

Investeren in een schone toekomst



seo economisch onderzoek

Amsterdam, juli 2010
In opdracht van het Regieorgaan Energietransitie

Investeren in een schone toekomst

De kosten en baten van een duurzame energiehuishouding in Nederland

Carl Koopmans
Bert Tieben
Marcel van den Berg
Daan Willebrands



seo economisch onderzoek

“De wetenschap dat het goed is”

SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winstoogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.

Rapportnr. 2010-40

ISBN 978-90-6733-570-6

Copyright © 2010 SEO Amsterdam. Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen en dergelijke, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld.

Inhoudsopgave

Ten geleide	i
Executive Summary	iii
1 Hoofdconclusies: Investeren in een schone toekomst	1
1.1 Economische en maatschappelijke dimensies van energietransitie.....	1
1.2 Waarom een maatschappelijke kosten-batenanalyse?.....	3
1.3 Resultaten KKBA op hoofdlijnen	6
1.4 Wat zijn de economische kansen voor Nederland?.....	9
1.5 Gevolgen voor beleid	13
1.6 Onzekerheden in het toekomstbeeld	15
2 Opzet KKBA	19
2.1 Wat kunnen we van een KKBA verwachten?	19
2.2 Toelichting analytisch kader	22
2.3 Bijdrage van de transitieplatforms	23
2.4 Projecteffecten	23
2.4.1 Directe effecten	24
2.4.2 Indirecte effecten	24
2.4.3 Externe effecten	25
2.4.4 Kosten.....	25
2.4.5 Verdelingseffecten	26
3 De invulling van nul- en projectalternatieven.....	27
3.1 Scenario's: rekening houden met onzekerheid	27
3.2 De invulling van de nulalternatieven in BAU en Blue Map	28
3.3 De invulling van de projectalternatieven.....	31
3.3.1 Indeling van de projectalternatieven.....	31
3.3.2 Ontwikkeling aan de vraagzijde	32
3.3.3 Verandering van de energiemix	40
3.4 Transitie naar duurzame mobiliteit.....	44
4 Kosten en batenanalyse	51
4.1 De baten van energietransitie	51
4.1.1 Energiebesparing.....	51
4.1.2 Voorzieningszekerheid.....	52
4.1.3 Bestedingsimpuls.....	54
4.1.4 Effect op de structurele groei	57
4.1.5 Werkgelegenheidseffecten van energietransitie	60
4.1.6 Waardering externe effecten: CO ₂ en overige emissies	63
4.2 De kosten van energietransitie	71
4.2.1 Kosten van energiebesparing	71
4.2.2 Productiekosten van de energiemix	74

4.2.3	Reguleringskosten	85
4.2.4	Kosten van belastingheffing.....	88
4.3	Kosten en baten van het nulalternatief in Blue Map.....	89
4.4	Robuustheidsanalyse.....	92
4.4.1	Discontovoet	93
4.4.2	CO ₂ -prijs.....	95
4.4.3	Leereffecten	95
4.4.4	Olieprijs	97
Bijlage A	Energiemix BAU-scenario	99
Bijlage B	Overige emissies in BAU.....	101
Bijlage C	Berekening van de productiekosten van de energiemix	103
Bijlage D	Literatuur.....	105

Ten geleide

Dit rapport is opgesteld in opdracht van het Regieorgaan Energietransitie. Aan de totstandkoming hebben veel mensen een bijdrage geleverd. De auteurs zijn de leden van de voor dit rapport geformeerde expertgroep erkentelijk voor de stimulerende discussies en kritische kanttekeningen. De leden van deze groep waren Rob Aalbers (CPB), Eric Drissen (PBL), Marc Londo (ECN Beleidsstudies), Ad van Wijk (ondernemer), Wilbert van Seggelen (Lysias), Harry Droog (lid Regieorgaan EnergieTransitie), Hans van Luijk (lid Regieorgaan EnergieTransitie), Ton Runneboom (lid Regieorgaan EnergieTransitie), Bart Jan Krouwel (lid Regieorgaan EnergieTransitie), Epe Luken (secretariaat Regieorgaan Energietransitie), Kees van Haastrecht (secretariaat Regieorgaan EnergieTransitie). De expertgroep fungeerde als klankbord. Inhoud en conclusies van dit rapport komen volledig voor rekening van de auteurs. Vertegenwoordiging in de expertgroep betekent niet dat organisaties als CPB, PBL en ECN de conclusies of kwaliteit van de studie delen of anderszins ondersteunen.

Naast de expertgroep hebben de auteurs in gesprekken en interviews veel nuttige informatie gekregen van de voorzitters en secretarissen van de Transitieplatforms Duurzame Elektriciteit, Duurzame Mobiliteit, Nieuw Gas, Groene Grondstoffen, Ketenefficiency, Gebouwde Omgeving en Kas als Energiebron. Ook zij worden dankgezegd voor hun bijdrage aan de totstandkoming van dit rapport.

Carl Koopmans
Bert Tieben
Marcel van den Berg
Daan Willebrands

Executive Summary

Investeren in een duurzame energiehuishouding in Nederland loont: de maatschappelijke baten zijn groter dan de kosten. Dit is de conclusie van een kengetallen kosten-batenanalyse van de investeringen die nodig zijn voor de totstandkoming van een duurzame energiehuishouding.

De kosten-batenanalyse is uitgevoerd tegen de achtergrond van twee economische scenario's die als mogelijk beeld voor de toekomst veronderstellen dat de wereld wel of geen gezamenlijke inspanning pleegt om duurzaamheid te bevorderen. Dit zijn geen projecties met uitspraken over een waarschijnlijke toekomst, maar analytische constructies om grip te krijgen op de onzekerheid die inherent is aan investeringen met een zichtlijn van minstens 40 jaar. Zo laat het 'business as usual' scenario zien wat er gebeurt als er geen effectieve internationale samenwerking van de grond komt om de energiehuishouding wereldwijd te verduurzamen. In dit scenario is Nederlands beleid gericht op een ambitieuze doelstelling voor duurzame energie relatief duur. De doelstellingen voor duurzame energie zijn goedkoper te realiseren in het Blue Map scenario dat veronderstelt dat via internationale afspraken wereldwijd de uitstoot van broeikasgassen en overige emissies flink wordt teruggebracht in de periode tot 2050. De resultaten voor de scenario's kunnen dus niet ongekwalficeerd vergeleken worden. Het zijn 'wat als' conclusies. Als er internationaal een flinke verduurzaming plaatsvindt zijn de kosten voor Nederland lager dan bij een "alleingang".

Er zijn verschillende routes naar minder uitstoot van broeikasgassen. Dit rapport onderzoekt de maatschappelijke kosten en baten van verschillende mogelijkheden om in Nederland in 2050 de uitstoot van CO₂ met 80% te verminderen. De centrale conclusie van het onderzoek is dat een route met veel hernieuwbare energie geen totaal ander saldo oplevert van maatschappelijke kosten en baten dan een route waarin CO₂-opslag en kerncentrales centraal staan. Voor beide opties zijn grote investeringen in kapitaal en kennis nodig.

Belangrijke onzekerheden zijn naast het beleid van andere landen: het gewicht van toekomstige generaties (disconteringsvoet), de waarde van CO₂-reducties, de ontwikkeling van energieprijzen en de snelheid waarmee de kosten van schone technieken dalen. Uit een robuustheidsanalyse blijkt dat de baten van een duurzame energiehuishouding ook onder andere, minder gunstige veronderstellingen doorgaans groter zijn dan de kosten.

De belangrijkste baten van een duurzame energiehuishouding zijn energiebesparing en lagere emissies. Daarnaast zijn er bestedingsimpulsen, wordt de economie in sommige varianten kennisintensiever en kunnen er voordelen zijn voor de energievoorzieningszekerheid. De grootste kosten zijn investeringen in energiebesparing en in andere energiebronnen. Daarnaast treden substantiële reguleringskosten en mogelijk kosten van belastingheffing op bij het tot stand brengen van deze investeringen. Een duurzame energiehuishouding leidt niet automatisch tot meer voorzieningszekerheid. Zo kan de afhankelijkheid van import van biomassa toenemen. Bij de route met CO₂-opslag en kerncentrales blijft niet alleen de afhankelijkheid van buitenlandse kolen en gas groot, maar neemt ook de afhankelijkheid van uranium toe.

De weg naar een duurzame energiehuishouding kent winnaars en verliezers. Nieuwe kansen voor omzet- en winstgroei ontstaan voor sectoren met een relatie tot de duurzame energiesector; dit verdient nader onderzoek. De verliezers zitten in de hoek van de fossiele brandstoffen zoals de delfstoffenwinning. Ook treedt er een verschuiving op van de energie-intensieve industrie naar dienstensectoren.

Deze berekeningen leiden tot belangrijke boodschappen voor het energiebeleid. Het is niet waarschijnlijk dat Nederland los van internationale afspraken een eigen doelstelling en zuiver nationaal beleid ontwerpt voor verduurzaming van de energiehuishouding. Deze kengetallen kosten-batenanalyse onderbouwt in de eerste plaats de noodzaak van internationale samenwerking. Het 'business as usual' scenario veronderstelt de Nederlandse 'alleingang' als een extreme situatie. Verduurzaming in dit scenario kent relatief hoge kosten omdat niet geprofiteerd kan worden van kennis die elders wordt ontwikkeld. Ook kan daarin veel minder worden geprofiteerd van economische kansen rond duurzame energie. Het scenario met internationale samenwerking kent dus specifieke voordelen.

De kosten-batenanalyse van het scenario met internationale samenwerking laat in de tweede plaats zien dat nationaal beleid in vervolg op internationale afspraken niet automatisch rendabel is. Via de uitwerking van internationale afspraken kan nationaal in 2050 een reductie van 50% van de CO₂-emissie worden gerealiseerd. Maatregelen die verder gaan en beogen tot circa 80% emissiereductie te realiseren kunnen alleen tegen relatief hoge kosten worden uitgevoerd, omdat de goedkope oplossingen dan al zijn benut.

In de derde plaats verdient het saldo van de maatschappelijke kosten en baten van de twee routes voor verduurzaming aandacht. Dit gaat om routes met nadruk op fossiele energiebronnen zoals kernenergie en toepassing van de afvang en opslag van CO₂ bij reguliere energiecentrales respectievelijk hernieuwbare energiebronnen zoals windenergie en zonne-energie. De opties leveren geen totaal andere conclusies op. Dit betekent dat er volgens deze kengetallen kosten-batenanalyse geen voorkeur bestaat voor een specifieke route op basis van het effect op de welvaart.

Welke route uiteindelijk de voorkeur verdient is een politieke keuze. Beide routes vragen grote investeringen in kennis en kapitaal. Dit vraagt een slagvaardige aanpak van de overheid en andere betrokken organisaties omdat anders de doelstellingen onderzocht in deze analyse niet gehaald zullen worden. Bij de beleidsmatige keuzes moet oog zijn voor het risico van padafhankelijkheid. De conclusies van dit onderzoek zijn getrokken op basis van de nu beschikbare kennis. De overheid moet via toekomstig onderzoek een vinger aan de pols houden om te waarborgen dat de ingeslagen weg de juiste is.

Tot slot verdient de keuze van beleidsmaatregelen meer aandacht. In dit onderzoek is het nationale beleid vooral ingevuld met subsidies. De kosten en baten van andere instrumenten zoals regulering verdienen nader onderzoek.

1 Hoofdconclusies: Investeren in een schone toekomst

1.1 Economische en maatschappelijke dimensies van energietransitie

De gevolgen van fossiel energieverbruik...

Vanaf de jaren zeventig staat de relatie tussen energie en klimaatverandering in een stijgende belangstelling van wetenschap en samenleving. De Nederlander Tjalling Koopmans gaf in 1975 bij het aanvaarden van de Nobelprijs voor de Economie het signaal af dat fossiele energie naast de uitputting van energiebronnen een tweede probleem kent: klimaatverandering als gevolg van de temperatuurstijging door de uitstoot van broeikasgassen.¹ 35 jaar later zijn de effecten van het fossiele energiegebruik verder onderzocht en onderbouwd. IEA (2009) spreekt van “catastrofale” gevolgen als een omslag naar meer duurzaam energiegebruik uitblijft. De Europese Unie noemt het klimaatprobleem “one of the greatest environmental, social and economic threats facing the planet.” Het “Fourth Assessment Report (AR4)” van het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) laat zien dat de gemiddelde temperatuur wereldwijd sinds 1850 met 0,76 °C is gestegen met als waarschijnlijke oorzaak de emissie van broeikasgassen zoals CO₂. Zonder corrigerende maatregelen zou de temperatuurstijging deze eeuw kunnen doorzetten met een bandbreedte van 1,8 tot 4,0 °C tot 6,4 °C in het meest extreme scenario (IPCC 2007). De Europese doelstellingen voor reductie van de broeikasgassen met 20% ten opzichte van 1990 moeten in dit licht worden gezien, mede als de afspraak tussen de landen van de G8 in L’Aquila in juli 2009 voor reductie van broeikasgassen met 80% in 2050 ten opzichte van het niveau in 1990.

...en de ambities van het klimaatbeleid

In Nederland is het beleid in de afgelopen jaren gebaseerd geweest op het kabinetsprogramma Schoon & Zuinig met als richtjaar 2020. Het Regieorgaan Energietransitie schetst in zijn visie *Duurzame energie in een nieuwe economische orde* (2008) een beeld voor de langere termijn met als doel een 100% duurzame energiehuishouding met een focus op de productie van warmte en elektriciteit. De WRR (2006) onderstreept de obstakels bij de realisatie van klimaatambities. Oplossingen lopen aan tegen de bovennationale schaal van het klimaatprobleem en de lange tijdsdimensie. De oorzaken liggen in het heden en verleden, maar de gevolgen treden met grote vertraging op. Dat heeft ook financiële gevolgen. De kosten van emissiereductie in het heden moeten worden afgewogen tegen potentiële schades in de (verre) toekomst. Dat is niet alleen een lastige kostenafweging, maar ook een lastige afweging van belangen van verschillende generaties.

Klimaatambities vragen grote investeringen...

Dit onderzoek heeft als doel om de kosten en baten van energietransitie scherper in beeld te brengen. Op dit moment ligt de nadruk sterk op de kosten van de investeringen die nodig zijn om de huidige nadruk op fossiel energiegebruik om te buigen naar een meer duurzame energiehuishouding. Zo ziet de IEA in zijn nieuwste uitgave van de *Energy Technology Perspectives*

¹ Tjalling Koopmans, speech at the Nobel Banquet, December 10, 1975. Zie: W. Odelberg, ed. (1976), *Les Prix Nobel en 1975*, Stockholm.

(2010) noodzaak voor een technologische revolutie in de energie. Wil de emissie van broeikasgassen wereldwijd in 2050 dalen naar een niveau van 50% ten opzichte van 2007 dan moeten de investeringen in de benodigde technologieën zoals windenergie op zee en CCS meer dan 40 maal het huidige niveau bedragen. Deze revolutie zou op wereldschaal volgens IEA (2008) in totaal jaarlijks US\$ 1.100 miljard kosten, ongeveer 1,1% van het wereld Bruto Nationaal Product voor ieder jaar tot 2050. Voor Europa zou de rekening volgens een recente studie van de *European Climate Foundation* (ECF) circa €50 miljard per jaar bedragen, als volstaan wordt met een transitie waarin met bewezen technologieën een reductiedoel van 80% in 2050 wordt nagestreefd.² VROM-raad en AER hebben eerder berekend dat een ambitieus plan voor energietransitie Nederland jaarlijks €4 miljard aan investeringen kost (VROM-raad/AER 2004).

...maar kennen ook maatschappelijke en economische baten

Een duurzame energiehuishouding gaat zuiniger om met energie en bespaart daarmee flinke bedragen. Volgens IEA kunnen deze besparingen tegen een discontovoet van 3% zelfs opwegen tegen de investeringskosten van het transitieproces met bestaande technologieën waarin in 2050 wereldwijd de broeikasgasemissies met 50% zijn teruggebracht (IEA 2008, p. 40). De ECF studie (ECF 2010) brengt duidelijker naar voren waar de mogelijke baten van energietransitie zitten. Een Europese voorsprong in het transitievraagstuk kan zich volgens deze studie vertalen in een concurrentievoordeel bij de export van 'clean tech'. Deze voorsprong zou kortdurend zijn maar vertegenwoordigt desalniettemin een baat van € 250 miljard voor Europa in de periode tussen 2010 en 2020. Lagere energieprijzen en productiviteitswinst versterken het comparatief voordeel op de langere termijn waarvan de omvang moeilijk is in te schatten volgens ECF. De werkgelegenheid reageert in lijn met de BBP-trend. Netto zal energietransitie weinig invloed hebben op de werkgelegenheid, maar de verschillen tussen sectoren zullen groot zijn. Zo zullen de sectoren die verband houden met duurzame energie een sterke werkgelegenheids groei laten zien die ten koste gaat van de werkgelegenheid in de fossiele energiesector. Volgens ECF (2010, p. 86) zou dit in Europa kunnen gaan om een winst van 420.000 banen tegenover een verlies van 260.000. Bij de mogelijke winst in economische groei en werkgelegenheid moeten worden opgeteld de baten van een grotere voorzieningszekerheid in de duurzame energiehuishouding en de milieuwinst van sterk verminderende emissies van broeikasgassen.

Kansen voor Nederland

De vraag die in dit onderzoek centraal staat is wat de maatschappelijke kosten en baten van energietransitie kunnen zijn voor de Nederlandse samenleving. De informatie op dit punt is volop in ontwikkeling. ECN heeft in het Optiedocument een schatting gemaakt van de kosten van verschillende instrumenten waarmee een beeld ontstaat van de marginale kostencurve voor energietransitie onder verschillende economische scenario's.³ Het Innovatieplatform heeft recentelijk benadrukt dat duurzame energie voor Nederland economisch potentieel heeft met een geschatte netto omvang van € 10 tot 16 miljard in 2020. Zo kan energietransitie een direct economisch effect hebben op het concurrentievermogen van de duurzame energiesector in ons land, bijvoorbeeld door groei van exportkansen en marktaandeel.⁴ Dit kan een groei in de werkgelegenheid betekenen van circa 38.000 tot 73.000 FTE in 2020. Daarnaast hebben investeringen in duurzame energie indirecte effecten op innovatie, volumegroei en toenemende

² Zie: ECF (2010), p. 78.

³ Zie ECN (2006).

⁴ Zie: Van der Slot, Althoff en van den Berg (2010), p. 20.

energie-efficiëntie in gerelateerde sectoren zoals chemie, voeding en hightech systemen. Dit heeft volgens deze studie een bruto effect in 2020 van € 20 tot 35 miljard per jaar.

1.2 Waarom een maatschappelijke kosten-batenanalyse?

Vraagstelling onderzoek

Voor het beleid rondom energietransitie is meer kennis nodig van de hier genoemde kosten en baten van energietransitie. De genoemde studies bieden zeker voor Nederland een partieel inzicht in de economische en maatschappelijke effecten van energietransitie. Vaak zijn de kosten van de instrumentering van energietransitiebeleid buiten beschouwing gelaten of ontbreekt inzicht in de wisselwerking op de arbeidsmarkt tussen groeiende en krimpende sectoren. Dit onderzoek beoogt op basis van bestaande gegevens een kosten- en batenanalyse uit te voeren waarin de integrale analyse van dit type effecten centraal staat. Dit betekent concreet dat een inschatting wordt gemaakt van het welvaartseffect van investeren in een schone toekomst voor alle sectoren van de economie op basis van een beoordeling van de maatschappelijke kosten en baten.

De toegevoegde waarde van een maatschappelijke kosten-batenanalyse

Energietransitie is geen blauwdruk: er zijn meerdere routes naar een schonere toekomst mogelijk. Zo kan worden gekozen voor ondergrondse opslag van CO₂, maar ook voor inzet van meer hernieuwbare bronnen zoals wind en zon. Het is de vraag welke route vanuit maatschappelijk en economisch perspectief gewenst is. Uiteindelijk wordt dat bepaald door de politiek, maar het is bij dergelijke grote keuzes nuttig als er integrale informatie is over de baten en kosten.

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) is een systematische methode om de kosten en baten van overheidsbeleid voor de samenleving in kaart te brengen. Een MKBA drukt alle aspecten waaraan mensen waarde hechten (voor zover mogelijk) in geld uit en telt deze op. Dat geldt ook voor zaken die meestal niet in geld worden gewaardeerd zoals klimaatverandering en emissies. Een MKBA geeft als output veelal een baten-/kostensaldo of baten-/kostenverhouding. In de praktijk leiden maatregelen voor sommigen tot baten en voor anderen tot kosten: de zogenoemde verdelingseffecten. 'De politiek' maakt de afweging tussen het kosten-/batensaldo en de verdelingseffecten, waarbij ook eigen afwegingen door politici meespelen, zoals electorale effecten. Er hoeft dus niet conform de MKBA besloten te worden, maar de MKBA bevat wel belangrijke inhoudelijke informatie ten behoeve van een politiek besluit.

Analyse op basis van kengetallen

Het uitgevoerde onderzoek is een zogenaamde kengetallen kosten-batenanalyse (KKBA). De cijfers zijn ontleend aan beschikbare literatuur. Er zijn geen energiemodellen opgesteld of andere uitvoerige berekeningen voor de Nederlandse en mondiale energievoorziening uitgevoerd. Deze aanpak past bij een eerste verkenning van een breed palet aan mogelijkheden, maar het stelt ook beperkingen aan de conclusies die op basis van dit onderzoek getrokken kunnen worden.

Beleidsmatige doelstellingen in de MKBA

Het doel van energietransitie is een ingrijpende vergroening van de Nederlandse energievoorziening. In lijn daarmee is in de MKBA uitgegaan van 80% emissiereductie in alle

transitievarianten. Met dit uitgangspunt sluit de studie aan bij bijvoorbeeld de afspraken gemaakt op de G8-top in juli 2008 en de doelstelling van IEA-scenario's en de recente studie van het ECF (2010). Bij de energietransitie zijn twee routes onderscheiden:

- De fossiele route. Hierbij blijft het fossiele energiegebruik hoog, ondanks een hogere energiebesparing. De CO₂-emissie wordt gereduceerd door te investeren in kernenergie en CO₂-afvang en -opslag.
- De hernieuwbare route. Hierin wordt nog sterker ingezet op besparing. Bovendien wordt sterker geïnvesteerd in hernieuwbare energiebronnen, in het bijzonder wind, zon en biomassa.

Nulalternatief versus projectalternatief

Deze twee routes heten in de terminologie van een maatschappelijke kosten-batenanalyse een projectalternatief. Het projectalternatief geeft de opties aan die voor beleidsmakers van belang zijn. Om de kosten en baten van de beleidskeuzen in beeld te brengen worden de projectalternatieven vergeleken met een nulalternatief. Dit nulalternatief is het startpunt voor de analyse en betreft meestal de veronderstelling dat het huidige beleid ongewijzigd wordt voortgezet. Voor de projectalternatieven worden de maatschappelijke kosten en baten uitgerekend in relatie tot dit nulalternatief.

De rol van omgevingsscenario's

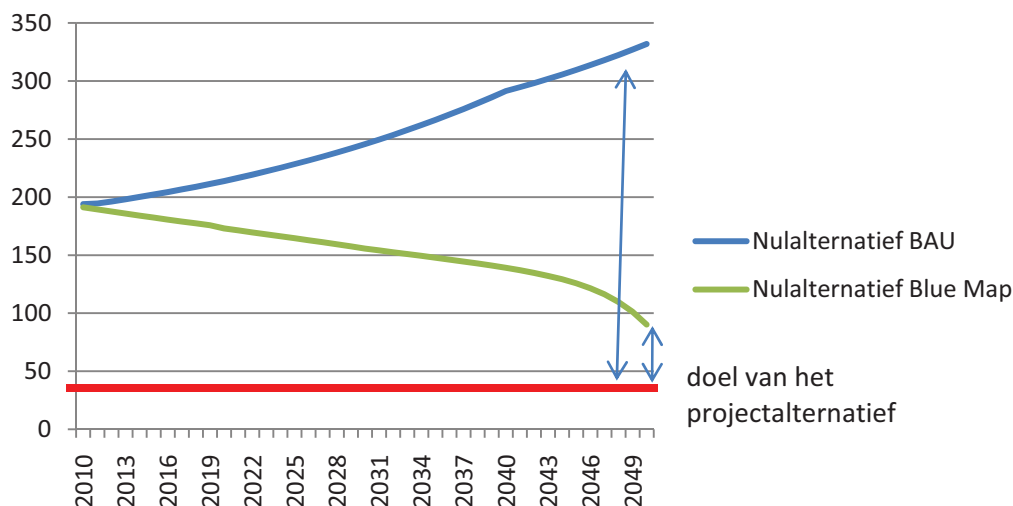
Om de invloed van de internationale omgeving zichtbaar te maken zijn de twee projectalternatieven door gerekend in twee omgevingsscenario's: een BAU-scenario met 'business-as-usual' eigenschappen en een "Blue map" scenario waarin internationaal veel energie- en milieubeleid worden gevoerd. De omgevingsscenario's specificeren alleen de economische achtergrond waartegen de investering in een duurzame energiehuishouding plaatsvindt. Er kan geen beleidsmatige keuze voor of tegen een scenario worden gemaakt. Het gaat om ontwikkelingen die voor ons land een gegeven factor zijn.

Een scenario is geen projectie met uitspraken over een waarschijnlijke toekomst, maar een analytische constructie om grip te krijgen op de onzekerheid die inherent is aan investeringen met een zichtlijn van minstens 40 jaar. Zo laat het 'business as usual' scenario zien wat er gebeurt als er geen effectieve internationale samenwerking van de grond komt om de energiehuishouding wereldwijd te verduurzamen. In dit scenario is Nederlands beleid gericht op een ambitieuze doelstelling voor duurzame energie relatief duur. De doelstellingen voor duurzame energie zijn goedkoper te realiseren in het Blue Map scenario dat veronderstelt dat via internationale afspraken wereldwijd de uitstoot van broeikasgassen en overige emissies flink wordt teruggebracht in de periode tot 2050. De resultaten voor de scenario's kunnen dus niet ongekwalificeerd vergeleken worden. Het zijn 'wat als' conclusies. De beleidsruimte voor de Nederlandse overheid ligt bij de vergelijking tussen de projectalternatieven fossiel en hernieuwbaar, gegeven de situatie in het omgevingsscenario.

Figuur 1.1 licht het verschil tussen nulalternatief en projectalternatief toe aan de hand van een grafiek. De grafiek schetst de ontwikkeling van de CO₂ emissie in beide omgevingsscenario's. Door de hoge economische groei stijgt de CO₂-emissie in het BAU-scenario met circa 70% in de periode tot 2050. Dit is de ontwikkeling die zal plaatsvinden onder de veronderstelling dat er niets verandert aan het huidige nationale en internationale beleid. Bestaand beleid wordt

uitgevoerd en waar ingezet beleid eindig is zal het op de voorziene datum stoppen. In het Blue Map is dit bestaande beleid van een andere orde dan in BAU. Blue Map voorziet in een gecoördineerde aanpak van landen gericht op verduurzaming van de energiehuishouding. De deelname van Nederland resulteert in een nulalternatief dat 50% emissiereductie in ons land realiseert (ten opzichte van 1990). Dit is het gevolg van de nationale invulling van de internationale afspraken in ons land die in dit nulalternatief als een gegeven gelden.

Figuur 1.1 Vergelijking ontwikkeling nulalternatief en doelstelling projectalternatief (in Mton CO₂)



De projectalternatieven specificeren de beleidsruimte van Nederland tegen de achtergrond van de omgevingsscenario's. De projectalternatieven hebben hetzelfde doel: 80% emissiereductie ten opzichte van 1990. Dit doel is weergegeven met de rode lijn in Figuur 1.1. Voor het BAU-scenario biedt dit doel voor de projectalternatieven een heel andere opgave dan voor het Blue Map scenario. Er moet in BAU via de projectalternatieven een veel grotere reductie tot stand komen dan in Blue Map. In Blue Map realiseert het nulalternatief al een reductie. Dit verschil heeft gevolgen voor de maatschappelijke kosten en baten van de projectalternatieven tegen de achtergrond van een verschillend omgevingsscenario. De vergelijking tussen de scenario's mag, zoals Figuur 1.1 laat zien, niet zomaar gemaakt worden omdat het startpunt verschillend is.

Betekenis van het nulalternatief Blue Map

In het nulalternatief Blue Map is het 'bestaand' beleid van een heel andere orde dan in BAU. Dit bestaand beleid moet gezien worden tegen de achtergrond van de kenmerken van het omgevingsscenario. Als dit scenario zich voordoet, zal Nederland partner zijn in de internationale coalitie die nodig is voor realisatie van dit scenario. Het is niet waarschijnlijk dat ons land zich in deze situatie aan internationale afspraken voor verduurzaming van de energiehuishouding zal onttrekken. Het scenario Blue Map zal volgens de specificaties van IEA wereldwijd leiden tot 50% emissiereductie van CO₂. Het onderzoek veronderstelt dat het nulalternatief Blue Map ook 50% emissiereductie bereikt. Dit is het gebonden deel van de internationale afspraken; gebonden omdat Nederland conform de internationale afspraken geen of maar weinig keus zal hebben bij implementatie van de maatregelen, zoals een emissiehandelssysteem en verschillende vormen van regulering. Blue Map impliceert dat de ontwikkelde economieën uiteindelijk meer dan 50% emissiereductie moeten realiseren om wereldwijd gemiddeld 50% reductie te bereiken. Dit

rapport veronderstelt dat Nederland uiteindelijk in 2050 80% emissiereductie bereikt. Dit gebeurt via de maatregelen die onderdeel zijn van de projectalternatieven. De projectalternatieven belichamen de nationale beleidsruimte bij deelname aan de internationale samenwerking en zijn voor een deel invulling van de internationale maatregelen via zelf te kiezen instrumenten en deels aanvulling via extra beleid.

1.3 Resultaten KKBA op hoofdlijnen

Totaalbeeld

De hoofdconclusie van deze KKBA is dat investeren in de transitie naar een duurzame energiehuishouding in Nederland een rendabele activiteit is. Deze conclusie volgt uit het saldo van de maatschappelijke baten en kosten in Tabel 1.1. Voor de twee projectalternatieven in het BAU-scenario zijn de maatschappelijke baten hoger dan de maatschappelijke kosten. De netto contante waarde van dit positieve saldo ligt afhankelijk van het projectalternatief tussen € 185 miljard en € 340 miljard. Bij het Blue Map scenario is het startpunt anders dan bij de projectalternatieven in het BAU-scenario, omdat in het nulalternatief al een stevig begin is gemaakt met de transitie naar een duurzame energiehuishouding. De netto baten van deze start via internationale samenwerking zijn circa € 204 miljard tot € 301 miljard. Dit is de som van de maatschappelijke kosten en baten in Nederland als ons land via deelname aan internationaal beleid bijdraagt aan de transitie naar een duurzame energiehuishouding. De projectalternatieven in Blue Map veronderstellen dat Nederland nog een stap verder gaat en via eigen beleid de CO₂-emissie terugbrengt tot 80% van het 1990-niveau. Dit levert een saldo op van – € 83 miljard tot € 9 miljard, afhankelijk van het projectalternatief.

Nationaal versus internationaal beleid

De verschillen van het resultaat voor de BAU- en Blue Mapsscenario's zijn te verklaren door het internationale beleid. BAU veronderstelt een 'alleingang' van Nederland bij de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Dit is relatief duur, omdat internationale samenwerking kostenvoordelen biedt door betere kansen voor technologische ontwikkeling en schaalearde effecten. De netto baten van internationaal beleid, die in Tabel 1.1 zijn berekend voor het Blue Map scenario, zijn per ton vermeden CO₂-emissie hoger dan voor de projectalternatieven in het BAU-scenario. De nationale maatregelen in vervolg op de internationale samenwerking zijn echter niet automatisch rendabel, zoals blijkt uit het saldo van de maatschappelijke kosten en baten van de projectalternatieven in Blue Map. De nationale inzet loopt aan tegen het probleem dat de relatief goedkope maatregelen al zijn genomen bij implementatie van de internationaal vastgelegde acties.

De maatschappelijke kosten van de projectalternatieven in BAU zijn relatief hoog door het ontbreken van internationale samenwerking. Het saldo van de projectalternatieven in BAU is hoger dan het saldo van nationaal en internationaal beleid in Blue Map. Dit komt doordat in Blue Map een lagere waardering voor de baat van vermeden CO₂-emissie is toegepast. In de robuustheidsanalyse is de waardering van CO₂ in BAU gehalveerd. Dan komt duidelijk naar voren dat de netto baten van internationaal en nationaal beleid in Blue Map hoger zijn dan voor de projectalternatieven in het BAU-scenario.

Weinig verschillen tussen de projectalternatieven fossiel en hernieuwbaar

De kosten en baten van energietransitie zijn voor verschillende vormen van energietransitie – fossiel versus hernieuwbaar – van vergelijkbare orde van grootte. Het projectalternatief met veel hernieuwbare energie levert met circa € 185 tot 315 miljard in BAU en € 141 tot 310 miljard in Blue Map geen totaal ander saldo op van maatschappelijke kosten en baten dan het projectalternatief waarin CO₂-opslag en kerncentrales centraal staan. Voor beide opties zijn grote investeringen in kapitaal en kennis nodig.

De invloed van onzekerheid

Uit een robuustheidsanalyse blijkt dat de baten van een duurzame energiehuishouding ook onder andere veronderstellingen doorgaans groter zijn dan de kosten. Belangrijke onzekerheden zijn naast het beleid van andere landen: het gewicht van toekomstige generaties (disconteringsvoet), de waarde van CO₂-reducties, de ontwikkeling van energieprijzen en de snelheid waarmee de kosten van schone technieken dalen.

Soorten baten en kosten

- Een belangrijke baat van energietransitie is de vermindering van CO₂-emissies. Daardoor daalt de Nederlandse bijdrage aan het broeikaseffect. De onderzochte varianten zijn zo ingevuld dat steeds in 2050 een reductie van 80% optreedt ten opzichte van 1990.
- Aan de batenkant is ook energiebesparing een belangrijk onderdeel. Energiebesparing verhoogt het beschikbaar inkomen van huishoudens en bedrijven. Dit vormt koopkracht die voor andere doeleinden kan worden ingezet waarmee een welvaartsverbetering tot stand komt.
- Een ander potentieel voordeel is voorzieningszekerheid. Naarmate Nederland minder energie verbruikt, hoeft er minder te worden geïmporteerd uit een beperkt aantal landen en regio's waar bovendien de politieke stabiliteit een risico vormt. Van prijsschommelingen op de wereldmarkt kan Nederland zich echter niet afschermen. Zo kan de afhankelijkheid van import van biomassa toenemen. Bij de fossiele route blijft niet alleen de afhankelijkheid van buitenlandse kolen en gas groot, maar neemt ook de afhankelijkheid van uranium toe.
- Andere baten zijn dat extra bestedingsimpuls optreden en dat de Nederlandse economie kennisintensiever wordt en de investeringen toenemen. Aangezien de arbeidsmarkt op lange termijn in evenwicht blijft, zijn er alleen op korte termijn extra banen via bestedingsimpuls. Op lange termijn verschuift de werkgelegenheid naar andere sectoren en neemt de arbeidsproductiviteit toe waardoor de toegevoegde waarde stijgt. Dit leidt tot extra structurele groei. De bestedingsimpuls en het effect op de structurele groei leveren per saldo een bescheiden bijdrage aan de totale baten. In het projectalternatief 'fossiel' in het Blue Map scenario is het groei-effect negatief. Dit betekent dat is geïnvesteerd in kapitaal dat per saldo minder productief is dan het kapitaal waarvoor het in de plaats komt.
- Aan de kostenkant zien we de keerzijde van de besparingen. Energiebesparing is geen 'free lunch': er zijn investeringen voor nodig, zoals zuinigere automotoren, isolatie in de gebouwde omgeving, WKK-installaties enzovoort.
- Verder spelen reguleringskosten en kosten van belastingheffing een rol. Energietransitie komt niet vanzelf tot stand. Regulering brengt welvaartsverlies met zich mee als het bedrijven en huishoudens dwingt tot het doen van uitgaven die ze anders niet hadden

gedaan, zoals investeren in energiebesparing; en de overheid maakt handhavingskosten. Het stimulerende beleid van de overheid vraagt ook om subsidies waarvoor belastingen moeten worden geheven. Dit heeft potentieel een versturende werking op de economie en daarmee een negatief welvaartseffect.

Tabel 1.1 Transitie naar een duurzame energiehuishouding rendabel*

Nulscenario	Business-as-usual		Blue Map		
Startpositie	Geen internationaal beleid		Veel internationaal beleid		
Beleidsalternatief Nederland	Vrije beleidsruimte		Vrije beleidsruimte		Kosten en baten
	Fossiel	Hernieuwbaar	Fossiel	Hernieuwbaar	Internationaal beleid
BATEN					
<i>Directe effecten (energiemarkt)</i>					
Energiebesparing	189	189	42	42	155
Voorzieningszekerheid	0 à 11	0 à 10	0 à 3	0 à 4	8
<i>Indirecte effecten (andere markten)</i>					
Bestedingsimpuls	32 à 77	28 à 64	1 à 15	9 à 20	11 à 39
Structurele groei	2 à 7	4	-3 à -2	2	2
<i>Externe effecten</i>					
CO ₂ reductie tot 2050	183	175	13	15	144
Reductie overige emissies	66	61	12	18	50
Totaal baten	471 à 532	456 à 502	65 à 83	87 à 102	370 à 399
KOSTEN					
Besparingsmaatregelen	59 à 177	59 à 177	19 à 58	19 à 58	24 à 109
Productie energiemix	39 à 79	49	1 à 14	11 à 17	20 à 30
Reguleringskosten	33 à 65	33 à 65	42 à 83	42 à 83	14 à 40
Kosten belastingheffing	0 à 22	0 à 26	0 à 10	0 à 12	11 à 16
Totaal kosten	131 à 343	141 à 318	62 à 166	78 à 165	68 à 195
SALDO (netto baten)	188 à 340	185 à 315	-83 à 3	-63 à 9	204 à 301
SOM netto baten nationaal en internationaal beleid	188 à 340	185 à 315	121 à 304	141 à 310	

* Netto contante waarden, bedragen in miljarden euro, discontering 5,5% en 4% voor niet omkeerbare effecten

Bron: berekeningen SEO Economisch Onderzoek

Beperkingen

Deze studie brengt de kosten en baten van een duurzame energiehuishouding op hoofdlijnen in kaart. Daarbij is een groot aantal aspecten niet in detail ingevuld. Voorbeelden zijn de exacte

vormgeving van het nationale en internationale beleid, de import en export van energie en het tijdpatroon van kosten en baten na een investering. De nadruk ligt op het in kaart brengen van de orde van grootte van de totale kosten en baten van een duurzame energiehuishouding. Het precies invullen van alle onderdelen zou een veel uitvoeriger onderzoek vereisen.

1.4 Wat zijn de economische kansen voor Nederland?

De economische kansen voor energietransitie houden verband met de belangrijke rol van energie in het economische leven. Energie is het product van een omvangrijke economische sector binnen de landsgrenzen met in 2007 een netto omzet van € 67,2 miljard en een werkgelegenheid van gemiddeld 34.200 FTE.⁵ Daarnaast voorziet de consumptie van energie in een eerste levensbehoefte en vormt het een belangrijke productiefactor voor een belangrijk deel van het bedrijfsleven. Jaarlijks bedraagt de energierekening van de Nederlandse bedrijven gezamenlijk ongeveer € 30 miljard (cijfer voor 2007). Iedere euro besparing op dit bedrag zou een directe baat betekenen en kansen voor omzet- en productiegroei.⁶

Kortetermijneffect: Bestedingsimpuls...

Dit onderzoek onderscheidt bij de analyse van de economische kansen van energietransitie kortetermijn- en langetermijneffecten. Bij de kortetermijneffecten staat centraal dat de investeringen in energietransitie extra omzet en werkgelegenheid genereren bij de direct betrokken sectoren zoals de producenten van duurzame energie en de fabrikanten in de bedrijfskolom van windenergie, biomassa, zonne-energie enzovoort. De extra omzet voor deze sectoren zal uitstralen naar andere sectoren omdat toeleveranciers bijvoorbeeld ook profiteren en werknemers het eventuele extra loon zullen besteden of sparen. Het gevolg is een bestedingsimpuls die in de macro-economie bekend staat als de inkomensmultiplier. Dit onderzoek analyseert de bestedingsimpuls aan de hand van een multiplier die rekening houdt met weglekeffecten van de bestedingsimpuls als gevolg van belastingbetaling en extra import uit het buitenland. Hierdoor verdwijnt de extra koopkracht naar respectievelijk de schatkist en het buitenland. Het resultaat is een standaardwaarde van de multiplier die overeenkomt met de soortgelijke analyses door bijvoorbeeld het CPB. Hierbij is rekening gehouden met het tijdelijke karakter van een bestedingsimpuls. Op korte termijn genereert de impuls extra productie en werkgelegenheid maar op de langere termijn reageert de arbeidsmarkt met loonsverhogingen en resulteert slechts inflatie en dus een nominaal effect. De veronderstelling is dat deze aanpassing ongeveer 10 jaar duurt zodat het effect van de investering na deze periode is uitgewerkt. Ook dit is een standaardaanname uit de economische theorie.⁷

Figuur 1.2 geeft het effect van de bestedingsimpuls weer voor de vier projectalternatieven. Het effect hangt enerzijds samen met de omvang van de investering en anderzijds met de mogelijkheid de bestedingen om te zetten in binnenlandse productie en toegevoegde waarde. Zo heeft een investering in kernenergie een kleiner multipliereffect dan een investering in duurzame energie vanwege de locatie van de producenten van dit type centrales. Een kerncentrale moet in het buitenland worden besteld en waardoor de bestedingsimpuls voor een belangrijk deel weglekt

⁵ Het gaat hier om de SBI-categorieën delfstoffenwinning en energiebedrijven.

⁶ Alle gegevens: CBS Statline.

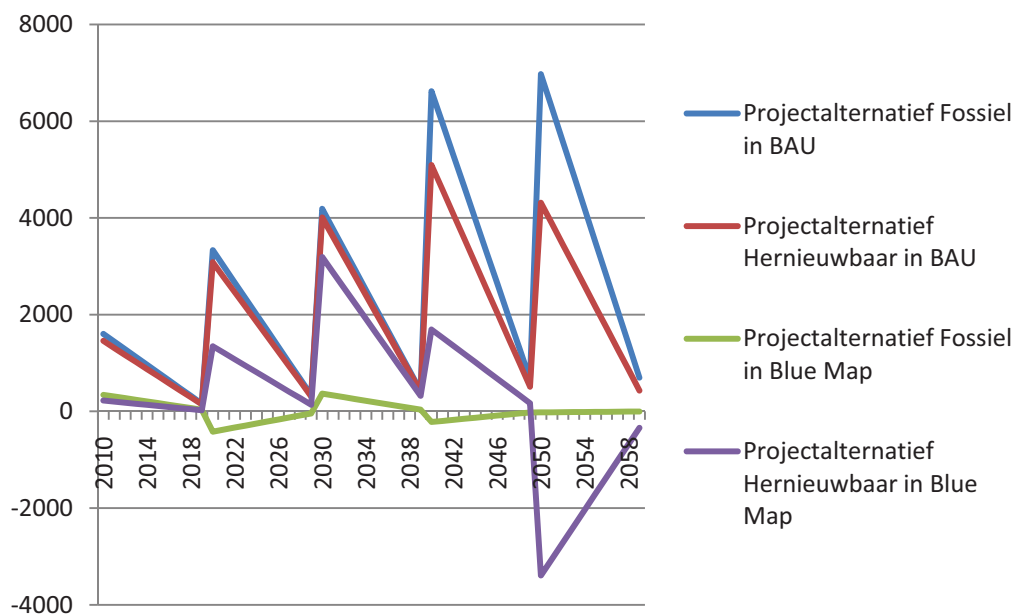
⁷ Zie bijvoorbeeld het onderzoek van De Nooij en Theeuwes (2004) waarin het belang van het weglekken van bestedingen naar het buitenland voor de kracht van de multiplier wordt benadrukt.

in de vorm van toegenomen import. Zoals de figuur laat zien, kan de bestedingsimpuls ook negatief uitpakken als de desinvesteringen (verdwijnen productiepark fossiele energie) de investeringen in hernieuwbare opties overtreffen. Dit gebeurt bijvoorbeeld in het Blue Map scenario. Per saldo ligt de netto contante waarde van de bestedingsimpuls tussen de € 1 en 77 miljard.

...en de voordelen van energiebesparing en voorzieningszekerheid

Naast het bestedingseffect is een direct effect van een duurzame energiehuishouding de lagere energierekening en de mogelijke versterking van de voorzieningszekerheid. De Nederlandse industrie produceert relatief energie-intensief waardoor er op macro-economisch niveau een relatie bestaat tussen energiekosten en de ruilvoet (zie CPB 2010, p. 41). Energiebesparing genereert als direct effect een versterking van de concurrentiepositie van het exporterende bedrijfsleven. Deze baat is in de KKBA als een statisch effect verwerkt. Dit betekent dat alleen rekening is gehouden met het voordeel van lagere energiekosten door energiebesparing, maar dat het mogelijke concurrentievoordeel buiten beschouwing is gebleven. Dit moet zich op langere termijn in een groeiend marktaandeel vertalen maar dit effect is met de beschikbare informatie niet te berekenen. De omvang van de baat die kan wordt toegerekend aan energiebesparing ligt tussen de €42 en €189 miljard.

Figuur 1.2 Omvang bestedingsimpuls in de tijd (bruto), in € miljoen per jaar, 2010-2060



Fossiele energiebronnen zoals aardgas en aardolie kennen een relatief volatiel prijsverloop dat voor binnenlandse partijen niet is te beïnvloeden, omdat de energiemarkten bij uitstek internationaal zijn. De economische kosten hiervan kennen twee componenten: marktmacht doordat buitenlandse producenten via collusie de marktprijs opdrijven en de economische schade die ontstaat door onverwachte fluctuaties in het energieaanbod en de energieprijzen. De omvang van deze kostenpost is gekwantificeerd en kan als baat worden toegeschreven aan de transitie naar een duurzame energiehuishouding. De waarde van deze baat ligt afhankelijk van het

omgevingsscenario tussen de € 3 en € 11 miljard. Overigens kan Nederland zich met eigen duurzame energiebronnen niet afschermen van internationale schaarste: als bijvoorbeeld de prijs van elektriciteit internationaal stijgt, zullen andere landen in Nederland elektriciteit kopen. Daarom is het onzeker of deze baat daadwerkelijk zal optreden.

Langetermijneffecten: productiviteit

Op de lange termijn gaan andere effecten een rol spelen. ECF (2010) legt de nadruk op de economische winst die ontstaat door de productiviteitseffecten van energietransitie. Dit effect kan plaatshebben via drie kanalen.

- *Investeren in kennis:* De technologie voor energietransitie moet voor een deel nog ontwikkeld worden. Dit vraagt investeringen in kennis en ontwikkeling met kansen voor innovatie. Innovatie vertaalt zich in een hogere toegevoegde waarde per gewerkt uur omdat technologische ontwikkeling effect heeft op de productiviteit van zowel fysiek kapitaal (machines) als menselijk kapitaal. Dit effect is de multifactorproductiviteit.
- *Groei van de kapitaalgoederenvoorraad.* Investeren in duurzame energie vraagt enorme investeringen in grondstoffen, centrales en energienetwerken. Voor een deel betreft dit vervanging van bestaand kapitaal, voor een ander deel gaat het om uitbreidingsinvesteringen die effect hebben op de arbeidsproductiviteit. Dit effect ontstaat als werknemers in de betrokken sectoren door de uitbreidingsinvesteringen in staat worden gesteld kapitaalintensiever en daarmee productiever te werken. In de macro-economie is groei van de arbeidsproductiviteit een van de hoofdmotoren van de economische groei. Dit effect is een structureel effect. Dat betekent dat er alleen een economische baat uit voortkomt als energietransitie de economie naar een hoger structureel groeipad duwt.
- *Aanpassing economische structuur.* Het proces van energietransitie kent winnaars en verliezers. De winnaars zijn de economische sectoren met nieuwe kansen voor omzet- en winstgroei. Dit zal bijvoorbeeld het geval zijn in de sectoren met een relatie tot de duurzame energiesector. Volgens onderzoek van het Innovatieplatform zijn de kansen voor groei het grootst in de deelmarkten offshore wind, biomassa, biobrandstoffen en biogas. Via spillover effecten kunnen sectoren als chemie, agro en voeding hier de vruchten van plukken. De verliezers van dit transitieproces zitten in de hoek van de fossiele brandstoffen zoals de delfstoffenwinning. Deze verschuiving in de economische structuur heeft een macro-economisch effect als de groeisectoren per saldo productiever zijn dan de krimpsectoren. Dit effect vertaalt zich ook in een groei van de arbeidsproductiviteit en daarmee van de economische groei.

Dit onderzoek berekent op basis van kengetallen de omvang van de productiviteitseffecten. Daarbij maakt de studie onderscheid tussen verschillende vormen kapitaal. Investerings in de elektriciteitsproductie hebben een ander effect op de arbeidsproductiviteit dan bijvoorbeeld investeringen in groene grondstoffen die bij een ander onderdeel van de energievraag aanhaken, namelijk de vraag naar energie als grondstof. Dit leidt tot een indeling in drie categorieën:

- Fysiek kapitaal nodig voor elektriciteitsproductie. Dit betreft de kapitaalinvesteringen in de elektriciteitsproducerende industrie, zowel hernieuwbaar als fossiel. Kapitaal bestaat uit centrales en distributie- en transportleidingen;
- Investerings in de productie van groene grondstoffen zoals de natte teelt van zeewier en microalgen;
- Overig fysiek kapitaal dat vooral energiegerelateerd is zoals de productie van biogas.

De kapitaalinvesteringen in deze categorieën hebben effect op de toegevoegde waarde per gewerkt uur - dit is de definitie van de arbeidsproductiviteit – in zoverre de investeringen de gemiddelde werknemer in staat stellen meer te produceren per gewerkt uur tegen gemiddeld lagere kosten of hetzelfde productieniveau tegen gemiddeld genomen lagere kosten. Voor verschillende energieopties zal dit effect in eerste instantie niet optreden vanwege de onrendabele top die erop neerkomt dat de gemiddelde kostprijs stijgt in plaats van daalt. We veronderstellen echter dat de aanwezigheid van subsidieregelingen het voor ondernemers toch aantrekkelijk maakt om in de ontwikkeling van duurzame energie te investeren. Het verschil in kosten van de energieopties wordt op deze wijze geëgaliseerd waarna het effect van een kapitaalintensievere productiemethode via de gebruikelijke kanalen effect op de lange termijn economische groei zal hebben.

Dit effect is berekend door de kapitaalinvesteringen te vermenigvuldigen met de output elasticiteit. Deze elasticiteit geeft aan in welke mate extra kapitaal van invloed is op de groei van de productie. Zo berekenen Égert, Kožluk en Sutherland (2009) een productie-elasticiteit van 0,25 voor investeringen in elektriciteitsproductie voor Nederland. Dit betekent dat 1% groei in de kapitaalgoederenvoorraad in de elektriciteitsproductie leidt tot stijging van de productie in Nederland op lange termijn met een kwart van deze investering, maar dat is dan wel een structureel effect. Voor de investeringen in groene grondstoffen is de output elasticiteit met 0,18 lager. Voor het overig fysieke kapitaal is een gemiddelde elasticiteit van 0,2 verondersteld.

Investeren in energietransitie veroorzaakt verder groei van de voorraad kenniskapitaal. Dit is het resultaat van innovatie en r&d. Dit effect heeft gevolgen voor de mogelijkheden van zowel kapitaalgoederen als werknemers om per gewerkt uur toegevoegde waarde te genereren, de multifactorproductiviteit. Er is voor deze studie een schatting gemaakt van het aandeel r&d als percentage van de totale bedrijfsinvesteringen. Dit percentage is ongeveer 16%. De investeringen in r&d hebben ook een output elasticiteit die op basis van onderzoek 0,13 blijkt te zijn (Guellec en Van Pottelsberghe de la Potterie 2001). Dit betekent dat 1% stijging van de investeringen in r&d op de lange termijn de productie met 0,13% van dit investeringsbedrag laten stijgen. Naast het bedrijfsleven investeert ook de overheid in energie-r&d. We veronderstellen dat dit op basis van ‘matching’ gebeurt. De bijdrage uit publieke middelen in energie-r&d is evenredig aan de private investering. De output elasticiteit van publieke r&d ligt vanwege grotere spillover effecten met 0,17 hoger dan bij de private r&d.

De impact van het groei-effect blijkt desalniettemin beperkt. Tabel 1.1. laat zien dat het groei-effect voor de hernieuwbare projectalternatieven sterker is dan voor de fossiele alternatieven. Dit komt doordat de investering in hernieuwbare energieopties zoals windenergie en zonne-energie op de lange termijn een groter effect hebben op de groei van de arbeidsproductiviteit dan bij investeringen in CCS-opties. In Blue Map ontstaat een negatief groei-effect bij het projectalternatief Fossiel. Dit komt door de dominantie van investeringen in CCS-technologieën die vergeleken met investeringen in reguliere kolencentrales de arbeidsproductiviteit eerder verlagen dan verhogen.

1.5 Gevolgen voor beleid

De uitkomst van de KKBA heeft gevolgen voor de beleidsdiscussie rondom energietransitie. Het beleid in Nederland is sterk gericht op het zoeken van samenwerking om de transitie naar een duurzame energiehuishouding vorm te geven. Dit is een natuurlijke reactie gezien het aandeel van Nederland in de wereldwijde emissie van broeikasgassen. De oorzaak van het klimaatprobleem is mondiaal en dat betekent dat de oplossing van een brede coalitie moet komen en niet kan rusten op de schouders van een enkele partij zoals een individueel land (VROM raad/AER 2004; WRR 2006, pp. 213-223).

Een ‘alleingang’ heeft ook in economisch opzicht nadelen, omdat niet geprofiteerd kan worden van de kennis die elders wordt ontwikkeld. Schaaffecten en leereffecten zullen kleiner zijn in een wereld waarin Nederland zonder internationale samenwerking ambitieuze stappen zet richting een klimaatneutrale energievoorziening. Dit komt tot uiting in de verschillen tussen de omgevingsscenario's. In het business-as-usual scenario besluit Nederland tot een zelfstandige koers. Dit leidt tot hoge kosten maar ook tot nog hogere baten. Deze uitkomst geeft aan dat een samenleving kan kiezen voor een eenzijdige aanpak van broeikasgasemissies als het bereid is de prijs voor dit beleid te betalen. In het Blue Map scenario wordt de aanpak bepaald door internationale samenwerking en is een nationale kop op de afspraken relatief makkelijker te realiseren zoals blijkt uit het saldo voor de projectalternatieven. Dit is ook de wereld waarin de wereldwijde markt voor duurzame energie tot bloei komt en waarin mogelijk nationaal economisch succes op deze markt kan worden geboekt. Het is zo bezien in dit scenario eenvoudiger om de kosten van energietransitie te compenseren met baten zoals grotere exportkansen en economische groei.

Een volgende boodschap voor het beleid betreft de onzekerheid van het transitieproces. Energietransitie betekent investeren onder onzekerheid omdat op voorhand niet duidelijk is welke transitiepaden de grootste welvaartswinst opleveren. Dit blijkt uit de bandbreedte van het saldo voor de projectalternatieven in beide scenario's en de conclusies van de robuustheidsanalyse. Ook biedt de KKBA geen aanleiding een duidelijke voorkeur uit te spreken voor een van de beide projectalternatieven. Het fossiele projectalternatief kent net als het hernieuwbare projectalternatief hoge investeringskosten die worden gecompenseerd door baten. De belangrijkste baat is de reductie van broeikasgasemissies die in beide projectalternatieven qua omvang per definitie gelijk is. Dit verklaart mede waarom de verschillen tussen de alternatieven beperkt zijn.

Dit biedt voor het beleid dus weinig sturing bij het bepalen van de keuzes. Welke route uiteindelijk de voorkeur verdient is een politieke keuze. Beide routes vragen grote investeringen in kennis en kapitaal. Dit vraagt een slagvaardige aanpak van overheid en andere betrokken organisaties omdat anders de doelstellingen onderzocht in deze analyse niet gehaald zullen worden. Bij de beleidsmatige keuzes moet oog zijn voor het risico van padafhankelijkheid. De transitiepaden richting de projectalternatieven fossiel en hernieuwbaar kennen beide onzekerheid en zijn beide afhankelijk van nog te ontwikkelen technologie en kennis. De conclusies van dit onderzoek zijn getrokken op basis van de nu beschikbare kennis. Het is daarom van belang dat de overheid via toekomstig onderzoek een vinger aan de pols houdt om te waarborgen dat de ingeslagen weg de juiste is.

De onzekerheden verklaren ook waarom een rol voor de overheid bij de stimulering van energietransitie gevraagd is. Dit onderzoek laat zien dat investeren in een duurzame energiehuishouding uiteindelijk maatschappelijk en economisch rendabel is. Op dit moment is het investeringsklimaat voor duurzame energie door marktfalen nog onvoldoende ontwikkeld waardoor private investeerders te weinig middelen in transitie investeren. Dit blijkt uit de subsidies die nodig zijn voor de projectalternatieven. Op de lange termijn worden de meeste opties door schaafeffecten en technologische ontwikkeling wel rendabel waarna de markt het stokje volledig van de overheid kan overnemen. Voor de tussenliggende periode zijn publieke middelen nodig.⁸

Het subsidie-instrument is in deze studie het belangrijkste overheidsinstrument. Regulering en heffingen spelen op verschillende gebieden een rol zoals bij de kilometerbeprijzing. Normering kan echter een veel uitgebreidere rol spelen zoals is voorgesteld in de brede heroverweging Klimaat en Energie. Een van de varianten is om alle subsidies voor energiebesparing af te schaffen en een verplichting in te voeren voor gebouweigenaren en bedrijven om energiebesparende maatregelen te nemen. Dit zijn varianten die niet in de KKBA zijn opgenomen. De nadruk ligt op de kosten van de stimulerende subsidies die geschat worden op circa € 40 tot € 104 miljard. De alternatieven uit de brede heroverweging zijn ook niet zonder kosten, al zijn de kosten nu wegens gebrek aan informatie buiten de heroverweging gebleven waardoor de besparingen door het afschaffen van de subsidies op zijn minst een vertekend beeld geven.⁹ Voor een preciezer antwoord op de vraag wat dit voor het saldo van de KKBA betekent is een scherpere micro-economische analyse nodig van de besparingsopties als onderdeel van de transitieaanpak. Dit is een geschikt onderwerp voor vervolgonderzoek.

Wat betekent de KKBA voor de Transitieplatforms?

De KKBA levert op verschillende punten conclusies voor de Transitieplatforms (zie Box 1.1). De besparingsmogelijkheden en de wijziging van de energiemix zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op de plannen van de Transitieplatforms. Voor een beleidsmatig oordeel over de gewenste richting van energietransitie en de investeringen die hiervoor nodig zijn, is informatie nodig over investeringskosten. Voor deze KKBA is uit verschillende bronnen een schatting gemaakt van de kosten. In sommige gevallen ontbreekt bij de platforms informatie over de kosten van de noodzakelijke investeringen waardoor het welvaartseffect van de plannen moeilijk is in te schatten.

⁸ Als het perspectief bestaat dat duurzame opties op langere termijn rendabel worden, zou afhankelijk van het rendement financiering via de kapitaalmarkt gerealiseerd kunnen worden. Dat dit niet of weinig gebeurt is mede afhankelijk van de onzekerheid rondom de technologieontwikkeling waar de financiers door kennisachterstand onvoldoende inzicht in hebben. Mogelijk werkt de kapitaalmarkt op dit punt niet goed. Dit is wellicht een vorm van marktfalen.

⁹ Het gaat om Variant 1-B van de Heroverweging: ‘normeren en reguleren in plaats van subsidiëren’. Bij de implementatie staat de kanttekening: “de kosten van implementatie en handhaving van verplichtingen voor energiebesparing in de gebouwde omgeving en bij bedrijven kunnen zeer hoog zijn. Hierover zijn geen cijfers beschikbaar.” (Brede Heroverweging Klimaat en Energie, p. 45).

Box 1.1 Publiek-private samenwerking ter bevordering van energietransitie

Investeren in een duurzame energiehuishouding is niet alleen een taak voor de overheid. Het betreft een opgave voor alle partijen in de samenleving: overheid, bedrijfsleven, kennisinstellingen en burgers. Vanuit deze gedachte zijn bij de vormgeving van het beleid voor energietransitie publiek-private samenwerkingsverbanden opgericht, de Transitieplatforms. Er zijn er zeven, op het terrein van Duurzame Elektriciteit, Nieuw Gas, Groene Grondstoffen, Duurzame Mobiliteit, Gebouwde Omgeving, Ketenefficiency en Kas als Energiebron. Taak van de platforms is het bundelen van kennis en het aanjagen van nieuwe ontwikkelingen. Doel is het vormgeven van Transitiepaden die aangeven hoe de beweging naar een duurzame energiehuishouding concreet gerealiseerd kan worden.

Een ander punt is de afstemming van de doelstellingen. De plannen van de transitieplatforms verschillen in looptijd en doelstelling. Het is belangrijk om afstemming te waarborgen. Op verschillende punten is voor de 80% doelstelling aanvullend beleid nodig. Dit geldt vooral voor beleid gericht op het terugdringen van het olieverbbruik. Dit blijkt in de uiteindelijke energiemix een factor te zijn die voor een aanzienlijk deel van de CO₂-emissie zorgt. De agenda van het Transitieplatform Duurzame Mobiliteit speelt via biobrandstoffen, elektrisch vervoer en dergelijke in op de brandstofvraag vanuit de transportsector. Het niet-energetisch verbruik van olie wordt deels door het Platform Groene Grondstoffen gedekt. Het effect van dit transitiepad kent grote onzekerheden die de vraag opwerpen of de transitieagenda voldoende in staat is om substantieel op het niet-energetische deel van het olieverbbruik te besparen. Uiteindelijk moet het totaal van de voornemens in lijn zijn met de overkoepelende doelstelling.

De analyse die nu is uitgevoerd is een maatschappelijke kosten-batenanalyse op basis van kengetallen. De conclusies van de analyse wijzen op de noodzaak op verschillende punten dieper te graven waarvoor met modellen van de energiemarkt gewerkt moet worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de interactie in het systeem tussen de verschillende opties voor duurzame energie en mogelijke conflicten in de doelstelling om zowel energiebesparing te realiseren als het aandeel duurzame energie in de energiemix te verhogen.¹⁰ Een volgende stap voor het Regieorgaan zou kunnen zijn om een integrale maatschappelijke kosten- en batenanalyse op basis van modelstudies uit te laten voeren, bijvoorkeur door de Planbureaus CPB en PBL.

1.6 Onzekerheden in het toekomstbeeld

De grootste onzekerheden in het geschetste beeld van de kosten en baten van overheidsbeleid gericht op energietransitie zijn, in volgorde van belangrijkheid (impact op de resultaten):

- *De mate waarin toekomstige generaties worden meegewogen.* Een traditionele, hoge disconteringsvoet leidt tot een lichte weging van kosten en baten na 2030. Duurzame discontering, waarin toekomstige generaties even belangrijk zijn als de huidige generatie, levert zowel bij de kosten als bij de baten een ongeveer drie keer zo hoge uitkomst op. Bovendien wordt de baten-

¹⁰ Het probleem is dat vollastinstallaties met lage marginale kosten zoals windenergie gasgestookte installaties die nodig zijn voor de besparingsdoelstelling (WKK) uit de merit order drukken. Zie: AER (2008).

/kostenverhouding dan groter, omdat bij investeringen de kost voor de baat uitgaat.¹¹ De verdeling van welvaart is bij uitstek een politieke kwestie, ook als het om verdeling tussen generaties gaat. Daarom is het aan de politiek om deze weging te bepalen.

- *De internationale omgeving.* Als internationaal een intensief energie- en CO₂-beleid wordt gevoerd, met onder andere emissiehandel voor alle landen en alle sectoren, dalen de kosten van additionele maatregelen voor energietransitie in Nederland met circa 25 tot 50%. Als de kosten van het internationale beleid voor Nederland worden meegenomen in de berekening, zijn de totale kosten voor Nederland nog steeds lager dan bij een “alleingang”
- *De waardering van de CO₂-emissies.* In de berekeningen is uitgegaan van de huidige bereidheid van de Nederlandse overheid om kosten te maken voor CO₂ reductie en van een stijging van deze waardering in de tijd. Als deze waardering wordt gehalveerd, dalen de totale baten in BAU met circa een kwart. De energietransitie blijft dan rendabel in het business-as-usual omgevingsscenario. In het Blue Map scenario gelden veel lagere prijzen voor CO₂ omdat de marginale baten en kosten van emissiereductie in dit scenario anders zijn dan in BAU. Op deze veel lagere waardering van CO₂ in Blue Map is geen robuustheidsanalyse toegepast.
- *De mate waarin de kosten van duurzame investeringen dalen (via ‘leercurven’).* Als deze daling de helft zou zijn van de waarden die in de KKBA zijn meegenomen, worden de kosten voor het implementeren van de duurzame energietechnologieën zoals zonne-energie hoger. Het uiteindelijke effect van andere leercurven op het saldo van de KKBA wordt gedempt doordat verschillende posten aan de batenkant positief gecorrigeerd zijn met de productiekosten. Dit geldt vooral voor de bestedingsimpuls. Ook is het leereffect niet in gelijke mate van toepassing op alle energietechnologieën waardoor de totale kosten van de energiemix maar voor een deel beïnvloed worden. Het effect is vooral voelbaar in de projectalternatieven met hernieuwbare energie. Hier kunnen de productiekosten met circa 50% oplopen bij halvering van het leereffect.
- *De ontwikkeling van de brandstofprijzen.* De scenario’s voorzien een stijging van de olieprijs naar \$ 121 per vat in 2050 (BAU) respectievelijk \$ 70 per vat (Blue Map).¹² IEA heeft berekend dat de voorraden wereldwijd voldoende zijn om de voorziene stijging van de energievraag naar olie te bedienen. Dit is een theoretisch potentieel. Of dit potentieel uiteindelijk in productie komt hangt van onzekere factoren af, zoals de investeringen in de oliesector. IEA ziet dit als het belangrijkste knelpunt. Blijven de investeringen in de oliesector achter bij de verwachting, dan zullen de olieprijsen door schaarste verder stijgen. De olieprijsen in de scenario’s gelden voor de lange termijn en zijn gebaseerd op de verwachte stijging van de kostprijs in de olieproductie. Een hogere olieprijs dan voorzien in de scenario’s heeft verschillende effecten:
 - De baat van energiebesparing neemt toe; besparen loont nu nog meer. Dit effect werkt positief door op het maatschappelijk saldo;
 - Fossiele energie prijst zich uit de markt; het marktaandeel van hernieuwbare energie zal stijgen. Of dit daadwerkelijk gebeurt hangt van verschillende factoren. Een daarvan is de hefboom tussen de gasprijs en de kolenprijs die bepaalt in hoeverre kolenvermogen aan marktaandeel kan winnen bij een stijging van de olieprijs. Zo veronderstelt het WLO-scenario Global Economy dat een stijging van de olieprijs geen enkel effect heeft op het duurzame vermogen. Het enige gevolg is een toename van het kolenvermogen. Een tweede factor is de hefboom tussen kolen en hernieuwbare energie. Prijsdruk op kolen kan

¹¹ Dit effect komt in de “duurzame discontering” variant niet volledig naar voren omdat met kengetallen is gewerkt waarin kosten en baten deels zijn samengevoegd.

¹² Dit zijn beide reële prijzen (dus gecorrigeerd voor inflatie). De nominale prijzen liggen veel hoger.

er uiteindelijk toe leiden dat ook de concurrentiepositie van hernieuwbare opties verbetert waarmee duurzame investeringen een boost krijgen. Dit effect is helaas lastig te berekenen bij gebrek aan gegevens over prijselasticiteiten.