

ENERGIETRANSITIE EN LEEFOMGEVING: KENNISNOTITIE

DECEMBER 2017



Raad voor de leefomgeving en infrastructuur

De raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli) is het strategische adviescollege voor regering en parlement op het brede domein van duurzame ontwikkeling van de leefomgeving en infrastructuur. De raad is onafhankelijk en adviseert gevraagd en ongevraagd over langetermijnvraagstukken. Met een integrale benadering en advisering op strategisch niveau wil de raad bijdragen aan de verdieping en verbreding van het politiek en maatschappelijk debat en aan de kwaliteit van de besluitvorming.

Samenstelling Rli

Ir. J.J. (Jan Jaap) de Graeff, voorzitter
Ir. M. (Marjolein) Demmers MBA
Prof. dr. P. (Pieter) Hooimeijer
Prof. mr. N.S.J. (Niels) Koeman
Drs. J. (Jeroen) Kok
Ir. A.G. (Annemieke) Nijhof MBA
Drs. E. (Ellen) Peper
Drs. K.J. (Krijn) Poppe
Dr. J.C. (Co) Verdaas

Junior-raadsleden

S.P. (Sybren) Bosch MSc
M.W.B. (Mart) Lubben
I.Y.R. (Ingrid) Odegard MSc

Algemeen secretaris

Dr. R. (Ron) Hillebrand

Raad voor de leefomgeving en infrastructuur

Bezuidenhoutseweg 30
Postbus 20906
2500 EX Den Haag
info@rli.nl
www.rli.nl



INHOUD

1	INLEIDING	4	5	GEBOUWDE OMGEVING	30
2	CONTEXT	6	5.1	Beleidsopgave en maatregelen	30
2.1	Klimaatakkoord van Parijs	6	5.2	Technische mogelijkheden	32
2.2	Uitgangssituatie in Nederland	9	5.3	Toekomstscenario's	33
2.3	Nederlandse doelen en ambities voor lange en korte termijn	11	5.4	Actuele vraagstukken	34
3	GOVERNANCE	15	LITERATUUR		38
3.1	Centrale elementen in governance van energietransitie	15	BIJLAGE		
3.2	Consistent en betrouwbaar langetermijnbeleid	15	Totstandkoming advies		41
3.3	Gezamenlijke verantwoordelijkheid van overheid en maatschappij	18			
3.4	Samenspel tussen centrale en decentrale overheden	19			
4	RUIMTE	21			
4.1	Ruimtebeslag van duurzame energie	21			
4.2	Consequenties voor landschap: inpassing of herordening	24			
4.3	Ruimtelijk beleid rond energietransitie	26			



1 INLEIDING

In 2015 publiceerde de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli) het advies *Rijk zonder CO₂* (Rli, 2015). In dit advies stelden wij voor om de overgang naar een CO₂-arme energievoorziening in 2050 (de 'energietransitie') af te stemmen op de diverse maatschappelijke behoeften waarin energie moet voorzien. Wij maakten in dit verband onderscheid tussen vier 'energiefunctionaliteiten' oftewel behoeftecategorieën.

De vier energiefunctionaliteiten zijn: (a) energie voor lage temperatuurwarmte in gebouwen voor verwarming en warm water; (b) energie voor hoge temperatuurwarmte voor industriële productie; (c) energie voor transport en mobiliteit en (d) energie voor de werking van verlichting en elektrische apparaten.

Wij wezen erop dat voor elk van deze behoeftecategorieën verschillende transities nodig zijn, omdat de benodigde innovaties niet voor iedere energiebehoefte hetzelfde zijn, omdat de afhankelijkheid van het buitenland niet in elk geval even groot is en omdat ook het aantal en soort partijen dat bij de transitie een rol speelt, per energiebehoefte varieert.

De inzichten uit dit Rli-advies vormden een belangrijke bouwsteen voor de in 2016 verschenen *Nationale Energieagenda* van het Ministerie van

Economische Zaken (EZ). Deze agenda schetst het einddoel dat in 2050 moet worden behaald (een drastische beperking van de CO₂-uitstoot naar bijna 0) en de route daarnaartoe.

Sindsdien krijgt de energietransitie op tal van plekken stap voor stap gestalte door middel van investeringen, pilots, experimenten en acties. In eerste instantie wordt gewerkt aan de uitvoering van het Energieakkoord voor duurzame groei,¹ dat loopt tot 2023. Het nieuwe kabinet staat voor de opgave om samen met alle betrokken partijen de benodigde stappen nader te bepalen en uit te voeren.

De Rli wil het nieuwe kabinet graag ondersteunen bij het verder brengen van de energietransitie. Daarom hebben wij gedurende de zomer van 2017, in afwachting van het nieuwe regeerakkoord,² de laatste stand van denken en doen geïnventariseerd rond een aantal onderwerpen die relevant zijn voor de energietransitie.³ De gekozen onderwerpen dekken slechts een deel af van de vele thema's die spelen bij de energie- en klimaattransitie in Nederland. Het gaat om de volgende vier onderwerpen:

1. *Context:* De energietransitie in Nederland hangt sterk samen met wat er elders in de wereld gebeurt. We geven een overzicht van de mondiale doelen uit het Parijsakkoord, hoe daar in verschillende delen van de wereld mee wordt omgegaan, welke vertaling daarvan naar de

- ¹ Het Energieakkoord voor duurzame groei, kortweg het Energieakkoord, is een overeenkomst uit 2013 tussen de overheid en ruim veertig organisaties over energiebesparing, duurzame energie en klimaatmaatregelen.
- ² De tekst van deze publicatie stamt van vóór het regeerakkoord Vertrouwen in de toekomst van het derde kabinet-Rutte.
- ³ De keuze voor deze onderwerpen is onder meer gemaakt op basis van gesprekken met de Ministeries van EZ en van Infrastructuur en Milieu, in het kader van de voorbereiding van het werkprogramma van de Rli.



Nederlandse context is gemaakt en hoe ver we nu zijn met het realiseren van de nationale doelen.

2. *Governance*: De energietransitie vraagt om een nauw samenspel van een groot aantal partijen. We bespreken hoe de energietransitie in Nederland is georganiseerd en welke keuzes in dat verband aan de orde zijn. Daarbij gaan we vooral in op de rolverdeling tussen overheid en maatschappij en tussen Rijk en regio.
3. *Ruimte*: De energietransitie heeft ook ruimtelijke consequenties. We gaan in op de vraag hoe energietransitie en ruimtelijke ontwikkeling zich tot elkaar verhouden en welke keuzes daarin te maken zijn. De rolverdeling tussen overheid en samenleving en tussen Rijk en regio is hierbij een factor van belang.
4. *Gebouwde omgeving*: We bespreken tot slot de specifieke ruimtelijke vraagstukken rond de energietransitie die zich zullen voordoen in de gebouwde omgeving. De verhouding tussen overheden en samenleving en de verdeling van lusten en lasten zijn kwesties die hierbij aan de orde komen.

Anders dan de meeste Rli-publicaties is dit geen adviesrapport, maar een kennisnotitie. De notitie zich laat lezen als een bloemlezing uit onderzoeken en beleidsrapporten op een aantal thema's binnen de energietransitie die relevant zijn met het oog op de leefomgeving.

Wij hopen dat deze notitie inzicht biedt in de omvang en complexiteit van de opgave waarvoor we gezamenlijk staan in de overgangsfase naar het gebruik van schone energie, in de uiteenlopende dilemma's en

vraagstukken die hierbij opdoemen en in de keuzes die in antwoord daarop kunnen worden gemaakt.



2 CONTEXT

2.1 Klimaatakkoord van Parijs

Op 22 april 2016 tekende staatssecretaris Dijkema van Infrastructuur en Milieu in New York namens Nederland het klimaatakkoord van Parijs. Samen met bijna tweehonderd andere landen committeerde Nederland zich daarmee officieel aan de eerder in Parijs overeengekomen doelstelling om de temperatuurstijging op aarde te beperken tot maximaal 2°C. Om dat doel te realiseren moet de wereldwijde uitstoot van CO₂ drastisch worden teruggebracht. Begin oktober 2016 ratificeerde het Europees Parlement het akkoord, waarna het op 4 november 2016 in werking trad.

Het klimaatakkoord heeft tot doel de uitstoot van broeikasgassen zo snel mogelijk terug te dringen. In 2050 moet er een evenwicht zijn bereikt tussen alle uitstoot van broeikasgassen en het vermogen van de natuur om ze te absorberen. Hiermee moet de opwarming van de aarde in het jaar 2100 beperkt blijven tot maximaal 2°C vergeleken met het niveau van vóór de opkomst van de industrie. Gestreefd wordt naar een nog beperktere temperatuurstijging van 1,5°C. Om de voortgang te volgen wordt het klimaatbeleid van alle deelnemende landen om de vijf jaar geëvalueerd, voor het eerst in 2023. Daarnaast is vastgelegd dat rijke landen ontwikkelingslanden

moeten helpen om hun uitstoot te verminderen; zij moeten hier elk jaar € 91 miljard voor beschikbaar stellen.⁴

Het akkoord van Parijs vormt de basis voor het klimaatbeleid van de Europese Unie (EU). De EU zet voor 2050 in op een beperking van de uitstoot van broeikasgassen met 80 tot 95% ten opzichte van 1990. Dit is ook het politiek vastgelegde doel voor Nederland.

De euforie over het akkoord van Parijs was wereldwijd aanvankelijk groot. Maar sinds de ondertekening ervan is er veel veranderd. Amerika, een van de belangrijkste partners in het verdrag en een van de grootste veroorzakers van CO₂-uitstoot ter wereld, heeft zich na de verkiezing van president Trump uit het akkoord teruggetrokken. Tegelijkertijd is de eenheid binnen de EU op de proef gesteld door het aangekondigde vertrek van het Verenigd Koninkrijk uit de Unie. Deze ontwikkelingen illustreren de onbestendige en instabiele context waarbinnen de mondiale klimaatdoelen moeten worden behaald.

De uitvoering van de afspraken verloopt vooralsnog ook niet overal even voortvarend. In alle deelnemende landen wordt weliswaar gewerkt aan het realiseren van een schonere energievoorziening, maar het tempo waarin en de manier waarop lopen erg uiteen. Landen kunnen vooralsnog hun klimaatplannen op hun eigen sociaal-economische omstandigheden enten en aanpassen.⁵

⁴ Zie https://www.europa-nu.nl/id/vjmhg41ub7pp/klimaatconferentie_parijs_2015_cop21

⁵ Zie <https://fd.nl/economie-politiek/1204354/wat-als-donald-trump-het-klimaatakkoord-opzegt>



China

Het land met de grootste CO₂-uitstoot is China. Met een bevolking van ruim 1,3 miljard mensen en een economische groei van circa 7% per jaar is China goed voor 30% van de mondiale CO₂-uitstoot.

Hoewel China de grootste energieverbruiker ter wereld is, ligt het energieverbruik per inwoner in China en andere opkomende economieën nog altijd fors lager dan in de EU en de Verenigde Staten (Schotten et al., 2016).

Van de in China opgewekte elektriciteit is 69% afkomstig van kolen-centrales. Maar China is hard bezig om dat te veranderen. Het land was in 2015 verantwoordelijk voor ruim een derde van de wereldwijde investeringen in hernieuwbare energie. En eerder kondigde de Chinese regering aan dat zij tot 2020 360 miljard dollar zal steken in de ontwikkeling van technologie voor schone energieopwekking.⁶ Dankzij de investeringen nemen duurzame alternatieven zoals zonne-, wind- en waterkrachtenergie een grote vlucht in China.

⁶ Zie <https://www.reuters.com/article/us-china-energy-renewables/china-to-plow-361-billion-into-renewable-fuel-by-2020-idUSKBN14P06P>

Twée derde van alle zonnepanelen in de wereld komt uit China. Het land herbergt een derde van alle windenergie-installaties ter wereld en meer dan een kwart van de waterkrachtinstallaties. Deze getallen zijn veelbelovend; tegelijkertijd is de opgave ook enorm. Zelfs met alle geplande investeringen zal in 2020 pas 15% van de binnen China gebruikte energie duurzaam zijn opgewekt.

China is goed op weg om de klimaatdoelen die het zichzelf heeft gesteld voor 2030, te halen. Het land heeft beloofd dat de uitstoot van broeikasgassen na dat jaar zal afnemen en dat 20% van de stroom dan uit duurzame bronnen afkomstig zal zijn.⁷

Verenigde Staten

De Verenigde Staten (VS) zijn goed voor 15% van de mondiale CO₂-uitstoot. President Trump heeft in 2017 een streep gezet door de belofte van zijn voorganger Obama om tegen 2025 de uitstoot met 26 à 28% te verlagen ten opzichte van het niveau in 2005. Het is nog niet duidelijk wat het Amerikaanse besluit om uit het akkoord van Parijs te stappen betekent voor de bijdrage van de VS aan de mondiale energietransitie en de consistentie van het Amerikaanse klimaatbeleid. Onderzoeksbureau Luxresearch berekende dat de VS over acht jaar 16% meer CO₂ zullen hebben uitgestoten dan wanneer Hillary Clinton tot president zou zijn gekozen.⁸ Het Rocky

⁷ Zie <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-greenhouse-gas-mitigation-scenarios-for-major-emitting-countries-2569.pdf>

⁸ Zie <https://www.theguardian.com/environment/2016/nov/09/us-election-result-throws-paris-climate-deal-into-uncertainty>



Mountain Institute denkt daarentegen dat de energietransitie in de VS ondanks Trump zal versnellen, doordat de innovatie in duurzame elektriciteit, de mobiliteitsrevolutie en de ontwikkelingen op het gebied van ICT niet meer te stoppen zijn.⁹

Buurlanden¹⁰

Ook in de buurlanden van Nederland is de energietransitie een belangrijk maatschappelijk en politiek onderwerp. Hoewel de EU-doelen voor 2020 en het streven naar een CO₂-arme energievoorziening in 2050 voor alle EU-landen het uitgangspunt vormen, verschilt de aanpak per lidstaat.

- *Duitsland* heeft zich voor 2050 ten doel gesteld dat de CO₂-uitstoot 80 tot 95% lager is dan in 1990 en dat het aandeel duurzame energie 60% van het totale energieverbruik bedraagt (en 80% van het stroomverbruik). Daarnaast is het Duitse beleid erop gericht dat in 2040 het verbruik van energie uit fossiele brandstoffen 50% lager is dan in 2008. Onder de noemer 'Energiewende' voert het land al 25 jaar een actief stimuleringsbeleid voor hernieuwbare energie.

De maatschappelijke weerstand tegen kernenergie is in Duitsland een belangrijke reden voor de grote maatschappelijke acceptatie van duurzame energie. Burgerparticipatie en zeggenschap over de eigen energievoorziening zijn kenmerken van het Duitse beleid.

⁹ Zie <https://www.rmi.org/>

¹⁰ Zie <http://themasites.pbl.nl/energietransitie/> en http://www.openindex.io/outlink?ssi=4282426198a584a2&url=https%3A%2F%2Fwww.provinciegroningen.nl%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2FDocumenten_2017%2FDownloads%2FPresentatie-L-H-16-maart-2017-Deens-en-Duits-model.pdf&r=3&q=leo%20heijne

- *Denemarken* heeft zich ten doel gesteld om in 2050 te beschikken over een energievoorziening, zowel voor huishoudens als voor industrie en transport, die volledig draait op hernieuwbare energie. Sinds de oliecrisis in de jaren zeventig van de vorige eeuw voert het land consequent beleid gericht op het verminderen van de import van fossiele brandstoffen. De zorg om klimaatverandering en de wens om kansen te creëren voor Deense *cleantechbedrijven* zijn daarbij belangrijke drijfveren.

Het Deense klimaatbeleid bestaat uit enerzijds een strak centraal overheidsbeleid met een combinatie van stimulerende (subsidies, belastingen) en verplichtende instrumenten (verplichte aansluiting op warmtenet, verbod op elektrische verwarming), en anderzijds diverse lokale initiatieven en burgerparticipatie. Van de warmtekrachtkoppeling is 90% gedecentraliseerd naar lokale overheden en energiecoöperaties.

- In het *Verenigd Koninkrijk* stamt het beleid gericht op het terugdringen van broeikasgasemissies al uit de jaren zeventig. De doelen zijn wettelijk verankerd. Het beleid stimuleert alle koolstofarme technologieën: hernieuwbare energie, kernenergie en CO₂-opvang en opslag.

Een klimaatveranderingscomité stelt vijfjaarlijkse *carbon budgets* vast om de broeikasgasemissies stapsgewijs te verminderen. De Britten hanteren daarnaast een *carbon floor price*: een minimumprijs voor emissierechten voor de elektriciteitsproductie. Elektriciteitsproducenten die

meedoen aan het Europese emissiehandelsysteem betalen €20 per ton CO₂, oplopend naar €35 per ton in 2020. De maatregel heeft vooral tot doel een beter investeringsklimaat voor duurzame energie en relatief schone gascentrales te krijgen. Zie <http://www.gemeynt.nl/nl/blog/beleid/britse-bodemprijs-co2-verdient-navolging>.

- In *Frankrijk* zijn de klimaatambities onder president Macron flink opgeschroefd. Het Plan Climat, gepresenteerd in de zomer van 2017, schetst het Franse klimaatbeleid met als kern de doelstelling om in 2050 CO₂-neutraal te zijn, overeenkomstig de doelen uit het Parijsakkoord.¹¹

De energietransitie is in Frankrijk in de wet verankerd. In de uitvoering gaat veel aandacht uit naar het transport en de gebouwde omgeving.

Mondiale energiemarkt en emissiehandelssysteem

Ontwikkelingen op de mondiale energiemarkt bepalen in hoge mate het tempo van de energietransitie. Daarnaast speelt de prijs die bedrijven moeten betalen voor hun CO₂-uitstoot een belangrijke rol. Het *emissiehandelssysteem* dat in 2005 hiervoor in het leven is geroepen, komt tot op heden nog niet goed van de grond.

Met dit systeem is door het uitdelen van 'CO₂-emissierechten' een plafond gesteld aan de CO₂-uitstoot van industriële bedrijven in de EU. Deze

¹¹ Zie <http://climateobserver.org/french-government-step-efforts-climate-policy-green-economy>

emissierechten zijn verhandelbaar. Als bedrijven minder CO₂ uitstoten dan waarvoor zij rechten hebben, kunnen zij hun ongebruikte rechten verkopen. Bedrijven die meer CO₂ willen uitstoten moeten rechten bijkopen.

Doordat het plafond ieder jaar iets wordt verlaagd, worden de rechten schaarser en daarmee duurder, zo is de gedachte. Maar in de praktijk gebeurt het tegenovergestelde. De prijs per ton CO₂-uitstoot is sinds de start van het emissiehandelsysteem sterk gedaald, van €30 in 2008 naar €4 in 2013. Op dit moment fluctueert de prijs tussen de €4 en €8 per ton. De lage prijs van emissierechten is problematisch, omdat dit weinig prikkel geeft voor investeringen in duurzame energie en energiebesparing. Dit versterkt de roep om aanvullende beleidsinstrumenten, zoals subsidies en wettelijke normen ([Schotten et al., 2016](#)).

2.2 Uitgangssituatie in Nederland

Nederland kent een aantal kenmerken die, aanvullend op de hiervoor besproken mondiale ontwikkelingen, sterk bepalend zijn voor de energietransitieopgave in ons land. We gaan in deze paragraaf in op de economische structuur, de geografische ligging en op het belang van gas in de Nederlandse energiehuishouding.

Economische structuur

De Nederlandse economie heeft een relatief energie-intensief karakter. De opgave om tot een duurzame energievoorziening te komen is hierdoor groter dan in veel andere landen en de economische gevolgen zijn potentieel ingrijpender.



Om te beginnen heeft Nederland heeft een relatief grote primaire energie-sector. Zo draagt de gaswinning voor circa 4% (ongeveer € 27 miljard) bij aan het bruto binnenlands product (cijfers 2014).

Daarnaast kennen verschillende sectoren binnen de Nederlandse economie een hoge energie-intensiteit, vooral in de agrarische sector en de chemische industrie. In de landbouw hangt dat samen met de forse glastuinbouwsector, die een hoog energieverbruik kent. Binnen de industrie speelt de energie-intensieve petrochemie een belangrijke rol (Schotten et al., 2016). Ook het goederenwegvervoer en de voedingsmiddelenindustrie zijn energie-intensieve bedrijfstakken.

Overigens is de energie-intensiteit van de Nederlandse marktsector tussen 1995 en 2014 met een derde afgenomen, zowel door energiebesparing binnen bedrijfstakken als door een verschuiving in de sectorstructuur naar minder energie-intensieve bedrijfstakken. In de chemie, waar veruit de meeste energie wordt gebruikt, werd de energie-intensiteit meer dan gehalveerd.

Geografische ligging

De geografische kenmerken van een land zijn van invloed op de alternatieve energiebronnen waaruit kan worden gekozen. Waterkrachtcentrales met stuwdammen die gebruikmaken van grote hoogteverschillen vallen in Nederland vanzelfsprekend af, terwijl in een land als Noorwegen 99% van de elektriciteit afkomstig is uit dergelijke centrales. Ook in Frankrijk,

Oostenrijk en Zwitserland is waterkracht een belangrijke bron van duurzame energie.

Voor andere watergerelateerde energieopwekking heeft Nederland geografisch gezien wél mogelijkheden. Zo zou gebruikgemaakt kunnen worden van waterkracht uit rivieren, getijdenenergie, osmose of aquatische biomassa (zie <http://www.energieuitwater.nl/EWA>). Maar voor deze technieken geldt dat ze ofwel nog in de kinderschoenen staan, ofwel een relatief gering potentieel hebben.

Ook grootschalige winning van energie uit biomassa is in Nederland niet goed mogelijk; ons land beschikt over te weinig grond voor het telen van de benodigde energiegewassen.

Het technisch potentieel voor zonne-energie is in Nederland wél behoorlijk groot, maar in andere regio's in de wereld is meer zonlicht en is zonne-stroom goedkoper te produceren.¹² Nederland heeft vooral een goede uitgangssituatie voor windenergie, zowel op zee als op land. Toch zijn er ook hier obstakels: de hoge bevolkingsdichtheid maakt het minder gemakkelijk om windturbines te plaatsen zonder hinder voor omwonenden (zie ook hoofdstuk 4).

¹² Zie <https://www.energieakkoordser.nl/nieuws/factchecker-energie/zonne-energie-toekomst-in-nederland.aspx>



Rol van gas in energiehuishouding

Een derde kenmerk van de Nederlandse uitgangssituatie is de belangrijke rol die gas speelt in de Nederlandse energiehuishouding. Van de Nederlanders is 98% aangesloten op het gasnet. Ruim 80% van onze energiebehoefte wordt vervuld door middel van aardgas, zowel direct (aardgasverbruik voor verwarming, warm water en fornuis) als indirect (gebruik van elektriciteit die is opgewekt door aardgas).

Aardgas is ook de grootste bron van energie voor de Nederlandse industrie. De Nederlandse industrie maakt veel gebruik van warmtekrachtkoppelingcentrales, waarbij lokaal warmte en elektriciteit worden opgewekt met aardgas. Andere Europese landen maken voor de opwekking van elektriciteit veel meer gebruik van kolen of stookolie.

Aardgas is in Nederland voorts ook een belangrijke grondstof voor de petrochemische industrie en een belangrijke energiebron voor de glastuinbouw.¹³

De hierboven beschreven specifieke kenmerken van de Nederlands energiehuishouding verklaren in belangrijke mate de uitgangssituatie waarmee Nederland de energietransitie ingaat. Het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen in Nederland bedroeg in 2016 5,9%. Dit percentage stijgt jaarlijks met slechts één of enkele tienden van procenten (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017). Ons land kent in EU-verband samen met Malta (4,7%) en Luxemburg (4,5%) het laagste aandeel hernieuwbare energie. Aan de andere kant van het spectrum bevinden zich Zweden (52,1%), Letland (37,1%) en Finland (36,8%).

¹³ Cijfers 2014 op basis van <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland>

2.3 Nederlandse doelen en ambities voor lange en korte termijn

Lange termijn: tot 2050

Het nationale energiebeleid in Nederland is door het Ministerie van EZ eind 2016 vastgelegd met de presentatie van de Nationale Energieagenda *Naar een CO₂-arme energievoorziening* (Ministerie van Economische Zaken, 2016a). Deze agenda was het resultaat van een uitgebreide energiedialoog met bedrijven, burgers en organisaties en geeft invulling aan de langetermijndoelstellingen van Nederland voor de periode tot 2050.

Het *hoofddoel* van de Energieagenda is een geleidelijke transitie richting 80 tot 95% CO₂-reductie in 2050. Een reductie van 80% betekent dat Nederland in 2050 nog 30 megaton CO₂ mag uitstoten voor de energievoorziening. Als de doelstelling wordt aangescherpt tot een reductie van 95%, dan zal de energievoorziening nagenoeg CO₂-neutraal moeten worden, of zelfs negatieve emissies moeten realiseren (dat wil zeggen verwijdering van aanwezige CO₂ uit de lucht).

Ook de kosten verschillen per gekozen doelstelling. Hoe ambitieuzer Nederland is, hoe hoger de kosten uitvallen. Om 80% CO₂-reductie te realiseren in 2050, moet de helft daarvan in 2030 zijn gerealiseerd. De bijbehorende kosten bedragen € 1,6 miljard tot € 2,6 miljard op jaarbasis. Om de uitstoot met 95% terug te brengen moet in 2030 al 49% zijn gerealiseerd, wat jaarlijks € 3,5 miljard tot € 5,5 miljard kost (Koelemeijer et al., 2017).

De Energieagenda is ingedeeld volgens de vier categorieën van energiebehoefte ('energiefunctionaliteiten') die wij in de inleiding van deze notitie al hebben aangestipt en beschrijft voor elke energiebehoefte een 'transitiepad' op hoofdlijnen.

- Voor *kracht en licht* is het doel om te komen tot een CO₂-arme productie van elektriciteit. Het elektriciteitssysteem moet daarvoor worden aangepast aan de decentraal opgewekte hernieuwbare energie.
- Voor *hoge temperatuurwarmte* is het doel om door middel van energiebesparing en alternatieve warmteopties te komen tot een CO₂-arme energie-intensieve industrie. De energie-intensieve industrie is verantwoordelijk voor bijna 25% van de totale CO₂-uitstoot en moet daarom een belangrijke rol spelen in de energietransitie. De beoogde CO₂-reductie moet vooral worden verwezenlijkt door middel van innovatie.
- Voor *lage temperatuurwarmte* is de ambitie om de afhankelijkheid van aardgas op te heffen. Hiervoor is een vergaande reductie van de warmtevraag nodig (te bereiken door middel van energiebesparing) en een sterke vermindering van het gebruik van aardgas (te bereiken door stimuleren en inpassen van duurzaam opgewekte elektriciteit en duurzame warmte).
- Om bij *transport en mobiliteit* een geleidelijke transitie mogelijk te maken is beleid noodzakelijk voor meer brandstofbesparing, meer duurzame biobrandstoffen en meer gebruik van zero-emissievoertuigen. Vanwege de sterke internationale verwevenheid zijn Europese en internationale afspraken hier een belangrijke basis.

Inmiddels hebben de departementen een begin gemaakt met de uitwerking van de Energieagenda en de verschillende transitiepaden, inclusief een vijfde transitiepad voor voedsel en natuur. Deze uitwerking vormt tevens de basis voor het Europees Klimaat- en Energieplan (INEK), dat in het voorjaar van 2018 gereed moet zijn.

Korte termijn: tot 2023

Terwijl de Nationale Energieagenda het beleid voor de lange termijn vastlegt, vormt het *Energieakkoord voor duurzame groei* uit 2013 het beleidsmatige en organisatorische kader voor het energiebeleid in Nederland voor de korte termijn: tot 2023.¹⁴ Ruim veertig organisaties, waaronder de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, maatschappelijke organisaties en financiële instellingen, verbonden zich in september 2013 aan dit akkoord. Het akkoord bevatte afspraken over energiebesparing, hernieuwbare energie en schone technologie. Het Energieakkoord is opgesteld vanuit de ambitie om zowel een krachtige impuls te geven aan de economie als om grote stappen te zetten richting een energievoorziening die in 2050 volledig klimaatneutraal is.

¹⁴ Zie <https://www.energieakkoordser.nl>



Concrete doelen voor de periode 2013-2023 zijn:

- een besparing van het finale energieverbruik met gemiddeld 1,5% per jaar;
- 100 petajoule aan besparing in het finale energieverbruik van Nederland per 2020;
- een toename van het aandeel van hernieuwbare energieopwekking van 4% nu naar 14% in 2020;
- een verdere stijging van dit aandeel naar 16% in 2023;
- ten minste 15.000 nieuwe banen, voor een belangrijk deel in de eerstkomende jaren te creëren.

Ambities en inzet op energietransitie van uiteenlopende partijen

Hieronder volgt een kort overzicht van de ambities en plannen die uiteenlopende partijen hebben voor het tot stand brengen van de energietransitie. Dit overzicht is niet uitputtend, maar illustreert dat de energietransitie breed op de agenda staat – niet alleen bij de energiesector, maar ook bij het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties.

Energie Nederland: Kompas voor de energiemarkt van de toekomst

Energie-Nederland (2016), de branchevereniging voor partijen die stroom, gas en warmte produceren, leveren en verhandelen, wil op drie manieren bijdragen aan de energietransitie:

1. door versnelde opwekking van duurzame energie;
2. door het ontwikkelen van nieuwe producten en diensten;
3. door het scheppen van een nieuwe marktdynamiek.

Om de energietransitie versneld te laten slagen moet volgens Energie Nederland het Europese emissiehandelsstelsel worden versterkt, onder meer door verlaging van het CO₂-plafond en hogere prijzen, door het huidige overschot aan CO₂-rechten snel uit de markt te halen en door verbreding van het emissiehandelsstelsel naar andere sectoren. Ook pleit de Energie Nederland voor zo veel mogelijk marktgedreven instrumenten die de juiste prikkels geven, ten slotte is volgens de branchevereniging aandacht nodig voor maatschappelijk draagvlak en participatie.

Netbeheer Nederland: Actieplan Duurzame Energievoorziening

Netbeheer Nederland (2013), de koepelorganisatie van netbeheerders in Nederland, heeft in 2013 een actieplan opgesteld met verschillende punten die aandacht behoeven om in 2030 een betrouwbare, veilige en duurzame energievoorziening te kunnen garanderen. Het gaat onder meer om: optimale keuzevrijheid en diversiteit voor de klant, uitbouwen van het transport- en distributienet, aandacht voor balans-, capaciteits- en datamanagement, overgang van collectieve naar individuele marktfacilitering en aanpassing van wet- en regelgeving.

VNO-NCW, MKB-Nederland en LTO Nederland: NL Next Level

Het Nederlandse bedrijfsleven, verenigd in VNO-NCW, MKB-Nederland LTO Nederland (2017), richt zich in zijn energieagenda op de vraag hoe Nederland de noodzakelijke versnelling naar een CO₂-neutrale economie kan organiseren. De aanpak is gericht op realisatie van concrete publiek-private 'doorbraakprojecten' om nieuwe ontwikkelingen op grotere schaal te testen en zo de transitie te kunnen versnellen. Financiering van het



plan moet zoveel mogelijk privaat gebeuren, door middel van de nieuwe financieringsinstelling van het Rijk, Invest-NL. Kennis en innovatie bieden volgens de opstellers van het plan namelijk nieuwe exportkansen voor Nederland. Zij pleiten voor een coördinerend minister van Klimaat en Energie, voor overkoepelende wetgeving, een CO₂-transitieplan en voor de oprichting van een borgingsautoriteit.

Natuur & Milieu: Energievisie 2035

Wanneer de Energievisie die de stichting Natuur & Milieu (2016) in 2016 uitbracht wordt uitgevoerd, behaalt Nederland in 2035 een CO₂-reductie van 67% ten opzichte van 1990. Hiervoor is nodig dat 55% van onze energie duurzaam wordt opgewekt. Daar moeten onder meer windparken op zee ('de nieuwe Deltawerken') voor gaan zorgen.

Ook denkt Natuur & Milieu aan warmtepompen en warmte- koudeopslag (WKO) in de gebouwde omgeving, aan het elektrisch maken van alle van vervoer, aan duurzame elektriciteitsopwekking en aan het sluiten van kolencentrales. Verder bepleit de milieuorganisatie een substantiële CO₂-belasting, een exitstrategie voor fossiele brandstoffen en een wijkaanpak om de gebouwde omgeving zuiniger te maken

Regionale overheden

Ook regionale en lokale overheden en waterschappen hebben visies en strategieën opgesteld. Een synthese daarvan staat in een overkoepelend document getiteld *Naar een duurzaam Nederland; Investeringsagenda voor het nieuwe kabinet* (VNG, IPO, UvW, 2016). Wij komen hierop terug in de volgende hoofdstukken van deze notitie (zie § 3.4, § 4.3 en § 5.1).



3 GOVERNANCE

Hoe zorgen we ervoor dat de internationale en nationale afspraken over klimaatbeleid en energietransitie daadwerkelijk worden gerealiseerd? Over die vraag gaat dit hoofdstuk. 'Governance' is daarbij het centrale begrip. Op welke manier kan de overheid sturen op het realiseren van de nationale doelstellingen? Wat is daarbij de beste rolverdeling tussen het Rijk en de decentrale overheden? En wat mogen overheid en maatschappij van elkaar verwachten?

3.1 Centrale elementen in governance van energietransitie

In de *Energieagenda* van 2016 schetst het kabinet hoe het aankijkt tegen de governance van de energietransitie. De transitie zal alleen worden gerealiseerd, aldus het kabinet, als de belanghebbende partijen – het Rijk, decentrale overheden, burgers, bedrijven en maatschappelijke actoren – bereid en in staat zijn om hieraan vanuit eigen verantwoordelijkheid en kunde bij te dragen en om samen te werken. Dat laatste is niet vanzelfsprekend, zo wordt in de *Energieagenda* geconstateerd. Om het benodigde vertrouwen te scheppen zal de realisatie van de energietransitie zó moeten worden ingericht dat het een proces is waarbij burgers en bedrijven zich nauw betrokken voelen (Ministerie van Economische Zaken, 2016a).

Langetermijnzekerheid is daarbij essentieel. Energietransitie moet een niet te stoppen ontwikkeling zijn die ook bij wisseling van de politieke kleur van kabinetten wordt voortgezet. Het is van belang dat burgers, bedrijven en lagere overheden de urgentie voelen en de mogelijkheden zien om stappen te zetten in de transitie naar een CO₂-arme maatschappij. De *Energieagenda* schetst verschillende mogelijkheden om deze langetermijnzekerheid te waarborgen, zonder daar al uitgesproken keuzes in te maken: wettelijke verankering, maatschappelijke akkoorden en zorgdragen voor een betrouwbare en gedragen feitenbasis. Tot slot wordt in de *Energieagenda* benadrukt dat de energietransitie een proces is dat in belangrijke mate in de regio plaatsvindt. Daarvoor worden drie redenen genoemd: (1) de transitie heeft een ruimtelijk aspect; (2) er zijn regionale verschillen in de woningvoorraad en dus ook in de regionaal beschikbare energieopties; (3) de transitie heeft grote gevolgen voor de directe leefomgeving van mensen, wat betekent dat een lokale dialoog cruciaal is.

De centrale elementen in de governance zijn daarmee geïdentificeerd: een consistent en betrouwbaar langetermijnbeleid van de rijksoverheid (zie § 3.2), een gezamenlijke verantwoordelijkheid van overheid en maatschappij (zie § 3.3) en een goed samenspel tussen het Rijk en de decentrale overheden (zie § 3.4).

3.2 Consistent en betrouwbaar langetermijnbeleid

Rond het waarborgen van de continuïteit van het klimaatbeleid op de lange termijn speelt een aantal vraagstukken. Is wettelijke verankering van



beleid nuttig? Met welke langetermijndoelstelling is de effectiviteit van klimaatbeleid het meest gediend? En hoe organiseren we de benodigde beleidscoördinatie?

Wettelijke verankering

Wettelijke verankering van het beleid is nuttig; hierover bestaat brede consensus. Het signaal van politiek commitment dat ermee wordt afgegeven, draagt bij aan de voorspelbaarheid van beleid. De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR), de Sociaal-Economische Raad (SER) en de Rli pleiten daarom voor het wettelijk verankeren van een nationale doelstelling en de hoofdlijnen van de governance. De WRR stelt dat wettelijke verankering minder vrijblijvend is dan een aanpak op basis van alleen sectorale afspraken of zelfregulering ([Faber et al., 2016](#)).

De WRR onderbouwt wettelijke verankering van het klimaatbeleid met de volgende drie argumenten: vanuit het voorzorgsbeginsel is het van belang risico's en onzekerheden vroegtijdig te signaleren en bespreekbaar te maken; omdat klimaatbeleid een 'temporeel verdelingsvraagstuk' is (hoe spreid je de opgave uit over de tijd), dienen lasten en lasten over huidige en toekomstige generaties te worden verdeeld; vanuit haar systeemverantwoordelijkheid is de overheid de enige actor die de institutionele vormgeving van beleidsprocessen langjarig kan organiseren en de inbreng en inzet van tal van maatschappelijke actoren kan sturen door middel van wettelijke verankering.

De SER bepleit wettelijke verankering van een nationaal doel op hoofdlijnen, zodat de ambities voor de lange termijn worden vastgelegd. Dit moet een faciliterende en draagvlakbevorderende innovatieve aanpak mogelijk maken én ruimte laten voor een flexibele en adaptieve uitvoering ([Sociaal Economische Raad, 2017](#)).

De Rli ziet een wettelijk verankerd langetermijndoel als een krachtig sturingsprincipe en als een signaal aan Nederlandse burgers en bedrijven dat het klimaatprobleem urgent en serieus is en dat nú actie moet worden ondernomen. Ook zorgt wettelijke verankering voor een helder perspectief en voor 'zelfbinding' – niet alleen voor de huidige, maar ook voor volgende regeringen.

Langetermijndoelstelling

De vervolgvraag luidt dan wat er wettelijk moet worden verankerd. Als het gaat om welke doelstelling wordt vastgelegd zijn er verscheidene mogelijkheden. Is alleen een CO₂-reductiedoel voor de lange termijn nodig of helpt het om ook aanvullende inhoudelijke doelen te stellen en dan niet alleen voor de lange maar ook voor de korte en middellange termijn?

De Rli heeft in dit verband eerder geadviseerd om een eenduidig doel te formuleren in termen van CO₂-uitstoot in 2050, overeenkomstig de afspraken uit het Klimaatakkoord ([Rli, 2015](#)).

In *Rijk zonder CO₂* (2015) stelde de Rli dat voor Nederland het doel moet zijn dat de emissie van broeikasgassen in 2050 80 tot 95% lager zal zijn dan in 1990. Voor de Nederlandse energievoorziening betekent dit dat de



energetische CO₂-emissies in 2050 82 tot 102% lager moeten zijn dan de emissies van de energievoorziening in 1990. De emissieruimte voor de energievoorziening is dan maximaal 30 megaton CO₂.

De SER stelt voor om voor 2030, 2040 en 2050 nationale reductiedoelen vast te leggen die passen binnen de internationale klimaatdoelstelling van Parijs en rekening houden met een *level playing field* binnen Europa. De WRR bepleit het wettelijk vastleggen van het doel voor reductie van broeikasgasemissies, uitgedrukt in termen van een nationaal emissie-budget. Een budgetbenadering dwingt volgens de WRR tot het ontwikkelen van een 'temporele verdelingsstrategie': wat nu wordt verstookt is later niet meer beschikbaar.

Of het nuttig is om ook nog aanvullende doelen te stellen, bijvoorbeeld voor energiebesparing of het aandeel hernieuwbare energie, is een discussiepunt.

De WRR stelt dat dit inefficiënt zou zijn en "contraproductieve wisselwerkingen" met zich meebrengt. Om die reden vindt de WRR het ook niet raadzaam om specifieke technologiekeuzes wettelijk vast te leggen. Technologieneutrale doelen laten meer ruimte voor eventuele bijsturing vanwege (onvoorspelbare) maatschappelijke en technologische ontwikkelingen.

Maar het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) stelt dat tot nu toe juist de verplichtende doelstelling voor hernieuwbare energie in 2020 een belangrijke stimulans heeft gegeven tot vernieuwingen in het

energiesysteem, die nu al in de praktijk zichtbaar worden (Ros & Schure, 2016). Wat het PBL betreft zou Nederland dan ook een 'opklimmend' beleidsdoel voor hernieuwbare energie moeten formuleren, of helder moeten aangeven welke bijdrage hernieuwbare energie kan leveren aan een overkoepelend doel voor de CO₂-reductie.

Ook de SER pleit ervoor een overkoepelend CO₂-doel van een 'handelingsperspectief' te voorzien. Dit kan volgens de SER door door subdoelen voor energiebesparing en hernieuwbare energie op te stellen en daarnaast ambities te formuleren voor economie en werkgelegenheid.

Beleidscoördinatie

Een derde aspect om de continuïteit van het klimaatbeleid te waarborgen betreft de benodigde beleidscoördinatie. De energietransitie raakt uiteenlopende beleidsterreinen en daarom vindt de SER het belangrijk dat de verantwoordelijkheden voor onderdelen van het klimaatbeleid binnen de regering goed zijn verdeeld. Op die manier kunnen interdepartementale coördinatieproblemen in de ontwikkeling én uitvoering van beleid worden voorkomen.

De WRR bepleit in dit verband de instelling van een Klimaatautoriteit. Die moet het Nederlandse klimaatbeleid op koers houden door advisering, monitoring, coördinatie en het aanjagen van het maatschappelijk debat. Daarnaast zou een Klimaatautoriteit periodieke emissiebudgetten moeten voorstellen, adviseren over tussendoelen en in dialoog met maatschappelijke partijen de totstandkoming van specifieke sectorale klimaatakkoorden moeten organiseren.



3.3 Gezamenlijke verantwoordelijkheid van overheid en maatschappij

Bij de energietransitie moeten overheid, markt en maatschappij elkaar vinden op uiteenlopende vragen, zoals:

- Nemen bij de aanpak van concrete onderdelen van de energietransitie – bijvoorbeeld bij de vraag hoe we woonwijken van het aardgas af krijgen – bedrijven het voortouw, of moet de overheid de marktregels eerst aanpassen?
- Kunnen overheden en bedrijven gelijkwaardig samenwerken, of moet de overheid toch een onafhankelijke positie behouden?
- Hoe voorkomen we dat er een spel ontstaat van naar elkaar wijzen, waarbij markt en maatschappij meer van de overheid verwachten, terwijl de overheid meer van markt en maatschappij verwacht ([Verweij et al., 2017](#))?

De totstandkoming en uitvoering van het Energieakkoord voor duurzame groei in 2013, onder regie van de SER, is een voorbeeld van hoe de gezamenlijke verantwoordelijkheid tussen overheid en maatschappij in Nederland kan worden ingevuld. In het Energieakkoord hebben voor het eerst ruim veertig partijen gezamenlijk afspraken gemaakt over energiebesparing en duurzame energie. Het betreft een brede afspiegeling van markt en maatschappij, met deelnemers uit de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, maatschappelijke organisaties en financiële instellingen.

Ook voor het vervolg bepleit de SER een samenhangende uitvoeringsagenda om synergie en coördinatie te brengen tussen de acties van alle publieke, private en maatschappelijke organisaties. De gezamenlijkheid kan worden gewaarborgd doordat de uitvoering van beleidsmaatregelen, projecten, innovaties enzovoort in handen blijft van de direct betrokken partijen. Zij dragen verantwoordelijkheid voor de aan hen toebedachte onderdelen. Daarnaast is monitoring van belang. Als de jaarlijkse monitoringrapportage aangeeft dat er onvoldoende voortgang wordt geboekt moeten de verantwoordelijke partijen de uitvoering van maatregelen intensiveren en bijsturen. Een ‘escalatiemechanisme’ treedt in werking bij niet-tijdige bijsturing ([Sociaal Economische Raad, 2017](#)).

Is daarmee de gezamenlijke verantwoordelijkheid tussen overheid en maatschappij afdoende geregeld? Wellicht nog niet; een actuele vraag is hoe naast vertegenwoordigende maatschappelijke organisaties, zoals vertegenwoordigd in het SER-akkoord, ook individuele burgers en bedrijven een rol in de energietransitie krijgen. Wij komen hier aanstonds op terug.

De Rli stelde eerder dat een effectief samenspel tussen overheid en maatschappij vraagt om een governance die ‘robuust’ én ‘veerkrachtig’ is, zowel in organisatie als beleid ([Rli, 2013](#)).

Op het gebied van organisatie houdt een robuuste governance in: transparantie over ieders rollen en verantwoordelijkheden. Tegelijkertijd is in de organisatie veerkracht nodig om binnen informele netwerken oplossingen te organiseren voor soms snel veranderende vraagstukken.



Op het gebied van beleid houdt een robuuste governance in: heldere randvoorwaarden, een breed gesteunde strategische visie, zekerheid en continuïteit. Veerkracht in het beleid is nodig om gangbare routines te doorbreken en snel nieuwe benaderingen te ontwikkelen zodat andere interventiemogelijkheden ontstaan.

Hoe zorgen we er in de energietransitie nu voor dat de samenwerking tussen markt en overheid zowel robuust als veerkrachtig is? De zojuist genoemde betrokkenheid van burgers en bedrijven lijkt hier van belang. Juist bij hen zit volgens sommigen de meeste *drive* voor de energietransitie, vanuit actief burgerschap en sociaal ondernemerschap. De ontwikkeling van duurzame energiecoöperaties op lokale schaal dient daarvoor als voorbeeld. Hoe meer lokale energiecoöperaties er zijn, hoe groter hun impact op de nationale energie-infrastructuur. Dat stelt nieuwe eisen aan het wet- en regelsysteem, dat nog onvoldoende is berekend op deze ontwikkeling. De 'robuuste' overheid kan in dat verband helpen de regelgeving te veranderen en de fysieke energie-infrastructuur aan te passen, terwijl de 'veerkrachtige' overheid allianties kan aangaan met de energiecoöperaties. Zo kunnen markt en gemeenschap de transitie echt schwingen geven ([Deelstra & De Jonge, 2015](#)).

Er zijn ook tegengestelde geluiden. Zo meent MVI-Energie dat de consument – een wezenlijk onderdeel van de markt – de energietransitie juist nog niet als een voldoende urgent probleem ziet om daadwerkelijk andere investeringen en uitgaven te doen. Waardoor er voor bedrijven weinig stimulans is om hun 'niet duurzame' gedrag aan te passen en het voor de

overheid minder aantrekkelijk wordt om beleid op te stellen ([Verweij et al., 2017](#)).

Ook binnen de energiesector is dit onderwerp van gesprek. Daarbij wordt gesteld dat het energietransitievraagstuk nog te veel technologisch en institutioneel wordt benaderd. Technologische oplossingen en een goede governance zijn noodzakelijke, maar geen voldoende randvoorwaarden voor een daadwerkelijke versnelling van de energietransitie. Daarvoor is meer *energiewustzijn* nodig. Dat vraagt om eerlijke en transparante informatie voor de consument over de (hogere) kosten van duurzame energie.

Ook is meer inzicht nodig in wat zich in de hoofden van mensen afspeelt. Mensen komen eerder in beweging om over te stappen op duurzame energie wanneer positieve drijfveren worden aangesproken dan wanneer er, zoals nu, wordt geappelleerd aan de angst voor smeltende ijskappen ([Innogy, 2017](#)).

3.4 Samenspel tussen centrale en decentrale overheden

Niet alleen tussen overheid en maatschappij, ook tussen de verschillende overheidslagen is afstemming en samenwerking rond de energietransitie van belang.

De WRR ziet drie redenen waarom de decentrale overheden een rol moeten vervullen in de energietransitie ([Faber et al., 2016](#)). Ten eerste beschikken de decentrale overheden over bevoegdheden op het gebied van ruimtelijke



ordering, infrastructuur en de gebouwde omgeving, gericht op de lokale en regionale omgevingskwaliteit. Ten tweede kunnen decentrale overheden experimenteerruimte bieden voor vernieuwing, zoals de ontwikkeling van energiezuinige bouwconcepten, de aanleg van nieuwe infrastructuren, de integratie van nieuwe verdienmodellen of de prioritering van minder vervuilende vervoersconcepten. Ten derde kunnen decentrale overheden bijdragen aan het ontstaan van *bottom-up*-initiatieven van burgers en lokale organisaties. Provincies en gemeenten staan in nauw contact met de samenleving en kunnen burgerinitiatieven ondersteunen, kennis mobiliseren en een communicatieplatform bieden, zodat lokale initiatieven kunnen uitgroeien tot bewegingen met bovenlokale uitstraling.

Om de benodigde samenwerking tussen de centrale overheid en de decentrale overheden te organiseren pleit de SER voor 'meerlaags programmeren'. Dit houdt in dat Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen hun beleid onderling coördineren en dit ook afstemmen met sociale partners en relevante maatschappelijke partijen.

Het Rijk kan op verschillende terreinen *randvoorwaarden* vervullen waarbinnen regionale en lokale initiatieven tot bloei kunnen komen ([VNG, IPO, UvW, 2016](#); [Schuurs & Schwencke, 2017](#)).

- Provincies en gemeenten geven bijvoorbeeld aan behoefte te hebben aan een meerjarig commitment vanuit het Rijk op het gebied van samenwerking en kennisontwikkeling.
- Rijk en regio moeten samen zorgdragen voor de samenhang tussen de regionale energiestrategieën per gebied en de nationale transitiepaden

per sector. Interbestuurlijke en maatschappelijke afspraken waarin aanpak en ondersteuning worden vastgelegd zijn daarbij behulpzaam.

- Het Rijk kan met aanpassingen in wet- en regelgeving bijdragen aan ander gedrag van mensen en een andere inrichting van de omgeving. De WRR vindt dat decentrale overheden de bevoegdheid zouden moeten krijgen om te experimenteren met strengere eisen dan de landelijk geldende emissienormen. Ook dat vraagt om adequate afstemming met het rijksbeleid, inclusief een heldere systeemverantwoordelijkheid voor de rijksoverheid.
- Communicatie met burgers, het bedrijfsleven en andere partijen is gebaat bij samenwerking tussen het Rijk en de regionale overheden. Gezamenlijke afstemming van communicatiemomenten draagt bij aan een besef van urgentie en aan de maatschappelijke acceptatie van de energietransitie.
- Ook op het gebied van investerings- en financieringsvraagstukken kunnen Rijk en regio elkaar versterken. Bestaande nationale initiatieven zoals Invest NL kunnen de toeleiding naar kapitaal vergemakkelijken, zodat wordt voorkomen dat iedere regio opnieuw het 'financieringslandschap' moet verkennen. Ook kan nationaal de benodigde kennis beschikbaar worden gemaakt om regio's te helpen bij het vervullen van specifieke financieringsbehoeften en het ontwikkelen van een investeringsagenda.



4 RUIMTE

De behoefte aan schone energie zal een metamorfose van onze leefomgeving teweegbrengen. Hier en daar is de energietransitie al goed zichtbaar. Toch staan we pas aan het begin van wat we in 2050 moeten hebben gerealiseerd. Tegen die tijd draait op de Noordzee een woud van windmolens en zijn de daken van woningen, scholen, bedrijven en openbare gebouwen grotendeel bedekt met zonnepanelen. In achtertuinen staan installaties voor warmtekrachtkoppeling, op pleinen staan opslagfaciliteiten voor duurzame energie. Hoe komt deze toekomst tot stand, welke keuzes moeten daarin worden gemaakt en door wie? Dat zijn de centrale vragen in dit hoofdstuk.¹⁵

4.1 Ruimtebeslag van duurzame energie

In onze huidige maatschappij, waarin bijna alles draait op fossiele energie, zijn we eraan gewend dat de energieopwekking en de bijbehorende infrastructuur weinig direct merkbare sporen nalaten in het dagelijkse straatbeeld. De fossiele bronnen zelf (olie, gas, kolen) komen voornamelijk onder de grond vandaan of worden aangevoerd vanuit het buitenland. De energieproductie vindt plaats in grootschalige energiecentrales die zich op een relatief beperkt aantal locaties bevinden, veelal gesitueerd op afgelegen,

¹⁵ Voor meer informatie over het onderwerp ruimte en energietransitie, zie Sijmons et al: 'Energie & Ruimte – een nationaal perspectief' (najaar 2017). http://deltametropool.nl/nl/energie_en_ruimte

weinig zichtbare plekken. Ook de benodigde infrastructuur voor het transport van olie en gas bevindt zich ondergronds en is dus aan het oog onttrokken. Hoogspanningskabels zijn in het landschap de meest zichtbare manifestaties van het fossiele energiesysteem. Fossiele energie is, kort gezegd, relatief 'ruimte-efficiënt'.

Energie uit hernieuwbare bronnen heeft een drastisch ander ruimtelijk profiel. In plaats van grootschalige energieopwekking op een beperkt aantal locaties is hier sprake van relatief kleinschalige energieopwekking op een groot aantal locaties. De energieproductie gebeurt bovendien voor een veel groter deel boven de grond en is als gevolg daarvan veel zichtbaarder in de ruimte. Dit kan veel en soms ingrijpende consequenties hebben voor het aanzien en functioneren van stad en land. We kunnen in dit verband onderscheid maken tussen 'direct' en 'indirect' ruimtebeslag.

Direct ruimtebeslag

Inschattingen van de benodigde infrastructuur voor een volledig duurzame energievoorziening in 2050 gaan uit van twee- tot achtduizend windmolens op land, twee- tot twintigduizend windmolens op zee, meer dan honderdduizend zonnepanelen en zonneboilers, meer dan honderdduizend locaties voor warmteopslag, een tiental tot honderd locaties voor aardwarmte-installaties en meer dan duizend locaties voor bio-energie-installaties. Daarnaast is er ruimte nodig voor transportinfrastructuur, zoals vele kilometers hoog- en middenspanningsverbindingen, warmtenetten en locaties voor energieopslag ([Van Hoorn & Matthijsen, 2013a](#)).



Warmtekoudeopslag is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de bodem. De techniek wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen en/of te koelen.

De veranderingen doen zich voor in steden en in landelijk gebied, op zee en onder de grond, met steeds andere ruimtelijke vraagstukken. Het landelijk gebied, nu al in toenemende mate het decor voor windmolenparken, zonnepanelen op daken en hoogspanningsleidingen, krijgt er nieuwe infrastructuur bij zoals biovergisters, warmtepompinstallaties en zonneparken. In de stedelijke omgeving heeft de energietransitie gevolgen voor het aanzien van huizen, kantoren, scholen en andere gebouwen. De aanleg van warmtenetten en toepassing van aardwarmte (geothermie) zal gebieden transformeren. Op zee moet in de drukte van scheepvaart, visserij en natuur, ruimte worden gevonden voor windmolens en technieken als getijdentechologie en biomassaproductie. Onder de grond concurreert energie met functies als buisleidingen, drinkwaterwinning en delfstofwinning. De bestaande infrastructuur zal bovendien moeten worden aangepast om te zorgen voor goede internationale aansluitingen en voor een netwerk dat overweg kan met verschillende energiebronnen zoals gas, elektriciteit en warmte ([Ministerie van Economische Zaken, 2016a](#)).

Indirect ruimtebeslag

Behalve dit directe ruimtebeslag heeft duurzame energie ook een *indirect* ruimtebeslag. Daarbij gaat het om aspecten als geluid, stank, zicht, schaduw en impact op het landschap, maar ook bijvoorbeeld om veiligheid.

Daarnaast heeft duurzame energie effecten op de functionele structuur van de maatschappij. Immers, omdat opwekking en transport van duurzame energie een ander ruimtelijk patroon kennen dan fossiele energie, zal ook het patroon van daaraan gekoppelde functies veranderen. Havens, industrieterreinen, werkgelegenheid en opleidingen: ze zullen allemaal een ander karakter krijgen ([Van Hoorn & Matthijsen, 2013a](#)).

Verschillen in ruimtebeslag per energiebron

Het directe en indirecte ruimtebeslag verschilt per energiebron.

Windmolens hebben een relatief geringe directe ruimtelijke impact, maar het indirecte ruimtebeslag ervan is groot.

Windmolens zijn op grote afstand zichtbaar, kennen een slagschaduw en maken geluid. Ook veiligheidsaspecten beperken, vooral op land, het aantal locaties waar windmolens geplaatst kunnen worden.

De extra ruimtevrage van zonnepanelen op daken en gevels in de gebouwde omgeving is beperkt. Maar plaatsen we ze op grote schaal in weilanden, dan is de impact (het indirecte ruimtebeslag) veel groter. De indirecte effecten van zonnepanelen zijn bijvoorbeeld het aanzien (veel mensen vinden de panelen lelijk) en schittering. De vraag naar geothermie, warmte-koudeopslag en buitenluchtwarmte zal zich vooral voordoen in gebieden met veel glastuinbouw; warmtevragende industrieën zullen zich concentreren in stedelijke gebieden waar al stadsverwarming aanwezig is ([Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016](#)). De



ruimtelijke beperkingen liggen hier vooral in de ondergrond, waar de benodigde infrastructuur moet worden ingepast naast bestaande infrastructuur zoals drinkwaterleidingen.

Het directe ruimtebeslag van bio-energie bevindt zich vooral in het buitenland. Het indirecte ruimtebeslag van bio-energie betreft effecten zoals stankoverlast bij biovergisters.

Ruimtebeslag van opslag en transport

Niet alleen het opwekken van hernieuwbare energie neemt ruimte in beslag; ook het transport en de opslag ervan vragen om ruimte. Met het uitbreiden van het aantal energiebronnen zal ook de hoeveelheid transportnetwerken toenemen. Bestaande netwerken zullen waar nodig en mogelijk worden aangepast aan de meer decentrale manier van opwekken.

De energietransitie vraagt bijvoorbeeld om een geavanceerd elektriciteitsnetwerk dat grootschalig en flexibel elektriciteit kan transporteren en uitwisselen met andere landen, maar ook lokaal kleine elektriciteitsproducenten kan bedienen. Voor gegarandeerde stabiele levering van energie is de verbinding tussen verschillende energiebronnen cruciaal.

Ruimtebeslag van 'brugtechnologieën'

Een apart ruimtelijk vraagstuk brengen tot slot de zogenaamde brugtechnologieën met zich mee. Brugtechnologieën zijn technieken die op zichzelf niet duurzaam zijn, maar die wel bijdragen aan het terugdringen van de CO₂-uitstoot in de transitie naar een duurzame energievoorziening. Ze

vormen als het ware een tijdelijke overbrugging naar een maatschappij zonder CO₂-uitstoot. Voorbeelden zijn de inzet van (groen) gas, de ondergrondse opslag van CO₂ en kernenergie. Met name de ondergrondse opslag van CO₂ om de uitstoot in de energie-intensieve industrie te reduceren is actueel. Deze opslag leidt tot een directe ruimtevraag (er is ruimte nodig onder land en/of onder zee) maar ook tot een indirecte ruimtelijke impact (zorgen over de veiligheid van ondergrondse opslag) ([Schotten et al., 2016](#)).

Hoewel verschillende studies suggereren dat het halen van de CO₂-doelstellingen zonder ondergrondse opslag van CO₂ erg lastig wordt, zijn plannen voor grootschalige opslag van het broeikasgas tot nu toe niet gerealiseerd.

Ontwikkelingen en te maken keuzes

Als het ruimtelijk potentieel in Nederland volledig zou worden benut, kan technisch gezien alle benodigde duurzame energie in Nederland zelf worden geproduceerd.¹⁶ Maar tal van onderliggende ontwikkelingen en keuzes zijn uiteindelijk bepalend voor de ruimtevraag van duurzame energie. Relevant daarin zijn onder meer de samenstelling van de uiteindelijke duurzame energiemix, de omvang van de nationale energieproductie, de mate van energiebesparing en hoe innovaties in opwekking, opslag en transport zich ontwikkelen ([Ministerie van Economische Zaken, 2016b](#)).

¹⁶ D. Sijmons et al. (2014). *Landschap en energie; Ontwerpen voor transitie*



4.2 Consequenties voor landschap: inpassing of herordening

Omdat de ruimtelijke implicaties van de energietransitie zichtbaar en voelbaar zullen zijn in ieders directe leefomgeving zal de maatschappelijke impact groot zijn ([Ministerie van Economische Zaken, 2016b](#)). Er zullen landschappelijke veranderingen optreden die ingrijpen op de manier waarop de samenleving het landschap op dit moment gebruikt en beleeft. Energieprojecten kunnen bijvoorbeeld strijdig zijn met behoud van het open landschap ([Van Hoorn & Matthijsen, 2013b](#)).

Een kernvraag in dit verband is hoe energietransitie en ruimtelijke transitie zich tot elkaar verhouden. Wat is het gewenste evenwicht? Zien we de ruimtelijke opgave rond de energietransitie als een simpele inpassing van een nieuwe voorziening of vraagt de energietransitie om een herordening die recht doet aan alle ingrediënten van het landschap?¹⁷

Ook terminologie speelt hierbij een rol. De term 'ruimtelijke inpassing' wordt veelal gebruikt in situaties waarbij de gevolgen voor het landschap door middel van een zorgvuldig ruimtelijk-technisch ontwerp worden geminimaliseerd. 'Ruimte' is in die context een waarde vrij begrip. In veel geraadpleegde bronnen wordt daarom gesproken over 'landschap' en 'leefomgeving', termen die de publieke waarde van de ruimtelijke inrichting uitdrukken ([Uyterlinde et al., 2017](#)).

¹⁷ D. Sijmons et al. (2014). Landschap en energie. Ontwerpen voor transitie.

Landschappelijke meerwaarde

De Rli heeft er in een eerdere publicatie voor gepleit om het *landschap* centraal te stellen bij de ruimtelijke vormgeving van duurzaamheidsstransities ([Rli, 2016](#)). Dit is een manier om de samenleving te verbinden met zowel de transitie als met de kwaliteit van het veranderende landschap. Transities worden zo benut om nieuwe, voor de samenleving waardevolle landschappen te creëren. "Door met duurzaamheidsstransities waarde toe te voegen aan het landschap, kunnen de grote transitieopgaven op een zodanige manier worden gerealiseerd dat mensen de nieuwe ontwikkelingen in het landschap waarderen en zich ermee verbonden voelen." Ook de energietransitie vraagt erom bewoners en bezoekers nauw te betrekken bij de ruimtelijke vertaling en de gevolgen voor het landschap.

Ruimtelijke meerwaarde

Een rol die ruimtelijk ontwerp kan vervullen is het zichtbaar maken van de mogelijke meerwaarde van de transitie. Ruimtelijk ontwerp kan de discussie losmaken over de vraag of functionaliteit kan worden gecombineerd met schoonheid en het kan handvatten bieden om daarin keuzes te maken.¹⁸ Vanuit de ruimtelijke discipline wordt daarover al volop nagedacht. Ruimtelijke meerwaarde kan gevonden worden door verbindingen te zoeken met andere functies en waarden zoals natuur, landbouw, infrastructuur, wonen, werken en recreëren ([VNG, IPO, UvW, 2016](#)). Concrete voorbeelden daarvan zijn energieopwekkende wegen, agrarische bedrijven die als batterij fungeren, zonnepanelen die worden doorontwikkeld tot visueel

¹⁸ R. van der Wouden (2014). In: D. Sijmons et al., Landschap en energie; Ontwerpen voor transitie.



aantrekkelijke, energiegenererende bouwmaterialen en windparken op zee die tevens worden gebruikt voor mosselkweek en zeewierteelt.

Maatschappelijke meerwaarde

Er wordt ook breder gezocht naar mogelijkheden om met energietransitie maatschappelijke meerwaarde te creëren door aan te sluiten op andere wensen die leven, zoals het verbeteren van de sociale cohesie of de controle over de eigen energievoorziening. Zo kunnen opbrengsten uit een gezamenlijke investering in een windmolen- of zonnepark bijdragen aan behoud van voorzieningen in het landelijk gebied. Ook recreatief medegebruik van windturbines, zoals een uitkijkplatform of een educatieproject met lokale scholen zijn voorbeelden van een geïntegreerde benadering met maatschappelijke meerwaarde (Oostra, 2017).

Omgevingsmanagement

De mate waarin succes wordt geboekt met bovenstaande aanpak is sterk afhankelijk van de concrete opgave die voorligt en hoe Rijk, provincies, gemeenten, initiatiefnemer en omwonenden hun rol invullen. Naarmate de verbinding tussen energie, landschap en bredere maatschappelijke meerwaarde minder gemakkelijk wordt gevonden, komt een meer traditionele inpassingsbenadering om de hoek kijken. Eén van de instrumenten is dan omgevingsmanagement. Maar ook dat instrument wordt in toenemende mate gebruikt ten behoeve van een bredere maatschappelijke en landschappelijke inbedding van energieprojecten, een zorgvuldig gesprek tussen alle betrokken partijen over hun eigen rol, met op snellere en betere

besluitvorming als beoogd gevolg (Ministerie van Economische Zaken, 2016c).

Debat en draagvlak

Het maatschappelijke debat over ruimtelijke vraagstukken rond energietransitie is het grootst waar het gaat om windenergie op land. De Nederlandse Vereniging van Omwonenden Windturbines (NLVOW) manifesteert zich actief in dit debat. De NLVOW stelt dat in concrete gevallen vooral de manier waarop het besluitvormingsproces over de ruimtelijke inpassing van windmolens plaatsvindt van invloed is op het maatschappelijk draagvlak. Vooral de nut/noodzaak-vraag van de gekozen oplossing en de mate waarin omwonenden worden meegenomen in het proces zijn bepalend. Volgens de NLVOW moet de overheid bij concrete investeringen de rol van neutrale belangenafweger vervullen en niet die van belangenbehartiger van de gekozen oplossing.¹⁹

Ook de verdeling van de financiële lusten en lasten van hernieuwbare energie tussen overheid, initiatiefnemer/investeerder en omwonenden is een vraagstuk. Omwonenden verzoenen zich sneller met veranderingen als ze in de opbrengst meedelen, bijvoorbeeld omdat de exploitatie van duurzame energiebronnen voor meer banen en bedrijvigheid zorgt (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2016). Om tot een eerlijke verdeling te komen ontstaan allerlei coöperatieve initiatieven, zoals energiecoöperaties.

¹⁹ Zie ook <http://nlvow.nl>



Energiecoöperaties zijn samenwerkingsverbanden van burgers, bedrijven en/of gemeenten die zich inzetten voor opwekking, transport en gebruik van duurzame energie in collectief beheer, vaak in de vorm van een vereniging met open en vrijwillig lidmaatschap, die de belangen van de leden behartigt.

4.3 Ruimtelijk beleid rond energietransitie

Hoe ziet het huidige ruimtelijke beleid rond de energietransitie eruit en wat is hierbij de rolverdeling tussen het Rijk en de decentrale overheden?

Rijksbeleid

In de *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte* (SVIR) ([Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012](#)) heeft het Rijk 'ruimte voor de bestaande en nieuwe energievoorziening' gedefinieerd als een nationaal belang. Specifiek rijksbeleid is er voor omvangrijke vormen van duurzame energiewinning met een grote invloed op de omgeving. Vanuit dat perspectief heeft het Rijk beleid ontwikkeld voor grootschalige windenergie op land en zee. Voor de afgesproken hoeveelheid van 6.000 megawatt windenergie op land zijn ruimtelijke concentratie, ruimtelijke kwaliteit, maatschappelijk draagvlak en zuinig gebruik van beschikbare ruimte geformuleerd als uitgangspunten van het beleid.

Het Rijk heeft elf gebieden op land aangewezen die kansrijk zijn voor grootschalige windenergie, voornamelijk in het noorden en westen van het land ([Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014](#)).

Om de 4.450 megawatt aan windvermogen in 2023 te realiseren die in het SER-akkoord is afgesproken zijn in het Nationaal Waterplan daarnaast vier potentiële locaties voor windparken op zee opgenomen.

Naast 'Borssele' (344 km²) en 'IJmuiden Ver' (1.170 km²) heeft het kabinet twee zoekgebieden aangewezen ('Hollandse Kust' en 'Ten noorden van de Waddeneilanden'), waar in totaal 4.000 megawatt in een zoekgebied van 665 km² moet worden gevonden.

De keuze voor de locaties moet goed worden afgestemd met allerlei andere functies op zee ([Ministerie van Economische Zaken, 2014](#)). Daarnaast dient op zee ook ruimte te worden gereserveerd voor elektriciteitskabels die de energie vanaf de windmolenparken naar de aanlandingspunten van het hoogspanningsnet op het vasteland transporteren.

De benodigde ruimte voor het transport van duurzame stroom op land via het elektriciteitsnetwerk is het onderwerp van de *Structuurvisie Ondergrond* van 2016. Tot 2020 is hiervoor genoeg ruimte gereserveerd. Daarna zal uitbreiding van het hoogspanningsnetwerk nodig zijn. Ook onder de grond is ruimte nodig. Vooral voor CO₂-opslag en geothermie is



dit relevant. Voor CO₂-opslag gaat de voorkeur van het Rijk uit naar locaties op zee, maar de mogelijkheden op land worden ook verkend. Het Rijk wil kansen voor het gebruik van geothermie zoveel mogelijk benutten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016).

Provinciaal en regionaal beleid

Aangezien schone energie veelal lokaal wordt opgewekt en het ruimtelijk beleid is gedecentraliseerd, hebben provincies, gemeenten en waterschappen een sleutelrol bij de vraag hoe de ruimtelijke opgave rond de energietransitie gestalte krijgt. Met hun ruimtelijk beleid bepalen de decentrale overheden in belangrijke mate of de relatie tussen ruimte en energie als een herordenings- of als een inpassingsopgave wordt vormgegeven.

In hun gezamenlijke investeringsagenda staan de decentrale overheden (VNG, IPO, UvW, 2016) een ontwerpende aanpak voor energielandschappen voor, waarin duurzame energie wordt gekoppeld aan andere maatschappelijke opgaven zoals waterberging en duurzame landbouw. Ook wordt het belang van het organiseren van draagvlak door maatschappelijke dialoog en ontwerpend onderzoek benadrukt. Leefbaarheid en landschappelijke kwaliteit nemen daarbij een centrale plek in. De uitkomsten worden idealiter vastgelegd in omgevingsvisies, verordeningen en omgevingsplannen (het juridisch instrumentarium van decentrale overheden).

De decentrale overheden geven ook invulling aan de ruimtelijke aspecten van de energietransitie door middel van hun eigen investeringsprogramma's. Gezamenlijk investeren zij jaarlijks zo'n € 28 miljard in wegen, openbaar vervoer, water, natuur en de bouw van huizen, sportaccommodaties en scholen. Hier liggen volop mogelijkheden om te investeren in toepassingen die energieneutraal, klimaatbestendig en circulair zijn.

Als uitvloeisel van het SER-Energieakkoord zijn in veel provincies provinciale energieakkoorden gesloten, die op regionaal niveau ruimtelijke worden uitgewerkt. Het energievraagstuk verschilt sterk per regio, zowel aan de vraagkant als aan de aanbodkant.

In sommige regio's is nauwelijks vraag naar hoge temperatuurwarmte omdat grootschalige energie-intensieve industrie ontbreekt. Voor de vraag naar lage temperatuurwarmte zijn de stedelijke structuur en de samenstelling van de woningvoorraad bepalend. Ook het al dan niet aanwezig zijn van (nationale) vervoers- en/of logistieke functies in een regio maakt veel uit voor de vraag naar energie.

Aan de aanbodkant verschillen de mogelijkheden voor het opwekken van duurzame energie, onder meer vanwege geologische en geografische kenmerken van een gebied. De kustprovincies hebben bijvoorbeeld een groter potentieel om windenergie op land op te wekken.



Tabel 1: Regionale verschillen in CO₂-uitstoot, energiegebruik en de hoeveelheid duurzame energie die wordt opgewekt op provincieniveau

	CO ₂ -uitstoot in mln. ton	Gebouwde omgeving in mln. ton	Industrie, energie, afval en water in mln. ton	Verkeer en vervoer in mln. ton	Landbouw, bos-beheer en visserij in mln. ton	Energiegebruik in 1.000 TJ	Hernieuwbare opwekking in 1.000 TJ	Ton CO ₂ / inv. in gebouwde omgeving
Zuid-Holland	32,6	11,6	10,1	6,6	4,3	441,4	15,7	3,2
Noord-Brabant	21,3	8,4	6,1	5,6	1,2	276,3	18,9	3,4
Noord-Holland	19,6	9,8	4,1	4,5	1,2	243,8	12,7	3,5
Gelderland	15,4	6,8	2,7	5,1	0,8	201,9	10,5	3,3
Limburg	12,2	3,9	5,2	2,3	0,8	161,7	4,7	3,5
Zeeland	9,0	1,3	5,8	1,5	0,4	137,5	4,1	3,4
Overijssel	7,8	3,7	1,8	2,1	0,2	101,0	7,4	3,2
Utrecht	7,8	4,0	0,6	3,1	0,1	99,3	2,6	3,2
Groningen	6,4	2,0	3,2	1,0	0,2	84,0	9,0	3,4
Friesland	4,6	2,1	0,9	1,4	0,2	61,4	5,2	3,3
Drenthe	3,8	1,7	0,8	1,1	0,2	50,5	3,5	3,5
Flevoland	2,8	1,1	0,3	1,0	0,4	35,6	7,9	2,7
Nederland	143,3	56,4	41,6	35,3	10,0	1.894,4	102,2	3,3

Bron: Klimaatmonitor Rijkswaterstaat, cijfers 2015; zie <https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard>.

In veel regio's worden op dit moment energiestrategieën opgesteld met concrete uitwerkingen voor specifieke energiebronnen en bijbehorende ruimtelijke oplossingen. Deze regionale energiestrategieën leveren een beeld op van hoe in de praktijk wordt omgegaan met het ruimtelijke inpassings- en herordeningsvraagstuk. Ze geven ook een beeld van de mate waarin bottom-up-beleid kan bijdragen aan het bereiken van de provinciale, maar vervolgens ook nationale (en internationale) doelen.

In verschillende pilotregio's wordt ervaring opgedaan met een regionale energiestrategie. De mogelijkheden voor een gecombineerde top-down/bottom-up-aanpak worden hier verkend, bijvoorbeeld in het besluitvormingsproces over de ruimtelijke inpassing van productie, opslag en transport van energie waarbij burgers en bedrijven worden betrokken. (Zie voor meer informatie: <http://regionale-energiestrategie.nl>)



De regionale energiestrategieën vormen ook de basis voor de verankering van de energieopgave in de integrale omgevingsvisies die Rijk, provincies en veelal ook gemeenten in het kader van de nieuwe Omgevingswet moeten maken.

De regionale energiestrategieën zijn niet alleen van nut voor de betreffende regio zelf maar leveren ook inzichten op die kunnen helpen bij het verder vormgeven van de nationale energiestrategie. Het gaat dan om de vraag: welk deel van het energievraagstuk kan regionaal worden opgelost en waar is nationale regie noodzakelijk? In dit licht is het relevant om te weten of een regio zich alleen richt op de energie- en klimaataspecten van regionale functies, of dat de CO₂-uitstoot van een groot internationaal opererend industriecomplex of van een drukke rijksweg ook worden meegenomen in een regionale energiestrategie. En ook: of een regio alleen energie opwekt om te voldoen aan de eigen energievraag, of dat regio's ook energie van en aan elkaar leveren.

Aan de hand van de regionale energiestrategieën kan worden bepaald of de ambities van twaalf provincies, vierhonderd gemeenten en alle regio's daartussen straks optellen tot de nationaal benodigde aantallen.



5 GEBOUWDE OMGEVING

Om de klimaatdoelen te halen moet in 2050 het grootste deel van de Nederlandse woningen en kantoren “van het gas af” zijn en energieneutraal zijn gemaakt. Dat alleen al is een kolossale opgave. Tegelijkertijd moeten alle woningen en kantoorgebouwen worden voorzien van een energie-alternatief. In de ene wijk zal een warmtenet dat is aangesloten op een restwarmtebron of geothermie een logische keuze zijn. In de andere is misschien warmte-koudeopslag of het gebruik van warmtepompen beter.²⁰ Ook het gebruik van biogas behoort tot de mogelijkheden. Al deze opties stellen eisen aan de belastbaarheid van het bestaande elektriciteitsnetwerk en ze bepalen de hoeveelheid te behouden en nieuw aan te leggen warmte- en gasnetwerken. Dit alles vraagt om aanzienlijke investeringen in de gebouwde omgeving die niet allemaal kunnen worden terugverdiend door energiebesparing.

We bespreken in dit hoofdstuk deze en andere ruimtelijke vraagstukken rond de energietransitie in de gebouwde omgeving en het beleid dat daarvoor nodig is.

²⁰ Zie <https://fd.nl/opinie/1186708/gedetailleerd-plan-van-rijk-nodig-om-nederland-van-het-gas-af-te-sluiten>

5.1 Beleidsopgave en maatregelen

De opgave om te komen tot energiebesparing en CO₂-reductie is het grootst in de gebouwde omgeving. In de gebouwde omgeving, inclusief het gebied dat wordt gebruikt voor land- en tuinbouw, wordt namelijk de meeste energie gebruikt – meer dan in de industrie en ook meer dan in het verkeer. Het betreft energie voor ruimteverwarming, warm tapwater en koken en voor apparaten en verlichting (Rli, 2015).

De gebouwde omgeving omvat woningbouw en utiliteitsbouw. Utiliteitsbouw betreft gebouwen die geen woonbestemming hebben, zoals kantoren, winkels en scholen.

Ook de glastuinbouw maakt deel uit van de gebouwde omgeving. In die sector gaat het om circa 10 duizend hectare glas die uiteindelijk energieneutraal moet zijn.

In 2008 zijn de *energiebesparingsdoelen* voor de verschillende sectoren in de gebouwde omgeving bepaald en vastgelegd in convenanten. Deze zijn bekrachtigd in het SER-Energieakkoord uit 2013. Hoofddoel voor de lange termijn is een energieneutrale gebouwde omgeving in 2050. Deze doelstelling is ook verankerd in de Nationale Energieagenda voor 2050. Het betekent concreet dat in 2050 in totaal ongeveer 9 miljoen gebouwen zo goed als energieneutraal moeten zijn.



Als deze opgave in één rechte lijn wordt gerealiseerd, moeten in 2030 al 2 tot 3 miljoen gebouwen zijn aangepast. In SER-verband is afgesproken dat in 2020 bijna alle nieuwbouw energieneutraal moet zijn en alle overheidsgebouwen al in 2018. Tot 2020 is als doel geformuleerd om jaarlijks 300.000 gebouwen minimaal twee stappen in het energielabel vooruit te laten gaan.

Op dit ogenblik is nog maar 0,1% van de woning- en gebouwenvoorraad energieneutraal. Dat betekent dat de komende veertig jaar zo goed als de gehele gebouwde omgeving moet worden aangepakt ([Haytink et al., 2015](#)). Bij het huidige vervangingstempo van de woningvoorraad (0,4% per jaar) zal het echter 250 jaar duren voordat alle woningen zijn vernieuwd.

Dat het energieneutraal maken van de gebouwde omgeving zo'n omvangrijke en lastige opgave is, hangt samen met de gemiddelde leeftijd van de Nederlandse woningvoorraad. Veel woningen in ons land zijn kort na de oorlog gebouwd en raken aan het einde van hun technische levensduur. Daardoor voldoet een toenemend aantal niet meer aan de moderne eisen voor veiligheid, duurzaamheid en wooncomfort. Veel woningen zijn verouderd, slecht geïsoleerd en het energieverbruik is daardoor hoog. De kwaliteit van deze verouderende woningen zal steeds verder zal afnemen ([Mulder et al., 2015](#)), wat de aanpak ervan nog verder bemoeilijkt.

In de nieuwbouw zijn energiezuinige c.q. -neutrale woningen gemakkelijker te realiseren. Het aandeel van deze woningen op het totaal is echter beperkt. In het Lenteakkoord van het tweede kabinet-Rutte is in 2015

afgesproken dat vanaf 2020 alleen nog zogenaamde 'Bijna Energie Neutrale Gebouwen' (BENG) mogen worden gebouwd.

In het programma 'Excellente Gebieden' is geëxperimenteerd met BENG-bouw. De ervaringen laten zien dat energieneutraal bouwen meer is dan alleen een technische opgave. Het vraagt om nauwe samenwerking tussen alle betrokken partijen (architect, bouwer, installateur, bestuur), kennis van de lokale cultuur en goede samenwerking. Energieprestatiecontracten tussen opdrachtgever en bouwende partijen kunnen helpen. Ingewikkelde energieconcepten zijn lang niet altijd nodig; er kan ook veel energiewinst worden behaald met relatief simpele maatregelen zoals een combinatie van een optimale zonligging, zonnepanelen, zonneboilers en een hoge 'schilisolatie' ([Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015](#)).

Rijksbeleid

De Nationale Energieagenda schetst een breed palet van rijksmaatregelen om energiebesparing te stimuleren, waaronder het geven van prijsprikkels, subsidies en voorlichting. Waar nodig kan een minimum aan besparing verplicht worden gesteld, bijvoorbeeld voor kantoren en in de huursector. Ook zet het Rijk in op het bevorderen van innovatieve technieken die bijdragen aan kostenverlaging en het wegnemen van knelpunten. Andere maatregelen zijn gericht op het afbouwen van de gasinfrastructuur, zoals het vervangen van de aansluitplicht in de Gaswet door een breder aansluitrecht op energie-infrastructuur voor warmtevoorziening. Ook



krijgen nieuwbouwwijken geen nieuwe gasnetten. Verder zet de Nationale Energieagenda in op het reguleren van de rol van de netbeheerder bij het beheer van warmtenetten. De kostentoedeling van warmte-infrastructuren worden aangepast, zodat vergelijkbare huishoudens met een verschillende warmtevoorziening een vergelijkbare rekening hebben.

De afspraken tot 2023 liggen vast in het SER-Energieakkoord. Uitgangspunt is dat burgers en bedrijven zelf belang hebben bij energiebesparing en dus zelf verantwoordelijkheid moeten nemen, waar nodig ondersteund door de overheid. De afspraken leggen daarom de nadruk op een combinatie van voorlichting en bewustwording, ontzorgen en financieringsondersteuning. Veel van de door de SER voorgestelde maatregelen zijn of worden inmiddels geïmplementeerd ([Sociaal Economische Raad, 2016](#)).

Voorbeelden zijn een fonds waaruit eigenaar-bewoners leningen kunnen krijgen om rendabele besparingsmaatregelen te nemen, subsidies voor verhuurders om te investeren in energiebesparing, ondersteuning van grootschalige renovatieprogramma's van woningcorporaties en bouwers/ontwikkelaars, het opzetten van *energy service companies* om de baten en lasten van energiebesparing eerlijk te verdelen en het ontwikkelen van een duurzaam aanbestedingsbeleid van overheden.

Provinciaal, regionaal en lokaal beleid

Het realiseren van een energiebesparende en alternatieve warmtevoorziening in de gebouwde omgeving is een belangrijk onderdeel van de

energietransitieagenda van gemeenten, provincies en waterschappen ([VNG, IPO, UvW, 2016](#)). In hun regionale energiestrategieën sturen zij aan op de aanleg van regionale of lokale duurzame warmtenetten. Daarnaast zijn de plannen gericht op een emissieloos mobiliteitssysteem en op verduurzaming door het herstructureren van de binnenstedelijke woningvoorraad.

Provincies zetten hun fondsen en subsidies in om nieuwe energiebesparende technieken te ontwikkelen en kansrijke bestaande technieken toe te passen in steden en dorpen.

In gemeenten staan pilots gepland met aardgasvrije en energieleverende wijken. Elke gemeente moet in 2020 een planning hebben voor aardgasvrije wijken. Het eigen (maatschappelijk) vastgoed moet volgens de plannen vóór 2040 energieneutraal zijn.

5.2 Technische mogelijkheden

Er zijn al veel technologische mogelijkheden om tot energiebesparing en CO₂-reductie in de gebouwde omgeving te komen. In rap tempo worden bovendien nieuwe en betere oplossingen ontwikkeld. Er zijn grofweg drie richtingen om een energiezuinige bouwvoorraad te realiseren ([Vliet et al., 2016](#)).

1. *All electric*-oplossingen, waarbij verregaande isolatie wordt gecombineerd met woningverwarming via duurzaam opgewekte elektriciteit. Voorwaarde voor dit soort toepassingen is een robuuste elektriciteitsinfrastructuur. Vooral nieuwbouwwoningen of woningen die geheel zijn gerenoveerd komen hiervoor in aanmerking. Volledig elektrische



toepassingen zijn zowel in steden als in buitengebieden te realiseren. Vooral toepassing in buitengebieden is kansrijk vanwege de beschikbaarheid van grondgebonden woningen (waardoor het gebruik van bodemwarmtepompen mogelijk is) en de beschikbaarheid van veel dakoppervlak (waardoor zonnepanelen grootschalig kunnen worden toegepast).

2. *Warmtenetten*, waarmee duurzame warmte voor woningverwarming collectief kan worden opgewekt en gedistribueerd. Warmtenetten zijn economisch vooral interessant in stadswijken, omdat daar in veel gevallen in een beperkt gebied een grote concentratie van (grote) warmtevragers is én geschikte warmtebronnen aanwezig zijn.
3. *Duurzaam bio- of synthetisch gas*, waarmee woningen kunnen worden verwarmd. Op dit moment is duurzaam gas echter slechts beperkt beschikbaar. De verwachting is dat deze vorm van gas zal worden ingezet voor functies waarvoor niet of nauwelijks alternatieven bestaan, zoals de chemische industrie of lucht- en scheepvaart.

5.3 Toekomstscenario's

Om meer inzicht te krijgen in wat er allemaal nodig is voor een volledige verduurzaming van de gebouwde omgeving heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken een viertal toekomstscenario's voor de gebouwde omgeving laten opstellen. Behalve kwantitatieve informatie geven deze scenario's inzicht in de rol en maatschappelijke strategieën van verschillende belanghebbende partijen ([Slingerland et al., 2016](#)).

Het *geleidelijke transitie scenario* schetst een stap-voor-stap-transitie die voortbouwt op de ontwikkelingen die we nu al kunnen zien en de afspraken uit het Energieakkoord. In het *technologie-adoptie scenario* worden innovaties voor verduurzaming zo aantrekkelijk dat mensen ze massaal adopteren. In het *urgentie scenario* voelt de maatschappij de noodzaak om snel drastische maatregelen te nemen ten behoeve van het klimaat. In het *schaarste scenario* leidt de wereldwijd groeiende vraag naar fossiele energie tot een beperkte beschikbaarheid en hoge prijzen voor olie en aardgas.

De toekomstscenario's laten zien dat voor het realiseren van een volledig energieneutrale of emissieloze gebouwde omgeving in 2050 *innovatieve concepten* nodig zijn. Hierbij valt te denken aan grootschaliger toepassing van geothermie, seizoensopslag van warmte, collectieve warmte-koude-opslag en andere technologieën zoals windenergie en ondergrondse opslag van CO₂. Bovendien vragen alle scenario's om forse investeringen in de gebouwde omgeving, die niet allemaal kunnen worden terugverdiend met energiebesparing. Dit resulteert in een maatschappelijke kostenpost van € 5 miljard tot € 15 miljard per jaar. De grootste opgave ligt in de bestaande gebouwde omgeving, omdat vervanging door sloop en nieuwbouw maar een beperkte bijdrage (circa 1/5e deel van benodigde reductie) kan leveren in de komende 35 jaar.

Analyse van de scenario's laat ook zien dat *energiebesparing* het meest effectieve middel is voor het beperken van de CO₂-uitstoot in de gebouwde



omgeving. Het kan bijdragen aan een CO₂-reductie van 50 tot 80%. Wel geldt dat hoe hoger de CO₂-besparing, hoe hoger de benodigde investeringskosten en hoe lastiger het wordt om de investering weer terug te verdienen uit de bespaarde energiekosten.

Wanneer vrij gangbare energiebesparingsmaatregelen (zoals isolatie, dubbele beglazing) op grote schaal worden toegepast, leidt dit tot 50% CO₂-reductie. In dat geval is er ook een financieel voordeel voor de woningeigenaar, omdat de kosten voor woningisolatie dan lager zijn dan de bespaarde energiekosten. Om 80% CO₂-reductie te realiseren moet de woningeigenaar echter dusdanige investeringen doen dat de kosten niet langer opwegen tegen de financiële baten (Van den Wijngaart et al., 2014).

Voor het 'klimaatneutraal' maken van de gebouwde omgeving is energiebesparing alleen niet voldoende. Om dat te bereiken zal een deel van de energievraag lokaal moeten worden opgewekt, bijvoorbeeld door het gebruik van restwarmte uit de industrie en lokaal geproduceerd groen gas. Niet overal in Nederland is echter voldoende groen gas en rest- en aardwarmte aanwezig om aan de resterende warmtevraag van woningen te voldoen. Met lokaal opgewekte elektriciteit uit zonnepanelen kan de CO₂-uitstoot worden gecompenseerd. Dit vergt een omvangrijke inzet van zonnepanelen. Maar liefst de helft van het dakoppervlak van de totale woningvoorraad (200 tot 300 vierkante kilometer) zal daarvoor moeten worden bedekt met zonnepanelen (Van den Wijngaart et al., 2014).

Een bijkomende opgave betreft het inbouwen van voldoende *flexibiliteit in de stroomvoorziening*. Omdat de elektriciteitsproductie door zon en wind niet 'regelbaar' is, zullen pieken en dalen in de stroomvoorziening moeten worden opgevangen. Om leveringszekerheid te kunnen bieden is het van belang dat er voldoende flexibiliteit in het systeem wordt ingebouwd. Hoe groter het aandeel duurzame energie, hoe urgenter dit vraagstuk. Als het Energieakkoord wordt uitgevoerd zal in 2023 35% van de stroomvoorziening al afkomstig zijn van hernieuwbare bronnen. Opties voor het vergroten van de flexibiliteit zijn onder andere het beter sturen van de eindvraag, het verzwaren van het elektriciteitsnet en het uitbreiden van de opslagmogelijkheden voor energie. In de gebouwde omgeving zijn vraagsturing en energieopslag de belangrijkste opties. Flexibiliteitsopties moeten zoveel mogelijk bijdragen aan de maximale benutting van de verschillende mogelijke hernieuwbare energiebronnen. Tegelijkertijd moeten ze de kosten van de energieproductie en de infrastructuur beperken (Slingerland et al., 2016).

5.4 Actuele vraagstukken

De ambitie op het gebied van de energietransitie in de gebouwde omgeving is groot en technologisch kan er al veel. Toch worden de beleidsdoelen voorsnog niet gehaald. Hieronder geven we een overzicht van een aantal actuele vraagstukken.



1. De omvang van de investeringsopgave

Om in 2050 de hele Nederlandse woningvoorraad CO₂-neutraal te maken moeten jaarlijks 250.000 woningen van het gasnet worden af gehaald. Een groot deel van deze opgave moet in de koopsector worden gerealiseerd. Grote aantallen individuele woningeigenaren dienen dus de benodigde investeringen voor hun rekening nemen. De gemiddelde investering bedraagt minimaal € 30.000 per woning, die individuele eigenaren alleen over een lange periode (tot soms wel dertig jaar) kunnen terugverdienen.

De haalbaarheid van de investeringsopgave verschilt tussen de corporatiesector en de koopsector. Het PBL schat in dat de corporaties voldoende draagkracht hebben om de noodzakelijke investeringen te doen. Maar in de koopsector is de verduurzaming nog veel lastiger. Veel koopwoningen staan 'onder water' en eigenaren-bewoners kunnen niet eenvoudig geld bijlenen voor investeringen in hun woning. Daarnaast zijn de verwachte besparingen voor eigenaren-bewoners niet of nauwelijks groter dan de kosten van de aan te trekken hypotheek of lening. Voor eigenaren-bewoners is er dus geen financiële stimulans om te verduurzamen. Integendeel; er is veel onzekerheid over bijkomende kosten, over de omvang van de te verwachten besparing en over wat er gaat gebeuren met overheidsmaatregelen zoals de mogelijkheid tot teruglevering aan het net (de 'salderingsregeling') ([Schilder et al., 2016](#)).

De salderingsregeling voor zonnepanelen is in 2016 geëvalueerd. Medio 2017 is besloten dat de huidige salderingsregeling ongewijzigd blijft tot 2023. Wat er daarna met de regeling gebeurt, wordt overgelaten aan het nieuwe kabinet.

2. Socialisatie van warmtenetten

De aanleg van warmtenetten vergt ingrijpende investeringen en levert aanzienlijke financiële risico's op vergeleken met aardgasnetten. Een vraagstuk daarbij is het socialisatievraagstuk. De kosten van de huidige fossiele gas- en elektriciteitsnetten zijn 'gesocialiseerd', dat wil zeggen dat het nettatarief voor alle huishoudens die zijn aangesloten op het fossiele gas- en elektriciteitsnet hetzelfde is, terwijl de kosten van aanleg en onderhoud van het net sterk kunnen verschillen, bijvoorbeeld tussen het verstedelijkt gebied en het landelijk gebied. Warmtenetten kennen grote verschillen in aanleg- en onderhoudskosten, afhankelijk van bijvoorbeeld de locatie of warmtebron. Bovendien lenen lang niet alle gebieden in Nederland zich voor aanleg van een warmtenet. Het (aantal) warmtenet(ten) is daardoor veel kleiner en kent een veel minder groot aantal aangesloten gebouwen. Ook is er geen aparte netbeheerder die een apart (gereguleerd) transporttarief in rekening kan brengen. Daarom worden de kosten van warmtenetten niet over alle warmtenetten in Nederland gesocialiseerd. Dat maakt het lastig om economische schaalvoordelen te realiseren, terwijl die juist nodig zijn om een warmtenetwerk efficiënt te financieren en/of te exploiteren ([Blom & Ahdour, 2017](#)).



3. *Gebiedsgebonden en gebouwgebonden aanpakken*

De energieambities in de gebouwde omgeving zullen moeten worden gerealiseerd door middel van een mix van gebouwgebonden en gebiedsgebonden maatregelen. Een gebouwgebonden maatregel is bijvoorbeeld de installatie van zonnepanelen of warmtepompen bij individuele woningen. Gebiedsgebonden maatregelen zijn bijvoorbeeld de aanleg van warmtenetten, de installatie van circulatiesystemen voor warm tapwater en de plaatsing van collectieve zonneparken of windmolens. Door hun collectieve karakter kan met maatregelen op gebiedsniveau een schaa sprong worden gemaakt. Zo kan een versnelling worden gerealiseerd in de energietransitie. Maar om diverse redenen komen gebiedsgebonden aanpakken minder snel van de grond.

Sinds 2012 mogen gebiedsmaatregelen worden meegenomen in de berekening van de Energieprestatiecoëfficiënt (EPC). Maar gebiedsgebonden maatregelen in de bestaande woningbouw worden niet of met een lagere waarde gewaardeerd in het energielabel en ook bij nieuwbouw zorgt de gehanteerde waarderingmethodiek ervoor dat gebouwgebonden maatregelen voor de individuele eindgebruiker vaak goedkoper en op korte termijn effectiever zijn. Ook bij de eerder genoemde BENG-norm (zie § 5.1), vanaf eind 2020 de opvolger van de EPC, speelt dit vraagstuk.

De EPC is een maatstaf voor de mate van energiezuinigheid van gebouwen. Nieuwbouw moet aan bepaalde eisen voldoen op het gebied van energiezuinigheid, uitgedrukt in een EPC. Hoe lager de EPC, hoe zuiniger het gebouw.

Ook het complexe karakter van veel gebiedsgebonden maatregelen draagt bij aan de moeizame implementatie ervan. Bij gebiedsinitiatieven zijn doorgaans veel partijen betrokken, van producenten en distributeurs tot gebouweigenaren en gebruikers, met soms uiteenlopende belangen, waardoor het tijd kost om tot een door iedereen geaccepteerde aanpak te komen. Het gebruik van duurdere nieuwe technologieën leidt tot hoge ontwikkelkosten en investeringsrisico's. Dat maakt het treffen van gebiedsmaatregelen zowel financieel als organisatorisch een complexe opgave ([Takkebos, 2015](#)).

4. *Langetermijndoelen en kortetermijnkeuzes*

Een groot deel van de bebouwing die voor 2050 is voorzien, staat er nu al. Als de gebouwde omgeving in 2050 energieneutraal moet zijn betekent dit dat er tussen nu en 2050 200.000 tot 300.000 woningen per jaar energieneutraal moeten worden gemaakt. Het is dan ook van groot belang om de komende herstructurering van de grote woningvoorraad uit de periode 1960-1990 aan te grijpen om de energiedoelen te realiseren. Hier ligt een unieke kans – maar om die kans te benutten moeten er wel op korte termijn keuzes en afspraken worden gemaakt ([Kuiper, 2015](#)).



5. *Complex speelveld*

De huidige beleidsafspraken uit het Energieakkoord voor de gebouwde omgeving zijn opgesteld met belanghebbenden en hun vertegenwoordigende organisaties. Dat is een heterogene groep, variërend van woningeigenaren en corporaties tot uitvoerende partijen in de bouw- en installatiebranche, netbeheerders en natuur- en milieufederaties. Een belangrijke rol is weggelegd voor de bouw- en installatiebranche. Deze sector wordt gekenmerkt door al lang bestaande structuren en culturen, die niet altijd even gemakkelijk in de richting van duurzaamheid zijn te bewegen. Een relatief kleine groep koplopers neemt weliswaar het voortouw met investeringen en maatregelen, maar de afstand tussen deze voorlopers en grootschalige toepassing is groot. Opschaling van verduurzaming vraagt om betere samenwerking en meer kennisdeling. Ook ontbreekt het in de bouw vooralsnog aan een groeiende vraag naar duurzame alternatieven, waardoor innovaties lastig in de markt te zetten zijn.

Een brede coalitie van partijen, verenigd in de Taskforce Bouwagenda, heeft zich ten doel gesteld de benodigde vernieuwing in de bouwsector te realiseren en bij te dragen aan de noodzakelijke energierevolutie in de gebouwde omgeving ([Taskforce Bouwagenda, 2017](#)).



LITERATUUR

Blom, M. & Ahdour, S. (2017). *Socialiseren van netkosten van warmtenetten: gevolgen voor lasten huishoudens en economische argumenten*. Delft: CE Delft.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2017). *Hernieuwbare energie: verbruik naar energiebron, techniek en toepassing*. Geraadpleegd op 18 juli 2017 via <http://statline.cbs.nl>

Deelstra, Y. & Jonge, J. de (2015). *Governance voor de versnelling van de Energietransitie*. Wageningen: Wing.

Energie Nederland (2016). *Kompas voor de energiemarkt van de toekomst*. Den Haag.

Faber, A., Goede, P. de & Weijnen, M. (2016). *Klimaatbeleid voor de lange termijn: van vrijblijvend naar verankerd*, WRR-Policy Brief 5. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.

Haytink, T.G., Geurts, B.J.H. & Valk, H.J.J. (2015). *Onderzoek zeer energiezuinige renovatiewoningen label A+/AA++ :samenvatting bevindingen. Rapport in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties*. Zwolle: Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.

Hoorn, P.A. van & Matthijsen, J. (2013a). *Ruimte en energie in Nederland: een korte verkenning*. Den Haag: PBL.

Hoorn, P.A. van & Matthijsen, J. (2013b). *De ruimtelijke impact van hernieuwbare energie: een verkenning*. Den Haag: PBL.

Innogy (2017). *De maatschappelijke impact van de energietransitie: white paper*. Den Bosch.

Koelemeijer, R., Koutstaal, P., Daniëls, B. & Boot, P. (2017). *Nationale kosten energietransitie in 2030*. Den Haag: PBL en ECN.

Kuiper, R. (2015). *Verkenning omgevingsopgaven voor de Nationale Omgevingsvisie*. Den Haag: PBL.

Kuramochi, T., Höhne, N., Gonzales-Zuñiga, S., Hans, F., Sterl, S., Hagemann, M., Elzen, M. den, Roelfsema, M., Soest, H. van, Forsell, N. & Turkovska, O. (2016). *Greenhouse gas mitigation scenarios for major emitting countries: Analysis of current climate policies and mitigation pledges (Update: November 2016)*. Cologne, Berlin: NewClimate Institute.

Ministerie van Economische Zaken (2014). *Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee*. Den Haag.

Ministerie van Economische Zaken (2016). *Energieagenda: naar een CO₂-arme energievoorziening*. Den Haag.

Ministerie van Economische Zaken (2016a). *Energierapport: transitie naar duurzaam*. Den Haag.

Ministerie van Economische Zaken (2016b). *Samen energieprojecten realiseren: visie op omgevingsmanagement. Brief van de Minister van Economische Zaken aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal van 1 februari 2016*. Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012). *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte: Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig*. Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken (2014). *Structuurvisie windenergie op land*. Den Haag.



- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken (2016). *Ontwerp structuurvisie ondergrond*. Den Haag.
- Mulder, G., Koops, O., Kamphuis, V., Willems, M., Vos-Effting, S. de, Donkervoort, R. & Dijkmans, T. (2015). *Vervangende Nieuwbouw: TNO-rapport TNO 2015 R10515*. Delft: TNO.
- Natuur & Milieu (2016). *Energievisie 2035: energietransitie in de hoogste versnelling*. Utrecht.
- Netbeheer Nederland (2013). *Actieplan Duurzame Energievoorziening: op weg naar het Energiesysteem van 2030*. Den Haag.
- Oostra, M.(2017). *Ruimtelijke transformatie & waardecreatie Groningen op weg naar 100% duurzame energie in 2050, presentatie*. Groningen: Hanze Research & Provincie Groningen.
- Planbureau voor de Leefomgeving (2017). *Energietransitie: joulebak 2050*. Geraadpleegd op 18 juli 2017 via <http://themasites.pbl.nl/energietransitie/>
- Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2013). *Sturen op samenhang: governance in de metropolitane regio Amsterdam/Schiphol*. Den Haag.
- Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2015). *Rijk zonder CO₂*. Den Haag.
- Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2016). *Verbindend landschap*. Den Haag.
- Regeerakkoord 2017-2021 (2017). *Vertrouwen in de toekomst: VVD, CDA, D66 en ChristenUnie*. Den Haag.
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2016). *Handreiking energie erfgoed en ruimte*. Amersfoort.
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2017). *Nederland Energieland: tijdlijn van het Nederlandse energielandschap*. Amersfoort.
- Ros, J.P.M. & Schure, K.M. (2016). *Opties voor energie- en klimaatbeleid*. Den Haag: PBL.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2015). *Excellente Gebieden: leerschool voor energieneutraal bouwen 2015*. Utrecht.
- Schepers, B.L., Naber, N.R., Rooijers, F.J. & Leguijt, C. (2015). *Op weg naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving 2050*. Delft: CE Delft.
- Schilder, F., Middelkoop, M. van & Wijngaart, R. van den (2016). *Energiebesparing in de woningvoorraad: financiële consequenties voor corporaties, huurders, eigenaren bewoners en Rijksoverheid*. Den Haag: PBL.
- Schotten, G., Ewijk, S. van, Regelink, M., Dicou, D. & Kakes, J. (2016). *Tijd voor transitie: een verkenning van de overgang naar een klimaatneutrale economie* Amsterdam: De Nederlandsche Bank N.V.
- Schuurs, R. & Schwencke, A.M. (2017). *Lessen voor een regionale energiestrategie: slim schakelen*. Leiden: AS I-Search.
- Sijmons, D., Hugtenburg, J., Hoorn, A. van & Feddes, F. (2014). *Landschap en energie: ontwerpen voor transitie*. Rotterdam: Nai010 uitgevers.
- Sijmons, D., FABRICations, H+N+S Landschapsarchitecten, NRGLab/ Wageningen Universiteit, POSAD spatial strategies, Studio Marco Vermeulen & Vereniging Deltametropool (2017). *Energie & Ruimte: een nationaal perspectief*. Rotterdam: Vereniging Deltametropool.
- Slingerland, E., Terlouw, W. & Oude Lohuis, J. (2016). *Kwantificering van toekomstscenario's voor de gebouwde omgeving: eindrapport*. Utrecht: Ecofys
- Sociaal Economische Raad (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*. Den Haag.



- Sociaal Economische Raad (2016). *Energieakkoord voor duurzame groei: Voortgangsrapportage 2016*. Den Haag.
- Sociaal Economische Raad (2017). *Briefadvies Governance van het energie- en klimaatbeleid*. Den Haag.
- Takkebos, D.W. (2015). Geef energie de ruimte. *Bouwkwaliteit in de praktijk*, 9 september 2015, p.16-19.
- Taskforce Bouwagenda (2017). *De bouwagenda: bouwen aan de kwaliteit van het leven*. Delft.
- Uyterlinde, M., Londo, M., Sinke, W., Roosmalen, J. van, Eecen, P., Brink, A. van den & Waal, R. de (2017). *De Energietransitie een nieuwe dimensie in ons landschap*. Petten: Energy Research Centre of the Netherlands, Wageningen: Wageningen University & Research.
- Verweij, M., Schoonbeek, A., Bongers, M., Straver, K., Wal, E. de, Langelaar, D. van, Menger, R., Butenko, A. & Prins, M. (2017). *We moeten er wel dwars doorheen! resultaten verkenningstraject & actieagenda*. Den Haag: Maatschappelijk Verantwoord Innoveren-Energie.
- Vliet, E., Keijzer, J. de, Slingerland, E., Tilburg, J. van, Hofsteenge, W. & Haakma, V. (2016). *Collectieve warmte naar lage temperatuur: een verkenning van mogelijkheden en routes*. Utrecht: Ecofys & Greenvis.
- VNG, IPO, UvW (2016). *Naar een duurzaam Nederland energieneutraal, klimaatbestendig en circulair: gezamenlijke investeringsagenda van gemeenten, provincies en waterschappen voor de kabinetsformatie 2017*. Den Haag.
- VNO-NCW, MKB & LTO Nederland (2017). *NL Next Level Energie voor de toekomst: van nota's naar uitvoering*. Den Haag.
- Werff, T. van der, Stevens van Abbe, F., Jongeneel, S. & Hoorn, A, van (2011). *Verkenning energietransitie en ruimte*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Wijngaart, R. van den, Folkert, R. & Middelkoop, M. van (2014). *Op weg naar een klimaatneutrale woningvoorraad in 2050: investeringsopties voor een kosteneffectieve energievoorziening*. Den Haag: PBL.
- Wouden, R. van der (2014). Nawoord. In Sijmons, D., Hugtenburg, J., Hoorn, A. van & Feddes, F., *Landschap en energie: ontwerpen voor transitie*. Rotterdam: Nai010 uitgevers.



BIJLAGE

TOTSTANDKOMING PUBLICATIE

Samenstelling projectteam

Drs. L. Boot (projectleider vanaf 15-06-2017)

Dr. ir. E.C. Schmieman (projectleider tot 15-06-2017)

A. Koose-Verschoor, projectassistent

Met dank aan

Ir. P.A. van Hoorn, onderzoeker, Planbureau voor de Leefomgeving

Drs. S.N. Sluijters, freelance journalist, Bureau Sluijters

Drs. T. de Vries, programmamanager, Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat, DG Energie Telecom en Mededinging

Dr. R. Weterings, secretaris Commissie Borging Energieakkoord,
Sociaal-Economische Raad



Colofon

Tekstredactie

Saskia van As, Tekstkantoor van As

Fotoverantwoording

Cover: David Rozing / Hollandse Hoogte

Grafisch ontwerp

Jenneke Drupsteen Grafische vormgeving

Publicatie Rli

December 2017

ISBN 978-90-8513-048-2

NUR 740

