



Energy research Centre of the Netherlands



Spoorzoeken en wegbereiden

M. Hekkenberg

H.M. Londo

Spoorzoeken en wegbereiden

Een reisgids voor de energietransitie

Michiel Hekkenberg

Marc Londo

ECN-E--11-051
November 2011

Verantwoording

Dit rapport is het resultaat van een intern project van de unit Beleidsstudies (BS) van ECN. Deze unit voorziet Nederlandse en andere beleidsmakers op diverse terreinen binnen de volle breedte van het energiedossier van onafhankelijke, feitelijke informatie, onder meer over effecten van beleidsinstrumenten, ontwikkelingen van energiemarkten en –technologieën, en scenario's voor onze toekomstige energievoorziening. Het idee voor deze reisgids ontstond uit de observatie dat "BS'ers" in hun werk voor beleidsmakers soms tot bredere, algemenere suggesties komen voor 'verstandig energiebeleid', zonder dat er binnen de context van hun specifieke opdrachten ruimte is om die tot volwaardige adviezen uit te werken.

In het project waar dit rapport het resultaat van is hebben wij de discussie over dit soort algemenere inzichten aangejaagd, uitkomsten en ideeën vastgelegd, ze getoetst bij enkele externe partijen en ze tenslotte vertaald in een zevental adviezen. We hopen dat deze aanbevelingen voldoende stof tot nadenken bieden voor iedereen die in een beleids- of strategische functie werkt aan het verduurzamen van onze energiehuishouding.

Wij bedanken enkele externe contacten en de medewerkers van ECN die actief hebben meegedaan aan de interactieve 'M&M sessies', intranetfora en kleinere groepsdiscussies die materiaal hebben opgeleverd voor de gedachtevorming waarvan dit rapport het resultaat is. Uiteraard berust de verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit rapport geheel bij ons auteurs.

Inhoudsopgave

Hoofdboodschappen	4
1 Op weg naar 2050: een gids voor beleidsmakers	7
1.1 Een volhoudbare energievoorziening: verandering nodig	8
1.2 De route naar 2050	10
1.3 Energietransitie als beleidsprobleem	12
2 Schoon in 2050: Energetische contouren van Nederland	13
2.1 Betaalbaar in 2050: het energieverdienmodel van BV Nederland	16
2.2 Betrouwbaar in 2050: afhankelijkheden van de Nederlandse energievoorziening	18
3 Strategische issues	21
3.1 Consistentie van beleid: Noodzaak maar geen sinecure	21
3.2 Focus en massa in het innovatiebeleid	26
3.3 O ja, de eindgebruiker!	32
3.4 Winnaars en verliezers	36
3.5 Olietankers en speedboten	38
3.6 Andere netten, andere markten, ander geld	42
3.7 Nederlands beleid in een Europese en mondiale context	45
Bijlage	49
Aanvullend leesmateriaal	50

Hoofdboodschappen



Onze energiehuishouding, één van de pijlers van de Nederlandse samenleving, zal de komende decennia drastische veranderingen ondergaan. Dat zal een bij tijd en wijle moeizaam en pijnlijk proces worden. Aan beleidsmakers de taak die veranderingen te registreren met een helder oog voor kansen en bedreigingen. Deze gids beoogt Nederlandse beleidsmaker voor die taak enkele strategische inzichten en handvatten te bieden.

Waarom die veranderingen? Afnemende voorraden van gemakkelijk winbare fossiele energie, en wereldwijd toenemende vraag naar energie zullen leiden tot stijgende en meer volatiele prijzen. Dalende export van aardgas en stijgende energievraag betekenen ook voor Nederland wijzigingen in handelsbalansen en energie-afhankelijkheid. De noodzaak om ingrijpende klimaatverandering te voorkomen en daarbij toch de betaalbaarheid en de zekerheid van energievoorziening te handhaven, geeft een extra dimensie en actualiteit aan de vraag welke energie- en winningstechnologieën in het toekomstige palet ‘passen’.

Technologisch ingestoken routekaarten, visies en scenariostudies rijzen als paddenstoelen uit de grond om uitspraken te doen over verschillende mogelijke toekomstbeelden. Ondanks onderlinge verschillen laten deze beelden zien dat een voorzieningszekere energiehuishouding die 80% minder CO₂ uitstoot technisch en economisch haalbaar is. Een verdere conclusie is dat uitstel van de hiervoor benodigde koerswijziging economisch suboptimaal is voor de langere termijn: we moeten dus nu aan de slag. De verschillen tussen de studies maken echter ook duidelijk dat de optimale mix van technologieën in het ‘eindbeeld’ met de huidige kennis niet exact te voorspellen is. Over de voortgang van cruciale ontwikkelingen in technologie en complexe ‘systeeminteracties’ is eenvoudigweg nog te weinig met zekerheid bekend om meer te kunnen zeggen dan dat besparing, meer hernieuwbare energie en het toepassen van CO₂-afvang en -opslag (CCS) belangrijke bouwstenen zijn. De beleidsmaker zal dus koers moeten zetten onder onzekerheid over het exacte toekomstbeeld.

Vragen van beleidsmakers zijn er vaak op gericht meer details over het toekomstbeeld te verkrijgen, opdat een betere koers gevaren kan worden. Het is echter maar de vraag of verdere detaillering op dit moment het belangrijkste is. Om de maatschappij in beweging te krijgen is het voor een beleidsmaker misschien wel belangrijker zich meer te verdiepen in ‘hoe’ de transitie naar de gepresenteerde eindbeelden in de praktijk kan plaatsvinden. Welke kaders, welke sociale processen en welke politieke krachten bepalen de bewegingsruimte en wat is de rol van de beleidsmaker daarbij? Welke barrières kunnen niet door de markt, noch uit zichzelf goed worden opgelost? De genoemde studies geven hierin over het algemeen weinig inzicht.

Deze reisgids belicht een aantal van deze zaken. We beseffen dat een (Nederlandse) beleidsmaker slechts beperkte invloed heeft op de aankomende veranderingen. Maatschappelijke ontwikkelingen kennen veelal hun eigen dynamiek. Ook wordt veel in het internationale speelveld bepaald, waarop de Nederlandse stem slechts één van meerdere geluiden is. En ten slotte is de omvorming van de energiehuishouding simpelweg een complex proces, waarin de historisch gegroeide situatie van vandaag, gevestigde belangen en vele onderlinge afhankelijkheden in de energiehuishouding, de status quo maken tot een moeilijk verstoorbaar evenwicht.

Een beleidsmaker in het transitieproces ontkomt dus niet aan een groot aandeel 'go with the flow'. Waar mogelijk kan hij de stroom echter wel kanaliseren in een gewenste richting: wij geven daar enkele aanbevelingen voor.

Deze studie analyseert en verdiept een aantal praktische thema's die de grip op de koers van de energietransitie kunnen vergroten, om het even welke energiehuishouding er uiteindelijk precies wordt gerealiseerd. Naar ons idee moet een beleidsmaker zich van deze zaken bewust zijn bij het vormgeven van transitiebeleid, en zorg dragen voor voldoende aandacht voor de kwaliteit van de verschillende bouwstenen.

De belangrijkste van onze aanbevelingen:

- **Investeren vraagt vertrouwen in een onzekere toekomst.** De transitie gaat gepaard met grote investeringen. Hoe groter de onzekerheid over de toekomst, hoe moeilijker het is deze investeringen te realiseren. Beleidsmakers kunnen het investeringsklimaat verbeteren door zorg te dragen voor consistentie van beleid. Zorg ervoor dat het beleid zowel in de diepte (tijd) als in de breedte (verschillende aandachtsgebieden en bestuurslagen) samenhangt. Belangrijk element daarbij is dat 'de markt' niet vanzelf zal denken in de (lange) tijdshorizonten die vereist zijn.
- **Laat 1000 bloemen bloeien, maar zorg wel voor een goede tuinman met een heggen-schaar.** Succesvolle innovaties zijn in de ideeënfase moeilijk te onderscheiden. Echter, alle ideeën tot aan de drempel van de markt ondersteunen is budgettair onmogelijk. Een efficiënt innovatieklimaat biedt grote speelruimte voor ideeën maar selecteert na verdere ontwikkeling de winnende optie waarop het grote geld wordt ingezet.
- **Decennialang Oud & Nieuw, maar liefst zonder knallen.** De transitie gaat niet van het ene op het andere moment. In de praktijk zal het 'nieuwe' zeker een tijd lang met het 'oude' samen bestaan, met verschillende verandersnelheden per sector. Inventariseer waar dit voor ongemakken kan zorgen, stem ontwikkelingen in de tijd af en zorg voor faire mechanismen met aandacht voor de 'winnaars' en de 'verliezers'. Zorg bij langere trajecten voor voldoende linten om tussentijds te knippen, zodat de voortgang publiek zichtbaar, economisch voorspelbaar en politiek incasseerbaar is.
- **Zoek synergie met de wensen vanuit de samenleving.** Ontwikkelingen vinden plaats omdat burgers, consumenten en ondernemers ze zien zitten. Dat is maar zeer beperkt kenbaar vanaf de beleidstekentafel, laat staan top-down te sturen. Het is dus belangrijk om bij de ontwikkeling en implementatie van nieuwe opties in een vroeg stadium aan te sluiten bij de wensen van eindgebruikers en lokale stakeholders. Dat betekent wel dat de beleidsmaker moet openstaan om met hen mee te gaan op mogelijk onverwachte paden naar onvermoede bestemmingen.

1. Op weg naar 2050: een gids voor beleidsmakers

De komende decennia zal de transitie naar een duurzame energiehuishouding politici en beleidsmakers voor een forse uitdaging stellen. In een karikaturale schets van deze transitie ligt de nadruk vooral op de hoge kosten ervan, de vele soorten (over)last en de onduidelijkheid over de inrichting ervan. Als het even kon zouden we doorgaan zoals we altijd al deden. Maar, de noodzaak tot verandering is in het algemeen duidelijk; gewoon doorgaan is op den duur waarschijnlijk nadeliger dan veranderen. Natuurlijk bestaan bij nuancering ook positieve kanten aan de transitie; er zullen bijvoorbeeld nieuwe kansen voor waardecreatie en ondernemen ontstaan. Aan de andere kant; hoe zeker weten we eigenlijk dat die hele transitie echt noodzakelijk zal zijn?

De energietransitie blijft daarmee ondanks nuancerings voor de beleidsmaker een soort spruitjes eten: het is niet leuk, maar het moet toch! Voor zo een boodschap krijg je natuurlijk niet snel de handen op elkaar.

Daarbij komt dat de maatschappij een samenspel is van verschillende actoren met elk hun eigen ideeën en wensen, eigen bewegingen die zich slechts zeer beperkt laten sturen. De ontwikkelingen kunnen niet simpelweg door de overheid in een bepaalde richting worden gedrukt 'omdat dat goed is', zelfs als iemand al precies wist hoe de toekomst eruit zou moeten zien. De overheid is zelf (slechts) één van de spelers in het maatschappelijk veld. Bovendien kent het beeld over veranderingen in het energiesysteem in de maatschappij meer kleuren dan 'goed' en 'fout', en is wat goed is in de ogen van de één soms fout in de ogen van een ander. Hoe kan een beleidsmaker er dan toch aan bijdragen dat het pad van een energietransitie maatschappijbreed wordt ingeslagen, en met succes gevolgd kan worden? Deze reisgids poogt voor die opgave enkele handvatten te bieden.

Deze reisgids biedt daarmee een rugzak voor de beleidsmaker die op weg is naar 2050, met allerlei benodigdheden die van pas kunnen komen. Beschrijvingen van mogelijke barrières die op de weg kunnen bestaan, en mogelijke oplossingen en instrumenten om deze te voorkomen vindt u in hoofdstuk 3. Over de eindbestemming geeft deze reisgids in hoofdstuk 2 niet veel meer dan een ruwe schets; een indicatie van de

*Energietransitie als
spruitjes eten*

*De beperkte rol van de
beleidsmaker*

Een reisgids...

Leeswijzer

energiebronnen die gebruikt kunnen worden en waaraan Nederland zijn geld verdient. De details van dit beeld zullen gedurende de reis pas ontdekt worden. Over de noodzaak van verandering en waarom de route naar 2050 zo'n lastig beleidsprobleem is gaat het tweede deel van hoofdstuk 1.

...met suggesties voor een beter menu

Eenzijds geeft deze gids aanwijzingen om de veranderingen minder bitter, of zelfs smaakvol te maken, zodat deze gemakkelijker door 'de maatschappij' omarmd kunnen worden. Het efficiënt inzetten van beschikbare budgetten, de verdien capaciteit met duurzame technologieën, het wegnemen van technische, economische of maatschappelijke barrières, betere inpassing van veranderingen in de bestaande (technologische, institutionele en sociale) omgeving en betere aansluiting bij individuele wensen, kan de voorkeur voor de toepassing van duurzame technologieën of gedragingen vergroten.

...en algemene lessen

Anderzijds geeft deze gids aanwijzingen over de manier waarop de veranderingsprocessen in de maatschappij beter kunnen worden gestroomlijnd en er richting aan kan worden gegeven. Het opzetten van een effectief en efficiënt innovatiebeleid, het vormen van passende instituties, rekening houden met volatiel draagvlak en het goed positioneren ten opzichte van ontwikkelingen in het buitenland bieden hiertoe bijvoorbeeld mogelijkheden.

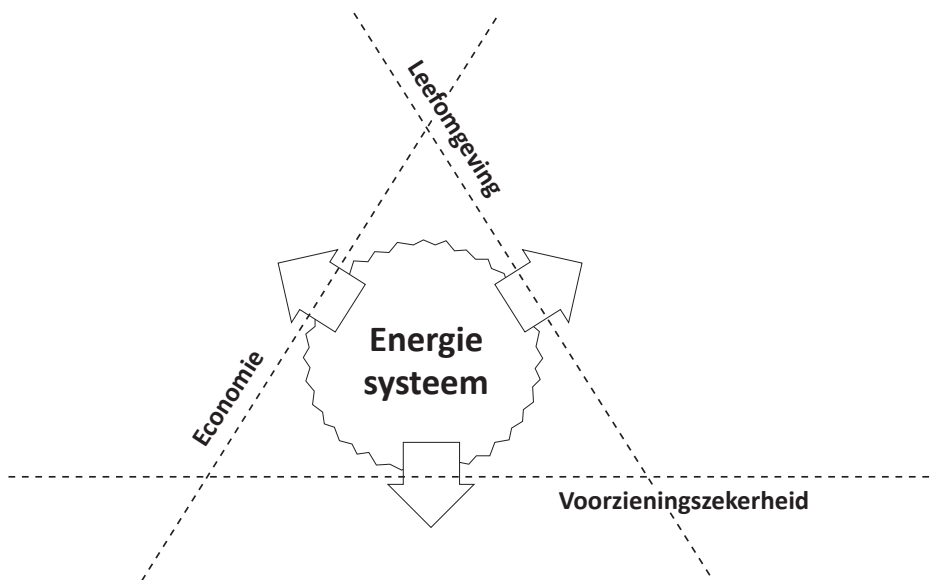
1.1 Een volhoudbare energievoorziening: verandering nodig

Energie essentieel

Energie vormt de ruggengraat van onze maatschappij. De inzet van hoogwaardige energiedragers is essentieel voor een groot deel van de bestaande maatschappelijke en economische processen die leiden tot welzijn en welvaart. Energie en economie zijn onlosmakelijk verbonden; beperkingen van ons energiesysteem kunnen barrières zijn voor verdere economische groei.

Schoon, betrouwbaar, betaalbaar

Het streven naar economische groei (en daarmee welvaarts-groei) is een continue driver voor een toenemend energiegebruik. Echter, het huidige energiesysteem lijkt tegen grenzen aan te lopen (zie Figuur 1). De beperkingen van ons energiesysteem op het gebied van economie, voorzieningszekerheid en leefomgevingkwaliteit worden steeds duidelijker. De toenemende vraag naar hoogwaardige energiedragers lijkt steeds moeilijker bij te benen aan de aanbodkant, vooral voor aardolie. De schaarste aan fossiele bronnen brengt de continuïteit van economische processen in het geding. De wereldvoorraad olie en met name de winningsnelheid ervan lijkt als eerste tekort te schieten, resulterend in opwaartse druk op de olieprijs. De mondiale gasvoorraden zijn weliswaar relatief groter, maar hier krijgt Nederland in de komende decennia te maken met een sterk afnemende binnenlandse productie (en bijbehorende revenuen). Andere winningsgebieden zijn steeds meer geconcentreerd in bepaalde wereldregio's waardoor politiek ongewenste afhankelijkheden kunnen ontstaan en de voorzieningszekerheid in het geding komt. En ten slotte leidt ons energieverbruik, door de karakteristieken van het huidige energiesysteem, tot steeds meer schade aan de leefomgeving, zoals door klimaatverandering, verzuring en de uitstoot van fijn stof. Hierdoor wordt de gerealiseerde welvaartstijging deels weer teniet gedaan (soms direct, soms met vertraging).



Figuur 1: De groei van energiesysteem loopt tegen grenzen aan

Voortgaan op dezelfde weg is daarom niet volhoudbaar. Of het nu een energiecrisis, klimaatcrisis of beide wordt, veranderingen zijn noodzakelijk om de economie ook in de toekomst groeiende, of zelfs simpelweg draaiende te houden. Maar alternatieve technologieën zullen voldoende moeten bijdragen aan een schone, betrouwbare en betaalbare energiehuishouding. Deze drie terreinen vormen dan ook de drie belangrijkste aandachtsgebieden in het Nederlandse energiebeleid.

“Need for change”

Op zowel het terrein van economie, voorzieningszekerheid als leefomgeving bestaan oplossingen die verdere groei van het systeem mogelijk maken. Echter, het realiseren van meer ruimte op het ene terrein loopt vaak juist tegen de beperkingen op andere terreinen aan, waardoor afwenteling dreigt. Oliewinning uit teerzanden leidt tot meer CO₂-uitstoot per energiehoeveelheid en is bovendien duurder dan conventionele oliewinning. Technologieontwikkeling voor duurzame energie en energiebesparing en de uitrol daarvan kent vaak hoge kosten, en bovendien produceert een windmolen alleen stroom als het waait. De winning van energie uit biomassa leidt mogelijk tot verdrinking van voedselproductie, verlies van biodiversiteit en extra CO₂-uitstoot door veranderend landgebruik. De energiehuishouding zit vol met dergelijke complexe relaties en de noodzakelijke schaal van verandering is enorm. Simpele ‘quick fixes’ zijn helaas niet voorhanden. De wereld, en Nederland als onderdeel daarvan, moet daarom op zoek naar integrale oplossingen.

Trade-offs

De geschetste randvoorwaarden aan de toekomst van onze energiehuishouding lijken breed aanvaard, maar de onderlinge balans ertussen is onderdeel van maatschappelijke discussie. Binnen de EU bestaat een politieke consensus over de grenzen aan onze toekomstige emissies van broeikasgassen, die in 2050 met 80% tot 95% moeten zijn gedaald. ECN deelt het standpunt dat de uitstoot van broeikasgassen drastisch beperkt dient te worden. In deze reisgids wordt de EU-doelstelling daarom als uitgangspunt genomen. De politiek stelt bovendien dat daarbij de afhankelijkheid van import uit minder betrouwbare buitenlandse landen beperkt dient te worden. Evenwel dienen ook de grenzen van de economische, maatschappelijke en technische realiteit te worden gerespecteerd. Op basis van onze analyses gaan we ervan uit dat het niet kosteneffectief is om Nederland in 2050 al volledig op hernieuwbare energie te laten draaien, ook niet bij een 80% reductiedoelstelling voor broeikasgassen. Deze reisgids gaat er daarom vanuit dat de energiehuishouding rond 2050 deels draait op hernieuwbare en deels op niet-hernieuwbare bronnen.

Perspectieven verschillen...

...maar er is een gemene deler

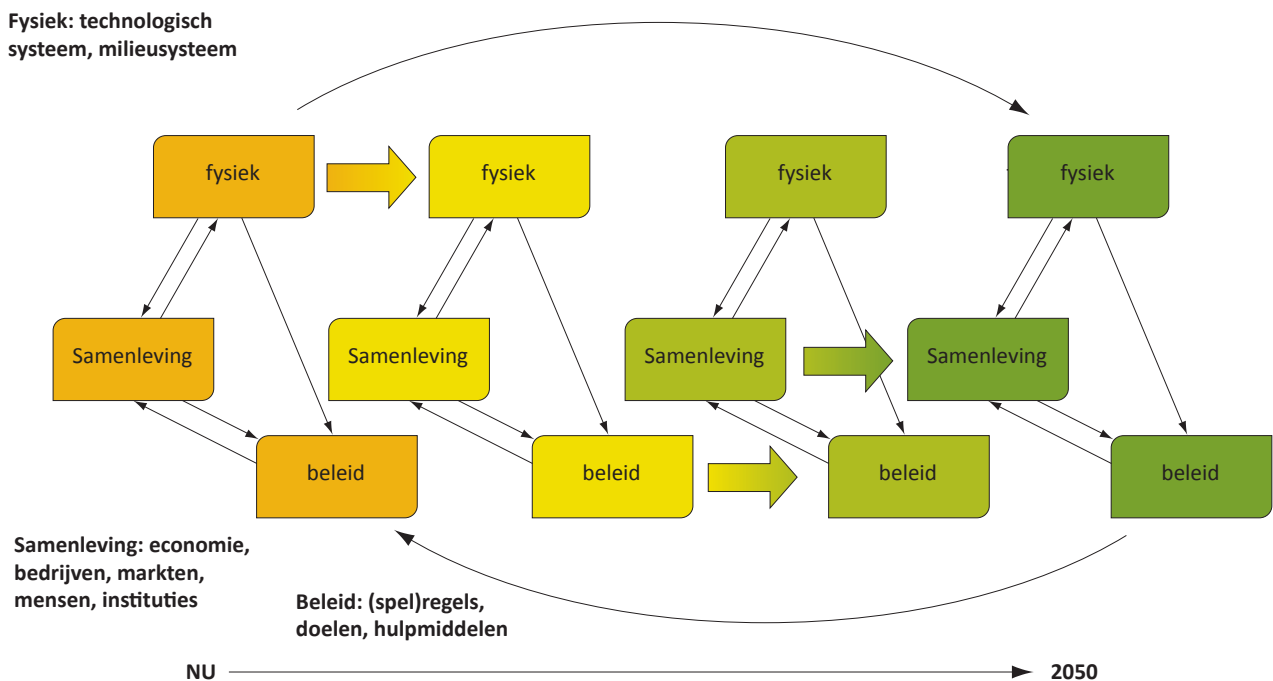
Zowel zogenaamde klimaatsceptici als zogenaamde klimaatfanatici zullen zich daarom waarschijnlijk niet herkennen in het door ons geschetste toekomstbeeld. Voor de eerste groep zal de emissiereductiedoelstelling van 80% veel te ver gaan, voor de tweede zal het niet aanvaardbaar zijn om zo lang nog (deels) op fossiele energie te leunen. Echter, de suggesties voor de strategie ernaartoe zullen zeker ook voor hen zinnige gedachten bevatten. Veranderingen in de energiehuishouding zullen er immers hoe dan ook komen.

1.2 De route naar 2050

Energietransitie

Het probleem om te komen tot een volhoudbare energiehuishouding wordt vaak vereenvoudigd tot de noodzaak een serie technologische veranderingen door te voeren. Welke technologieën worden nu gebruikt, welke schonere technologieën kunnen er worden ontwikkeld, en hoe kan dan het energiesysteem in 2050 er uit zien?

De noodzakelijke verandering omvat echter veel meer dan een verandering van de technologie: de manier waarop we met energie en energiediensten omgaan zal wezenlijk veranderen, inclusief de institutionele, juridische en sociale dimensies ervan. Bovendien is de verandering een complex, niet-hiërarchisch proces waarbij de ontwikkelingen onderling verweven en afhankelijk zijn. Dat is de essentie van de energietransitie. Deze reisgids geeft een ruwe schets van de veranderingen in technologie(gebruik), maar concentreert zich vervolgens vooral op de daaraan gekoppelde veranderingen in het omringende maatschappelijke systeem en de beleidsopgaven die daaruit voortvloeien.



Figuur 2: De energietransitie als samenspel van stappen in verschillende samenhangende maatschappelijke onderdelen

Om in 2050 te komen tot een maatschappij die minder afhankelijk is van gas en olie, rond 80% minder broeikasgassen uitstoot, en nog steeds voldoende verdien capaciteit heeft, zullen dus in de gezamenlijke onderdelen van het maatschappelijk systeem veranderingen plaats vinden die leiden tot het gebruik van andere technologie of het anders gebruiken van technologie. Alleen wanneer het 'past' binnen de overige onderdelen van het systeem kan een bepaalde nieuwe technologie worden opgenomen.

Dit geldt niet alleen voor het eindbeeld: nieuwe technologie ontwikkelt zich in een context in transitie en zal zich afhankelijk van die context sneller of langzamer kunnen ontwikkelen. Voor nieuwe technologieën betekent dit bijvoorbeeld soms dat deze ook bij beperkt marktaandeel naast de oude technologie moeten kunnen concurreren. Ook maakt dit dat sommige veranderingen op het ene moment niet en op een ander moment wel in de maatschappelijke ontwikkeling kunnen worden opgenomen.

Vanuit de toekomst terugredenerend zal een succesvolle transitie mogelijk kunnen worden aangewezen als een aaneenschakeling van veranderingen in de deelsystemen, die op hun beurt veranderingen in andere deelsystemen mogelijk maakten, in gang zetten, of versnelden. Vanuit het nu is een dergelijke oorzakelijke veranderingsketen naar een 'gewenst toekomstbeeld' echter onmogelijk precies uit te stippelen. De oorzakelijke verbanden zijn niet altijd duidelijk en veel is afhankelijk van 'toevalligheden' die hooguit in retrospectief een historische noodzakelijkheid zullen blijken te hebben. Bepaalde onderdelen van het systeem, zoals menselijke voorkeuren en gewoonten, laten zich daarbij slechts in zeer beperkte mate voorspellen (laat staan sturen) en kennen vooral hun eigen dynamiek. Voor ingrijpende veranderingen moeten daarbij vaak verschillende ontwikkelingen samenkomen. Richting geven aan de technologische ontwikkelingen binnen de maatschappij is daarom een zeer complex proces, en slechts beperkt mogelijk.

Toch is, gezien de urgentie van het geschetste probleem, richting geven aan de ontwikkelingen wel degelijk nodig. De eerste stappen op de weg naar de toekomst worden nu reeds gezet, en het is essentieel dat deze ten minste enigszins de gewenste richting uit gaan, om de doelstellingen op het gebied van betaalbaarheid, betrouwbaarheid, en leefomgeving te kunnen halen.

Ook al weet nog niemand hoe de toekomst er precies uit zal zien en zijn veel ontwikkelingen grotendeels autonoom, toch worden op allerlei gebieden 'routekaarten' opgesteld die de verschillende, veelal technologische, wegen naar een volhoudbaar energiesysteem in kaart proberen te brengen. Met behulp van zulke routekaarten kunnen huidige en toekomstige stappen worden getoetst op hun effect op het dichterbij of verder weg brengen van een volhoudbaar energiesysteem. Door de bepaalde ontwikkelingen te stimuleren en andere te ontmoedigen kan een beleidsmaker de maatschappelijke (inclusief technologische) ontwikkeling de 'juiste' richting op helpen.

Het is daarbij voor beleidsmakers belangrijk te weten welke hobbels mogelijk genomen moeten worden en welke beren ze op de weg kunnen tegenkomen. Waar en wanneer kan worden versneld of moet juist langzaam worden gegaan, welke vervoerswijze is waar het meest gepast, welke pechhulp heb je nodig, welke afslag mag je niet missen en waar ligt vertraging op de loer? Met de juiste kennis en instrumenten kan een beleidsmaker mogelijk vroegtijdig inschatten of bepaalde barrières overwonnen of voorkomen kunnen worden, of eventueel kiezen voor een zijwaartse beweging, en zo het gewenste volhoudbare energiesysteem tijdig en zo efficiënt mogelijk binnen bereik brengen.

1.3 Energietransitie als beleidsprobleem

Zwak-gestructureerd probleem

De energietransitie is een complex en zogenaamd ‘zwak-gestructureerd’ probleem: er is niet alleen onzekerheid over de feitelijkheden (hoe snel bijvoorbeeld technologische ontwikkelingen zullen gaan), er is ook maatschappelijke onenigheid over de afweging tussen belangen en waarden (hoeveel urgentie moeten we bijvoorbeeld geven aan het energie- en klimaatprobleem?). In het ideale geval zorgt een beleidsmaker ervoor dat de maatschappelijk optimale combinatie van oplossingen vanuit de markt/maatschappij naar voren komt uit een portfolio van niet volledig uitontwikkelde ideeën, waarbij aan de randvoorwaarden van zowel betrouwbaarheid, neven-effecten en kosten op een voldoende acceptabele manier wordt voldaan. Maar gegeven wetenschappelijke onzekerheden, maatschappelijke onenigheid en de beperkte invloed van een beleidsmaker is dat een haast onmogelijke opgave.

Afbreukrisico

Ook vanwege de lange duur van een dusdanig ingrijpend transitieproces en de medeaafhankelijkheid van wat andere landen doen, is de druk groot beslissingen uit te stellen die duur, moeilijk of pijnlijk zijn voor bepaalde stakeholders. Dit wordt nog versterkt door de onzekerheid over ontwikkelingen op allerlei vlakken. Zolang het heersende denkraam dat van de spruitjes is, lijkt een succesvolle transitie dan ook nog ver weg. Behartigers van deelbelangen kunnen verschillende redenen hebben om het transitieproces op allerlei punten tegen te werken, terwijl natuurlijke voorstanders voor deze boodschap nauwelijks bestaan. Het afbreukrisico voor de beleidsmaker is daarmee groot.

Op allerlei gebieden zijn er echter mogelijkheden om veranderingen minder pijnlijk of juist meer wenselijk te maken. Dergelijke veranderingen komen voort uit positieve coalities; samenwerkingen van actoren die kansen zien in een bepaalde vernieuwing. Waar de verandering slechts als negatief gezien kan worden is deze proberen door te zetten als trekken aan een dood paard.

Deze ‘survival kit’ biedt daarom een beknopt overzicht van enkele (naar ons idee) belangrijke vraagstukken waar een beleidsmaker zich rekenschap van moet geven bij het vormgeven van het transitiebeleid.

2. Schoon in 2050: Energetische contouren van Nederland

De afgelopen jaren heeft een flink aantal Europese energievisie- en roadmapstudies het licht gezien. Elk tracht een beeld te schetsen van hoe een volhoudbaar energiesysteem in 2050 eruit zou kunnen zien en/of via welke wegen dit bereikt kan worden. Sommige leggen de nadruk op technologieën, andere op economische aspecten van de transitie. Er is echter nog grote onzekerheid m.b.t. technologische en kostenontwikkelingen. Daarbij komt onzekerheid over de optimale inpassing van technologieën binnen het maatschappelijke systeem. Ook is het energiesysteem zelf complex, waardoor het soms onduidelijk is wat ontwikkelingen in de ene sector betekenen voor andere sectoren. Door deze onzekerheden hebben de roadmapstudies noodzakelijkerwijs een hoog 'glazen bol' gehalte.

Veel visies

Een totale broeikasgasreductie in de orde van 80% tot 95% vormt een zodanig forse opgave dat in alle gevallen in alle sectoren van onze energiehuishouding grote veranderingen noodzakelijk zijn. In elk van de sectoren zijn verschillende oplossingen denkbaar (zie tabel). De optimale balans tussen oplossingen in de verschillende sectoren hangt af van toekomstige doorbraken in de technologieën waarmee deze bereikt kunnen worden en de daarmee samenhangende kostenreductie. Op sectorniveau bestaat daardoor nog grote variatie in de denkbare energiepatronen.

Alle sectoren

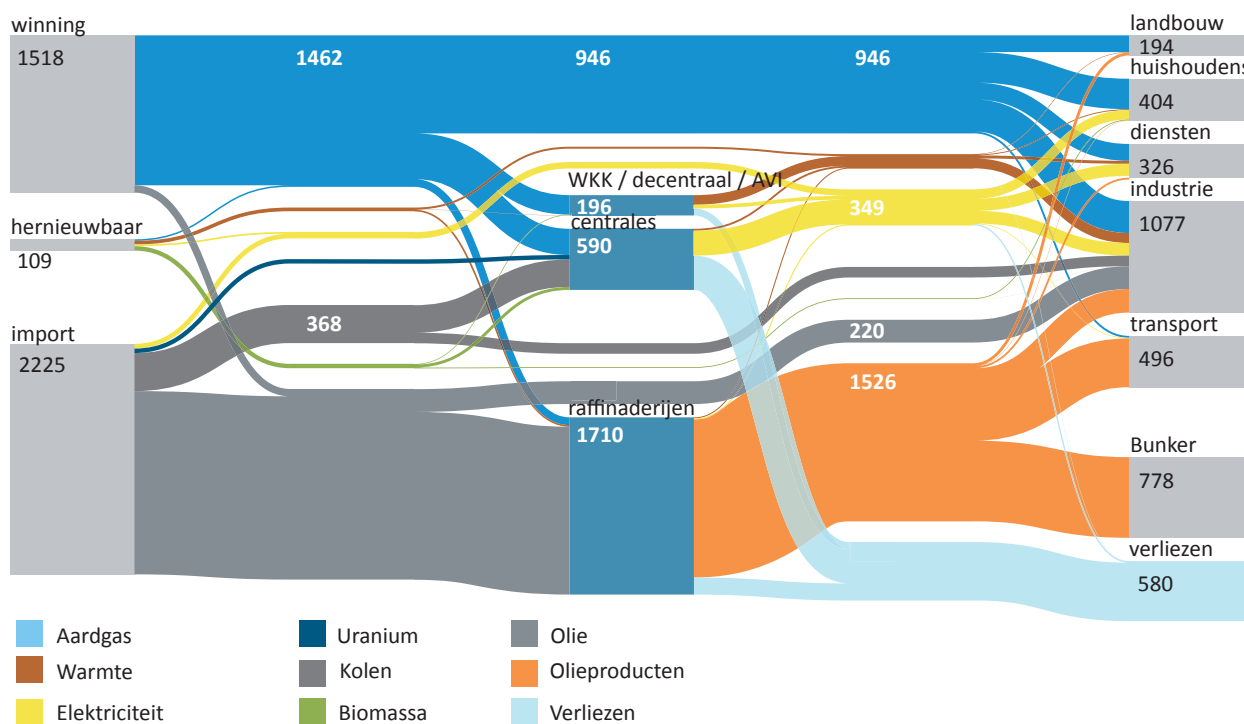
Echter, op een hoger aggregatieniveau bestaat minder variatie, doordat sprake is van onderlinge uitwisselingen van het gebruik van bepaalde typen energiedragers tussen de sectoren. Als bijvoorbeeld in de ene sector meer sprake is van elektrificatie dan zal in een andere sector meer energie op basis van biomassa kunnen worden ingezet. De details van de uiteindelijke invulling zijn voor sectoren essentieel; het maakt nogal wat uit of we elektrisch rijden of toch op biobrandstoffen. Voor het grote beeld maakt de uitwisseling echter veel minder uit. Een aantal hoofdlijnen van het toekomstbeeld voor de energiehuishouding als geheel is daarom vrij robuust; een forse rol voor energiebesparing, verduurzaming van de elektriciteitsopwekking, elektrificatie van gebruikssectoren, en het gebruik van biomassa ter vervanging van fossiele brandstoffen komen in de meeste visies voor en mogen gezien worden als essentiële onderdelen van de transitie.

Robuuste hoofdlijnen

Doordat de bijdrage van ieder van deze ontwikkelingen zowel fysieke als economische grenzen kent, is het aannemelijk dat elk een substantieel aandeel zal hebben in het toekomstige systeem. Daarnaast wordt het opvangen en opslaan van resterende CO₂-uitstoot in grootschalige processen gezien als backstop maatregel om de totale uitstoot binnen de gestelde grenzen te krijgen.

Sankey diagrammen

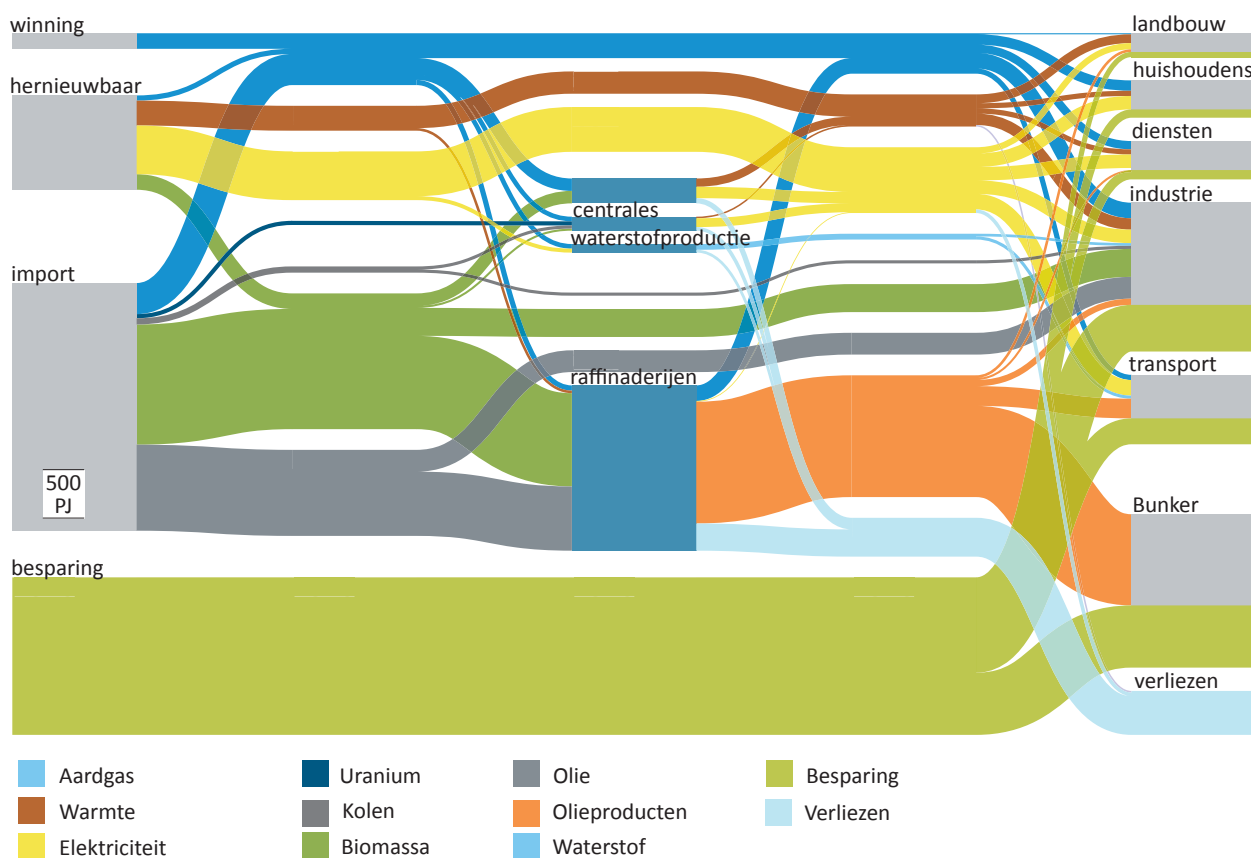
Figuur 3 en Figuur 4 geven indicatieve weergaves van de energiestromen door het energiesysteem nu en een systeem dat in 2050 zou kunnen bestaan. Het beeld voor 2050 gaat uit van een reductie van de broeikasgasuitstoot met 80% ten opzichte van 1990. Zoals gezegd zijn de details in dit beeld variabel in te vullen.



Figuur 3: Sankey-diagram van de Nederlandse energiehuishouding in 2010. Winning voor export en doorvoer van aardolie, -producten en aardgas zijn in dit schema buiten beschouwing gelaten.

Benadering

Bij het schetsen van een toekomstbeeld kan er niet aan worden ontkomen om een aantal keuzes te maken en aannames te doen over ontwikkelingen. In het hier gepresenteerde beeld wordt echter niet beoogd een weergave te geven van een (op welke wijze dan ook) optimale situatie. Het beeld is gemaakt door enerzijds aannames te doen over de ontwikkeling van het energiegebruik in Nederland en de inzet en ontwikkeling van bepaalde technologieën en grondstoffen. Ruwweg is de volgende benadering gehanteerd:



Figuur 4: Sankey-impressie van de Nederlandse energiehuishouding in 2050. Winning voor export en doorvoer van aardolie, -producten en aardgas zijn in dit schema buiten beschouwing gelaten.

Als uitgangspunt is de recentste lange termijn referentieraming gebruikt, waarbij de belangrijkste trends zijn doorgetrokken van 2040 naar 2050. Vervolgens zijn op basis van levende inzichten aannames gedaan over het realiseren van extra energiebesparing in de diverse sectoren. Daarna is een keuze gemaakt met welke energiedragers en technologieën de resterende vraag wordt ingevuld. Hierbij is indicatief gekeken naar de potentiëlen van de diverse hernieuwbare opties en hun inpasbaarheid, en bestaande capaciteiten van bijvoorbeeld kolen. Ten slotte zijn enkele aannames gemaakt over CCS en kernenergie. Op deze manier ontstaat een beeld dat weliswaar ook maar gebaseerd is op aannames, maar wel intern consistent is. Enkele belangrijke aannames zijn gespecificeerd in Bijlage 1.

De hoofdlijnen van de transitie komen echter bij vergelijking van het 2050-beeld met dat van nu duidelijk naar voren. Naast wat er ‘nieuw’ bij komt in het systeem (biomassa, duurzame elektriciteit en dito warmte) is het ook zonneklaar dat bepaalde stromen (olie, gas) juist verdwijnen. De veranderende stromen hebben ook grote consequenties voor de energie-infrastructuur. Grote hoeveelheden intermitterende duurzame elektriciteit vragen om aanpassingen in het elektriciteitsnetwerk. Ook het gebruik van waterstof (bv. in transport) en de afvang en opslag van CO₂ maken nieuwe infrastructuur noodzakelijk.

Tabel 1
Voorbeelden technologische ontwikkelingsrichtingen in sectoren

Transport	Efficiëntie verbetering Inzet biobrandstoffen Elektrisch verkeer Brandstofcellmotoren
Gebouwde omgeving	Efficiëntie verbetering Gebruik groen gas Elektrificatie door bv. warmtepompen Duurzame warmte Zon-PV Restwarmtegebruik
Industrie	Efficiëntie verbetering Recycling Inzet biomassa Groen gas CCS
Raffinagesector	Efficiëntie verbetering Inzet biomassa CCS
Elektriciteitssector	Efficiëntie verbetering Opwekking duurzaam (wind/zon/water) Inzet biomassa CCS

Met een broeikasgasemissiereductie van 80% ten opzichte van nu is dit beeld voor 2050 bepaald 'schoon' te noemen. Op andere aspecten, zoals luchtkwaliteit, gaan we hier niet in detail in. Maar hoe zit het met de andere dimensies, betaalbaar en betrouwbaar?

2.1 Betaalbaar in 2050: het energieverdienmodel van BV Nederland

Olie- en gaswinning, elektriciteitsproductie, zware industrie, (petro)chemie, transport en logistiek: Nederland verdient op dit moment veel geld met energie. Duidelijk is dat de transitie grote consequenties zal hebben voor met name deze delen van de Nederlandse economie.

Exit Nederland gas- exporteur

Een van de belangrijkste wijzigingen zal reeds ruim voor 2050 inzetten; door uitputting van de gasvoorraad zal Nederland zijn status als gasexporteur verliezen. Deze verandering heeft uiteraard ook directe gevolgen voor de Nederlandse economie; de delfstoffenwinning zorgde in 2009 voor een toegevoegde waarde van 15 miljard en een opbrengst van 10 miljard aan aardgasbaten voor de overheid. Het wegvallen van deze opbrengsten vraagt dus om aanzienlijke wijzigingen in het huishoudboekje van de staat.

Intensieve sectoren

Bovendien vraagt de transitie om belangrijke wijzigingen in een aantal sectoren waar Nederland nu relatief sterk in is, zoals de olieraffinage en de logistieke sector. Ook de energie-intensieve industrie en chemie zijn in Nederland bovengemiddeld vertegenwoordigd. Bij stijgende energieprijzen staat de verdien capaciteit in deze sectoren onder druk. Stijgende energieprijzen mogen in de transitie worden verwacht; de vraag is of

deze stijging hoger of lager zal zijn dan de verwachte stijging van de energieprijzen bij voortzetting van het huidige fossiele systeem. De verwachting is echter dat deze sectoren ook in de nieuwe situatie een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de economie.

Er zitten een paar strategische dilemma's in de ontwikkeling van deze sectoren. Aan de ene kant: om in toekomst in de wereldtop mee te draaien is het noodzakelijk vroegtijdig mee te gaan in de ontwikkelingen, met de huidige clustering van bedrijven als kracht. Aan de andere kant bestaat het risico dat in andere regio's van de wereld nieuwe technologie kan starten zonder te last van bestaande installaties en gedane investeringen. Dat maakt de sectoren in Nederland weer kwetsbaar. Ook is het lastig het optimale verandertempo te bepalen. Te snel veranderingen forceren is gevaarlijk omdat bedrijven dan kunnen uitwijken naar elders, te weinig innovatie stimuleren is gevaarlijk omdat dan mogelijk teveel wordt vastgehouden aan de 'oude' gang van zaken.

Naast de bedreiging van bestaande structuren bieden de hoofdlijnen van de transitie een aantal specifieke economische kansen voor de BV Nederland, zowel vanuit de Nederlandse markt, als in internationaal perspectief:

Energiebesparing levert een grote bijdrage aan het realiseren van een duurzaam energiesysteem. Om dit te realiseren zullen nieuwe technologieën moeten worden ontwikkeld, maar zullen ook energiebesparingsdiensten een belangrijke rol spelen. Dit biedt kansen voor de maakindustrie, voor de adviesbranche en voor de installatiesector.

Ook het bereiken van een hoge materiaalrecycling is een belangrijk element in een strategie om te komen tot energiebesparing. Naast veranderingen in productielijnen in industrie betekent dit ook een uitbreiding van het werkgebied voor de logistieke sector.

De verwerking van biomassa tot volwaardige vervanger van fossiele grondstoffen, als energiedrager én bij de productie van biobased materialen en chemie. Deze verandering is interessant voor de sterke Nederlandse (petro)chemische industrie, de innovatieve agrosector en de logistiek. Verondersteld mag worden dat wanneer Nederland een internationale 'biomassahub' kan worden het toekomstig economisch potentieel in deze sector niet voor dat van de huidige oliewinning en -verwerkingsindustrie onderdoet.

Nederland heeft op dit moment een sterke positie in Europa als gasproducerend land. De ervaring met het transport van gas kan worden ingezet om ook op het gebied van biogas een internationale koppositie te krijgen, bijvoorbeeld door het vormen van een 'gasrotonde' in Nederland. Deze sterkte kan bovendien gecombineerd worden met de eerder genoemde sterke uitgangspositie op het gebied van biomassaverwerking en -handel.

Hoewel geen voorloper loopt Nederland in internationaal perspectief in enkele niches vooraan mee in de ontwikkelingen, met name in zonnecel-productielijnen en in de offshore-activiteiten van wind. Daarnaast bieden deze opties kansen voor het ontwikkelen van een installatie- en onderhoudsbranche. Daarnaast zal door een groter aandeel van intermitterende bronnen een markt ontstaan voor intelligente (decentrale) netten, waarvoor Nederland goed is toegerust.

De ervaring met de gashandel en de aanwezigheid van lege gasvelden geven Nederland ook op het gebied van opslag van CO₂ een goede startpositie. De geclusterde aanwezigheid van elektriciteitscentrales en energie-intensieve industrie zoals in de Rijnmond zijn daarbij ook gunstig.

Strategische dilemma's

Nieuwe kansen

Energiebesparing

Biomassa

Groen gas

Duurzame elektriciteit

CO₂-afvang en -opslag

2.2 Betrouwbaar in 2050: afhankelijkheden van de Nederlandse energievoorziening

Uitgangspunt van de meeste toekomstvisies is dat het energiesysteem in de toekomst ten minste net zo betrouwbaar is als nu. Dat betekent dat de voorziening van brandstoffen voldoende zeker is en dat ook onze nationale elektriciteits- en gasnetten stabiel zijn. Zeker op dat laatste gebied behoort Nederland momenteel bij de mondiale de top. Hoe ziet die energiehuishouding er in 2050 uit, kijkend naar deze dimensies?

Importafhankelijkheid

In de huidige situatie van Figuur 3 is Nederland voor iets minder dan 50% afhankelijk van import. De grootste kwetsbaarheid ligt bij aardolie, de grootste importstroom. De importafhankelijkheid in het 2050-beeld (Figuur 4) stijgt weliswaar licht naar ca 60%, maar dit is aanzienlijk minder dan wanneer minder sterk op klimaatneutrale opties was ingezet: De binnenlandse energiewinning bestaat in dit beeld voor bijna 90% uit her-

nieuwbare energie. Bovendien is er een duidelijk verschil in diversiteit van landen van herkomst. De verwachting is dat de toekomstige productie van aardolie sterk gedomineerd zal worden door het Midden-Oosten, waar zich het grootste deel van de bewezen reserves bevindt. Voor aardgas is dit beeld iets evenwichtiger, met vooral een grotere rol voor Rusland, en voor biomassa is de verwachting dat de diversiteit aan landen van herkomst beduidend groter zal kunnen zijn dan voor olie en gas; bovendien bevinden zich ook grote potentiële voor biomassa in relatief stabiele regio's zoals Latijns-Amerika. Al met al lijkt het 2050-beeld op dit aspect van betrouwbaarheid niet veel slechter te scoren dan de huidige situatie.



Netstabiliteit

De sterke toename in het 2050-beeld van het aandeel van hernieuwbare bronnen als wind en zon zorgt wel voor een grote uitdaging: hoe te zorgen voor stabiele levering van elektriciteit als de zon niet schijnt en de wind niet waait? Diverse parallelle innovaties en investeringen zullen nodig zijn om ook op dit punt de betrouwbaarheid hoog te houden, zoals:

- Investering in voldoende flexibel vermogen.
- Verzwaring van het hoogspanningsnet, op EU-schaal.
- Introductie van vraagrespons en slimme (decentrale) netten.
- De verwachting is dat met deze opties een stabiel en betrouwbaar elektriciteitsnet kan worden gehandhaafd.

Het beleid rond voorzieningszekerheid richt zich op het gebruiken van andere grondstoffen als input voor economische processen. De aankomende uitputting van traditionele olie- en gasvelden en de concentratie van resterende voorraden in het Midden-Oosten is hier een bron van zorg. Een breed scala aan oplossingen gloort evenwel aan de horizon: als nieuwe bronnen kunnen teerzanden, shale-gas, biomassa, en 'aardse' energiestromen in bodem, lucht en water worden aangeboord. Ook verschuiving van relatieve aandelen van bepaalde grondstoffen, zoals een groter aandeel van kolen of uranium in de energievoorziening worden als oplossing aangedragen.

Bij het beleid rond vervuiling staat het afgelopen decennium vooral de broeikasgasuitstoot in de aandacht. Europese regeringsleiders hebben, op basis van wetenschappelijke inzichten, afgesproken dat de uitstoot van broeikasgassen met ten minste 80% tot 95% moet dalen ten opzichte van de situatie in 1990. Naast de broeikasgasuitstoot staan echter ook de uitstoot van fijnstof en verzurende stoffen en de omgang met kernafval in steeds wisselende belangstelling. Als oplossingsrichtingen worden hier de inzet van duurzame energiebronnen, het afvangen en opslaan van CO₂ en een grotere inzet van kernenergie voorgesteld. Omdat deze oplossingen niet in alle eindsectoren voldoende resultaat kunnen leveren wordt ook de elektrificatie van eindgebruikerprocessen als deeloplossing genoemd; het idee is dat de uitstoot in de elektriciteitopwekking mogelijk gemakkelijker is terug te dringen dan in betreffende eindsectoren.

Betaalbaarheid ten slotte speelt een integrale rol in het energiebeleid. Hoge energieprijzen zijn in het algemeen niet bevorderlijk voor de economie. Energiebelasting, -vrijstelling, en subsidies worden ingezet om de energiekosten in verschillende sectoren op verschillende manieren te beïnvloeden. Duidelijk is dat zonder verandering in het energiesysteem de conventionele energiegrondstoffen steeds schaarser en daarmee duurder zullen worden; bovendien worden in een dergelijke aanbodbegrensde markt worden de prijzen volatiel door sterke vraagafhankelijkheid. Omschakeling op andere energiebronnen zal de prijsdruk op de conventionele bronnen echter mogelijk doen afnemen. De toekomstige prijzen van alternatieve energiebronnen zijn vaak nog onduidelijk: onzekerheid over toekomstige grondstofprijzen, kosten van benodigde technologie-ontwikkeling en de mogelijkheid tot kostenreductie door leereffecten en schaalvoordelen maken de prijsontwikkeling onzeker. In de betaalbaarheidsdiscussie speelt ook de tijdsdimensie een rol: vaak zijn nu investeringen nodig, die later al dan niet worden terugverdiend. Ten slotte is ook de verdeling van baten en lasten van belang voor de acceptatie van oplossingsrichtingen.

3 Strategische issues

Gerelateerd aan de ruwe schets van onze toekomstige energiehuishouding hebben we zeven onderwerpen uitgekozen waarover we in meer detail suggesties doen aan beleidsmakers voor de weg naar 2050. Het gaat hierbij om ‘food for thought’: kant-en-klare recepten hebben ook wij niet voorhanden. Dit hoofdstuk is primair gebaseerd op vrij informele gesprekken die we binnen ECN Beleidsstudies hebben gevoerd, en sessies met enkele externe partijen.

3.1 Consistentie van beleid: Noodzaak maar geen sinecure

Een veelgehoorde verklaring voor het achterblijven van het aandeel duurzame energie is dat het beleid in Nederland inconsistent is. Door nu weer de ene en dan weer de andere kant op te willen, zouden belanghebbenden gefrustreerd afhaken, en anderen door de onzekerheid niet aan het ‘avontuur’ van de transitie beginnen. Hoe kan een beleidsmaker deze situatie verbeteren? Door te depolitiseren waar mogelijk en flexibel te blijven waar nodig.

Op energiedomeinen als aardgas, kolen, olie en markten is het Nederlandse energiebeleid behoorlijk consistent te noemen. Rond energiebesparing is het beeld al lastiger, en zeker op het gebied van hernieuwbare energie is inconsistentie een veelgehoorde klacht. De onzekerheid die zwalkend beleid oplevert in de markt wordt dan vaak aan-

gehaald als verklaring voor de terughoudendheid in de markt. ‘Beleidsrisico’ is inderdaad een bekende term bij investeerders. Maar tegelijk is in sommige gevallen de inconsistentieaanklacht niet geheel terecht. Daarom gaan we eerst in op een aantal situaties waarin consistentie al dan niet een rol speelt, voordat we een aantal mogelijke oplossingen bespreken.

Wat is het probleem?



Leg eens uit?

In dit hoofdstuk beschrijven we een aantal situaties beschreven waarin dergelijke kritiek geuit wordt. Er wordt steeds ingegaan op de vraag of deze kritiek terecht is. De volgende situaties worden geïdentificeerd:

1. Het beleid en de beleidsprioriteiten zijn anders dan die van de commentator.
2. Beleid verandert als gevolg van verschuivende doelstellingen en beleidsprioriteiten.
3. Mismatch tussen doelen en maatregelen.
4. Veranderende maatregelen wegens ongewenste uitkomsten of neveneffecten.
5. Conflicterende maatregelen in omgevend beleid, overkill.



1. Het beleid en de beleidsprioriteiten zijn anders dan die van de commentator

Soms wordt een overheid van 'inconsistent' beleid beschuldigd, waarbij in de praktijk blijkt dat de prioriteiten die in het beleid tot uiting komen simpelweg niet worden gedeeld door degene die de beschuldiging uit. Dit is niet zozeer een kwestie van inconsistent beleid maar van het simpele democratische gegeven dat niet iedereen het met elkaar eens hoeft te zijn. Vooral aan opmerkingen in de trant van 'het duurzame-energiebeleid zwakt en is niet ambitieus genoeg' ligt vaak deze frustratie ten grondslag. Beleid dat het niet iedereen naar de zin maakt hoeft echter nog niet inconsistent te zijn.

2. Beleid verandert als gevolg van verschuivende doelstellingen en beleidsprioriteiten

Doelstellingen worden vaak gevormd uit een combinatie van politieke ambitie, maatschappelijk draagvlak, veronderstelde technische mogelijkheden en veronderstelde noodzaak tot verandering. Deze vier pijlers zijn onderling verbonden en aan verandering onderhevig.

Ontwikkelingen op ieder van deze vlakken kunnen het gewenste niveau van de doelstelling beïnvloeden. Het bijstellen van een doelstelling is dus soms wenselijk, immers een "vastgeroeste" doelstelling die niet aansluit bij de maatschappelijke of technische stand van zaken is weinig zinnig. Anderzijds heeft het bijstellen van het beleid voor betrokkenen die van de ingezette koers zijn uitgegaan soms grote gevolgen. Ondernemers die zich bijvoorbeeld op basis van consumentensubsidies specialiseren op de handel in en installatie van zonnepanelen zien bij het wegvallen van die subsidie hun markt flink verkleinen. Een onvoorspelbaar beleidsklimaat maakt investeringen voor ondernemers risicovol, en daardoor in het algemeen ook duurder.

Veel energietechnologie, ook duurzame, heeft hoge investeringskosten en een relatief lange levensduur. Investeerders moeten dus het beleidsklimaat over een lange periode overzien. Investeringen in energietechnologie zijn daarom vaak extra gevoelig voor beleidsonzekerheden.

Gedeeltelijk worden verschuivende doelstellingen veroorzaakt door wisselende politieke ambities. Politieke dynamiek rond deze ambities bij lange termijn processen kan gemakkelijk leiden tot inconsistentie, door het ontstaan van 'jojo-bewegingen'; het stellen van (over-)ambitieuze doelen in de ene bestuursperiode gevolgd door op de rem staan of terugdraaien van beleid in de volgende. Een ambitieus doel op basis van een politieke wens kan wervend werken, maar wanneer een doel vanuit technisch of econo-

misch oogpunt onhaalbaar is kan dat het draagvlak ondermijnen. Bovendien zijn doelen die niet daadwerkelijk breed gedragen worden in de maatschappij, en gericht zijn op de termijn buiten de bestuursperiode, een gemakkelijk doelwit voor profilering van een volgende regeerplaat.

3. Mismatch tussen doelen en maatregelen

Doelen dienen ondersteund te worden door maatregelen. De zwaarte van het instrument moet toereikend zijn om de beoogde doelen te behalen. Een te beperkt budget voor subsidies of uitvoering, te weinig menskracht, de verkeerde instituties en/of het ontbreken van een dwangmiddel bij convenanten verzwakken beleidsinstrumenten en maken het bereiken van een ambitieus doel onwaarschijnlijk.

Bovendien moet goed worden nagedacht over mogelijke bijeffecten van de maatregelen, die de werking ervan kunnen frustreren door contraproductiviteit, het verbruiken van budget zonder bijdrage aan het doel of door ondermijning van het draagvlak.

4. Veranderende maatregelen wegens ongewenste uitkomsten of neveneffecten

Voor het beleid rond duurzame energie in Nederland heeft de afgelopen tien jaar een tamelijk grillig karakter gehad (zie tekstkader). Dit voorbeeld benadrukt hoezeer de introductie van duurzame energie nog in de kinderschoenen staat en de best passende instrumenten nog worden gezocht. Voor een deel is dat een kwestie van *huiswerk goed maken*. Zeker nieuwe beleidsinstrumenten dienen van tevoren grondig te worden geanalyseerd op hun effecten, gewenste en ongewenste.

De veelgehoorde klachten rond REB, MEP en SDE

Het beleid rondom het stimuleren van de productie van duurzame energie heeft in het recente verleden een aantal wijzigingen ondergaan doordat ongewenste effecten optraden. Het abrupte einde van stimuleringsmaatregelen als de MEP heeft het vertrouwen in het duurzame-energiebeleid geen goed gedaan.

Een duidelijk voorbeeld hiervan is de overgang van REB-vrijstelling naar MEP naar SDE. De vrijstelling van REB voor duurzaam opgewekte energie bleek onhoudbaar doordat het instrument leidde tot een grote aanschaf van duurzaamheidscertificaten van duurzaam opgewekte stroom uit het buitenland. Niet alleen stroomde hiermee het stimuleringsgeld weg naar het buitenland, er werd bovendien geen extra duurzame energie mee gerealiseerd (niet in Nederland, maar ook niet in het buitenland) omdat de certificaten op basis van een overschot van reeds bestaande duurzame capaciteit uit bijvoorbeeld Noorwegen verkregen waren. Hierna volgde de MEP, die in 2006 overnight werd stilgezet. Reden voor de stop was enerzijds omdat deze regeling door zijn open-einde karakter en zijn vaste terugleverpremie een steeds grotere vraag deed op de begroting had waaraan niet langer voldaan kon worden. Anderzijds was de vaste terugleverpremie zelf onderwerp van debat, omdat na stijging van de 'grijze' elektriciteitsprijzen de levering van duurzame stroom door de stimulering leidde tot forse 'windfall profits'. Pas na een periode van ruim een jaar zonder stimulering werd deze regeling opgevolgd door de huidige SDE.

Momenteel speelt de overgang tussen SDE (die uit de rijksbegroting wordt gefinancierd) en de SDE+ (die via de elektriciteitsrekening gaat worden betaald). Wederom dreigt er een tussenperiode te ontstaan waarin weinig ruimte is voor initiatieven.

Maar het probleem komt ook door *informatie asymmetrie*: marktpartijen hebben altijd een voorsprong in kennis van de praktijk op beleidsmakers. De asymmetrie kan worden verkleind door marktconsultatie, en door partijen uit het veld met een andere bril naar de plannen te laten kijken.

Beleid is in het algemeen robuuster naarmate het langer bestaat. Juist bij nieuw beleid bestaat een grotere kans op ongewenste effecten, het is in eerste instantie zoeken naar een vorm die werkt. Beleid dat zich al gedurende een langere periode heeft bewezen wordt niet zo snel meer volledig omgegooid.

5. Conflicterende maatregelen in omgevend beleid, overkill

Naast inconsistenties van het beleid direct gericht op het stimuleren van een duurzaam energiesysteem kunnen frustraties over inconsistentie ook voortkomen uit barrières die voortkomen uit andere beleidsdomeinen. Ruimtelijke ordenings- en, milieuregelgeving zijn de bekendste voorbeelden, maar ook kwesties rond toegang tot netten en markten kunnen een rol spelen. Al deze regels zijn er natuurlijk niet voor niets, maar vaak zijn ze niet voorbereid op nieuwe technologieën, waardoor er een nieuwe praktijk moet worden opgebouwd voor bijvoorbeeld de afweging van verschillende belangen. Los van deze complexiteit kan de tijd die gemoeid is met bijvoorbeeld vergunningsprocedures (en een groot aantal 'loketten') belemmerend werken.

Wat moet een beleids- maker hiermee?

Het is welhaast onvermijdelijk dat gedurende de gehele periode van de energietransitie op enig moment beleidsbijsturing nodig is. De doelen die middels het beleid worden nagestreefd in een innovatiecyclus zullen immers in de loop der tijd verschuiven, en het beleid moet daarop worden aangepast. Beleidsovergangen die plaatsvinden door een verschuivende doelstelling zijn dan ook onvermijdelijk zo niet wenselijk.

Een beleidsmaker heeft verschillende mogelijkheden om inconsistenties te voorkomen of de invloed ervan op de energietransitie te verminderen.

- Zorg voor duidelijkheid over de doelen en het beleidstraject in de loop der tijd. Stakeholders kunnen dan anticiperen op veranderingen die te voorzien zijn, bijvoorbeeld doordat een nieuwe fase in het innovatiepad is aangebroken (zie ook 3.2). Probeer plotselinge veranderingen zoveel mogelijk te vermijden.
- Probeer een doelstelling te formuleren op een niveau dat kan rekenen op brede steun (niet zozeer in termen van de hoogte van een norm of verplichting, maar in termen van meer fundamentele ambities), niet van enkel één politieke vleugel. Dit vergroot de kans dat het bijbehorende beleid kan worden gedepolitiseerd, i.e. uit de politieke waan van de dag kan worden geplaatst. Dan is het ook beter mogelijk om bijvoorbeeld de rijksbijdrage aan de meerkosten van de energietransitie buiten de jaarlijkse rijksbegroting te plaatsen, waardoor het beleid minder vatbaar wordt voor wijzigingen door bezuinigingsnoodzaak.
- Gebruik politieke opportuniteit verstandig, bijvoorbeeld om gerichte tempoversnelingen in te zetten. Houd daarbij echter wel rekening met de mogelijke tijdelijkheid van het politieke draagvlak onder zulk beleid. Dat kan door bijvoorbeeld op kortere termijn extra projecten te realiseren, helder te communiceren dat een regeling mogelijk slechts tijdelijk van aard is, of middels contracten een lange termijn verplichting aan te gaan.
- Flexibel inzetten van instrumenten: Door een instrument flexibel inzetbaar te maken kan wanneer nodig het doel en het budget worden bijgestuurd, zonder dat stakeholders met geheel andere regelgeving te maken krijgen. Ook bij beleidsinstrumentering gelden credo's als 'beter goed gejat dan slecht bedacht' en 'if it ain't broken, don't fix it'.

- Bed het beleid rondom het doel stevig in in nevensdoelen. Wanneer een van de doelen op een bepaald moment lager op de agenda komt te staan betekent dat niet direct ook het einde van het beleid. Door het vormen van coalities van doelen die allen met het beoogde beleid worden gestimuleerd staat het beleid steviger. Dit betekent echter ook een risico: wanneer één van de pijlers onder een beleidsmaatregel wegvalt kan de nevensdoelstelling ook in het gedrang komen.
- Zorg voor flankerend beleid gericht op het wegnemen van oneigenlijke beperkingen op andere beleidsterreinen. Denk daarbij aan zowel de afstemming tussen verschillende beleidsdomeinen als tussen verschillende bestuurslagen.

Hoe werkt dit in de transportsector?

Economie, veiligheid, bereikbaarheid, ruimtelijke ordening, geluid, luchtkwaliteit, broeikasgasuitstoot; de transportsector raakt aan nogal wat verschillende aandachtsgebieden voor het beleid, waartussen bovendien de nodige spanning bestaat. Verschillende kabinetten en bestuurslagen maken soms verschillende afwegingen tussen de belangen van deze aandachtsgebieden. Zo legt het ene kabinet de nadruk op betere doorstroming via wegverbredingen en verhoging van de maximum snelheid terwijl een ander kabinet inzet op vermindering van piekbelasting op de wegen via kilometerheffing of het bevorderen van openbaar vervoer. Echter zolang deze koerswijzigingen geen duidelijke invloed hebben op investeringbeslissingen zullen deze voor het bereiken van een toekomstbeeld niet van doorslaggevende aard zijn.

Een mogelijk wel verstorende beleidsinconsistentie ligt bijvoorbeeld in de dubbele stimulering van groen gas in transport. Voor de productie van groen gas ontvangen producenten via de SDE een subsidie die volledig kostendekkend is ten opzichte van het prijsniveau van 'gewoon' gas. Echter, wanneer dit groene gas aan de pomp wordt verkocht, krijgt de verkopende partij bovendien een 'bioticket': een verhandelbaar certificaat in het kader van de biobrandstoffenverplichting. Zeker wanneer groen gas sterk zou groeien kan dit leiden tot een niet-volhoudbare overstimulering van investeringen in groen gas in de transportsector ten opzichte van andere oplossingsrichtingen. Bij latere correctie van de weeffout kunnen deze investeringen dan economisch suboptimaal blijken, en zal bij marktpartijen het geklaag over inconsistentie weer niet van de lucht zijn.

3.2 Focus en massa in het innovatiebeleid

In de emissiearme energiehuishouding van de toekomst zijn nieuwe technologieën nodig, maar welke innovaties uiteindelijk succesvol zullen blijken is nu nog ongewis. Voor het volledig uitontwikkelen van een techniek is echter veel geld nodig. Enerzijds is het belangrijk zo veel mogelijk nieuwe ideeën de ruimte te bieden, anderzijds is het vanuit budgetoogpunt niet mogelijk om alle opties te ondersteunen tot ze concurrerend zijn. Hoe kan een innovatiebeleid worden vormgegeven dat deze spagaat optimaal invult?

Wat is het probleem?

In een succesvolle transitie van het energiesysteem zullen de verschillende onderdelen ervan veranderen. Deels zullen bestaande onderdelen, zoals technologieën en gebouwen, worden omgevormd, deels zullen deze worden vervangen door nieuwe. Dit proces van innovatie omvat zowel technologische, sociale als institutionele structuren. Het is op voorhand meestal niet duidelijk welke initiatieven uiteindelijk tot een succes leiden.

Daarom is het nodig dat veel initiatieven zich kunnen ontplooiën ('laat duizend bloemen bloeien').

Een beleidsmaker moet daarom zorgen voor een kweekvijverklimaat waarin zoveel mogelijk nieuwe ideeën kunnen worden uitgetest. Omdat het volledig uitwerken van een innovatie totdat deze commercieel mee kan doen vaak veel tijd, geld en moeite kost, is het niet mogelijk alle innovaties volledig te ondersteunen; er moet op een bepaald moment een keuze worden gemaakt. Stoppen met de ondersteuning voordat de commerciële fase bereikt is betekent echter vaak het einde van de ontwikkeling. Een beleidsmaker moet daarom ook zorgen voor een efficiënt 'filter' waardoor juist die innovaties die de maatschappij het meeste dienen volledig kunnen worden ondersteund.

Een efficiënt innovatiebeleid zorgt er dus voor dat met zo min mogelijk tijd, geld en moeite de meest nuttige innovaties mogelijk worden. Maar hoe kun je zo'n beleid dat een kweekvijver biedt en toch filtert vormgeven?



Leg eens uit?

Effectief innovatiebeleid draagt niet alleen zorg voor de creatie van innovaties maar ook dat waardevolle innovaties de markt bereiken, dat wil zeggen commercieel op eigen benen kunnen staan zonder hulp van overheidsondersteuning. Hierbij spelen twee processen een belangrijke rol: 1) het creëren en in stand houden van een goed innovatieklimaat, en 2) het technologie-ontwikkelingstraject met daarbinnen een aantal fasen met bijbehorende spelers en kwesties.

Maatschappelijke inbedding en een vruchtbare voedingsbodem voor innovaties vormen de basis voor een gezond innovatieklimaat. De basis voor een innovatiesysteem bestaat uit vijf bouwstenen:

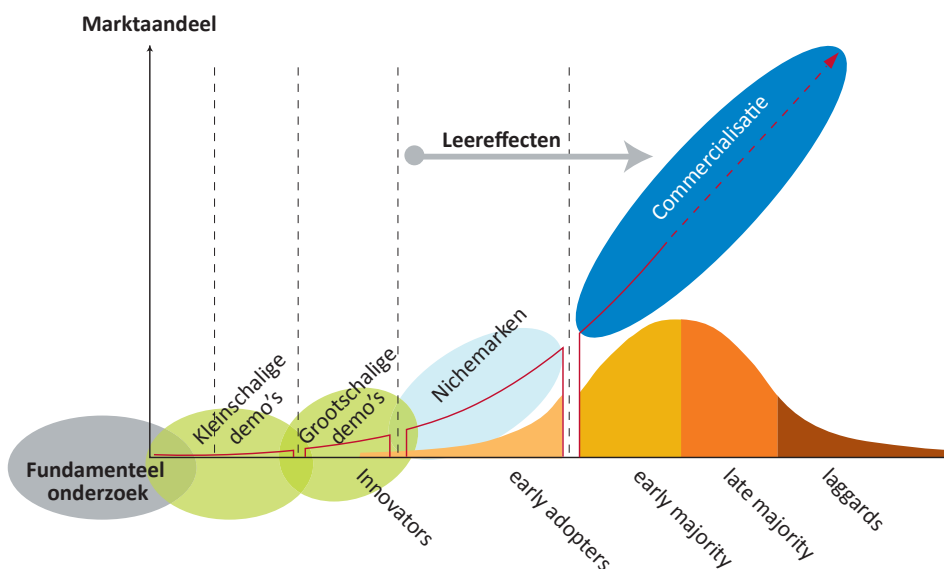
1. Breed scala aan innovatieactiviteiten; zoeken, ontdekken, verbeteren en leren.
2. Geleidelijke en radicale innovaties, kennisuitwisseling binnen en buiten een systeem.
3. Interactief leerproces van onderzoek tot het begin van de productieketen tot aan de eindgebruiker.
4. Sociaal kapitaal: de opbouw van vertrouwen tussen spelers binnen een innovatiesysteem.
5. Instituties: routines en handelwijzen bepalen wisselwerking tussen spelers onderling en opvattingen over innovatie.

Om het innovatieklimaat gezond te houden en het goed functioneren ervan te waarborgen moet daarnaast worden voldaan aan vier randvoorwaarden:

1. Investering in menselijk en sociaal kapitaal moet zijn opgenomen in kennisinstituten.
2. Een goede verbinding tussen hoger onderwijs en de onderzoekscapaciteit.
3. Geografische nabijheid van spelers binnen een kennisnetwerk.
4. Vraagfactoren: bepalen in hoeverre innovaties worden opgenomen in maatschappelijk systeem.

De belangen en handelingen van verschillende actoren in een innovatietraject leiden niet automatisch tot een dergelijke structuur. De beleidsmaker moet daarom hiaten in dit bouwwerk voorkomen en daarmee een gezond algemene innovatieklimaat te waarborgen.

Daarnaast dient het innovatieklimaat toekomstperspectief te bieden voor succesvolle technologieën. Op weg naar de markt doorloopt een technologie een ontwikkelingstraject. Dit traject heeft typisch een looptijd van 20-30 jaar waarbinnen vijf technologiefasen kunnen worden onderscheiden. Deze staan in Figuur 5 weergegeven. Voor iedere technologiefase gelden andere barrières en onzekerheden en gedurende het ontwikkelingstraject van een technologie worden verschillende actoren betrokken, die na verloop van tijd ook weer uit beeld kunnen verdwijnen (zie tekstbox 2).



Figuur 5. De verschillende fasen in het ontwikkelings-traject van een technologie

Geleidelijke groei van het marktaandeel is essentieel om de zowel direct als indirect betrokken sectoren te ontwikkelen. Echter, naar mate de toepassingschaal van de technologie toeneemt, nemen ook de ermee gepaard gaande kosten toe. Zonder voldoende perspectief op het terugverdienen van deze investering zullen de betrokken partijen dergelijke investeringen niet aangaan.

Sommige innovaties komen zelfstandig van de grond terwijl andere tijdens het innovatietraject ondersteuning nodig kunnen hebben. Als marktontwikkelingen voldoende prikkels geven, de vereiste contacten in ruime mate bestaan, financiële middelen geen probleem vormen, en draagvlak en regelgeving geen problemen opwerpen, hoeft de overheid niet per se in te grijpen. Vooral bij de faseovergangen bestaat het risico dat de 'nieuwe betrokkenen' de innovatie niet voldoende zien zitten, omdat het perspectief op oplossing van de voor hen relevante barrières of risico's onvoldoende is. Afhankelijk van de specifieke innovatie, kan dit in één of meerdere fasen het geval zijn.

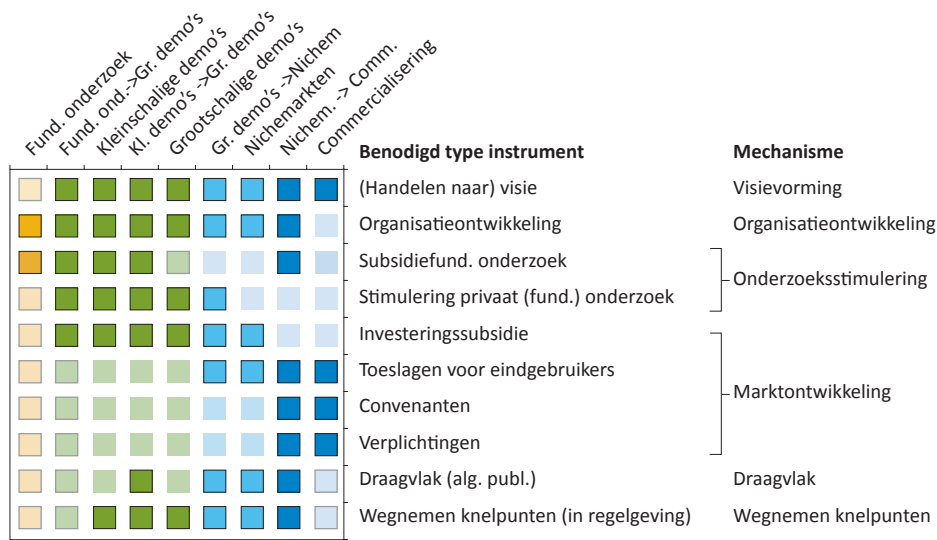
Naast het afdekken van de bouwstenen en randvoorwaarden van een gezond innovatieklimaat is de vraag voor de beleidsmaker dus voor welke technologieën overheidsbeleid noodzakelijk is, en welke instrumenten op dat moment relevante spelers en kwesties de meest efficiënte ondersteuning bieden. Om tot gedegen innovatiebeleid te komen is een belangrijke vraag hoe de barrières en onzekerheden tijdens en tussen de technologiefasen geadresseerd moeten worden.

Wat kun je eraan doen?

Een goed innovatieklimaat stimuleert de creatie van innovaties en vergroot daarmee het aantal kansrijke innovaties. Succesvol innovatiebeleid optimaliseert het innovatieklimaat.

In een goed innovatieklimaat hebben veelbelovende innovaties het vooruitzicht op voortdurende, volledige ondersteuning totdat ze commercieel zijn. In het innovatiebeleid is het van belang een totaalpakket aan instrumenten beschikbaar te hebben, dat aansluit op de spelers en de barrières die zich tijdens het ontwikkelingstraject van een technologie voordoen. Zo een raamwerk van instrumenten waarborgt dat alle bouwstenen en randvoorwaarden voor een gezond innovatieklimaat in alle technologieontwikkelingsfasen geadresseerd worden. Dit biedt een vruchtbare en kansrijke omgeving om innovaties succesvol van de grond te krijgen.

Wil een beleidsmaker effectief innovatiebeleid neerzetten, dan zal hij op alle posities waar de markt er niet zelf voor zorgt beleid moeten voeren. Door de instrumenten gericht in te zetten in die fasen waar ondersteuning nodig is en op een manier die bij die fase past, kan efficiënter met de beschikbare middelen worden omgegaan. De overheid kan daarbij gebruik maken van de beleidsmechanismen visievorming, organisatieontwikkeling, financiële ondersteuning, draagvlak scheppen, het wegnemen van barrières in de regelgeving en marktontwikkeling. Effectieve instrumenten maken gebruik van deze mechanismen. In welke fase een bepaald mechanisme nodig is, en welke instrumenten daarbij kunnen worden ingezet, is weergegeven in Figuur 6. Dit wordt bepaald door de barrières per fase in het ontwikkelingstraject van een nieuwe technologie.



Figuur 6. De algemene structuur van innovatiebeleid

In de beginfase is alleen ondersteuning van publiek en privaat fundamenteel onderzoek noodzakelijk. Deze ondersteuning is niet gericht op bepaalde specifieke technologieën, maar generiek. Bij de verdere ontwikkeling van een technologie en het groter worden van demonstratieprojecten verschuift het accent naar ondersteuning gericht op het mogelijk maken van de uitrol van de technologie. Daarnaast treedt, naarmate de demonstratiefasen vorderen, een schifting van meer en minder veelbelovende technologieën op. Stimuleringsregelingen kunnen hierdoor ook steeds technologiespecifieker worden. Als later duidelijker wordt welke innovaties kansrijk zijn en een maatschappelijk nut hebben, bijvoorbeeld na de demonstratiefase, kan om het budget te beschermen de keuze gemaakt worden welke technologieën wel en niet verder ondersteund worden tot commercialisering. Instrumenten in de latere fasen zijn vaak weer meer generiek gericht op het waarderen van bepaalde aspecten, zoals emissies of energiegebruik. Door op zo een manier de externe effecten van de 'oude' bouwstenen van het energiesysteem in prijzen te internaliseren wordt een gelijk speelveld gecreëerd waarin de nieuwe bouwstenen zelfstandig kunnen concurreren.

Focus en massa in het beleid is essentieel. Voldoende ondersteuning tot aan de commercialiseringfase maakt de kans op een succesvolle introductie van een innovatie aanmerkelijk groter. Wil de Nederlandse kenniseconomie daarnaast internationaal op een hoog niveau mee blijven tellen, dan is het met een beperkt budget verstandiger een kleinere selectie topinnovaties te ondersteunen. Een te grote versnippering van het budget kan ertoe leiden dat alleen laagwaardige innovaties commercialiseren. Het maken van keuzes is daarom sterk aan te bevelen. Het is van belang dat de overheid vooraf een inschatting maakt hoe groot de investering voor het gehele ontwikkelingstraject zal worden en te bepalen of de kansen van een innovatie dusdanig zijn dat ze een bijdrage van de overheid rechtvaardigen.

Focus en massa

Voor een goed innovatieklimaat is het belangrijk dat alle belangrijke stakeholders rond de tafel zitten. Omdat Nederland geen eigen grote autoproducenten kent, gaan we voor een goed voorbeeld van een werkend innovatiesysteem in de transportsector even over de grens. Bij de ontwikkeling van waterstof-auto's in Duitsland zien we verschillende onderdelen van het hier geschetste optimale innovatieklimaat. De met hulp van de overheid opgezette organisatie NOW GmbH heeft de regie over het innovatieprogramma van waterstofmobiliteit (en elektrisch vervoer).

Hoe werkt dit in de transportsector?

Het programma wordt gefinancierd door zowel rijksoverheid, deelstaten als industrie-partners, de overheid hoeft dus niet alles zelf te trekken. De organisatie initieert zowel R&D als het opzetten van ontwikkelings- en demoprojecten. Het CEPartnership, dat in enkele van deze demo's actief is bestaat uit belangrijke grote spelers, zowel uit de gas-sen industrie, energiesector als de autoindustrie, waardoor wensen en noden van ver-schillende spelers geïntegreerd kunnen worden aangepakt. In een aantal grote plaatsen, waaronder Berlijn, Keulen en München bestaan nu waterstofvulpunten en krijgen ver-schillende typen gebruikers een waterstofauto ter beschikking. Op deze manier wordt zowel het leertraject voor de technologie ingezet, als dat bij het bredere publiek be-kendheid met waterstofauto's op straat ontstaat.

Voorbeeld: Windenergie

Het Nederlandse innovatiebeleid wordt in het algemeen gekenmerkt door succes-volle R&D, maar de stap naar commercialisering verloopt vaak moeizaam. De vraag is hoe dit komt. Gedurende een ontwikkelingstraject doorloopt een technologie een aantal fasen waarin verschillende technische, economische en maatschappe-lijke problemen opgelost worden en de samenstelling van de spelers veranderd. Ondanks de sterke onderzoekspositie van Nederland, verloopt de marktintroductie van Nederlandse innovaties minder voorspoedig. Een treffend voorbeeld is wind-energie. Nederland heeft een lange historie op dat gebied. De erfenis van deze activiteiten vinden we vandaag nog steeds terug in het windenergie onderzoek dat op hoog niveau meedraait. Desondanks heeft Nederland tegenwoordig geen eigen windturbine industrie.

De verschillende fasen in het innovatietraject

In de **fundamentele onderzoeksfase** worden een aantal technologische principes tot een bruikbaar product gecombineerd. In deze fase vindt nog geen uitrol van de technologie plaats, terwijl er wel kosten worden gemaakt.

- Spelers: onderzoekers van universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijfslaboratoria.
- Kwesties: onderzoeksactiviteiten vergen investering terwijl geen uitrol gerealiseerd wordt, draagvlak onder spelers in de demonstratiefase.

De **kleinschalige demonstratiefasen** richt zich op het testen van de technologie: Tijdens deze fase worden voornamelijk technische problemen opgelost en onderzoek verricht naar inpassing en vereenvoudiging van de technologie, mogelijkheden voor kostenreductie, schaalbaarheid en het potentieel.

- Spelers: onderzoekers met focus op productontwikkeling, innovatieve bedrijven (veelal met beperkte middelen), durfinvesteerders
- Kwesties: technisch en economisch potentieel, standaardisatiepotentieel, grotere financiële risico's bij demonstratieprojecten, draagvlak onder spelers in de grootschalige demonstratiefase.

Tijdens **grootschalige demonstraties** ligt het accent op validatie. Er zal steeds meer interactie met eindgebruikers gezocht worden, het product wordt afgestemd op hun wensen en kinderziekten worden opgelost.

- Spelers: onderzoekers met focus op productontwikkeling, innovatieve bedrijven (joint venture), durf- en reguliere investeerders
- Kwesties: nieuwe en gevestigde concurrerende technologieën, marktpotentieel, draagvlak onder algemeen publiek.

Als de vernieuwende technologie wordt opgemerkt door een gespecialiseerde klantenkring voor wie de voordelen opwegen tegen de hogere kosten, kunnen er **niche-markten** voor ontstaan. Omdat de technologie nu pas echt wordt toegepast, beginnen standaardisatie en kostenreducties door leereffecten een rol te spelen.

- Spelers: bedrijfsonderzoekers met focus op technologieoptimalisatie, kostenreductie en opschaling ten behoeve van massaproductie, innovatieve bedrijven, investeerders, eindgebruikers (early adopters, zie Figuur 5), het algemeen publiek (waaronder potentiële consumenten)
- Kwesties: kan technologie in voldoende mate en geautomatiseerd/gestandaardiseerd geproduceerd worden, concurrerende nieuwe technologieën, perceptie consument, vraaggedrag middellange en lange termijn, draagvlak onder algemeen publiek.

Om de **commercialiseringfase** te betreden moet de technologie interessant zijn voor consumenten die hogere eisen stellen aan kosten, gebruiksvriendelijkheid en nut, en niet per se geïnteresseerd zijn in noviteiten.

- Spelers: (massa)producenten, eindgebruikers, het algemeen publiek (draagvlak onder niet-eindgebruikers)
- Kwesties: kunnen gerelateerde sectoren de ontwikkeling en uitrol van de nieuwe technologie bijhouden, vraaggedrag mainstream consumenten, concurrentie met gevestigde (goedkopere) technologieën.

3.3 O ja, de eindgebruiker!

De noodzaak van vroege interactie en co-creatie met 'gewone mensen'

Wind, biomassa, netuitbreiding, aardgas- of CO₂-opslag, kernenergie: bijna alle nieuwe energieprojecten ondervinden momenteel publieke weerstand. NIMBY-effecten, zeggen sommigen: het is tijd om via centrale regelingen projecten af en toe gewoon door te voeren. Maar uit sociaal-wetenschappelijk onderzoek komt veelal naar voren dat het beter kan zijn om belanghebbenden eerder en constructiever te betrekken. Want het NIMBY-syndroom? Dat is nog nooit in de praktijk aangetoond.

Wat is het probleem?

De energietransitie wordt vaak gezien als een technische en/of als een economische kwestie: R&D leidt tot nieuwe technologie, die vervolgens concurrerend moet worden door technologisch leren. En waar technologie geen oplossingen te bieden heeft moet de consument met prijsprikkels zijn gedrag maar veranderen. Bij het in de markt zetten van nieuwe opties blijkt dan echter dat eindgebruikers niet weten om te gaan met nieuwe apparatuur, de nieuws spaarlamp veel langer laten branden, en dat omwonenden van bijvoorbeeld geplande windparken in verzet komen. Het NIMBY-syndroom wordt dan al gauw van stal gehaald: mensen die in algemene zin positief zijn over een

technologie willen die toch maar liever niet in hun eigen achtertuin. Bovendien blijkt consumentengedrag helemaal niet zo makkelijk 'op commando' te veranderen. Zo komen sommige innovaties muurvast te zitten. Het fundamentele probleem is dat in deze voorbeelden wordt getracht veranderingen min of meer top-down uit te rollen, waarbij partijen die een wezenlijke rol spelen bij het slagen van die verandering pas laat betrokken worden. Daardoor hebben deze te laat invloed op het proces, en lopen ze achter in kennis en informatie, met weerstand en wantrouwen als resultaat. Daarom is een fundamenteel andere benadering nodig, die ook wel wordt aangeduid met co-innovatie of co-creatie. Gebruikers, omwonenden en andere relevante actoren worden in een zodanig vroeg stadium betrokken dat hun wensen en voorkeuren mede vorm geven aan de nieuwe technologie en aan de manier waarop deze wordt geïmplementeerd. Dit betekent bijvoorbeeld energiebesparingsprojecten die echt aansluiten bij behoeftes van mensen, slimme meters die mensen kunnen snappen en de introductie van windenergieprojecten op zo'n manier dat omwonenden er letterlijk en figuurlijk brood in zien.



Leg eens uit?

Door het inzetten van steeds meer energie in onze maatschappij is de mens in staat geweest om steeds meer en steeds beter aan onze materiële en immateriële behoeften te voldoen. Anderzijds hebben de karakteristieken van ons energiesysteem externe, vaak negatieve effecten: CO₂-uitstoot, milieuvervuiling, verspilling, bedreigingen voor veiligheid, gezondheid, verstoring van rust, en ruimtebeslag. Maar onze huidige energievoorziening is slechts beperkt 'zichtbaar' in ons dagelijks leven. Energieproductie vindt vooral plaats in grote centrales op industrieterreinen, en ook in onze eigen woning kunnen we vrij gedachteloos met ons energieverbruik omgaan. We worden dus ook maar weinig direct geconfronteerd met de negatieve gevolgen van onze energieconsumptie.



Diverse nieuwe technologieën en opties die we nodig hebben in de energietransitie hebben echter een heel ander karakter. In plaats van afgelegen centrales komt er een windmolenpark naast de deur, of zonnepanelen op het dak. Energiebesparing in de eigen woning is voor een groot deel een kwestie van bewuster met energie omgaan. Intelligente netten gaan ook uit van een consument (die mogelijk ook zelf elektriciteit produceert) die bezig is met energie en daarin bewust keuzes maakt. Dit betekent al met al dat energieproductie en –verbruik dicht bij de gewone burger komen, en dat deze een veel actievere rol heeft te spelen. Maar vaak wordt het probleem nu nog top-down gedefinieerd in termen als ‘hoe veranderen we het gedrag van de consument’ en ‘hoe creëren we draagvlak voor een windpark’.

Verandering in het energiesysteem gaat dus hand in hand met een veranderende verhouding tussen de burger en de andere actoren. Waar conventionele energie vooral een zaak voor technici en economen was, worden ontwikkelaars nu geconfronteerd met hardnekkige ‘foute’ gedragspatronen van eindverbruikers en lokale weerstand tegen energieprojecten. Daarbij ontstaat soms de roep om dan maar veranderingen ‘door te drukken’, bijvoorbeeld door een landelijke overheid (zoals in het geval van CO₂-opslag in Barendrecht), maar ook de overheid heeft moeite zich een rol aan te meten in de nieuwe verhoudingen. Uiteindelijk blijkt dat gedragsverandering en draagvlak niet via top-down benaderingen te realiseren zijn in onze huidige samenleving met geïnformeerde, geëmancipeerde en mondige burgers. De tijd dat zaken werden geaccepteerd omdat de overheid stelde ‘dat het goed was’ is echt voorbij.

Wat te doen?

Wij zijn van mening dat in de ontwikkelings- en implementatieprocessen van nieuwe energietechnologie recht moet worden gedaan aan de nieuwe verhoudingen tussen ontwikkelaar, andere actoren en de burger. De laatste zal veel eerder betrokken moeten worden bij het innovatie- en realisatieproces, teneinde tot oplossingen te komen die aansluiten bij de behoeften en mogelijkheden van 'gewone' mensen en andere actoren (en hun diversiteit). Dit wordt ook wel co-creatie of co-innovatie genoemd. Dit concept biedt ruimte om op het gebied van gedragsverandering én rond lokaal draagvlak de impasse te doorbreken die ontstaat bij top-down benaderingen:

- Bij gedragsverandering is de eerste vraag waarom mensen de dingen doen die ze doen, wat hun drijfveren zijn. Pas wanneer dat duidelijk is heeft het zin om ideeën te ontwikkelen om gedrag te veranderen. Het verkennen van deze drijfveren is dus stap 1.
- Ook bij nieuwe technologie-ontwikkeling is de centrale vraag wat de belangrijkste zaken zouden zijn die mensen belangrijk vinden bij het dagelijkse gebruik ervan. Essentieel is om constructieve interactie te creëren tussen alle relevante actoren.
- Bij lokale energieprojecten is de eerste vraag waar en op welke manier een project kan beantwoorden aan wensen en behoeftes van de lokale bevolking, en dat kan alleen maar helder worden wanneer in een vroeg stadium (wanneer een project nog niet is gespecificeerd en zelfs de locatie nog niet vaststaat) de dialoog wordt gezocht. Mede-eigenaarschap en het creëren van een lokaal belang kunnen daarbij nuttig zijn, maar alleen wanneer ingebed in een proces dat bewoners als rechtvaardig ervaren ('procedural justice') en waarin ze zich serieus genomen voelen.

In eerste instantie klinkt deze oplossingsrichting wellicht nogal zweverig en idealistisch. Ten onrechte: ook co-creatieprocessen moeten (en kunnen) zakelijk, pragmatisch en to the point worden vormgegeven. Ze vereisen echter wel een opener en flexibeler houding van partijen die voorheen wellicht gewend waren om in een veilige, besloten omgeving te werken.

Verandering van routinegedrag: succesvolle grassroots-aanpak

Een goed voorbeeld van een succesverhaal m.b.t. gedragsverandering is dat van de Finse 'energy experts'. Woningbouwverenigingen en het Finse Energiebureau wilden het huishoudelijke energie- en watergebruik in appartementencomplexen verminderen. In plaats van een grote, dure informatiecampagne, die slechts een beperkt effect heeft omdat geen specifiek op maat gemaakt advies wordt gegeven werd gekozen voor een bottom-up aanpak voor het verhogen van de energie-efficiëntie. Sinds 1995 werden bijna 4000 vrijwilligers bereid gevonden om energie advies te geven aan hun medebewoners. Zij werden getraind om advies te geven op basis van de persoonlijke gebruikspatronen en rekening te houden met persoonlijke behoeften. Via deze aanpak is het gelukt om het energiegebruik voor verwarming met 5%, het elektriciteitsgebruik met 10% en het watergebruik met 20% terug te dringen in de gebouwen waar ze actief waren.

Co-creatie- en co-innovatieprocessen zijn in de huidige context niet eenvoudig te ontwikkelen. Op allerlei terreinen zijn veranderingen of vernieuwingen nodig om ruimte te creëren voor de flexibiliteit en openheid die vereist zijn.

*Wat moet een beleids-
maker hiermee?*

- In de eerste plaats werkt co-innovatie alleen bij actoren die bereid en in staat zijn hun conventionele denk – en werkpatroon te veranderen.
- Wettelijke procedures zijn veelal geënt op een vrij lineair proces waarin besluitvorming in eerste instantie plaats vindt binnen een beperkte groep actoren, veelal experts. MER- en ruimtelijke ordeningsprocedures zijn daar goede voorbeelden van. Het wettelijke kaders leiden vaak tot een stramien van ‘besluiten-aankondigen-verdedigen’, waarbij inspraak al gauw uitloopt op hindermacht, maar niet tot constructief meedenken over optimale oplossingen.
- R&D is traditioneel ook opgezet zonder vroegtijdige betrokkenheid van eindgebruikers of andere niet-technici. ‘De markt’ was iets dat gescheiden was van het uitvindingswerk. Hierdoor Nederlandse bedrijven enkele aansprekende voorbeelden op hun naam staan van technisch superieure vindingen die uiteindelijk niet succesvol waren doordat te weinig aansluiting was gezocht bij de consument. In vernieuwende benaderingen worden consumenten of gebruikers veel eerder betrokken in het ontwerp-proces.

En een beleidsmaker deze vernieuwingen faciliteren bij andere actoren en moet die zaken waar hij zelf verantwoordelijkheid heeft ook op orde maken. Dat betekent bijvoorbeeld:

- Wettelijke procedures flexibiliseren en een meer iteratief karakter geven en meer mogelijkheden te bieden voor maatwerk op lokaal of regionaal niveau. Maar dat is een proces van lange adem
- Proeftuinen te ontwikkelen waarin nieuwe benaderingen kunnen worden ontwikkeld en ‘uitgeprobeerd’. Het is immers niet te verwachten dat de ideale methode al meteen voor het oprapen ligt.
- Bij R&D-beleid meer expliciet aandacht vragen voor de markt dan wel de eindgebruiker, en anticiperen op mogelijke ‘technology bite-back’ effecten.
- Faciliteren bij het opheffen van lock-ins op andere terreinen.

Hoe zou dit werken in de transportsector?

De ontwikkeling van nieuwe vervoersconcepten gaat op dit moment in het algemeen uit van de bestaande consumentenwensen; uitgangspunt bij de ontwikkeling lijkt vooral gespitst op het zonder wezenlijke veranderingen voor de consument vervangen van de technologie onder de motorkap. Auto’s met nieuwe technologie moeten even snel, even duur, even ver en even comfortabel kunnen en zijn als de bestaande (en liever nog sneller, goedkoper, verder en comfortabeler). Daarbij wordt voorbijgegaan aan mogelijke wensen van de consumenten met betrekking tot verbetering van het vervoersconcept an sich; bijvoorbeeld door het beter te laten aansluiten bij mobiliteitswensen, of door het toevoegen van andere functies aan de auto waardoor de consument wel degelijk bereid is concessies te doen op onderdelen waarin een innovatie het niet wint van de conventionele auto. Hiervoor is het essentieel om concepten samen met beoogde gebruikers te ontwikkelen, want op die manier kan worden verkend of geautomatiseerde rij-systemen, maar ook bijvoorbeeld de auto als huishoudelijke elektriciteits-backup het perspectief van nieuwe technologieën verbeteren.

3.4 Winnaars en verliezers

Oog voor beide kanten van de medaille

Dat een energietransitie niet van 'au' zou gaan, is natuurlijk een fabeltje. Elke fundamentele verandering kent winnaars die tijdig op de vernieuwing hebben ingezet, en verliezers die dat niet gelukt is. Die laatste groep kan vanuit gevestigd belang bovendien het veranderingsproces sterker vertragen dan voor het algemeen goed is. Een overheid kan proberen potentiële winnaars te ondersteunen, verliezers te helpen veranderen en desnoods afkoop organiseren.

Wat is het probleem?

Het beleid rond energie-innovatie en –transitie richt zich tot nu toe vooral op het faciliteren van winnaars: de focus ligt op het ondersteunen van nieuwe technologie die de gangbare, onduurzame opties uiteindelijk in de markt moeten verdringen. Radicale veranderingen in onze energiehuishouding zullen echter naast winnaars ook verliezers opleveren in de vorm van partijen gelieerd aan conventionele, uit te faseren technologieën of handelswijzen. Het overwinnen van weerstand vanuit bestaande belangen is een belangrijke voorwaarde voor een succesvolle transitie. Het is daarom belangrijk dat 'verliezers' in uit te faseren systemen een exit-strategie ontwikkelen. De overheid kan hen faciliteren zich te richten op nieuwe duurzame opties en daarmee ook 'winnaars' te worden. Daarnaast kan getracht worden de weerstand te verkleinen door de noodzakelijke afbouw vroegtijdig aan te kondigen of door compenserende maatregelen.

Leg eens uit?

Meer elektrische auto's betekent minder benzinevoertuigen; meer duurzame energie betekent minder fossiele energie. Een succesvolle energietransitie betekent ook dat processen of technologieën die nu in de maatschappij voorkomen in de toekomst minder belangrijk zullen worden, ze worden deels vervangen of geheel overgenomen door opties die eenzelfde functie kunnen vervullen maar met minder emissies.



Dit soort verschuivingen kan weerstand oproepen bij de 'verliezende' aanbieders en gebruikers van deze processen en functies die geen toekomstperspectief hebben in de nieuwe omstandigheden. Vooral producenten kunnen weerstand bieden; het is maar de vraag of deze op tijd nieuwe opties heeft ontwikkeld om ook in de nieuwe situatie een marktaandeel te behouden; bovendien zijn hiermee mogelijk forse investeringen en versnelde afschrijvingen gemoeid. Een voorbeeld voor deze situatie is de verschuiving van centraal opgewekte grijze elektriciteit naar decentrale duurzame technologieën. Een gebruiker zal hiervan niet wezenlijk gevolgen ondervinden. De rol van de partijen die nu primair gelieerd zijn aan grootschalige centrale productie kan echter aanzienlijk minder dominant worden - of zijn deze in staat om ook in decentrale opwekking een belangrijke rol te spelen? Wanneer de functie in zijn geheel verdwijnt of inkrimpt is grotere weerstand bij zowel gebruiker als aanbieder te verwachten, zoals mogelijk in de oliewinningsindustrie.



Een gezonde bedrijfsstrategie anticipeert op fundamentele verschuivingen in de markten waarop het bedrijf opereert. Het is dan ook in de eerste plaats aan bedrijven om ervoor te zorgen niet in het verliezende kamp terecht te komen. Dat betekent rekening houden met onzekerheden, logische maar verschillende scenario's definiëren en zoeken naar een portfolio aan activiteiten waarbij het bedrijf in elk van de toekomstbeelden kan overleven.

Wat te doen?

Door naast de winnaars ook oog te hebben voor de verliezers is het mogelijk weerstand te beperken en daarmee de transitie te bespoedigen. Een tweesporenbeleid ten aanzien van verliezers lijkt zinnig: zowel proberen het aantal verliezers te beperken als de consequenties voor de verliezers te verzachten. Bijvoorbeeld:

Wat moet een beleidsmaker hiermee?

- Zorg voor een sterke Nederlandse positie in de nieuwe opties, binnen het portfolio van nieuwe en bestaande technologieën. Het huisvesten van een aantal toonaangevende winnaars trekt andere winnaars aan, zorgt voor winnende toeleveranciers en creëert zo zijn eigen positieve dynamiek. Het is daarbij logisch om te focussen op de nieuwe ontwikkelingen waarin Nederland een comparatief voordeel geniet, gezien de geografie, ervaring, of aanwezige infrastructuur, zodat meer ruimte ontstaat voor winnaars.
- Stimuleer heroriëntatie en vernieuwing in sectoren waar veel verliezers dreigen te ontstaan. Het zal het eigen ondernemerschap moeten zijn dat bedrijven doet overleven, maar een overheid kan vergelijkbare strategische heroverwegingen wel ondersteunen. Bijvoorbeeld door het maken van sectorale routekaarten die een beeld schetsen van gewenste toekomstige ontwikkelingen in sectoren. Update deze routekaarten regelmatig, zodat goed aangesloten wordt bij de stand van techniek en wetenschap en witte vlekken steeds beter kunnen worden ingevuld. Kern daarbij is uiteraard dat deze kaarten niet alleen zijn gebaseerd op gevestigde belangen maar ook op de inbreng van radicale vernieuwers.
- Wanneer een sector op de lange termijn geen perspectief meer heeft, laat dat onderdeel zijn van een heldere visie. Creëer tijd voor partijen om uit te faseren, en ondersteun dat proces. Zoek bovendien, wanneer er duidelijke winnaars en duidelijke verliezers zijn, naar oplossingen of 'bargains' waarin de winnaars de verliezers compenseren. Als de winnaars maar sterk genoeg zijn loont het ook hun de moeite om verliezers met hindermacht af te kopen.

Hoe zou dit werken in de transportsector?

In innovatieve voertuigsystemen zijn investeringen nodig die slechts over een langere periode kunnen worden terugverdiend, en die worden gedaan onder het risico dat de ontwikkeling uiteindelijk niet rendabel zal zijn. Bestaande autofabrikanten hebben daarbij een dilemma: aan de ene kant biedt vroeg investeren in technologieën als de brandstofcel en de elektrische auto mogelijkheden om de concurrentie te snel af te zijn; aan de andere kant gaan deze vernieuwingen mogelijk ten koste van de markt voor conventionele verbrandingsmotoren: een heel snelle overgang leidt tot een gedeeltelijke kapitaalvernietiging in hun positie op dat gebied. Een bedrijf in zo'n positie zal wellicht trachten een (van overheidswege) erg ambitieuze introductie van brandstofcellen en elektrische voertuigen te ontmoedigen, teneinde genoeg tijd te hebben om intern de heroriëntatie te maken. Een overheid heeft daarbij het nadeel van informatie-asymmetrie: ze heeft per definitie minder goede kennis van het (voor het bedrijfsleven) optimale verandertempo. Toekomstige winnaars motiveren betekent hier bijvoorbeeld proeftuinen creëren, verliezers vermijden betekent bedrijven faciliteren in het vinden van nieuwe markten of niches binnen de nieuwe technologie.

3.5 Olietankers en speedboten

Sturing en timing in de energiesector als traagheidsprobleem

Sommige sectoren in de energiehuishouding veranderen niet snel: kolencentrales die vandaag worden gebouwd zullen in 2050 ook nog draaien. In andere sectoren kunnen veranderingen snel gaan. Voor een transitie vergt dat anticiperen, gevoel voor timing en een lange adem. De kunst is natuurlijk om dat voor elkaar te krijgen in een politiek klimaat dat veranderlijk kan zijn als het weer.

Wat is het probleem?

Een belangrijk vraagstuk in de energietransitie is dat van timing in een complex samenhangend geheel van veranderingen. Technologie-ontwikkeling, regelgeving, ondersteunend beleid kunnen elkaar versterken maar vertraging treedt al gauw op wanneer cruciale barrières niet op tijd worden opgepakt. Bovendien verschillen de verschillende sectoren in de energiehuishouding van elkaar in het tempo waarin ze kunnen veranderen. Vanuit de toekomst terugberedeneerd kan een beleidsmaker zich bij een flexibele sector een latere start veroorloven dan bij de langzame veranderingen, om bij een eindbeeld in 2050 uit te komen. Echter, onzekerheden over het toekomstbeeld, onderlinge afhankelijkheden en politieke motivaties kunnen deze redenering doorkruisen. Hoe kun je sturen als je nog niet weet waarheen? Welke stappen zijn aan elkaar gebonden in de tijd? En hoe zorg je voor voldoende politiek draagvlak gedurende het gehele transitieproces?

Leg eens uit

Traagheid van veranderingen kan diverse oorzaken hebben:

- de lange levensduur van kapitaalgoederen, en onzekerheid rond grote investeringen,
- omgevende structuren en patronen
- onderlinge afhankelijkheid van veranderingen.

Een van de belangrijkste redenen voor de traagheid van een veranderingsproces ligt in de levensduur van gerelateerde kapitaalgoederen en de omvang van het erin vastliggende kapitaal. Het afschrijven van kapitaal buiten de 'natuurlijke' vervangingsmomenten

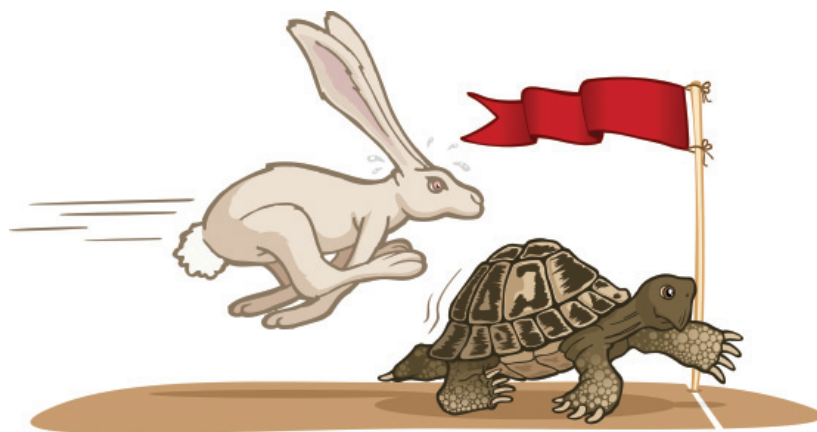
kan met forse kosten gepaard gaan. Bij installaties met een lange levensduur van meerdere decennia zijn natuurlijke vervangingsmomenten zeldzaam; wanneer slechts van deze vervangingsmomenten gebruik wordt gemaakt verloopt de transitie dus langzaam. Belangrijke voorbeelden van ‘langzame’ sectoren zijn de kapitaalintensieve industrie en de energiesectoren, maar ook bijvoorbeeld gebouwen worden jaarlijks met een slechts heel beperkt percentage vervangen, waardoor fundamenteel nieuwe bouwconcepten slechts langzaam kunnen doordringen. In deze sectoren is het aannemelijk dat het kapitaal dat vanaf nu wordt geïnstalleerd, in 2050 nog steeds functioneel zal zijn. Wanneer vanaf nu op het vervangmoment niet wordt gekozen voor een duurzame technologie, dan is een snelle verandering later niet meer te realiseren zonder vervroegd afschrijven van een installatie.



Niet alleen de daadwerkelijke implementatie, ook de voorbereiding van technologische ontwikkeling en innovatie in dergelijke langlevende objecten is vaak een langdurig en kostbaar proces. Omdat het toekomstbeeld in veel sectoren nog niet is uitgekristalliseerd bestaat het risico van wedden op het verkeerde paard: wel investeren in een ontwikkeling maar er dan niet (lang genoeg) van kunnen profiteren. De onzekerheid kan daarom de verdere ontwikkeling in een sector verlammen. Dit geldt overigens niet alleen voor vervanging, maar ook voor de ontwikkeling van nieuwe technologie. Hoewel nieuwkomers op de markt niet teruggehouden worden door vastliggend kapitaal, en dus de timing als zodanig niet zozeer een probleem vormt, moet wel de goede richting worden ingeslagen. Echter, Nederland staat als klein land niet op zichzelf voor de transitieopgave; er kan (strategisch) gebruik worden gemaakt van de ontwikkeling van technologieën in het buitenland (zie ook sectie 3.7).

Gebruiksvoorwerpen, zoals huishoudelijke apparaten maar ook auto's, hebben overigens vaak een relatieve kortere levensduur. De gehele autovoorraad zal bijvoorbeeld op weg naar 2050 nog enkele keren vervangen worden. De keuze voor een technologie nu legt daar dus nog geen directe claim op het energiesysteem in 2050, waardoor er meer ruimte lijkt voor experimenten. Bovendien wordt de investering gedragen door een grote groep bezitters, in plaats van een enkel bedrijf, waardoor eventuele verliezen gemakkelijker kunnen worden opgevangen.

Een tweede reden voor traagheid van transitieprocessen kan liggen in een lock-in in de omgevende structuren. Het kan hierbij gaan om de fysieke, institutionele of de beleidsomgeving. Deze omgeving kan in de loop der tijd zo zijn toegespitst op het 'oude' systeem dat het 'nieuwe' zich moeilijk een plaats kan verwerven. Voorbeelden van een dergelijke historische weerstand zijn onze wijdvertakte gasinfrastructuur, die alternatieve verwarmingsconcepten in woningen economisch minder aantrekkelijk maakt, en ons belastingstelsel, waarin vooral arbeid belast wordt en grondstoffengebruik ontzien,



waardoor vervanging van arbeid door energie-inzet wordt gestimuleerd. Omdat de omgevende structuren ook voor andere belangen van invloed kunnen zijn, zijn deze niet eenvoudig en vrijblijvend te wijzigen. Ook menselijk gedrag kan een onderdeel van een verdragende omgevende structuur.

Ten derde leidt ook de wederzijdse afhankelijkheid van bepaalde veranderingen tot mogelijke vertraging. Het aanleggen van een waterstofinfrastructuur heeft weinig prioriteit zonder de vraag vanuit bijvoorbeeld brandstofcellen in

voertuigen, anderzijds is de vraag naar brandstofcelvoertuigen klein bij het ontbreken van een waterstofinfrastructuur. Wanneer bij zulke afhankelijke ontwikkelingstrajecten verschillende partijen betrokken zijn maken de betrokken partijen zich kwetsbaar voor veranderende inzichten buiten hun eigen beslisveld. Daarnaast kan een volgtijdelijkheid bestaan tussen verschillende ontwikkelingen.

Trage veranderingen zijn vaak lastig voor beleidsmakers. Omdat deze veelal afgerekend wordt op de (korte termijn) doelstellingen voor de uitstoot, zijn snelle veranderingen interessanter dan langzame. Politiek gezien bieden snelle successen met de mogelijkheid een lint door te knippen meer 'scoringskans'. Het inzetten op de 'gemakkelijk' haalbare reducties (laag hangend fruit) waarvoor geen systeemtransformatie nodig is om korte termijn doelen te bereiken kan met het gaan voor snelle successen vergeleken worden. Te weinig aandacht voor de moeilijkere opgave in de langzame en systeemgeoriënteerde veranderingen, brengt het uiteindelijke doel van de energietransitie rond 2050 buiten bereik.

Wat kan een beleidsmaker hieraan doen?

Om strategisch om te gaan met deze problemen kan een beleidsmaker denken aan:

- Visievorming die rekening houdt met traagheid en onzekerheden
- Spreiding van risico's
- Aandacht voor het doorbreken van lock-ins
- Ontwikkeling van een portfolio gericht op snelle en langzame ontwikkelingen
- Het creëren van tussenstappen bij langzame veranderingen.

Om beslissingen ten behoeve van langzame veranderingen te kunnen sturen is het schetsen van een lange termijn visie op de energietransitie een eerste noodzakelijke stap. Schets dus een visie en een route – maar met potlood! Omdat de details van het toekomstig energiesysteem nog niet duidelijk zijn, is het nodig om verschillende opties open te houden. Het kan daarbij soms praktisch zijn om bijvoorbeeld naast een globale richting van bepaalde karakteristieken, zoals energie- of CO₂-intensiteit, ook aan te geven welke technologieën waarschijnlijk juist niet in het systeem passen. Verplichten van

bepaalde eigenschappen, of verbieden van anderen kan voortzetting van investeringen in 'verkeerde' technologieën mogelijk beperken. In langzame veranderingsprocessen zijn daarbij regelingen over synchronisatie met het buitenland en eventuele compensatieregeling om een gelijk speelveld tussen oude en nieuwe technologie te realiseren denkbaar.

Het zicht op het toekomstbeeld kan gedurende de transitie uiteraard nog wijzigen. Mogelijk kunnen instrumenten zoals (voorwaardelijke) garantieregelingen voor 'durf'-investeringen de financiële risico's die daarmee samenhangen in langzame sectoren spreiden. Voor onzekere ontwikkelingen in snellere sectoren is actie niet direct noodzakelijk. Daarbij is het natuurlijk wel belangrijk op te merken dat bij uitstel eventuele vertragingen minder goed zijn op te vangen. Echter, experimenteren en diversificatie kan op termijn tot een sterkere oplossing leiden, dus spreiden van de aandacht over meerdere kanshebbers is gerechtvaardigd. In zowel langzame als snelle sectoren zijn potentieel kansrijke technologieën voor de maatschappij als geheel wellicht al in niches met kleiner risico in te zetten.

Om lock-in situaties te ontgrendelen is het zinnig om stil te staan bij de historische argumenten voor de bestaande situatie. Wanneer de onderliggende redenen in de loop der tijd zijn verdwenen kan de omgevende constellatie mogelijk eenvoudig worden gewijzigd. Wanneer deze redenen nog steeds valide zijn dient een alternatieve wijze gevonden te worden om eraan tegemoet te komen. Gegeven is bijvoorbeeld dat er uit de totale belastingen voldoende geld dient te komen om de begroting in balans te brengen. Echter met het zwaartepunt ervan op arbeid i.p.v. grondstoffen wordt werken ontmoedigd en het gebruik van grondstoffen juist bemoedigd. Deze constructie lijkt met het oog op de energietransitie aan verandering toe.

Zet snelle én langzame transitie in gang. Om te voldoen aan korte termijn doelstellingen en vanwege het gemakkelijker bereikbare succes zijn snelle transitie politiek aantrekkelijk. In de sectoren waar al vroegtijdig een transitie kan worden voltooid is het mogelijk om internationaal een voorloperrol te vervullen en de daarmee gepaard gaande 'first mover' voordelen voor de economie te plukken. Bovendien kan een vroege snelle transitie en de vroege uitstootreductie die daarbij hoort enige extra ruimte genereren om toch binnen cumulatieve doelstellingen te blijven. Echter, wanneer alle snelle stappen gezet zijn resteren nog slechts de zware langdurige projecten, die dan om binnen de gestelde tijdslijm te blijven mogelijk met hoge afschrijvingskosten gepaard gaan. Het lijkt daarom verstandig om de snelle transitie te verdelen over de gehele periode en direct ook de moeilijker veranderingen aan te gaan. Op die manier kunnen ook in 2040 nog linten worden geknipt, en worden hoge afschrijvingskosten vermeden.

Creëer alternatieve mijlpalen voor trage veranderingen. Door de voortgang van langzame transitieprocessen niet in termen van energie of uitstootreductie te meten, maar op een alternatieve manier te scoren, kunnen ook successen in deze sectoren worden gevierd. Daardoor worden deze beter zichtbaar en wordt duidelijk dat ondanks gelijkblijvende impact wel degelijk inspanningen worden verricht en blijft de voortgang bovendien meetbaar en controleerbaar.

Hoe zou dit werken in de transportsector?

Auto's zijn typisch een optie met een relatief korte levensduur. Veel minder makkelijk te vernieuwen zijn de infrastructuur (wegen, maar ook bijvoorbeeld de brandstofinfra) en de olieraffinaderijen. Aan de ene kant is het dus zaak om de lange-termijnontwikkeling in infrastructuur en brandstofproductie van langdurige stimuli in de goede richting te voorzien; vernieuwingen in het wagenpark zijn flexibeler; daarin kan de ontwikkeling zelfs even stilstaan zonder dat het eindbeeld uit zicht raakt.

3.6 Andere netten, andere markten, ander geld

Nieuwe 'infrastructuren' in een duurzame energiehuishouding

Ook wanneer we niet precies weten hoe de energiehuishouding er in 2050 uit zal zien is het wel duidelijk dat de andere mix van technologieën effect zal hebben op onze energienetten, de manier waarop energiemarkten zijn georganiseerd, en de wijze van financiering van projecten. Tegelijk zijn de meeste veranderingen op deze gebieden niet radicaal: het is vooral zaak goed gebruik te maken van modellen en beleidsinstrumenten die we nu al kennen, in de energiewereld en elders.

Wat is het probleem?

Onze energiemarkten en bijbehorende infrastructuur zijn nu nog vrijwel geheel geënt op een dominante rol van fossiele energiebronnen. Onze elektriciteits- en gasnetten zijn ontworpen als een top-down infrastructuur waarbij grootschalige productie plaats vindt in een beperkt aantal centrale eenheden (zoals elektriciteitscentrales), waarna distributienetten de energie verdelen over grote aantallen afnemers. Deze opzet zal aangepast moeten worden aan het groeiende aandeel van decentrale opwekking van wind, zon, (micro)-WKK, en ook de decentrale levering van biogas. Maar ook de energiemarkten zullen veranderen in een energietransitie. Momenteel levert op de elektriciteitsmarkt kolenstroom de basislast; piekvraag wordt opgevangen met flexibele gascentrales met relatief lage vaste kosten maar hoge variabele kosten. De kosten van veel hernieuwbare elektriciteitsopties zoals wind en zon bestaan echter hoofdzakelijk uit vaste (investerings)kosten en hun productie is niet goed regelbaar. Dit betekent dat de manier waarop de markten momenteel zijn ingericht niet goed werkt voor de toekomstige productiemix. De veranderende verhouding tussen investerings- en operationele kosten heeft tot slot ook invloed op de financiering van dergelijke projecten.



Leg eens uit: Netten

Een aantal duurzame bronnen zoals zon en wind leveren een vaak decentraal en fluctuerend aanbod. Bij grootschalige inpassing van deze bronnen is het conventionele elektriciteitsnet daar niet op berekend. Dit kan ondervangen worden door de netten te 'verzwaren'; simpelweg meer uitwisselcapaciteit aan te leggen, waardoor extra aanbod van bijvoorbeeld windenergie in de ene regio kan worden gebruikt om de vraag in een andere regio te dekken. Ook het versterken van de lange-afstand transportnetten en

de verbindingen met het buitenland helpen om fluctuerende bronnen in te passen en schommelingen in de elektriciteitsprijs te verminderen. Hiervoor zijn echter grote investeringen in lange-afstandstransport in Europa nodig ('supergrids').

Door daarnaast op decentraal niveau elektriciteitsvraag en –aanbod op elkaar af te stemmen kan decentrale levering waarschijnlijk kosteneffectiever worden ingepast dan met centrale netverzwaren alleen. In dergelijke 'slimme netten' kunnen gebruikers via ICT hun elektriciteitsvraag voor bijvoorbeeld elektrische voertuigen of warmtepompen aanpassen op het (variabele) aanbod van fluctuerende wind- of zonnestroom. Meer intelligentie in distributienetten kan echter niet voorkomen dat er meer geïnvesteerd zal moeten worden in zowel transport- als distributienetten om een groot aandeel fluctuerende bronnen in 2050 te kunnen integreren. Bovendien zijn er nog veel onzekerheden rond intelligente netten. Hoe zullen ze eruit zien, wat gaat het kosten en bovenal: in hoeverre zal de eindgebruiker zich daadwerkelijk als flexibele vrager en aanbieder ('prosumment') gaan gedragen?

Het niet-regelbare karakter van duurzame bronnen als wind en zon maken ook dat elektriciteitsprijzen volatieler zullen worden. In de huidige markt wordt van uur tot uur de centrale met de hoogste marginale kosten ingezet om stijgende elektriciteitsvraag op te vangen. Bronnen als wind en zon zijn echter niet gevoelig voor prijsprikkels: ze produceren zodra de zon schijnt of de wind waait, waardoor er minder dempende effecten zijn op de elektriciteitsprijs.

De verwachte toename in volatilititeit op de elektriciteitsmarkten levert een prijsrisico voor investeerders in alle vormen van nieuw opwekvermogen, maar met name in zon- en windvermogen zelf. In de huidige markten worden voornamelijk inkomsten gegenereerd door verkoop van de elektriciteit zelf en slechts in beperkte mate door de verkoop van productiecapaciteit (de beschikbaarheid van vermogen, niet op de productie op zich). De kans bestaat dat het prijsrisico

zo groot wordt dat de verkoop van elektriciteit onvoldoende inkomsten genereren voor nieuwe investeringen. Het is mogelijk dat om dat doel wel te bereiken een capaciteitsmarkt geïntroduceerd zal moeten worden. Of dat fundamentele veranderingen vergt is nog de vraag: in beperkte mate bestaan er nu al capaciteitsmarkten voor regel- en reservevermogen, en deze kunnen verder worden uitgebreid.

Gekoppeld aan de vragen rond netten en markten is er nog de vraag hoe alle investeringen in nieuwe technologie gefinancierd wordt. Veel nieuwe energietechnologieën hebben hoge investeringskosten en lage operationele kosten. Voor investeerders, zowel bedrijven als gewone eindgebruikers, betekent dit hoge initiële kosten die zich dan moeten terugverdienen in mogelijk onzekere tijden. Dit betekent dat de investeringen in energietechnologie sterk zullen moeten stijgen en dat de sector kapitaalsintensiever zal worden. Bovendien kan het voor consumenten lastig zijn om investeringen in bijvoorbeeld een zuiniger woning of een elektrische auto voor te financieren, ook wanneer deze kosten (grotendeels) worden terugverdiend met lagere variabele kosten. Huur- of leaseconstructies kunnen dit knelpunt verminderen.

Markten



Investeringen

Wat moet een beleidsmaker hiermee?

Bij alle ontwikkelingen in dit hoofdstuk is de rol van de beleidsmaker niet veel meer dan een faciliterende ‘marktmeester’. Het zijn immers andere partijen die netten zullen aanleggen, op markten zullen opereren en investeringen zullen doen. Maar op enkele essentiële punten is die faciliterende rol wel onmisbaar:

- Voor de verdere verknoping van het EU-hoogspanningsnet is continuering van het huidige EU beleid gericht op een enkele interne energiemarkt de belangrijkste bijdrage die beleidsmakers nu kunnen leveren.
- Voor het ‘slimmer’ maken van de distributienetten is het van belang het reguleringskader van met name de distributienetwerkbedrijven geschikt te maken voor de integratie van flexibeler vraag en aanbod bij hun aangeslotenen. Een logische stap daarbij is ook om eerst een aantal experimenten met intelligente netten te ondersteunen.
- Een blijvend punt van aandacht voor Marktmeester Overheid is het regelen van toegang tot netten en markten van decentrale aanbieders en andere nieuwkomers, en ook op andere manieren streven naar een zo gelijk mogelijk speelveld.
- Bij de elektriciteitsmarkten is het van belang alert te blijven op de investeringsniveaus en indien nodig capaciteitsmarkten verder ontwikkelen. Hierbij kan worden voortgebouwd op de (bescheiden) capaciteitsmarkt die Nederland nu al heeft.
- Wat betreft het financieringsklimaat voor investeringen is consistentie van beleid belangrijk, zie hiervoor ook punt 3.1.
- Voor het verminderen van de investeringsbarrière voor kleinverbruikers is in de loop der tijd al met diverse constructies geëxperimenteerd, zoals huur- of leasecontracten. Ook zonder hierin zelf te participeren kan een beleidsmaker dergelijke initiatieven wel ondersteunen.

Deze acties en instrumenten zijn lang niet allemaal nieuw, integendeel. Dat is een belangrijke boodschap van deze sectie: accenten zullen verschuiven, maar goeddeels kan gebruik worden gemaakt van concepten en instrumenten die al bestaan of bekend zijn.

Hoe zou dit werken in de transportsector?

Wanneer de elektrische auto sterk zou doorbreken zal dit enerzijds leiden tot een substantiële extra elektriciteitsvraag, anderzijds kan de optie een rol spelen in intelligente netten. Juist door het opladen van de accu te flexibiliseren (bijvoorbeeld ‘ergens gedurende de nacht’) kunnen elektrische auto’s een bijdrage leveren aan de decentrale balancerings van het net. Ook de ‘investeringshobbel’ kan een rol spelen bij elektrische auto’s: de hoge kosten (met name door de batterij) van het voertuig kunnen weliswaar terugverdiend worden door de lage variabele kosten, maar moeten wel eerst gemaakt worden. Daarom wordt er bij elektrische voertuigen ook al nagedacht over varianten waarin de batterij gehuurd wordt in plaats van gekocht.

3.7 Nederlands beleid in een Europese en mondiale context

Ontwikkelingen in de energiesector worden in hoge mate bepaald door de wereldeconomie, mondiale technologie-ontwikkelingen en mondiaal en Europees beleid. Voor Nederlandse beleidsmakers betekent dit werken op twee sporen: zelf beleid maken op die terreinen waar er daadwerkelijk nationale speelruimte is en beleid verschil kan maken. Daarnaast kan Nederland binnen Europa en mondiaal diplomatie ontwikkelen gericht op transitie, niet alleen op gevestigd belang. Naast streven naar mondiale duurzaamheid is daarbij een centrale vraag: what's in it for us?



Er moet veel gebeuren om de Nederlandse energiehuishouding te verduurzamen. Maar lang niet alle noodzakelijke ontwikkelingen zijn direct stuurbaar door een Nederlandse overheid. Veel beleid rond energie en klimaat komt tegenwoordig uit Brussel, dat op zijn beurt weer invulling geeft aan het internationaal overeengekomen klimaatbeleid. Hoe daarin effectief te opereren? De basisregel is natuurlijk 'in Nederland regelen wat kan, via EU- en ander buitenlands beleid beïnvloeden wat moet'.

Een veelgehoorde opmerking is dat 'Europa' steeds meer zeggenschap overneemt, ook in het energiedossier. Dat heeft echter hoofdzakelijk betrekking op doel, zoals de doelstellingen voor hernieuwbare energie en broeikasgas-emissiereductie in 2020. Op het niveau van de instrumenten zijn de lidstaten vrijwel overal leidend, op uitzonderingen als het Europese emissiehandelssysteem (ETS) na.

Wat is het probleem?

Zoek waar nationale autonomie ligt

Aangezien de 2020-doelstellingen slechts een tussenstap zijn in een bredere energietransitie heeft Nederland alle ruimte om een invulling te kiezen die past in een langetermijnperspectief, en aansluit op specifiek Nederlandse sterktes en kansen. Een paar voorbeelden:

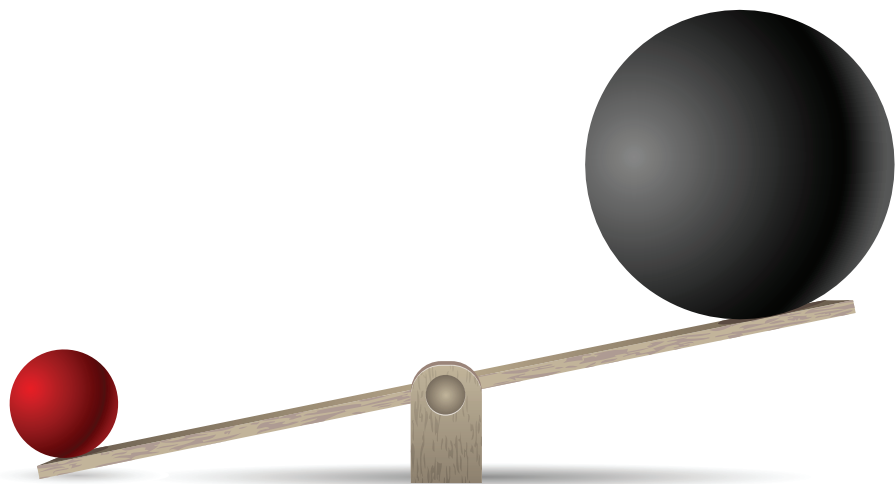
- In het fiscaal beleid is iedere lidstaat vrijwel autonoom. Beprijzing van mobiliteit, of in het algemeen ‘vergroening’ van het fiscale stelsel kan op nationaal niveau worden gerealiseerd. Uiteraard betekent dat geen onbeperkte vrijheid gegeven internationale concurrentieverhoudingen, maar wel ruimte om accenten te leggen.
- Ook in het specifiek ondersteunen van demonstratieprojecten kan Nederland een eigen lijn kiezen. Denk aan de eerste uitrol van elektrische voertuigen en bijbehorende infrastructuur, of proeftuinen meer zeer energiezuinige woningen of wijken.

Ook het innovatiebeleid in Nederland kan zich richten op die opties waar Nederland goed voor gepositioneerd is, gegeven ons bedrijfsleven, onze fysieke infrastructuur en/of de competenties waar we van oudsher goed in zijn.

Energietransitie- Diplomatie

Daar waar de EU leidend is in het uitzetten van de lijnen oefent Nederland invloed uit door diplomatie binnen de EU en met de diverse lidstaten. Daarbij is het ook belangrijk om de dossiers en onderwerpen te kiezen waar belangen en kansen van Nederland duidelijk zijn. Bovendien zou het vernieuwend zijn om te denken vanuit een geopolitiek van energietransitie, en niet (alleen) vanuit die van gevestigde belangen. Voorbeelden van activiteiten en sectoren waar Nederland van oudsher sterk in is:

- Het organiseren van stromen: handel en logistiek. Deze sterktes kunnen ook worden ingezet voor handel in biomassa, in duurzame energie, inclusief de certificering daarvan, en ook in bijvoorbeeld afvalverwerking en -recycling.
- Netten en infrastructuur, mede gegeven onze hoge bevolkingsdichtheid. Dat betekent een goede uitgangspositie voor smart grids, elektrisch rijden
- Industrie en chemie
- De ‘creatieve sector’, oude en nieuwe media, en bijvoorbeeld ook architectuur.



Kern hierbij is dat Nederland bij een buitenlandse energiepolitiek nieuwe stijl het eigen belang voor ogen houdt en daarmee selectief is: een klein land kan niet op alle fronten actief zijn. Maar een paar creatieve ideeën voor het combineren van nationale assets aan Europese samenwerking gericht op verduurzaming zijn wel te bedenken:

- Als startpunt voor een waterstofinfrastructuur is het Rotterdamse havengebied mogelijk aantrekkelijk. Maar verknoping van een dergelijk net met vergelijkbaar kansrijke regio's rond Antwerpen of het Roergebied lijkt een logische stap, die alleen door regionale samenwerking gerealiseerd kan worden.
- De regio Noord-Afrika wordt steeds belangrijker, gezien zowel de potentiële aan olie en gas als het grote potentieel voor zonne-energie. In Nederland woont een grote groep mensen met kennis van de regio: zouden we onder de 2e-generatie Marokkanen geen goede ambassadeurs voor zoiets als Desertec kunnen vinden?

Daarnaast kan er ook de internationale arena sprake zijn van verliezers en winnaars. Daar waar sprake is van een internationale markt bestaat het risico van oneerlijke concurrentie wanneer regels in het ene land verschillen van regels elders. Wanneer landen hierop reageren door terughoudendheid in de ambities dreigt een 'race to the bottom'. Een dergelijk sociaal dilemma, waarbij landen elkaar wederzijds in de houdgreep houden is contraproductief met het oog op het realiseren van daadwerkelijke doorbraken. Internationale afspraken kunnen in zo'n situatie een oplossing bieden. Echter, economische of politieke verschillen kunnen het realiseren van werkelijk gelijke milieuregelgeving in de weg staan.

Het prisoners' dilemma

Overigens zorgen de bestaande ongelijkheid in welvaart en de bestaande handelsbarrières (zowel fysiek als institutioneel) ervoor dat van een waarlijk wereldwijd gelijk speelveld geen sprake is. Eventuele ongelijkheid in milieuregelgeving zal meestal niet het voornaamste verschil zijn waarop een bedrijf zijn locatiekeuze baseert. Tegenstanders van strengere regelgeving gebruiken dit probleem echter graag als gelegenheidsargument.

Speerpunten voor een beleidsmaker zijn dan:

- Zorg voor eerlijke concurrentie met het buitenland. Trek samen op met buurlanden / EU om concurrentieverschillen te beperken, en zorg ervoor dat verschillen met anderen niet zo groot zijn dat milieuregels de doorslag gaan geven bij locatiekeuze van bedrijven. Maak afspraken met andere landen over productievoorwaarden of compenseer, alleen waar nodig, de verschillen middels import-eisen of in het uiterste geval export subsidie.
- IJver ervoor om via de internationale fora zoals WTO internationale sociale dilemma's m.b.t. milieubeleid te doorbreken, door bijvoorbeeld de mogelijkheid om beleidsverschillen die invloed hebben op de concurrentiepositie van grensoverschrijdende activiteiten te neutraliseren.

Bijlage 1.

Aannames behorende bij het Sankey diagram Figuur 4.

T.b.v. Eindvraag 2050:

De 'Business as Usual' energievraag in de eindsectoren in 2050 volgt uit een extrapolatie van de ontwikkeling tussen 2010 en 2040 in het scenario S0 uit de Referentieraming 2010. Dit scenario betreft een scenario waarin slechts het beleid tot 2007 is opgenomen. Om tot een -80% broeikasgasreductie scenario te komen is om te beginnen het verschil met de 2040 waarden uit het SVV scenario van de Referentieraming als besparing ingeboekt (SVV is scenario met het vaststaand + voorgenomen beleid uit het Schoon en Zuinig programma). Vervolgens zijn per sector extra besparingspotentiëlen in kaart gebracht die bovenop deze besparing zou kunnen worden bereikt. Het betreft:

- Huishoudens en Dienstensector: Besparing in SVV is 1.9% per jaar, mogelijkheden om verder te gaan zijn klein. (Beperkte extra besparing ten opzichte van het SVV scenario; 0.2% per jaar = 7,5% in 2050)
- Landbouw: Besparing in SVV is 1.7% p.j. Mogelijkheden om verder te gaan zijn middelmatig. Matige extra besparing t.o.v SVV (0.4% per jaar = 15% additioneel in 2050)
- Verkeer. Besparing in SVV is 1.25%p.j, mogelijkheden om verder te gaan zijn gering. 10% additioneel in 2050
- Industrie: besparing in SVV is gering (1% p.j), mogelijkheid om verder te gaan zijn groot.
 - Energetische vraag: forse extra besparing in 2050 (1% extra p.j = 33% in 2050) (industrie potentieel wordt in RR slecht benut.)
 - Non-energetische vraag: 5% besparing t.o.v SVV, 50% wordt ingevuld door biomassa (270PJ)

De in Figuur 4 gepresenteerde besparing betreft slechts de besparing bovenop de Business as Usual energievraag. Omdat ook in dit Business as Usual beeld reeds besparing plaatsvindt, is de werkelijke besparing aanzienlijk groter.

T.b.v. aanbodzijde:

In Figuur 4 wordt in totaal 470PJ duurzame elektriciteit 'gewonnen' uit zon en wind. Hierbij is uitgegaan van ongeveer 15GW zon PV = 40PJ, ongeveer 30GW Wind op Zee = 380PJ en ongeveer 6GW Wind op Land = 50 PJ

Aanvullend leesmateriaal

We hebben met onderstaand lijstje niet de pretentie ook maar enigszins volledig te zijn; daarvoor gebeurt er momenteel te veel in de energiewereld. Maar voor diegenen die op specifieke thema's nog wat extra materiaal tot zich willen nemen hebben we hierbij enkele suggesties.

2. Energiescenario's en -visies

Voor Nederland op de middellange termijn is de Referentieraming een standaardwerk: Referentieraming energie en emissies 2010-2020. ECN, Petten 2010. <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10004.pdf>

Voor Europa is een veelgebruikt beeld voor 2050 de roadmap 2050 van de European Climate Foundation. Zie www.roadmap2050.eu.

Ook de Europese Commissie heeft een klimaatroadmap gepubliceerd in 2011. Zie http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm

Iets ouder is de ECN-visie op een duurzame energiehuishouding in de EU in 2050: <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2007/e07061.pdf>

Voor de gehele wereld heeft het WWF samen met Ecofys een visie ontwikkeld: zie http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/climate_carbon_energy/energy_solutions/renewable_energy/sustainable_energy_report/

3.1 Consistentie

Pleidooien voor consistentie in het energiebeleid, geventileerd door NGO's, bedrijven en raden zijn op vele plaatsen te vinden, bijvoorbeeld in:

SER: Naar een kansrijk en duurzaam energiebeleid. Sociaal-Economische Raad, Den Haag 2006. <http://www.ser.nl/nl/publicaties/adviezen/2000-2007/2006/b25325.aspx>

DE-koepel: Duurzame energiesector: consistent beleid nodig voor overheidsdoelen. Persbericht DE-koepel Februari 2011.

<http://pressrelease.perssupport.nl/pressrelease/detail.do?pressId=51124&searchKey=1&languageId=NL>

En een eerdere open brief van enkele NGO's en energiebedrijven (zie <http://www.natuurenmilieu.nl/page.php?pageID=86&itemID=1526>)

3.2 Innovatiebeleid

Schoots, K., B.W. Daniëls, R.A. Rivera Tinoco: Totaalvoetbal in het innovatiebeleid; Discussiedocument evaluatie innovatiebeleid. ECN-E--10-090, Petten 2010. <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10090.pdf>.

IEA: Energy technology Perspectives 2010. International Energy Agency, Paris 2010. Figuren publiek beschikbaar op http://www.iea.org/techno/etp/etp10/key_figures.pdf

Hekkert, M. en M. Ossebaart: De innovatiemotor; Het versnellen van baanbrekende innovaties. Van Gorcum, Assen 2010. Te bestellen via http://www.vangorcum.nl/NL_toonBoek.asp?PublID=4550.

3.3 Energie en gedrag

Voor energiebesparing door gedragsverandering in de gebouwde omgeving heeft een Europees consortium (met deelname van ECN) een toolkit ontwikkeld. Deze is bedoeld voor partijen die programma's of projecten op dit gebied ontwikkelen en helpt hen systematisch te werk te gaan en de meest gangbare valkuilen te vermijden. Zie <http://mechanisms.energychange.info/>

Lokale weerstand rond energieprojecten los je niet zomaar op. Voor het verbeteren interactie met lokale partijen heeft ECN meegewerkt aan een procesmodel op dit gebied, de ESTEEM toolkit. Zie <http://www.esteem-tool.eu/>. Specifiek rond CO2 opslag heeft het project NearCO2 hier ook nuttige informatie te bieden; zie www.communicationnearco2.eu

3.4 Winnaars en verliezers

Enige indicatie van wie winnaars dan wel verliezers zullen zijn bij een energietransitie is te vinden in een kosten-baten-analyse op dit onderwerp van SEO, in opdracht van het regieorgaan energietransitie.

Zie <http://www.energietransitie.nl/publicaties/investeren-in-een-schone-toekomst-%E2%80%93-seo>

Hoe ontwikkelingen kunnen leiden tot verschillende innovatieniches en daarmee kansen voor nieuwe winnaars staat inspirerend beschreven in een 'Four energy Futures' studie. Zie <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/c05057.pdf>

3.5 Snelle en trage sectoren

Een aardige discussie over de traagheid van veranderingen in de energiehuishouding is te vinden in een paper van het Brusselse Itinera instituut: http://www.itinerainstitute.org/upl/1/default/doc/Memo8_2007_NL.pdf

3.6 Netten, markten, finance

Op deze onderwerpen zijn in het kader van de roadmap van de European Climate Foundation enkele ondersteunende studies gedaan. Over de rol van finance in http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/R2050-Financing_for_a_zero-carbon_power_sector_in_Europe.pdf

Over netten en de mogelijke noodzaak van een capaciteitsmarkt in <http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/Roadmap2050ECNworkingdocument.pdf>

3.7 Nederland in Europa en de wereld

Op dit onderwerp heeft Clingendael medio 2011 een relevant essay gepubliceerd, met overigens beperkt aandacht voor transitieaspecten; zie http://www.clingendael.nl/publications/2011/201106_ciep_energypaper_energy_governance.pdf

Uitgave	Energieonderzoek Centrum Nederland
Auteurs	M. Hekkenberg, H.M. Londo
Foto's en illustraties	Hollandse Hoogte, iStock, RICOH
Vormgeving en druk	RICOH
Contactinformatie	☎ +31 224 56 44 31 www.ecn.nl http://www.ecn.nl/nl/units/ps/ volg ons op Twitter @ecn



Energy research Centre of the Netherlands

P.O. Box 1

NL-1755 ZG Petten

The Netherlands

Contact:

Westerduinweg 3, 1755 LE Petten **】**+31 224 56 43 47

Radarweg 60, 1043 NT Amsterdam **】**+31 224 56 44 31