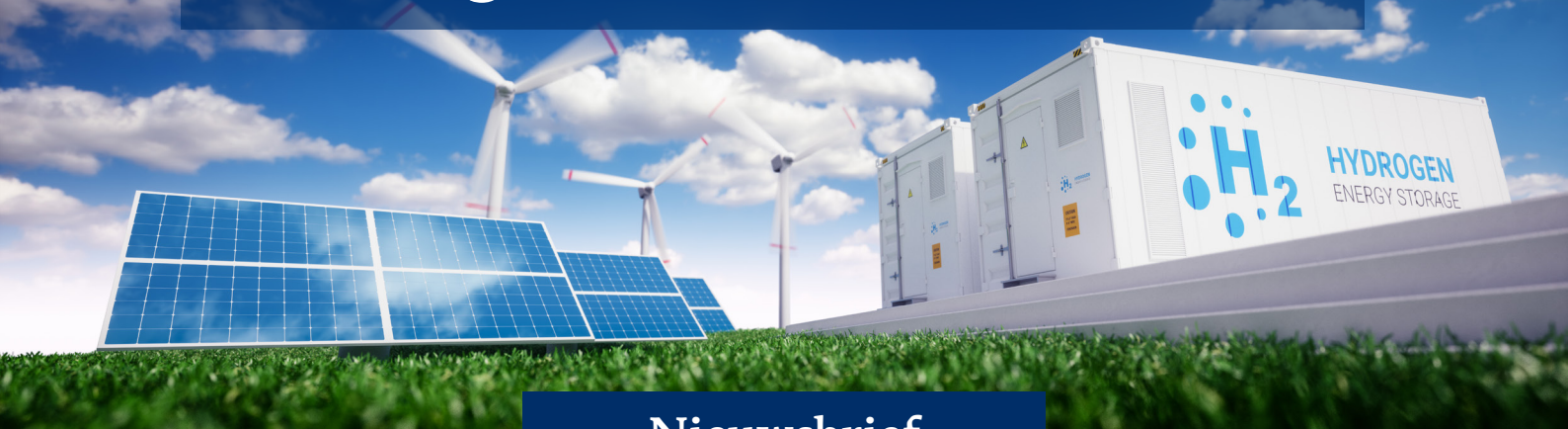


# Zeven inzichten voor de energietransitie uit 2018



## Nieuwsbrief

### Warmte en waterstof winnen terrein

Het jaar 2018 was een bewogen jaar op energiegebied. Natuurlijk vanwege het klimaatakkoord waar zovelen bij betrokken waren. Ook internationaal stond de energietransitie vol in de aandacht.

Dergelijke ontwikkelingen vragen aan het begin van het nieuwe jaar om inzichten en reflectie. Daarom verzamelde Berenschot traditiegetrouw voor u de lessen uit de energieprojecten uit 2018.

Doe uw voordeel met de volgende zeven inzichten, ook ingebracht in het klimaatakkoordproces, met als hoofdlijn daaruit dat warmte(netten) en waterstof terrein winnen in de transitiediscussies.

1. Warmte en waterstof spelen straks een sleutelrol in de energietransitie. Dit blijkt uit drie energiescenario's uitgewerkt door Berenschot: "Elektronen, Moleculen, Warmte". De laatste, met veel duurzame warmte en diverse waterstofbronnen, lijkt een sterke mix.
2. Er zijn nieuwe mogelijkheden voor de regionale energietransitie. Zo zijn er steeds meer opties voor duurzame bronnen voor warmtenetten, en ook waterstof als klimaatneutrale piekvoorziening daarin, zoals door Berenschot onderzocht.
3. Bestaande scenario's naar volledige CO<sub>2</sub>-reductie zijn erg divers, zo bleek uit een systeemstudie die Berenschot presenteerde in het Klimaatberaad. Een zorgpunt daarbij is een mogelijk toekomstig stroomtekort (winterpiek); dat vergt flexibiliteit, bijvoorbeeld door middel van hybride elektrificatie.
4. Volledige broeikasgasreductie in de chemische industrie gaat het beste met een mix van elektrificatie, biomassa, circulair, CCS, diverse soorten waterstof en slimme warmtetechnieken. Realisering vraagt om samenwerking met de energiesector en het afdekken van de onrendabele top, rekening houdend met het internationale speelveld.
5. Zonnewarmte levert veel warmte per oppervlakte. Zo is een zonneboiler met een warmtepomp per woning een prima combinatie, evenals zonnewarmte plus collectieve seizoensopslag. Ook vraagpieken in de stroomvoorziening worden minder groot.
6. Het aardgasverbruik in bestaande woningen kan snel en kosteneffectief omlaag, dat kan ook goed door de gas-cv-ketel te combineren met een duurzame bron zoals een warmtepomp (hybride) of zonneboiler.
7. Voor het klimaatakkoord is structureel ondersteunend beleid nodig: techniekneutrale subsidies voor veel van de maatregelen, fiscale maatregelen in energiebelastingen, uitrol infrastructuur (elektra, warmte, waterstof en CO<sub>2</sub>) en vermijding van hoge lasten voor de eindverbruiker. Zonder goed ondersteunend beleid zijn de doelen moeilijk haalbaar.

## Nadere uiteenzetting van de zeven inzichten met links naar downloads

Warmte en waterstof spelen straks een sleutelrol in de energietransitie. Dit blijkt uit drie energiescenario's uitgewerkt door Berenschot: "Elektronen, Moleculen, Warmte". De laatste, met veel duurzame warmte en diverse waterstofbronnen, lijkt een sterke mix.

Om de klimaatdiscussie te faciliteren, heeft Berenschot drie verschillende scenario's opgesteld en doorgerekend: een elektronenscenario, een molecuulenscenario en een warmtescenario. In alle drie de transitiepaden wordt de CO<sub>2</sub>-emissie in 2050 teruggebracht naar vrijwel nul. De scenario's sluiten elkaar niet uit en zijn goed te combineren, want ze hebben een gelijksoortige infrastructuur.

Het molecuulenscenario richt zich, naast een flink aandeel duurzame stroom, op CO<sub>2</sub>-reductie door de inzet van 'blauwe' waterstof, gemaakt uit aardgas (LNG of hoogcalorisch) dat wordt 'ontkoold', waarbij CO<sub>2</sub> onder de Noordzee wordt opgeslagen in oude gasvelden. Deze blauwe waterstof kan al op korte termijn worden ingezet voor de CO<sub>2</sub>-vrije industrie en elektriciteitscentrales. Verder is er in dit scenario veel hybride elektrificatie op CO<sub>2</sub>-vrije stroom en groen gas.

In het elektronenscenario wordt de CO<sub>2</sub>-reductie vooral bereikt door zeer grootschalige duurzame elektriciteitsopwek uit zon en wind. De waterstof in dit scenario komt pas op langere termijn, uit elektrolyse van zonne- en windstroom. Ook deze 'groene' waterstof wordt ingezet voor de CO<sub>2</sub>-vrije industrie en elektriciteitscentrales. Verder is er een sterke elektrificatie, overall all-electric.

Het warmtescenario zet sterk in op duurzame warmte door middel van geothermie, zonnewarmte, industriële restwarmte en warmtepompen. Ruim 40% van de woningen gaat over op een warmtenet, vooral hoogbouw en moeilijk isoleerbare woningen, die zo kosteneffectief worden verduurzaamd zonder dure bouwkundige aanpassingen. De rest van de bestaande bouw gaat over op een mix van hybride en all-electric warmtepompen op CO<sub>2</sub>-vrije stroom en groen gas, aangevuld met zonneboilers. In de industrie wordt sterk ingezet op interne restwarmtebenutting, cascadering, stoomrecompressie en hybride elektrificatie.

Doordat het warmtescenario al veel CO<sub>2</sub> reduceert op warmtegebied, is er minder elektrificatie nodig en ook minder waterstof. Deze waterstof bestaat uit een mix van opties: blauwe waterstof (uit aardgas+CCS, vrij snel), groene waterstof (elektrolyse van groene stroom, later) en importwaterstof.

Voor de kwantificering van de scenario's combineerde Berenschot het openbaar beschikbare Energie Transitie Model (ETM) met eigen modellen. Daarmee zijn de totale kosten van de energievoorziening (nu: circa € 26 miljard per jaar) geraamd voor 2050 en met 95% CO<sub>2</sub>-reductie:

- Elektronenscenario: € 45 miljard per jaar (waarbij nog niet alle extra energie-infrastructurekosten zijn meegenomen), waarmee we vrij zijn van fossiele brandstoffen.
- Molecuulenscenario: € 31 miljard per jaar; dit scenario gebruikt nog (een gereduceerde hoeveelheid) fossiele brandstoffen, maar wel CO<sub>2</sub>-vrij.
- Warmtescenario: € 38 miljard per jaar, met in verhouding een sterke reductie van het gasverbruik, dus bijna fossielvrij en helemaal CO<sub>2</sub>-vrij.

### Zie ook:

- <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/april/elektronen-moleculen-transitie/>
- <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/september/nieuw-warmtescenario/>

Er zijn nieuwe mogelijkheden voor de regionale energietransitie. Zo zijn er steeds meer opties voor duurzame bronnen voor warmtenetten, en ook waterstof als klimaatneutrale piekvoorziening daarin, zoals door Berenschot onderzocht.

Gemeenten, provincies en regio's staan voor grote uitdagingen in de energietransitie en moeten daarvoor de komende jaren plannen maken. Daarbij zijn er meer mogelijkheden dan gedacht, zoals we vanuit Berenschot presenteerden in een workshop op het Nationale Warmtecongres.

Warmtenetten passen goed bij verduurzaming van oudere woningen en gestapelde bouw. Bijvoorbeeld voor binnensteden en bestaande flats waar isolatie van panden moeizaam en kostbaar is, wat een all-electric oplossing moeilijk inpasbaar maakt. Perspectief ligt in het in samenwerking met stakeholders verder onderzoeken van mogelijke praktijkcases. Daarbij zijn er verschillende warmtebronnen denkbaar. In het warmtescenario (zie 1.) wordt gerekend met geothermie en industriële restwarmte als warmtebronnen, maar er zijn ook andere bronnen denkbaar, zoals zonnewarmte met seizoensopslag, rioolwarmte en warmte uit oppervlaktewater en restwarmte van datacenters. Restwarmte vraagt wel investeringen maar spaart ook kosten, want er is landelijk minder elektrificatie nodig, minder netverzwaren en minder piekcentrales.

Voor de realisering is het van belang om steeds op lokaal niveau de juiste stakeholders bij de plannen te betrekken. Berenschot adviseert ook bij dit soort lokale en regionale besluitvormingsprocessen.

Een nieuwe mogelijkheid daarbij is de toepassing van waterstof voor volledig CO<sub>2</sub>-neutrale warmtenetten. Dat geldt voor warmtenetten dicht bij de huidige industriële waterstofleidingen, uitgaande van invoeding met blauwe waterstof als hoofdbron: dat is nu al rendabel. Ook gebruik van groene waterstof (gemaakt met wind- of zonnestroom) wordt vanaf 2030 rendabel als piekvoorziening naast de hoofdbron (restwarmte, geothermie of anderszins).

#### **Zie ook:**

- <https://www.berenschot.nl/actueel/evenementenagenda/ronde-tafel-sessie-kansen/>
- <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/oktober/co2-neutrale-warmtenetten/>
- <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/november/410-kton-co2-besparing/>
- <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/maart/datacenters-restwarmte/>

Bestaande scenario's naar volledige CO<sub>2</sub>-reductie zijn erg divers, zo bleek uit een systeemstudie die Berenschot presenteerde in het Klimaatberaad. Een zorgpunt daarbij is een mogelijk toekomstig stroomtekort (winterpiek); dat vergt flexibiliteit, bijvoorbeeld door middel van hybride elektrificatie.

Voor het overlegproces van de klimaattafels heeft Berenschot in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat onderzoek gedaan naar de systeemvraagstukken in het energiesysteem tot 2030 en 2050. Dit bevatte onder meer een analyse van diverse toekomstverkenningen voor 2030 en 2050, opgesteld door verschillende organisaties. Naast gemeenschappelijke elementen, zoals meer elektrificatie en meer duurzame bronnen, zijn er grote verschillen in uitgangspunten. Zo zijn er verkenningen die importbiomassa of schoon fossiel (met CCS) meenemen, of verkenningen die juist uitgaan van nog meer zonne- en windenergie, met back-up van waterstof hieruit. Dit leidt tot zeer uiteenlopende schattingen van het benodigde elektriciteitsproductiepark, wat in alle gevallen toeneemt ten opzichte van nu, maar de mate waarin is sterk afhankelijk van het scenario.

In het rapport simuleert Berenschot de stroomvoorziening in 2030 en 2050. Hieruit blijkt dat er reeds in 2030 tekorten aan elektriciteitsproductie kunnen ontstaan, met een flinke behoefte aan flexibiliteit. Als dat kortstondig is (enkele uren tot een dag) kunnen de pieken in elektriciteitsvraag worden opgevangen met binnenlandse centrales en flexibele vraag. Voor tekorten van een week of langer lukt dat niet meer en worden we afhankelijk van stroomimport uit het buitenland. Dat kan zich voordoen bij winterse koudeperiodes met windstil weer, waarbij grote elektriciteitsvraag optreedt door warmtepompen, maar onvoldoende aanbod van duurzame bronnen. Omdat dergelijke tekorten dan ook in het buitenland kunnen ontstaan, adviseert Berenschot hierover op internationaal niveau te overleggen. In simulaties voor 2050 worden de potentiële tekorten nog groter.

Stroomtekorten kunnen vermeden worden door structurele maatregelen, zoals hybride elektrificatie, zodat men in tekortsituaties terug kan vallen op (groen) gas, of door de warmtevraag te verduurzamen met andere (niet-elektrificatie) opties, zoals warmtenetten en warmteopslag.

Zie de download op <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/juni/systeemvraagstukken-energie/>

Volledige broeikasgasreductie in de chemische industrie gaat het beste met een mix van elektrificatie, inzet van biomassa, circulair, CCS, diverse soorten waterstof en slimme warmtetechnieken. Realisering vraagt om samenwerking met de energiesector en het afdekken van de onrendabele top, rekening houdend met het internationale speelveld.

Het is technisch haalbaar om de uitstoot van broeikasgassen in de Nederlandse chemische industrie in 2050 met 80-95% te verminderen, door gerichte innovatie en een pakket investeringen zowel in de chemie als in de energiesector. Goede samenwerking met de overheid is hierbij belangrijk, voor het bereiken van een goed internationaal speelveld en steun voor de maatregelen. Dit zijn enkele conclusies uit de Routekaart 2050 'Chemistry for Climate', opgesteld door Ecofys en Berenschot voor de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). Op basis van de analyse zijn aanbevelingen opgesteld voor de realisatie van dit potentieel.

De routekaart analyseert mogelijke routes en bijbehorende voorwaarden. Met medeneming van alle technische mogelijkheden en met brede input van de chemiesector zelf is gekeken naar verschillende routes, uitmondend in een integraal beeld met een mix van maatregelen. Daarbij is niet alleen het energieverbruik en gerelateerde CO<sub>2</sub>-uitstoot bestudeerd, maar ook het terugdringen van het gebruik van grondstoffen en daaraan gerelateerde emissies.

De benodigde investeringen hiervoor zijn in het rapport onder andere becijferd op basis van analyses aan de hand van een eerdere roadmap en de meest recente literatuur. De benodigde investeringen in de ontwikkeling van de energie-infrastructuur zijn geraamd mede aan de hand van scenariomodellen. Dit omvat onder andere het realiseren van voldoende hernieuwbare energie en ontwikkeling op thema's als waterstof, elektrificatie, CCS, recycling en bioraffinage. De totale vereiste investering bedraagt naar verwachting ongeveer € 63 miljard, waarvan circa € 26 miljard wordt geïnvesteerd in de chemische industrie en rond de € 37 miljard in het energiesysteem.

Zie de download op <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/maart/routekaart-chemische-industrie/>

Zonnewarmte levert veel warmte per oppervlakte. Zo is een zonneboiler met een warmtepomp per woning een prima combinatie, evenals zonnewarmte plus collectieve seizoensopslag. Ook vraagpieken in de stroomvoorziening worden minder groot.

Zonnewarmte levert veel energie per vierkante meter, bespaart veel CO<sub>2</sub>, is flexibel inzetbaar door de opslagmogelijkheden en uitstekend toepasbaar in huis en voor warmtenetten. Berenschot onderzocht een aantal aspecten hiervan voor het position paper zonnewarmte, opgesteld in opdracht van Holland Solar.

In individuele woningen is een zonneboiler een prima aanvulling op een all-electric warmtepomp. Zo wordt namelijk de warmtepomp ontlast en draait het hele huissysteem op nog hogere rendementen. De warmte kan worden opgewekt met een thermisch zonnepaneel of zelfs met een gecombineerd zonnepaneel dat zowel warmte als elektriciteit opwekt (PVT: fotovoltaiisch-thermisch). Zonnewarmte kan ook een bron zijn voor warmtenetten, bijvoorbeeld op plekken waar het toepassen van geothermie en restwarmte niet mogelijk of ontoereikend is. Hierbij valt te denken aan glastuinbouwlocaties en warmtevraag in bedrijvenparken en in de gebouwde omgeving.

Ook de kosten zijn relatief laag, zeker bekeken over het gehele energiesysteem. In alle mogelijkheden die Berenschot heeft onderzocht, zijn bij de combinatie van zonnewarmte met andere warmtebronnen de jaarlijkse kosten (aanschaffings-, financierings- en energiekosten) gelijk of lager dan in het scenario zonder zonnewarmte, terwijl er in elk van de scenario's meer energie, dus meer CO<sub>2</sub>, bespaard wordt. Zonnewarmte kan in combinatie met seizoensopslag ook fungeren als flexibel inzetbare warmtebron, zowel centraal als decentraal. Door de seizoensopslag worden elders kosten bespaard, want er is minder elektrificatie nodig, dus minder netverzwaring en minder piekcentrales.

Zie download op <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/november/zonnewarmte-energietransitie/>

Het aardgasverbruik in bestaande woningen kan snel en kosteneffectief omlaag, dat kan ook goed door de gas-cv-ketel te combineren met een duurzame bron zoals een warmtepomp (hybride) of zonneboiler.

Om het klimaatverdrag van Parijs te kunnen realiseren en de aardgaswinning in Groningen te verlagen, moet Nederland het aardgasverbruik tussen nu en 2030 fors terugdringen. Vrijwel alle gebouwen en woningen worden nu nog verwarmd op Gronings gas. Om dit te verminderen, zijn hogere rendementseisen voor verwarmingsinstallaties nodig. Samen met een brede klimaatcoalitie pleitte Berenschot ervoor om bij de reguliere vervanging van cv-ketels over te gaan op hoger renderende warmteopwekking: hybride oplossingen waarbij een cv-ketel gecombineerd wordt met een warmtepomp of zonneboiler, elektrische warmtepompen of andere duurzame alternatieven. In het samen met een brede klimaatcoalitie aan politici aangeboden manifest wordt voorgesteld om een rendementseis in te voeren voor nieuw te installeren verwarmingsinstallaties in gebouwen. Het invoeren van een dergelijke rendementseis per 2021 kan in 2030 resulteren in een jaarlijkse CO<sub>2</sub>-besparing van 17 Megaton en reductie van het aardgasverbruik van 13 miljard kubieke meter.

Belangrijk daarbij is dat de toepassing van hybride warmtepompen relatief eenvoudig is en een beperkte investering vergt. Dit is een tandem van een warmtepomp die continu warmte kan leveren, met een cv-ketel die alleen nog nodig is om piekbelasting op te vangen, zoals voor douchewater en bij strenge vorst. Daarmee kan het gasverbruik meteen omlaag met 30% tot 70%. Dat geeft een sterke CO<sub>2</sub>-reductie, haalbaar voor heel veel Nederlanders, met een relatief beperkte investering.

#### Zie ook:

- <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/maart/manifest-klimaatcoalitie/>
- <https://www.berenschot.nl/actueel/2017/november/verduurzaming-gebouwdeomgeving/>

#### Berenschot Groep B.V.

Europalaan 40, 3526 KS Utrecht  
Postbus 8039, 3503 RA Utrecht  
030 2 916 916  
[www.berenschot.nl](http://www.berenschot.nl)  
[in](https://www.linkedin.com/company/berenschot) /berenschot

Voor het klimaatakkoord is structureel ondersteunend beleid nodig: techniekneutrale subsidies voor veel van de maatregelen, fiscale maatregelen in energiebelastingen, uitrol infrastructuur (elektra, warmte, waterstof en CO<sub>2</sub>) en vermijding van hoge lasten voor de eindverbruiker. Zonder goed ondersteunend beleid zijn de doelen moeilijk haalbaar.

De klimaatdoelen zijn niet alleen technisch maar ook beleidsmatig haalbaar. Deze 'verbouwing' van ons land vraagt wel tevens om een verbouwing van ons beleid: de spelregels in de markt via belastingen, subsidies en normeringen moeten fors worden aangepast. Dat blijkt uit onderzoek van Berenschot, CE-Delft en Kalavasta in opdracht van de NVDE. De bureaus geven in dit rapport aan hoe de technische keuzes aan de klimaattafels moeten leiden tot aanpassingen van de instrumenten die de overheid hanteert om het klimaatakkoord te effectueren in onze samenleving. Verder is het belangrijk dat een samenleving die 49% minder broeikasgassen uitstoot in 2030, niet duurder uit hoeft te zijn dan een samenleving die doorgaat met fossiele brandstoffen.

Voor het behalen van het doel van 49% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 moet *nieuw beleidsinstrumentarium* worden ontwikkeld: het bestaande beleid stuurt maar beperkt op emissiereductie. Dit kost tijd en kan pas vanaf 2025 werken. Het gaat dan vooral om CO<sub>2</sub>-normering en CO<sub>2</sub>-heffing van energiedragers.

Tot 2025 moeten we *bestaand versnellend instrumentarium* inzetten. Hierbij wordt gepleit voor verhoging van de belasting op aardgas en een verlaging van de belasting op elektriciteit en voor een tender voor CO<sub>2</sub>-uitstootreductie in de industrie die voor de helft wordt gevuld met publiek geld en voor de helft met een eigen bijdrage door de industrie.

Ook zijn *aangepaste en nieuwe infrastructuren* nodig. Elektriciteitsnetten moeten verzaaid en uitgebreid worden. Warmte-, waterstof- en CCS-netten moeten worden aangelegd en het gasnet moet op sommige plekken worden aangepast of verwijderd. Hiertoe moet de overheid faciliterend instrumentarium inzetten en vanwege de doorlooptijd van het aanleggen van infrastructuren zal de overheid hierover zeer snel duidelijkheid moeten geven over de rollen die partijen daarbij spelen.

De aanpassingen aan onze belastingen zullen dusdanig zijn dat er ook vangnet-instrumentarium moet worden ingezet om burgers die de extra lasten niet kunnen dragen en bedrijven die hun concurrentiepositie verliezen te ondersteunen.

Ten slotte is de kans aanwezig dat onze samenleving ondanks de goede intenties het CO<sub>2</sub>-emissiereductiedoel toch niet haalt. Daarom wordt ook een zekeringsinstrument voorgesteld.

Zie <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/december/beleidsinstrumenten-klimaat/>