

Net voor de Toekomst: samenvatting

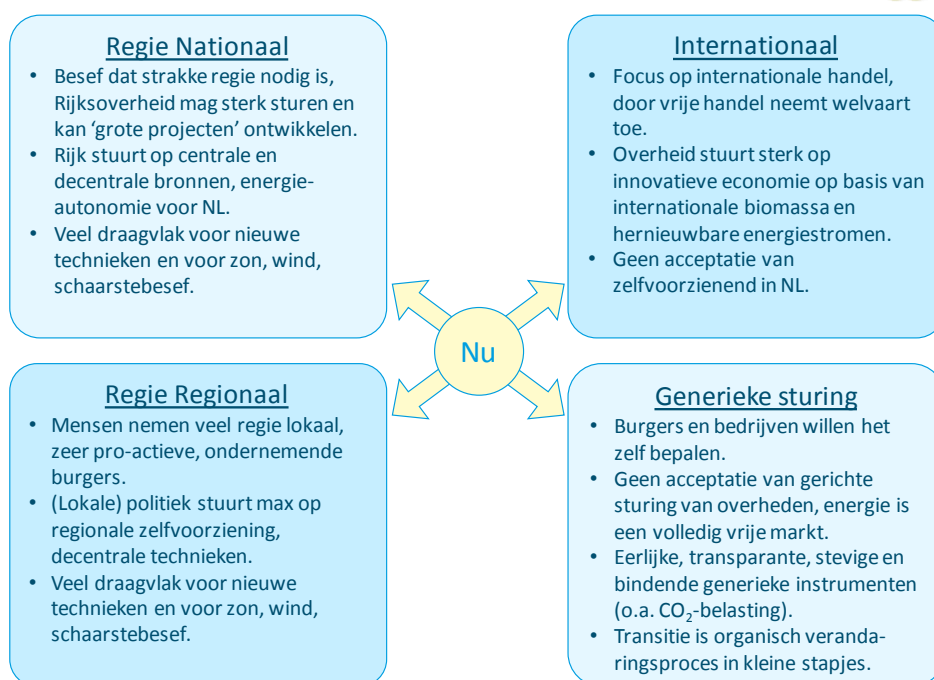
Om in 2050 een CO₂-neutrale samenleving te bereiken, zal de energievoorziening de komende decennia een ingrijpende transitie moeten doormaken. Maar hoe precies, is nu nog onduidelijk, en hangt af van sociaal-maatschappelijke en politieke afwegingen. De netbeheerders van de energienetten in Nederland opereren in deze sociaal-maatschappelijke en politieke context, maar willen nu al aan de gang met het aanleggen van het “*Net voor de Toekomst*”; investeringskeuzes van netbeheerders in infrastructuur kunnen de transitie immers versnellen of remmen, en de netbeheerders willen de veranderingen mogelijk maken.

De netbeheerders willen grip krijgen op de mogelijke ontwikkelingen met verschillende scenario's. Daarom zijn in dit *Net voor de Toekomst*-onderzoek vier verschillende toekomstbeelden uitgewerkt en doorgerekend door een werkgroep van de netbeheerders onder de vlag van Netbeheer Nederland en ondersteund door CE Delft.

De toekomstbeelden verschillen in het soort maatschappij en het soort sturing (bijvoorbeeld hoe overheden regie voeren en in de mate van importafhankelijkheid). We verkennen daarmee in deze studie hoe de energievoorziening van de toekomst eruit kan zien, gegeven sociaal-maatschappelijke en politieke afwegingen en keuzes die aan het maatschappijbeeld ten grondslag liggen, en wat de gevolgen voor de infrastructuur zijn.

Ieder toekomstbeeld is een geheel ander Nederland, waar een heel andere energievoorziening bij hoort. De veranderingen worden in beeld gebracht voor de industrie, de warmtevoorziening, het transport, en kracht en licht. Er is in beeld gebracht uit welke bronnen de energie komt, hoe de balans tussen vraag en aanbod tot stand gebracht wordt, en wat de effecten op de infrastructuur zijn. De kosten van de infrastructuur worden in beeld gebracht, en tevens wat de totale kosten van de energievoorziening zijn.

Vier maatschappijbeelden voor klimaatneutrale scenario's



Regie Regionaal

In dit toekomstbeeld hebben provincies en gemeenten veel regie. Zoveel mogelijk energie voor de productie van elektriciteit en warmte komt uit lokale energiebronnen, zoals zon, wind, biomassa en geothermie. Er is veel meer energie-infrastructuur en opslag in de vorm van waterstof nodig om de ongelijktijdigheid en afstand tussen vraag en aanbod op te lossen. Omzetting van elektriciteit naar waterstof vindt op veel locaties verspreid over het land plaats.

Regie Nationaal

De Rijksoverheid heeft in dit toekomstbeeld veel regie en stuurt op energie-autonomie voor Nederland via een mix van vooral centrale energiebronnen, zoals met name wind op zee. Er is veel opslag nodig in de vorm van waterstof omdat vraag en aanbod niet gelijktijdig plaatsvinden. Omzetting van elektriciteit naar waterstof gebeurt aan de kust of zelfs op zee.








Internationaal

Nederland is in dit toekomstbeeld een mondiaal georiënteerd land dat verschillende vormen van hernieuwbare energie importeert, zoals biomassa, waterstof uit elektriciteit van de zon. Er is een internationale productie en handel in waterstof uit klimaatneutrale bronnen (hernieuwbaar en fossiel met CCS).

Generieke sturing

In dit toekomstbeeld komt de energievoorziening via een organisch proces tot stand, gestuurd door een stevig CO₂-prijssignaal, maar zonder verdere regie van de overheid. De energievoorziening is een mix van lokale en internationale opties. Collectieve opties en maatregelen zoals woningsisolatie blijven uit of worden pas laat in het transitieproces uitgevoerd. Het Nederlandse bedrijfsleven zal in dit toekomstbeeld veel minder bijdragen aan oplossingen dan in de andere beelden.

De tabel bevat een overzicht van de (technische) kenmerken van het energiesysteem in de maatschappijbeelden.

	Regie Regionaal	Regie Nationaal	Internationaal	Generieke sturing
Kracht en Licht 	25% besparing basisvraag door zuiniger apparaten. Daarnaast een sterke elektrificatie industrie.		25% besparing door zuiniger apparaten	25% besparing door zuiniger apparaten
Lage temperatuur warmte* 	Veel warmtenetten en all-electric (Beperkingen op groen gas, geen H ₂ -distributie) Besparing 23%	Veel hybride warmtepompen op H ₂ (en groen gas) (Beperkingen op groen gas) Besparing 16%	Veel hybride warmtepompen op groen gas en waterstof (milde beperkingen op groen gas) Besparing 12%	Mix van individuele opties (geen groot collectief, geen andere beperkingen) Besparing 17%
Hoge temperatuur & feedstock industrie** 	Circulaire industrie en ambitieuze procesinnovatie: 60% besparing 55% elektrificatie CO ₂ -emissie -97%		Biomassa-gebaseerde industrie en CCS: 55% besparing 35% biomassa 14% elektrificatie CO ₂ -emissie -95%	Geleidelijke ontwikkeling, business as usual en CCS: 20% besparing 12% elektrificatie CO ₂ -emissie -85%
Personen vervoer 	100% elektrisch	75% elektrisch 25% H ₂ -brandstofcel	50% elektrisch 25% groen gas 25% H ₂	50% elektrisch 25% groen gas 25% H ₂
Goederen vervoer 	50% groen gas; 50% H ₂		25% biobrandstof; 25% groen gas; 50% H ₂	
Hernieuwbare opwek in NL 	84 GW zon 16 GW wind op land 26 GW wind op zee	34 GW zon 14 GW wind land 53 GW wind zee	16 GW zon 5 GW wind land 6 GW wind zee	18 GW zon 5 GW wind land 5 GW wind zee
Conversie en opslag in NL 	75 GW elektrolyse 60 GW accu-opslag 9 bcm gasbuffer	60 GW elektrolyse 50 GW accu-opslag 11 bcm gasbuffer	2 GW elektrolyse 5 GW accu-opslag 10 bcm gasbuffer	0 GW elektrolyse 2 GW accu-opslag 10 bcm gasbuffer

* Uitkomsten kosteneffectieve opties met het CEGOIA-model doorgerekend.

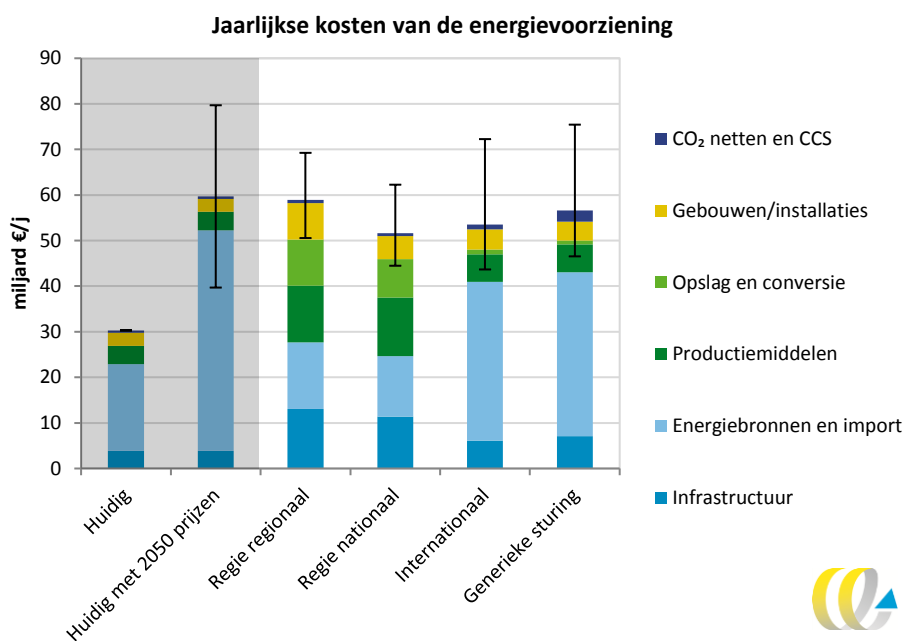
** Toekomstbeelden voor de industrie van het Wuppertal Instituut.

Analyse

Waarschijnlijk beschrijft geen van de vier toekomstbeelden de uiteindelijke werkelijkheid van 2050. De kans is namelijk groot is dat er tegen die tijd andere technieken voor productie en consumptie van energie zijn dan het huidige spectrum. Toch laat dit onderzoek zien hoe zeer de technische uitwerking van de energietransitie afhangt van de keuzes die we nu maken.

Vast staat dat in alle beelden het energiesysteem drastisch verandert. In tegenstelling tot wat sommigen verwachten, wordt energie niet gratis. Weliswaar nemen de variabele kosten van elektriciteit sterk af omdat steeds meer zon en wind wordt gebruikt, maar om dit te bereiken moet wel flink geïnvesteerd worden in installaties. Daarnaast kunnen zon en wind niet direct in de hele energievraag voorzien. Per kWh zal elektriciteit ongeveer even duur blijven. De variabele kosten van energiedragers zoals hernieuwbaar gas zullen wel veel hoger zijn dan de huidige kostprijs van aardgas.

De totale kosten van de energievoorziening zullen omhooggaan (grofweg verdubbelen) ten opzichte van vandaag de dag. Dat geldt voor de klimaatneutrale scenario's (omdat hernieuwbare energiebronnen duurder zijn dan de huidige lage prijs van fossiele energie, en daarnaast door de kapitaal-kosten voor productiemiddelen, opslag, conversie, en infrastructuur), maar het geldt ook voor een 'business as usual'-toekomstbeeld waarbij het huidige energiesysteem doorgerekend is met de 2050-energieprijzen die horen bij het CPB WLO-scenario dat er weinig aan klimaatbeleid wordt gedaan.



De onzekerheden zijn erg groot, waarbij de toekomstbeelden met veel import gevoelig zijn voor de prijs van (CO₂-vrije) brandstoffen op de wereldmarkt, en de toekomstbeelden met regionale of nationale zelfvoorzienendheid gevoelig zijn voor kapitaalkosten. De financiële risico's zijn in de import-scenario's wel duidelijk groter omdat energiekosten historisch veel volatieler zijn. Naast de 'kosten' zijn er ook andere effecten die verschillen tussen de toekomstbeelden. Dit gaat om macro-economische structuur, in toegevoegde waarde, innovatie, werkgelegenheid, economische handelsbalans. Maar ook milieueffecten, luchtkwaliteit, beperking van klimaatverandering, effecten op ruimte/landschap. Daarnaast zijn er verschillen in meer en ook in een aantal meer subjectieve eigenschappen van het energiesysteem, zoals energie-zelfvoorzienendheid en voorzieningszekerheid, autonomie, en keuzevrijheid voor burgers.

Wat zijn de effecten op de energie-infrastructuur?

De energie-infrastructuur zal fors veranderen. Er lijkt één uitzondering, namelijk in het geval dat dat Nederland de benodigde energie hoofdzakelijk gaat importeren. De elektriciteitsnetten zullen in het Regionale beeld moeten zorgen dat de lokaal en regionaal opgewekte elektriciteit (zon en wind) via het landelijke net bij de industrie terecht komt en wordt geconverteerd naar waterstof voor diverse toepassingen, zowel bij industrie en transport als in de gebouwde omgeving. In het Nationale beeld verandert er minder en komt veel energie, zowel elektriciteit als gas, van de Noordzee. Het minst ingrijpend is het toekomstbeeld Internationaal en Generiek die beiden veel energie importeren.

Benodigde capaciteiten elektriciteitsnet 2050

Capaciteit [GW]	Huidig	Regie regionaal	Regie Nationaal	Internationaal	Generieke sturing
Wind op Zee	1	26	53	6	5
Hoogspanning	20	36	57	18	19
Middenspanning	10	53	22	10	10
Laagspanning	11	24	13	11	11

Het verzwaren van de elektriciteitsnetten - voor sommige onderdelen soms met een factor 5 - vergt zowel meer werk voor de netbeheerders als meer ruimte voor de elektriciteitsnetten. Deze ruimte is nodig voor transformatoren en extra hoogspanningslijnen en dat moet allemaal worden gevonden in steeds dichter bebouwde gebieden. Naast de effecten op ruimte zijn er de landschappelijke impacts.

De gasinfrastructuur zal op regionaal en landelijk niveau, in alle toekomstbeelden nodig blijven. Dat net dient niet meer voor de distributie van aardgas maar voor diverse CO₂-vrije gassen, waarvan waterstof de belangrijkste is. Deze gassen worden gebruikt in de industrie, in het vervoer, en in een aantal beelden ook in significante hoeveelheden in de gebouwde omgeving. De capaciteit van de huidige gasnetten is voldoende, maar er zullen wel aanpassingen nodig zijn.

Vooraf in het toekomstbeeld Regionaal wordt in de helft van de woongebieden een of andere vorm van warmtelevering gerealiseerd. Zowel grootschalige restwarmtebronnen als geothermie zullen deze warmte gaan leveren. Kleinschalige warmtesystemen op basis van lokale bronnen spelen in alle scenario's een rol. CO₂-vrij gas zal in veel gevallen, direct en indirect, voorzien in de warmtevraag tijdens de 'winterpiek'.

Uit de verschillende toekomstbeelden komen een aantal zaken naar voren:

- we kunnen op allerlei manieren een klimaatneutrale energievoorziening realiseren, waarbij de soort bronnen en mate van import sterk verschilt;
- de rol van elektriciteit als energiedrager zal toenemen doordat het zowel duurzaam uit zon en wind geproduceerd zal worden, daarnaast zal het gebruikt worden voor energiefuncties die nu met benzine of aardgas worden voorzien;
- waterstof is onmisbaar in de toekomstige energievoorziening; het is een goede oplossing om energie van wind en zon niet alleen direct als elektriciteit te kunnen gebruiken, maar ook om energie op te slaan;
- flexibiliteit in de energievraag van gebruikers draagt bij aan lagere kosten van het elektriciteitssysteem;
- in toekomstbeelden waarin zon en wind belangrijke energiebronnen zijn, zijn ook centrales op basis van CO₂-vrije brandstoffen met eenzelfde vermogen als de huidige kolen- en gascentrales nodig om op grijze en windstille dagen in voldoende elektriciteit te voorzien;
- In de transportsector nemen biogas, waterstof en elektriciteit de rol van benzine en diesel over.

Tot slot

Maatschappelijke en politieke keuzes zijn bepalend voor hoe de energievoorziening van de toekomst eruit komt te zien. Omdat netbeheerders nu al bezig zijn met het voorbereiden en aanleggen van het net voor die toekomst, is op tijd een richting kiezen de meest doelmatige weg. De overheid kan daarbij actief sturen met regulering of beprijzing, maar ook met regie. Regie kan een waterstof-infrastructuur mogelijk maken, warmtetransportnetten in specifieke gebieden faciliteren, overal een minimumniveau van warmte-isolatie bewerkstelligen enzovoorts. Overheden, netbeheerders, marktpartijen en consumenten moeten daarom het gesprek aangaan over welke kant we op willen met onze toekomstige energievoorziening en welke investeringen daarvoor nodig zijn.

Als we op afzienbare termijn systeem keuzes maken voor de lange termijn, zal dat een snelle en efficiënte energietransitie bespoedigen. Te lang wachten leidt namelijk uiteindelijk tot knelpunten in de uitvoering, bijvoorbeeld omdat er niet genoeg tijd meer is en niet genoeg personeel is voor de tijdige aanpassing van alle conversie-installaties en de netten.

Onder systeemkeuzes verstaan we bijvoorbeeld de mate van gewenste zelfvoorziening en het schaalniveau daarbij, de keuzevrijheid voor burgers of voor gemeenten in de infrastructuur voor verwarming. Hierbij speelt de vraag hoeveel extra productie van elektriciteit uit zon/wind gewenst is ten opzichte van wat we direct voor 'licht en kracht' kunnen gebruiken en we dus moeten opslaan of omzetten naar bijvoorbeeld gas.

Zo lang onduidelijk is welke kant we op gaan, zullen netbeheerders met elke mogelijke richting rekening moeten houden. Netbeheerders moeten dan bijvoorbeeld voorbereid zijn op een regionaal scenario waarin veel infrastructuur nodig is voor zon en windenergie en opslag tegen hoge kosten, terwijl over dertig jaar wellicht blijkt dat de energievoorziening juist internationaal is georiënteerd, met een veel kleinere behoefte aan infrastructuur doordat veel energie wordt geïmporteerd. In die optiek kunnen de netbeheerders kosten beperken wanneer ze niet met alle mogelijkheden rekening hoeven te houden.

Draagvlak

Aan de andere kant komt in deze studie nadrukkelijk naar voren dat het draagvlak voor de energietransitie essentieel is. Alle energiegebruikers moeten namelijk (ingrijpende) maatregelen treffen om de energietransitie te kunnen laten slagen. Daarbij zullen ze hogere kosten moeten dragen. Het draagvlak zal groeien wanneer de gebruiker niet het gevoel heeft dat hij een specifieke kant op wordt geduwd, maar enige keuzevrijheid heeft. Bijvoorbeeld door het gasnet in bepaalde wijken langer operationeel te houden, als dat technisch kan, of zelfs naast een warmtenet te laten bestaan. Hier ontwaren we een maatschappelijk dilemma: enerzijds het streven naar de laagste kosten (voor onder meer de netten) door strakke keuzes te maken maar anderzijds weerstand bij burgers en bedrijven die het gevoel krijgen dat een specifieke oplossing wordt opgedrongen. Meer capaciteit in de netten (en daardoor hogere kosten) en/of vaker het gasnet handhaven, geeft de energiegebruikers meer mogelijkheden om eigen oplossingen te kiezen. Voorwaarde voor deze route is wel dat we ervoor zorgen dat natuurlijke vervangingsmomenten worden aangegrepen voor veranderingen: zowel bij de renovatie van een woning, direct renoveren tot het juiste energetische niveau, als het vervangen van een ketel. Maar ook op het moment dat er infrastructuur structureel moet worden vervangen moet goed nagedacht worden over waar we op dat moment in investeren.

Volgende stappen

De netbeheerders zien ten slotte de noodzaak voor een discussie met maatschappelijke partijen over de diverse onderwerpen die hun werk raakt. Dit zijn onderwerpen als de klimaatneutrale warmtevraag in de gebouwde omgeving die zich regionaal anders zal manifesteren, afwegingen tussen het gebruik van regionale energiebronnen versus import van duurzame energie, de verduurzaming van de industrie, de invulling van elektrisch laden voor vervoer. Deze discussie heeft het doel om de infrastructuur de noodzakelijke energietransitie zo goed mogelijk te laten faciliteren. De netbeheerders hebben een discussie-agenda opgesteld - *'10-puntenplan voor een succesvolle energietransitie'*. Deze discussie-agenda bevat de 10 meest belangrijke zaken waaraan gewerkt moet worden om de energietransitie te versnellen.

