



st Net voor de toekomst Net voor de toekomst
verkenning een verkenning een ver

Colofon

Werkgroep 'Net voor de Toekomst'

Voorzitter:

Han Damsté

Netbeheer Nederland

Marijke Kellner-Van Tjonger

GTS

Werkgroep leden:

Martijn Bongaerts

Paul Corton

Vincent van Hoegaerden

Maaïke Mulder-Pol

Jan Peters

Alliander

Alliander

Endinet

Enexis

Enexis

Arnold van der Bie

John Hodemaekers

Gert van der Lee

Ondersteund door:

Cor Leguijt

Frans Rooijers

Stedin

Stedin

TenneT

CE Delft

CE Delft



Voorwoord

Voor u ligt het document 'Net voor de Toekomst'. In dit document geven Netbeheer Nederland en haar leden verkenningen weer van de mogelijke ontwikkelingen in de energie-infrastructuren in Nederland, met name als gevolg van de Energietransitie, en over de rol van de netbeheerders daarbij.

De toenemende verduurzaming heeft grote impact op de energievoorziening.

De netbeheerders hebben de taak en de ambitie deze energietransitie te faciliteren, waarbij soms grote investeringen in de energienetten nodig zijn.

De keuzes die de netbeheerders moeten maken bij het doen van deze investeringen kunnen gevolgen hebben voor de richting en de snelheid waarin de energietransitie zich ontwikkelt.

Wij willen daarover graag met u de dialoog voeren.

Het 'Net voor de Toekomst' is immers in het belang van iedereen!

Jeroen de Swart

Voorzitter Netbeheer Nederland





Inhoud

	Samenvatting en conclusies	7
1	Inleiding	11
1.1	Waarom dit document?	11
1.2	Doel van 'Net voor de Toekomst'	12
1.3	Klimaatbeleid vergt forse veranderingen in de energievoorziening	13
1.4	Leeswijzer	14
2	Energiescenario's 2050	17
2.1	Veranderingen in energievraag en technieken	17
2.2	Energiescenario's	17
2.3	Conclusies uit de energiescenario's	21
3	Gevolgen voor de energie-infrastructuren 2050	25
3.1	Inleiding	25
3.2	Lokale netten in 2050	25
3.3	Regionale netten in 2050	26
3.4	Landelijke netten in 2050	27
3.5	Netverliezen in elektriciteitsnetten	27
3.6	CO ₂ -afvang en -opslag	27
3.7	Gevoeligheidsanalyse	28
3.8	Conclusies	28
4	Transitieperiode	31
4.1	Inleiding	31
4.2	Elektriciteitsinfrastructuur	31
4.3	Gasinfrastructuur	31
4.4	Warmte-infrastructuur en CO ₂ -infrastructuur	33
4.5	Innovatieve acties van de netbeheerders	33
4.6	Conclusies	35
5	Investerings	37
5.1	Inleiding	37
5.2	Investerings voor de Netten van de Toekomst	37
6	Regelgevend kader voor een succesvolle transitie	41
	Literatuurlijst	42



Uitgangspunt is de EU-doelstelling
van een drastische CO₂-emissie
reductie: 90% in 2050 ten opzichte
van 1990



Samenvatting en conclusies

De wereldwijde klimaatdoelstellingen hebben grote impact op de energievoorziening zoals we die nu kennen. Deze impact strekt zich ook uit tot de energie-infrastructuren. In dit document wordt de impact op de netten verkend. Uitgangspunt is de EU-doelstelling van een drastische CO₂-emissie reductie: 90% in 2050 ten opzichte van 1990.

Deze energietransitie heeft ook ingrijpende consequenties voor de energie-infrastructuur en de rol van netbeheerders. Zeker is dat er forse investeringen nodig zijn om de energienetten geschikt te maken voor alle veranderingen. Op dit moment is echter nog niet te voorspellen welke investeringen er gedaan moeten worden, hoe groot die zijn, en waar en wanneer er begonnen moet worden. Met andere woorden: er is een behoorlijk risico dat investeringsbeslissingen die nu genomen worden om de energietransitie te faciliteren achteraf bezien ondoelmatig kunnen blijken.

Afwachten zou vanuit investeringsefficiëntie het meest gewenst lijken. Maar dat is geen optie. Netbeheerders investeren continu in uitbreidingen en vervangingen met zeer lange levensduren van wel 40-80 jaar, zodat de investeringen die op dit moment worden gedaan in 2050 nog actief zijn. Afwachten kan ertoe leiden dat aanpassingen van de energie-infrastructuren te laat worden gerealiseerd, wat remmend kan werken op de energietransitie. Deze problematiek staat bekend als het 'netbeheerdersdilemma'.

Netbeheer Nederland wil graag de dialoog met politiek en maatschappij aangaan over de rol die de energie-infrastructuren en de netbeheerders in de energietransitie spelen en welke investeringskeuzes zij moeten maken. Dit document is bedoeld als aanzet daartoe. Netbeheer Nederland zet hierin de zeer aannemelijke en de onzekere gevolgen uiteen en geeft waar mogelijk oplossingsrichtingen aan.

Om de dialoog te faciliteren, heeft Netbeheer Nederland door CE Delft een studie laten uitvoeren naar de verschillende veranderingen in de energie-voorziening waarmee 90% CO₂-emissiereductie is te bereiken.

Op voorhand plaatst Netbeheer Nederland twee kanttekeningen bij deze doelstelling:

- Het doel van 90% CO₂-emissiereductie zal niet als vanzelf gehaald worden, er zal een forse wijziging nodig zijn van overheidsbeleid. Daarvoor is ook maatschappelijk draagvlak nodig.
- Hernieuwbare bronnen (o.a. wind op zee, biomassa) kunnen worden ingezet of fossiele bronnen met afvang en opslag van CO₂ (kolen en aardgas met CCS) of kernenergie. De inzet van fossiele bronnen is sterk afhankelijk van de technische en economische ontwikkeling van CCS en van de maatschappelijke acceptatie daarvan.

Bij het creëren van maatschappelijk draagvlak kan dit document een rol spelen, omdat het de implicaties van een forse CO₂-reductie zichtbaar maakt. Uiteindelijk zijn er politieke keuzes nodig om de globale doelstelling voor 2050 te vertalen in concrete sturing voor energiegebruikers, techniekontwikkelaars, marktpartijen en netbeheerders.

Voor de infrastructuur toont het onderzoek aan dat dit tot zeer aannemelijke gevolgen:

- De zware CO₂-reductienorm betekent dat er op lokaal niveau nagenoeg alleen nog CO₂-neutrale energiedragers kunnen worden gedistribueerd, zoals elektriciteit (duurzaam of schoon fossiel), groen gas en (warm) water. De opkomst van decentrale opwekking betekent dat lokale elektriciteitsnetten in nieuwbouw en bestaande bouw moeten worden verzwaaard en 'slimmer' moeten worden.

- Lokale distributie van aardgas zal sterk veranderen. De vraag naar aardgas zal afnemen door besparing en gedeeltelijk zal aardgas als warmtebron worden vervangen door , warmtepompen, zonneboilers, geothermie, koude-warmte-opslag, rest- en aftapwarmte vanuit fossiel gestookte energiecentrales met CCS, groen gas, micro-wkk met groen gas, bio-wkk op wijk- of centraal niveau. Collectieve systemen zullen vermoedelijk een belangrijker rol gaan spelen dan nu, op grond van economische voordelen. Voor de piekbehoefte aan warmte kan aardgas nog een rol spelen; de CO₂-emissie die hiermee samenhangt is relatief gering.
- Centrale elektriciteitsproductie zal vooral plaatsvinden op kustlocaties, door de opkomst van wind op zee, biomassa aanlanding en -gebruik en/of conventionele energiecentrales met CCS. Verzwaring van het hoogspanningsnet (transportnet) zal dus ook vooral naar de kustlocaties nodig zijn.
- Aardgas zal de komende jaren een belangrijke rol spelen als transitiebrandstof. Verzwaring van het landelijke gastransportnet ligt voor de hand, ook gezien de rol van Nederland als internationale gasrotonde.
- Op lokaal niveau zullen de gasdistributienetten in toenemende mate dienen voor distributie van groen gas. In nieuwbouwgebieden wordt gas- en warmtedistributie naar alle gebouwen uiteindelijk achterwege gelaten, het tempo van deze verandering is afhankelijk van het tempo van aanscherping van de gebouwnormen naar emissieloze gebouwen met EPC = 0 en van de discussie over de vraag of gas al dan niet een rol blijft behouden voor het leveren van piekcapaciteit voor de laagwaardige warmtevraag.

Naast bovenstaande zeer aannemelijke gevolgen van de reductie met 90% van de CO₂-emissie in 2050, zijn er ook veel onzekerheden, die vaak op elkaar inwerken. De belangrijkste zijn:

- Het tijdpad waarop de verschillende technische ontwikkelingen zich zullen voltrekken. Zoals de opmars van zon-PV, van elektrische warmtepompen, van de elektrische auto, van microwarmtekracht, van airconditioners, of van opslagsystemen voor elektriciteit. Ook zullen op langere termijn geheel nieuwe innovaties opkomen die nu nog niet te voorzien zijn.
- De technische eisen die technieken aan de energie-infrastructuren gaan stellen. Bijvoorbeeld bij het laden van elektrische auto's, bij elektrische warmtepompen - met of zonder elektrische bijverwarming - of bij de invoeding van gas uit biomassa.
- De ruimtelijke concentratie van de technische ontwikkelingen: voor de ontwikkeling van de vraag naar capaciteit maakt het bijvoorbeeld groot verschil of een techniekontwikkeling in 10% van de gebouwen plaatsvindt in 100% van de wijken, of in 100% van de gebouwen in 10% van de wijken.
- Hoe specifieke invulling van de lokale warmtevraag lokaal uitpakt.
- De optimale manier van invoeding van groen gas in het gasnet.
- De maatschappelijke acceptatie van technieken als CCS.
- De rol die netbeheerders zullen spelen bij opslag, CO₂-netten en warmtenetten.
- Hoe zeker is de 90% CO₂-reductie, want als een lagere reductie voldoende is, zullen sommige keuzes niet zo extreem hoeven uit te pakken, zoals geen CO₂-emissies meer bij de eindverbruiker.



Deze onzekerheden leiden tot vragen. Voor de netbeheerders is de komende jaren beantwoording van deze vragen essentieel in verband met het nemen van investeringsbeslissingen:

1. Hoe wordt het regelgevend kader aangepast aan de maatschappelijke eisen die worden gesteld aan het faciliteren van de energietransitie, oftewel op welke wijze, met welke institutionalisering kan er worden toegewerkt naar maatschappelijke optimale keuzes in de energievoorziening die voldoende rekening houden met de lange termijn en met de hele keten van energievraag, distributie en productie van energie.
2. Is het wenselijk direct de elektriciteitsinfrastructuur in nieuwbouwgebieden verzaagd aan te leggen, door middel van het aanbrengen van extra middenspannings- en hoogspanningsruimtes in de netstructuur?
3. Is het wenselijk de elektriciteitsinfrastructuur in de bestaande bouw daar waar vervangingsinvesteringen nodig zijn te verzwaren, door middel van het aanbrengen van extra MS- en HS-ruimtes in de netstructuur? Met name in dicht-bebouwde gebieden zal een oplossing moeten worden gevonden voor het extra ruimtebeslag.
4. Hoe verkrijgen we rond 2020 duidelijkheid over de omvang van de reductie van de energievraag, de inzet van elektrische warmtepompen, en de mate waarin vervoer elektrificeert, zodat de investeringen vanaf 2020 gericht kunnen worden op die ontwikkeling?
5. Op welke wijze gaan de netbeheerders groen gas invoeden in het gasnet?
6. Welke vorm krijgt slimme sturing van de capaciteitsvraag door af- en aanschakelbaar vermogen, en hoe zien de bijbehorende prijsmechanismen er uit?
7. Welk effect heeft een verdergaande aanscherping van de gebouwnormering naar EPC=0 op de aanleg van distributienetten naar alle gebouwen in nieuwbouw projecten?
8. Welke proeftuinen zullen worden ontwikkeld voor de ontwikkeling van innovatieve technieken?

Over deze vragen willen Netbeheer Nederland en haar leden graag met politiek, samenleving en alle professionele partijen in de energiesector in dialoog, zodat maatschappelijk breed geaccepteerde investeringskeuzes kunnen worden gemaakt, die de energietransitie faciliteren.



De centrale vraag is welke soort investeringen de netbeheerders moeten doen ten behoeve van het faciliteren van de energietransitie

1 Inleiding

1.1 Waarom dit document?

De energievoorziening zal de komende decennia ingrijpend veranderen, richting een maatschappij die vrijwel geen broeikasgassen meer uitstoot. Een belangrijke vraag voor de netbeheerders is hoe die transitie vorm zal krijgen, en wat dat voor gevolgen heeft voor de energie-infrastructuren en de beheerders daarin. Andersom kunnen de investeringskeuzes die de netbeheerders maken de richting en de snelheid van de energietransitie ingrijpend beïnvloeden.

De netbeheerders willen over deze belangrijke maatschappelijke kwesties de dialoog aangaan met politiek en samenleving. Dit document is geschreven om die dialoog te faciliteren.

Het is van groot belang om te onderkennen dat omvormingen van de netinfrastructuren een lange doorlooptijd kennen. Dit houdt in dat vroegtijdig moet worden begonnen met het uitwerken van de consequenties van bepaalde ontwikkelingen voor de netten. Met dit document geven de netbeheerders daartoe een aanzet.

Het doel van 'Net van de Toekomst' is drieledig:

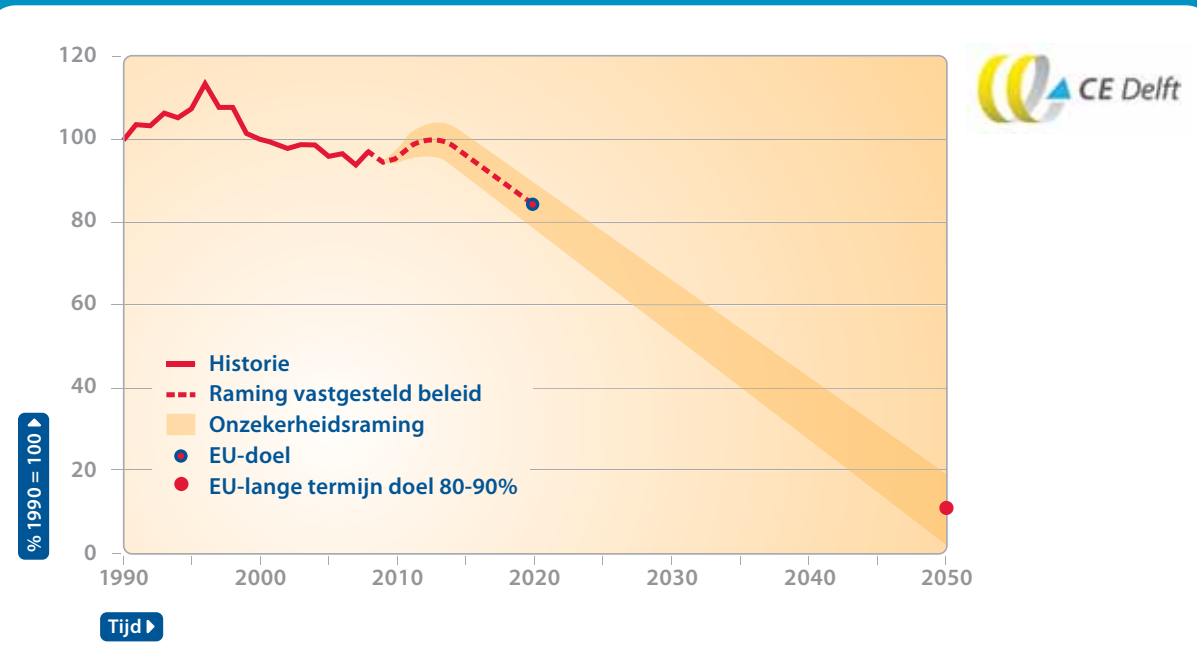
1. Inzicht te ontwikkelen in de samenhang tussen technische ontwikkelingen en maatschappelijke vragen die aan de orde zijn bij de energietransitie.
2. Afstemming met belangrijke stakeholders over de rol en positie van de netbeheerders.
3. Te dienen als basis voor de dialoog met stakeholders.

De doelgroepen voor het document zijn onder andere ministeries, politici, lagere overheden, energiebedrijven, adviesraden en wetenschappelijke instituten, natuur- en milieuverenigingen, koepel- en brancheorganisaties, consumentenorganisaties en andere belanghebbenden.

Uitgangspunt van dit document is de wens van de EU om de mondiale opwarming van de aarde te beperken tot maximaal 2°C. Daarvoor is een forse CO₂-reductie nodig, vastgelegd in nationaal en Europees beleid (20% CO₂-reductie in 2020 en 80-95% reductie in 2050)¹. De doelen voor 2020 vormen aldus een belangrijke tussenstap op weg naar zwaardere doelen in 2050.

Figuur 1

Doelen broeikasgasemissies in de tijd, met niveau in 1990 op 100 gesteld



1. De Europese Raad heeft zich in oktober 2009 vastgelegd op een reductie van 80-95% in 2050 (VROM, 2009). Eurelectric, de Europese brancheorganisatie van elektriciteitsproducenten, hanteert zelfs als doelstelling voor de elektriciteitssector: klimaatneutraal in 2050 (Eurelectric, 2009).

In geval er lagere reductiedoelen worden nagestreefd, is de impact daarvan op de net-ontwikkelingen ook geringer.

Het document richt zich, naast de gas- en elektriciteitsnetten, ook op warmtenetten en eventuele CO₂-netten. Ook wordt de energievraag voor wegtransport meegenomen, omdat elektrische mobiliteit leidt tot extra elektriciteitsvraag. Het document richt zich niet op transport via luchtvaart en zeevaart, niet op overige broeikasgassen en niet op het gebruik van brandstof als grondstof ('feedstock').

Het document richt zich eveneens slechts in zeer beperkte mate op doorvoer (transito) van gas en elektriciteit naar andere landen. Het is geënt op de Nederlandse energievraag en -productie. Doorvoer heeft nu al een belangrijk aandeel in het hogedruk gastransport door Nederland. Verwacht wordt dat doorvoer, mede als gevolg van de voortgaande internationalisering van de energiemarkt, in de toekomst in belang zal toenemen. Aangezien de productie van gas in Noord-West Europa daalt, zal gas via andere routes moeten worden aangevoerd en getransporteerd. Om tegemoet te komen aan de gasvraag in Nederland en de ons omringende landen is meer hogedruk gasinfrastructuur nodig.

In opdracht van Netbeheer Nederland heeft CE Delft enkele scenario's ontwikkeld voor de energievoorziening die elk leiden tot de beoogde 90% emissiereductie in 2050, elk op geheel verschillende technologische basis. De soort impact op de energie-infrastructuren is in belangrijke mate gelijk in alle scenario's, maar verschilt in omvang van de benodigde verzwaringen, en waar die verzwaringen specifiek nodig zijn (transport, regionaal, lokaal).

De belangrijkste beleidsvragen voor de komende periode gaan over:

- verzwaring van elektriciteitsnetten in de bestaande- en in nieuwbouw;
- de investeringen voor netinpassing van windenergie op land en op zee;
- de invulling van de warmtevraag in bestaande- en nieuwbouw;
- de wijze van invoeden van groen gas;
- ruimte voor 'proeftuinen' om noodzakelijke kennis op te bouwen.

Netbeheerders hebben de taak om de energietransitie te faciliteren én om doelmatig te investeren. Om die taken goed te kunnen combineren, moeten de netbeheerders ingrijpende investeringskeuzes maken. Hiervoor is een breed maatschappelijk draagvlak nodig. Het jaar 2050 is ver weg, maar veel investeringen in de energie-infrastructuren hebben (regulatoire) terugverdientijden van 40 jaar en langer. Daarom is discussie over 2050 nu al aan de orde.

1.2 Doel van 'Net voor de Toekomst'

De centrale vraag in het document is welke soort investeringen de netbeheerders moeten doen, en wanneer, ten behoeve van het faciliteren van de energietransitie, en welke (nog) niet. Het gaat daarbij niet om de specifieke punten die al in de korte termijn investeringsplannen van de netbeheerders worden verwerkt, maar om ontwikkelingen die verder weg in de tijd liggen. Deze werpen echter wel hun schaduw vooruit en dienen uiteindelijk een plaats te krijgen in de vorm van concrete netinvesteringsplannen. De crux daarbij is dat investeringen in netinfrastructuren lange doorlooptijden kennen, zodat vroegtijdig moet worden begonnen met het uitwerken van de consequenties van ontwikkelingen voor de netten. Daarbij horen ook studie, onderzoek, proefprojecten en proeftuinen en uiteindelijk een grootschalige uitrol. Het document is geen pleitnota voor meer investeringen in de infrastructuur, maar is er op gericht te voorkomen dat de netbeheerders achter de feiten aanlopen.



Voor de netbeheerders is de vraag op welke wijze, met welke institutionalisering kan worden toegewerkt naar maatschappelijke optimale keuzes in de energievoorziening die voldoende rekening houden met de lange termijn en met de hele keten van energievraag, distributie en productie van energie.

In de scenariostudie die CE Delft heeft uitgevoerd, zijn verschillende denkbare ontwikkelingen geschetst die de CO₂-doelen realiseerbaar maken. Ontwikkelingen waar de netbeheerders, vanuit hun rol om de energietransitie te faciliteren, niet omheen kunnen, maar waarover nog geen zekerheid bestaat. Technieken die nog 'in laboratoriumfase' verkeren zijn bewust buiten beschouwing gelaten.

Het voornemen is om het document eens in de vijf jaar, of frequenter indien nodig, te actualiseren. De scenario's zijn zo vormgegeven dat hoeken van het speelveld voor de energie-infrastructuren worden weergegeven waarmee de impact op de netten het duidelijkst zichtbaar wordt. Uiteraard levert dit geen exact beeld op van de toekomst. In de praktijk zullen ongetwijfeld allerlei combinaties van scenario's optreden.

Het document gaat zowel over de elektriciteits- en de gasinfrastructuur, als over infrastructuur voor CO₂ en warmte, en de mogelijke rollen van de netbeheerders daarbij. Het gaat in op ontwikkelingen met een langere tijdshorizon dan de tweejaarlijkse Kwaliteits- en Capaciteitsdocumenten (KCD's)². Keuzes over de onderwerpen die in het Document aan de orde komen, krijgen uiteindelijk hun plaats in de KCD's.

Het document maakt ontwikkelingen inzichtelijk, brengt ze met elkaar in verband, en probeert daarbij dilemma's duidelijk te maken. Zo wordt duidelijk in welke context de netbeheerders hun investeringen moeten uitvoeren en welke maatschappelijke keuzes daarbij aan de orde zijn. Om die reden worden in het document ook investeringsschattingen voor de verschillende ontwikkelingen van de infrastructuur

gegeven, zodat die in de dialoog met de stakeholders kunnen worden betrokken. Het centrale dilemma in het document is: als alle technische ontwikkelingen door de netbeheerders worden gefaciliteerd en daartoe ook voorinvesteringen worden gedaan, dan kan blijken dat een deel van die ontwikkelingen uiteindelijk niet doorzet zodat die investeringen achteraf gezien ondoelmatig zijn geweest. Als echter wordt gewacht totdat bepaalde technische ontwikkelingen daadwerkelijk grootschalig doorzetten, dan komen de noodzakelijke aanpassingen van de energie-infrastructuur te laat en werkt dit als een maatschappelijk ongewenste rem op de energietransitie. Het document lost dit dilemma niet op, maar maakt het inzichtelijk zodat in overleg met alle stakeholders de beste keuzes kunnen worden gemaakt.

De netbeheerders en andere partijen hebben reeds het nodige gedaan om de dilemma's onder de aandacht te brengen, en om een breder publiek bekend te maken met de consequenties van de energietransitie. Relevante publicaties zijn onder andere:

- Actieplan Decentrale Infrastructuur (transitieplatforms PNG en PDE, 2009).
- Brochure 'Netbeheer in transitie' (Netbeheer Nederland, 2009).
- De ruggengraat van de energievoorziening (AER, 2009).
- De Visie van de netbeheerders op Smart Grids.
- Het gezamenlijke structurele onderzoeksprogramma 'Intelligente netten' (in ontwikkeling).

1.3 Klimaatbeleid vergt forse veranderingen in de energievoorziening³

Een CO₂-reductie van 90% in 2050 zal een belangrijke impact hebben op de energievoorziening en daarmee ook op de energie-infrastructuur. Deze forse CO₂-reductie vergt een transformatie van de energievoorziening omdat het grootste deel van de CO₂-emissie vrijkomt bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Daarmee is, naast 'betaalbaar' en 'betrouwbaar', een serieuze derde dimensie aan het energiebeleid toegevoegd, namelijk 'schoon'.

2. KCD's zijn de Kwaliteits- en Capaciteitsdocumenten, waarin de netbeheerders eens per twee jaar een vooruitblik voor de komende zeven jaar geven.

3. Onder energievoorziening wordt hier het gehele energiesysteem van vraag tot en met winning van energiebronnen verstaan; warmte, elektriciteit, gas, motorbrandstoffen, kolen, windenergie, kernenergie, zon, etc.

Op dit moment gebruiken we in Nederland overwegend fossiele brandstoffen zoals aardgas, kolen en aardolie. Om te voldoen aan de klimaatdoelstellingen zal de CO₂ die vrijkomt bij de verbranding moeten worden afgevangen en opgeslagen. Een andere optie is om de fossiele energiebronnen te vervangen door schone, hernieuwbare energiebronnen. Daarnaast is ook een forse daling van de energievraag bij de gebruikers wenselijk.

Op het niveau van 'kleinverbruikers' zullen vrijwel alleen CO₂-neutrale⁴ energiedragers kunnen worden gebruikt omdat het naar de huidige verwachting niet mogelijk zal zijn om op miljoenen plaatsen CO₂ af te vangen en op te slaan. Dat is voorbehouden aan plaatsen waar geconcentreerd grote hoeveelheden CO₂ vrij komen.

1.4 Leeswijzer

De scenario's en de analyses van de gevolgen voor de energie-infrastructuren staan uitgebreid beschreven in het genoemde rapport van CE Delft (CE, 2010), waarnaar hier wordt verwezen. In dit document worden allereerst de opzet van die scenario's beschreven en de conclusies bediscussieerd. In hoofdstuk 2 wordt dat gedaan voor de volume-effecten voor de energie-voorziening als geheel. Hoofdstuk 3 gaat in op de consequenties voor de energie infrastructuur, die vooral op ontwikkeling van de capaciteitsvraag gebaseerd zijn. Hoofdstuk 4 gaat in op de belangrijke transitiefase en op acties die de netbeheerders zelf willen ondernemen de komende periode. Hoofdstuk 5 gaat in op de benodigde investeringen in de infrastructuur. In hoofdstuk 6 wordt de versterking van het regelgevend kader behandeld.

4. CO₂-neutrale energiedragers zijn energiedragers waarbij bij gebruik geen netto CO₂-emissies vrijkomen. Elektriciteit is daarvan een voorbeeld, maar ook groen gas. Groen gas is gemaakt van biomassa.





De scenario's zijn zo gekozen dat zoveel mogelijk de hoeken van het speelveld worden verkend voor wat betreft de effecten op de infrastructuur



2 Energiescenario's 2050

2.1 Veranderingen in energievraag en technieken

De energievraag stijgt met de groei van de welvaart. Daarbij is er ook sprake van een verschuiving in het soort energie: afname van de vraag naar laagwaardige warmte⁵ in met name gebouwen, en toename van de vraag naar energie voor mobiliteit en naar elektriciteit. De verwachting is dat de groei van de energievraag in Nederland door overheidsbeleid zal afvlakken. Dit zal wel een ander beleid vergen dan het milde energiebesparingsbeleid van de afgelopen decennia.

Voorzien wordt dat de energievraag in de toekomst sterker in de tijd zal variëren. Hoewel de volumevraag afneemt, zal de capaciteitsvraag voor de verschillende sectoren (relatief) toenemen. Met name de capaciteitsvraag is bepalend voor de infrastructuur, die nodig is voor transport en distributie van energie.

Factoren die van invloed zijn op de energie-infrastructuren zijn onder andere:

- Groei van de welvaart en daarmee samenhangende groei van energiegebruik en capaciteitsvraag.
- Verbetering van energie-efficiëntie van gebouwen en apparaten.
- Substitutie van gas/motorbrandstoffen door andere energiedragers als elektriciteit en 'warmte' (bijvoorbeeld elektrische mobiliteit, elektrische warmtepompen, zonthermisch).
- Omvang, opbouw, en gelijktijdigheid van de piekvraag (zowel vraag naar elektriciteit als laagwaardige warmtevraag).
- Mogelijkheden en vormen voor lokale en centrale opslag van energie.
- Afvang en opslag van CO₂, alsmede de maatschappelijke acceptatie daarvan.
- Ontwikkeling en gebruik van hernieuwbare bronnen op decentraal niveau (zon-PV, zonneboiler, bodemwarmte, biomassa, wind op land).
- Gebruik van hernieuwbare bronnen op centraal niveau (wind op zee, biomassa).
- De omvang van de beschikbaarheid van biomassa, voor onder andere groen gas.

Aangezien ook 'betrouwbaarheid' een belangrijke randvoorwaarde is en blijft voor de energievoorziening geldt voor alle scenario's dat voor energiebronnen die niet of minder leveringsbetrouwbaar zijn, back-up capaciteit van belang is.

Een zeer belangrijke drijvende kracht achter de energietransitie is de omvang en tempo van de CO₂-emissiereductie, en de vorm van het bijbehorend overheidsbeleid. In dit document wordt het EU-doel van 90% CO₂-emissie-reductie in 2050 aangehouden.

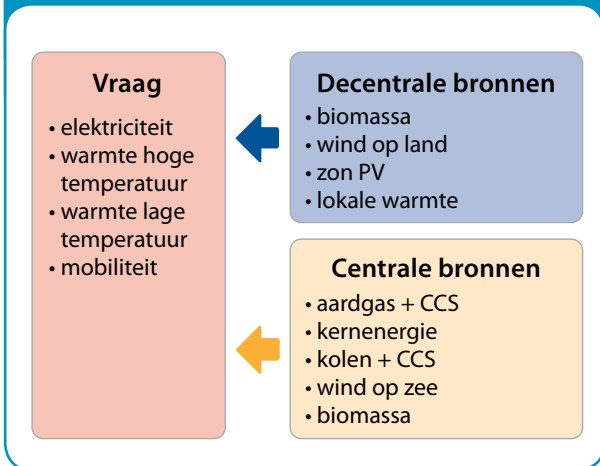
2.2 Energiescenario's

CE Delft heeft in opdracht van Netbeheer Nederland een aantal scenario's ontwikkeld waarin de effecten op de energievoorziening zijn verkend van de gewenste CO₂-reductie (90% in 2050). Er zijn verschillende manieren mogelijk om die 90% CO₂-emissiereductie te bereiken. Om die reden zijn de scenario's ontwikkeld. De scenario's zijn zo gekozen dat zoveel mogelijk de hoeken van het speelveld worden verkend voor wat betreft de effecten op de infrastructuur. Er is dus bewust met verschillende extremen gewerkt. Op die manier is nagegaan welke robuuste conclusies er kunnen worden getrokken ten aanzien van de infrastructuur. De scenario's zijn uitgebreid beschreven in een achtergrond rapport (zie literatuurlijst pagina 42). Deze energiescenario's zijn een combinatie van de energievraag, van conversietechnieken en van decentrale- en centrale energiebronnen. De scenario's zijn alle opgezet op basis van een verlaging van de CO₂-emissies met 90% in 2050. De scenario's geven zo een doorkijk naar wat er zou kunnen gebeuren, wat dat voor invloed heeft op de energie-infrastructuur, en waarmee netbeheerders dus serieus rekening zullen moeten houden bij hun netplanningen. Ze zijn nadrukkelijk niet bedoeld als blauwdruk van hoe de energievoorziening zich moet ontwikkelen. Het is immers niet aan de netbeheerders om dat te sturen.

5. Laagwaardige warmte is warmte met een temperatuur van minder dan 100°C. Hoogwaardige warmte heeft een temperatuur van meer dan 100°C (o.a. stoom).

Figuur 2

Schematische opbouw van de energiescenario's



Alle scenario's zijn gebaseerd op een verlaging van de energievraag bij de gebruiker. Dit is conform de richting van het overheidsbeleid. Daarnaast is de verwachting dat in een deel van de vraag wordt voorzien door decentrale productie van warmte en elektriciteit, op gebouw- of wijkniveau en bij de industrie. Hierbij gaat het om warmtekracht op basis van groen gas, zon-PV en wind op land. Als bij industriële warmtekracht ook afvang en opslag van CO₂ (CCS) wordt ingezet, is daar ook aardgas als brandstof mogelijk. Tot slot onderscheiden de scenario's zich door een verschillende inzet van de beschikbare energiebronnen.

In Figuur 3 zijn verticaal de drie scenario's A, B en C schematisch weergegeven, waarbij de volgende variabelen zijn gehanteerd:

- een keuze voor een energievraag (laag of extra laag);
- een mate van decentrale opwekking (laag, midden of hoog);
- een keuze van centrale bronnen namelijk windenergie + biomassa (als groen gas of als bijstook), aardgas (met CCS), of kernenergie + kolen (met CCS).

De benamingen die CE Delft aan deze scenario's heeft gegeven, worden ook in dit Document gehanteerd.

- Scenario A wordt gekenmerkt door een maximale inzet op hernieuwbare bronnen, extra lage vraag, en maximale decentrale opwekking.
- Scenario B wordt gekenmerkt door maximale inzet op gas (zowel aardgas + CCS als groen gas), een middenniveau voor decentrale opwekking en lage vraag. Dit scenario is een nadere uitwerking van het Flex-scenario uit het Energierapport 2008 van het ministerie van EZ (EZ, 2008).

- Scenario C wordt gekenmerkt door maximale inzet op kolen + CCS en kernenergie, lage inzet van decentrale opwekking, en lage vraag. Dit scenario is een verdere uitwerking van het Power House scenario uit Energierapport 2008 (EZ, 2008).

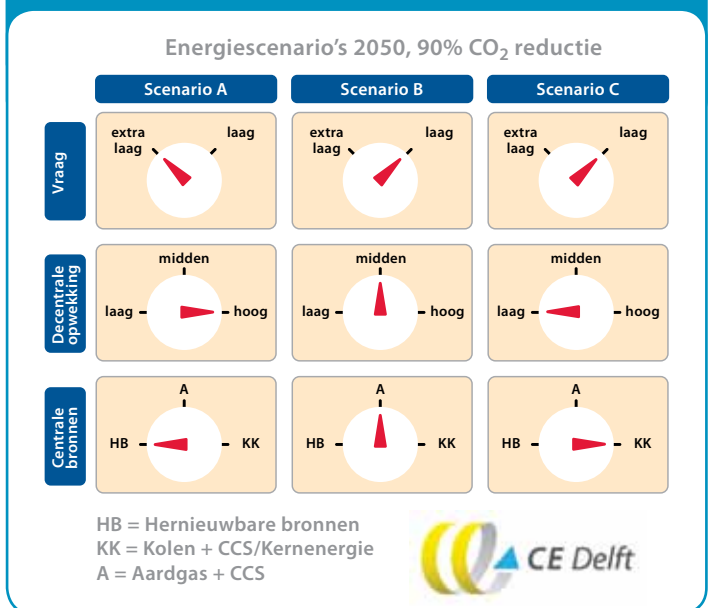
2.2.1 Energievraag

Onder energievraag wordt verstaan de vraag naar een warmte, stoom in de industrie, het aantal transportkilometers en de vraag naar elektriciteit. Hieruit vloeit een vraag naar energiebronnen voort. Beperking van de vraag naar energie bij de energiegebruiker is de eerste stap om de CO₂-emissies te verlagen. In het bijzonder kan de vraag naar hoogwaardige en laagwaardige warmte sterk verlaagd worden. De prijs van energie, en verplichte normen voor apparaten, voertuigen en gebouwen, spelen hierbij een belangrijke rol. Dit vergt ander overheidsbeleid. De vraag naar elektriciteit groeit in de scenario's door gedeeltelijke substitutie van gas en benzine en door groei van de welvaart en de daaraan gekoppelde groei van de vraag naar energie.

Aangezien het succes van de vraagreductie nog niet is in te schatten, zijn twee varianten gehanteerd; een lage energievraag en een extra lage vraag.

Figuur 3

Schematische weergave van de onderzochte energiescenario's





Tabel 1

Ontwikkeling van de energievraag (in PJ/j); zichtjaar 2050

	2008	2050 lage vraag	2050 extra lage vraag
Elektriciteitsvraag	432 (120 TWh)	540 (150 TWh)	450 (125 TWh)
Energievraag voor mobiliteit	170	200	175
Hoogwaardige warmtevraag	500	400	300
Laagwaardige warmtevraag	600	400	300

Noot 1: De elektriciteitsvraag is exclusief vraag die ontstaat door substitutie (elektrische mobiliteit, warmtepompen), en exclusief decentrale productie.
Noot 2: Dit is niet de vraag naar primaire energie, daarvoor zijn nog conversierementen van toepassing!

In Tabel 1 zijn de energievragen uitgesplitst naar vier soorten energievraag: elektriciteit, mobiliteit, hoogwaardige warmtevraag en laagwaardige warmtevraag, waarbij bedacht moet worden dat dat niet de primaire energievraag is. Daarvoor moet nog worden gerekend met de conversieverliezen en transportverliezen (van gas naar warmte, van kolen naar elektriciteit, etc.).

2.2.2 Decentrale energieproductie

Decentrale productie van warmte en elektriciteit is in alle scenario's aan de orde, en zal veel omvangrijker zijn dan nu het geval is. De decentrale productie is, volgens de huidige inzichten, niet genoeg om in de gehele vraag te voorzien. Autarkie, waarbij regio's in de eigen energievraag kunnen voorzien en alle centrale netten zouden kunnen verdwijnen, is met het te verwachten energiegebruik en de beperkte mogelijkheden van zon en wind in ons dichtbevolkte land niet mogelijk. Zowel voor de ongelijktijdigheid van vraag en aanbod, als voor het voorzien in de energievraag van bedrijven en mobiliteit is flexibele centrale productie noodzakelijk.

Op decentraal niveau zal zonne-energie fors groeien als de kostprijs op het niveau van de consumentenprijs van elektriciteit komt en de rendementen verdubbelen (na forse technisch/economische vooruitgang maximaal 40 TWh/j, ruwweg twee maal het huidige elektriciteitsgebruik van de huishoudens). Bodemwarmte, zonnewarmte en aardwarmte zullen in combinatie met restwarmte op decentraal niveau zorgen voor dekking van de laagwaardige warmtevraag.

Er zijn drie decentrale deelscenario's opgesteld die bestaan uit een mix van zon-PV, wind, groen gas-WK en industrieel-WK-CCS. In Tabel 2 zijn die drie deelscenario's weergegeven. De totale decentrale elektriciteitsproductie varieert van 45 tot 100 TWh per jaar in het zichtjaar 2050.

2.2.3 Centrale energiebronnen

Zoals al aangegeven, is de decentrale productie nooit voldoende om in de vraag naar elektriciteit te voorzien, laat staan in de totale vraag naar energie. Daarom is ook in 2050 nog in grote mate centrale energieproductie noodzakelijk. Hiervoor is import van brandstof nodig, ook van aardgas, omdat in 2050 de 'conventionele' Nederlandse voorraden uitgeput raken⁶.

Tabel 2

Deelscenario's decentrale energieproductie; absolute productie (in TWh/jaar en GWe), zichtjaar 2050

Deelscenario	Laag		Midden		Hoog	
	TWh/j	GWe	TWh/j	GWe	TWh/j	GWe
Wind	5	2	10	5	15	7
Zon-PV	5	5	15	17	40	44
Groen gas-WK	5	1	10	2	15	3
Industrieel-WK-CCS	30	6	30	6	30	6
Totaal	45	14	65	30	100	60

6. Hierbij valt wel aan te tekenen dat er volgens Energie Beheer Nederland (EBN) in Nederland mogelijk nog een zeer aanzienlijke hoeveelheid winbaar onconventioneel aardgas is.

Windenergie

Windenergie is één van de belangrijke duurzame energiebronnen van Nederland. In het nationale beleidsprogramma 'Schoon en Zuinig' heeft zowel wind op land als wind op zee een prominente plaats. Voor wind op zee is de maatschappelijke vraag aan de netbeheerders om een 'stopcontact op zee' aan te leggen, zodat niet vanuit elk windpark afzonderlijk een eigen verbinding naar het vasteland hoeft te worden aangelegd. Daarbij zijn er vraagstukken op het gebied van kostenverdeling, organisatie en ruimtelijke ordening. Bij een forse toename van wind op zee (meer dan 10 GW) zal ook opslag nodig zijn om pieken in het aanbod nog nuttig te kunnen gebruiken. Dit zouden opslagbekkens bij de windparken kunnen zijn of bijvoorbeeld in Noorwegen (NorNed-kabel).

Met wind op land is de afgelopen decennia ruimschoots ervaring opgedaan, waarbij met name in windrijke 'lege' gebieden grote aantallen windturbines zijn geplaatst. De bestaande elektrische infrastructuur in die gebieden is veelal niet zwaar genoeg om die grote vermogens op te kunnen vangen, en moet dus worden verzaamd. Dit leidt tot verschillen in investeringen per regionale netbeheerder. Daarnaast is het wettelijk kader niet gericht op het optimaliseren van deze infrastructuurinvesteringen.

Alleen wind op zee kan een substantiële centrale energiebron worden van eigen bodem. Er zijn drie technische routes uitgestippeld die in de vraag kunnen voorzien en waarbij de CO₂-emissie met 90% kan worden gereduceerd. Daarbij zijn ook keuzes gemaakt over de energiedragers en energiebronnen voor mobiliteit en voor laag- en hoogwaardige warmte:

- mobiliteit (elektriciteit, biobrandstoffen, waterstof);
- hoogwaardige warmte (aardgas met CCS);
- laagwaardige warmte (lokale warmte, groen gas).

In Figuur 4 is het gebruik van de verschillende energiebronnen in de drie scenario's te zien, afgezet tegen de huidige situatie. Al deze bronnen zijn, conform het uitgangspunt van 90% CO₂-reductie, vrij van emissies, en maken soms gebruik van CO₂-afvang en -opslag.

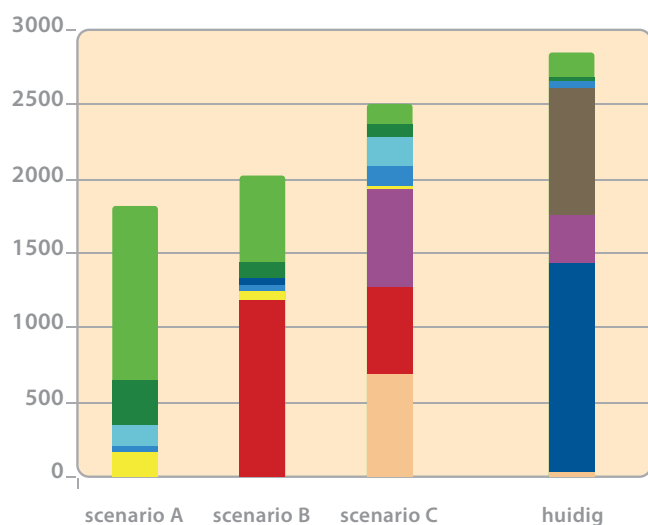
2.2.4 Match van vraag en aanbod

Een aantal energiebronnen (wind en zon) heeft een fluctuerend productiepatroon, dat met de grilligheid van de vraag moet worden gecombineerd. Dit geldt vooral voor elektriciteit, maar ook voor laagwaardige warmte als steeds meer gebruik gemaakt wordt van lokale warmtebronnen (bijvoorbeeld zonthermisch). Om tot een betere afstemming tussen vraag en aanbod te komen, is een aantal zaken van belang:

- Gascapaciteit (centraal: gascentrale met CCS, of decentraal groen gas-WK) biedt uitstekende flexibiliteitsmogelijkheden (regelvermogen) om vraag en aanbod van elektriciteit goed op elkaar af te stemmen. Hierbij kan grotendeels van bestaande gasinfrastructuur gebruik worden gemaakt.

Figuur 4

Weergave van de bijdrage van de verschillende energiebronnen in de onderzochte energiescenario's (in PJ/jaar), afgezet tegen de huidige situatie



Energiebronnen

- Biomassa
- Wind
- Lokale warmte
- Restwarmte
- Zon PV
- Fossiele olie
- Kolen
- Aardgas
- Kernenergie

MicroWK zal echter een zeer beperkte rol kunnen spelen om deze flexibiliteit te leveren voor zon-PV omdat het totale vermogen beperkt is (ook al zou 70% van de woningen een microWK bezitten in scenario B) en er vaak geen zon is op momenten dat de microWK ook geen warmtevraag heeft. Opslag van warmte als oplossing daarvoor leidt tot snelle afname van de toegevoegde waarde van microWK.

- Lokale opslag van elektriciteit wordt belangrijk, maar is nog kostbaar en wordt daarom op dit moment in grote omvang nog niet realiseerbaar geacht; de accu's van elektrische auto's maken op termijn lokale elektriciteitsopslag technisch mogelijk. Met name in scenario A is rekening gehouden met omvangrijke lokale elektriciteitsopslag, om de grote hoeveelheid zon-PV te kunnen accommoderen. Wanneer deze situatie zich daadwerkelijk voor gaat doen zal dit tot optimalisaties leiden in relatie tot netverzwaring en slimme sturing van netbelastingen.
- Aan- en afschakelbare energievraag wordt belangrijker om een economisch optimum te krijgen in investeringen in de energie-infrastructuren, netcapaciteit en productiefaciliteiten.

- Betere voorspellingen van de productie van wind en zon zorgen dat vraag en aanbod maximaal kunnen worden afgestemd.

2.3 Conclusies uit de energiestrategieën

Om te kunnen voldoen aan het EU-doel van 90% CO₂-reductie in 2050 zal de energievoorziening ingrijpend veranderen. Om hiervan een beeld te krijgen heeft CE Delft in opdracht van Netbeheer Nederland verschillende scenario's ontwikkeld, gebaseerd op bestaande publicaties en inzichten over technische mogelijkheden. In deze scenario's is gekozen voor relatief extreme keuzes ten aanzien van:

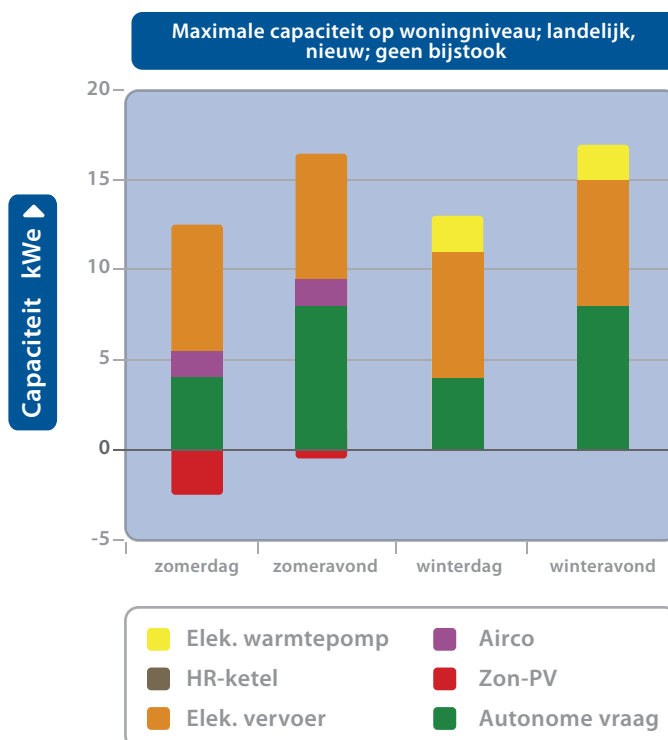
- het besparingspotentieel;
- decentrale opwekking;
- grootschalige CO₂-neutrale productie.

Naast de energievraag is ook de benodigde capaciteit voor piekmomenten (koudste winterdag bijvoorbeeld) en de benodigde back-up voor fluctuerende energiebronnen als wind en zon-PV van belang voor de capaciteit van de energie-infrastructuren. Dit wordt behandeld in hoofdstuk 3. Uit de scenarioverkenning kan voor de situatie in 2050

Maximale belasting op woningniveau

In de grafiek is het vermogen aangegeven op woningniveau dat verandert als een vrijstaande woning een aansluiting heeft voor een elektrische auto en in de winter een warmtepomp gebruikt.

Op wijkniveau dempen de effecten uit door een kleine gelijktijdigheid in het gebruik van het laadpunt voor de auto. Het effect van zon-PV is op woningniveau kleiner, maar op wijkniveau is hier juist een grote gelijktijdigheid, zodat bij massale toepassing van zon-PV (15 m² per woning) hiermee terdege rekening moet worden gehouden.



een aantal robuuste conclusies worden getrokken. Onder robuust wordt verstaan dat dit conclusies zijn die in elk van de scenario's optreden en dus wel volgen uit de forse CO₂-reductie, maar minder bepaald worden door de wijze waaróp dat gebeurt. Energiebesparing is een essentiële eerste stap om de transitie naar een duurzame energievoorziening te maken. Overheidsbeleid is daarvoor een belangrijke drijvende kracht. Vervolgens zijn de volgende conclusies te trekken per energiedrager:

1. Elektriciteit:

- Elektriciteit wordt een belangrijker energiedrager door substitutie en groei van welvaart.
- De elektriciteitsvraag zal op lokaal niveau sterk toenemen door substitutie (elektrische warmtepomp, elektrische mobiliteit).
- Door fluctuaties van hernieuwbare bronnen zal flexibel vermogen (met name gas) nodig blijven.
- Decentrale productie (vooral zon-PV) zal in alle scenario's plaatsvinden en de volumevraag naar centrale productie relatief terugdringen, de capaciteitsvraag naar back-upvermogen blijft daarbij wel bestaan.
- Decentrale productie kent grote pieken die vaak niet samen vallen met de vraag naar elektriciteit.

2 Gas:

- Lokale distributie van aardgas zal sterk veranderen. Grotendeels zal aardgas als warmtebron worden vervangen door alternatieven vanwege de CO₂-emissies bij verbranding en het ontbreken van technieken op het niveau van huishoudens rendabel CO₂ af te vangen en op te slaan. Voor de piekbehoefte aan warmte kan aardgas nog een rol spelen. De CO₂-emissies die hiermee gepaard gaan zijn relatief gering.
- In een deel van de gebouwde omgeving zal daarom groen gas de rol van aardgas overnemen (het aandeel verschilt sterk in de scenario's, en is maximaal in scenario B).
- Vanwege de piekvraag van warmte zal de transportcapaciteit van gas in de (bestaande) gebouwde omgeving gehandhaafd blijven, ondanks een daling van de vraag naar laagwaardige warmte in de gebouwde omgeving.

- Regionale biomassa zal in alle scenario's worden gebruikt, maar wel voor verschillende toepassingen (elektriciteit, warmte, groen gas). Voor een volledige verduurzaming van de aardgasinzet via gas uit binnenlandse biomassa is te weinig biomassa beschikbaar; voor de inzet van de binnenlandse biomassa zullen keuzes moeten worden gemaakt; het is daarbij logisch dat biomassa daar wordt ingezet waar het met het grootste rendement kan worden gebruikt.
- Een grote rol van biomassa voor de productie van groen gas (met grootschalige import van 'biogas' of van pellets voor nationale productie van gas of elektriciteit of biobrandstoffen) is afhankelijk van de vraag of Nederland genoeg duurzaam geproduceerde biomassa van de mondiale markt kan betrekken ten behoeve van de Nederlandse energievoorziening. Doorvoer van aardgas naar andere landen zal in de transitieperiode toenemen, en in het eindbeeld van belang zijn in scenario's B en C.

3. Warmte:

- Decentrale productie en levering van duurzame warmte uit verschillende bronnen (bodemwarmte, aardwarmte, zonnepwarmte) zal in alle scenario's plaatsvinden.

4. Motorbrandstoffen:

- Het gebruik van aardolie voor de productie van motorbrandstoffen zal volledig vervangen worden door biobrandstoffen, elektriciteit en waterstof. De verdeling over deze drie verschilt per scenario. Het aandeel motorbrandstoffen voor mobiliteit zal afnemen ten gunste van elektriciteit en waterstof.





De impact op de infrastructuur verschilt per schaalniveau. Er zullen zowel kleinschalige als grootschalige technieken worden gebruikt



3 Gevolgen voor de energie-infrastructuren 2050

3.1 Inleiding

De analyse in het voorgaande hoofdstuk van de scenario's betreft de verdeling van volumes. In analyses naar de CO₂-uitstoot is dat de belangrijkste parameter. Echter, netwerken worden niet gedimensioneerd op volumes, maar op capaciteit. Inpassing van grillige lokale bronnen zoals wind en zon zal weliswaar effect hebben op het volume van fossiele energiedragers, maar in veel mindere mate op de capaciteit van de netwerken. Immers, ook op een windstille, donkere winterdag moeten de lampen blijven branden en de gebouwen worden verwarmd.

De ontwikkelde energiestrategieën vormen geen doel op zichzelf. Ze kunnen helpen bij het schetsen van consistente scenario's van de toekomstige energievoorziening en de daarbij behorende infrastructuur, en maken onzekerheden in de toekomstige eisen aan de infrastructuur zichtbaar. De impact op de infrastructuur verschilt per schaalniveau. Er zullen zowel kleinschalige als grootschalige technieken worden gebruikt, waarbij het nuttig is een onderscheid aan te brengen tussen de lokale, regionale en landelijke netten. Voor de landelijke netten speelt daarnaast ook de benodigde internationale doorvoer capaciteit van zowel gas als elektriciteit.

Er zijn verschillen tussen de scenario's, maar een aantal conclusies geldt voor elk scenario. Daarnaast is de transitiefase belangrijk voor de ontwikkeling van de netten. De transitiefase is het onderwerp van hoofdstuk 4.

3.2 Lokale netten in 2050

Op het niveau van lokale netten worden in 2050 nagenoeg alleen nog 'emissieloze' energiedragers gedistribueerd (elektriciteit, water (warm, koud), groen gas).

De lokale elektriciteitsnetten moeten geschikt worden gemaakt voor zowel levering als lokale productie en voor slim afstemmen van vraag en aanbod. Daarnaast moeten deze netten worden verzwakt i.v.m. een stijging van de gemiddelde belasting van het net voor zowel levering als lokale productie. Als de afstemming van vraag en aanbod slim valt te regelen, kan daarmee de verzwaking van de netten worden beperkt. Die slimme regeling vergt echter

grote aanpassingen en acceptatie op het niveau van de klanten. Deels zit dit in investeringen voor energieopslag (accu's, boilers) en deels in de manier waarop met energiegebruik wordt omgesprongen, doordat capaciteitsvraag af- en aangeschakeld wordt op basis van informatie door de netbeheerder. Om mensen hiertoe te bewegen, zullen naar verwachting ook voldoende prijsprikkels moeten worden aangebracht. De verzwaring van bestaande elektriciteitsnetten zal met name worden uitgevoerd bij geplande vervangingsinvesteringen. Nieuwe netten kunnen direct verzwakt worden aangelegd. In beide gevallen betekent 'verzwaking' dat er minder gebouwen op een middenspanningsruimte worden aangesloten. Oftewel dat er extra transformatoren en ruimtes daarvoor zullen moeten worden ingepast in de netten. Dit zal een dure opgave zijn en met name in bestaande⁷ dichtbebouwde gebieden ook nog lastig om uit te voeren.

Op lokaal niveau is de specifieke invulling van de warmtevraag een kwestie van lokale keuzes, net zoals dat nu ook reeds het geval is. Aardgas zal in 2050 niet meer naar alle gebouwen worden gedistribueerd vanwege de daarmee samenhangende lokale fossiele CO₂-emissies. Distributie van groen gas kan die rol overnemen. Andere technische opties waaruit gekozen kan worden zijn warmtepompen op basis van bodemwarmte of buitenlucht, en kleine en grotere warmtenetten. Zeer belangrijk bij de keuze voor de energieinfrastructuur voor het voorzien in de laagwaardige warmtebehoefte zijn de momenten dat een grote capaciteit is vereist, zoals de koude winterochtend (tot -17°C). Op dit moment is het gasnet daarom uitgelegd op het kunnen leveren van 5 miljoen m³ per uur om alle gebouwen in Nederland te kunnen verwarmen op zo'n extreem moment. Als de gasgestookte CV wordt vervangen door extra isolatie in combinatie met een elektrische warmtepomp dan kunnen er op lokaal niveau grote problemen ontstaan als de warmtepomp elektrische bijverwarming heeft, omdat daarvoor het elektriciteitsnet extra moet worden verzwakt, bovenop de verzwaking zoals hiervoor beschreven. Bovendien zal er dan ook extra capaciteit in elektriciteitscentrales beschikbaar moeten zijn.

7. Onder 'bestaande bouw' wordt hier verstaan: op dit moment reeds bestaande gebouwen en wijken. De term 'nieuwbouw' wordt gebruikt voor nieuwe gebouwen en nieuwe- en herstructureringswijken.

Gas zal bij veel installaties (hulpwarmteketels collectieve warmtenetten, groen gas microWK) in alle scenario's nog een belangrijke rol spelen, zij het dat het volume vaak uiterst beperkt is. Op lokaal niveau en onder invloed van landelijke regels zullen de keuzes gemaakt worden voor de beste manier om de warmtevraag te dekken. Factoren die de lokale keuzes beïnvloeden zijn:

- prijzen en prijsverwachtingen;
- benodigde investeringen;
- concurrentie om biomassa-inzet met andere toepassingen;
- het overheidsbeleid t.a.v. energiebesparing in de bestaande bouw, en de wijze waarop onderdelen als collectieve opties en groen gas worden gewaardeerd in dat beleid;
- de waardering van onderdelen zoals collectieve opties en groen gas in de EPC-normering voor de nieuwbouw; het huidige overheidsbeleid is dat de EPC naar nul gaat in 2020;
- de keuze om aardgas nog wel voor piekwarmte in te zetten, met de daarbij behorende beperkte emissie CO₂.

Tot slot zijn er in woningbouwgebieden nog varianten mogelijk met distributie van groen(kook)gas met gasnetten van veel lagere capaciteit dan de huidige gasnetten. Ook dit hangt af van lokale keuzes.

3.3 Regionale netten in 2050

De regionale elektriciteitsnetten zijn in 2050 ook verzwaaard om invoeding van elektriciteit uit windparken en uit warmtekrachtinstallaties mogelijk te maken, en vanwege de verzwaring van de lokale elektriciteitsnetten.

Die laatste verzwaring werkt door in een benodigde verzwaring op hogere spanningsniveaus. Met name in scenario's A en C is een zeer forse verzwaring van de middenspanningsnetten nodig. Bij scenario C vanwege het sterke top-down-karakter van de elektriciteitsvoorziening in dat scenario in combinatie met lage decentrale opwekking en minder vraagreductie, bij scenario A juist vanwege de grote decentrale productie.

Er zullen in dat geval optimalisatiemogelijkheden ontstaan tussen netverzwaring, lokale opslag, en belastingsturing.

De (huidige) regionale gasnetten kunnen een belangrijke rol vervullen t.b.v. voorzieningszekerheid van energie op ieder moment onder verschillende omstandigheden. Hoewel de benutting van de regionale gasnetten mogelijk afneemt, blijft de capaciteitsvraag wel bestaan, wat bepalend is voor de noodzakelijkheid van de infrastructuur. De gasnetten zijn geschikt voor invoeding en transport van groen gas. De huidige capaciteit van de gasnetten is voldoende voor de toekomstige vraag naar groen gas en aardgas, behalve in scenario B, waarin naast de industrie ook de elektriciteitssector massaal inzet op aardgas met CCS. Voor de toepassing van deze techniek zijn in scenario B op regionale schaal ook CO₂-netten naar de grote industrieterreinen aangelegd. In stedelijke gebieden zullen warmtetransportsystemen de restwarmte van centrales transporteren naar de lokale distributienetten. In die gevallen waar het technisch en economisch haalbaar is, zullen netbeheerders een rol kunnen gaan spelen in het transport van warmte en CO₂.

Invoeding groen gas

In Nederland is productie uit mest de meest voor de hand liggende optie voor productie van groen gas uit binnenlandse biomassa. Dit roept de vraag op naar de optimale manier van invoeden van dit groen gas. Door KEMA is recent onderzocht (KEMA, 2010) welke wijze van vergisten en opwerken optimaal is. Het blijkt dat decentrale vergisting in combinatie met centrale opwerking de laagste investeringen vergt. Met een investering van € 1 miljard kunnen ruwgasleidingen (inclusief invoeding in regionale gasnet) worden aangelegd naar centrale punten waar het ruwe biogas wordt opgewerkt tot groen gas. De totale kosten van het groen gas variëren van 80 eurocent tot 2 euro per m³. De totale groen gasproductie is maximaal 4 miljard m³ indien covergisting met maïs het uitgangspunt is. Indien zonder covergisting groen gas wordt gemaakt, dalen de gasproductie naar 0,8 miljard m³ en de investeringen voor de netbeheerders tot € 600 miljoen.



Tabel 3

Elektrisch vermogen in elk van de scenario's, zichtjaar 2050

Elektriciteit Vermogen (MWe)	Scenario A Decentraal = Hoog Vraag = Extra laag	Scenario B Decentraal = Midden Vraag = Laag	Scenario C Decentraal = Laag Vraag = Laag
Centraal	22.000	24.000	34.000
- opslag	5.000	-	-
Decentraal	60.000	30.000	14.000
- opslag	20.000	5.000	-

3.4 Landelijke netten in 2050

Het centrale elektrische vermogen verschilt sterk in de drie scenario's, maar zowel in het scenario met veel hernieuwbare bronnen (scenario A) als in het scenario met kolen en kernenergie (scenario C) is een forse uitbreiding van de productiecapaciteit en daarmee van de transportnetten nodig. In tabel 3 is per scenario de productiecapaciteit weergegeven. In scenario A wordt dit veroorzaakt doordat de bedrijfstijd van windenergie veel kleiner is dan van conventionele centrales (en er dus voor een TWh elektriciteit meer netcapaciteit nodig is). In scenario C wordt de forse uitbreiding veroorzaakt door een forse toename van de elektriciteitsvraag. Ten behoeve van de 'betrouwbaarheid' / 'voorzieningszekerheid' is bij scenario A en C ook meer flexibele gascapaciteit vereist. Anderzijds kunnen bij veel wind (scenario A) opslagsystemen de mogelijkheid bieden om de vraag en het aanbod te kunnen matchen, maar deze optie is kostbaar en wellicht in benodigde omvang niet realistisch. De decentrale productiecapaciteit varieert van 14 GW in scenario C tot 60 GW in scenario A.

Vanwege de aanvoer van brandstoffen (kolen, biomassa) en de lozing van koelwater zijn de elektriciteitscentrales in 2050 geconcentreerd op vier havenlocaties in Nederland: Eemshaven, IJmond, Rijnmond en Sloegebied).

Het hoofdtransportnet voor elektriciteit is verzaagd vanaf het landelijk koppelnet naar de zeewindparken c.q. de vier havenlocaties. In scenario B zijn extra voorzieningen nodig voor de gasinfrastructuur, omdat daarin de vraag naar gas (aardgas plus groen gas) qua volume stijgt t.o.v. de huidige vraag. Het volume gas stijgt van de huidige 1.400 PJ (44 miljard m³) tot 1.650 PJ (50 miljard m³) in het scenario B (groen gas, plus aardgas met CCS). De capaciteit van het net is hiervoor onvoldoende, zeker omdat ook de bedrijfstijd afneemt.

De benodigde capaciteit van het hoge druk gasnet ten behoeve van de binnenlandse vraag neemt af in scenario A en C, en toe in scenario B. Daarbovenop komt een groeiende vraag naar gasdoorvoercapaciteit in de transitieperiode zodat in alle scenario's de transportcapaciteit van het hogedrukgasnet zal moeten worden uitgebreid.

3.5 Netverliezen in elektriciteitsnetten

De veranderingen in de energievoorziening ten gevolge van de transitie zal ook gevolgen hebben voor de omvang van de energieverliezen in de elektriciteitsnetten. Daarnaast treden ook verliezen op in opslagsystemen. Het beter benutten van netwerkcapaciteiten heeft als neveneffect dat de netverliezen toenemen. Bij een gelijkblijvend netwerk en spanning neemt het netverlies kwadratisch toe met de hoeveelheid stroom die wordt getransporteerd. Relatief gezien treedt het meeste netverlies op in het middenspanningsnetwerk. Hoewel belangrijk qua kosten en qua omvang van het totale energiegebruik, zijn netverliezen slechts beperkt van invloed op het totale energiesysteem. Optimalisatie van het totale energiesysteem is daarom het streven, waarbij de omvang van netverliezen één van de factoren is.

3.6 CO₂-afvang en -opslag

Het is nu niet te voorspellen of een strikt CO₂-beleid leidt tot gebruik van heel veel meer hernieuwbare energiebronnen of tot gebruik van 'schoon fossiel' technieken. Belangrijk hierbij is het succes van CO₂-afvang en -opslag. Als dit technisch en economisch succesvol is, en maatschappelijk geaccepteerd wordt, zal een centrale inzet van fossiele brandstoffen nog lang een grote rol kunnen blijven spelen, mits in combinatie met CO₂-opslag. De fossiele brandstoffen zullen dan op een beperkt aantal plaatsen worden verbrand en de vrijkomende CO₂ wordt afgevangen. Indien dit technisch en economisch haalbaar is, zullen netbeheerders een rol kunnen/moeten gaan spelen in het transport en de

opslag van CO₂. De meningen verschillen of kernenergie op basis van de huidige inzichten en met de huidige technieken (kernsplijting) en voorraden splijststof een belangrijke rol kan spelen. In scenario C is gerekend met 10.000 MW kerncentrales.

3.7 Gevoeligheidsanalyse

Het uitgangspunt van het Document is een drastische reductie van CO₂-emissies: 90% in 2050 ten opzichte van 1990. De vraag dient zich aan hoe gevoelig de analyses zijn voor een minder strikt CO₂-beleid. Vanuit de netbeheerders bezien betekent een minder drastische reductie van CO₂-emissies dat ook de gevolgen voor de energie-infrastructuur minder ingrijpend zullen zijn. Aardgasverbranding zonder CO₂-afvang blijft dan mogelijk, zodat distributie van aardgas op wijkniveau mogelijk blijft. Er zal ook minder substitutie⁸ zijn door andere energiedragers als elektriciteit en 'warmte'.

zodat de volume- en capaciteitsvraag naar elektriciteit minder snel toeneemt, en dus minder verzwaring-investeringen nodig zijn. Volume en capaciteit van de af te vangen en te transporteren CO₂-stromen zullen afnemen, waardoor ook daarvoor minder infrastructuur nodig is.

3.8 Conclusies

In Tabel 4 is een overzicht gegeven van de effecten van de stringente CO₂-reductie op de capaciteitsvraag aan de energie-infrastructuren.

Een parallelle discussie vormt nog de optimale invoeding van uit binnenlandse biomassa geproduceerd groen gas. Uit een studie van KEMA (KEMA, 2010) blijkt dat decentrale vergisting in combinatie met centrale opwerking tot groen gas de laagste investeringen vergt.

Het groen gas wordt dan op centrale punten in het regionale gasnet ingevoerd.

Tabel 4

Effecten op de capaciteitsvraag aan de netten per scenario, zichtjaar 2050

++(+) forse tot zeer forse toename
 + toename
 = gelijkblijvend
 - afname
 -- capaciteitsvraag verdwijnt

		Scenario A Hernieuwbare bronnen Decentraal = Hoog Vraag = extra laag	Scenario B Aardgas CCS Decentraal = Midden Vraag = Laag	Scenario C Kernenergie + Kolen CCS Decentraal = Laag Vraag = Laag
Elektriciteit	Hoogspanning	+++	+	++
	Middenspanning	+++	++	+++
	Laagspanning	+++	+	++
Gas	Hogedruk	+	+	+
	Middendruk (8 bar)	=	=	=
	Lagedruk (100 mbar)	-	=	--
Warmte	Regionaal	+	=	+
	Lokaal	++	+	++
CO₂	Mton/j	=	++	++

Noot 1: Zoals eerder aangegeven mag worden aangenomen dat de vraag naar elektriciteit-doorvoer in scenario's A en C zal toenemen, terwijl dit in scenario B juist bij gasdoorvoer het geval zal zijn.

Noot 2: Op pagina 23 is beschreven dat de inrichting van de lokale netten mede afhankelijk is van de vraag of aardgas ingezet blijft worden voor het leveren van de piekwarmte. Indien aardgas hiervoor toegepast blijft worden, dan blijft ook een infrastructuur nodig. Vanwege de lagere warmtevraag als gevolg van een lagere EPC zal deze gasinfrastructuur en lagere capaciteit behoeven te hebben dan thans gebruikelijk is. In bestaande bouw zal de keuze voor wel of geen distributie van groen gas met name afhangen van lokale beslissingen.

Noot 3: De capaciteitsvraag aan het hogedruknet gas neemt in alle scenario's toe t.g.v. doorvoer naar andere landen in de transitieperiode, en t.g.v. binnenlandse ontwikkeling in scenario B. Specifiek voor scenario A geldt dat het niet logisch lijkt als Nederland zich ontwikkelt zoals in dat scenario geschetst, dus minder gas gaat gebruiken, en omliggende landen juist meer gas gaan gebruiken.

8. Deze substitutie is overigens niet alleen een gevolg van CO₂-emissiebeleid, maar ook afhankelijk van factoren zoals prijsontwikkelingen van technieken en brandstoffen.





Voor de regionale hogedrukgasnetten
geldt dat in de komende tijd een
toename van het aardgasgebruik te
zien zal zijn



4 Transitieperiode

4.1 Inleiding

In verschillende gebieden zal de energietransitie op een verschillende wijze tot stand komen. Het maakt verschil of een gebied stedelijk of landelijk is voor het gebruik van verschillende energiebronnen en voor het tempo van de veranderingen. Dat zal ook verschillen per type energiedrager. Geleidelijk zal de energie-infrastructuur toegroeien naar de situatie zoals beschreven voor 2050. In dit hoofdstuk worden de ontwikkelingen en de drijvende krachten daarachter per type infrastructuur beschreven. Er is expliciet overheidsbeleid nodig dat effectief de CO₂-reductie afdwingt via prijzen en normen, om de transitie te kunnen maken. Het realiseren van 90% CO₂-emissiereductie is geen gemakkelijke opgave! De markt zal niet vanzelf de transitie maken.

Ook energiebesparing bij klanten komt niet 'vanzelf' tot stand in de mate zoals die in de scenario's is verondersteld. Daarnaast zijn alle scenario's afhankelijk van bepaalde technische ontwikkelingen (zoals CCS en zon-PV) en van de ontwikkeling van maatschappelijk draagvlak voor onder andere de ruimtelijke ordeningsconsequenties. De energie-infrastructuren zullen daarbij weliswaar een belangrijke faciliterende factor zijn, maar vermoedelijk niet de moeilijkste opgave vormen voor de energietransitie.

4.2 Elektriciteitsinfrastructuur

Al vrij snel zal de capaciteit van de elektriciteitsnetten kunnen gaan knellen vanwege nieuwe energievragers zoals elektrische mobiliteit, elektrische warmtepompen en nieuwe energiebronnen met een fluctuerend karakter zoals wind en zon-PV. Deze technieken zullen nog niet op massale schaal aan de orde zijn in de komende tien jaar, maar kunnen wel al op lokale schaal aandacht vergen. Daarnaast is het zo dat er nog capaciteitsruimte zit in de huidige elektriciteitsnetten. De omvang van die ruimte verschilt van gebied tot gebied. Tot nu toe is het zo dat de geleidelijke stijging van de elektriciteitsvraag is opgevangen door de capaciteitsruimte die bij de aanleg van de netten is ingebouwd. De grens van die ruimte komt echter wel in zicht.

Voor elektriciteit moet op korte termijn al serieus rekening worden gehouden met verzwaring van zowel lokale als landelijke netten, op de inpassingswijze zoals beschreven in het vorige hoofdstuk. Nieuwe netten kunnen direct al verzaamd worden aangelegd. Bij bestaande netten kan de verzwaring ter hand worden genomen bij geplande herinvesteringen. Daarnaast speelt bij elektriciteit de inpassing van windenergie op land en van windenergie op zee. Beide zijn sterk afhankelijk van politieke besluitvorming, onder ander over subsidies, en van vergunningverlening.

De mate waarin de elektriciteitsnetten zullen moeten worden verzaamd, en de investeringsopbouw daarvan, zijn nader uitgewerkt in het CE-rapport (CE, 2010).

Op lokaal niveau zal voortvarend moeten worden gewerkt aan het slimmer maken van de netten om een optimale afstemming tussen vraag en aanbod te bereiken, inclusief opties voor lokale opslag. Slimme netten, slimme meters, opslag en vraagsturing worden dan ingezet om maatschappelijke voordelen te behalen, maar vergen wel maatschappelijk draagvlak. Ook zullen voldoende prijsprikkels moeten worden ingebouwd voor klanten, om vraagsturing breed toe te kunnen passen.

4.3 Gasinfrastructuur

Uiteindelijk zal distributie van aardgas verminderen naar punten waar geen afvang en opslag van de bij verbranding vrijkomende CO₂ mogelijk is. Dat betekent niet dat gasdistributie in die gebieden zal verdwijnen, maar wel dat aardgas daar vervangen zal worden door groen gas. Waarbij groen gas, met een kostprijsniveau van ca. 1 euro per m³ (zonder belastingen), wel duurder zal zijn dan het huidige aardgas (CE, 2010).

Aardgasdistributie kan gewenst zijn als daarmee relatief goedkoop in de piekvraag naar warmte kan worden voorzien.

Het tempo van vervanging van aardgas door groen gas wordt daardoor aangestuurd door het overheidsbeleid. Daarnaast zal er, onder steeds stringenter CO₂-emissiebeleid, concurrentie om de inzet van biomassa ontstaan vanuit andere toepassingen.

De normen voor gebouwgebonden energiegebruik van de nieuwbouw in de gebouwde omgeving (EPC) worden geleidelijk aangescherpt. Het huidige beleid is dat de EPC in het jaar 2020 uiteindelijk naar nul gaat, en alle nieuwbouw dan klimaatneutraal wordt. Een EPC van nul betekent niet automatisch dat geen sprake meer kan zijn van gasdistributie, voor de levering van echte volumes kan aardgas niet gebruikt worden, maar aardgas is nog wel mogelijk als piekbrandstof. In plaats daarvan zullen technieken als elektrische warmtepompen, zonneboilers en collectieve emissieneutrale warmteopties zoals geothermie⁹ zorgen voor invulling van de warmtevraag in de toekomstige nieuwbouw, in combinatie met forse vraagreducties.

Voor de transitie naar die situatie toe is het belangrijk om op te merken dat het bij de huidige EPC van 0,8 voor de woningbouw goedkoper is om uit te gaan van gasdistributie met HR-ketels dan van 'all-electric' woningen (KEMA, 2010). Met andere woorden: het tempo van de beschreven ontwikkeling voor de nieuwbouw hangt nauw samen met het tempo van aanscherping van de EPC. Daarnaast spelen uiteraard specifieke lokale keuzes een rol, zoals ze nu ook al worden gemaakt bij de ontwikkeling van nieuwbouwgebieden.

De warmtevraag van de bestaande bouw zal nog verder afnemen, zowel autonoom als onder invloed van gericht overheidsbeleid. Worden op dit moment nog vooral verleidende/stimulerende beleidsinstrumenten ingezet, voor de toekomst wordt meer en meer gedacht aan een vorm van verplichte norm voor energie-efficiëntie voor bestaande gebouwen. Dit leidt tot een lagere volumevraag naar gas. In het kader van de betrouwbaarheid van energieleverantie vooral tijdens de koude periodes blijft de bestaande capaciteit noodzakelijk. Gas zal in veel gebieden in de capaciteit voor deze periodes blijven voorzien. Onder invloed van stringenter algemeen CO₂-emissiebeleid zullen ook voor de bestaande bouw lokale keuzes moeten worden gemaakt. Aardgasdistributie zal vervangen worden door groen gas-distributie. Alternatieven zijn: elektrische warmtepompen, groen gas gestookte CV-ketels, zonneboilers, kleine en grotere warmtenetten.

Voor de regionale hogedrukgasnetten (> 8 bar) geldt dat in de komende tijd een toename van het aardgasgebruik te zien zal zijn voor elektriciteitsproductie en industriële warmte. Belangrijke investeringen zijn nodig in de landelijke gastransportnetten, onder andere voor doorvoerdoeleinden.

Groen gas

Naast veranderingen in de elektriciteitsnetten zullen er ook veranderingen plaatsvinden in de gasnetten. Met mest kan in Nederland circa 30 PJ groen gas worden geproduceerd dat aangeleverd kan worden in het middendruknet.

De netbeheerders werken hier actief aan mee.

Daarnaast zal vraag ontstaan naar een groter aandeel groen gas. Dat zal geproduceerd moeten worden in een van de vier havens uit (duurzame) import van biomassa, of als groen gas uit Oost-Europa kunnen worden ingevoerd.

Er is echter een grote concurrentie tussen verschillende toepassingsmogelijkheden zodat volledige vervanging van het aardgas door groen gas naar verwachting economisch niet mogelijk is. Concurrerende opties zijn bijstook in elektriciteitscentrales, productie van biobrandstoffen, en grondstoffen voor de chemie.



9. Afhankelijk van de waardering van dergelijke collectieve opties in de EPC.



Nieuwe energie-infrastructuren

De energietransitie leidt onder andere tot uitbreiding van de infrastructuren voor warmtedistributie, en tot geheel nieuwe infrastructuren. Een voorbeeld van het laatste is het transport en de opslag van CO₂. Een voorbeeld van de eerste soort is de uitbreiding van restwarmtenetten en de aansluiting van meerdere restwarmtebronnen. Ook de uitbreiding van kleinere warmte- (en koude-)netten die gevoed worden met lokale warmtebronnen zoals aardwarmte, grond- en bodemwarmte, en zonnewarmte vragen om uitbreiding van de warmtedistributie. In het landelijk gebied zullen biogasnetten (gas dat niet van aardgaskwaliteit is) kunnen worden aangelegd om gas van vergistingsinstallaties naar grote gasgebruikers te transporteren.

Een open vraag is of de huidige netbeheerders een rol moeten gaan spelen (en zo ja: welke dan, gereguleerd of niet, en wanneer) bij het beheer van CO₂-netten, van grote en kleinere warmte- (en koude-)netten en ook van biogasnetten.

4.4 Warmte-infrastructuur en CO₂-infrastructuur

Warmte (warm water) wordt een belangrijker energiedrager, afkomstig uit stadsverwarmingssystemen en duurzame warmtebronnen in buitenwijken. In de dun bebouwde gebieden zullen geen grootschalige warmtenetten komen vanwege de hoge investeringen. Kleine lokale collectieve warmte-installaties zullen in aantal toenemen.

Gaandeweg zal een CO₂-Infrastructuur worden opgezet, uitgaande van positieve resultaten met de proefprojecten voor de opslag van CO₂ in lege gasvelden. Via deze infrastructuur worden dan industriële CO₂-emissies ingezameld zodat de CO₂ op een centrale plaats kan worden opgeslagen.

4.5 Innovatieve acties van de netbeheerders

De volgende acties kunnen ingezet worden door de netbeheerders in het kader van de energietransitie:

1. Netbeheerders willen een proactieve faciliterende rol spelen in de energietransitie. Om tot een duurzaam energiesysteem te komen, is het essentieel om samen te werken met meerdere stakeholders. De netbeheerders willen het voortouw nemen om die partijen bij elkaar te brengen en te laten afstemmen. Hiervoor worden samenwerkingsverbanden als bijvoorbeeld Smart City-concepten ontwikkeld.
2. De netbeheerders gaan actief meewerken in proeftuinen op het gebied van Smart Grids. Op technisch gebied zijn

veel ontwikkelingen de laatste jaren ingezet en ook al uitgewerkt. Echter, de uitdaging bij Smart Grids zit met name in de combinatie van verschillende gebieden: sociaal, economisch, wet- en regelgeving en technisch. Binnen Smart Grids komt de verhouding tussen gebruikers, opwekkers en netten anders te liggen dan gewend. Een actievere deelneming van klanten en andere gebruikers is hierbij nodig. In de proeftuinen worden dan de volgende zaken in combinatie in real life uitgetest:

- **Institutionele structuur:** Welke nieuwe rollen kunnen de verschillende spelers aannemen (consumenten, producenten, netbeheerders, marktpartijen) en hoe ziet het institutionele kader er dan uit? Ervaring opdoen met de gevoeligheid van klanten voor (prijs-) prikkels die aanzetten tot actief klantgedrag ten aanzien van energiegebruik.
- **Marktmodel:** Hoe ziet de markt eruit en wat worden de nieuwe spelregels?
- **Applicaties voor klanten:** Hoe kunnen de klanttoepassingen (gebruik, productie) efficiënter en milieuvriendelijker in de praktijk worden ingezet, hoe is de afstemming tussen toepassingen onderling en met het net, welke businesscases zijn er?
- **Netten:** Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen van verschillende technische concepten? Hoe werken componenten in de praktijk, hoe is de afstemming tussen componenten en welke businesscases zijn er? Dit is inclusief sensoren, communicatie en besturing.

In 'proeftuinen' zullen de netbeheerders proberen om meer duidelijkheid te krijgen over de ontwikkelingen, met en zonder toepassing van slimme netten. De netbeheerders zullen proeftuinen starten met belangrijke technieken op het niveau van 'kleinverbruikers' inclusief onderzoek naar mogelijkheden voor - en acceptatie van - actieve matching van vraag en aanbod, en van lokale opslag:

- micro-WKK;
- zonnecellen;
- warmtepompen;
- elektrische mobiliteit;
- invoeden groen gas.

Op dit moment ontstaan her en der in Nederland al delen van de gewenste proeftuinen, waarbij met name gemeenten erg ambitieus zijn. Hier dient nog wel een slag overheen te gaan voordat aan alle eisen van de proeftuinen is voldaan. Het nationale innovatieprogramma Intelligente Netten moet hierin voorzien. Door de netbeheerders is veel input gegeven voor dit programma. Dit programma voorziet in ca. vier proeftuinen ter ordegrootte van ongeveer 1.000 woningen. Deze moeten van 2013-2015 operationeel zijn, zodat twee keer alle seizoenen wordt doorlopen. Van 2010 tot 2013 dient dan hard gewerkt te worden om consortia te vormen en voorbereidingen uit te voeren.

3. Bij de invoeding van groen gas wordt momenteel hard gewerkt aan het uitwerken van de technische issues (in combinatie met de in Hoofdstuk 5 beschreven wet- en regelgevingvraagstukken) voor het invoeden van groen gas in het aardgasnetwerk. Momenteel wordt daartoe een aantal individuele aansluitingen op het gasnet gerealiseerd. De komende tijd wordt ook gewerkt aan manieren om biogas nog efficiënter te gebruiken.

Hierbij kan worden gedacht aan het verzamelen van biogas, waarna het op centrale invoedingspunten pas het openbare gasnet inkomt. Dit kan in verschillende vormen; van decentraal tot centraal. Via gasleidingen of het verzamelen van mest en biomassa om het centraal te vergisten.

De netbeheerders willen in deze ontwikkeling proactief opereren en samen met de andere stakeholders tot een maatschappelijk optimale situatie komen, waarbij financiën, veiligheid, klantvrijheid, e.d. met elkaar worden afgewogen.

4. Netbeheerders kunnen naast de faciliteringstaak ook direct bijdragen aan de reductie van de CO₂-uitstoot. De gezamenlijke netbeheerders staan in de top 5 van grootste 'energiegebruikers' van Nederland door de netverliezen. Om deze verliezen te verminderen of te verduurzamen worden de nodige acties al ondernomen en kunnen nog verdere stappen gezet worden. Denk daarbij aan:

- Vergroenen van netverliezen (elektriciteit) door eigen (groene) opwek van elektriciteit. Een netbeheerder mag binnen de huidige wetskaders eigen opwek inzetten - in plaats van de inkoop van elektriciteit - voor de netverliezen. Zo kan met behulp van bijv. windparken voorzien worden in de netverliezen en worden de netverlies direct vergoed.

Gezien de hoeveelheid netverliezen levert dit meteen een flinke stijging op van de hoeveelheid duurzame energie in Nederland.

- In plaats van zelf opwekken kan vergroening ook plaatsvinden door middel van het inkopen van groene elektriciteit bij leveranciers.
- Gaslekken kunnen actiever gezocht en gedicht worden. Hierdoor kan de emissie van methaan (CH₄) beperkt worden; methaan is een krachtig broeikasgas.

4.6 Conclusies

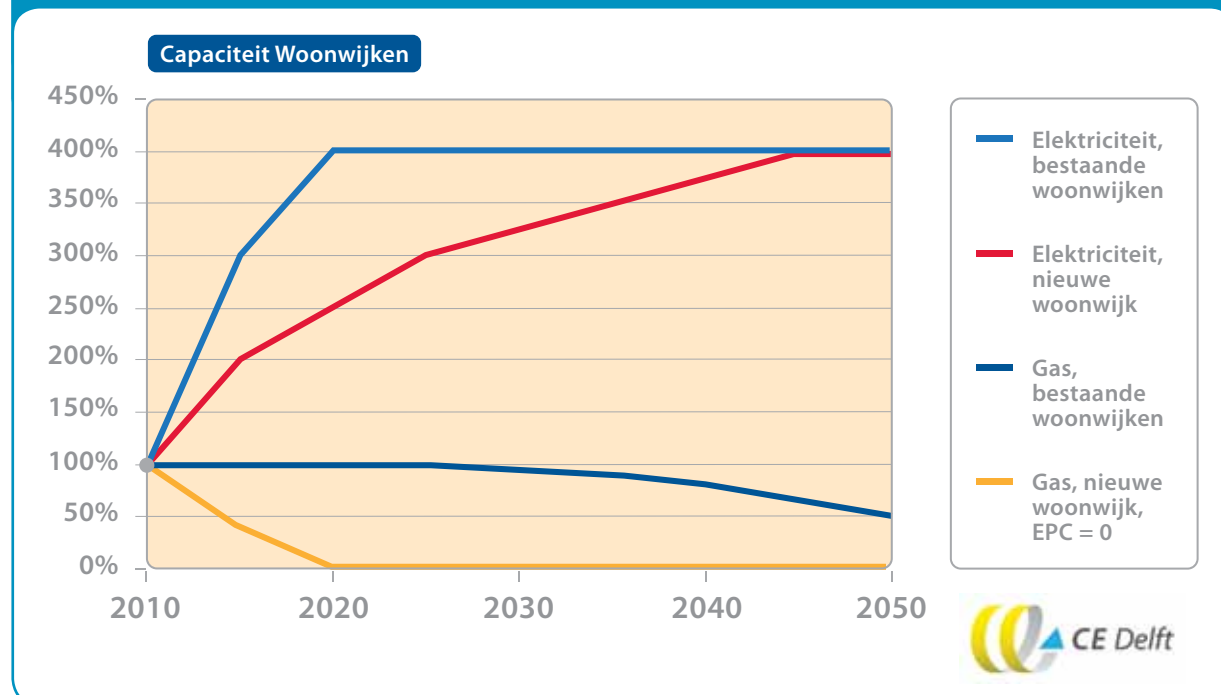
In Figuur 5 is getracht de ontwikkeling van de capaciteitsvraag aan gas- en elektriciteitsnetten voor woongebieden grafisch vorm te geven. De huidige capaciteitsvraag is 100% en neemt in de tijd toe (elektriciteit) of af (gas). Afnemende capaciteitsvraag betekent niet dat de bestaande netten buiten gebruik gesteld worden. De elektrische capaciteit groeit vooral door elektrische warmtepomp, zon PV en elektrische auto. Bij de elektrische warmtepomp is uitgegaan van

het achterwege laten van een elektrische bijstook om te voorkomen dat de netcapaciteit nog groter zou moeten worden. Er zullen andere oplossingen gevonden moeten worden om de piekvraag naar warmte te dekken. Dat kan o.a. met warmteopslagsystemen en door toepassing van gas. In dat laatste geval blijft ook een gasinfrastructuur van toepassing. De lijn voor gas in nieuwe woonwijken daalt dan (veel) minder sterk dan in de figuur is aangegeven.


De komende tijd zullen de netbeheerders acties ondernemen die moeten bijdragen aan een soepele energietransitie. Het inrichten van proeftuinen om meer en beter zicht te krijgen op de effecten op de energie-infrastructuren van de verschillende innovatieve ontwikkelingen is daarbij een belangrijk onderdeel. Daarnaast zullen nieuwe elektriciteitsnetten verzaagd worden aangelegd, en bestaande elektriciteitsnetten worden verzaagd bij herinvesteringen. Als eerste zullen daartoe nieuwe ontwerpcriteria worden opgesteld.

Figuur 5

Ontwikkeling capaciteitsvraag lokale gas- en elektriciteitsnetten (bestaand en nieuwe woonwijken¹⁰)



10. De term nieuwe woonwijken is gebruikt voor nieuwe wijken en voor herstructureringsgebieden, hier geldt vanaf 2020 een EPC=0.



De investeringsbedragen zijn relatief
bescheiden als ze worden afgezet
tegen de investeringen die nodig zijn
voor de gehele energietransitie



5 Investerings

5.1 Inleiding

Verzwarings van infrastructuur betekent ook: extra investeringen. Een relevante vraag is wanneer welke investeringsbeslissingen moeten worden genomen. Het betreft maatschappelijke investeringen, die door de netbeheerders moeten worden gedaan. Dit Document is bedoeld om de maatschappelijke discussie daarover aan te kunnen gaan. De investeringen die worden genoemd zijn daarom nadrukkelijk bedoeld om maatschappelijke stakeholders inzicht te bieden in de omvang van die investeringen, in relatie tot de omvang van de jaarlijkse investeringen die de netbeheerders doen.

In de bottom-up analyses in (CE, 2010) zijn enerzijds realistische worst-case cijfers bepaald voor de verandering in capaciteitsvraag. Realistisch worst-case betekent: ontwikkelingen die realistisch voorstelbaar zijn en dus niet mogen worden veronachtzaamd, waarbij bij keuzes steeds een realistische pessimistische keuze is gehanteerd m.b.t. netcapaciteitsvraag. Die bottom-up analyses waren uitvoerbaar voor woongebieden en minder goed voor andere gebiedstypes als bedrijventerreinen en industriegebied, waar maatwerk vereist is. Ook is voor elektriciteit een analyse uitgevoerd¹¹ op basis van de volumecijfers in de scenario's A, B en C. Het resultaat van beide analyses is weergegeven in dit hoofdstuk in de vorm van een tabel met bandbreedtes.

De bedragen zijn nog zonder de effecten van slimme netten, die een kostenverlagend effect zullen hebben. De omvang van die kostenverlaging is nog niet bekend, proeftuinexperimenten zijn mede bedoeld om op die vraag antwoorden te geven.

Er zullen ook investeringen worden gedaan in kleine en grotere warmtenetten, in CO₂-netten en in opslag. De mate waarin is deels afhankelijk van de precieze ontwikkelingen (zie de scenario's), maar zeker bij de warmtenetten ook sterk afhankelijk van lokale keuzes die zullen worden gemaakt. Om die reden is hier voor die onderdelen geen investeringsraming opgenomen.

Een deel van de bandbreedte in de investeringsramingen komt voort uit de inzet van elektrische warmtepompen. Er is een analyse gedaan voor de situatie met en zonder elektrische bijverwarming. Toepassen van een aanzienlijke elektrische bijverwarming bij de warmtepomp leidt tot hoge extra netinvesteringen, maar lagere investeringen voor de warmtepomp omdat die met kleinere capaciteit kan worden uitgerust.

Wat betreft de termijnen voor de investeringskeuzes geldt:

- Bij nieuwbouwggebieden het elektriciteitsnet direct verwaard aanleggen; de investeringen volgen de gebiedsontwikkeling.
- Bij bestaande bouw het elektriciteitsnet verzwaren tijdens herinvesteringen van het bestaande net.
- Afhankelijk van discussie over de toepassing van gas voor levering van piekwarmte het al dan niet aan blijven leggen van een (beperkte) gasinfrastructuur
- Netinpassingsinvesteringen voor wind op land zijn volgend op de aanvragen van aansluitingen van windmolens. Punt daarbij vormen de regionale verschillen. Voorts speelt het feit dat het huidige regulatorisch kader niet gericht is op minimalisatie van de infrastructuurinvesteringen m.b.t. windinpassing.
- Netinpassingsinvesteringen voor een 'stopcontact op zee' worden in sterke mate gestuurd door de Rijksoverheid.
- Investerings in vergroting capaciteit van het hogedruk gasnet en het hoogspanningsnet zijn onderdeel van de lange termijn plannen van Gasunie en TenneT.

5.2 Investerings voor de Netten van de Toekomst

De gemiddelde jaarlijkse investeringen die de gezamenlijke netbeheerders doen bedragen circa € 800 miljoen (zie Tabel 5), waarbij de bedragen van jaar tot jaar aanzienlijk variëren.

11. Bron: D-Cision, 2010; deze is integraal opgenomen als bijlage in (CE, 2010). Voor het overzicht in dit hoofdstuk zijn daaruit afgeronde cijfers overgenomen, zonder bandbreedte.

Tabel 5

Huidige gemiddelde jaarlijkse investeringen E en G van alle Nederlandse netbeheerders gezamenlijk¹²
(bedragen x 1 miljoen euro), gemiddeld over de periode 2005-2008

	Gas	Elektriciteit	Totaal
Regionale netbeheerders	96	297	393
TSO ¹³ (Gasunie/TenneT)	250	170	420
Totaal	346	467	813

Voor ramingen van de extra investeringen ten behoeve van de veranderingen die de energietransitie met zich meebrengt zijn onder andere de volgende factoren van belang:

- De prijzen van bedrijfsmiddelen; deze moeten overigens richting 2050 zeer genuanceerd beschouwd worden;
- De kwantificering van de transportbehoefte;
- Het tijdpad waarbinnen ontwikkelingen plaatsvinden;
- De nog beschikbare capaciteit in de bestaande netten.

De bandbreedtes van de netinfrastructuurinvesteringen voor het faciliteren van de energietransitie staan uitgesplitst in tabel 6 en zijn overgenomen uit (CE, 2010). Het totaalbedrag ligt tussen de € 20 en 71 miljard, waarbij met name de bovengrens voor scenario A een hoge waarde toont van € 71 miljard. Alle bedragen in de tabel omvatten de periode tot het jaar 2050.

Tabel 6

Overzicht van de extra investeringen in energie-infrastructuur die samenhangen met het faciliteren van de energietransitie, in de periode tot 2050 (bedragen x 1 miljard euro)

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
inpassing windenergie op zee	9 - 15	3 - 5	3 - 5
inpassing windenergie op land	2	1	0
verzwaring HS-net en HS/MS-transformatoren	11 - 12	6 - 12	12
verzwaring MS-net en MS/LS-transformatoren	5 - 19	5 - 8	5 - 14
verzwaring LS-kabels	0 - 15	0 - 5	0 - 8
verzwaring LS-aansluitkabels	0 - 3	0 - 1	0 - 1
verzwaring transportnet gas	ca. 4	ca. 4	ca. 4
aanleg ruwgasinfrastructuur tbv invoeding groen gas	ca. 1	ca. 1	ca. 1
investeringen t.b.v. proeftuinen	p.m.	p.m.	p.m.
investeringen in warmte-infrastructuur, CO ₂ -infrastructuur, en opslag	p.m.	p.m.	p.m.
Totaal	32 - 71	20 - 37	25 - 45

¹² Bronnen: opgave werkgroep document, en jaarverslagen Gasunie en TenneT. Cijfers voor de regionale netbeheerders zijn afkomstig uit de regulatorische jaarrekeningen, en betreffen netto investeringen exclusief klantbijdrages, en zonder investeringen in gasaansluitingen.

¹³ TSO = Transmission System Operator.



Smart Grids kunnen er voor zorgen dat de investeringen van netverzwaringen lager worden, doordat met name netbelastingen in de tijd kunnen worden gematcht. De toepassing van belastingsturing en smart grids vergt nog een maatschappelijke discussie over de rol van de netbeheerder (facilitator of stuurder) en een maatschappelijke acceptatie van meer ICT in de energievoorziening.

De investeringsbedragen zijn gebaseerd op huidige inzichten van welke technische eisen de energietransitie vermoedelijk zal stellen aan de energie-infrastructuren. Eisen dus waar de netbeheerders rekening mee moeten houden als ze de energietransitie willen faciliteren, waarbij de infrastructuur niet remmend gaat werken op de ontwikkeling van de energietransitie. De bedragen die in Tabel 6 zijn genoemd tonen aan dat deze investeringen substantieel zijn, in relatie tot de jaarlijkse 'normale' investeringen die de gezamenlijke netbeheerders doen in de energie-infrastructuur.

De investeringen worden gekenmerkt door veel onzekerheden, zowel qua tijdsafhankelijkheid die gerelateerd is aan de snelheid waarmee de energietransitie zich voltrekt als qua toekomstige prijsontwikkelingen.

Dit is een reden te meer voor netbeheerders en maatschappij om in dialoog te gaan over de maatschappelijke eisen en keuzes ten aanzien van de energietransitie en ten aanzien van wat er daarbij van de netbeheerders wordt verwacht. Rond 2020 zal duidelijkheid moeten ontstaan over de omvang van de reductie van de energievraag, de omvang en concentratie van decentrale elektriciteitsproductie, de inzet van elektrische warmtepompen, en de mate waarin vervoer elektrificeert, zodat de investeringen vanaf 2020 gericht kunnen worden op scenario A, B, of C.

Hoewel de bedragen substantieel zijn, zijn ze relatief bescheiden als ze worden afgezet tegen de investeringen die nodig zijn voor de gehele energietransitie. Alleen al het goed isoleren van alle bestaande woningen in Nederland vergt een investering van circa € 70 miljard. Ook de totale investeringen in windturbines, zon-PV, opslag, energiecentrales etcetera lopen in de zeer vele miljarden. De infrastructuurinvesteringen zijn daarom weliswaar substantieel en belangrijk voor het faciliteren van de energietransitie, maar ze vormen niet de grootste investeringscomponent. Dit blijkt ook uit andere studies, zoals (ECF, 2010).

Het valt op dat extra investeringen in de energie-infrastructuren nodig zijn terwijl de vraag naar energie zal zijn gedaald in 2050. De belangrijkste oorzaken daarvan zijn:

1. Substitutie van motorbrandstoffen door elektriciteit; hierdoor neemt de capaciteitsvraag aan de elektriciteitsinfrastructuur toe. De keten van motorbrandstoffen is overigens buiten scope van het document.
2. Toename van productie door met name hernieuwbare elektriciteitsbronnen met fluctuerend karakter (wind, zon-PV); hiervoor is ook back-upcapaciteit nodig in de vorm van gasgestookt vermogen en/of opslag. De benuttingsgraad van de infrastructuur neemt hierdoor af. Bovendien zijn voor inpassing van windenergie op land en windenergie op zee nieuwe netten nodig die er nu nog niet zijn, en dus extra investeringen vergen.
3. Substitutie van aardgasvraag door elektriciteit in de gebouwde omgeving. Aardgasdistributie is per eenheid energie aanmerkelijk goedkoper dan elektriciteit.
4. Extra capaciteitsvraag op het niveau van de transportnetten, voor doorvoer (transito) van gas en elektriciteit.



Er moet duidelijkheid zijn over de manier waarop een forse reductie van de vraag naar energie aan de zijde van de afnemers tot stand komt

netbeheer  nederland

energie in beweging



6 Regelgevend kader voor een succesvolle transitie

De verandering van de energie-infrastructuur zoals hiervoor geschetst zal ook een verandering vergen van de regelgeving vanuit de overheid. De nationale politiek zal keuzes moeten maken over de rol van netbeheerders in de transformatie naar een CO₂-vrije energievoorziening. Zaken die daarbij specifiek aan de orde moeten komen zijn:

- Op welke wijze, met welke institutionalisering kan er worden toegewerkt naar maatschappelijke optimale keuzes in de energievoorziening, die voldoende rekening houden met de lange termijn en met de hele energieketen.
- De sleutelrol die gas speelt als transitiebrandstof. Bruikbaarheid van centrale en decentrale gastoepassingen ten behoeve van leveringszekerheid van energie (bij introductie van duurzame energievormen zoals wind en zon).
- Duidelijkheid over de rol van de netbeheerder TenneT voor wind op zee (stopcontact op zee) en voor eventuele grootschalige opslagfaciliteiten. Het eerste is al in 2010 aan de orde, de opslagfaciliteiten mogelijk in 2020.
- De notie dat de regulering van de aansluitkosten van wind op land nu maatschappelijk gezien niet tot optimale uitkomsten leidt.
- Een keuze over de rol (en aard daarvan) van de netbeheerders bij het transport en opslag van CO₂. Als CO₂-opslag vanaf 2020 een rol van betekenis moet spelen, dan zal die rol van de netbeheerder in 2015 duidelijk moeten zijn.
- De gasnetten zullen geschikt gemaakt moeten worden voor invoeding van groen gas op MD-niveau (middendruk).
- De rol en taak van de gereguleerde netbeheerder op het gebied van transport en opwerking van ruwgas dient te worden verhelderd.
- De notie dat de regulering van gasnetten nu geen rekening houdt met vroegtijdige sloop, zoals in sommige scenario's in deelgebieden kan optreden.
- Duidelijkheid over de levering van warmte, en ook over de rol van netbeheer daarbij. Het huidige wettelijk kader lijkt niet toereikend (warmtewet) voor een belangrijke rol voor warmtelevering. Op korte termijn is uitsluitel hierover nodig.
- Duidelijkheid over de manier waarop een forse reductie van de vraag naar energie aan de zijde van de afnemers tot stand komt. Dat zal niet vanzelf gaan. Normen voor energie-efficiëntie en prijsprykkels zijn daarvoor nodig. Hierbij kunnen slimme meters en goede afrekeningsystemen een belangrijke rol spelen. Er is op zeer korte termijn duidelijkheid nodig over de eisen die gesteld moeten worden aan die meters en de afrekeningsystemen, omdat de ontwikkeling van hiervan tijd kost en de implementatie vele jaren vergt.
- Duidelijkheid over het investeringsklimaat voor de netbeheerders, opdat zij de transitie daadwerkelijk kunnen ondersteunen en kunnen helpen versnellen. Er moet een midden worden gevonden tussen sturing op efficiëntie en sturing op effectiviteit. Dat vergt een oriëntatie op de verdeling van investeringsrisico's tussen netbeheerder (en zijn aandeelhouders) en maatschappij.

Literatuurlijst

Net voor de Toekomst

Achtergrondrapportage door CE Delft (F.J. Rooijers en C. Leguijt, mei 2010)

Bij deze studie is een achtergrondrapportage opgesteld. In dit achtergrondrapport staan ook uitgebreide literatuur- en bronverwijzingen m.b.t. de informatie zoals die is gebruikt voor deze studie 'Net voor de Toekomst'.

Deze achtergrondrapportage is in de eerste oplage van de gedrukte versie van het rapport op CD achterin het rapport bijgevoegd. De meest recente versie van deze bijlage is ook te vinden op www.netbeheernederland.nl.

AER, 2009

De ruggengraat van de energievoorziening
Algemene Energie Raad, 2009

Eurelectric, 2009

CEO declaration

Zie: <http://www.eurelectric.org/CEO/CEODeclaration.asp>

EZ, 2008

Energierapport 2008
Den Haag : Ministerie van Economische Zaken

KEMA, 2010

J. van Wingerden, T. van Wingerden, A. van Vliet
Kwantitatieve Impact Groen Gas op de Gas Infrastructuur
Groningen : KEMA, 2010

Netbeheer Nederland, 2009

Brochure 'Netbeheer in transitie'

Transitieplatforms PNG en PDE, 2009

Actieplan Decentrale Infrastructuur

VROM, 2009

Persbericht 'Doorbraak in overleg milieuministers', 21 oktober 2009

ECF, 2010

Roadmap 2050
European Climate Foundation
zie: <http://www.roadmap2050.eu/>

L

J

komst Net voor de toekomst Net voor de toekomst

netbeheer  nederland

Utrechtseweg 310 - 6812 AR Arnhem
Postbus 1156 - 6801 BD Arnhem

Telefoon 026-356 95 00

Fax 026-442 83 20

secretariaat@netbeheernederland.nl

www.netbeheernederland.nl