **die in het vervolg van dit onderzoek transitie worden genoemd**, zijn de volgende:

- Energiebesparing (gas & elektriciteit)
- Warmtenetten
- Hybride warmtepompen
- Elektrische warmtepompen

Deze transitie zijn gekozen, omdat dit de transitie zijn die de verduurzaming van de gebouwde omgeving in grote mate moeten vormgeven. **In de komende slides gaan wij dieper in op deze transitie.**

Daarbij zijn wij ons ervan **bewust dat ook andere technologieën een (kleine) rol kunnen spelen**, zoals pelletkachels en elektrische boilers. Maar de verwachting is dat de rol van deze technologieën relatief klein blijft en bovenstaande transitie de belangrijkste zullen zijn in de transitie van de gebouwde omgeving.



# Vier transitieën dienen als bouwstenen voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving richting 2030 en 2050 (1/2), voordelen

## Voordelen

### 1. Energiebesparing



- Energie die niet wordt verbruikt is in de basis de beste manier om te verduurzamen volgens de Trias energetica<sup>1</sup>. Het beperken van de energievraag is om deze reden altijd een goed idee.
- Een niveau van energiebesparing kan een voorwaarde zijn voor de toepassing van andere technologieën (denk bijvoorbeeld aan een elektrische warmtepomp).

### 2. Warmtenetten



- Een warmtevoorziening waarin een groot aantal gebouwen wordt aangesloten op een warmtenet dat deze gebouwen verbindt
- Geen aansluiting meer op gas nodig en daarmee 100% duurzaam mits de warmtebron duurzaam is.
- Is in veel gevallen ook mogelijk voor minder goed geïsoleerde gebouwen

### 3. Hybride warmtepomp



- Snel inzetbaar (ook al bij minder goed geïsoleerde woningen) en vraagt veelal geen grote aanpassingen aan het gebouw
- Nog wel afhankelijk van gas, welke mogelijk in de toekomst vervangen kan worden door groengas of groene waterstof om ook volledig duurzaam te zijn
- Ook toepasbaar in minder goed geïsoleerde gebouwen

### 4. Elektrische warmtepomp



- Individuele optie om (relatief) snel volledig van het aardgas af te gaan
- Kan zowel verwarmen als koelen, waardoor ook in de zomer een comfortabele binnentemperatuur kan worden verkregen
- Energie-efficiënte vorm van verwarming

# Vier transitie dienen als bouwstenen voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving richting 2030 en 2050(2/2), nadelen

## Nadelen

### 1. Energiebesparing

- Vraagt om relatief hoge investeringen
- In sommige gevallen kan het ook relatief veel 'gedoe' opleveren, bijvoorbeeld als niet alleen een raam vervangen moet worden maar ook het kozijn.
- Mogelijk 'Rebound-effect' – Het effect dat mensen de temperatuur hoger zetten bij een beter geïsoleerd huis, waardoor de baten van energiebesparing lager uitvallen.



### 2. Warmtenetten

- Hoge investeringskosten vanuit het bedrijfsleven of overheid
- Kosten voor de verwarming van een huis zijn veelal een 'black box' voor de consument
- Collectieve oplossing, er moet dus draagvlak worden gecreëerd binnen een buurt/wijk
- Onzekerheid over de beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen in de toekomst.



### 3. Hybride warmtepomp

- Een gebouw is nog niet volledig van het gas af en daarmee niet volledig duurzaam\*. Daarmee is dit in veel gevallen geen eindoplossing maar een tussenoplossing richting een andere transitie (bijv. de volledig elektrische warmtepomp).
- Levert extra druk op het elektriciteitsnet op
- Soms zijn er problemen met het geluid van de warmtepomp



### 4. Elektrische warmtepomp

- Voor een efficiënte werking van de warmtepomp is een hoog isolatieniveau nodig
- De warmtepompen leveren extra druk op het elektriciteitsnet
- De installatie (met name het buffervat) vraagt om veel ruimte
- Bewoners moeten vaak wennen aan de werking van een warmtepomp

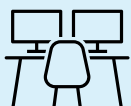


\*Kan wel volledig duurzaam zijn wanneer deze gecombineerd wordt met groengas of groene waterstof. Maar de verwachting is dat deze duurzame gassen in de toekomst schaars zijn en het daardoor voor de meeste gebouwen onwaarschijnlijk is dat de hybride warmtepomp een eindoplossing is.

# Knelpunten bij de vier transities zijn te verdelen in de volgende categorieën

De vier transities zijn beschreven met hun voor- en nadelen. Deze voor- en nadelen zijn inherent aan de transities zelf. Er kunnen echter nog andere factoren zijn waardoor deze transities lastig te realiseren zijn. Deze factoren noemen wij knelpunten. Wij hebben mogelijke knelpunten gecategoriseerd in de onderstaande groepen. Op de volgende sheets gaan wij per transitie in op de meest in het oog springende knelpunten die mogelijk aanwezig zijn bij de implementatie van de vier transities; energiebesparing, warmtenetten, hybride warmtepomp en de elektrische warmtepomp. Er kunnen nog meer knelpunten spelen, maar deze worden geacht minder impact te hebben op het besluitvormingsproces.

**Knelpunten  
participatie**



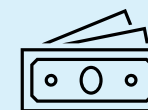
**Technische  
knelpunten**



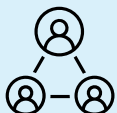
**Juridische  
knelpunten**



**Financiële  
knelpunten**



**Organisatorische  
knelpunten**



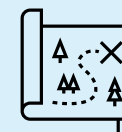
**Uitvoeringsknelpunten**



**Knelpunten  
infrastructuur**



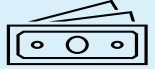
**Ruimtelijke  
inpassing**





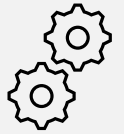
# 1. Energiebesparing

## Financiële knelpunten



- Energiebesparing vraagt veelal om hoge investeringen en niet alle woningeigenaren hebben deze middelen tot hun beschikking.
- Daarnaast ‘concurrereert’ energiebesparing in veel gevallen met andere aanpassingen aan het huis, zoals een mooiere keuken. Deze laatste opties hadden in het verleden vaker de voorkeur dan de toepassing van energiebesparing.

## Technische knelpunten



- Gebouwenkenmerken kunnen maken dat energiebesparing moeilijk of niet toepasbaar is, denk daarbij aan:
  - Monumentale panden. Deze panden kennen vaak beperkingen in de mate waarin het gebouw aangepast mag worden.
  - Panden zonder spouwmuren. Om deze gevels te isoleren moet dan worden gewerkt met een voorzetwand, wat veelal betekent dat er aan de binnenzijde van het gebouw een nieuwe wand moet worden geplaatst. Dit ‘kost’ dan woonruimte en dit maakt het een onaantrekkelijkere optie voor gebouweigenaren.

## Uitvoeringsknelpunten



- De krappe arbeidsmarkt van vakmensen zorgt voor langere wachttijden voor consumenten
- Het is daarbij beperkt mogelijk om dit zelf te doen, omdat het vaak gaat om grootschalige verbouwingen of om een specifieke techniek (zoals het volspuiten van een spouwmuur met isolatiebolletjes)

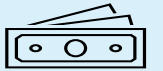
## 2. Warmtenetten (1/2)

### Participatie knelpunten



- Woningcorporaties hebben een **split-incentive**. In het geval van de verhuur van woningen is het meestal de huurder die de energiekosten betaalt en de investeringen worden gedaan door de verhuurder. De baten van investeringen in de woningen (door bijvoorbeeld isolatie) komen hierdoor niet terecht bij de investeerder (verhuurder), maar bij de gebruiker (huurder). De verhuurder heeft hiermee geen directe stimulans om te investeren, omdat hij er toch geen profijt van heeft.
- Participatie is sterk **afhankelijk van het eigendom en bouwjaar van de woning**. In het verleden zijn warmtenetten grotendeels aangelegd bij toenmalige nieuwbouwprojecten. Woningen zijn dus aangesloten toen ze gebouwd werden. Het aandeel bestaande woningen die vervolgens werd aangesloten op een warmtenet is vele malen kleiner. En als dit wel het geval is dan gaat het met name om woningen van woningcorporaties. Dit geeft hiermee al het beeld dat het zeer lastig is om particuliere woningeigenaren van bestaande woningen aan te sluiten op het warmtenet.
- Particulieren worden **vaak laat betrokken in het proces** rondom de besluitvorming van warmtenetten. Hierdoor zijn er weinig keuze-opties meer mogelijk voor de particulieren en kunnen ze zich hierdoor mogelijk voor een voldongen feit gezet voelen.
- Het proces rondom de besluitvorming is **zeer tijdsintensief** voor ontwikkelaars van het warmtenet om de grote hoeveelheid woningeigenaren goed te informeren en betrekken in de besluitvorming

### Financiële knelpunten



- Het **vollooprisico** geeft de **grootste onzekerheid** in de aanleg van een warmtenet. Het ontwikkelen en aanleggen van warmtenetten kent veel onzekerheid aan de voorkant. In welke mate deze onzekerheden, oftewel risico's, daadwerkelijk plaatsvinden en de omvang ervan is op voorhand lastig in te schatten. De voornaamste risico's voor collectieve warmtenetten zitten in de aanleg van het warmtenet (CAPEX) en de voltoop. Het gaat bij het vollooprisico enerzijds om het al dan niet aansluiten van woningen, anderzijds om vertraging bij het aansluiten. De twee risico's (CAPEX en voltoop) doen zich voornamelijk voor tijdens de ontwikkelfase van het warmtenet.
- **Financiering** van warmtenet **zonder subsidiering** lastig door **grote onrendabele top**. In Nederland gebeurt warmtenetontwikkeling vaak door één partij. Deze partij draagt daarom alle risico's die gepaard gaan bij de aanleg van het warmtenet. Deze partij is vaak een warmtebedrijf. In dit huidige marktmodel kennen businesscases voor warmtenetten vooral binnen de bestaande bouw vaak een onrendabele top. Een onrendabele top is het verschil tussen de investering in het warmtenet en de markt- of beleidswaarde die wordt gecreëerd. Kortom, het verschil dat ervoor zorgt of de businesscase rond te rekenen is of niet.

## 2. Warmtenetten (2/2)

### Organisatorische knelpunten

- **Te weinig capaciteit bij gemeenten** voor uitrol warmtenetten. De gemeente heeft een belangrijke rol in het proces rondom warmtenetten. Vanuit het Rijk heeft de gemeente de verantwoordelijkheid gekregen om haar wijken aardgasvrij te maken. Veel gemeenten worstelen met deze positie. Dit heeft te maken met het feit dat er in het verleden beperkt geld vanuit het Rijk beschikbaar is gemaakt om deze taak uit te voeren. Hierdoor hebben veel gemeenten een beperkt budget en capaciteit om de warmtetransitie in te richten.
- **Procesmatige, technische en financiële kennis ontbreekt** vaak bij warmtenetten en zorgt in combinatie met het gebrek aan capaciteit voor een lastig uit te voeren regierol voor gemeenten.
- Langdurig **proces vereist vertrouwen in elkaar**. Het proces is vaak langdurig (5 – 7 jaar), waarin veel stakeholders nauw met elkaar samenwerken. Uit ervaring zien we dat vertrouwen tussen de verschillende stakeholders cruciaal is in het proces. Een breuk in het vertrouwen kan de realisatie van een warmtenet betekenen. Andersom kan een goede vertrouwensband ook het proces versnellen.
- **Politiek maakt langetermijndenken lastig**. De aanleg van een warmtenet is een ingrijpende verandering in een gemeente. De infrastructuur die wordt neergelegd blijft er voor tientallen jaren liggen en kost veel geld. Voor de realisatie van een warmtenet is daarom ook langetermijnvisie nodig. De gemeentelijke politiek speelt zich af op een kortere tijdshorizon. Gemeenteraden kunnen elke vier jaar veranderen. De politieke kleur van een gemeente speelt een belangrijke rol in de slagingskans van een warmtenet, omdat het vertrouwen in het proces kan worden weggenomen.



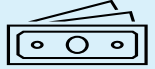
### Juridische knelpunten

- **Warmtetransitie kan vertraging** oplopen door **uitblijven politiek besluit**. De nieuwe wet ‘Wet Collectieve Warmte’ (WCW) is al een aantal keer aangekondigd maar nog steeds niet geïmplementeerd. De **kern van het wetsvoorstel** is dat er aanpassingen moeten komen in de opbouw van de (financiële) structuur van een warmtenet. De verwachting is dat richting juni 2023, waarin het definitieve besluit wordt verwacht, er nog veel gesprekken plaats zullen vinden over de opzet van deze nieuwe warmtewet. Hierin wordt op dit moment een afweging gemaakt tussen de rollen van private partijen (zoals warmtebedrijven) en publieke partijen (zoals gemeenten) binnen de opzet van een warmtenet. Beide kanten hebben voor- en nadelen en de ontwikkeling van warmtenetten ‘wacht’ grotendeels op de besluiten die terugkomen in deze nieuwe wet. De warmtetransitie kan hierdoor vertraging oplopen.
- De energierekening voor gebouwen op een warmtenet wordt op dit moment gebaseerd op het **Niet-Meer-Dan-Anders-principe (NMDA-principe)**. Dit houdt in dat bijvoorbeeld een woning op een warmtenet niet meer mag betalen voor zijn energierekening dan een soortgelijke woning op het gasnet. Met de afbouw van het aantal woningen op gas wordt dit principe steeds minder houdbaar en een nieuwe tariefstructuur is ook onderdeel van de WCW.



# 3. Hybride warmtepomp

## Financiële knelpunten



- De woningeigenaren zullen een redelijke investering moeten doen; niet alle woningeigenaren hebben de middelen om deze investering te doen
- De energierekening gaat omlaag door het lagere energieverbruik, maar een woningeigenaar blijft wel jaarlijks netbeheerkosten betalen voor het gasnet.

## Technische knelpunten



- Door de combinatie van een warmtepomp met een CV-ketel kan de hybride warmtepomp in de meeste gebouwen worden toegepast, de warmtepomp krijgt wel veel meer meerwaarde als er beter geïsoleerd wordt
- De warmtepomp veroorzaakt geluid en trillingen. De geluidsproblemen nemen wel af, maar het beeld is al wel gevormd en het vraagt tijd/energie om dit beeld te veranderen en gebruikers te overtuigen dat de warmtepompen beter functioneren.
- Grootschalige implementatie van hybride warmtepompen zorgt voor een grotere drukte op het elektriciteitsnet, welke nu al op veel plekken onder druk staat
- Het is niet altijd (goed) mogelijk om de buitenunit van de warmtepomp op te hangen, dit kan niet bij elke woning.
- Voor de hybride warmtepomp is de aanvoer van (duurzaam) gas noodzakelijk, een infrastructuur die afgebouwd wordt. Dit maakt dat er op den duur overgestapt moet worden op een alternatief zonder gas.

## Uitvoeringsknelpunten

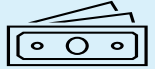


- Gebrek aan installatiemonteurs kan de groeiende markt voor de hybride warmtepomp stagneren. Momenteel is er circa een halve mandag nodig om een CV-ketel te plaatsen. Bij een hybride warmtepomp zijn er op dit moment circa 2 mandagen nodig. Er is al een gebrek aan installatiemonteurs op dit moment. Dit zal vanaf 2026 alleen nog maar toenemen wanneer de verplichting van het bijplaatsen van een hybride warmtepomp (bij vervanging van een cv-ketel) ingaat.
- Beschikbaarheid van de hoeveelheid warmtepompen. De warmtepomp bevat diverse materialen die schaars zijn en dit zou kunnen maken dat er in de toekomst een tekort aan warmtepompen kan ontstaan



# 4. Elektrische warmtepomp

## Financiële knelpunten



- Hoge investeringskosten voor de aanschaf van de warmtepomp en een buffervat. Huishoudens met beperkte middelen kunnen deze investeringskosten veelal niet opbrengen.
- Naast de installatie zelf is bij warmtepompen vaak ook een lagetemperatuuraufgiftesysteem (LTAS) nodig,;dit vraagt ook nog om additionele aanpassingen en investeringen.

## Technische knelpunten

- Hoge mate van isolatie noodzakelijk voor efficiënte werking van elektrische warmtepomp. Alleen gebouwen met een energielabel B of A komen in aanmerking voor een elektrische warmtepomp. Daarnaast is vaak een LTAS nodig in plaats van de huidige radiatoren, zoals vloerverwarming of lage temperatuur-radiatoren.
- De warmtepomp veroorzaakt geluid en trillingen. De geluidsproblemen nemen wel af, maar het beeld is al wel gevormd en het vraagt tijd/energie om dit beeld te veranderen en gebruikers te overtuigen dat de warmtepompen beter functioneren.
- Grootschalige implementatie van hybride warmtepompen zorgt voor een grotere drukte op het elektriciteitsnet, welke nu al op veel plekken onder druk staat
- Het is niet altijd (goed) mogelijk om de buitenunit van de warmtepomp op te hangen, dit kan niet bij elke woning.
- Het buffervat (voor met name warm tapwater) vraagt veel ruimte binnen een woning



## Uitvoeringsknelpunten

- Gebrek aan installatiemonteurs kan de groeiende markt voor de elektrische warmtepomp stagneren. Momenteel is er een 0,5 mandag nodig om een cv- of hr-ketel te plaatsen. Bij een elektrische warmtepomp zijn er circa 2 mandagen nodig. Op dit moment is er al een gebrek aan installatiemonteurs dus wij verwachten dat er problemen vormen bij de grootschalige implementatie van de elektrische warmtepomp
- Beschikbaarheid van de hoeveelheid warmtepompen. De warmtepomp bevat diverse materialen die schaars zijn en dit zou kunnen maken dat er in de toekomst een tekort aan warmtepompen kan ontstaan



# Grote lijnen voor verduurzaming van gebouwde omgeving in beeld maar niet alomvattend

## Vier transities bieden mogelijkheden voor de meeste gebouwen

De vier transities, geschetst op de vorige sheets kunnen een groot deel van de gebouwde omgeving verduurzamen. Elke transitie heeft natuurlijk ook haken en ogen, maar gezamenlijk kunnen grote stappen worden gezet richting de doelstellingen van 2030 en 2050. Er is echter ook een gedeelte van de gebouwde omgeving, waarvoor deze transities niet van toepassing zijn. Denk dan bijvoorbeeld aan monumenten of andere moeilijk te isoleren panden. Voor deze panden zal moeten worden gezocht naar andere oplossingen, waarbij sprake zal zijn van meer maatwerkoplossingen.

## Gevaar op vertraging van de energietransitie

Naast de technische beperkingen, is het ook de vraag in welke mate het geambieerde tempo kan worden bereikt. Veel gemeenten lopen namelijk bij de uitwerking van de transitievisie warmte (TVW) aan tegen het punt dat zij minder in kunnen zetten op bepaalde transities. Denk bijvoorbeeld aan de beperkte beschikbaarheid van warmtebronnen voor warmtenetten, beperkingen door het elektriciteitsnet dat geen ruimte heeft voor nieuwe capaciteit van (hybride) warmtepompen en diverse andere barrières. Dit resulteert regelmatig in vertraging in de energietransitie.

## (Beperkte) ingroei van andere gassen

Onze huidige warmtevoorziening in de gebouwde omgeving is grotendeels gebaseerd op aardgas. Er zijn andere duurzame gasvormige energiedragers die de inzet van aardgas zouden kunnen vervangen, zoals groene waterstof en groengas. De verwachting is echter dat groene waterstof maar een hele beperkte rol zal spelen in de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving, omdat er diverse andere sectoren zijn waar waterstof effectiever ingezet kan worden. Dit wordt goed weergegeven in de waterstofladder ([link](#)). Het Klimaatakkoord geeft aan dat groengas wel bij voorkeur in de gebouwde omgeving wordt ingezet. Het aanbod van groengas groeit de laatste jaren echter niet sterk en de vraag is hoe groot het aanbod gaat worden. Het is daarom onzeker hoeveel gebouwen daadwerkelijk verwarmd kunnen worden met groengas in de toekomst. Het groengas dat beschikbaar is zou bijvoorbeeld ingezet kunnen worden bij monumenten.

## Er is geen blauwdruk

Op basis van de transities is het mogelijk om opties in beeld te brengen, maar daarna is het, in de uitvoering, zoeken naar welke oplossingen waar geschikt zijn. Hiervoor is geen blauwdruk beschikbaar, maar wel een doel. Het zal daarom constant sturen zijn op het doel binnen een constant veranderende wereld.

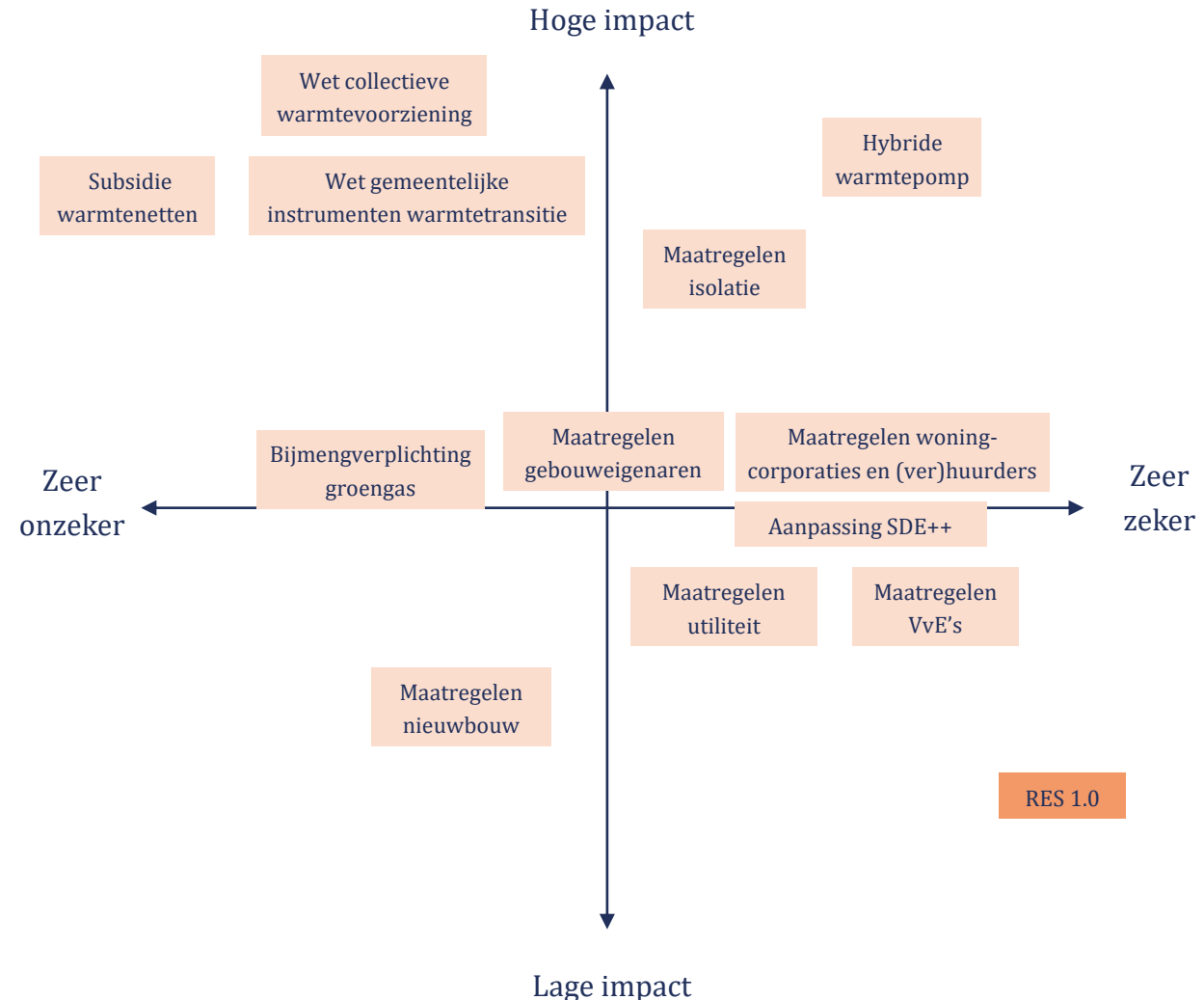
# Stap 3 – Huidige beleidsprogramma's



# Er zijn veel landelijke gestuurde instrumenten die grote impact hebben op de warmtetransitie in Nederland

Vanuit het Rijk zijn er veel landelijke programma's die van invloed zijn op de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Het landelijk beleid behelst hoofdzakelijk drie instrumenten, namelijk communiceren (campagnes, informatie), stimuleren (subsidies) en normeren (wetgeving, eisen, prestatieafspraken). Voor de meeste instrumenten geldt dat dit vanuit de rijksoverheid beschikbaar komt en dat gemeenten aan zet zijn om dit in de gemeente door te voeren. Er zijn vier ontwikkelingen die (mogelijk) de grootste impact hebben:

1. **Wetten WCW en WGIW:** deze wetten zijn van invloed op het huidige wettelijk kader rondom warmtenetten en de gemeentelijke invloed op het overstappen van het gasnet naar een duurzaam alternatief.
2. **Subsidie onrendabele top warmtenetten:** hoewel de precieze vormgeving afhangt van het juridisch kader (zie bullet 1.), zal de businesscase voor warmtenetten verbeteren ten opzichte van aardgas en all-electric, indien de rendabele top (deels) vergoed wordt door subsidie.
3. **Verplichting hybride warmtepomp:** een hybride warmtepomp wordt verplicht gesteld vanaf 2026 bij de vervanging van een gasgestookte ketel.
4. **Landelijke aanpak en ondersteuning isolatie:** voor diverse doelgroepen is een aanpak vanuit het Nationaal Isolatieprogramma opgesteld.





# Programma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving



# (1): verhoging landelijke ambitie reductie CO<sub>2</sub>

Voor de gebouwde omgeving geldt dat het kabinet een indicatieve opgave vaststelt op een restemissie van 10 Mton CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030, een reductie van bijna 67% ten opzichte van de uitstoot in 1990\*. De precieze doelstelling voor de gebouwde omgeving wordt na de zomer in 2023 bepaald op basis van de Klimaat- en Energieverkenning 2022. Om handen en voeten te geven aan de verhoogde ambitie is het Programma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving opgericht.

Dit programma bevat een gebiedsgerichte aanpak en een aanpak voor individuele bewoners en vijf programmaliijnen (zie sheet 118). Op sheet 117 wordt een indicatie gegeven van de impact en zekerheid van de verschillende instrumenten. Vervolgens wordt dit gevolgd door een meer uitgebreide toelichting op de aard, impact en mate van zekerheid van de plannen. Hierbij wordt de volgende indeling aangehouden:

## 1. Maatregelen duurzame alternatieven

- a) Isolatie.
- b) Hybride warmtepomp.
- c) Warmtenetten.
- d) Groen gas.
- e) Aanpassing SDE++.

## 2. Maatregelen binnen doelgroepen

- a) Gebouweigenaren.
- b) Nieuwbouw.
- c) Woningcorporaties, particuliere verhuurders en huurders.
- d) VvE's.
- e) Utiliteit.

## 3. Invloedrijke wetten op rol van gemeente in warmtetransitie

De gemeente heeft sinds 2015 een centrale rol gekregen in de warmtetransitie, maar tot op dit moment had de gemeente weinig mogelijkheden, naast faciliteren en visievorming, om te sturen in deze warmtetransitie. Er worden nu twee wetten ontwikkeld die maken dat gemeenten een grotere sturende rol kunnen nemen in deze warmtetransitie.

## 4. De Regionale Energie Strategieën (RES'en)

De RES'en hebben weinig directe invloed op de gebouwde omgeving, maar indirect hebben ze wel invloed. In deze RES'en wordt namelijk samen gekeken naar de mogelijkheden om regionaal grote (rest)warmtebronnen in te zetten in de Regionale Structuur Warmte (RSW). Om deze reden worden de RES'en hier wel beschreven.

# (1a en b): isolatie en hybride warmtepomp

## Isolatie

Het Nationaal Isolatieprogramma is onderdeel van het bredere Programma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving. Het doel van het isolatieprogramma is om 2,5 miljoen woningen te isoleren in de periode tot en met 2030 met de nadruk op de slecht geïsoleerde woningen (label E, F en G). Hier wordt ook over afgestemd met woningcorporaties, zie 2c. Beide programma's dragen bij aan het verminderen of voorkomen van energiearmoede. Dit gebeurt langs een viertal aanpakken:

1. **Lokale aanpak isoleren van 750.000 koopwoningen in samenspraak met de gemeenten:** gemeenten kunnen hiervoor meerjarige plannen indienen (die zich met name richten op woningen met labels E, F en G) die aansluiten bij de TVW (Transitie Visie Warmte) of bewonersinitiatieven.
2. **Het isoleren van 1 miljoen huurwoningen door verhuurders:** dit gebeurt voor de sociale huur en particuliere huur.
3. **Het versneld isoleren van 750.000 koopwoningen op eigen initiatief:** door middel van subsidie, financiering en informatiecampagne, zie ook 1f.
4. **Samen energie besparen:** laagdrempelige maatregelen: deze aanpak houdt rekening met kwetsbare groepen en energiearmoede.

## Hybride warmtepomp

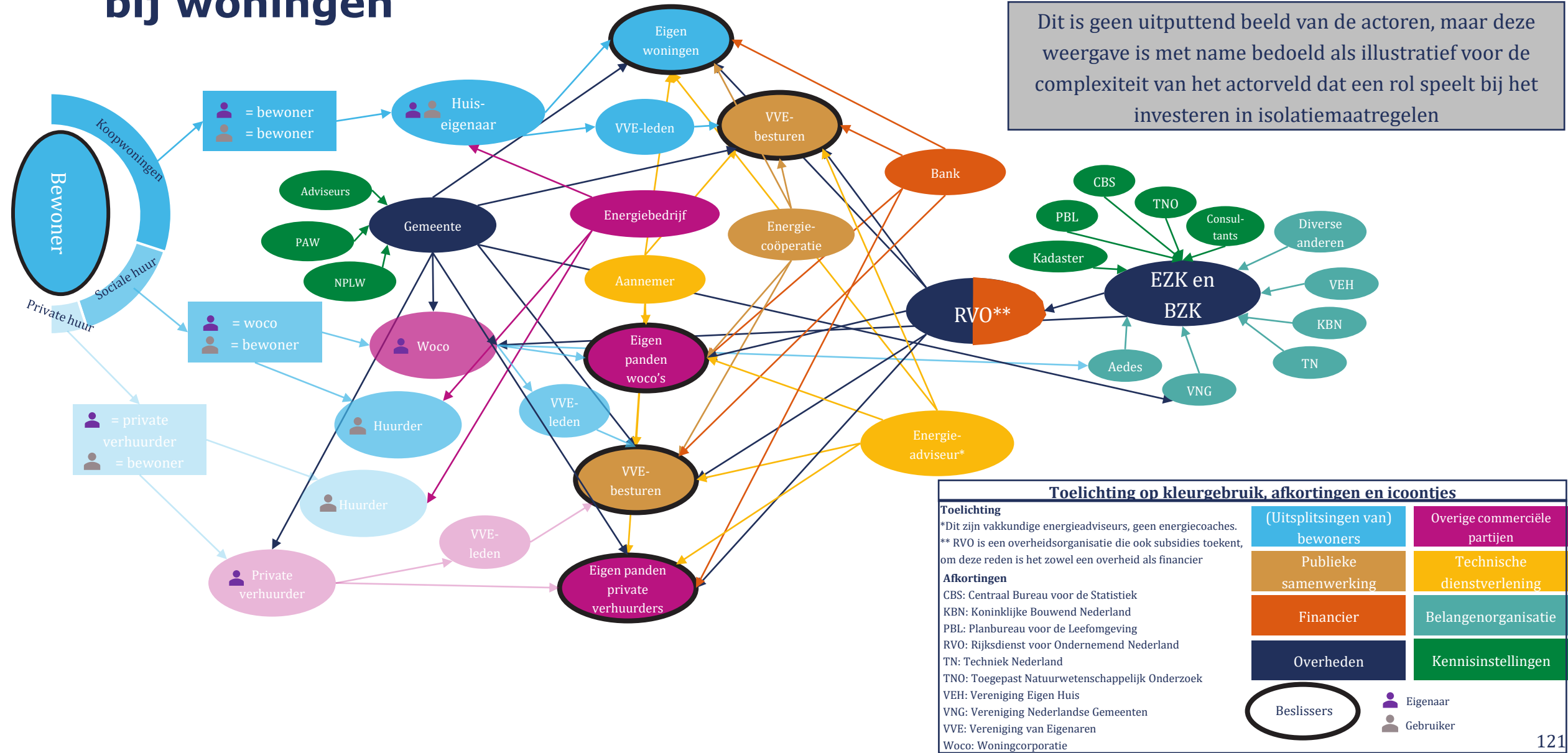
Vanaf 2026 geldt een verplichting van de hybride warmtepomp (of ander duurzaam alternatief) bij vervanging van cv-ketels. Via de ISDE kunnen woning- en gebouweigenaren vanaf 1 januari 2022 gemiddeld 30% subsidie krijgen op de aanschafkosten van de (hybride) warmtepomp. Hiervoor wordt tussen 2025 en 2030 jaarlijks € 150 miljoen gereserveerd.

In de concept-wet Gemeentelijke instrumenten warmtetransitie is de volgende vuistregel opgenomen voor de inzet van hybride warmtepompen: *'Indien het warmteprogramma (nieuwe benaming voor TVW, zie WGIW) de komende tien jaar geen overstap op een warmtenet of all electric-oplossing voorziet, kan ingezet worden op hybride warmtepompen.'*

Om een beeld te geven van de complexiteit waarin beslissingen binnen de gebouwde omgeving worden genomen, wordt op de volgende sheet indicatief het actorveld geschetst van beslissers over de toepassing van isolerende maatregelen.

# Opzet van actorfiguur voor investering in isolatiemaatregelen bij woningen

Dit is geen uitputtend beeld van de actoren, maar deze weergave is met name bedoeld als illustratief voor de complexiteit van het actorveld dat een rol speelt bij het investeren in isolatiemaatregelen





# (1c, d & e): warmtenetten, groen gas en aanpassing SDE++

## Warmtenetten

Er wordt gewerkt aan een subsidieregeling voor het wegnemen van een deel van de onrendabele top voor de warmtenetten. De vormgeving van de regeling hangt af van keuzes rondom de regulering en marktordening van collectieve warmte, die in de Wet Collectieve Warmtevoorziening wordt uitgewerkt.

## Groen gas

Vanaf 2030 geldt er een bijmengverplichting voor groen gas voor ~20% in de gebouwde omgeving. CE Delft doet momenteel onderzoek naar de vormgeving hiervan.

Om daarnaast ook de productie te stimuleren, wordt gewerkt aan de stimulering van vergassing. Het Programma VVGO noemt een maatregel om vroege fase opschaling van vergassing te stimuleren. Nu is de technologie nog relatief duur. Ook wordt met decentrale overheden gekeken naar de ruimtelijke inpassing van installaties. Zowel de bijmengverplichting als het flankerende (ruimtelijke) beleid staan centraal in het recent opgerichte Programma groen gas.

## Aanpassing SDE++

De SDE++ is de grootste subsidiepot voor de stimulering van duurzame energie in Nederland. De SDE++ stuurt daarbij in principe op de laagste kosten om CO<sub>2</sub> te reduceren. Dit betekent dat projecten die het minste subsidie nodig hebben om een ton CO<sub>2</sub> te reduceren als eerste subsidie krijgen. In de basis een goed principe, alleen het nadeel van deze opzet is dat er onvoldoende financiering is voor innovatieve oplossingen die nodig zijn om op de lange termijn te verduurzamen.

Om deze reden worden in het 'Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat' (uitwerking van ambities op klimaat vanuit het kabinet) zogenaamde hekjes geïntroduceerd. Een 'hekje' zorgt ervoor dat technieken met een hogere subsidie-intensiteit een grotere kans maken op subsidie, zoals hogetemperatuurwarmte en lagetemperatuurwarmte. Er is namelijk specifiek budget gereserveerd voor specifieke techniegroepen omdat deze technieken nu nog minder rendabel zijn, maar deze op de lange termijn wel belangrijk voor de energietransitie.

De zogenaamde hekjes zijn op dit moment nog een voorstel, waarbij dit voorstel nog goedgekeurd moet worden door de Europese Commissie<sup>1</sup>.

1) RVO (2023). Meer kansen SDE++ 2023 voor minder rendabele technieken ([link](#))

# (2a en b): gebouweigenaren en nieuwbouw

## Gebouweigenaren

Het Programma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving zet in op de verduurzaming van koopwoningen met subsidie, extra of verbeterde financieringsmogelijkheden en communicatie:

- **Subsidie:** de subsidie in de ISDE voor isolatie, warmtepompen en zonneboilers is per 1 januari 2022 verhoogd naar ongeveer 30%. Isolatiesubsidie kan uiterlijk vanaf 2023 ook worden verkregen voor één maatregel.
- **Financieringsmogelijkheden:** Het Nationaal Warmtefonds verstrekt leningen aan woningeigenaren (ook met geen leenruimte). Er wordt daarnaast gekeken of de leenruimte voor de hypotheek nadrukkelijker kan worden gekoppeld aan het energielabel dat een woning bij aankoop heeft of na verduurzamingsmaatregelen zal hebben.
- **Informatie:** onder andere doorlopende publiekscommunicatie over de verschillende verduurzamingsmaatregelen.
- **Ontzorgingsarrangementen:** van laagdrempelig energieadvies via het gemeentelijke energieloket, hulp bij het doe-het-zelven en collectieve inkoopacties tot standaardoplossingen per gebouwtype of totaalontzorging van A tot Z.

## Nieuwbouw

Nieuwbouw zal volgens het kabinet naar verwachting volledig energieneutraal gaan worden in uiterlijk 2023. Dit komt doordat in het Fit-for-55-pakket is opgenomen dat het Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) wordt herzien. De doorwerking daarvan in Nederland heeft invloed op de minimumeisen van nieuwbouw maar ook op utiliteit en koop- en huurwoningen.

Daarnaast zet het Programma VVGO ook in op innovatie in de bouwsector door bijvoorbeeld de aanscherping van eisen voor circulair en emissievrij bouwen.

## (2c): woningcorporaties, verhuurders, huurders en VvE's

### Woningcorporaties, verhuurders en huurders

De verduurzaming van huurwoning wordt gestimuleerd door afspraken te maken met corporaties en particuliere verhuurders en huurders te ondersteunen:

- **Prestatieafspraken corporaties verduurzaming en circulair renoveren:** aan de hand van de Transitievisies Warmte wordt bekeken hoe de plannen van gemeenten aansluiten op de doelen van de corporatiesector en of de beoogde CO<sub>2</sub>-reductie op een andere manier kan worden gerealiseerd als dat nodig is. De nationale prestatieafspraken bieden de basis voor lokale afspraken tussen provincies, gemeenten, huurdersorganisaties en corporaties.
- **Normering slecht geïsoleerde woningen:** er zijn met Aedes afspraken gemaakt over de uitfasering van corporatiewoningen met (de huidige) energielabels E, F en G in 2028. Om wettelijk te borgen dat alle slecht geïsoleerde huurwoningen worden verbeterd, zullen per 1 januari 2030 wettelijke eisen worden gesteld aan (de verhuur van) corporatiewoningen en private huurwoningen.
- **Voor ondersteuning particuliere verhuurders wordt een aanpak ontwikkeld:** hiervoor is onder andere in april 2022 de Subsidieregeling Verduurzaming en Onderhoud voor Huurwoningen (SVOH) opengesteld voor kleine particuliere verhuurders met gereguleerde huurwoningen.
- **Aanpassing initiatiefrecht huurders:** naast het bestaande recht om als huurder isolatie af te dwingen, wordt dit recht uitgebreid naar zonnepanelen en (hybride) warmtepompen.

### Verenigingen van Eigenaren (VvE)

Groot onderhoud binnen en VvE wordt steeds vaker gecombineerd met verduurzamingsmaatregelen. In de praktijk blijken veel VvE's hier echter nog niet op voorbereid. Zo zijn er vaak geen middelen gespaard of is het lastig om verschillende eigenaren mee te krijgen met de maatregelen.

Hiervoor is de VEEH voor VvE's met 30% verhoogd, net als de ISDE (Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing) voor woningeigenaren. Daarnaast wordt de aanvraagprocedure voor VvE's vereenvoudigd. Zo gaan de meeste maatregelen gericht op VvE's in 2023 uit de ISDE over naar de SEEH (Subsidie Energiebesparing Eigen Huis). Dit versimpelt de aanvragen en de uitvoering. En tot slot heeft het Nationaal Warmtefonds vanaf oktober 2022 de financieringsmogelijkheden uitgebreid voor kleine VvE's, inclusief de combinatie van financiering voor verduurzaming en de aanpak van het achterstallig onderhoud.

## (2d): utiliteit

### Bedrijven

Er komt een ambitieuze eindnorm voor utiliteitsbouw en er komen normen voor de uitfasering van slechte energielabels in de utiliteitsbouw (juli 2023 in wetgeving). De energiebesparingsplicht (voor ongeveer 100.000 bedrijven) wordt verruimd. Nieuwe gebouwen met industriefunctie moeten gaan voldoen aan BENG-bouweisen. Naast pilots wordt verkend of er een instrument kan worden ontwikkeld dat verduurzamen van bedrijventerreinen vergemakkelijkt. Het gaat hierbij zowel om energiebesparing, -opwek en -opslag.

### Kantoren

Voor kantoren is er sinds 1 januari 2023 de wetgeving ingegaan die het gebouweigenaren van kantoren verplicht maakt om hun gebouw zo te verduurzamen dat het tenminste een energielabel C heeft.

### Maatschappelijk vastgoed

Duurzamer maatschappelijk vastgoed is belangrijk vanwege de voorbeeldrol die het vervult in de maatschappij. Vanuit Europa (EPBD) wordt een renovatieverplichting voorgesteld die stelt dat elke lidstaat ervoor zorgt dat jaarlijks ten minste 3% van het maatschappelijk vastgoed (public buildings) wordt gerenoveerd en zo goed als energieneutraal wordt gemaakt. Daarnaast komt er een subsidieregeling vanaf oktober. Deze regeling richt zich op de verduurzaming van onder andere zorg-, sport-, onderwijs- en overheidsgebouwen. Tot slot wordt onderzoek gedaan naar een revolverend fonds voor financiering verduurzaming maatschappelijk vastgoed.





## (3a): Wet collectieve Warmtevoorziening

Nieuwe conceptwet moet leiden tot meer concurrentie, efficiëntie en innovatie

Bij warmtenetten is sprake van een monopoliesituatie. Aangesloten klanten kunnen niet kiezen tussen leveranciers. Hierdoor zijn warmtetarieven, die men betaalt bij het ontvangen van warmte uit een warmtenet, gereguleerd op basis van het NMDA-principe (Niet Meer Dan Anders). Dit betekent dat de toezichthouder (de ACM) jaarlijks op basis van de aardgasreferentie (kosten voor een gasketel, onderhoud, netbeheer en gasvariabele tarieven) de maximale warmtetarieven voor dat jaar vaststelt. Als de gasprijs stijgt, mogen warmtetarieven dus ook stijgen.

In de toekomst is de gasreferentie niet meer representatief vanwege het uitfaseren van fossiele brandstoffen. Bovendien is binnen het huidige wetgevend kader de verduurzaming van bronnen niet geborgd en ontbreekt het gemeenten aan instrumenten om bijvoorbeeld cherry-picking (alleen lucratieve aansluitingen realiseren) te voorkomen en publieke belangen te borgen. De nieuwe **conceptwet collectieve warmtevoorziening (WCW)** sorteert voor op het kostprijs+-principe, waarbij de ACM tarieven vaststelt op basis van kostprijs en een redelijk rendement. Ook het aanwijzen van warmtekavels maakt onderdeel uit van deze conceptwet, op basis waarvan na een aanbestedingstraject een warmtebedrijf door de gemeente wordt geselecteerd. De beoogde concurrentie tussen warmtebedrijven op deze kavels moet zorgen voor de nodige efficiëntie- en innovatieprikkels. In hoeverre dit ook daadwerkelijk gaat plaatsvinden, is nog de vraag, vooral als het gaat om minder lucratieve en/of kleinere kavels.

\*De WCW: kostprijs+-tarief, consumentenbescherming en verduurzaming (Berenschot, 2022)



## (3b): Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie

Gemeenten krijgen in de conceptwet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie de mogelijkheid om te bepalen welke wijken zullen worden afgesloten van het aardgas en op welke termijn (minimaal acht jaar). Bewoners mogen ervoor kiezen om niet over te stappen op het gemeentelijke alternatief (zoals een warmtenet), mits hun zelfgekozen alternatief minstens net zo duurzaam is als die van de gemeente.

In het recent gepubliceerde conceptbesluit (tot 14 september 2023 ter inzage) is daarnaast opgenomen dat in de aanwijsbevoegdheid ook (grote) bedrijven mee gaan die zijn aangesloten op het gasnet, zoals ziekenhuizen en onderwijsinstellingen. De hiervoor opgenomen motivatie is dat de infrastructuur van een gasnet een sterke geografische component heeft en het daarom niet voor de hand ligt om binnen een gebied dat wordt afgesloten een uitzondering te maken voor één of enkele gebruikers. Dit betekent dat bedrijven mee gaan verduurzamen in hetzelfde tempo als de gemeentelijke wijkaanpak.

Tot slot geeft het conceptbesluit inzicht in de uitwerking van de wijkaanpak en het bijbehorende stappenplan. Alleen als deze stappen doorlopen zijn, mag de gemeente gebruikmaken van de hiervoor beschreven aanwijsbevoegdheid. De TVW's veranderen in 'warmteprogramma's (zoals beschreven in de Omgevingswet) en er komt een overgangsregeling voor de al vastgestelde TVW's naar warmteprogramma's. Zo'n warmteprogramma moet elke vijf jaar worden herzien en aangepast aan de dan geldende situatie (de eerstvolgend herziening is uiterlijk eind 2026).

\*Conceptbesluit [Gemeentelijke instrumenten warmtetransitie](#) (juli, 2022)



## (4): afspraken RES 1.0

In de RES 1.0 is het hiernavolgende opgenomen voor de besparing in de gebouwde omgeving:

- 25% minder CO<sub>2</sub> uitstoten dan in 2015.
- Overheden maken eigen gebouwen duurzamer.
- Inwoners en bedrijven worden ondersteund met energieloketten, coaches en energieadviseurs.
- Financiële ondersteuning door leningen, vouchers en subsidies.
- Het beter controleren van de verplichte besparingsmaatregelen voor bedrijven, zodat iedereen zijn aandeel levert.
- Monitoren energieverbruik in de regio.

Daarnaast is het volgend opgenomen in de RES 1.0 over het duurzaam verwarmen:

- Isolatie is in combinatie met een (hybride) warmtepomp voor de meeste woningen de beste oplossing. Een (hybride) warmtepomp heeft wel elektriciteit nodig. Daarvoor moeten we dus meer elektriciteit duurzaam opwekken.
- Daarnaast gaan we andere mogelijkheden zoals restwarmte van fabrieken, warmte uit water (aquathermie), warmte uit zon (zonthermie), warmte uit de aarde (geothermie) en groen gas nog verder onderzoeken. Aardwarmte en groen gas lijken de meeste kansen te bieden voor onze regio.





# Beleidsprogramma's beslaan deels gehele beleidsvoering en zijn gericht op een heterogene groep gebouweigenaren

## De beschreven beleidsprogramma's maken deel uit van de gehele beleidsvoering

Op de vorige sheets hebben we verschillende programma's beschreven die helpen de gebouwde omgeving te verduurzamen. Wij willen benadrukken dat de beschreven programma's een belangrijk deel weergeven van het beleid dat gevoerd wordt om de gebouwde omgeving te verduurzamen maar **geen alomvattend overzicht** is van het bestaande beleid.

Verschillende overheidsorganisaties zijn betrokken bij het beleid rondom de gebouwde omgeving (bijvoorbeeld het ministerie van EZK, BZK, NPLW, RVO etc.). Het aantal beleidsprogramma's is vele malen groter. Ter illustratie, alleen in de KEV 2022 (PBL) worden al 57 'instrumenten' gebruikt om de gebouwde omgeving te beschouwen waar dan nog niet de zeventien instrumenten zijn meegeteld die gelden voor de utiliteitsbouw.

De gebouwde omgeving bevat een grote hoeveelheid beleidsinstrumenten omdat er ook een grote variatie zit in de groep gebouweigenaren die bereikt moet worden. Sommige instrumenten zijn normering, andere informerend en weer andere stimulerend. Dit is bedoeld om alle type gebouweigenaren op verschillende manieren te bewegen richting een duurzame toekomst. Daarbij is informatieverstrekking essentieel en hier is steeds meer oog voor de toegankelijkheid van informatie voor de verschillende doelgroepen.







# Stap 4 – Impact beleidsprogramma's op transities

# Hoe te bepalen of een transitie bijdraagt aan de doelstellingen van 2050?

In de vorige stap hebben we een overzicht gegeven van de verschillende beleidsprogramma's die de verduurzaming van de gebouwde omgeving beïnvloeden. In de komende sheets 'koppelen' we de vier transities uit stap 2 met deze beleidsprogramma's. Bij deze koppeling gaan we in op de vraag in welke mate de huidige beleidsprogramma's een goede brug vormen naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving in 2050. Om dit te analyseren wordt ingegaan op een vijftal vragen:

- In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?
- In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?
- Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?
- Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?
- In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Door deze vragen te beantwoorden voor de vier transities, kijken we of er spanningsvelden liggen tussen het behalen van de klimaatdoelstellingen van 2030 en van 2050. De focus ligt hierbij op de technische aspecten van de transitie, er zijn ook maatschappelijke implicaties die spanning op kunnen leveren. Deze worden niet behandeld binnen dit onderzoek.



# Inzet beleid op de vier transitities

## 1. Energiebesparing



- Nationaal Isolatieprogramma.
- Normering slecht geïsoleerde woningen voor huurwoningen.
- ISDE-subsidie voor (individuele) verduurzamingsmaatregelen.
- Nationaal Warmtefonds.
- Collectief inkopen door diverse gemeenten.

## 2. Warmtenetten



- Wet Collectieve Warmte.
- Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie.
- (Potentiële) subsidie voor het wegnemen van de onrendabele top bij warmtenetten.
- Nieuw 'hekje' binnen de SDE++ waardoor warmtenetten met lage-temperatuurwarmtebronnen worden gestimuleerd.

## 3. Hybride warmtepomp



- Verplichting vanaf 2026 om bij vervanging de cv-ketels te vervangen door een duurzaam alternatief. De hybride warmtepomp zal op de korte termijn hiervoor vaak een oplossing zijn.
- ISDE-subsidie voor (individuele) verduurzamingsmaatregelen.
- Nationaal Warmtefonds.
- Collectief inkopen door diverse gemeenten.

## 4. Elektrische warmtepomp



- ISDE-subsidie voor (individuele) verduurzamingsmaatregelen.
- Nationaal Warmtefonds.
- Collectief inkopen door diverse gemeenten.

# Energiebesparing staat aan de basis om de verduurzaming van de gebouwde omgeving vorm te geven

## Veel beleid op energiebesparing al van kracht

Energiebesparing vormt het begin van de opgave om de industrie te verduurzamen. Dit is ook duidelijk terug te zien in het beleid waar veel programma's gericht zijn op energiebesparing (zie vorige sheet). Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen van sheet 131 beantwoord.

## In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Energiebesparing is één van de belangrijkste componenten in de transitie naar een CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem. Elke Joule energie die wordt bespaard hoeft niet te worden opgewekt.

## In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Energiebesparing is niet afhankelijk van infrastructuur, deze vraag speelt daarom niet voor energiebesparing.

## Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De investeringskosten voor energiebesparing zijn hoog. Dit is ook één van de knelpunten van energiebesparing. Daarbij zit er nog wel verschil in de toepassing van energiebesparing op een natuurlijk moment (bij verhuizing of verbouwing) of op een zelfstandig moment (los van een andere ingreep in de woning). Maar over het geheel is er vaak een investeringsdrempel om energiebesparing toe te passen.

Energiebesparing levert ook baten op doordat energie wordt bespaard. Alleen door de hoge investeringskosten is dit op de korte termijn niet altijd de meest kosteneffectieve optie, op de lange termijn is dit vaak wel een gunstiger alternatief.

## Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Ja, energiebesparing resulteert in een lagere vraag naar energiedragers. Hierdoor kunnen de schaarse energiedragers effectiever worden ingezet.

## In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan er eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Energiebesparing is eigenlijk een 'no-regret'-optie. Elke kWh energie die bespaard wordt, hoeft niet te worden opgewekt en is daarmee goed. Daarnaast heeft energiebesparing een gunstig effect op andere transitie, of is zelfs een voorwaarde voor de toepassing van andere transitie (zoals bij de elektrische warmtepomp).



# Warmtenetten zijn veelal complex in de realisatie, maar dragen wel bij aan diversificatie van energiebronnen

## Warmtenetten complex maar nodig

Het collectieve karakter maakt het complex om warmtenetten te realiseren, met name in de bestaande bouw. Maar voor een duurzame warmtevoorziening in de gebouwde omgeving is het van belang dat wordt ingezet op zoveel mogelijk type warmtebronnen. Warmtenetten zijn daarom wel nodig in een toekomstig CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen van sheet 131 beantwoord.

### In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Warmtenetten passen in een CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem wanneer de warmtebronnen (en bijstook) zijn gebaseerd op duurzame energiedragers, zoals restwarmte, groene waterstof of collectieve warmtepompen.

### In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Warmtenetten zijn een specifiek type infrastructuur die aangelegd dient te worden bij de uitrol van een warmtenet. De huidige warmtenetten zijn ingericht op met name hoge-temperatuurwarmtenetten, terwijl in de toekomst ook meer midden-temperatuur- of lage-temperatuurwarmtenetten ontwikkeld worden. Het is daarmee de vraag in welke mate de bestaande infrastructuur ook geschikt is voor het toekomstige gebruik van warmte

### Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De financiering van warmtenetten is complex en op dit moment onzeker doordat de WCW nog niet gepubliceerd is. Daarbij zijn de kosten sterk

afhankelijk van de warmtebron die wordt gebruikt in het warmtenet. In buurten met relatief veel geconcentreerde bebouwing (bijvoorbeeld veel appartementen) is het veelal wel de transitie met de laagste kosten, maar een voorwaarde is dan wel dat er een warmtebron in de buurt is om het warmtenet te voeden. Over het geheel bezien, zit er een grote spreiding in de kosten en is het hierdoor lastig om te zeggen of warmtenetten op de korte en lange termijn de laagste kosten opleveren.

### Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Ja, er zijn diverse warmtebronnen in Nederland beschikbaar zoals (industriële) restwarmte, geothermie, datacenters of oppervlaktewaters (zoals rivieren). In collectief verband, met een warmtenet, kunnen deze bronnen benut worden en zo een meer optimale benutting geven van onze energiebronnen.

### In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Er is heel veel onzekerheid in deze transitie. Ten eerste door de onzekerheid in wetgeving. Ten tweede is de ontwikkeling van een warmtenet vaak een intensief en lang proces (duurt al jaren). Daarbij verandert de wereld om ons heen constant en het is dan lastig om koers te houden, omdat het warmtenet zich constant moet verhouden tot andere warmte-opties. Dit maakt dat er veel onzekerheid is bij de ontwikkeling van een warmtenet.

# Hybride warmtepompen kunnen een belangrijke rol spelen als tussenoplossing maar risico op 'lock-in-effect' voor de lange termijn

## Hybride warmtepompen kunnen snel CO<sub>2</sub> reduceren

Hybride warmtepompen kunnen relatief makkelijk in veel bestaande gebouwen worden toegepast en kunnen significante bijdrage leveren in de CO<sub>2</sub>-reductie op de korte termijn. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen van sheet 41 beantwoord.

### In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Hybride warmtepompen bestaan uit zowel een gasketel als een warmtepomp. Er is dus nog gasvormige energiedrager nodig om het gebouw te verwarmen. Op de korte termijn is dit aardgas, en op de lange termijn kan dit mogelijk worden vervangen door groene waterstof of groengas. Deze schaarse energiedragers in de toekomst zijn noodzakelijk om een hybride warmtepomp in te passen in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem.

### In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

De elektriciteitsinfrastructuur is beschikbaar in de toekomst, waarschijnlijk moet deze wel verzwakt worden. De gasinfrastructuur is veel onzekerder. De inzet van gas wordt afgebouwd en hierdoor zal de infrastructuur steeds meer verdwijnen. Het is daarbij ook de vraag of de kosten voor het behoud van het gasnet niet te hoog zullen worden. Deze worden nu namelijk verdeeld over alle afnemers en als het aantal afnemers daalt zullen deze kosten ook snel stijgen.

### Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

Op de korte termijn is dit een gunstig alternatief om snel CO<sub>2</sub> te reduceren. De investeringskosten zijn relatief laag en er wordt wel veel gas bespaard (tegen

Een beperkte extra inzet van elektriciteit). Op de lange termijn is het wel de vraag of dit de meest kosteneffectieve oplossing is. Dit heeft met name te maken met de kosten die moeten worden gemaakt voor de instandhouding van het gasnet en de productie van duurzame gasvormige energiedragers.

### Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Op de korte termijn past dit zeker, omdat er meer gebruik wordt gemaakt van elektriciteit en veel minder van aardgas. Op de lange termijn is dit onzekerder. Bijvoorbeeld bij de inzet van groene waterstof wordt veelal elektriciteit omgezet in waterstof en vervolgens hier weer in warmte. Het is effectiever als de elektriciteit direct ingezet wordt voor de warmtevoorziening (zoals bij warmtepompen).

### In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Op de korte termijn is de stap richting de hybride warmtepomp een goede en deze wordt ook gestimuleerd met de normering vanaf 2026. Op de lange termijn is deze onzekerder omdat het in veel gevallen geen CO<sub>2</sub>-vrije warmte-optie is. Dit maakt de besluitvorming op de lange termijn onzekerder.

# Elektrische warmtepompen cruciaal, wel afhankelijk van de capaciteit op het elektriciteitsnet

## Elektrische warmtepompen zijn onmisbaar

Elektrische warmtepompen zijn complexer om te realiseren dan hybride warmtepompen, maar zijn wel een eindoplossing voor veel (grondgebonden) woningen en daarmee onmisbaar in een CO<sub>2</sub>-vrije warmtevoorziening. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen van sheet 41 beantwoord.

### In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Elektrische warmtepompen passen in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem, wanneer de elektriciteit duurzaam wordt opgewekt. De verwachting is dat in 2030 circa driekwart van de opgewekte elektriciteit duurzaam is en dat deze in 2050 volledig duurzaam is.

### In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

De elektriciteitsinfrastructuur is beschikbaar in de toekomst, maar deze zal zeer waarschijnlijk wel verzwakt moeten worden wanneer grote hoeveelheden elektrische warmtepompen worden geïnstalleerd.

### Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De investeringskosten van elektrische warmtepompen zijn hoog. Daarnaast vragen elektrische warmtepompen ook van een goed isolatieniveau en is het ok nodig om het afgiftesysteem (radiatoren) aan te passen naar bijvoorbeeld vloerverwarming of convectieradiatoren. De energierekening gaat wel omlaag, maar op de korte termijn is dit maatschappelijk gezien meestal niet het meest gunstige alternatief. Op de lange termijn is het een gunstiger alternatief. Dit komt met name doordat er geen afhankelijkheid meer is van het gasnet, en

de energierekening wel fors daalt als gevolg van de effectieve inzet van energie. **Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?**

Met de elektrische warmtepomp wordt elektriciteit direct ingezet om het gebouw te verwarmen. Dit is in veel gevallen gunstig omdat er niet eerst omzettingen van energie (naar bijvoorbeeld waterstof) nodig zijn waar energie verloren gaat. Wel is het de vraag in welke mate de vraag naar elektriciteit (van de warmtepomp) overeenkomt met het aanbod van elektriciteit (via wind of zon) en of het getransporteerd kan worden. Het huidige elektriciteitsnet is al sterk belast en de fluctuaties in het aanbod van elektriciteit worden alleen maar sterker. Het is daarom waarschijnlijk dat diverse vormen van opslag hier toch een rol gaan spelen en de inzet van energie hierdoor minder optimaal wordt, maar wel noodzakelijk voor het functioneren van het energiesysteem.

### In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

De onzekerheid zit met name in de beschikbare capaciteit van het elektriciteitsnet en de hoge investeringskosten die moeten worden gemaakt voor de warmtepomp. Daarnaast is het ook redelijk ingrijpend om een warmtepomp te plaatsen, bijvoorbeeld doordat het buffervat veel ruimte inneemt.

# Stap 5 – Identificatie spanningsvelden



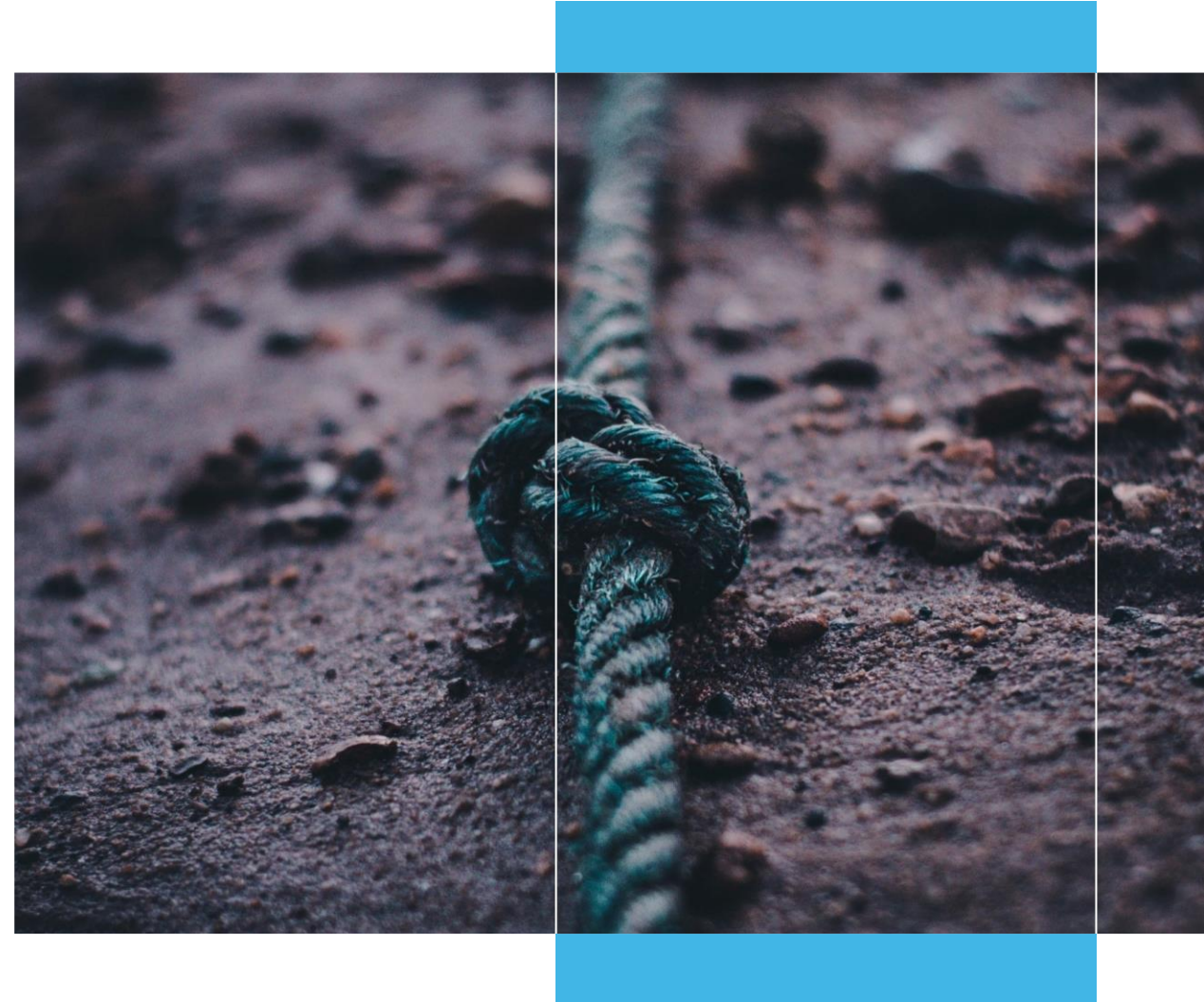


# Vier spanningsvelden maken de verduurzaming van de gebouwde omgeving complex

In stap 4 zagen we dat er nog grote uitdagingen liggen rondom de transities voor de gebouwde omgeving. In deze stap van de analyse gaan we verder in op de spanningsvelden die er bestaan tussen de transities en de beleidsprogramma's. Met name focussen we ons op de spanningsvelden die betrekking hebben op het halen van de klimaatdoelstellingen van 2030 en 2050.

De vier spanningsvelden die we bespreken zijn:

1. tempo van de warmtetransitie
2. hybride warmtepomp in langetermijnbeleid
3. de diversificatie van de warmtevoorziening
4. een toekomstbestendig warmtenet houdt rekening met warmtebronnen met verschillende temperaturniveaus.

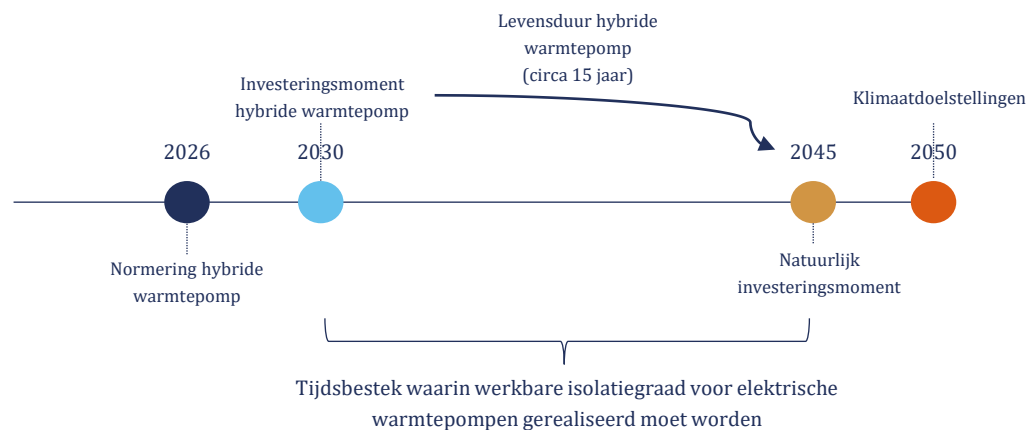


# Tempo's van verschillende transitie moeten op elkaar afgestemd worden, goed beleid kan hiervoor zorgen

## Warmtetransitie vraagt om juiste volgorde van gebeurtenissen

De verduurzaming van de gebouwde omgeving heeft verschillende succesvolle transitie nodig om de klimaatdoelstellingen van 2050 te halen. De transitie lopen niet parallel maar hebben elkaar nodig om succesvol te zijn.

Om dit te illustreren gebruiken we het voorbeeld van de transitie energiebesparing en elektrische warmtepompen. In de volgende illustratie nemen we het voorbeeld van een woningeigenaar die in 2030 investeert in een hybride warmtepomp. De gemiddelde levensduur van een hybride warmtepomp is vijftien jaar. Een natuurlijk investeringsmoment om over te stappen naar een elektrische warmtepomp zou dan in 2045 zijn.



Echter, de woningeigenaar niet stilzitten tussen 2030 en 2045. De woning moet goed geïsoleerd worden zodat een elektrische warmtepomp effectief ingezet kan worden in de woning. Dit brengt de nodige investeringskosten met zich mee die niet iedere woningeigenaar zich zomaar kan veroorloven.

Als we het voorbeeld van de woningeigenaar 'maatschappijbreed' beschouwen dan betekent dit dat er rond 2030 veel hybride warmtepompen geplaatst worden wat leidt tot een situatie rond het jaar 2045 waar binnen een kort tijdsbestek een zeer groot aantal elektrische warmtepompen geplaatst moeten worden om de doelstellingen in 2050 te halen. Dit zorgt voor grote **uitdagingen op de arbeidsmarkt**, waar er te weinig personeel is om alle huizen te isoleren en de warmtepompen te plaatsen. En daarnaast is het ook afwachten of **de verzwaring van het elektriciteitsnet** op tijd komt om de aansluiting van vele warmtepompen mogelijk te maken. Kortom, veel ontwikkelingen die op het eerste gezicht los van elkaar worden gezien, zijn met elkaar verweven en moeten afgestemd worden om de klimaatdoelstellingen te behalen.

We zien dat de huidige beleidsprogramma's sturen op **individuele transitie** maar het is onzeker of de volgorde van de transitie in acht wordt genomen bij het behalen van de uiteindelijke doelstelling in 2050.

# De hybride warmtepomp als opstapje naar hybride warmtepomp of een afleiding van het doel?

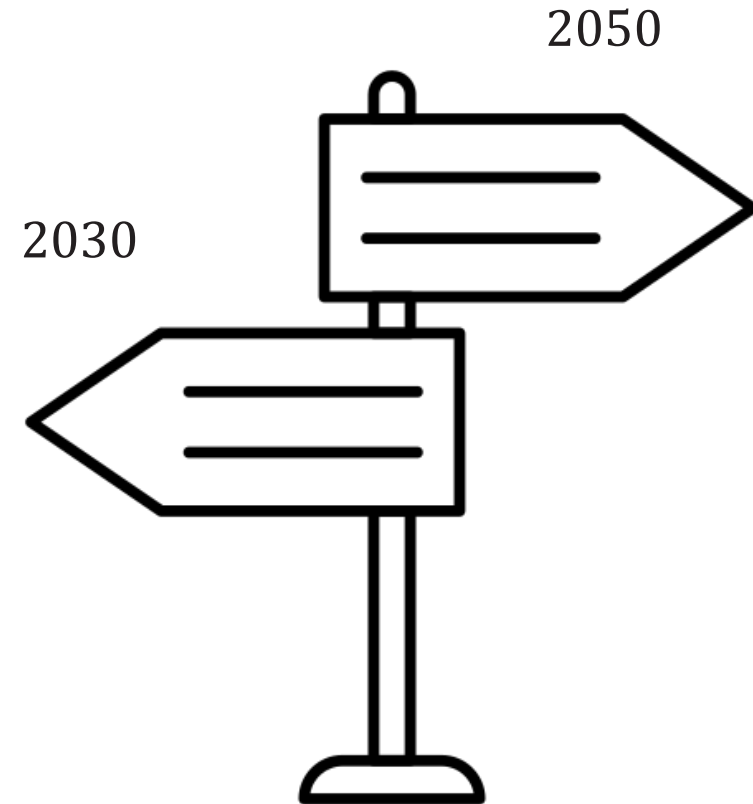
## Het dilemma van de hybride warmtepomp

Op de vorige sheet hebben we het voorbeeld genoemd waar de hybride warmtepomp de voorganger is voor de elektrische warmtepomp. Hier wordt een stapje terug gedaan en wordt dieper ingegaan op de rol van de hybride warmtepomp in de transitie.

Op de korte termijn kan de hybride warmtepomp namelijk bijdragen aan een snelle reductie in CO<sub>2</sub>-uitstoot, maar hiermee wordt mogelijk ook een lock-in effect gecreeërd<sup>1</sup>. Deze gebouwen hebben namelijk voor de komende vijftien jaar (gemiddelde afschrijftermijn van een hybride warmtepomp) een warmte-optie en de vraag is in welke mate deze gebouweigenaren dan nog openstaan voor een andere warmte-oplossing, zoals een warmtenet dat op de lange termijn in zijn geheel van het gas af is.

De vraag rijst daarbij of er nu ingezet moet worden op het behalen van de kortetermijndoelen (2030), met kans op lock-in-effecten of dat direct ingezet moet worden op transities die altijd een rol spelen in het eindbeeld (2050).

Deze vraag is op dit moment mogelijk nog goed te beantwoorden doordat een hybride warmtepomp voor 2050 is afgeschreven, maar deze vraag wordt pregnanter als het gaat om de installatie van hybride warmtepompen in 2035 of 2040. Zouden deze dan nog gestimuleerd moeten worden? Of zou deze dan juist gedemotiveerd moeten worden omdat deze op veel plekken niet in het eindbeeld passen? Ook in combinatie met het vraagstuk omtrent de gasinfrastructuur die in stand gehouden moet worden voor deze hybride warmtepompen.



1) Een lock-in situatie betekent vaak gebruikt in situaties waar men een eerder gemaakte keuze moeilijk teniet kan doen en dus niet kan kiezen voor een ander alternatief.

# Elektrificatie van warmtevoorziening verhoogt druk op elektriciteitsnet; diversificatie wenselijk

## Elektrificatie van onze warmtevoorziening groeit

Nederland heeft van oudsher zijn warmtevoorziening ingericht op het gebruik van aardgas. In de transitie naar een duurzame warmtevoorziening zullen (hybride) warmtepompen een belangrijke rol gaan spelen. Deze warmtepompen vragen elektriciteit om de gebouwen van warmte te kunnen voorzien en deze additionele vraag brengt een uitdaging met zich mee; de verzwaring van het elektriciteitsnet.

De druk op het elektriciteitsnet neemt niet alleen toe door de warmtepompen, maar ook door het plaatsen van zonnepanelen, de aanschaf van elektrische auto's en andere elektriciteitsvragers. Al deze ontwikkelingen tezamen vragen veel van het elektriciteitsnet en op dit moment is het elektriciteitsnet niet geschikt om deze additionele elektriciteitsvraag op te vangen.

Kortom, het is goed mogelijk dat gebouwen in de toekomst geen warmtepomp kunnen installeren omdat het elektriciteitsnet deze additionele vraag niet aankan. Daarbij is de verzwaring van het elektriciteitsnet vaak een langdurig proces van meerdere jaren waar gebouweigenaren niet op kunnen wachten. Dit kan een vertraging opleveren van de energietransitie.

## Diversificatie wenselijk

De elektrificatie van onze warmtevoorziening is een stap in de goede richting; we reduceren namelijk de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Maar het wordt nu ook duidelijk dat het elektriciteitsnet de groei van de elektriciteitsvraag niet aankan. Daarnaast is het afgelopen jaar ook gebleken dat een te grote afhankelijkheid (van gas in dit geval) grote gevolgen kan hebben. Het is daarom wenselijk om ons energiesysteem te diversificeren om zo de druk op het elektriciteitsnet te verminderen en minder afhankelijk te zijn van één energiedrager.

De diversificatie heeft dus drie belangrijke voordelen:

- Zij creëert een meer robuust energiesysteem dat minder afhankelijk is van één energiedrager. Hierdoor hebben schommelingen in de prijs van één energiedrager ook minder effect op de betaalbaarheid van het energiesysteem als geheel.
- Door diversificatie is er minder geopolitieke afhankelijkheid voor het leveren van de benodigde energiedragers.
- Zij ontlast het elektriciteitsnet. Doordat andere bronnen worden gebruikt voor de warmtevoorziening wordt de druk op het elektriciteitsnet kleiner.

Diversificatie heeft voordelen, maar zij heeft ook nadelen. Er wordt ingezet op meerdere energiedragers en hierdoor zullen de kosten van het systeem als geheel hoger uitvallen.



# De transitie naar lage-temperatuurwarmtenetten heeft prioriteit, maar is zeer complex

## Beschikbaarheid van HT-warmtebronnen onzeker

Op dit moment wordt een groot deel van de warmtenetten van warmte voorzien door hoge-temperatuurwarmtebronnen zoals afvalverbrandingsinstallaties, industriële centrales, elektriciteitscentrales en biomassacentrales. Aan de andere kant komen kleinere warmtenetten op die worden voorzien van meer lage-temperatuurwarmtebronnen, zoals Mijnwater in Heerlen, maar over het geheel genomen is dit aandeel nog klein.

In de ontwikkeling naar de toekomst toe is het de vraag of bijvoorbeeld industrieën kunnen blijven bestaan als deze overgaan op een duurzame warmtevoorziening en/of dat er nog restwarmte overblijft om te leveren aan het warmtenet. Hetzelfde geldt voor afvalverbrandingsinstallaties die minder warmte kunnen leveren doordat er ook een transitie is naar een circulaire economie (en er hierdoor minder afval is). Als laatste is het ook de vraag welke elektriciteitscentrales in de toekomst blijven bestaan en in welke mate deze consequent elektriciteit produceren om warmte te leveren.

Kortom, over het geheel bezien is er veel onzekerheid over de toekomstige beschikbaarheid van warmtebronnen voor warmtenetten.

## Hou bij ontwerp van een nieuw warmtenet rekening met de invoeding van verschillende typen warmtebronnen.

De beschikbaarheid van hoge-temperatuurwarmtebronnen is dus onzeker, maar er zijn ook nog lage-temperatuurwarmtebronnen beschikbaar. Denk hierbij aan datacenters, zwembaden, koelhuizen, oppervlaktewateren en diverse andere bronnen die warmte kunnen leveren tussen de 15 en 30°C. Deze bronnen kunnen worden ingezet in warmtenetten, alleen zijn deze wel andere configuraties van het warmtenet. De warmte moet bijvoorbeeld worden opgewaardeerd door middel van een collectieve warmtepomp om te komen tot de gewenste temperatuurniveaus van gebouwen.

De opbouw van een warmtenet met lage-temperatuurwarmtebronnen verschilt van een warmtenet met hoge-temperatuurwarmtebronnen. Het zou daarom goed zijn als warmtenetten die nu worden aangelegd zo worden aangelegd dat deze makkelijk ingepast worden in een LT-warmtenet. Dit vraagt vaak om additionele investeringen en dit maakt de businesscase van warmtenetten (die toch al onder druk staat) nog lastiger. Daarnaast hebben veel LT-warmtebronnen niet voldoende capaciteit om de warmtenetten te voorzien van warmte. Er zal daarom moeten worden toegewerkt naar warmtenetten waar meerdere bronnen invoeden, wat ook een nieuw vraagstuk oplevert, namelijk: wie levert, welke warmte aan welk gebouw?





# Sectoranalyse – Industrie



# De analyse van de industrie in vijf stappen

## Stappenplan analyse industrie

### 1. Introductie sector

- Klimaatimpact
- Klimaatdoelstellingen
- Recente ontwikkelingen

### 2. Belangrijke transitie binnen de sector

- Welke transitie zijn er?
- Voor- en nadelen transitie
- Randvoorwaarden transitie

### 3. Huidige beleidsprogramma's

### 4. Impact beleidsprogramma's op transitie richting 2030 en 2050

### 5. Identificatie spanningsvelden



# Stap 1 – Introductie klimaattafel 'Industrie'





# De industrie is een verzameling van uiteenlopende bedrijven met energie-intensieve processen

## Wat is de industrie?

Voordat er verder wordt ingegaan op de ontwikkelingen binnen de industrie is het van belang om te definiëren wat de industrie is.

De industrie is het deel van de economie dat wordt gekenmerkt door de productie en verwerking van materiële goederen of artikelen in fabrieken en ondernemingen. Deze productieprocessen worden veelal gekenmerkt door mechanisering en automatisering.

Binnen de definitie van de industrie van het CBS vallen de volgende sectoren:

- Staalproductie
- Productie van kunstmest
- Productie van verf
- Productie van keramiek (zoals dakpannen)
- Voedingsmiddelindustrie
- Papierindustrie
- Metaalbewerkingsbedrijven
- Auto-industrie
- Houtindustrie
- En diverse anderen....

Sectoren die niet binnen 'CBS-definitie', vallen, maar waarvoor het Klimaatakkoord wel geldt<sup>1</sup>:

- Afvalverwerkingsinstallaties (AVI's)
- Raffinaderijen
- Cokesbedrijven

Maar de volgende sectoren vallen er niet onder:

- Woningen
- Landbouw
- Mobiliteit (auto's, bussen etc.)
- Dienstverlenende bedrijven, zoals kantoren, ziekenhuizen en hotels
- Elektriciteitsbedrijven
- Gas- en oliewinning
- En diverse andere sectoren....

Definitie  
conform  
Klimaatakkoord

## Wat betekent dit?

Er wordt hier specifiek stilgestaan bij deze definitie, omdat er regelmatig verschillen zitten tussen de gehanteerde definities van studies en deze hierdoor moeilijker worden om te vergelijken. Een voorbeeld van sectoren waar verschil in kan zitten is de middelste categorie (geen CBS-definitie, wel in Klimaatakkoord). Wanneer in studies direct wordt aangesloten bij de industriële sectoren conform de CBS-definitie dan worden enkele sectoren niet meegeneomen die wel binnen de beeldvorming en het Klimaatakkoord onder de industrie vallen. Deze drie sectoren stoten gezamenlijk wel een aanzienlijke hoeveelheid CO<sub>2</sub>-uit. Het wel of niet meenemen kan hiermee een belangrijke impact hebben op de resultaten van een studie en daarmee de vergelijking van de studies.

In de verdere analyse van dit rapport wordt uitgegaan van de definitie zoals gehanteerd door het Klimaatakkoord, dus inclusief de sectoren in het lichtblauwe gedeelte.

1) Deze vallen binnen het CBS onder de Energiebedrijven, omdat in deze sectoren veelal nieuwe energiedragers (van olie naar olieproducten, zoals benzine) worden gemaakt en geen andere materiële producten. ([CBS begrippenpagina](#))

# De industrie staat voor een grote opgave richting 2050

## Wat zijn de doelstellingen?

Het Klimaatakkoord stelt de opgave vast om in **2030 50 Mton minder CO<sub>2</sub>-equivalenten (CO<sub>2</sub>-eq) uit te stoten ten opzichte van 1990<sup>1</sup>**. Dit geeft voor 2030 een indicatieve restopgave van **34,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq**. Binnen de industrie speelt niet alleen CO<sub>2</sub> een rol maar ook andere broeikasgassen zoals CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub> etc. Op sheet 148 gaan we nog verder in op de verdeling van deze broeikasgasemissies.

Het is nog niet vastgesteld wat voor impact de aanscherping van de **doelstelling van 49% naar 55% in 2030** heeft op de doelstellingen voor de industrie. We zien wel dat het coalitieakkoord uitgaat van ongeveer 60% reductie in broeikasgasemissies in vergelijking met 1990 voor de industrie. Dit komt overeen met de doelstelling zoals opgenomen in het Klimaatakkoord. Voor 2050 komt de doelstelling overeen met de algemene doelstelling, namelijk 100% reductie ten opzichte van 1990<sup>1</sup>.

## Waar staan we nu?

In 2021 had de industrie een uitstoot van 54,0 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent. De indicatieve restopgave die gesteld is voor 2030 bedraagt 34,4 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent. Dit betekent dat er nog een opgave ligt om **richting 2030 om 19,6 Mton extra CO<sub>2</sub>-eq te besparen**. Deze uitstoot komt voornamelijk van het gebruik van aardgas, kolen en elektriciteit.

## Verschillende typen energiegebruik in de industrie:

Als men spreekt over energiegebruik binnen de industrie kan er onderscheid worden gemaakt in twee soorten energiegebruik: **energetisch en non-energetisch**. Onder energetisch gebruik valt het energiegebruik van energie voor warmte, licht, of kracht. Hierna resteert geen nuttig bruikbare energiedrager. Voorbeelden zijn het verbranden van aardgas in een warmteketel, het verbruik van elektriciteit door huishoudens en het verbruik van motorbrandstoffen voor vervoer. Onder non-energetisch valt het energiegebruik van een energiedrager voor het maken van een product dat geen energiedrager is, waarbij de voor het productieproces gebruikte energie in het product aanwezig blijft. Voorbeelden zijn het gebruik van olie als grondstof voor plastic of aardgas voor kunstmest. Dit is exclusief verbruik voor energieomzetting.

1) Sociaal Economische Raad (2019). Klimaatakkoord ([link](#))

2) Planbureau voor de Leefomgeving (2022). Klimaat- en Energieverkenning 2022 ([link](#))

| Doelstellingen:                   |      |  |
|-----------------------------------|------|--|
| Totale uitstoot CO <sub>2</sub> : | 1990 | Uitstoot van: 86,7 Mton CO <sub>2</sub> -eq per jaar       |
| Klimaatakkoord:                   | 2030 | Reductie t.o.v. 1990 (-50,3 Mton CO <sub>2</sub> -eq)      |
| Huidige doelstelling:             | 2030 | Reductie t.o.v. 1990 (>-50,3 Mton CO <sub>2</sub> -eq)     |
| Huidige doelstelling:             | 2050 | 100% reductie t.o.v. 1990 (-86,7 Mton CO <sub>2</sub> -eq) |



## Waar staan we nu:

Industrie 54,0 Mton per jaar

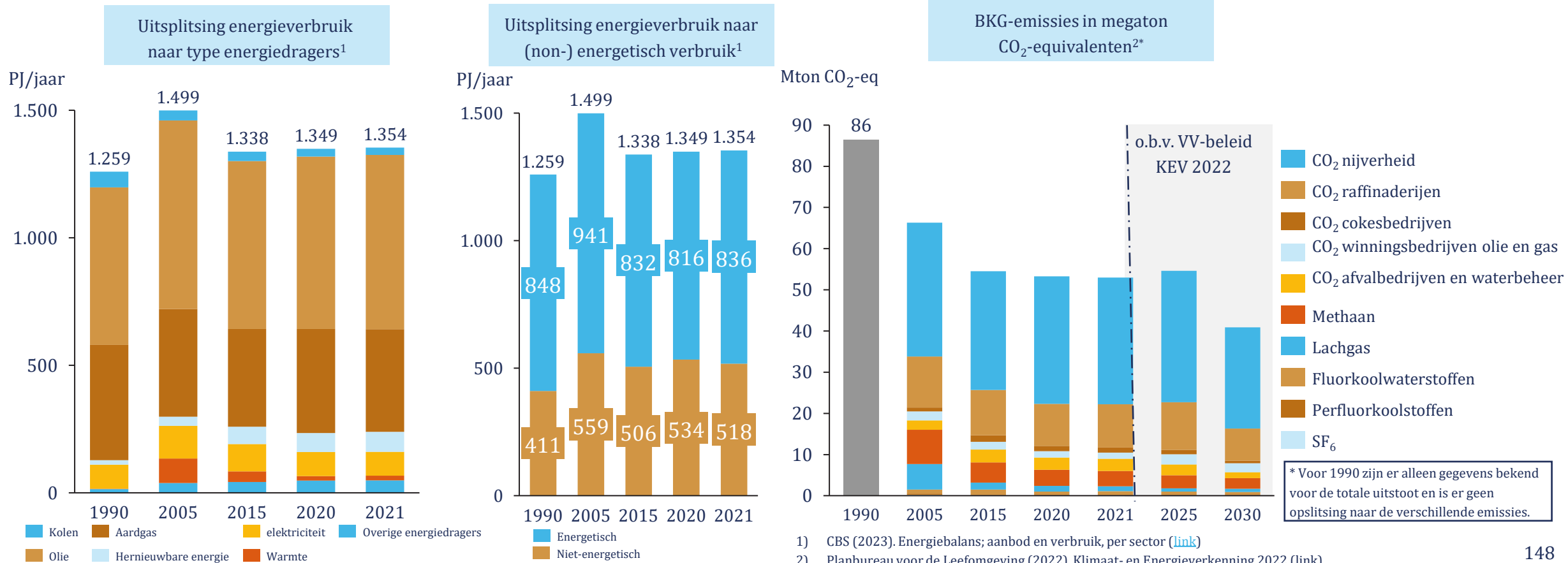
## Waar komt dit vandaan?

Er zijn een klein aantal bedrijven die veruit de grootste uitstoters zijn van de industrie in Nederland. Ruim 250 bedrijven zijn verantwoordelijk voor meer dan 80% van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de industrie.

# Energieverbruik van de industrie is relatief gelijk met 1990, broeikasgasemissies zijn wel flink gedaald

De volgende grafieken geven een beeld van de ontwikkeling in het energieverbruik en de uitstoot van de broeikasgasemissies (BKG-emissies) binnen de industrie vanaf 1990. Enkele opvallende ontwikkelingen zijn:

- Het energieverbruik in 2021 is ongeveer gelijk aan het energieverbruik in 1990, terwijl de BKG-emissies wel flink zijn gedaald in deze periode. De daling in BKG-emissies zit daarbij met name in de overige BKG-emissies. De CO<sub>2</sub>-emissies zijn meer gerelateerd aan energieverbruik en deze zijn ook ongeveer gelijk gebleven door de jaren heen.
- Er is sprake van energiebesparing door de jaren heen. Sinds 2005 is de industrie namelijk gegroeid, maar het energieverbruik is stabiel gebleven en zelfs licht gedaald.
- Het non-energetische verbruik is ongeveer 1/3 van het totale energieverbruik van de industrie, waarbij dit met name aardgas is.

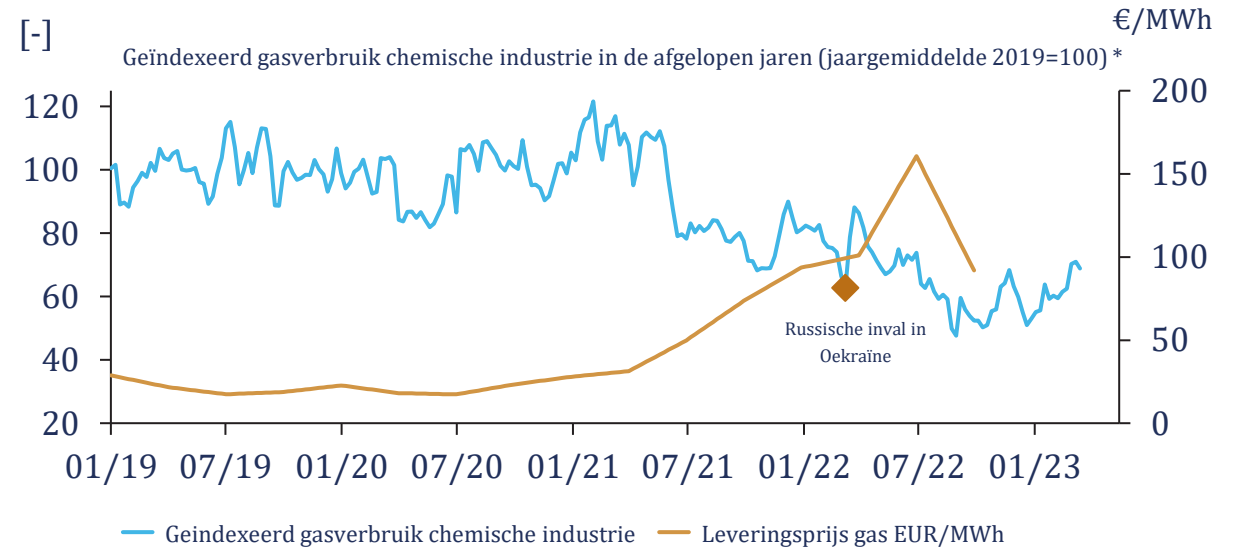


# Niet alleen beleid beïnvloedt de inzet van energie binnen de industrie

Op de vorige sheet wordt ingegaan op het energieverbruik tot en met 2021, waarin het energieverbruik relatief gelijk blijft. Maar in het afgelopen jaar is er veel veranderd in het energiegebruik. De grafiek hiernaast laat met de blauwe lijn de maandelijkse wisseling in aardgasverbruik zien van in dit geval de chemische industrie (de sector met het hoogste energieverbruik binnen de industrie). Deze lijn laat zien dat het aardgasverbruik sinds de tweede helft van 2021 is gedaald en in 2022 ongeveer de helft was van het aardgasverbruik in 2019. Een belangrijke ontwikkeling die waarschijnlijk veel invloed heeft op deze daling is de stijging van de aardgasprijs (de oranje lijn in de figuur). Het aardgasverbruik is fors afgenomen, alleen het is complex om te achterhalen welke factoren verantwoordelijk zijn voor de deze daling. Dit zou kunnen komen door:

- vermindering van productie
- vervanging van de inzet van aardgas door andere energiedragers als kolen of olie
- energiebesparende maatregelen.

Het is niet mogelijk om de exacte impact van voorgaande factoren te duiden die hebben geleid tot de daling in het gasverbruik.



De sterkste daling in het aardgasverbruik van de afgelopen jaren is hiermee waarschijnlijk het gevolg van een forse stijging in de aardgasprijzen en niet direct door beleid. Het beleid heeft wel invloed op de inzet van aardgas en energiebesparende maatregelen, maar externe ontwikkelingen kunnen ook zeer invloedrijk zijn op de beslissingen van marktpartijen.

Bij het maken van beleid voor de industrie is het van groot belang om te beseffen dat deze industrieën door zeer veel meer factoren worden beïnvloedt dan alleen het Nederlandse beleid.

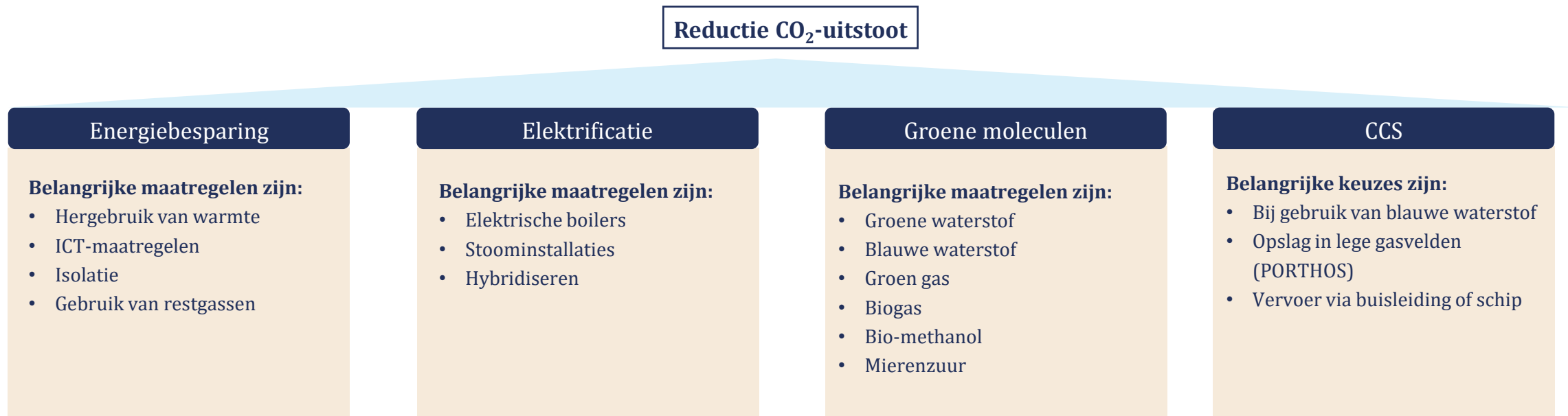


# Stap 2 – Belangrijke transities



# Energiebesparing, elektrificatie, groene moleculen en CCS zijn vier belangrijke sporen voor verduurzaming in de industrie

Er zijn verschillende manieren om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren. Dit kan door gedragsaanpassingen en/of door technologische maatregelen. In dit onderzoek ligt **de focus op technologische maatregelen** en hierbij onderscheiden we in grote lijnen vier sporen om de industrie te verduurzamen; energiebesparing, elektrificatie, groene moleculen en CCS. In het volgende figuur wordt een overzicht gegeven van deze vier sporen met daarbij ook voorbeelden van technische maatregelen die vallen binnen de verschillende sporen. **Deze lijsten van maatregelen zijn niet uitputtend**, maar geven een overzicht van de maatregelen met de grootste impact per spoor.



# Wij zien vier belangrijke transitie om de industrie te verduurzamen

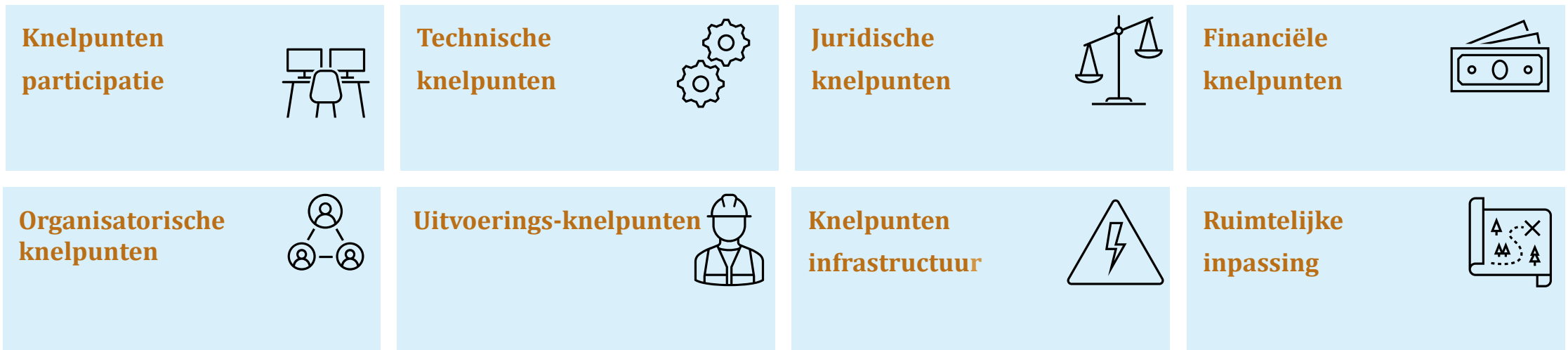
De focus ligt voor dit onderzoek met name op uitwerking van de beleidsprogramma's. Vervolgens brengen we nog meer focus aan door te kijken naar enkele maatregelen die een grootschalige impact kunnen hebben op de industrie.





# Knelpunten bij de vier transities zijn te verdelen in de volgende categorieën

De vier transities zijn beschreven met hun voor- en nadelen. Deze voor- en nadelen zijn inherent aan de transities zelf. Er kunnen echter nog andere factoren zijn waardoor deze transities lastig te realiseren zijn. Deze factoren noemen wij knelpunten. Wij hebben mogelijke knelpunten gecategoriseerd in de onderstaande groepen.





# 1. Energiebesparing

## Financiële knelpunten

- Binnen industrieën worden veel afwegingen gemaakt op basis van kosten en baten, veelal teruggebracht tot een terugverdientijd (TVT). Energiebesparing moet daarbij concurreren met andere investeringen, zoals verbetering van het product, een nieuwe productlijn, ander materiaalgebruik of andere investeringsmogelijkheden. Energiebesparing heeft hierbij vaak een hoge TVT, waardoor deze vaak een lagere prioriteit heeft. Deze terugverdientijd kan lager worden doordat de prijs van energie stijgt doordat bijvoorbeeld de groothandelsprijs stijgt (zoals vorig jaar), een hogere CO<sub>2</sub>-prijs of een hogere energiebelasting.
- Veel industrieën zijn onderdeel van een internationale organisatie. Hierdoor concurreert de investeringsbeslissing voor het toepassen van energiebesparing niet alleen met investeringsmogelijkheden binnen een site, maar vaak ook met andere sites in andere landen.



## Uitvoeringsknelpunten

- De energiebesparingsplicht stelt het bedrijven verplicht op besparingen te doen die binnen vijf jaar terugverdiend zijn. De omgevingsdiensten hebben de verantwoordelijkheid dit te controleren. Grote industriële bedrijven hebben echter grote 'sites' waar duizenden installaties staan die mogelijk onder deze regeling vallen. Omgevingsdiensten hebben nu beperkt de capaciteit om zulke grote aantallen te controleren. De uitvoerbaarheid van deze maatregel is situationeel dan ook complex.
- Ook bij de bedrijven zelf is er beperkte capaciteit om de energiebesparende maatregelen door te voeren. Vaak staan bij bedrijven issues zoals veiligheid en onderhoud van de bestaand productielijn hoger op de lijst van prioriteiten. Dit maakt dat de energiebesparing minder wordt toegepast.
- Een ander uitvoeringsknelpunt zit in de kennis die er bij bedrijven en bij omgevingsdiensten aanwezig is over de toepassing van energiebesparende maatregelen. Veel kennis zit bij personen en staat niet op papier. Dit kan voor problemen zorgen bij bedrijven wanneer er op een moment te veel verandert op een 'site'.



## 2./3. Elektrificatie en groene moleculen (1/2)

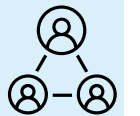
### Infrastructuur knelpunten

- Ondanks de opschaling van Wind-op-Zee (WoZ) is er nog een mogelijk tekort van aanbod van groene elektriciteit ten opzichte van de verwachte vraag, inclusief de benodigde groene elektriciteit voor lokale productie van groene waterstof. De capaciteit op de huidige routekaart wordt pas laat in dit decennium gerealiseerd (slechts 7 van de 21 GW vóór 2028 4 ) en het versneld opschalen van WoZ stuit op meerdere uitdagingen. Daarbij is het onzeker hoeveel groene elektriciteit beschikbaar komt voor de industrie. De opschaling van lokale elektrolyse-capaciteit gaat als gevolg van technologische risico's (techniek is nog niet eerder op schaal toegepast) en vooralsnog onrendabele businesscases (kosten- en prijsramingen ramingen lopen sterk uiteen) nog niet snel genoeg.<sup>1</sup>
- Import van groene moleculen is op de lange termijn een belangrijke bron, maar het is geen gegeven dat deze ontwikkelingen voor 2030 snel genoeg gaan. Kosten en veiligheid van langeafstandtransport en her-conversie van waterstofderivaten zijn door technologische onzekerheden nog onduidelijk. Daarnaast is het aannemelijk dat de wereldwijde importvraag in 2030 groter is dan het exportaanbod, waardoor het de vraag is of en hoe Nederland aanspraak kan maken op de groene waterstof die wordt aangeboden op deze naar verwachting competitieve exportmarkt. Tot slot moet de importinfrastructuur tijdig gereedkomen, waarvoor op een deel van de plannen nog geen investeringsbeslissingen zijn genomen. Zo lang de beschikbaarheid van deze infrastructuur onzeker is, belemmert dit ook de ontwikkeling van de Nederlandse vraag naar import van waterstof.<sup>1</sup>
- Voor bedrijven bestaat er – ondanks de plannen in het MIEK – nog onvoldoende zekerheid over of zij tijdig zullen zijn aangesloten op de benodigde infrastructuur om toegang te krijgen tot het aanbod van groene elektronen en moleculen. Tijdige aansluiting op en benodigde verzwaringen van het elektriciteitsnet zijn onzeker doordat TenneT met een grotere vraag te maken heeft dan de beschikbare uitvoeringscapaciteit bij deze netbeheerder. In formele zin zijn de doelstellingen en prikkels vanuit de overheid voor TenneT van oudsher ook primair gericht op de betrouwbaarheid van het net en het minimaliseren van financiële risico's, in plaats van op realisatiesnelheid.<sup>1</sup>
- Daarnaast observeren wij dat de aanleg van de infrastructuur waarvoor meerdere partijen nodig zijn (zoals transport- en opslagfaciliteiten voor CCS, het gasnet, en de infrastructuur voor waterstofimport) vertraagd wordt doordat netbeheerders en projectontwikkelaars wachten tot er voldoende vraag is om **volloopriscio's te voorkomen**. Ook is daarbij (de volgorde van) de aansluiting van individuele sites van bedrijven op deze infrastructuur nog onduidelijk. Tot slot vergt de vergunningverlening voor het aanleggen van de infrastructuur veel tijd. Het coördineren van vergunningsverlening onder de RCR is een goede stap om procedures te versnellen, maar de procedures duren desalniettemin nog steeds lang.<sup>1</sup>
- Door netcongestie is er beperkte capaciteit op het elektriciteitsnet. Elektrificatie in de industrie vraagt vaak om grote vermogens. Het is de vraag of de netcapaciteit groot genoeg is om veel elektrificatie in de industrie mogelijk te maken.<sup>1</sup>



### Organisatieknelpunten

- Het is waarschijnlijk dat groene elektronen en moleculen, met name in het begin, schaars zijn, waarbij het nog onduidelijk is welke bedrijven en clusters voorrang krijgen en voor welke bedrijven een tussenoplossing nodig is. Deze onzekerheid vormt een risico voor bedrijven, waardoor vanuit bedrijfseconomische perspectief hogere returns nodig zijn in de businesscase om investeringsbeslissingen te nemen.
- Wanneer het gebruik van groene moleculen, zoals waterstof, toeneemt zal dit effect hebben op verschillende veiligheidsaspecten. De groei zou er toe leiden dat het transport van gevaarlijke stoffen over weg, water en spoor flink toeneemt. Het is daarbij niet de vraag óf huidig veiligheidsbeleid rond gevaarlijke stoffen (het zogenaamde Basisnet) onder druk komt te staan, maar wanneer en voor welke transportmodaliteit en op welke plek als eerste. Naast een grote belasting van de infrastructuur en verhoging van risico's trekt transport van gevaarlijke stoffen een grote wissel op stedelijke ontwikkeling in de buurt van spoor, water en wegen, omdat de potentiële effecten van een incident heel ver kunnen reiken.<sup>2</sup>



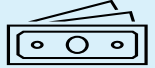
1) BCG. Versnelling verduurzaming industrie

2) Berenschot, TNO & Arcadis. Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers

## 2./3. Elektrificatie & groene moleculen (2/2)

### Financiële knelpunten

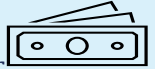
- De onzekerheid die bestaat over een tijdig aanbod van groene elektriciteit en moleculen en toegang tot de infrastructuur spelen een rol in de businesscases van bedrijven voor investeringsbeslissingen om te verduurzamen. We erkennen daarbij dat bedrijven ook gedreven worden door maatschappelijke overwegingen, maar doorgaans is op dit moment de verhouding tussen risico's en opbrengsten nog te onzeker of onduidelijk om tot snelle investeringsbeslissingen te komen. Het gevolg hiervan is dat ook industriële bedrijven slechts beperkt duidelijkheid en zekerheid geven over hoe groot hun vraag naar elektronen en moleculen zal zijn.
- De businesscase voor verduurzamingsinstallaties zelf is op dit moment vaak nog zeer onzeker, waardoor het voor bedrijven vanuit bedrijfseconomisch perspectief rationeel is om de verduurzamingsbeslissing nog niet te nemen en deze uit te stellen. De OPEX van groene energie/feedstock is nog niet competitief ten opzichte van de grijze alternatieven. Voor bedrijven die naast OPEX- ook CAPEX-investeringen moeten doen voor toegang tot en/of gebruik van een groen alternatief, is daarbij het terugverdienpotentieel van deze investeringen nog onzeker. De hogere CO<sub>2</sub>-heffing en ETS-prijzen zijn belangrijke beleidsinstrumenten en prikkels, maar deze zijn een gedeelte van de oplossing. Het maakt voortzetting van de 'grijze' optie duurder (door de hogere beprijzing), maar zorgt niet voor inherente verbetering van de businesscase voor investeringsbeslissingen in het groene alternatief in Nederland. Dit doordat er niet een voldoende aantrekkelijke businesscase ontstaat voor een investering in een (voor sommige bedrijven vanuit investeringsperspectief risicovol) duurzaam initiatief. Bovendien bestaat er een risico dat wanneer de negatieve prikkels van de CO<sub>2</sub>-heffing en ETS groter worden voor industriële bedrijven, die vaak onderdeel zijn van internationale moederbedrijven, zij andere vestigingskeuzes gaan maken (in plaats van dat ze besluiten om te verduurzamen in Nederland).
- Bij de verduurzamingsbeslissing van bedrijven spelen ook andere onzekerheden, zoals wederzijdse afhankelijkheden in investeringsbeslissingen over de grenzen van de ketens heen, technologische onzekerheid bij het opschalen van nieuwe technieken, ontwikkelingen in regelgeving, en beleid van een (soms buiten Nederland gevestigd) hoofdkantoor. Om te zorgen dat bedrijven deze beslissingen wel kunnen nemen, zijn aanvullende maatregelen nodig. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de uitvoering van de maatwerkafspraken die nu worden gemaakt tussen de rijksoverheid en individuele bedrijven.



# 4. CCS - Carbon Capture Storage

## Financiële knelpunten

- Bij de financiering van CCS is het noodzakelijk dat de CO<sub>2</sub> wordt afgevangen, getransporteerd en wordt opgeslagen. De afvang van CCS is een relatief kosteneffectieve manier ten opzichte van andere alternatieven<sup>1,2</sup>, maar de kosten voor transport en opslag moeten dan ook nog meegenomen worden. De inschatting van deze kosten varieert sterk. De hoogte van de kosten is afhankelijk van de lengte van de leiding, het gebied waar de leiding doorheen getrokken moet worden, de diameter van de leiding en diverse andere factoren. Het verschil in grootte van de diameter van de leiding kan hierbij al leiden tot vijf keer zo hoge kosten per km leiding<sup>3</sup>.



## Technische knelpunten

- De hoeveelheid CO<sub>2</sub> die afgevangen kan worden, is afhankelijk van het productieproces. De impact van het gebruik van CCS in verschillende sectoren verschilt daarom.
- De capaciteit van de lege gasvelden of aquifers waar de CO<sub>2</sub> in is opgeslagen kent een maximum. Wanneer dit maximum bereikt wordt, is afhankelijk van de snelheid en hoeveelheid waarmee CO<sub>2</sub> wordt opgeslagen.
- De technologie is relatief volwassen<sup>4</sup>, maar het is nog niet toegepast in Nederland.



## Uitvoeringsknelpunten

- De beperkte stikstofruimte maakt dat sommige bouwwerkzaamheden niet kunnen worden gestart en hierdoor projecten stil kunnen komen te liggen, bijvoorbeeld recent met het PORTHOS-project
- Er heerst nog onduidelijkheid over wie de buisleiding gaat exploiteren.



1) Subraveti et al (2023). Is Carbon Capture and Storage (CCS) Really So Expensive? An Analysis of Cascading Costs and CO<sub>2</sub> Emissions Reduction of Industrial CCS Implementation on the Construction of a Bridge ([link](#))

2) PBL (2017). Nationale kosten energietransitie in 2030 ([link](#))

3) EBN & Gasunie (2018). Studie transport en opslag van CO<sub>2</sub> in Nederland ([link](#))

4) Global CCS institute (2021). Technology readiness and costs for CCS ([link](#))



# Stap 3 – Huidige beleidsprogramma's



# Wij tonen de belangrijkste beleidsprogramma's binnen de industrie

## Stappenplan analyse industrie

### 1. Introductie sector

- Klimaatimpact.
- Klimaatdoelstellingen.
- Recente ontwikkelingen.

### 2. Belangrijke transitie binnen de sector

- Welke transitie zijn er?
- Voor- en nadelen transitie.
- Randvoorwaarden transitie.
- Transitie op hoofdlijnen.

### 3. Huidige beleidsprogramma's.

### 4. Impact beleidsprogramma's op transitie richting 2030 en 2050.

### 5. Identificatie spanningsvelden.

## Leeswijzer

In dit hoofdstuk gaan we in op stap 3 van ons stappenplan (zie linkerkant van deze slide). Dit hoofdstuk is een opsomming van de beleidsprogramma's die binnen de industrie actief zijn. We koppelen hier dus nog niet de beleidsprogramma's aan de vier transitie die wij in stap 2 hebben benoemd.

Wij willen hier nogmaals benadrukken dat dit hoofdstuk geen volledig en uitputtend overzicht is van alle beleidsprogramma's binnen de industrie. Wij hebben dan ook niet de ambitie om alle beleidsprogramma's te laten zien, maar vooral om de grote lijnen van het beleid in kaart te brengen.

Wij delen de beleidsprogramma's in de volgende categorieën:

- Sectoraal.
- Infrastructuur.
- Energiedragers en stoffen.
- Instrumentarium.
- Cluster Energie Strategieën (CES).

# Beleidsprogramma's industrie - Sectoraal

## Programma Verduurzaming Industrie

Dit platform deelt kennis en expertise, bevordert samenwerking en ondersteunt de industriesector bij het verduurzamen en het realiseren van de klimaatdoelstellingen. Het platform is een initiatief van RVO, VEMW, NVDE en kennispartners

## Maatwerkafspraken

Het kabinet wil de industrie stimuleren en ondersteunen om in Nederland zijn processen te verduurzamen en daarmee voorkomen dat bedrijven uit Nederland vertrekken. Een van de middelen om dat te doen is de maatwerkafspraken, waarmee de grootste industriële uitstoters een extra stap kunnen zetten om sneller minder CO<sub>2</sub> uit te stoten bovenop het Klimaatakkoord en daarnaast bij te dragen aan een gezonde en veilige leefomgeving. Om tot maatwerkafspraken met de industrie te komen, worden verschillende stappen gevolgd. Dat gebeurt zorgvuldig. Elk bedrijf werkt anders en het gaat bij het verduurzamen om grote aanpassingen en stevige investeringen voor de lange termijn. In een intentieverklaring (Expression of Principles) spreken bedrijven en overheid de doelen en voorwaarden af. Dit is de basis voor de vervolgstappen. Deze worden concreet en gedetailleerd uitgewerkt en vastgelegd in de overeenkomst (Joint Letter of Intent). Na advies van de onafhankelijke adviescommissie Maatwerkafspraken Verduurzaming industrie worden deze afspraken verder in detail uitgewerkt tot juridisch bindende maatwerkafspraken.



# Beleidsprogramma's industrie - Infrastructuur

## Programma Energie Hoofdstructuur (PEH)

Toenemend gebruik van waterstof en nieuwe vormen van warmte, brandstof en elektriciteit vragen, met hun benodigde infrastructuur, ruimte. Het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) stelt nationale kaders op zodat overheden en bouwers deze nieuwe energie-infrastructuur goed kunnen plannen. Zo worden de kabels en leidingen veilig en verantwoord voor natuur en landschap aangelegd. De afspraken in het Programma Energiehoofdstructuur gaan over het hele Nederlandse grondoppervlak, behalve de Noordzee. Met energiehoofdstructuur bedoelen we de kabels, leidingen, opslag- en conversielocaties die van nationaal belang zijn, zoals hoogspanningskabels. Een conversielocatie is een plek waar elektriciteit naar waterstof wordt omgezet en andersom.

## Programma Wind op Zee (WOZ) en VAWOZ (verkenning aanlanding wind of zee)

Het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (Programma VAWOZ) onderzoekt - in nauwe samenspraak met de omgeving - hoe en waar de energie vanuit, nog te bouwen, windparken op zee het beste aan land kan worden gebracht. In het Programma VAWOZ laat RVO onderzoek doen naar de mogelijke effecten van aanlandroutes en de locaties op andere maatschappelijke belangen. Zo wordt er een milieueffectenrapportage (plan MER) opgesteld om de milieueffecten in beeld te brengen en daarnaast wordt een Integrale Effectenanalyse (IEA) opgesteld waarmee inzicht gegeven wordt in de effecten op onder andere de omgeving, economie, systeemintegratie, toekomstvastheid, techniek, circulariteit, veiligheid in de operatie en kosten van de verschillende aanlandalternatieven. Het milieu wordt hierin ook opgenomen (resultaten plan MER) om het milieubelang volwaardig mee te wegen.

## Nationaal Programma Infrastructuur Duurzame Industrie (PIDI)

Infrastructuur wordt veelal niet aangelegd voor de vraag van één sector. Wel zal de industrie door de omvang van de vraag vaak de aanjagende sector zijn voor de transitie van andere sectoren. Bij de besluitvorming over infrastructuur zijn veel spelers in de keten betrokken. Een belangrijk knelpunt is dat vraag en aanbod moeilijk tot elkaar komen en dat partijen vergaande commitment vragen van anderen in de keten voordat men zelf in actie komt of kan komen. Besluitvorming duurt daardoor te lang. Om dit aan te pakken is er een Nationaal Programma Infrastructuur Duurzame Industrie: PIDI. PIDI wordt aangestuurd door een stuurgroep waarin alle belangrijke spelers zijn vertegenwoordigd: de industrie, netwerkbedrijven, energieproducten, overheden en de rijksoverheid. Zij hebben samen bijgevoegd plan van aanpak vastgesteld om de energie-infrastructuur in Nederland versneld aan te kunnen leggen.

## Meerjaren Programma Infrastructuur Energie & Klimaat (MIEK)

In het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie & Klimaat (MIEK) werkt de overheid samen met de industrie, energieproducenten en netbeheerders om projecten voor de infrastructuur van energie en grondstoffen te versnellen. Dit zijn projecten die belangrijk zijn voor de verduurzaming van de industrie, gebouwde omgeving, landbouw en mobiliteit en voor de realisatie van windenergie op zee. Het doel is om met meer regie over de hele keten, de infrastructuur van opwek tot afname, en door het wegnemen van knelpunten in de besluitvorming van projecten de aanleg van energie- en grondstoffeninfrastructuur te versnellen en systeemintegratie te bereiken.



# Beleidsprogramma's industrie – Energiedragers en stoffen

## Nationaal Waterstof Programma

In het Klimaatakkoord is de ambitie vastgelegd om 500 MW elektrolysevermogen in 2025 te realiseren en 3 à 4 GW in 2030. Het Nationaal Waterstof Programma (NWP) draagt bij aan het behalen van deze ambitie. Het NWP ondersteunt toepassingen van waterstof in diverse sectoren en helpt bij de realisatie van doelen en afspraken op het gebied van waterstof.

## Programma Groen gas

Met het Programma Groen Gas streeft het kabinet primair naar het vergroten van de nationale productie van groen gas naar ten minste 2 bcm in 2030. Daarnaast zal het kabinet onderzoeken of en hoe op termijn de import van groen gas vorm kan krijgen. Dit is een stevige opgave met het oog op de huidige productie van 0,2 bcm en de in de KEV 2022 geprognoseerde productie in 2030 van 0,6 tot 0,7 bcm, maar is tevens passend bij het klimaatambitieniveau van dit kabinet.

## Duurzaamheidscriteria biograndstoffen

Het kabinet heeft een tabel gemaakt met duurzaamheidscriteria waar (de productie van) biobrandstoffen aan moet voldoen om aangemerkt te worden als biobrandstoffen.

## Nationale CO<sub>2</sub>-heffing

De CO<sub>2</sub>-heffing koppelt een prijs aan de industriële emissies van een ton CO<sub>2</sub>. Let op: dit is niet de EU ETS-regeling maar dit betreft een nationale CO<sub>2</sub>-heffing. Installaties die onder het EU ETS vallen hoeven daarom niet het volledige tarief te betalen. Het tarief van de heffing wordt voor ETS-deelnemers verminderd met de prijs van een emissierecht (EU ETS)

Bron: RVO

## Energiebesparingsplicht

Het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) verplicht bedrijven en instellingen om alle energiebesparende maatregelen met een terugverdientijd van 5 jaar of minder uit te voeren. Dit is de energiebesparingsplicht. De energiebesparingsplicht geldt voor locaties van bedrijven en instellingen die per jaar vanaf 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m<sup>3</sup> aardgas (equivalent) gebruiken.

## Programma Noordzee

Het programma Noordzee gaat over de ruimtelijke indeling van de Noordzee en het bereiken van de goede milieutoestand – in één van de intensiefst gebruikte zeeën ter wereld. De centrale opgave in het Programma Noordzee 2022–2027 is het vinden van de juiste maatschappelijke balans in de ruimtelijke ontwikkeling van de Noordzee. Die ontwikkeling moet efficiënt en veilig zijn en passen binnen de randvoorwaarden van een gezond ecosysteem.

## Afschaffen vrijstelling kolenbelasting (IBO-maatregel)

Afschaffen vrijstelling in kolenbelasting voor diaal verbruik en vrijstelling in energiebelasting voor non-energetisch verbruik van aardgas (per 2028).

## Afbouwen accijnsvrijstelling (IBO-maatregel)

Afbouwen accijnsvrijstelling minerale oliën (2035).

## Diverse maatregelen voor AVI's (IBO-maatregel)

Aanscherping CO<sub>2</sub>-heffing industrie voor AVI's; procesemissiefactor voor AVI's verlagen, negatieve emissies toepassing van BECCS in AVI's meetellen,

# Beleidsprogramma's industrie – Subsidies

## SDE++

De Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) geeft subsidie aan bedrijven en non-profitorganisaties die grootschalig hernieuwbare energie opwekken of de CO<sub>2</sub>-uitstoot verminderen. De SDE is een exploitatiesubsidie, wat inhoudt dat de subsidie wordt uitgekeerd over de hoeveelheid CO<sub>2</sub>-uitstoot die verminderd wordt.

## DEI+ subsidies (innovatie)

Deze subsidie is opengesteld voor ondernemers en eindgebruikers die investeren in energie-innovatie. Denk daarbij aan het opstarten van een pilot om innovatieve maatregelen in de praktijk te testen in bijvoorbeeld een pilot.

## NIKI

In aanvulling op bovenstaande subsidie wordt er nu gewerkt aan een additionele subsidieregeling, de Nationale Investeringsregeling Klimaatprojecten Industrie (NIKI). Deze zou dan met name gericht zijn om grootschalige investeringen in verduurzaming, zoals elektrificatie, te subsidiëren. De benodigde investeringsbedragen zijn groot en deze subsidie zou deze stap voor bedrijven makkelijker moeten maken.





## Cluster energie strategieën (CES) geeft inzicht in de verduurzaming van de 5 grote industriële clusters en de rest (cluster 6)

De reductie die de industrie moet realiseren is zo groot dat het niet lukt om dat alleen te doen binnen de afzonderlijke bedrijven. Door samenwerking over de bedrijfs- en sectorgrenzen heen kan meer worden bereikt dan wat bedrijven alleen kunnen doen. Dat kan het beste op het niveau van de regio's. In Nederland zijn vijf grote industriële clusters: Rotterdam/Rijnmond, Noordzeekanaalgebied, Chemelot, Zeeland en Noord-Nederland. Buiten deze vijf clusters is er verspreid door het land nog een groot aantal CO<sub>2</sub>-heffingsplichtige bedrijven, zoals de verschillende papierfabrieken door het land. Gemakshalve wordt deze groep niet-regio gebonden industrie aangeduid als het zesde cluster.

Elk cluster brengt haar eigen strategie uit waar ze hun plannen presenteren die moeten helpen hun cluster te verduurzamen. Naast wat bedrijven individueel doen, zal samenwerking met andere bedrijven in de regio helpen om de uitstoot te verlagen.





**Stap 4 – Impact  
beleidsprogramma's op  
transities**



# Hoe te bepalen of een transitie bijdraagt aan de doelstellingen van 2050?

## Inleiding voor stap 4

In de vorige stap is een overzicht gegeven van verschillende beleidsprogramma's die de verduurzaming van de industrie beïnvloeden. In de komende sheets gaan we in op de vraag in welke mate de vier transities een goede brug vormen naar een klimaatneutrale industrie in 2050. Wij gaan in deze analyse vooral in op het energiebeleid binnen de industrie. Er zijn echter nog andere onderwerpen die ook een belangrijke rol spelen binnen de industrie zoals, luchtverontreiniging, circulariteit en andere milieukwesties. Wij gaan niet in op deze onderwerpen maar vinden het wel belangrijk om te benoemen.

## Wij hanteren de volgende analysemethode

Om dit te analyseren wordt ingegaan op een vijftal vragen:

- In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?
- In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?
- Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?
- Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?
- In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Door deze vragen te beantwoorden voor de vier transities, kijken we of er spanningsvelden zijn tussen het behalen van de klimaatdoelstellingen van 2030 en van 2050. De focus ligt hierbij op de technische aspecten van de transitie, er zijn ook maatschappelijke implicaties die spanning op kunnen leveren. Deze worden niet behandeld binnen dit onderzoek.

# Energiebesparing belangrijk onderdeel om de verduurzaming van de industrie te versnellen

## Veel beleid voor energiebesparing al van kracht

De energiebesparing is een belangrijk onderdeel bij het verduurzamen van de industrie. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen op sheet 166 beantwoord.

### In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Energiebesparing is één van de belangrijkste componenten in de transitie naar een CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem. Elke Joule energie die wordt bespaard hoeft niet te worden opgewekt.

### In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

De energiebesparing is niet afhankelijk van de infrastructuur, deze vraag is daarom hiervoor niet relevant.

### Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De investeringskosten voor energiebesparing zijn hoog. Dit is dan ook één van de knelpunten van energiebesparing. Daarbij zit er nog wel verschil in de toepassing van energiebesparing op een natuurlijk moment (bij gepland onderhoud van een installatie) of op een zelfstandig moment (los van een gepland onderhoudsmoment). Maar over het geheel genomen is er vaak een investeringsdrempel om energiebesparing toe te passen.

Energiebesparing levert ook baten op doordat er energie wordt bespaard. Alleen door de hoge investeringskosten is dit op de korte termijn niet altijd de meest kosteneffectieve optie; op de lange termijn is dit vaak wel een gunstiger alternatief.

### Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Ja, energiebesparing resulteert in minder vraag naar energiedragers. Hierdoor kunnen de schaarse energiedragers effectiever worden ingezet.

### In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Energiebesparing is eigenlijk een 'no-regret'-optie. Elke MWh energie die bespaard wordt, hoeft niet te worden opgewekt en is daarmee goed.

Daarnaast heeft de energiebesparing een gunstig effect op andere transitie, of is zelfs een voorwaarde voor de toepassing van andere transitie (zoals bijvoorbeeld elektrificatie).

# Elektriciteit meest efficiënte energiebron maar onzekerheid over de beschikbare infrastructuur

## Beschikbaarheid infrastructuur groene elektriciteit onzeker

Elektrificatie van de industrie is een goede oplossing om deze te verduurzamen. Elektriciteit is namelijk een zeer efficiënte energiebron. Vooral in vergelijking met groene moleculen is elektriciteit efficiënt omdat bij groene moleculen altijd conversieverlies optreedt. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen op sheet 166 beantwoord.

## In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Elektrificatie past in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem mits de elektriciteit duurzaam wordt opgewekt.

## In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Er heerst grote onzekerheid over de benodigde infrastructuur. Mocht de industrie massaal voor elektrificatie kiezen, dan zal de elektriciteitsvraag in Nederland fors stijgen. De vraag is er of er genoeg duurzame elektriciteit opgewekt kan worden in Nederland om aan de vraag te voldoen (we kunnen maximaal 72 GW wind op de Noordzee installeren). Daarnaast resteert de vraag of het elektriciteitsnet genoeg capaciteit heeft om de grote hoeveelheid elektriciteit te transporteren.

## Is de technologie maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De verwachting is dat groene elektriciteit, zeker op de korte termijn, goedkoper zal zijn dan groene moleculen. Er wordt echter een sterke kostendaling voor groene moleculen verwacht in de komende jaren.

Desondanks verwachten wij dat elektriciteit goedkoper zal blijven. Dit komt voornamelijk door het conversieverlies dat optreedt bij het gebruik van groene moleculen.

## Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Dit is een belangrijke vraag. De industrie wordt door velen gezien als een sector waar het gebruik van groene moleculen goed tot zijn recht komt. De vraag resteert of wij de beschikbare groene elektriciteit moeten gebruiken om de industrie te verduurzamen of om de elektrificatie van de rest van de maatschappij te realiseren? Het is mogelijk dat beide opties realiseerbaar zijn. Er heerst echter nog onzekerheid over de toekomstige duurzame elektriciteitsproductie van Nederland.

## In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Het versnellen van de verduurzaming vraagt om heldere keuzes, prioritering van de inzet van middelen, moleculen en infrastructuur en sturing over de grenzen van de waardeketens heen. Daarvoor is een gedetailleerde inhoudelijke visie nodig op de toekomst van de industrie in Nederland en op de verduurzamingspaden per cluster, zodat hierop gestuurd kan worden. Ook een visie op nationaal niveau is daarbij belangrijk.

# Groene moleculen vooral interessant in sectoren waar elektrificatie niet mogelijk is

## Groene moleculen moeten voornamelijk uit het buitenland komen

In het energiesysteem van de toekomst wordt een deel vervangen door duurzame elektriciteit. Groene moleculen zijn nodig om sectoren te verduurzamen waar elektrificatie niet mogelijk is, of niet efficiënt. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen op sheet 166 beantwoord.

### In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Groene moleculen kunnen CO<sub>2</sub>-vrij opgewekt worden. Hiervoor is duurzame elektriciteit nodig. De discussie heerst of Nederland zijn 'kostbare' duurzame elektriciteit moet inzetten om groene moleculen te produceren. Het belangrijkste argument in deze discussie is het conversieverlies dat optreedt bij de productie van groene moleculen.

### In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Door een beperkte productiecapaciteit van duurzame energie in Nederland is het aannemelijk dat groene moleculen geïmporteerd moeten worden uit het buitenland. Momenteel is er nog weinig import-infrastructuur. Er zijn wel verschillende projecten die zich richten op het realiseren van deze import-infrastructuur.

### Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De verwachting is dat groene elektriciteit, zeker op de korte termijn, goedkoper zal zijn dan groene moleculen.

Er wordt echter een sterke kostendaling voor groene moleculen verwacht in de komende jaren. Desondanks verwachten wij dat elektriciteit goedkoper zal blijven. Dit komt voornamelijk door het conversieverlies dat optreedt bij het gebruik van groene moleculen. Groene moleculen zijn interessant in sectoren en op plekken waar elektrificatie niet mogelijk is. Dit geldt vooral voor de industrie, zwaar transport, en andere niet te elektrificeren toepassingen.

### Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Dit is een belangrijke vraag. De industrie wordt door velen gezien als een sector waar het gebruik van groene moleculen goed tot zijn recht komt. De vraag resteert of wij de beschikbare groene elektriciteit moeten gebruiken om de industrie te verduurzamen of om de elektrificatie van de rest van de maatschappij te realiseren? Het is mogelijk dat beide opties realiseerbaar zijn. Er heerst alleen nog onzekerheid over de toekomstige duurzame elektriciteitsproductie van Nederland.

### In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Versnelling van de verduurzaming vraagt om heldere keuzes, prioritering van de inzet van middelen, moleculen en infrastructuur en sturing over de grenzen van de waardeketens heen. Daarvoor is een gedetailleerde inhoudelijke visie nodig op de toekomst van de industrie in Nederland en op de verduurzamingspaden per cluster, zodat hierop gestuurd kan worden. Ook een visie op nationaal niveau is daarbij belangrijk.



# Afhankelijk van de toepassing kan CCS dienen als tussenoplossing of als eindoplossing

## CCS is een tussenoplossing

CCS kan zowel worden toegepast als tussenoplossing als dit wordt gebruikt door fossiele industrieën en het kan een rol hebben om negatieve emissies te realiseren. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen op sheet 166 beantwoord.

### In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Wanneer de technologie wordt toegepast op fossiele industrieën kan het worden gezien als tussenoplossing, omdat op termijn de CO<sub>2</sub>-opslagen vol kunnen komen te zitten. Wanneer CSS wordt toegepast bij bijvoorbeeld biomassacentrales kan het wel een rol spelen als eindoplossing omdat er dan negatieve emissies kunnen worden gerealiseerd.

### In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Er zijn verschillende mogelijkheden om de CO<sub>2</sub> op te slaan. Vaak worden hier lege gasvelden of 'aquifers' voor gebruikt. Deze opties hebben een ruime capaciteit, maar op de lange termijn komen deze opslagen vol te zitten. Om de CO<sub>2</sub> te transporteren naar de opslag zijn schepen of buisleidingen nodig. Er liggen concrete plannen om deze infrastructuur aan te leggen binnen het Porthos project.

### Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of de lange termijn?

De maatschappelijke kosten van CCS, voor enkele fossiele industriële processen, zijn relatief gunstig ten opzichte van andere verduurzamingsopties op de korte termijn. Bij de verduurzaming op de lange termijn kan CCS worden

toegepast op biomassacentrales. Deze kosten zijn hoger dan andere verduurzamingsopties, maar wel nodig om negatieve emissies te realiseren.

### Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Met CCS kan op relatief korte termijn een reductie worden gerealiseerd in de CO<sub>2</sub>-emissies van de fossiele industrie. Dit biedt hiermee een uitkomst om de energie-intensieve industrieën een gunstige overgang te bieden richting een compleet CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening op de lange termijn. Op de lange termijn zullen deze industrieën wel over moeten naar duurzame vormen, omdat de opslag een limiet kent en op de lange termijn CCS voornamelijk een rol heeft om negatieve emissies te realiseren.

### In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

De onzekerheid in besluitvorming heeft met name betrekking op de inzet van CCS voor de fossiele industrie als tussenoplossing ten opzichte van een directe volledige overgang op technologieën die passen in een volledige duurzaam energiesysteem. En naarmate de beslissing langer uitblijft zal CCS minder impact hebben als tussenoplossing omdat de lange termijn (2050) steeds dichterbij komt. Mocht dit wel toegepast worden dan kan de infrastructuur van de CCS voor fossiele industrieën wel bijdragen aan de realisatie van negatieve emissies op de lange termijn.

# Stap 5 – Identificatie spanningsvelden



# Vier spanningsvelden maken de verduurzaming van de industrie complex

In stap 4 zagen we dat er nog grote uitdagingen liggen rondom de verduurzaming van de industrie. In deze stap van de analyse gaan we verder in op de spanningsvelden die er bestaan tussen de verschillende beleidsprogramma's. Met name focussen we ons op de spanningsvelden die betrekking hebben op het behalen van de klimaatdoelstellingen van 2030 en 2050.

De vier spanningsvelden die we bespreken zijn:

1. Onduidelijkheid over sturing geeft onzekerheid bij investeringen.
2. De toekomst voor de energie-intensieve industrie is onzeker.
3. Verwevenheid van verschillende doelen maakt besluitvorming complex.
4. Technologiekeuzes zijn omgeven met onzekerheid; welke rol speelt CCS in de transitie?.



# Onduidelijkheid over sturing op verduurzaming van industrie leidt tot onzekerheid over transitiepaden

## De industrie acteert op een wereldwijd speelveld en niet alleen in Nederland

Industriële bedrijven gevestigd in Nederland betalen hier belasting, hebben Nederlandse werknemers en moeten zich houden aan de Nederlandse wet- en regelgeving. Vaak zijn deze bedrijven onderdeel van een groter concern met meerdere vestigingen in verschillende landen. Deze bedrijven zetten daarbij ook hun producten af in de wereldmarkt. Deze concerns acteren daarmee op het wereldwijde speelveld en de vestiging in Nederland is één van hun locaties, waarbij de Nederlandse wet- en regelgeving de aantrekkelijkheid van Nederland als locatie beïnvloedt.

## Fluctuerend overheidsbeleid maakt besluitvorming binnen de industrie complex

De laatste jaren is het verduurzamingsbeleid voor de Nederlandse industrie regelmatig aangepast. De ambities voor verduurzaming zijn er al langere tijd, maar in de afgelopen jaren is er ook meer druk gekomen voor de industrie om de verduurzamingsslag ook te maken. Hierin zoekt de industrie veelal naar een duidelijke ‘stip op de horizon’, maar deze is op dit moment nog vaak onzeker. De elektriciteitsnetten hebben op dit moment onvoldoende capaciteit om nu in te zetten op volledige elektrificatie en de productie van duurzame waterstof moet nog op gang komen. Of is het verstandig om nu in te zetten op CCS? De voorkeur vanuit het beleid kan wisselen door de jaren heen, of er is geen duidelijke voorkeur. Beide facetten geven onzekerheid over de in te zetten koers voor bedrijven.

## Beleid kent verschillende vormen

Er zijn verschillende visies over het type beleid dat ingezet kan worden om de verduurzaming te stimuleren. Er kunnen strenge regels komen die het exacte pad naar verduurzaming in de industrie uitstippelen (voorschrijven van specifieke maatregelen die toegepast worden: x-percentagie energiebesparing in fabriek X, toepassing van CCS in fabriek Y, etc.). Een andere manier is om duidelijke kaders te stellen en de industrie vrij te laten in de manier van verduurzamen (in 2030 x Mton CO<sub>2</sub>-reductie). In het laatste geval is het wel belangrijk dat die kaders consistent hetzelfde blijven en niet door de jaren heen veranderen.

## Spanningsveld in beeld

Welke keuzes in het beleid maak je als overheid? Hoeveel regie neem je en hoeveel laat je over aan de industrie? We zien richting 2030 steeds duidelijkere en concrete beleidsprogramma's die sturing geven aan de verduurzaming van de industrie. Als we kijken op de lange termijn zijn er minder concrete plannen om de verduurzaming vorm te geven. De complexe omgeving met veel stakeholders geeft veel ruimte voor onduidelijkheid en maakt deze keuze lastig. De vraag welke richting het beleid voor de verduurzaming van de industrie op moet gaan is lastig. Maar het is belangrijk om **duidelijkheid, stabiliteit en draagvlak** te creëren voor dit beleid. Op dit moment is deze duidelijkheid er nog niet. De industrie vraagt de overheid om snel duidelijkheid te geven. Tegelijkertijd geeft de overheid aan dat het eindpunt (in 2050) duidelijk is en dat ze de industrie niet wil voorschrijven hoe dit precies gehaald kan worden. Over het geheel genomen wordt er veel naar elkaar gekeken wat maakt dat het tempo niet hoog genoeg is. De vraag in deze discussie blijft bij wie de bal nu ligt; de industrie of de overheid?



# Beprijzing en normering industrie zorgt voor verduurzamingsprikkel maar leidt ook tot weglek-risico

## De effecten van het beleid voor de industrie zijn onzeker

Recent heeft de minister van Economische Zaken aangekondigd dat ze de vijf grote industriële clusters in Nederland wil behouden wanneer deze verduurzaamd kunnen worden<sup>1</sup>. Deze uitspraak gaf grote onrust bij de industrieën die zich buiten de vijf grote clusters bevinden (het zogenaamde **zesde cluster**). De vraag die bij de industrieën in de vijf grote clusters leeft, is de manier waarop de overheid de industrieën gaat stimuleren om te verduurzamen. Vaak worden er drie methoden genoemd:

- **Normeren.** Het normeren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (en/of andere broeikasgassen) die vrij mag komen bij industriële processen.
- **Beprijzen.** Het beprijzen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (en/of andere broeikasgassen) die vrij komt bij industriële processen.
- **Stimuleren.** Aan de hand van subsidies de verduurzaming van de industrie mogelijk maken.

## Lange investeringstermijnen maken snel handelen noodzakelijk

Het internationale karakter van de Nederlands industrie (zie vorig spanningsveld) maakt dat bedrijven kunnen kiezen om zich te vestigen in een andere land. Wanneer de Nederlandse overheid de vestigingen in Nederland normeert en beprijst, gericht op CO<sub>2</sub>-vermindering, dan resulteert dit in hogere productiekosten voor deze vestigingen. Deze hogere productiekosten maken de productie in deze vestiging minder aantrekkelijk ten opzichte van vestigingen in andere landen die niet aan deze normeringen hoeven te voldoen (en zo lager productiekosten hebben). Met deze lagere productie is er een kans dat deze industrie verdwijnt uit Nederland en ergens anders in de wereld wordt uitgebreid.

Hierdoor daalt de CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland, maar wordt deze CO<sub>2</sub> alsnog uitgestoten, met als nadeel voor Nederland dat er minder economische activiteit is. Dit wordt het weglek-risico genoemd. Aan de andere kant kan de stimulering van de industrie om te verduurzamen ook resulteren in kansen voor andere, duurzame industrieën. Het creëren van een sterke vraag naar groene industrie kan bedrijven aantrekken en bestaande bedrijven een voorsprong geven bij de latere concurrentie in een klimaatneutrale wereld.

## Spanningsveld in beeld

Dit spanningsveld heeft een duidelijke relatie met het spanningsveld op de vorige sheet. Het vorige spanningsveld focust zich meer op de beschrijving van beleid op verschillende niveaus, waar dit spanningsveld zich meer focust op besluitvorming omtrent de industrie in een internationaal speelveld. De verhoging van kosten is namelijk een belangrijk punt voor de internationale concerns. Aan de andere kant gaat het niet alleen om de productiekosten, maar biedt Nederland nog diverse andere voordeel voor bedrijven om zich hier te vestigen. Denk aan een goede infrastructuur, een relatief stabiel land met een hoog kennisgehalte door diverse goede universiteiten. Dit zijn ook factoren die meespelen bij de keuzes van industriële partijen. Wel rijst nu de vraag hoe de Nederlandse industrie zich gaat ontwikkelen. Daarbij kan de Nederlandse overheid mogelijk samen optrekken met ander EU-landen om een strategie te bepalen om de industrie zowel te verduurzamen als te behouden. Als Nederland is het belangrijk om hierin actief betrokken te zijn, omdat Nederland een grote industriële sector heeft.

1) Rijksoverheid (2023). Nationaal Programma Verduurzaming Industrie: de industrie en daarmee de rest van Nederland versneld verduurzamen ([link](#))

# Verwevenheid tussen klimaat-, stikstof- en milieubeleid maakt behalen doelstellingen complex

## Vertraging energietransitie door doelstellingen op andere gebieden

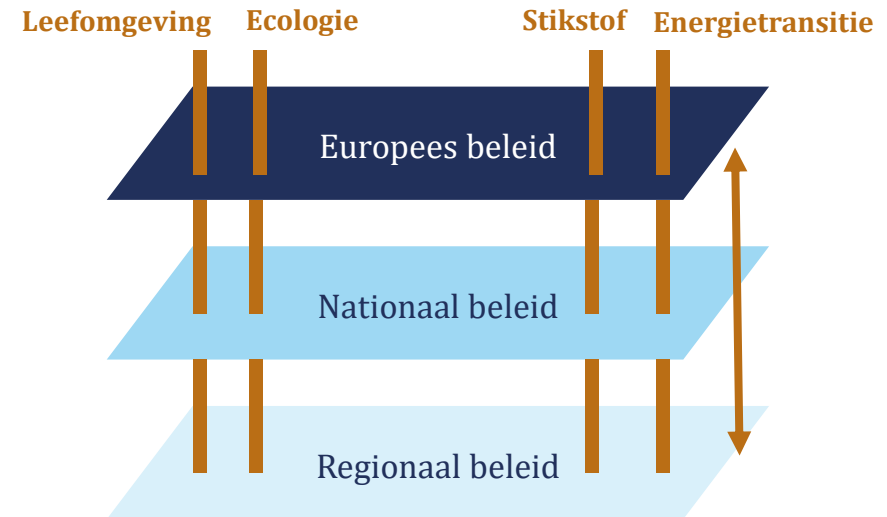
Er zijn verschillende maatschappelijke doelen waarnaar gestreefd wordt. De realisatie van deze doelstellingen kunnen in conflict raken doordat beleid, in het kader van een specifiek doel, obstakels opwerpt voor het behalen van de andere doelstellingen. Een goed voorbeeld hiervan is de bouw van verschillende installaties voor de opwek van duurzame energie. Echter, door de stikstofregels kunnen veel bouwprojecten niet doorgaan. Zo leidt het bereiken van de stikstofdoelstellingen tot het vertraging van het behalen van de doelen voor de energietransitie. Een ander voorbeeld is een balans tussen de plaatsing van windmolens op zee en de mogelijke gevolgen voor de vogelpopulatie.

## Wie moet de afweging maken?

In het ideale geval zouden alle doelen bereikt worden, maar we zien dat onder de huidige omstandigheden er een afweging gemaakt moet worden tussen de verschillende maatschappelijke belangen. De vraag is wel op welk niveau deze politieke afweging gemaakt moet worden. Op nationaal niveau heb je het voordeel dat de aanpak richting organisaties en partijen zo veel mogelijk hetzelfde is, maar hierdoor kan het maatwerk ontbreken en kan er te weinig aandacht zijn voor de regionale factoren die spelen. Op een meer decentraal niveau is er minder capaciteit beschikbaar en kunnen er moeilijk verklaarbare verschillen tussen regio's ontstaan omdat verschillend beleid wordt gehanteerd.

## Spanningsveld in beeld

We willen alle doelen die we hebben op het gebied van ecologie, stikstof, energietransitie etc. allemaal tegelijkertijd bereiken. We stuiten als maatschappij steeds vaker op complexe situatie waar de doelstellingen van het ene 'goed' (bijvoorbeeld milieu of klimaat) ervoor zorgen dat de doelstellingen op een ander vlak niet bereikt kunnen worden. Als gevolg hiervan komen we niet verder en bestaat de kans dat we op elk vlak geen voortgang boeken. We moeten **flexibel** en **wendbaar** blijven om met de verwevenheid van verschillende doelstellingen om te gaan. Het balanceren tussen de doelen blijft lastig.



# CCS onmisbaar om (mondiale) klimaatdoelstellingen te halen, en speelt mogelijk ook een rol als transitietechnologie

## Kiezen voor een bepaalde transitie is lastig

We staan aan de vooravond van een grote verduurzamings slag van de Nederlandse industrie. Op lange termijn moet er worden geïnvesteerd in verschillende transitiepaden, waarbij elk van deze keuzes een grote invloed heeft op de manier waarop de klimaatdoelstellingen gehaald kunnen worden. Daarbij kent elke transitietechnologie ook verschillende dimensies die maken dat een transitie altijd voor- en nadelen kent. Dit leggen we uit aan de hand van een case: Carbon Capture and Storage (CCS).

## De rol van CCS in (de transitie naar) een toekomstig energiesysteem

De afweging die gemaakt moet worden is lastig; enerzijds zijn de CCS-routes in de nabije toekomst niet compleet duurzaam omdat er fossiele brandstoffen worden verstoekt en je bij het proces van afvangen niet alle CO<sub>2</sub> kan opvangen. Anderzijds biedt CCS een manier om op korte termijn de CO<sub>2</sub>-uitstoot fors te reduceren. Voor de energie-intensieve industrie kan deze techniek een rol spelen in de transitie naar een CO<sub>2</sub>-vrije industrie. Aan de andere kant kan men ook besluiten direct te kiezen voor de CO<sub>2</sub>-vrije processen, en deze tussenoplossing niet te faciliteren. Er is steeds minder tijd over om te kiezen voor een tussenoplossing. Het is van groot belang snel deze keuzes te maken.

Voordeel is wel dat de infrastructuur voor CCS niet alleen gebruikt kan worden voor de afvang van fossiele CO<sub>2</sub>-emissies, maar ook voor de afvang van CO<sub>2</sub>-emissies uit de stook van biomassa. Dit is een essentiële technologie om op de lange termijn negatieve emissies te realiseren **die noodzakelijk zijn in de mondiale scenario's om de klimaatdoelstellingen te halen**. Verschillende studies, waaronder het onlangs verschenen rapport van het IPCC<sup>1</sup>, geeft BECCS<sup>2</sup> een belangrijke rol in een toekomstig energiesysteem. BECCS is een methode waar CCS wordt toegepast om bijvoorbeeld de CO<sub>2</sub> af te vangen die vrijkomt bij biomassacentrales. Hierdoor zou het gebruik **van deze methode kunnen leiden tot negatieve emissies**. Hoewel het potentieel van deze technologie groot is, komt het nu nog niet van de grond doordat er weinig (financiële) incentives zijn voor bedrijven om negatieve emissies te bewerkstelligen. Daarnaast is er ook wet- en regelgeving die maakt dat negatieve emissies nog geen voordeel opleveren. Hier worden al wel kleine stappen gezet, bijvoorbeeld bij de emissieregistratie van afvalverbrandingsinstallaties (zie sheet 162). Dit zijn kleine stappen de goede richting op, maar om negatieve emissies te realiseren zal beleid verder ontwikkeld moeten worden en zullen ook pilots gestart moeten worden met BECCS-projecten (tot nu toe wordt voornamelijk gekeken naar CCS voor industriële installaties).

1) IPCC. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023

2) BECCS. Bio-Energy (met) Carbon Capture Storage



# Sectoranalyse- Mobiliteit



# De analyse van de mobiliteit in vijf stappen

## Stappenplan analyse mobiliteit

### 1. Introductie sector

- Klimaatimpact
- Klimaatdoelstellingen
- Recente ontwikkelingen

### 2. Belangrijke transitie binnen de sector

- Welke transitie zijn er?
- Voor- en nadelen transitie
- Randvoorwaarden transitie

### 3. Huidige beleidsprogramma's

### 4. Impact beleidsprogramma's op transitie richting 2030 en 2050

### 5. Identificatie spanningsvelden





**Stap 1 – Introductie  
klimaattafel ‘Mobiliteit’**

# De uitstoot van broeikasgassen in de sector transport daalt minder dan de nationale doelstelling

## Wat zijn de doelstellingen?

In het Klimaatakkoord staat als doelstelling voor de mobiliteitssector om in 2030 **4,7 Mton minder CO<sub>2</sub>-eq uit te stoten dan in 1990**<sup>1</sup>. Het doel is daarmee om op circa **27,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq** uit te komen in 2030. Deze doelstelling is in het huidige coalitieakkoord aangescherpt naar een uitstoot van **24,0 Mton CO<sub>2</sub>-eq** per jaar in 2030<sup>1</sup>. Dit is een verhoging van de reductiedoelstelling van **3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2030**. De doelstelling voor 2050 is om de uitstoot met 80-95% te reduceren ten opzichte van de uitstoot in 1990.

## Waar staan we nu?

In 2021 had de mobiliteitssector een uitstoot van **30,5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent**<sup>2</sup>. Binnen de mobiliteitssector gaat het met name om de uitstoot van CO<sub>2</sub> (29,9 Mton CO<sub>2</sub>). De overige broeikasgassen (0,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq) spelen een kleine rol in de totale BKG-emissies. De huidige doelstelling van het kabinet is om in 2030 uit te komen op **24 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent**. Dit betekent dat er in de komende jaren **nog een reductie van circa 6,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq** zal moeten worden gerealiseerd om deze doelstelling te bereiken.

| Doelstellingen:                   |      |   |
|-----------------------------------|------|---|
| Totale uitstoot CO <sub>2</sub> : | 1990 | Uitstoot van:<br>32,2 Mton CO <sub>2</sub> -eq per jaar                   |
| Klimaatakkoord:                   | 2030 | Reductie t.o.v. 1990<br>(-4,7 Mton CO <sub>2</sub> -eq)                   |
| Huidige doelstelling:             | 2030 | Reductie t.o.v. 1990<br>(-8,2 Mton CO <sub>2</sub> -eq)                   |
| Huidige doelstelling:             | 2050 | 80-95% reductie t.o.v. 1990<br>(-25,7 tot -30,6 Mton CO <sub>2</sub> -eq) |

| Waar staan we nu: |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 2021              | 30,5 Mton-eq per jaar |

1) Sociaal Economische Raad (2019). Klimaatakkoord ([link](#))

2) Planbureau voor de Leefomgeving (2022). Klimaat- en Energieverkenning 2022 ([link](#))

# Uitstoot mobiliteitssector door de jaren heen

Welke modaliteiten nemen wij mee in onze analyse?

In onze analyse

Spoor

Zware mobiliteit<sup>1</sup>

Personenvervoer

Binnenvaart

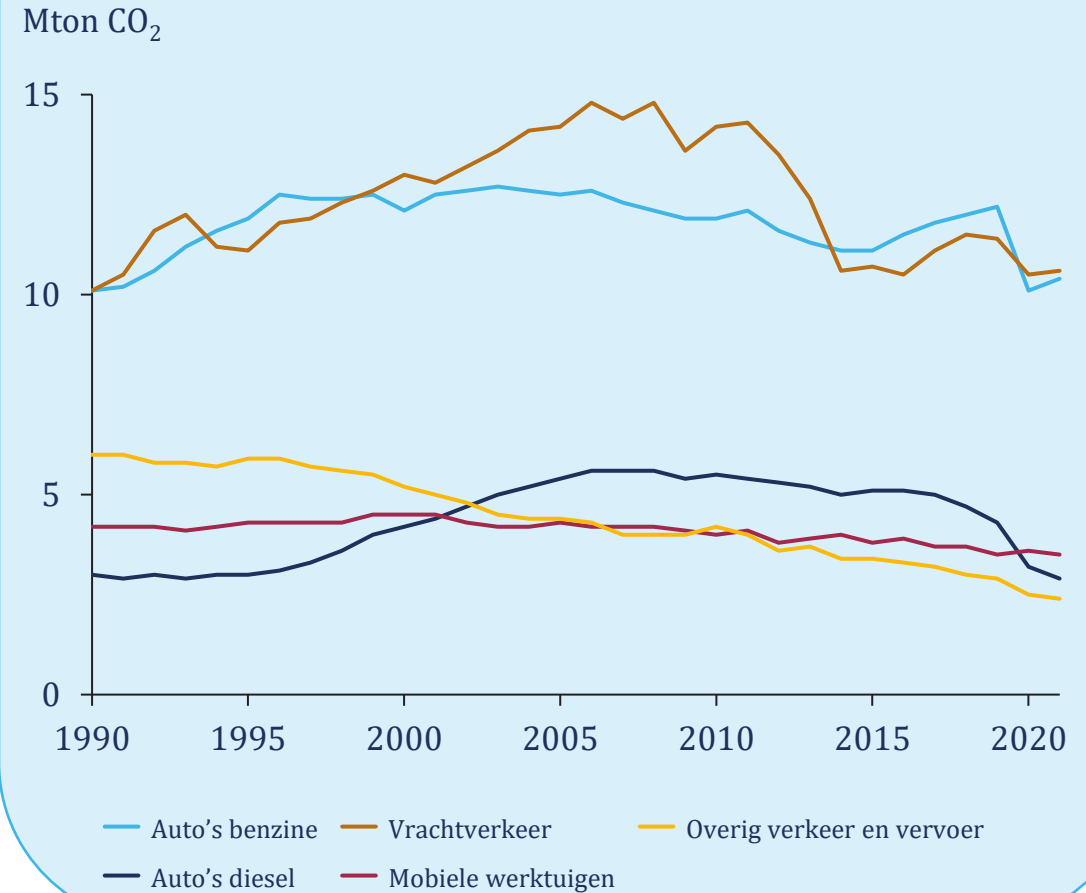
Niet in onze analyse

Internationale  
Scheepvaart

Internationale  
luchtvaart

Wij laten internationale lucht- en scheepvaart buiten beschouwing in onze analyse, omdat het Nederlandse beleid (onder andere het Klimaatakkoord) zich focust op de uitstoot op Nederlands grondgebied. De uitstoot door internationaal transport valt daarmee buiten de scope van deze doelstellingen.

CO<sub>2</sub>-uitstoot mobiliteit door de jaren heen<sup>2</sup>



1) Zware mobiliteit verwijst naar transportmiddelen die ontworpen zijn om grote hoeveelheden goederen of personen te vervoeren over lange afstanden. Dit omvat voertuigen zoals vrachtwagens, bussen en mobiele werktuigen. Daarbij worden onder mobiele werktuigen verschillende speciale (vaak zware) voertuigen verstaan, zoals graafmachines, ambulances en betonmolens.

2) CBS (2021). Welke sectoren stoten broeikasgassen uit? ([link](#)).

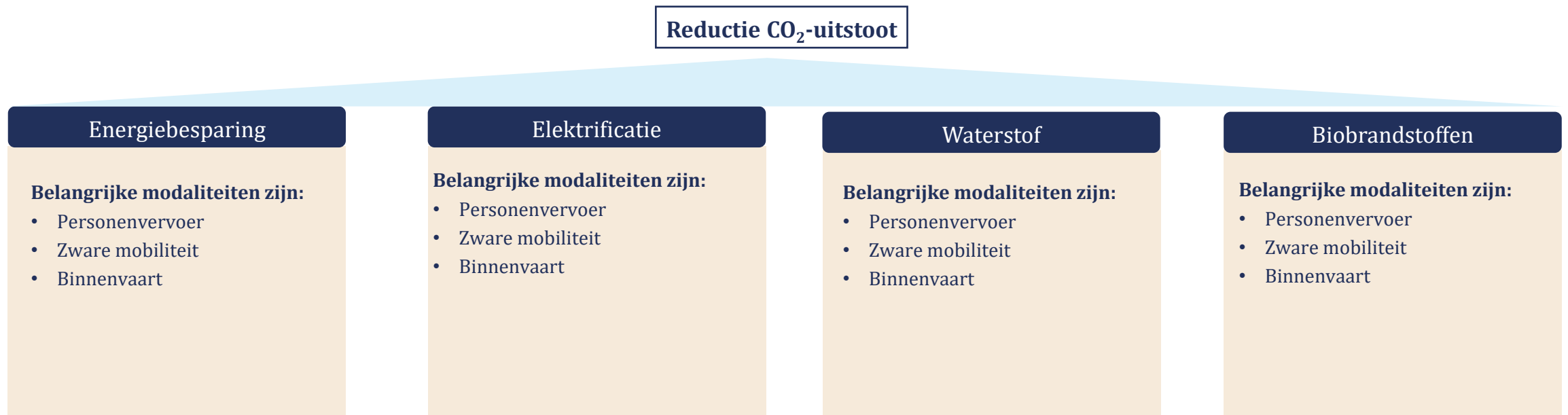


# Stap 2 – Belangrijke transities



# Energiebesparing, elektrificatie, waterstof en biobrandstoffen zijn vier belangrijke sporen voor verduurzaming binnen de mobiliteit

Er zijn verschillende manieren om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren. Dit kan door gedragsaanpassingen en/of door technologische maatregelen. In dit onderzoek ligt de focus op technologische maatregelen en hierbij onderscheiden we in grote lijnen vier sporen om de mobiliteitssector te verduurzamen: energiebesparing, elektrificatie, waterstof en biobrandstoffen. In de volgende figuur geven we een overzicht van deze vier sporen met daarbij ook voorbeelden van modaliteiten die vallen binnen de verschillende sporen. Deze lijsten van modaliteiten zijn niet uitputtend, maar geven een overzicht van de modaliteiten (type vervoersmiddelen) die in belangrijke mate beïnvloedt worden door dit spoor. Daarbij zitten de treinen maar in één transitie omdat het spoorvervoer al in zijn geheel geëlektrificeerd is. Deze sector gebruikt wel veel elektriciteit (1,55 TWh in 2019)<sup>1</sup> en daarom is het nog wel mogelijk om energie te besparen.



1) CBS. Hoeveel brandstof verbruikt spoorvervoer in Nederland? ([link](#))

## Energiebesparing zal voor alle modaliteiten altijd een aandachtspunt blijven



Bij de andere transitie (waterstof, elektrificatie en biobrandstoffen) is er een verschil tussen de transitie van verschillende modaliteiten, maar bij energiebesparing kennen alle modaliteiten een soortgelijke transitie. Energiebesparing (of energie-efficiëntie) is namelijk een onderwerp waar al langere tijd op gestuurd wordt, onder andere door de steeds lagere CO<sub>2</sub>-emissienormen voor voertuigen<sup>1</sup>. Voertuigen kennen al langere tijd CO<sub>2</sub>-emissienormen en door deze periodiek te verlagen, worden producenten bewogen om in het ontwerp van hun voertuig op zoek te gaan naar nieuwe manieren om minder energie te verbruiken. Een recent voorbeeld van een dergelijke afspraak is de herziening van de CO<sub>2</sub>-emissienormen voor zware bedrijfsvoertuigen door de Europese Commissie<sup>2</sup>. Met dit voorstel wil de Europese Commissie een volgende stap zetten in de reductie van CO<sub>2</sub>-emissies, met als doel om vanaf 2035 geen brandstofauto's meer te verkopen die direct CO<sub>2</sub>-emissies uitstoten, bijvoorbeeld door de verkoop van elektrische auto's. Maar ook bij elektrische auto's zal daarna constant worden gezocht naar mogelijkheden om deze efficiënter te maken waardoor de energiebesparing altijd een aandachtspunt zal blijven.

Rijksoverheid (2022). Kamerbrief over stand van zaken CO<sub>2</sub>-emissienormen personenauto's en lichte bedrijfsvoertuigen ([link](#))

Europese Commissie (2023). Infographic – Fit for 55: waarom de EU de CO<sub>2</sub>-emissienormen voor auto's en bestelwagens aanscherpt ([link](#))

# Rol elektrificatie dominant bij verduurzaming personenauto's, maar rol bij transitie zware mobiliteit en binnenvaart nog onzeker



- Sinds 2015 is er een sterke groei in het aantal stekkerauto's, van 44 duizend in 2015 naar 273 duizend in 2021<sup>1</sup>. Daarbij was het eerst een sterke groei in het aantal plug-in hybrides (PHEV) en later de volledig elektrische auto's (FEV). In 2021 ging het om 99 duizend PHEV's en 174 duizend FEV's.
- Wanneer de Total Cost of Ownership (TCO) - dit is inclusief afschrijving, onderhoud, verzekering, brandstof en belasting - van een elektrische auto wordt vergeleken met een benzineauto dan is deze vergelijkbaar of zelfs lager<sup>2,3</sup>.
- Er zijn nog wel nadelen zoals de beperktere actieradius van een elektrische auto<sup>4</sup>, de afhankelijkheid van kritieke grondstoffen (zoals lithium)<sup>5</sup>, de moeilijkheid van het blussen van een brand met een elektrische auto<sup>6</sup>, de hoeveelheid laadpalen en het tempo van laden bij een tankstation<sup>4</sup>.
- Het laden van elektrische auto's vraagt om een relatief hoge capaciteit (in vergelijking met de elektriciteitsvraag van een huishouden). Het laden gebeurt via het laagspanningsnet. De congestieproblemen op het hoog- en middenspanningsniveau op het elektriciteitsnet kunnen ervoor zorgen dat er op het laagspanningsnet te weinig capaciteit is om elektrische auto's op te laden. Andersom kan het ook gebeuren dat te weinig capaciteit op het laagspanningsnet voor congestieproblemen kan zorgen op het midden- en hoogspanningsnet.
- Er wordt wel snel geïnnoveerd om deze problemen op te lossen. Zo neemt de actieradius snel toe bij nieuwe modellen<sup>4</sup> en groeit ook het aantal laadpalen snel<sup>7</sup>. Daarnaast worden ook snel stappen gezet met het snelladen. De vraag hierbij is nog wel welke impact dit heeft op de levensduur van de accu. De afhankelijkheid van kritieke grondstoffen (zoals koper, lithium, nikkel en kobalt) is nog wel groot.



- Het aandeel elektrische voertuigen binnen de zware mobiliteit is nog beperkt<sup>8</sup>.
- Redenen hiervoor zijn de beperkte actieradius voor bijvoorbeeld elektrische vrachtwagens, de lange oplaadtijden van elektrische voertuigen (helemaal met de grote vermogens bij zware mobiliteit) en het benodigde vermogen van zware mobiliteit<sup>10</sup>.
- Daarnaast gelden voor de zware mobiliteit dezelfde argumenten over de nadelen en de benodigde (snelle) innovatiestappen bij elektrisch rijden.



- Voor de binnenvaart gelden dezelfde overwegingen als voor de zware mobiliteit.
- Er zijn al wel diverse trajecten waarin elektrisch varen wordt getest, met over het algemeen positieve ervaringen. Hierbij gaat het om projecten zoals Walstroom<sup>11</sup>, Zero Emission Services<sup>12</sup> en Skoon<sup>13</sup>.
- Uit deze testen komen gunstige signalen naar voren, maar er wordt ook aangegeven dat naast het gebruik van batterijen ook het gebruik van brandstofcellen (op waterstof) een interessante mogelijkheid blijft. De transitie van de binnenvaart blijft daarmee onzeker.

1) CBS (2021). Aantal stekkerauto's, 2014 – 2021 ([link](#))

2) Milieu Centraal (2023). Wat kost een elektrische auto? ([link](#))

3) IEA (2022). Electric Vehicles: Total Cost of Ownership Tool ([link](#))

4) ANWB (2023). Actieradius van elektrische auto's: zo werkt het ([link](#))

5) Milieu Centraal (2023). Accu en bereik elektrische auto ([link](#))

6) ANWB (2023). Zijn elektrische auto's brandgevaarlijker? ([link](#))

7) RVO (2023). Cijfers elektrisch vervoer ([link](#))

8) NBNL (2023). Het energiesysteem van de toekomst: de H3050-scenario's; Integrale energiesysteemverkenning 2030-2050 ([link](#))

9) TNO (2022). Techno-economic uptake potential of zero-emission trucks in Europe ([link](#))

10) Vervoer & Transport (2022). De voor- en nadelen van elektrisch transport

([link](#))

11) Walstroom (2023). Power and water with the smartphone ([link](#))

12) Zero Emission Services (2023). Een schone emissievrije binnenvaart ([link](#))

13) Skoon (2023). Havens & de Maritieme industrie ([link](#))



# Waterstof kansrijk bij zware mobiliteit en binnenvaart maar bij personenvervoer minder dominant

- Het is belangrijk om te benoemen dat voertuigen op waterstof in principe elektrische voertuigen zijn. De waterstof in de tank wordt namelijk via een brandstofcel omgezet in elektriciteit. Het gebruik van waterstof is daarom energetisch altijd minder efficiënt dan het directe gebruik van elektriciteit. Het verschil tussen elektrische en waterstofvoertuigen zit in het opslagmedium (waterstof of elektriciteit) van het voertuig.
- De laatste jaren is er een sterke groei in het aantal elektrische auto's (zie vorige sheet) en de uitrol van personenauto's op waterstof is nog beperkt. Daarmee is de elektrische personenauto op dit moment dominant en de verwachting is dat het toekomstige wagenpark grotendeels elektrisch zal zijn<sup>1</sup>.
- Toch heeft de waterstofauto in het personenvervoer belangrijke voordelen ten opzichte van de elektrische auto. Zo is de actieradius groter, heeft de productie van de auto minder kritische materialen nodig en gaat het laden sneller<sup>2</sup>.
- Nadelen zijn er echter ook. Op dit moment zijn er slechts zeventien waterstoftankstations in Nederland<sup>1</sup>. Er zijn wel plannen om dit aantal snel te laten groeien maar de schaal waarop dit gebeurt is nog significant minder dan bij de elektrische auto's. Tegelijkertijd weten we nog niet hoe groot de beschikbaarheid van (groene) waterstof in de toekomst zal zijn. Verschillende waterstofladders laten zien dat de industrie prioriteit moet krijgen boven andere sectoren als het gaat om het verkrijgen van (groene) waterstof<sup>3</sup>.

- Voor zware mobiliteit is het potentieel van waterstof groter dan bij het personenvervoer, wat ook blijkt uit de recente scenario's voor netbeheerders<sup>4</sup>. Deze laten namelijk zien dat in de meeste scenario's de verdeling gelijkmatig verdeeld is over waterstof en elektriciteit. Elektriciteit is hier duidelijk minder dominant. In drie van de vier scenario's wordt slechts een kwart van de zware mobiliteit elektrisch.
- Dit heeft te maken met het feit dat de voertuigen die vallen binnen de categorie zware mobiliteit, vaak krachtige motoren hebben en relatief lange afstanden moeten afleggen. Batterijen zijn nu nog minder geschikt om deze lange afstanden af te leggen en om het grote vermogen te kunnen leveren. Waterstof is daardoor aantrekkelijker omdat een tank waterstof (vaak) gemiddeld een grotere energie-inhoud heeft dan een accu, waardoor er meer vermogen voor een langere tijd geleverd kan worden. Naast waterstof zijn ook andere groene moleculen bruikbaar voor de zware mobiliteit zoals groen gas en biobrandstoffen<sup>2</sup>.
- Daarnaast gelden dezelfde argumenten qua nadelen en (snelle) innovatiestappen bij het rijden op waterstof voor de categorie zware mobiliteit.

- Voor de binnenvaart gelden dezelfde overwegingen als die gelden voor de zware mobiliteit.

1) H2 Stations (2023). H2 Stations Map ([link](#))

2) De duurzame adviseurs (2020). Waterstofauto vs elektrisch rijden. ([link](#))

3) Liebreich Associates (2021). The Clean Hydrogen Ladder ([link](#))

4) NBNL (2023). Het energiesysteem van de toekomst: de I13050-scenario's;

Integrale energiesysteemverkenning 2030-2050 ([link](#))

# Biobrandstoffen spelen nu nog een beperkte rol in de mobiliteit in Nederland



- Biobrandstoffen zijn brandstoffen die gemaakt worden uit biomassa, zoals plantaardige olie of ethanol uit suikerriet of maïs. Biobrandstoffen hebben momenteel voornamelijk een rol doordat het bijgemengd wordt<sup>1</sup>, maar het wordt nog beperkt ingezet als enige brandstof. In Nederland beschouwen we de uitstoot bij de verbranding van biobrandstoffen in voertuigen gelijk aan nul.
- De biobrandstoffen die gebruikt worden zijn vooral biodiesel en bio-ethanol<sup>1</sup>. Biodiesel wordt gemaakt uit plantaardige oliën en dierlijke vetten. Het kan gebruikt worden ter vervanging van diesel. Er zijn enkele auto's die geschikt zijn voor het gebruik van biodiesel, maar het aantal is nog beperkt<sup>1</sup>. Bio-ethanol wordt gemaakt uit suikerriet, mais of andere gewassen en kan vermengd worden met normale benzine. Ook het gebruik van bio-ethanol is op dit moment beperkt vanwege de hogere kosten ten opzichte van fossiele brandstoffen en het gebrek aan voertuigen waar dit direct ingezet kan worden<sup>2</sup>.
- Er zijn enkele alternatieven om het gebruik van biobrandstoffen in auto's te stimuleren, zoals de ontwikkeling van nieuwe voertuigen die geschikt zijn voor het gebruik van biobrandstoffen. Er zijn echter ook kritieken op het gebruik van biobrandstoffen in de mobiliteit omdat in principe voedsel gebruikt zou worden voor de transportsector, wat volgens sommigen niet wenselijk is<sup>3</sup>.
- Volgens het recent uitgebrachte onderzoek naar het Nederlandse energiesysteem tussen 2030 en 2050 hebben biobrandstoffen een beperkte rol in het personenvervoer. Slechts in één scenario ziet men een zeer beperkte rol (10%) weggelegd voor biobrandstoffen<sup>4</sup>.



- Ook in de zware mobiliteit spelen biobrandstoffen nog een beperkte rol in Nederland. Net zoals bij personenvervoer kan biodiesel ook worden ingezet om vrachtwagens te laten rijden. Volgens het PBL neemt het gebruik van biobrandstoffen in de mobiliteitssector flink toe richting 2030. Waar de toepassing van biobrandstoffen in 2021 nog maar plaatsvond in ongeveer 6 procent van het vervoer, is de verwachting dat dit in 2030 9 procent is. Een groot deel hiervan wordt gebruikt in de zware mobiliteit<sup>5</sup>.
- Volgens de recent uitgebrachte onderzoek naar het Nederlandse energiesysteem tussen 2030 en 2050 spelen biobrandstoffen een grotere rol in de categorie zware mobiliteit dan in de categorie personenvervoer. In drie van de vier scenario's krijgt biobrandstoffen een rol. Volgens één scenario wordt zelfs 50% van de zware mobiliteit voortgedreven door biobrandstoffen. Slechts in één scenario ziet men een zeer beperkte rol (10%) weggelegd voor biobrandstoffen<sup>4</sup>.
- Een andere biobrandstof is biogas. Dit wordt gemaakt van GFT-afval, mest en rioolslib. Biogas kan gebruikt worden als brandstof voor vrachtwagens en bussen maar de voertuigen moeten hier nog wel op aangepast worden.
- De beschikbaarheid, prijs en de noodzakelijke aanpassingen in materieel zorgen ervoor dat biobrandstoffen een beperkte rol spelen in de zware mobiliteit<sup>2</sup>.
- De kritiek op het gebruik van biobrandstoffen voor het personenvervoer geldt hier ook voor de zware mobiliteit.



- Voor de binnenvaart kunnen biodiesel en biogas gebruikt worden. Ook hier geldt dat binnenvaartschepen aangepast moeten worden om deze biobrandstoffen te gebruiken.
- De beschikbaarheid, prijs en de noodzakelijke aanpassingen in materieel zorgen ervoor dat biobrandstoffen een beperkte rol spelen in de binnenvaart<sup>2</sup>.
- De kritiek op het gebruik van biobrandstoffen voor het personenvervoer en de zware mobiliteit geldt hier ook voor de binnenvaart.

1) Milieu Centraal (2023). Biobrandstoffen ([link](#))

2) RVO (2023). Brandstofprijzvergelijking ([link](#))

3) PBL (2020). Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame

biomassa. ([link](#))

4) NBNL (2023). Het energiesysteem van de toekomst: de I13050-scenario's;

Integrale energiesysteemverkenning 2030-2050 ([link](#))

5) PBL (2022). Klimaatenergieverkenning 2022. ([link](#))

# Stap 3 – Huidige beleidsprogramma's



# Wij tonen de belangrijkste beleidsprogramma's binnen de mobiliteit

## Stappenplan analyse mobiliteit

### 1. Introductie sector

- Klimaatimpact
- Klimaatdoelstellingen
- Recente ontwikkelingen

### 2. Belangrijke transitie binnen de sector

- Welke transitie zijn er?
- Voor- en nadelen transitie
- Randvoorwaarden transitie

### 3. Huidige beleidsprogramma's

### 4. Impact beleidsprogramma's op transitie richting 2030 en 2050

### 5. Identificatie spanningsvelden

## Leeswijzer

In dit hoofdstuk nemen we stap 3 van ons stappenplan onder de loep (zie linkerkant van deze slide). In dit hoofdstuk geven we een opsomming van de beleidsprogramma's die binnen de mobiliteit actief zijn. We koppelen hier dus nog niet de beleidsprogramma's aan de vier transitie die wij in stap 2 hebben benoemd.

Wij willen hier nogmaals benadrukken dat dit hoofdstuk geen volledig en uitputtend overzicht is van alle beleidsprogramma's binnen de mobiliteit. Wij hebben dan ook niet de ambitie om alle beleidsprogramma's te laten zien, maar we willen vooral de grote lijnen van het beleid in kaart brengen.



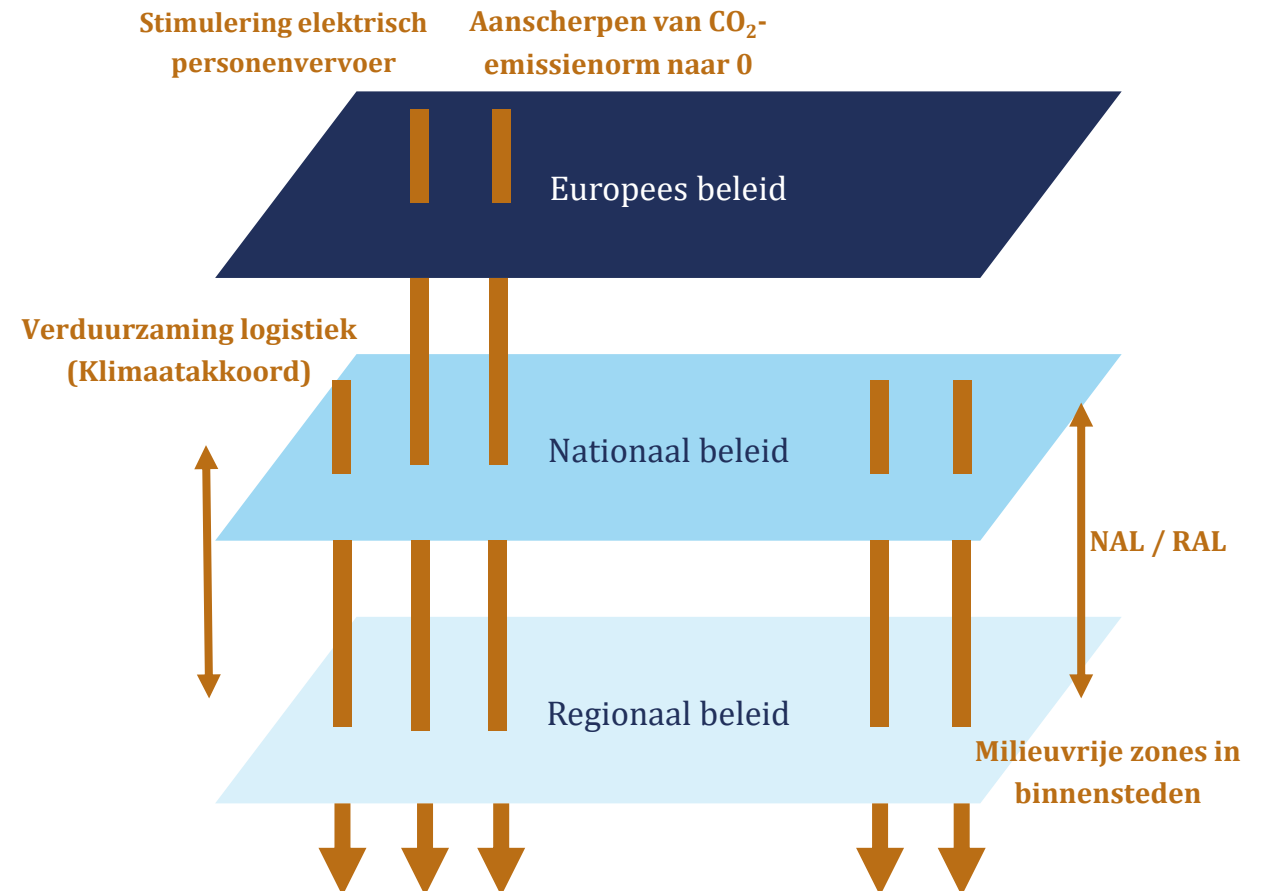
# Programma's voor de mobiliteitssector werken door op verschillende beleidsniveaus

Mobiliteitsbeleid wordt gevoerd op zowel Europees-, nationaal- als regionaal niveau

Binnen de mobiliteitssector zijn de afgelopen jaren de eerste stappen gezet in de verduurzaming van de sector, waarbij elektrisch vervoer een steeds groter aandeel krijgt. Daarnaast is er ook een sector die al decennialang grotendeels elektrisch rijdt, namelijk de treinen.

Om de mobiliteitssector te verduurzamen worden verschillende beleidsprogramma's ontwikkeld. Deze beleidsprogramma's worden ontwikkeld op Europees, nationaal en regionaal niveau. In de illustratie rechts worden enkele beleidsprogramma's afgebeeld op de verschillende niveaus, met ook een indicatie waarop de beleidsprogramma's de andere (vaak lagere) niveaus beïnvloeden.

Belangrijk om hierbij te vermelden is dat het hier niet de bedoeling is om een uitputtende lijst van beleidsprogramma's binnen de mobiliteit te benoemen, maar dat er voornamelijk voorbeelden worden gegeven over het beleid dat op verschillende niveaus wordt ontwikkeld. Deze programma's lichten we op de volgende sheets verder kort toe.



# Belangrijkste pijlers mobiliteit uit het klimaatakkoord

## Duurzame energiedragers

- Ontwikkeling van waterstof (door bijvoorbeeld de realisatie van waterstoftankstations).
- Elektrificeren (via batterij, waterstof en zonnecellen).
- Het stimuleren van geavanceerde brandstoffen die in Nederland worden ontwikkeld en geproduceerd. Vooral in te zetten waar elektrificering (nog) niet mogelijk is.

## Verduurzaming logistiek

- Middelgrote zero-emissiezones stadslogistiek in dertig tot veertig grotere gemeenten in 2025.
- Door optimale bevoorrading in logistieke hubs net buiten de stad, ontstaan mogelijkheden voor zero emissie in de stad. Dit leidt tot een reductie van 30 procent van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door achterland- en continentaal vervoer in 2030.
- Ook (zwaar) transport, vliegverkeer en scheepvaart moet emissieloos worden in 2050.

## Stimulering elektrisch (personen)vervoer

- Streven naar 100% verkoop van emissieloze personenauto's in 2030.
- Opzetten laadinfrastructuur (plaatsen laadpalen en ontwikkeling sneller laden).
- Laadinfrastructuur; in 2030 zijn ongeveer 1,8 miljoen laadpalen beschikbaar.

## Verduurzaming personenmobiliteit

- 8 miljard zakelijke (auto)kilometers minder in 2030.
- Minder en schoner zakelijk reizen (stimuleren OV-gebruik en flexibel werken).
- Stimuleren deelmobiliteit.
- Maas (Mobility as a Service).

# Mobiliteit krijgt een belangrijke plek in het Schone Lucht Akkoord

## Mobiliteit in het Schone Lucht Akkoord (SLA)

Maatregelen gericht op het bevorderen van de luchtkwaliteit kunnen invloed hebben op de uitstoot van broeikasgasemissies en vice versa. Een voorbeeld hiervan is het SLA en het Klimaatakkoord. Denk daarbij bijvoorbeeld aan maatregelen uit het Klimaatakkoord zoals:

- elektrificatie
- lokaal beleid voor het stimuleren van schone en actieve mobiliteit
- nul-emissie stadslogistiek
- werkgeversaanpak.

Deze maatregelen hebben als doel om de CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren, maar hebben ook een positief effect op de luchtkwaliteit. De maatregelen binnen het SLA (zoals hiernaast opgenomen) kunnen ook een positieve invloed hebben op de reductie van CO<sub>2</sub>-emissies. In steden kunnen lokaal verkeer- en parkeerbeleid, het stimuleren van fietsen en schoon openbaar vervoer en de ruimtelijke inrichting aanzienlijke emissiereducties en daarmee gezondheidswinst opleveren. Ook hebben (auto)belastingen (en in de nabije toekomst mogelijk het rekeningrijden ([link](#))) grote invloed op de samenstelling van het wagenpark en de luchtmissies.

## Negen Maatregelen over mobiliteit in het SLA

1. Gezondheidsdoelen opnemen in de plannen
2. Emissie-eisen eigen inkoop voertuigen
3. Regionale mobiliteitsprogramma's
4. Gezondheidseffecten bij effectstudies
5. Nieuwe roetfiltertest
6. Voorkomen defecte en gemanipuleerde AdBlue-systemen
7. Internationaal bron beleid
8. Wet vrachtwagenheffing
9. Autobelasting

# Er zijn zowel nationale als regionale programma's op het gebied van mobiliteit en infrastructuur

## Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL)

In de NAL hebben overheden, netbeheerders en marktpartijen afspraken gemaakt om ervoor te zorgen dat het aantal laadpunten meegroeit met de toenemende vraag. Elektrische rijders moeten ervan op aan kunnen dat zij altijd en overal eenvoudig kunnen laden, tegen een tarief dat het elektrisch rijden stimuleert. Doel is te zorgen dat er in Nederland altijd, en voor alle soorten elektrische voertuigen, een toereikende laadinfrastructuur is. De NAL draagt bij aan de transitieopgave in de mobiliteit uit het regeerakkoord mogelijk: 1,9 miljoen elektrische auto's in 2030.

Er zijn ook enkele NAL-regio's (zogenaamde RAL (**Regionale Agenda Laadinfrastructuur**)). Zij maken afspraken met het Rijk over het versnellen van de laadinfrastructuur. Vertrekpunt is het samenwerken tussen provincies, gemeenten en netbeheerders om de uitrol van de laadinfrastructuur te versnellen. Als klein land kennen we grote regionale verschillen (landelijk of stedelijk, veel toeristen of weinig bezoekers, energiemix etc.). Het is goed om beleidsmakers bij elkaar te brengen die letterlijk dichtbij elkaar werken. De regio's bepalen zelf hoe en in welke vorm ze dat gaan doen.

## Regionale mobiliteitsprogramma's

In een regionaal mobiliteitsprogramma staan de plannen op het gebied van mobiliteit en infrastructuur voor de komende jaren voor een specifieke regio. In het klimaatakkoord is afgesproken dat er door heel het land *regionale mobiliteitsprogramma's* worden ontwikkeld door de regio's. Het is een instrument om op regionaal schaalniveau toekomstbestendige bereikbaarheidsoplossingen te realiseren die bijdragen aan de transitie naar een duurzaam en zorgeloos mobiliteitssysteem.

Het Regionale Mobiliteitsprogramma is adaptief van aard. Dat betekent dat het programma en onderliggende projecten en activiteiten kunnen worden aangepast op basis van voortschrijdende inzichten. Daarom maken gezamenlijke kennisontwikkeling en monitoring en evaluatie een belangrijk onderdeel uit van het programma. Zo kan opgedane kennis en ervaring worden ingezet om in te spelen op veranderende omstandigheden en om het programma continu te verbeteren.





**Stap 4 – Impact  
beleidsprogramma's op  
transities**

# Hoe te bepalen of een transitie bijdraagt aan de doelstellingen van 2050?

## Inleiding voor stap 4

In de vorige stap is een overzicht gegeven van verschillende beleidsprogramma's die de verduurzaming van de mobiliteit beïnvloeden. In de volgende sheets gaan we in op de vraag in welke mate de vier transities een goede brug vormen naar een klimaatneutrale mobiliteit in 2050. Wij gaan in deze analyse vooral in op het energiebeleid binnen de mobiliteit. Er zijn echter nog andere onderwerpen die ook een belangrijke rol spelen binnen de mobiliteit zoals, luchtverontreiniging, circulariteit en andere milieukwesties. Wij gaan niet in op deze onderwerpen, maar vinden het wel belangrijk om te benoemen.

## Wij hanteren de volgende analysemethode

Om dit te analyseren gaan wij in op een vijftal vragen:

- In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?
- In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?
- Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?
- Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?
- In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Door deze vragen te beantwoorden voor de vier transities, kijken we of er spanningsvelden liggen tussen het behalen van de klimaatdoelstellingen van 2030 en van 2050. De focus ligt hierbij op de technische aspecten van de transitie. Er zijn ook maatschappelijke implicaties die spanning op kunnen leveren. Deze worden niet behandeld binnen dit onderzoek.

# Er wordt blijvend gezocht naar mogelijkheden om energie te besparen

Binnen de mobiliteitssector is in het verleden constant gezocht naar mogelijkheden om voertuigen efficiënter te maken en verbrandingsmotoren effectiever. Energiebesparing heeft daarmee constant de aandacht en heeft ook een blijvende rol richting 2030/2050, maar de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 wordt weergegeven door de vragen van sheet 195 te beantwoorden.

## In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Energiebesparing is één van de belangrijkste componenten in de transitie naar een CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem. Elke Joule energie die wordt bespaard hoeft niet te worden opgewekt.

## In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Energiebesparing is niet afhankelijk van infrastructuur, deze vraag speelt daarom niet voor energiebesparing.

## Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

Er is geen duidelijk beeld van de kosten van energiebesparing binnen de mobiliteitssector, omdat het veelal onderdeel is van een totaal ontwerp van een voertuig. Dit maakt het niet mogelijk om deze vraag te beantwoorden.

## Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Ja, energiebesparing resulteert in een lagere vraag naar energiedragers. Hierdoor kunnen de schaarse energiedragers effectiever worden ingezet.

## In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Energiebesparing is eigenlijk een 'no-regret'-optie. Elke MWh energie die bespaard wordt of niet verbruikt worden in de mobiliteit, hoeft niet te worden opgewekt en is daarmee goed.

Een onzekerheid die wel speelt is in welke mate er nu nog geïnvesteerd moet worden in energiebesparing bij brandstofauto's. Vanaf 2035 is de verkoop van brandstofauto's nagenoeg 0 door de verplichting vanuit de EU. Dit maakt dat het tot 2030 goed is om te investeren in energiebesparing bij brandstofauto's, maar daarna niet meer. Op de lange termijn blijft het wel goed om te investeren in energiebesparing bij elektrische auto's omdat hier een 'no-regret' is.

# Elektriciteit speelt een grote rol binnen de duurzame mobiliteit, met de benodigde elektriciteitsinfrastructuur als aandachtspunt

Elektrisch vervoer is een goede oplossing om de mobiliteitssector te verduurzamen. Elektriciteit is namelijk een zeer efficiënte energiebron. Vooral in vergelijking met groene moleculen is elektriciteit efficiënt omdat bij groene moleculen altijd conversieverlies optreedt. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen op sheet 195 beantwoord.

## In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Elektrisch vervoer past in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem mits de elektriciteit duurzaam wordt opgewekt.

## In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Er heerst onzekerheid over de benodigde infrastructuur. Mocht de groei van elektrisch vervoer in een hoog tempo doorzetten, dan stijgt de vraag naar elektriciteit fors. Om dit in te kunnen vullen is er een forse stijging in het aanbod van duurzame elektriciteit nodig. Daarnaast is het ook zeer de vraag in welke mate het elektriciteitsnet genoeg capaciteit heeft om de grote hoeveelheden elektriciteit te transporteren. De benodigde infrastructuur is dus aanwezig in de toekomst, maar de vraag is of deze voldoende is.

## Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De kosten over de gehele levensduur van een elektrische auto zijn op dit moment gelijkwaardig aan die van een brandstofauto. De verwachting is dat deze kosten verder zullen dalen door onder andere de introductie van nieuwere, goedkopere varianten. Daarnaast is directe inzet van groene elektriciteit goedkoper dan de inzet van groene waterstof, mogelijk dat dit op de lange termijn wel gelijkwaardig wordt doordat de groene moleculen worden geproduceerd op momenten van overschotten aan elektriciteit.

Op de lange termijn kan het dus meer gelijkwaardig worden, maar over het geheel genomen is elektrisch vervoer een gunstige optie qua kosten.

## Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Met elektrisch vervoer kan elektriciteit direct ingezet worden om een belangrijke energiefunctie (vervoer) in te vullen. Daarbij is het wel van groot belang dat de elektriciteit getransporteerd kan worden naar de plek waar het voertuig opgeladen wordt. De batterijen, met een groot vermogen, kunnen hiermee voor problemen zorgen op het elektriciteitsnet omdat deze extra belast wordt. Aan de andere kant kunnen de batterijen van deze voertuigen ook worden ingezet om het elektriciteitsnet te ontlasten<sup>1</sup> en zo de grote fluctuaties in duurzame elektriciteitsproductie beter op te vangen. Hiermee bieden deze batterijen ook een kans om de energiebronnen in Nederland optimaal te benutten.

## In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

Deze transitie gaat een grote rol spelen in het toekomstige wagenpark van Nederland. Daarbij is er nog ruimte voor innovatie in de efficiëntie van de voertuigen, de actieradius en het (her)gebruik van kritieke materialen bij de productie van de batterijen.

1) Door het aanleggen van netwerken van accu's die huishoudens een aantal dagen van energie kunnen voorzien, maak je het mogelijk dat de zelfopgewekte energie van particulieren beter verdeeld kan worden. Dat voorkomt dat het energienetwerk onnodig verzaamd moet worden, en kan extra voordeel opleveren voor eigenaars van zonnepanelen en batterijen. Het maakt daarbij niet uit of die batterijen nu wielen hebben, of aan de muur hangen.



# Groene waterstof kan mogelijk een rol spelen in de zware mobiliteit

Het energiesysteem van de toekomst bevat een enorme productie van duurzame elektriciteit. Deze duurzame elektriciteit is niet reguleerbaar en er gaan momenten zijn met grote overschotten en tekorten aan elektriciteit. Om deze overschotten en tekorten te overbruggen kan waterstof ingezet worden, waarbij waterstof ook ingezet kan worden binnen de mobiliteitssector. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid op waterstof binnen de mobiliteit in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen op sheet 195 beantwoord.

## In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Groene waterstof kan CO<sub>2</sub>-vrij opgewekt worden. Hiervoor is duurzame elektriciteit nodig. De discussie heerst of wij als Nederland onze 'kostbare' duurzame elektriciteit moeten inzetten om groene waterstof te produceren. Het belangrijkste argument in deze discussie is het conversieverlies dat optreedt bij de productie van groene waterstof.

## In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Door een beperkte productiecapaciteit van duurzame energie in Nederland is het aannemelijk dat groene waterstof geïmporteerd moet worden uit het buitenland. Momenteel is er nog weinig import-infrastructuur, wel zijn er verschillende projecten die zich richten op het realiseren van deze import-infrastructuur.

## Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De verwachting is dat groene elektriciteit, zeker op de korte- en middellange termijn, goedkoper zal zijn dan groene waterstof. Op de langere termijn komen deze kosten mogelijk dicht bij elkaar te liggen doordat er op de lange relatief goedkope elektriciteit ingezet kan worden om groene waterstof te produceren.

Wel is hier nog een conversieverlies waardoor het weer wat duurder wordt ten opzichte van de directe inzet van elektriciteit. Op de lange termijn kan het hierdoor qua kosten mogelijk vergelijkbaar worden met de directe inzet van elektriciteit. De vraag is dan nog wel of het ook de meest kostenefficiënte optie is binnen de mobiliteit.

## Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Groene waterstof kan een belangrijke rol spelen in het opvangen van de grote pieken in het elektriciteitsnet. Daarbij kan het een rol spelen in de verduurzaming van Nederland als geheel, maar de vraag is wel of de inzet van waterstof binnen de mobiliteit ook een optimale benutting oplevert van de energiebronnen in Nederland en/of buitenland.

## In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

De onzekerheid over besluitvorming zit voornamelijk nog binnen de zware mobiliteit. Hier kan elektrisch vervoer nog niet altijd aan alle kenmerken voldoen en dit maakt dat hier nog meer onzekerheid heerst. Binnen het personenvervoer lijkt elektriciteit een dominante rol te krijgen en zal de rol van waterstof waarschijnlijk beperkt zijn.

# De discussies over de duurzame inzet van biomassa hebben invloed op het potentieel van biobrandstoffen

Biobrandstoffen kunnen een rol spelen binnen de verduurzaming van alle modaliteiten, maar hier speelt wel een discussie over de mate waarin biomassa duurzaam is. Om een beeld te schetsen van de mate waarin het beleid in lijn ligt met de doelstellingen voor 2030/2050 worden de vragen van sheet 195 beantwoord.

## In welke mate past de technologie in een compleet CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem?

Wanneer biomassa als energiebron wordt gebruikt, wordt dat gerekend tot hernieuwbare energie, de biomassa groeit namelijk weer terug. Bij verbranding van biomassa komt CO<sub>2</sub> vrij, maar groeiende planten en bomen nemen tijdens de groei deze CO<sub>2</sub> weer op. Dit wordt ook wel aangeduid met de term kortcyclisch, en kortcyclische emissies passen, binnen de huidige definitie, in een CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem passen.

## In welke mate is de benodigde infrastructuur beschikbaar in de toekomst?

Biobrandstoffen worden al bijgemengd bij de huidige brandstoffen. Daarbij lift het mee op de bestaande infrastructuur van tankstations. Afhankelijk van de grootte van de rol die biobrandstoffen gaan spelen, is de vraag in welke mate deze infrastructuur haalbaar blijft.

## Is dit maatschappelijk gezien het alternatief met de laagste kosten op de korte en/of lange termijn?

De maatschappelijke kosten van de benodigde biomassa zijn onder afhankelijk van de biomassaastroom die aangewend wordt. Reststromen van industriële processen kunnen mogelijk vrij goed ingezet blijven worden, maar er zijn ook biomassaastromen die ook ingezet worden als voedsel (zoals mais). Biomassa wil je namelijk het liefst op een zo hoogwaardig mogelijke manier inzetten. De verbranding van biomassa in voertuigen is een relatief laagwaardige manier. De vraag is in welke mate de inzet van deze biomassaastromen binnen de mobiliteitssector in de toekomst houdbaar is?

## Past de transitie in de optimale benutting van de energiebronnen in Nederland en/of het buitenland?

Dit is overeenkomend met de vorige vraag en afhankelijk van de biomassaastroom die ingezet wordt. Daarbij is het ook nog van belang dat de schaarse biomassa zo hoogwaardig mogelijk wordt ingezet en de vraag is of het niet beter is om deze in te zetten bij de productie van duurzame materialen dan dit te verbranden in een verbrandingsmotor. De vraag is dus wel in welke mate biobrandstoffen optimaal zijn binnen het totale energiesysteem.

## In welke mate komt de onzekerheid van besluitvorming terug in de transitie? Is er ruimte voor innovatie en kan eventueel nog ingespeeld worden op een veranderende omgeving?

De onzekerheid zit hem in verschillende factoren. Ten eerste is er discussie over de duurzaamheid van biomassa in het algemeen, ten tweede is er een vraagteken over de inzet van verschillende biomassaastromen en het beschikbare energiepotentieel van biomassa. Daarbij speelt de 'Food-versus-Fuel'-discussie bij verschillende biomassaastromen, zoals bij mais. Als derde is er ook discussie over de optimale inzet van biomassa binnen het energiesysteem; waar wordt deze het meest hoogwaardig ingezet?

Hiermee is ook de inzet van biobrandstoffen met onzekerheid omgeven. Op de korte termijn kan het mogelijk een goede oplossing zijn omdat er dan ook nog 'geprofiteerd' kan worden van de bestaande infrastructuur, maar op de lange termijn is de rol van biobrandstoffen zeer onzeker.

# Stap 5 – Identificatie spanningsvelden





# Vier spanningsvelden maken de verduurzaming van de mobiliteitssector complex

In stap 4 zagen we dat er nog grote uitdagingen liggen rondom de verduurzaming van de mobiliteitssector. In deze stap van de analyse gaan we verder in op de spanningsvelden die er bestaan tussen de verschillende beleidsprogramma's. Daarbij focussen we ons met name op de spanningsvelden die betrekking hebben op het halen van de klimaatdoelstellingen van 2030 en 2050.

De vier spanningsvelden die we bespreken zijn:

1. De uitstoot van internationale mobiliteit; hoe te reduceren en hoe te alloceren aan landen?
2. Elektrische auto's; extra druk op het elektriciteitsnet of een middel voor ontlasting van het elektriciteitsnet?
3. Op welke energiebron gaat de zware mobiliteit voortgedreven worden?
4. Toenemende elektrificatie vergroot afhankelijkheid van kritieke materialen





# De energievraag vanuit lucht- en scheepvaart is groot, met nog veel onzekerheid over de invulling van de verduurzamingsopgave

## Emissies van internationale lucht- en scheepvaart zijn groot

Nederland is één van de knooppunten van de internationale lucht- en scheepvaart met Schiphol en de Rotterdamse haven. De energievraag, en de daaraan gerelateerde emissies, van het internationale transport is groot. Qua ordergrootte wordt in een scenariostudie van de netbeheerders uitgegaan van een energievraag van circa 180 TWh, ongeveer 1,25 keer het huidige verbruik van de totale binnenlandse mobiliteit<sup>1</sup>.

## Onzekerheid in de verdeling van de internationale emissies

Deze aantallen geeft een beeld van de ordergrootte, maar de daadwerkelijke verantwoordelijkheid over het reduceren van de internationale emissies van de lucht- en scheepvaart is nog onduidelijk. Het reduceren van internationale emissies wordt wel steeds meer onderdeel van internationale afspraken rond het tegengaan van klimaatverandering, maar het is nog weinig concreet. De verdeling van deze emissies is ook complex. Het is namelijk mogelijk om de emissies van vluchten toe te wijzen aan het land waar de maatschappij is gevestigd<sup>2</sup>. Aan de andere kant gebeurt dit ook op basis van de gebruikersbenadering, zoals nu binnen de scheepvaart gebeurt. Dat betekent dat de emissies van een schip worden toegewezen aan het land waar de lading aan boord is op het moment dat de emissies worden

uitgestoten<sup>3</sup>. Beide verdelingen kennen voor- en nadelen, waarbij er nu nog verschuivingen kunnen zijn in de opgaven op dit gebied voor Nederland.

## Belasting van internationale lucht- en scheepvaart op transitie kan groot zijn

Uit de scenariostudie van netbeheerders blijkt dat de productie van duurzame brandstoffen in geen van de scenario's toereikend is om aan de vraag te voldoen<sup>1</sup>. Dit is te verklaren door de relatief grote internationale transportsector ten opzicht van de omvang van Nederland en het bijbehorende binnenlandse duurzame potentieel. Daarnaast zijn de mogelijkheden ook beperkt voor de internationale lucht- en scheepvaart. Elektrisch vliegen wordt in de toekomst bijvoorbeeld wel mogelijk geacht voor passagiersverkeer, maar niet voor vrachtluchten (waar de vliegtuigen vaak veel zwaarder belast zijn). Hetzelfde geldt bij schepen: elektrische schepen kunnen wel een rol spelen bij de binnenvaart, maar zijn niet geschikt voor de internationale routes.

Over het geheel genomen wordt internationale lucht- en scheepvaart steeds meer onderdeel van de internationale verdragen, maar is er nog wel veel onzekerheid over de invulling van de opgave die voortkomt uit deze sector.

1) NBNL (2023). Het energiesysteem van de toekomst: de I13050-scenari'o's; Integrale energiesysteemverkenning 2030-2050 ([link](#))

2) Dit is lijn met de internationale afspraken en regelgevingen waar afspraken worden gemaakt over de verdeling van emissies, zoals het VN-klimaatverdrag en het protocol van Kyoto.

3) Deze toewijzing gebeurt op basis van internationale afspraken en regelgevingen, zoals het VN-klimaatverdrag en de MARPOL-conventie (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships).

# Elektrische auto's kunnen de druk op het elektriciteitsnet vergroten, of het juist ontlasten en een rol spelen als balanceringsoptie

## Groei van gebruik elektrische auto in Nederland zorgt voor druk op elektriciteitsnet

Er zijn, binnen alle sectoren, grote transitieën gaande in Nederland. De mobiliteitssector heeft, in tegenstelling tot andere sectoren, al meer duidelijkheid over welke transitieën (elektrificatie, groene moleculen of biobrandstoffen) een belangrijke rol gaan spelen in de toekomst. Voor wat betreft het personenvervoer wordt er in de scenariostudies van uitgegaan dat minimaal de helft elektrificeert, maar in de meeste scenario's is de elektrificatie hier dominant<sup>1</sup>. Dit komt ook terug in het Nederlandse beleid, waar elektrisch rijden wordt gestimuleerd, zoals in de recent gepubliceerde plannen van het kabinet. Hier zijn namelijk plannen opgenomen om elektrisch rijden verder te integreren in het Nederlands wagenpark, door het makkelijker en goedkoper te maken om tweedehands elektrische auto's te kopen.

De groeiende markt voor elektrische auto's is een goede ontwikkeling omdat er minder CO<sub>2</sub> uitgestoten wordt. Echter, er zijn ook zorgen over de staat van het elektriciteitsnet in Nederland. Is er op korte termijn een goede infrastructuur (voldoende laadpalen) die het brede gebruik van elektrische auto's mogelijk maakt? En belangrijk, heeft ons elektriciteitsnet genoeg capaciteit om de piekvraag, die kan ontstaan bij het opladen van elektrische auto's, op te vangen?

## Elektrische auto als flexibiliteitsoptie voor het elektriciteitsnet

Elektrische auto's hebben veelal een batterij met een groot vermogen. Bij het opladen van een elektrische auto wordt hiermee relatief veel capaciteit van het elektriciteitsnet gevraagd. Wanneer het aantal elektrische auto's groeit zal ook de belasting op het elektriciteitsnet toenemen doordat veel huishoudens vaak gelijktijdig hun auto op zullen willen laden (bijvoorbeeld rond het avondeten). Deze piekbelasting van het elektriciteitsnet kan resulteren in een overbelasting van het elektriciteitsnet (netcongestie). Deze elektrische auto's kunnen dus onderdeel zijn van het probleem, maar ook onderdeel van de oplossing! Wanneer gebruikers van elektrische auto's worden gestimuleerd om hun elektrische auto op andere momenten van de dag op te laden, wordt de piek minder groot en kunnen elektrische auto's ook een rol spelen in het opvangen van aanbodoverschotten, zoals van zonnepanelen of windparken. Op deze manier kunnen de batterijen van de elektrische auto's een rol spelen in de balancering van het elektriciteitsnet.

## Beleid nodig om technologie ontladen elektrische auto's mogelijk te maken

Hiervoor moet echter wel een systeem worden ingericht met de juiste (financiële) impulsen om een elektrische auto te laden of te ontladen op de goede momenten. De potentie is groot maar er ligt ook nog een (beleids) opgave om de goede kaders te stellen om dit elektrisch laden mogelijk te maken.

1) NBNL (2023). Het energiesysteem van de toekomst: de II3050-scenario's; Integrale energiesysteemverkenning 2030-2050 ([link](#))

2) Rijksoverheid (2023). Ontwerp meerjarenprogramma klimaatfonds 2024 ([link](#))

# De kenmerken van zware mobiliteit maken dat er nog veel onzekerheid is over de verduurzamingsroutes voor deze voertuigen

## Kenmerken zware mobiliteit maken verduurzamingsopgave hier meer diffuus

De verduurzaming van de zware mobiliteit is een complexere opgave dan de verduurzaming van het personenvervoer. Dit komt doordat zware voertuigen, zoals vrachtwagens en bussen, grote afstanden afleggen, vaak zwaar belast zijn en opereren in zware omstandigheden (zoals rijden door de modder). Om aan deze voorwaarden te voldoen wordt veel vermogen (kracht) gevraagd van de voertuigen. Dit grote benodigde vermogen is ook een belangrijke reden waarom elektrificatie minder dominant is in de scenario's voor zware mobiliteit ten opzichte van waterstof en biobrandstoffen. Technisch gezien zijn batterijen wel mogelijk, maar deze worden relatief snel leeg getrokken, waardoor er veel batterijen nodig zijn om de benodigde kracht te kunnen leveren. Deze batterijen nemen dan veel ruimte in beslag en maken het voertuig ook weer zwaarder waardoor nog meer kracht nodig is. De ontwikkeling van batterijen gaat wel snel, waardoor deze lichter en efficiënter worden. In de toekomst is daarom ook elektrificatie van de zware mobiliteit zeker een relevante optie, maar ook waterstof en biobrandstoffen zijn een belangrijke optie binnen de zware mobiliteit. Het grootste voordeel van deze energiedragers is de hoge energiedichtheid (vergelijkbaar met de huidige brandstoffen) waardoor het veel kracht kan leveren.

Een groot nadeel is echter dat er een nieuwe infrastructuur ingericht moet worden om de zware mobiliteit overal te laten tanken. Dit is wel vergelijkbaar met de huidige brandstoffen, maar de vraag is wel of dit de meest efficiënte infrastructuur is.

## Route voor verduurzaming zware mobiliteit nog onzeker

Waar de rol voor elektrificatie groot is in het personenvervoer, is er binnen de zware mobiliteit nog meer onduidelijkheid over de invulling van de toekomstige energievraag. Wordt er ingezet op elektrificatie, waterstof of biobrandstoffen? Deze vraag kan niet separaat worden beschouwd, maar hangt ook van de bredere ontwikkeling van het Nederlandse energiesysteem af. Stel dat Nederland veel waterstof gaat importeren, dan is het goed mogelijk dat waterstof ook beschikbaar is voor de zware mobiliteit en zou er geïnvesteerd kunnen worden in een infrastructuur voor de distributie van deze waterstof. Als de focus meer komt te liggen op elektrificatie en de batterijen zich snel ontwikkelen, kan ook de zware mobiliteit zich meer richten op elektrificatie.

Op dit moment is dit ook voor eigenaren van zware mobiliteit nog een onzekere fase, waarbij verschillende opties verkend worden om voorbereid te zijn op de verschillende routes die kunnen worden ingezet.

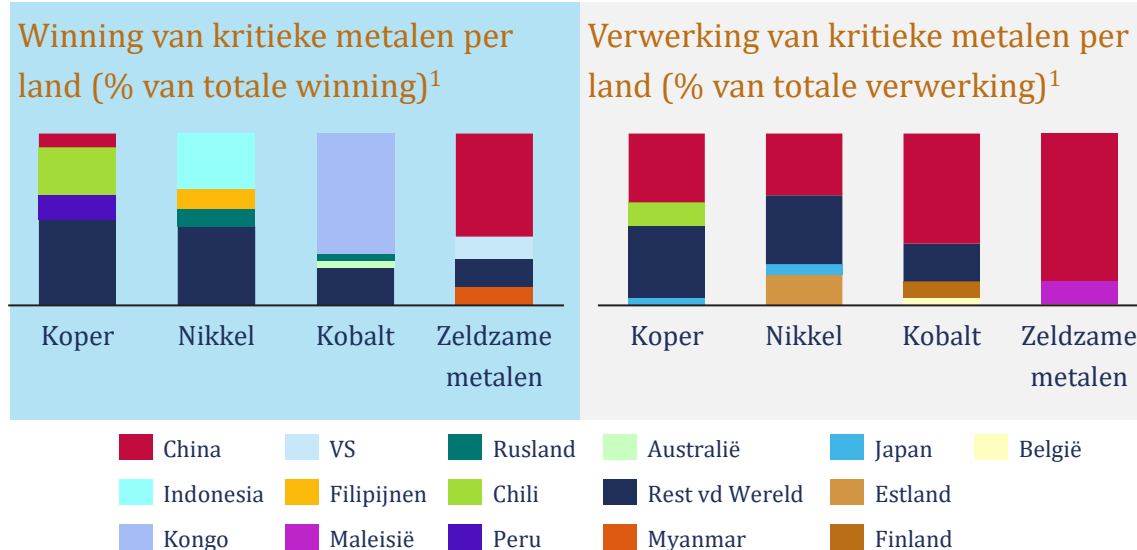
# Groeiend gebruik accu's en batterijen vergroot afhankelijkheid van kritische materialen

## Gebruik elektrische auto's afhankelijk van kritieke grondstoffen

Het opwekken van duurzame energie zorgt voor verminderde afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en de daarbij horende fossiele producenten. Echter, de duurzame technieken zoals de elektrische auto hebben (ook) een grote materiaalvraag (meer dan bijvoorbeeld het geval is bij het gebruik van gas) naar kritieke grondstoffen zoals koper, nikkel, kobalt en silicium. Kobalt wordt bijvoorbeeld veel gebruikt in elektrische auto's voor de stabiliteit, veiligheid en levensduur van de batterij. Lithium wordt voornamelijk gebruikt omdat het een hoge energiedichtheid heeft waardoor het een populaire keuze is voor het opslaan van elektriciteit.

## Groeiend gebruik kritieke grondstoffen creëert afhankelijkheid

Waar veel kritieke grondstoffen in (stabiele) landen worden gewonnen, ligt de winning van kobalt geopolitiek gezien lastiger. Ongeveer 60% van de wereldwijde kobaltproductie bevindt zich in Congo. Congo kent geen politieke stabiliteit waardoor er in tijden van bijvoorbeeld burgeroorlogen druk kan ontstaan op de wereldwijde kobaltmarkt. Andere kritieke grondstoffen zoals koper, nikkel en silicium komen vanuit verschillende hoeken van de wereld, maar worden voor het grootste deel in China verwerkt tot bruikbare halffabricaten en producten. Voor deze technologieën, nodig voor de energietransitie, zijn we dus afhankelijk van China. De winning en verwerking van kritieke materialen per die worden gebruikt voor accu's en batterijen zijn uiteengezet aan de rechterkant van deze sheet.



## Hoe gaan we dit doen richting de toekomst?

In de komende jaren zullen we alleen maar meer batterijen of accu's gaan gebruiken in onze elektrische auto's. Gelukkig zijn er veel innovaties gaande op dit gebied. Zo worden batterijen steeds efficiënter waardoor er minder materiaal nodig is. Ook worden er batterijen en accu's ontwikkeld die helemaal geen kritieke materialen zoals lithium of kobalt nodig hebben. Op de korte termijn zal er echter een afweging worden gemaakt tussen de verschillende belangen: geopolitieke afhankelijkheid, tempo van de energietransitie en de duurzaamheid/circulariteit van producten die worden gebruikt in de energietransitie (zoals batterijen).

1] The role of critical minerals in clean energy technology – IEA (2022)





**Sectoranalyse –  
Landbouw en  
landgebruik**





# De analyse van landbouw en landgebruik

## Afwijkende methodiek landbouw en landgebruik

Voor de sectoranalyse van landbouw en landgebruik hanteren wij een meer verkorte methode dan voorgaande sectoranalyses. In plaats van de vijf stappen te gebruiken, werken wij alleen stap 1 uit, waarin wij de sector introduceren en ingaan op de impact en doelstellingen van deze sector. Vervolgens kijken we naar de emissies en het energieverbruik van de sector en sluiten we af met een aantal overwegingen die betrekking hebben op het reduceren van CO<sub>2</sub> in deze sector.

### Stappenplan analyse landbouw & landgebruik

#### 1. Introductie sector

- Klimaatimpact
- Klimaatdoelstellingen
- Uitsplitsing emissies en energieverbruik
- Overige overwegingen





**Stap 1 – Introductie  
klimaattafel ‘Landbouw  
en landgebruik’**

# De uitstoot van broeikasgassen in de sector transport daalt minder dan de nationale doelstelling

## Wat zijn de doelstellingen?

De doelstelling is opgebouwd uit de broeikasgasemissies van landbouw en landgebruik, waarbij de uitstoot een combinatie is van de uitstoot van verschillende broeikasgassen. De uitstoot van broeikasgassen (in CO<sub>2</sub>-equivalenten) in 1990 was **38,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq in totaal**, verdeeld over 33,1 CO<sub>2</sub>-eq binnen de landbouw en 5,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq binnen landgebruik<sup>1</sup>. De doelstelling in het Klimaatakkoord was om de totale uitstoot te reduceren naar circa **24,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq** in 2030<sup>2</sup>. Deze doelstelling is verder aangescherpt naar een uitstoot van circa **21,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq** per jaar in 2030<sup>2</sup>. Een verhoging van de reductiedoelstelling van **3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2030**. De doelstelling voor de lange termijn is om in 2050 klimaatneutraal te zijn, wat betekent dat de broeikasgasemissies sterk gereduceerd moeten worden.

## Waar staan we nu?

In 2021 was de uitstoot van landbouw en landgebruik in totaal **31,4 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent**<sup>1</sup>. Op de volgende sheet wordt ingegaan op de uitsplitsing van deze broeikasgasemissies naar verschillende typen broeikasgassen. De huidige doelstelling van het kabinet is om in 2030 uit te komen op circa **21,2 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent**. Dit betekent dat er in de komende jaren **nog een reductie van circa 10,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq** zal moeten worden gerealiseerd om deze doelstelling te bereiken.

## Mobiele (landbouw)werktuigen

De uitstoot van broeikasgassen binnen de landbouw is exclusief de uitstoot van mobiele werktuigen. Onder mobiele werktuigen worden speciale voertuigen verstaan die voor een specifieke functie zijn verbouwd, vuilniswagens, betonmolens en tractoren<sup>3</sup>. De totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van alle mobiele werktuigen in Nederland is circa 3,3 Mton CO<sub>2</sub> in 2021, met een verwachte daling naar 3 Mton CO<sub>2</sub> in 2030<sup>1</sup>. Daarbij is er geen exacte inschatting van de uitstoot gerelateerd aan de landbouwvoertuigen, maar er is wel bekend dat deze het grootste deel van de uitstoot afkomstig is van deze voertuigen<sup>3</sup>.

|                                      | Doelstellingen: |  |
|--------------------------------------|-----------------|--|
| Totale uitstoot CO <sub>2</sub> -eq: | 1990            | Uitstoot van:<br><b>38,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar</b>         |
| Klimaatakkoord:                      | 2030            | Reductie t.o.v. 1990<br>(-14,2 Mton CO <sub>2</sub> -eq)             |
| Huidige doelstelling:                | 2030            | Reductie t.o.v. 1990<br>(-17,7 Mton CO <sub>2</sub> -eq)             |
| Huidige doelstelling:                | 2050            | <b>100%</b> reductie t.o.v. 1990<br>(-38,8 Mton CO <sub>2</sub> -eq) |

| Waar staan we nu: |   |
|-------------------|---|
| 2021              | <b>31,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar</b> |

1) Planbureau voor de Leefomgeving (2022). Klimaat- en Energieverkenning 2022 ([link](#))

2) Rijksoverheid (2022). Ontwerp beleidsprogramma Klimaat ([link](#))

3) RIVM (1996). Mobiele werktuigen in Nederland; prognoses tot 2020; Beschrijving en toepassing van het model PROMIN ([link](#))

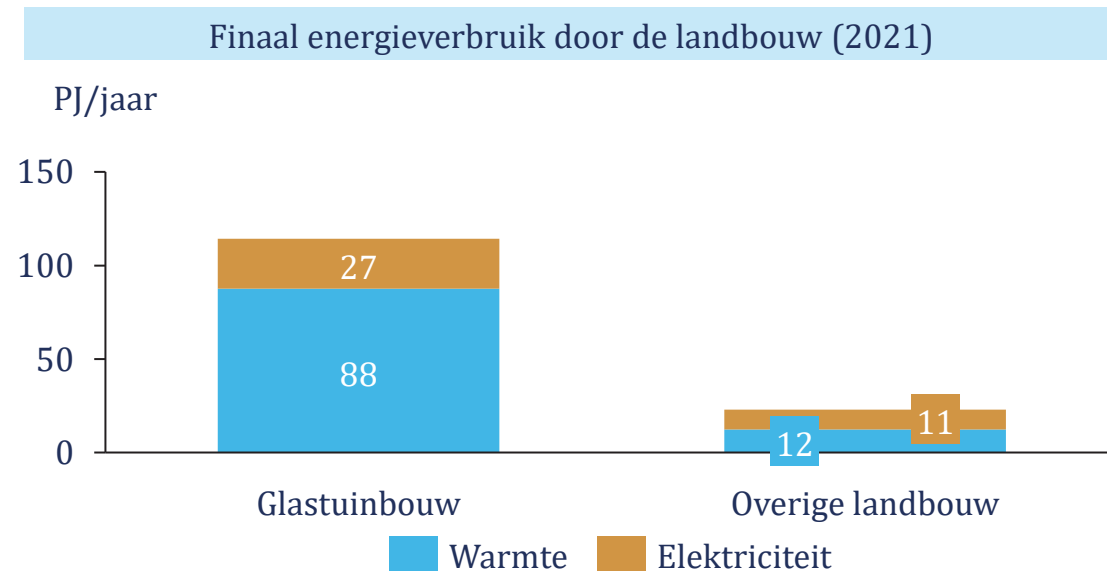
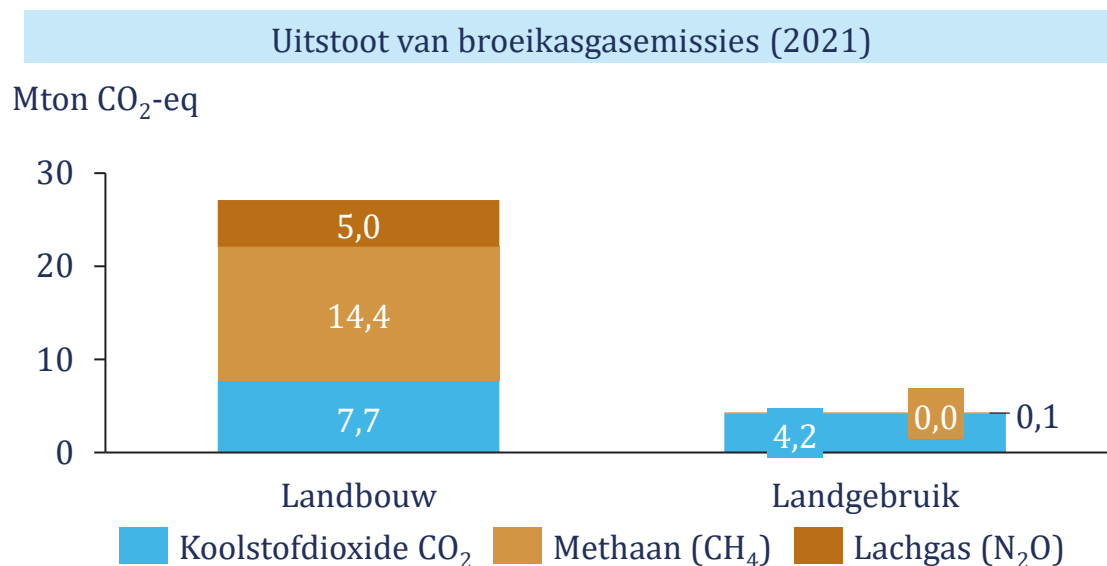


# De uitstoot bestaat uit een mix van verschillende typen broeikasgassen

Bij de verdieping in de totale emissies van landbouw en landgebruik vallen een aantal punten op<sup>1</sup>:

- De totale uitstoot van broeikasgassen in de landbouw (2021) is ongeveer vijf keer zo groot als de uitstoot bij landgebruik.
- Bij landgebruik bestaat de uitstoot van broeikasgassen nagenoeg alleen uit CO<sub>2</sub>-emissies, binnen de landbouw is dit een mix van broeikasgassen.
- De methaanemissies beslaan het grootste deel van de broeikasgassen binnen de landbouw. Deze methaanemissies zijn met name gerelateerd aan de melkveehouderij, waarbij deze het resultaat zijn van pensfermentatie en stalmest<sup>2</sup>.
- Daarna zijn de CO<sub>2</sub>-emissies het hoogst en vervolgens lachgas. Bij lachgas is ook een belangrijk gedeelte gerelateerd aan stal en mestgebruik, naast kunstmesttoediening en de veengrond, gewas en overig<sup>2</sup>.

Bij de verdeling van het energieverbruik van de landbouw valt een andere verdeling op. Hier is te zien dat de overige landbouw (veeteelt en akkerbouw) maar een klein gedeelte beslaat van het totale energieverbruik. Het overgrote deel van de energie wordt ingezet binnen de glastuinbouw, met name voor warmte.



1) Planbureau voor de Leefomgeving (2022). Klimaat- en Energieverkenning 2022 ([link](#))

2) Planbureau voor de Leefomgeving (2022). Systematiek klimaatopgave; gebiedsgerichte vertaling van klimaatdoelen voor landbouw en landgebruik ([link](#))

# Enkele overwegingen

- Anders dan binnen andere sectoren is er binnen de sector landbouw en landgebruik een grote splitsing tussen het energieverbruik van de sector en de broeikasgasemissies van de sector.
- Om de broeikasgasemissies te reduceren zal daarom ook moeten worden gekeken naar andere maatregelen dan alleen gericht op het energieverbruik. Hierbij ligt er een relatie met andere maatschappelijke opgaven, zoals de stikstofopgave.
- Bij de reductie van het energieverbruik ligt de focus op de reductie van het energieverbruik binnen de glastuinbouw. De basis voor het beleid is het programma ‘De kas als energiebron’<sup>1</sup>. Er worden nu verkenningen uitgevoerd naar vervolgttrajecten op dit programma. Daarbij wordt bijvoorbeeld gekeken naar mogelijkheden om geothermie in te zetten als warmtebron.

1) Rijksoverheid (2022). Ontwerp beleidsprogramma Klimaat ([link](#))

Berenschot



**Berenschot**

[www.berenschot.nl](http://www.berenschot.nl)

[linkedin.com/berenschot](https://www.linkedin.com/company/berenschot)

**GRONDLEGGERS VAN VOORUITGANG**