



WERK, KENNIS EN INNOVATIE: EFFECTEN VAN EEN DUURZAAM ENERGIESCENARIO

EINDRAPPORT

Opdrachtgever

Greenpeace

Auteurs

Dr. Elbert Dijkgraaf

Drs. Emiel Maasland

Drs. Kees Zandvliet

Datum

14 november 2006

BEVINDINGEN EN AANBEVELINGEN GREENPEACE

Het rapport *Werk, kennis en innovatie: effecten van een duurzaam energiescenario* werd door SEOR, economisch onderzoeksinstituut verbonden aan de Erasmus Universiteit Rotterdam, gemaakt in opdracht van Greenpeace Nederland. In september 2006 presenteerde Greenpeace het energiescenario *Energy Revolution: a Sustainable Pathway to a Clean Energy Future for the Netherlands*. In deze scenariostudie wordt een drastische reductie van broeikasgassen mogelijk gemaakt door de mogelijkheden van energie-efficiency te benutten en een zo groot mogelijk gebruik van duurzame energiebronnen.

Energy Revolution

Door de verbranding van de fossiele brandstoffen olie, kolen en gas voor onze elektriciteit, transport en warmte, komt CO₂ vrij, het broeikasgas dat bijdraagt aan de opwarming van de aarde en klimaatverandering. Sinds de industriële revolutie zijn er enorme hoeveelheden CO₂ in de atmosfeer terecht gekomen. Volgens Greenpeace moeten de geïndustrialiseerde landen hun uitstoot van broeikasgassen verminderen. Die zou in 2020 30% onder het niveau van 1990 moeten liggen en in 2050 80% onder het niveau van 1990. Nederland heeft het Kyotoprotocol geratificeerd en zich verplicht de uitstoot van broeikasgassen in 2010 met 6% te reduceren. Ondanks het feit dat sinds 1990 de binnenlandse CO₂ uitstoot met 10% gestegen is, lijkt Nederland die doelstelling te gaan halen omdat het Kyotoprotocol een hoop weeffouten kent.

In het scenario *Energy Revolution: a Sustainable Pathway to a Clean Energy Future for the Netherlands* zullen rond 2050 duurzame energiebronnen meer dan 42% in de behoefte aan primaire energie kunnen voorzien, zonder kernenergie en zonder de bouw van nieuwe kolencentrales. De totale energiebesparing is 55% in 2050 ten opzichte van het referentiescenario. De CO₂-uitstoot zal in het scenario in 2050 76% zijn afgenomen. Door aanvullend beleid op overige broeikasgassen is een reductie van meer dan 80% mogelijk.

In het rapport *Werk, kennis en innovatie: effecten van een duurzaam energiescenario* worden de effecten van een schoon energiescenario met ambitieuze klimaatdoelstellingen geïnterpreteerd op het gebied van werkgelegenheid, kennis en innovatie. De evaluatie van de impact van het energiescenario werd gemaakt met behulp van tientallen bestaande economische studies en evenwichtsanalyses. Het rapport richt zich op de ontwikkeling van werkgelegenheid als gevolg van schaafeffecten, substitutie-effecten en de effecten van een grotere energie-efficiency. Ook worden de indirecte effecten van veranderingen in de Nederlandse sectorstructuur en de effecten voor de kenniseconomie door ontwikkeling en export van schone technologieën in kaart gebracht. Daarnaast worden in het rapport de som van deze effecten geanalyseerd op basis van een aantal bestaande Europese algemene evenwichtstudies.

De belangrijkste resultaten van dit rapport kunnen als volgt worden samengevat:

- Door een stijgende energie-efficiency zal in Nederland de energievraag kleiner worden (55% energiebesparing in 2050 t.o.v. referentiescenario). Het schone

energiescenario zal echter per saldo geen nadelig effect hebben voor de werkgelegenheid in de energiesector. Dit komt met name door banengroei door inzet van energie uit windmolenparken en biomassa.

- Een directe groei van werkgelegenheid in Nederland aan de onderkant van de arbeidsmarkt is te verwachten door maatregelen voor energiebesparing. Voor het bereiken van een hogere energie-efficiëntie in woningen, gebouwen, de industrie en landbouw is het noodzakelijk dat meer arbeidskrachten worden ingezet. In het rapport wordt een banengroei in bouw- en installatiesector van 3.000 tot 7.000 banen per jaar ingeschat (groeipercentage 0,8 – 1,9%).
- Indirecte werkgelegenheidseffecten door veranderingen in de energieprijzen kunnen door slimme beleidskeuzes, zoals een verlaging van de belasting op arbeid, worden omgezet in een significante banengroei. Tot 2020 is energie in het scenario duurder dan het referentiescenario. Door een verlaging van de belasting op arbeid is banengroei echter mogelijk. Na 2020 is energie in het scenario goedkoper dan het referentiescenario en is er een positief effect op de koopkracht. Door hogere energiebelasting te heffen zullen echter geen nadelige bijeffecten voor CO₂-uitstoot optreden.
- Door voorop te lopen met aantal schone energietechnieken kan Nederland eventuele 'first mover advantages' aanwenden. Bijvoorbeeld op het gebied van off shore techniek, biomassa logistiek, energiebesparingstechnologie en zonnecellen liggen er kansen. Consistent beleid op een lange termijn kan het bedrijfsleven voldoende vertrouwen geven te investeren in R&D en versterkt de Nederlandse kenniseconomie.

Op grond van de analyse kan verwacht worden dat de kans klein is dat het totaaleffect van maatregelen voor schone energie in combinatie met ambitieuze CO₂-reductiedoelstellingen negatief is. Algemene evenwichtsstudies laten juist zien dat een positief werkgelegenheidseffect verwacht mag worden.

Op basis van dit rapport worden door Greenpeace de volgende drie aanbevelingen aan het nieuwe kabinet gedaan:

- Op grond van de analyse in dit rapport lijkt de Nederlandse economie klaar voor streng klimaatbeleid. De formulering van consistent lange termijn beleid voor schone energie en energiebesparing moet topprioriteit zijn voor een nieuw kabinet. Dit moet concreet vorm krijgen in vergaande lange termijn doelstellingen voor CO₂-reductie en energiebesparing, een sterk systeem van CO₂-emissiehandel en een evenwichtig en stabiel stimuleringsbeleid voor schone energiebronnen.
- De vormgeving van het energiebeleid en het belastingstelsel bepalen voor een groot deel de effecten van schone energie op werkgelegenheid en innovatie. Een slimme instrumentenmix en een radicale 'vergroening' van het belastingstelsel helpt om eventuele negatieve effecten op de Nederlandse werkgelegenheid om te zetten in meer kennis en innovatie en een sterke banengroei.
- Om meer inzicht te krijgen in de indirecte economische effecten van de massale inzet van schone energie en strenge klimaatdoelstellingen is een verdere kwantitatieve analyse van de effecten noodzakelijk. Een nieuw kabinet moet deze effecten in kaart laten brengen door het CPB en MNP.

Greenpeace Nederland

November 2006



WERK, KENNIS EN INNOVATIE: EFFECTEN VAN EEN DUURZAAM ENERGIESCENARIO

EINDRAPPORT

Dr. Elbert Dijkgraaf

Drs. Emiel Maasland

Drs. Kees Zandvliet

<i>Contactpersoon</i>	Dr. Elbert Dijkgraaf
<i>Adres</i>	SEOR, Erasmus Universiteit Rotterdam, H 7-25 Postbus 1738 3000 DR ROTTERDAM
<i>Telefoon</i>	010-4082590
<i>Fax</i>	010-4089650
<i>E-mail</i>	dijkgraaf@few.eur.nl

INHOUD

1	Inleiding	1
2	Energiescenario	2
3	Schaaleffect	3
4	Substitutie	6
5	Hogere energie-efficiëntie	7
6	Kosten van energie	9
7	Export van technologie	15
8	Algemeen evenwichtsstudies	17
9	Conclusie	19
	Referenties	22

1 INLEIDING

In een recent rapport heeft Greenpeace een energiescenario gepresenteerd waarin aangegeven wordt dat een drastische reductie van broeikasgassen mogelijk is in de periode 2006-2050.¹ Aan deze reductie liggen twee belangrijke mechanismen ten grondslag. In de eerste plaats vindt op diverse terreinen een aanzienlijke verbetering van de energie-efficiëntie plaats. In de tweede plaats worden vervuilende vormen van energieopwekking vervangen door duurzame vormen van energieopwekking voortvloeiend uit het toenemend gebruik van biomassa, wind en zon. Verder laat het scenario zien dat kernenergie niet nodig is om doelstellingen voor broeikasgassen te halen.²

In het Greenpeace-rapport wordt kort ingegaan op de werkgelegenheidseffecten van het energiescenario. Daarbij wordt slechts gekeken naar de directe werkgelegenheid die ontstaat als meer gebruik wordt gemaakt van duurzame energiebronnen. Voor de discussie over de relevantie van het voorgestelde scenario is echter van belang dat alle relevante werkgelegenheidseffecten in kaart worden gebracht. SEOR is gevraagd om een onderzoek te doen om aan deze behoefte tegemoet te komen. In dit rapport worden daarom de diverse werkgelegenheidseffecten verkend.

Bij de inventarisatie van werkgelegenheidseffecten moet onderscheid gemaakt worden tussen hoog- en laagopgeleide arbeidskrachten. De werkgelegenheidsproblematiek van deze twee typen arbeidskrachten kunnen namelijk tegengesteld zijn. In Nederland wordt een ontwikkeling nagestreefd die de concurrentiepositie van Nederland stimuleert in de richting van kennis en innovatie (waarvoor vooral veel hoogopgeleiden nodig zijn). Onderzoek laat zien dat de grootste kansen voor de Nederlandse concurrentiepositie zijn gelegen in het bieden van nieuwe en kwalitatief hoogwaardige producten (zie bijv. Dijkgraaf e.a., 2005). Het positioneren van Nederland als kennisland is van belang omdat de concurrentie toeneemt met landen die tegen lage kosten 'simpele' producten kunnen leveren. Mede als gevolg hiervan is tegelijkertijd een ontwikkeling zichtbaar waarbij werkloosheid met name aan de onderkant van de arbeidsmarkt ontstaat (mensen met een lage opleiding). In het onderzoek zal dan ook zoveel mogelijk onderscheid gemaakt worden tussen werkgelegenheidseffecten aan de onder- en bovenkant van de arbeidsmarkt.

De economische literatuur maakt duidelijk dat een exacte inschatting van toekomstige werkgelegenheidseffecten van milieubeleid een lastige opgave is. Zo benadrukken Pfaffenberger e.a. (2006) en Stern (2006) dat een dergelijke inschatting plaats moet vinden met een alomvattende modelanalyse, maar stellen zij tegelijkertijd dat een dergelijke analyse nauwelijks mogelijk is. Dit komt onder andere omdat de uitkomsten van modelanalyses sterk samenhangen met aannames die vaak moeilijk empirisch

¹ Dit rapport is gebaseerd op scenario's ontwikkeld door het Duitse Centrum voor Lucht- en Ruimtevaart (DLR) te Stuttgart. Zie Greenpeace (2006a).

² Naar de haalbaarheid van het energiescenario zelf is door SEOR geen onderzoek gedaan en voor de inschatting van de werkgelegenheidseffecten wordt dit scenario dan ook als gegeven beschouwd.

onderbouwd kunnen worden. Op basis hiervan en als gevolg van de beschikbare onderzoekstijd is voor dit rapport dan ook gekozen voor een verkenning op basis van de literatuur. Daarmee beoogt dit onderzoek niet om zelfstandig nieuwe analyses toe te voegen, maar wel om de beschikbare kennis in de literatuur zo goed mogelijk bij elkaar te brengen. Daarbij moet natuurlijk wel bedacht worden dat vertaling van resultaten uit de literatuur naar het Greenpeace-scenario niet altijd eenduidig mogelijk is. Op dit punt komen we terug in paragraaf 8 en 9.

Dit onderzoek kijkt alleen naar de werkgelegenheidseffecten van het energiescenario van Greenpeace. Daarmee wordt dus geen uitspraak gedaan over de wenselijkheid van deze effecten. Evenmin worden de effecten op de werkgelegenheid gerelateerd aan de diverse relevante kosten en baten. Het betreft dus geen maatschappelijke kosten-batenanalyse, maar een partieel onderzoek naar de werkgelegenheidseffecten.³

De opbouw van dit onderzoek is als volgt. In paragraaf 2 wordt een kort overzicht gegeven van het door Greenpeace ontwikkelde energiescenario. Vervolgens gaan paragraaf 3 tot en met 7 in op een vijftal verschillende effecten van dit scenario op de werkgelegenheid:

- doordat minder energie geproduceerd wordt (paragraaf 3);
- door substitutie van fossiele naar duurzame energiebronnen (paragraaf 4);
- door inzet van arbeidskrachten die nodig is om een hoger energie-efficiëntieniveau te bereiken (paragraaf 5);
- doordat de prijs van energie mogelijk verandert ten opzichte van het basispad, is het mogelijk dat ook buiten de energiesector effecten op de werkgelegenheid optreden (paragraaf 6);
- door een mogelijke toename in technologische ontwikkeling (paragraaf 7).

Tenslotte gaat paragraaf 8 in op een aantal algemeen evenwichtsstudies die gekeken hebben naar de som van deze effecten en vat paragraaf 9 de conclusies van het hele onderzoek samen.

2 ENERGIESCENARIO

Greenpeace (2006a) beschrijft voor Nederland een energiescenario voor de periode 2006-2050 waarbij de emissies van broeikasgassen drastisch verminderen ten opzichte van de uitgangssituatie. In de rest van dit rapport wordt dit scenario aangeduid als het Greenpeace-scenario.⁴

De uitgangssituatie wordt beschreven in het referentiescenario dat gebaseerd is op een voortzetting van de huidige trends en beleidslijnen zoals de Europese Commissie die voorziet.⁵ De basisaannames voor dit scenario bevatten onder meer de modernisering van

³ Zie voor een recente studie die allerlei maatschappelijke kosten en baten in beeld brengt Stern (2006).

⁴ Voor een uitgebreide Nederlandse samenvatting van dit rapport, zie Greenpeace (2006b).

⁵ Zie EC (2003, 2004).

de EU-economie en de voltooiing van de interne elektriciteit- en gasmarkt, een aantal beleidsmaatregelen om duurzame energie en energie-efficiëntie te ondersteunen en de besluitvorming in een aantal EU-lidstaten om op termijn te stoppen met opwekking van kernenergie. Dit scenario bevat geen additionele beleidsmaatregelen om broeikasgasemissies te reduceren.

Het Greenpeace-scenario verschilt van het referentiescenario op de volgende punten:

- Aanzienlijke inspanningen om de mogelijkheden voor verbetering van de energie-efficiëntie van transport, elektriciteit en warmte volledig te benutten. Er wordt uitgegaan van een energie-efficiëntieverbetering van 2,6% per jaar.
- Zoveel mogelijk gebruik van duurzame energiebronnen voor de productie van warmte en elektriciteit en meer gebruik van biomassa.
- Kerncentrales worden gesloten na de maximale levensduur van 30 jaar. Dat betekent de onmiddellijke sluiting van de kerncentrale in Borssele.
- Er worden geen nieuwe kolencentrales bijgebouwd, omdat steenkool als brandstof de meeste CO₂-uitstoot per KWh veroorzaakt. Bestaande kolencentrales worden gesloten na een maximale levensduur van 40 jaar.
- Het verschil tussen de vraag naar elektriciteit en de opwekking ervan door duurzame energiebronnen wordt opgevuld door gascentrales met een hoog rendement. Gas is dus de overgangsbrandstof in dit scenario.
- Waterkracht zal niet significant toenemen ten opzichte van het niveau in 2000.
- Biomassa wordt tegen hoger rendement ingezet in warmtekrachtcentrales, in plaats van in conventionele elektriciteitscentrales.

In het Greenpeace-scenario zullen rond 2050 duurzame energiebronnen voor meer dan 42 procent in de behoefte aan primaire energie kunnen voorzien. De CO₂-uitstoot kan volgens dit scenario met 76 procent zijn afgenomen ten opzichte van het niveau in 1990. Door aanvullend beleid op de overige broeikasgassen is een reductie van meer dan 80 procent mogelijk.

3 SCHAALEFFECT

Het energiescenario van Greenpeace resulteert, door een veel hogere energie-efficiëntie, ceteris paribus, in een daling van de energievraag. Dit brengt mogelijk een schaaffect met zich mee omdat bij een lagere energievraag minder energie geproduceerd hoeft te worden waardoor de werkgelegenheid in de energiesector afneemt.

De werkgelegenheid in de energiesector bedraagt momenteel zo'n 28.000 banen (BCG, 2005). Daarmee is het aandeel in de totale werkgelegenheid zo'n 0,40%.⁶ Verwacht wordt dat de komende jaren de werkgelegenheid daalt als gevolg van efficiënter werken door meer concurrentie. Daarmee komt volgens BCG (2005) het aantal fte's op lange termijn uit op zo'n 20.000. Het aandeel in de totale werkgelegenheid neemt nog sterker af als gevolg van een groei in de totale werkgelegenheid. Hierbij moet bedacht worden dat het bij deze cijfers om de gehele energiesector gaat, dus inclusief productie,

⁶ In totaal gaat het in 2006 om ruim 7 miljoen banen (CPB, 2006).

hoogspanningsnet, handel, netwerk en levering.⁷ Het energiescenario van Greenpeace heeft met name betrekking op het onderdeel productie omdat de werkgelegenheid in de andere onderdelen niet zozeer afhangt van de hoeveelheid energie geleverd per klant, maar veelmeer van het aantal klanten.⁸ In dit onderdeel bedraagt de werkgelegenheid momenteel zo'n 2.400 banen (0,03% van de totale werkgelegenheid). De verwachting is dat dit aantal banen de komende jaren nagenoeg constant blijft.⁹ Het gaat hierbij, ten opzichte van de overige sectoren, om relatief veel hoogopgeleide menskracht.

Gezien de omvang van de werkgelegenheid in de productiesector kan niet verwacht worden dat een hogere energie-efficiëntie grote verliezen aan werkgelegenheid veroorzaakt in deze sector. Abstraherend van het substitutie-effect van fossiele naar duurzame energie (zie hiervoor paragraaf 4), gaat het maximaal om zo'n 950 banen in 2050 (zie tabel 1), wat overeenkomt met maximaal 0,01% van de totale werkgelegenheid.¹⁰

Tabel 1. Banenverlies door afnemende energievraag in energieproductiesector

	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Energieproductie referentiescenario ¹	2742	2959	3192	3326	3372	3340
Energieproductie Greenpeace-scenario ¹	2742	2571	2220	1814	1559	1420
Banen productie referentiescenario	2200	2250	2150	2000	1850	1650
Banen productie Greenpeace-scenario	2200	1950	1500	1100	850	700
Verlies aan banen	0	300	650	900	1000	950

1. In PJ per jaar, exclusief geïmporteerde elektriciteit.

Bronnen: BCG (2005), Greenpeace (2006a) en eigen berekeningen

Tot nu toe is niet geanalyseerd welke effecten ontstaan op de energie aanleverende sectoren. Dit is echter, abstraherend van het substitutie-effect, ook nauwelijks relevant omdat het overgrote deel van de werkgelegenheid dat hiermee gepaard gaat niet in

⁷ Niet meegenomen is de werkgelegenheid bij de toezichthouder, beurzen en toeleveranciers. Zie BCG (2005).

⁸ Nog steeds moet een infrastructuur in stand worden gehouden die garandeert dat aan alle klanten energie geleverd kan worden. Wel kan, bij een sterk afnemende vraag, de capaciteitsdimensionering kleiner uitgevoerd worden waardoor mogelijk kostenvoordelen zijn te behalen.

⁹ De grootste werkgelegenheid is geconcentreerd bij levering (zo'n 7.500 banen) en netbeheer (zo'n 12.000 banen). De daling in werkgelegenheid komt met name voort uit afbouw van de menskracht die tijdelijk nodig was om de liberalisering te implementeren. Deze menskracht werd niet voor productietaken ingezet.

¹⁰ De werkgelegenheid is berekend door de relatieve verandering in de energieproductie te vermenigvuldigen met het aantal banen in het basisjaar. Hierbij is uitgegaan van een ingeschatte productiviteitsverbetering van 1% per jaar. Op basis van BCG (2005) is dit een conservatieve inschatting. Tenslotte is verrekend dat in het scenario van Greenpeace een groter deel van de energieproductie in het buitenland plaatsvindt omdat daar meer duurzame energie voorhanden is.

Nederland tot stand komt. De productie van kolen vindt geheel buiten Nederland plaats, terwijl op lange termijn ook de gasproductie niet meer in Nederland zal plaatsvinden.¹¹ Bovendien leidt het Greenpeace-scenario niet zozeer tot het niet gebruiken van een deel van de gasreserves, maar wel tot een langere periode waarin dit gas gebruikt kan worden. Dit betekent dat de daarmee verbonden werkgelegenheid over de hele periode constant blijft.

Om toch te bezien of grotere effecten waarschijnlijk zijn als de energiesector breder gedefinieerd wordt is in tabel 2 het aantal banen weergegeven in 2005 van de diverse energie gerelateerde sectoren. Ten opzichte van de voorgaande cijfers gaat het nu niet alleen om productie, distributie en levering van energie, maar ook om bijvoorbeeld transport, de productie van grondstoffen en de distributie van benzine. Inclusief deze sectoren is de werkgelegenheid nog steeds niet meer dan 1% van de totale werkgelegenheid. Bovendien geldt ook voor deze sectoren dat het overgrote deel van de werkgelegenheid niet zozeer verbonden is met het gebruik per klant als wel met het totaal aantal klanten. Toch kunnen bij bepaalde onderdelen effecten ontstaan door afname van bijvoorbeeld transport van kolen en olieproducten en in de groothandel. Als aangenomen wordt dat de helft van de daling van de energievraag voor de in tabel 2 genoemde sectoren “Transport energie” en “groothandel” niet resulteert in een daling van de werkgelegenheid (omdat dit deel klantgeoriënteerd is), is ten opzichte van de effecten bij de productie van energie een daling van de werkgelegenheid met zo’n 2.500 banen mogelijk.

Naast directe effecten van een hogere energie-efficiëntie, zullen ook indirecte effecten ontstaan. Deze worden in paragraaf 5 geanalyseerd.

Tabel 2. Banen in energie gerelateerde sectoren

	2000	2005
Aardolie- en aardgaswinning (incl. dienstverlening)	6.300	6.400
Aardolie- en steenkoolverwerkende industrie	5.500	6.200
Productie en distributie van elektriciteit, aardgas, stoom en warm water	27.400	19.600
Benzineservicestations	13.100	13.400
Groothandel brandstoffen en andere minerale olieproducten	5.700	5.200
Transport energie	4.500	4.500
Totaal Nederland energie gerelateerd	63.000	55.800
Totaal Nederland alle sectoren	6.870.700	6.975.400

Bronnen: CBS (2006)

¹¹ Alleen wanneer op korte termijn de import van gas significant toeneemt, is het mogelijk dat ook na 2030 Nederlands gas voorradig is. Zie Energieraad (2005) en EZ (2006).

4 SUBSTITUTIE

Naast het schaafeffect veronderstelt het Greenpeace-scenario tevens dat substitutie plaatsvindt tussen fossiele en duurzame energiebronnen. Zo wordt het gebruik van kolen afgebouwd en wordt meer gebruik gemaakt van biomassa en wind.

Alle beschikbare studies laten zien dat sprake is van een positief bruto werkgelegenheidseffect als meer gebruik gemaakt gaat worden van duurzame energiebronnen.¹² Daarbij gaat het voor het overgrote deel om het gebruik van biomassa omdat dit relatief arbeidsintensief is (Steininger en Voraberger, 2003). Groscurth e.a. (2000) concluderen op basis van een vijftal casestudies dat biomassa in de praktijk inderdaad tot een (kleine) stijging van de werkgelegenheid leidt. De effecten voor wind- en zonne-energie zijn wat betreft arbeidsintensiteit vaak niet veel hoger dan voor conventionele technologieën. Volgens MTC (2004) levert een eenheid elektriciteit geproduceerd met biomassa vijf keer zoveel werkgelegenheid op (1,53 mensjaren per MW) als een eenheid geproduceerd met wind (0,29 mensjaren). Voor elektriciteit uit zonne-energie wordt 0,12 mensjaren per MW aangenomen. Gegeven de in de vorige paragraaf genoemde mensjaren voor productie bedraagt de werkgelegenheid per MW momenteel in Nederland echter slechts 0,10. Daarmee levert ten opzichte van (voornamelijk) fossiele inzet, productie met zonne-energie een kleine werkgelegenheidswinst op. Voor windenergie is die iets groter, terwijl voor biomassa de effecten relatief fors zijn.¹³

Tabel 3. Netto banenwinst door substitutie naar duurzame bronnen

	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Extra capaciteit (MW) biomassa ¹	0	158	968	1783	2362	2748
Extra capaciteit (MW) wind	0	574	2291	3745	3989	4042
Extra capaciteit (MW) zon	0	332	2248	3699	4807	5397
Extra banen per MW biomassa ²	1.43	1.30	1.17	1.06	0.96	0.87
Extra banen per MW wind	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
Extra banen per MW zon	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Extra banen biomassa totaal	0	200	900	1400	1500	1450
Extra banen wind totaal	0	100	300	400	350	300
Extra banen zon totaal	0	0	50	50	50	50
Totaal extra banen	0	300	1250	1850	1900	1800

1. Bij extra capaciteit gaat het om de benodigde uitbreiding van de duurzame capaciteit conform het Greenpeace-scenario. Voor biomassa is aangenomen dat voor deze capaciteit voldoende aanbod in Nederland voorhanden is. Of dit feitelijk zo is hangt af van het specifieke overheidsbeleid. Zie bijv. Koppejan en De Boer-Meulman (2005) en Rabou e.a. (2006).

2. Bij extra banen gaat het om de netto-effecten ten opzichte van fossiele energie.

Bronnen: Greenpeace (2006a), MTC (2004) en eigen berekeningen.

¹² Zie Pfaffenberger e.a. (2006) voor een overzicht.

¹³ Overigens kunnen de werkgelegenheidseffecten voor windenergie een overschatting zijn als de productie van windmolens in het buitenland plaatsvindt.

Tabel 3 geeft een inschatting van mogelijke werkgelegenheidseffecten als omschakeling plaatsvindt van conventionele energie naar hernieuwbare bronnen conform het Greenpeace-scenario.¹⁴ In totaal gaat het om zo'n 1800 banen in 2050.

De creatie van nieuwe banen door substitutie compenseert weliswaar een groot deel van het verlies aan werkgelegenheid doordat de energievraag afneemt (zie paragraaf 3), maar is in relatie tot de totale Nederlandse werkgelegenheid verwaarloosbaar. Overigens kan de winst aan werkgelegenheid groter zijn als de productie en ontwikkeling van technieken in Nederland zou plaatsvinden. Dit wordt in paragraaf 7 besproken.

De groei in werkgelegenheid door substitutie van fossiele brandstoffen naar biomassa, betekent tevens dat de werkgelegenheid voor zowel hoogopgeleiden als laagopgeleiden verandert. Terwijl het gebruik van duurzame energie met relatief veel laagopgeleide banen gepaard gaat, vraagt de ontwikkeling van de technologie juist om meer hoogopgeleide banen.¹⁵ Volgens Morthorst (2006) is met name de toenemende vraag naar laagopgeleiden interessant omdat daar in de toekomst eerder een tekort aan werkgelegenheid verwacht wordt.

Tenslotte zij opgemerkt dat tevens substitutie plaatsvindt tussen binnenlandse en buitenlandse productie omdat in andere landen meer duurzame energie voorhanden is. Dit effect is echter al in paragraaf 3 verrekend (zie tabel 1).

5 HOGERE ENERGIE-EFFICIËNTIE

Zo'n 40% van het Nederlandse energiegebruik heeft te maken met gebruik van warmte en elektriciteit in woningen en gebouwen (OECD, 2004). Transport is verantwoordelijk voor nog eens 30% en de overige 30% wordt gebruikt in industrie en landbouw. Het Greenpeace-scenario gaat voor alle sectoren uit van een beduidend hogere energie-efficiëntie.

Voor het bereiken van een veel hogere energie-efficiëntie in woningen, gebouwen, de industrie en landbouw is het vaak noodzakelijk dat meer arbeidskrachten ingezet worden, bijvoorbeeld in nieuwbouw en renovatie. Zo is volgens FD (2005) aangetoond dat implementatie van de Europese energieprestatierichtlijn positieve werkgelegenheidseffecten voor Nederland heeft.¹⁶ Ook EU-onderzoek laat zien dat

¹⁴ De totale groei aan werkgelegenheid is berekend door de extra banen per MW conform MTC (2004), waarbij de banen in Nederland in 2000 voor de gemiddelde energiemix in mindering zijn gebracht, te vermenigvuldigen met de extra te installeren Nederlandse capaciteit volgens Greenpeace (2006a). Vergelijkbaar met de berekeningen uit de vorige paragraaf is 2% productiviteitsverbetering per jaar verrekend (o.b.v. EWEA, 2004). Dit is overigens hoger dan bij conventionele technieken omdat de leercurve steiler kan verlopen.

¹⁵ Zoals eerder aangegeven zijn hoogopgeleiden oververtegenwoordigd bij de energieproductie met fossiele brandstoffen. Volgens Pfaffenberger (2006) leidt het gebruik van biomassa daarentegen vooral tot een toename van de werkgelegenheid voor laagopgeleiden.

¹⁶ Dit zou blijken uit door het Ministerie van VROM uitgevoerd onderzoek dat niet openbaar is.

verbetering van de energie-efficiëntie van woningen en gebouwen gepaard gaat met meer werkgelegenheid in de bouw- en installatiesector, met name voor lageropgeleiden (Janssen, 2004).

Volgens recent onderzoek van Irrek en Thomas (2006) leidt verbetering van de energie-efficiëntie in Duitsland met 3% per jaar tot een netto stijging van de werkgelegenheid met 40.000 arbeidsplaatsen per jaar. Gegeven de iets lagere (2,6%) verbetering in het Greenpeace-scenario en rekening houdend met de kleinere schaal van Nederland zou dit in ons land een stijging van de werkgelegenheid met zo'n kleine 7.000 arbeidsplaatsen per jaar betekenen.¹⁷

Volgens EC (2005) leidt verbetering van de energie-efficiëntie met 1% per jaar tot zo'n 200.000 banen in de EU door meer werkgelegenheid in de bouwsector. Bij een verbetering van 2,6% per jaar (het niveau in het Greenpeace-scenario) leidt dit tot een stijging van de werkgelegenheid in Nederland met zo'n 6.000 banen.¹⁸ Dit getal kan echter een overschatting zijn voor het deel dat te maken heeft met woningen en kantoren, omdat de werkgelegenheidswinst in met name de nieuwe EU-lidstaten groter zal zijn door een achterstand in isolerende en andere energiebesparende technieken. Anderzijds kan het een onderschatting zijn voor de industrie omdat de Nederlandse industrie relatief energie-intensief is en er dus ook relatief veel winst valt te behalen.

Volgens CRA (2002) leveren investeringen in verbetering van de energie-efficiëntie drie tot vier maal zoveel werkgelegenheid op vergeleken met even grote investeringen in vergroting van de capaciteit van de energieproductiesector. Dit gegeven gecombineerd met de data uit tabel 1 levert een werkgelegenheidswinst op van zo'n 3.000 tot 4.000 arbeidsplaatsen.

Samenvattend is aannemelijk dat voor het bereiken van een veel hogere energie-efficiëntie een positief werkgelegenheidseffect nodig is. In totaal zal het om zo'n 3.000 tot 7.000 arbeidsplaatsen per jaar gaan. Ten opzichte van de totale huidige werkgelegenheid in de bouw- en installatiesector gaat het om 0,8 tot 1,9%.

Een extra effect zou nog plaats kunnen vinden als de werkgelegenheid in de transportmiddelensector profiteert van een toename in productie door een hogere energie-efficiëntie. Voor transport zal een hogere energie-efficiëntie naar verwachting echter niet veel directe Nederlandse werkgelegenheid opleveren omdat de daarvoor benodigde techniek grotendeels in het buitenland geproduceerd wordt. In de Nederlandse auto-industrie (inclusief vrachtwagen- en bussenproductie) werken zo'n 20.000 werknemers. Ten opzichte van de bouw gaat het hier om een gering aandeel. Bij een gelijke relatieve stijging gaat het hooguit om 150 tot 400 banen.

¹⁷ Berekend o.b.v. de verhouding van de bevolkingsaantallen.

¹⁸ Berekend o.b.v. de verhouding van de bevolkingsaantallen en exclusief het indirecte effect via herbesteding van de bespaarde financiële middelen.

6 KOSTEN VAN ENERGIE

Tot nu toe zijn de directe werkgelegenheidseffecten van het Greenpeace-scenario besproken. Het gaat dan om effecten op de werkgelegenheid in de energieproductiesector door een dalende energievraag, de substitutie naar duurzame bronnen en de inzet van arbeid die nodig is om een hogere energie-efficiëntie te realiseren. In deze paragraaf gaan we in op de indirecte effecten van het Greenpeace-scenario, de effecten die via de kosten van energie lopen.

In deze analyse worden zeven hoofdsenario's onderscheiden. We illustreren dit voor de keuze tussen duurzame en fossiele energie:

1. Lagere kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie en geen ander overheidsbeleid ten opzichte van het referentiescenario. In dit scenario komt de stijgende inzet van duurzame energie vanzelf tot stand omdat het voor marktpartijen financieel aantrekkelijk is hierin te investeren.
2. Lagere kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie en aangepast algemeen overheidsbeleid ten opzichte van het referentiescenario. Dit scenario is identiek aan het eerste scenario, maar de daling van de energiekosten wordt door de overheid gebruikt om nieuw beleid in te zetten. Zo is denkbaar dat een belasting geheven wordt op het gebruik van energie om per saldo de energiekosten constant te houden.¹⁹ Met deze belastingopbrengst kan dan beleid gefinancierd worden. Een voorbeeld hiervan is de verlaging van de belasting op arbeid waardoor in feite vergroening van het belastingstelsel plaatsvindt.
3. Gelijke kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie en geen ander overheidsbeleid ten opzichte van het referentiescenario.
4. Hogere kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie en geen ander overheidsbeleid ten opzichte van het referentiescenario.
5. Hogere kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie en een subsidie op duurzame energie gefinancierd via een verhoging van de arbeidsbelasting. Zo kan een subsidie gegeven worden op het gebruik van duurzame energie waardoor na beleid de kosten van duurzame energie lager zijn ten opzichte van fossiele energie. Dit kan noodzakelijk zijn als in de uitgangssituatie het gebruik van duurzame energie onvoldoende van de grond komt gezien de hogere kosten. Dit beleid moet natuurlijk wel gefinancierd worden. In dit scenario wordt aangenomen dat financiering plaatsvindt via een verhoging van de belasting op arbeid.

¹⁹ Een belangrijke reden hiervoor kan zijn dat zonder aanvullend beleid milieudoelen (deels) niet gehaald worden omdat de lagere energiekosten extra productie uitlokt. Zie Hanley e.a. (2006) voor een specifieke analyse van de Schotse economie op dit punt en Greening e.a. (2000) voor een literatuuroverzicht waaruit geconcludeerd wordt dat zonder belastingen op energie een groot deel van de milieuvoordelen teniet gedaan wordt door indirecte effecten. Aanname hierbij is dat extra energievraag niet (volledig) opgevangen kan worden met extra inzet van duurzame energie.

6. Hogere kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie en een subsidie op duurzame energie gefinancierd via een verhoging van de belasting op fossiele energie. Dit scenario is in essentie gelijk aan het vorige scenario, maar nu vindt de financiering plaats via een belasting op het gebruik van fossiele energie.²⁰ Hierdoor ontstaat inzicht in het verschil in effecten tussen een beleidscenario met algemene financiering en een scenario met financiering door milieugerelateerde belastingen.
7. Hogere kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie en een verhoging van de belasting op fossiele energie waarmee een verlaging van de belasting op arbeid wordt gefinancierd. De prijsverhouding tussen fossiele en duurzame energie wordt nu niet rechtgetrokken via een subsidie op duurzame energie, maar via belasting op fossiele energie. Dit betekent dat deze belasting hoger zal moeten zijn dan in het voorgaande scenario. Voordeel hiervan is wel dat een verlaging van de belasting op arbeid gefinancierd kan worden.

Bij de zeven scenario's gaat het deels om ontwikkelingen die autonoom zijn. Zo zal een technologische doorbraak kunnen resulteren in dalende kosten voor duurzame energie waardoor scenario's 4 tot en met 7 mogelijk niet meer relevant zijn, maar scenario's 1 en 2 wel. In het Greenpeace-scenario wordt aangenomen dat op korte termijn sprake is van hogere kosten omdat duurzame energiebronnen vaak duurder zijn dan fossiele brandstoffen. Daarmee zijn scenario's 4 tot en met 7 de meest relevante scenario's voor de korte termijn. Mede door het stimuleren van duurzame energiebronnen op de korte termijn (waardoor er meer innovatie en leereffecten plaatsvinden) wordt in het Greenpeace-scenario aangenomen dat duurzame energiebronnen goedkoper zijn op langere termijn. Daarmee zijn scenario's 1 en 2 de meest relevante scenario's voor de lange termijn.

Anderzijds gaat het om keuzes die de overheid kan maken. Daarbij gaat het in de eerste plaats om het beleid dat gevoerd wordt ten aanzien van belastingen en subsidies. In de tweede plaats moet echter tevens bedacht worden dat het mogelijk is dat het stimuleren van meer duurzame energie initieel hogere kosten met zich brengt maar door leereffecten resulteert in lagere kosten op langere termijn.

Merk op dat de beschrijving van de hoofdsenario's toegepast is op de keuze tussen duurzame en fossiele energie. Dezelfde scenario's kunnen gebruikt worden voor de keuze tussen de inzet van reguliere en energie-efficiënte productietechnologie. Bovendien kan binnen de hoofdsenario's gedifferentieerd worden tussen de verschillende vormen van duurzame energie. Zo is het denkbaar dat voor de ene vorm van duurzame energie sprake is van lagere kosten ten opzichte van fossiele energie terwijl voor een andere vorm juist hogere kosten opgaan. In dat geval zijn voor de eerste vorm scenario's 1 en 2 relevant en voor de tweede vorm scenario's 4 tot en met 7.

²⁰ De meeste literatuur gaat over scenario's 5, 6 en 7 waarbij de hoofdvraag is hoe milieudoelen zo efficiënt mogelijk gehaald worden. Zie bijv. Steininger en Voraberger (2003) en Neuhoff (2005). De laatste studie laat zien dat scenario's 6 en 7 consistent zijn met internalisering van de externe kosten van fossiele energie als een noodzakelijke voorwaarde voor de implementatie van meer duurzame energie.

Voor de effecten van de hoofdsenario's zijn een aantal mechanismen van belang:

- A. Concurrentiepositie: schaaffect. Een andere prijs van energie beïnvloedt de werkgelegenheid doordat de concurrentiepositie van Nederland ten opzichte van andere landen verandert. Dit kan algemene effecten hebben waardoor meer of juist minder productie plaatsvindt.
- B. Concurrentiepositie: sectorstructuur. Door een andere energieprijzen kan ook de concurrentiepositie van sectoren binnen Nederland ten opzichte van elkaar beïnvloed worden. Hierdoor kunnen verschuivingen in de sectorstructuur plaatsvinden die leiden tot een toename van de ene sector en een afname van de andere sector. Zo zal verandering van de energieprijzen andere effecten hebben voor energie-intensieve sectoren vergeleken met sectoren die nauwelijks energie gebruiken.
- C. Bestedingseffect. Als meer financiële middelen nodig zijn voor energieconsumptie blijven minder middelen over voor andere goederen. Dit heeft andere bestedingen tot gevolg in niet-energie gerelateerde sectoren. Als energie duurder wordt door het gebruik van duurzame bronnen zijn budgeteffecten negatief (Pfaffenberger e.a., 2006, 32).²¹ Als daarentegen fossiele brandstoffen toenemen in prijs zijn de effecten positief.
- D. Prijsverhouding inputs. De prijs van energie bepaalt mede de prijsverhouding ten opzichte van andere inputfactoren zoals arbeid en kapitaal. Een hogere energieprijzen stimuleert werkgelegenheid, kennis en innovatie als sprake is van substitutie. Dit effect kan ingeschat worden door gebruik te maken van studies die de elasticiteit van energie ten opzichte van andere inputfactoren inventariseren. Hierbij is het van belang onderscheid te maken tussen sectoren als sectoren grote verschillen laten zien in de substitutie tussen energie en arbeid.

Tabel 4 geeft een kwalitatieve inschatting van de werkgelegenheidseffecten via de vier genoemde mechanismen binnen de zeven genoemde scenario's. In de tweede regel wordt aangegeven wat de aanname is per scenario over de kosten van duurzame energie ten opzichte van fossiele energie.²² Vervolgens wordt in de daarop volgende vier regels het beleid samengevat ten aanzien van de belasting op arbeid, fossiele energie en duurzame energie en de subsidie op duurzame energie. De zevende regel geeft aan wat de kosten van duurzame energie zijn ten opzichte van fossiele energie als dit beleid verrekend is. De laatste vijf regels vatten de ingeschatte effecten op werkgelegenheid samen. Daarbij gaat het om de onderliggende mechanismen die zorgen voor een bepaald positief of negatief effect.

²¹ Merk op dat het hier gaat om het directe bestedingseffect. Afhankelijk van de totale werkgelegenheidseffecten kunnen de indirecte bestedingseffecten de directe effecten (deels of zelfs meer dan) compenseren.

²² Zoals hierboven aangegeven kan dit geamendeerd worden door in te zoomen op specifieke bronnen van duurzame energie (bijv. wind versus biomassa) dan wel door conventionele technieken te vergelijken met energie-efficiënte technieken. Dit maakt echter voor de inschatting van de effecten niet uit. Het betekent wel dat in de praktijk relevante scenario's kunnen verschillen voor de diverse duurzame energiebronnen en energie-efficiënte bevorderende technieken.

Het **schaaleffect** is positief in de eerste twee scenario's en negatief in de laatste vier scenario's. De redenering daarbij is dat bij lagere energiekosten de concurrentiepositie van Nederland verbetert. Daardoor zal de export stijgen, met name van energie-intensieve producten waardoor de schaal van de economie toeneemt. Zo concluderen Hanley e.a. (2006) op basis van een algemeen evenwichtsmodel voor Schotland dat een daling van de kosten van energie per eenheid product met 5% gepaard gaat met een werkgelegenheidsimpuls van 0,8%.²³ De reden hiervoor is dat de productie toeneemt als gevolg van een verbeterde concurrentiepositie. Volgens Pfaffenberger e.a. (2006) moet dit effect niet overschat worden omdat het energieaandeel in de kosten van bedrijven vaak gering is, waardoor het totale effect op de economie tevens beperkt is.²⁴ Daarbij komt dat een belangrijke vraag is op welke schaal de ontwikkelingen in het energiescenario plaatsvinden. In de analyse van Hanley e.a. is er vanuit gegaan dat de ontwikkelingen beperkt blijven tot Schotland. Het is echter eerder aannemelijk dat een aantal van de effecten op een veel grotere regionale schaal plaatsvinden. Zo zullen innovaties in termen van lagere kosten voor duurzame energie (of verbetering van de energie-efficiëntie) vaak wereldwijd beschikbaar zijn.

Overigens ondermijnt een positief schaaffect de realisatie van milieudoelen doordat de energievraag gestimuleerd wordt (zie ook Hanley e.a., 2006). Dat maakt het tweede scenario relevant waarbij in feite de kostenreductie van energie via een belasting op energie omgezet wordt in een kostenreductie van arbeid. Het schaaffect wordt hierdoor uitgeschakeld en omgezet in een positief effect via de sectorstructuur en de prijsverhouding van inputs.²⁵

Het effect via de **sectorstructuur** is positief in scenario's 2, 4, 6 en 7, maar negatief in scenario's 1 en 5. Door de lagere energiekosten in het eerste scenario zullen energie-intensieve producten goedkoper worden ten opzichte van producten waarvoor weinig energie gebruikt wordt. Daardoor groeien de energie-intensieve sectoren ten opzichte van energie-extensieve sectoren. Dit heeft een negatief effect op de werkgelegenheid omdat de groeiende sectoren relatief minder arbeid gebruiken. De sectorstructuur verandert dus waardoor in scenario 1 minder werkgelegenheid gegenereerd zal worden. In het tweede scenario wordt dit negatieve effect omgezet in een positief effect door de verhoging van de belasting op energie en de verlaging van de belasting op arbeid. Het zijn nu juist de arbeidsintensieve sectoren die een impuls krijgen. Een vergelijkbaar mechanisme is aanwezig in scenario's 4, 6 en 7 waarin energie-intensieve producten duurder worden ten opzichte van arbeidsintensieve producten. Vergelijkbaar met scenario 2, wordt in scenario 5 het effect omgebogen door nu juist een verhoging van de belasting op arbeid waarmee een subsidie op duurzame energie wordt gefinancierd.

²³ Hierbij gaat het feitelijk om een aangenomen stijging van de energie-efficiëntie met 5%. Dit maakt echter voor de redenering niet uit.

²⁴ Dit is consistent met andere studies zoals Greening e.a. (2000) en Steininger en Voraberger (2003). Lindenberger (2003) geeft als typische kostenaandelen van de verschillende inputs voor westerse landen 70% voor arbeid, 25% voor kapitaal en 5% voor energie.

²⁵ Bij een voldoende verhoging van de belastingen op energie (en navenante verlaging van de belastingen op arbeid) kan het negatieve milieueffect uit het eerste scenario precies gecompenseerd worden. Dit kan betekenen dat de gemiddelde kosten van energie toenemen.

Bestedingseffecten lopen synchroon met de schaaffecten. In de eerste twee scenario's hebben consumenten meer te besteden waardoor de werkgelegenheid stijgt, terwijl in de laatste vier scenario's dit precies andersom is.

Bij de **prijsverhouding van inputs** moeten twee typen sectoren onderscheiden worden. Er zijn sectoren waarbij een relatieve prijsverhoging van energie leidt tot substitutie naar kapitaal en arbeid omdat energie relatief duur wordt. Er kan echter ook sprake zijn van sectoren waarbij arbeid en energie complementair zijn. Een stijging van de ene input leidt dan tot een stijging van de andere input. Tabel 4 geeft aan dat effecten precies contrair zijn voor deze twee typen sectoren. Voor sectoren met substitutie tussen arbeid en energie lopen de effecten synchroon met het sectorstructureffect. Voor de andere sectoren zijn effecten precies contrair. Er zijn diverse artikelen beschikbaar die substitutie-elasticiteiten inschatten:

- Moghymzadeh en Kymn (1985) vinden een positieve substitutie-elasticiteit tussen energie en arbeid. Volgens hen is dit in overeenstemming met de overige literatuur.
- Volgens Bos (1995) is de substitutie-elasticiteit tussen arbeid en energie inderdaad positief. Als de prijs van energie toeneemt, neemt de vraag naar arbeid toe. De substitutie-elasticiteit tussen energie en kapitaal is negatief.
- Kemfert en Welsch (2000) onderzoeken de substitutie-elasticiteit tussen arbeid en energie voor de Duitse industrie. Op totaalniveau en ook op sectoraal niveau vinden zij altijd een positieve elasticiteit.
- Volgens Lindenberger (2003) geldt niet alleen voor de industrie dat substitutie plaatsvindt tussen arbeid en energie, maar gaat dit ook op voor de dienstensector. Dan gaat het met name om automatisering.
- Ochsen en Welsch (2005) vinden op basis van data voor de Duitse economie, hogere substitutie-elasticiteiten tussen arbeid en energie voor laagopgeleiden (1,6) ten opzichte van hoogopgeleiden (0,5). Bovendien is dit voor hoogopgeleiden de enige substitutiemogelijkheid, terwijl voor laagopgeleiden ook substitutie plaatsvindt met materialen en kapitaal. Volgens Lindenberger (2003) blijkt uit historische cijfers tevens dat laagopgeleide arbeid relatief veel vervangen wordt door kapitaal en energie in de dienstensector.

Twee hoofdconclusies zijn te trekken uit voorgaande analyse. In de eerste plaats is er geen scenario waarbij bijna alle effecten positief zijn zonder dat aanvullend beleid gevoerd wordt. In de tweede plaats is de invloed van beleid groot. Als enerzijds scenario's 1 en 2 en anderzijds scenario's 4, 5, 6 en 7 vergeleken worden dan is duidelijk dat het compenseren van ongewenste maatregelen via belastingen en subsidies op energie en arbeid van groot belang zijn. Het meest interessant zijn scenario's 2, 6 en 7 omdat daar de meeste positieve effecten zijn te verwachten. In scenario 2 wordt dit veroorzaakt doordat de aangenomen lagere kosten van duurzame energie in eerste instantie al veel positieve effecten hebben (scenario 1), terwijl deze lagere kosten ook nog eens gebruikt kunnen worden om via hogere belastingen op energie en lagere belastingen op arbeid de negatieve werkgelegenheidseffecten om te buigen in positieve effecten (scenario 2). Het verschil tussen scenario 5 en 6 maakt duidelijk dat ook bij hogere kosten voor duurzame energie het van belang is hoe het overige beleid vorm wordt gegeven. Scenario 5 financiert de voor implementatie van duurzame energie benodigde subsidies via een belasting op arbeid. In dat geval worden positieve effecten uit scenario 4 omgezet in negatieve effecten. Dat dit echter niet noodzakelijk is, blijkt uit scenario 6. In dit scenario vindt de financiering van de subsidies plaats via verhoging van de belasting op fossiele

brandstoffen. Dan zijn wel positieve effecten realiseerbaar.²⁶ In scenario 7 worden de positieve effecten op werkgelegenheid versterkt doordat de hogere energiebelasting (nodig omdat nu geen subsidies gegeven worden aan duurzame energie) gebruikt wordt om de belasting op arbeid te verlagen. Cruciaal is dus dat vormgeving van beleid impact heeft op de werkgelegenheidseffecten omdat sommige vormen van beleid prijsverhoudingen tussen inputfactoren beïnvloeden en andere niet (zie ook Vollebergh, 2006). Bij het bepalen van toekomstig beleid is dan ook cruciaal dat een afweging wordt gemaakt tussen voor- en nadelen van de verschillende instrumenten.

Tabel 4. Relatie scenario's en effecten op werkgelegenheid

Scenario	1	2	3	4	5	6	7
Kosten duurzame energie t.o.v. fossiele energie voor beleid	Lager	Lager	Even hoog	Hoger	Hoger	Hoger	Hoger
Belasting op arbeid	Constant	Lager	Constant	Constant	Hoger	Constant	Lager
Belasting op fossiele energie	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja
Belasting op duurzame energie	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Subsidie op duurzame energie	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee
Kosten duurzame energie t.o.v. fossiele energie na beleid	Lager	Iets lager	Even hoog	Hoger	Iets lager	Iets lager	Iets lager
Concurrentiepositie:							
- Schaal	+ (N)	0	0	- (N)	- (N)	- (N)	- (N)
- Sectorstructuur	-	+	0	+	-	+	+
Bestedingseffect	+	+	0	-	-	-	-
Prijsverhouding inputs	Subst: - Comp: +	Subst: + Comp: +	0	Subst: + Comp: -	Subst: - Comp: -	Subst: + Comp: -	Subst: + Comp: +

Noten: Een +/-0 betekent een positief/negatief/neutraal effect op werkgelegenheid. N betekent dat het effect alleen optreedt als de ontwikkeling alleen op Nederlandse schaal plaatsvindt.

In het voorgaande is aangenomen dat energiebeleid vormgegeven wordt met subsidies (op duurzame energie) en belastingen (op arbeid, duurzame en fossiele energie). Er zijn echter veel meer instrumenten die ingezet kunnen worden. Pfaffenberger e.a. (2006) geeft bijvoorbeeld aan dat er vijf instrumenten zijn om duurzame energie te bevorderen die elk hun eigen voor- en nadelen hebben: institutionele instrumenten, regulering van prijzen,

²⁶ Merk op dat het beleid van scenario 5 en 6 noodzakelijk kan zijn als in scenario 4 de implementatie van duurzame energie onvoldoende van de grond komt als gevolg van de hogere kosten.

regulering van hoeveelheden (quota's), subsidies en vrijwillige maatregelen. Daarbij is niet alleen van belang hoe in Nederland met deze instrumenten wordt omgegaan, maar ook hoe beleid van landen op elkaar wordt afgestemd. Zo moet volgens Pfaffenberger e.a. (2006) voorkomen worden dat verschillen in beleid in EU-landen de inzet van duurzame energie belemmeren. De kans op belemmering is vooral groot wanneer de mogelijkheden om energie duurzaam te produceren ongelijk verdeeld zijn over landen. Als het wenselijk is dat een land duurzame energie importeert omdat in een ander land de productiemogelijkheden groter zijn (of de kosten veel lager), dan moet voorkomen worden dat het beleid tussen deze landen conflicteert.

7 EXPORT VAN TECHNOLOGIE

In de vorige paragraaf is ingegaan op effecten op de internationale concurrentiepositie. Daarbij was de kernvraag of bedrijven meer gaan produceren en verkopen als de prijs van energie afneemt (en omgekeerd). In deze paragraaf zetten we een stap verder en kijken we naar de invloed van technologische ontwikkeling. Levert een toename van technologische ontwikkeling een bijdrage aan werkgelegenheid, kennis en innovatie?

Porter (1991) stelt dat milieubeleid kan leiden tot positieve effecten op de positie van bedrijven doordat ze geprikkeld worden tot innovatie. Als Nederland het voortouw zou nemen ten aanzien van milieubeleid, zouden bedrijven op deze manier een first-mover advantage behalen. Ze kunnen dan ontwikkelde nieuwe technieken naar veel andere landen exporteren.²⁷

De Porter hypothese is breed geformuleerd. Inzoomend op het effect van stringent milieubeleid op werkgelegenheid, concluderen Levinson e.a. (2006) dat empirische studies slechts kleine effecten vinden op het niveau van de werkgelegenheid. De effecten op de kwaliteit van het werk zijn echter fors. Zo wordt de vraag naar hoogopgeleide werknemers gestimuleerd en worden laagopgeleide werknemers geprikkeld om zich bij te scholen (zie ook Morthorst, 2006). Nu is het mogelijk dat kleine effecten op de werkgelegenheid gevonden worden omdat het momenteel nog om een relatief kleine sector gaat. Onderzoek laat echter zien dat de werkgelegenheid in de toekomst fors toe kan nemen. Zo zullen volgens Stern (2006) wereldwijd rond 2050 zo'n 25 miljoen mensen werk vinden in de duurzame energiesector, terwijl het momenteel om zo'n 1,7 miljoen mensen gaat.

Hoewel de Porter hypothese breed is aangevallen (zie bijv. Levinson e.a., 2006), zijn er wel voorbeelden die aantonen dat de hypothese in sommige gevallen op kan gaan. Een voorbeeld van het gelijk van de Porter hypothese zou de windenergie case kunnen zijn. Zo is de goede positie van de Deense windmolenproducenten ontstaan door enerzijds een groeiende vraag naar windmolens en anderzijds een stabiele, gebalanceerde en goed getimede ondersteuning door de Deense overheid (Morthorst (2006) en Klaassen e.a. (2005)). Volgens Raven (2006) is de Nederlandse overheid bij herhaling een minder

²⁷ Zie Pfaffenberger e.a. (2006) voor een toepassing hiervan op de energiesector.

betrouwbare partner gebleken en is dit een belangrijke factor bij de verklaring waarom duurzame energie in Nederland minder wordt toegepast.

De Deense windtechnologie wordt breed gebruikt. R&D vindt nog steeds in Denemarken plaats, maar productie vaak in de regio waar de molens gebruikt worden. De R&D is temeer van belang, omdat de sector die windmolens produceert spin-off genereert naar andere sectoren omdat onderdelen ontwikkeld voor windmolens ook elders ingezet kunnen worden. Ook deze sectoren kunnen daardoor een concurrentievoordeel behalen op de internationale markt.

Momenteel komen in de EU zo'n 70.000 banen voort uit het produceren van elektriciteit met windenergie inclusief de daarbij behorende productie van windmolens (EWEA, 2004). De werkgelegenheid in de windenergiesector kan volgens deze studie toenemen tot 200.000 banen, waarvan 75% geconcentreerd is bij de productie van windmolens. Kernvraag is dus waar deze productie plaatsvindt. In 2002 was een sterke dominantie zichtbaar van Denemarken. Van alle geïnstalleerde windmolencapaciteit die door een bedrijf uit een ander land is verricht, kwam 69% uit Denemarken. Andere grote aanbieders zijn de VS (15%) en Duitsland (12%). Nederland had een marktaandeel van slechts 3%. Momenteel is dit echter nihil omdat ook de laatste Nederlandse fabrikant failliet is gegaan. Wel zijn diverse bedrijven betrokken bij de bouw van windmolens. Voor de marktconforme penetratie van windenergie is van groot belang dat de kosten verder afnemen. De hiervoor benodigde leereffecten concentreren zich logischerwijs met name in Denemarken. Het is dan ook de vraag of de kennisachterstand die Nederland op dit vlak heeft nog ingehaald kan worden.²⁸ Daarbij moet mogelijk onderscheid gemaakt worden tussen onshore en offshore windenergie. Bij de laatste vorm is de concurrentiepositie van landen nog in een eerder stadium van ontwikkeling en is mogelijk eerder sprake van een uit te bouwen voordeel voor de Nederlandse industrie.

Voor zonne-energie is de branche zelf van mening dat Nederland wel een koppositie inneemt bij de technologische ontwikkeling (HS, 2005). Zo scoorde Nederland in 2002 een vierde plaats op het punt van investering in R&D in zonne-energie en is sprake van een sterke kennis- en exportpositie. Dit is volgens ECN (2006) temeer van belang omdat de afgelopen 20 jaar de werkgelegenheid in deze sector wereldwijd met 25% per jaar is gestegen. Het relatief beperkte gebruik van zonne-energie heeft volgens HS (2005) dan ook niet met technologische ontwikkelingen te maken maar met te weinig markt stimulerend beleid van de overheid.

Bij biomassa gaat het om een breed pallet aan in te zetten technieken. Volgens EZ (2003) is het zeker denkbaar dat Nederland internationaal een koploerspositie inneemt bij een deel hiervan. Hoewel voor sommige toepassingen de techniek al is uitontwikkeld (bijvoorbeeld voor de bijstook van hout in elektriciteitscentrales), geldt dit niet voor allerlei andere technieken. Nederland kan daarbij vooroplopen door bijvoorbeeld gespecialiseerde kennis in de gas- en chemische sector, maar tevens doordat Nederland een voorsprong heeft bij de benodigde distributienetwerken (PGG, 2005).

Samenvattend zijn er zeker kansen voor extra werkgelegenheid als Nederland erin slaagt om voor een deel van de duurzame energiebronnen belangrijke technologische

²⁸ Om deze reden neemt CPB (2005) in haar kostenbaten-analyse van windparken op zee geen first-mover voordelen mee.

voortgang te boeken. Dit betekent overigens niet per definitie dat R&D in de duurzame sector gestimuleerd moet worden. In de eerste plaats is van belang of de private markt uit zichzelf voldoende in R&D investeert. Zoals hiervoor aangegeven hangt dit mede af van de consistentie van het overheidsbeleid. In de tweede plaats moet ook het effect op R&D in andere sectoren bezien worden. Zo geeft Vollebergh (2006) aan dat stimuleren van R&D in de ene sector tot crowding out van R&D in andere sectoren kan leiden. Van belang is dan dat R&D gestimuleerd wordt in die sectoren die, naar verwachting, het hoogste rendement genereren.

8 ALGEMEEN EVENWICHTSSTUDIES

In de voorgaande paragrafen hebben we de directe en indirecte werkgelegenheidseffecten in kaart gebracht. De directe effecten hebben we kunnen kwantificeren. Dit was niet mogelijk voor de indirecte effecten. Om toch een kwantitatieve uitspraak te kunnen doen over hoe groot het totaaleffect is (directe en indirecte effecten gezamenlijk) zullen we in deze paragraaf een aantal, in de literatuur aanwezige, algemeen evenwichtsstudies bekijken. Deze studies (die een samenstel van vergelijkingen zijn die de gehele economie beschrijven) zijn hier nuttig omdat zij het effect van veranderingen in een deel van de economie op de rest van de economie analyseren. Daarmee geven ze zowel een inschatting van de directe als indirecte effecten.²⁹

Een algemene evenwichtsstudie die naar de werkgelegenheidseffecten van de afzonderlijke EU-15 landen (waaronder Nederland) kijkt is Heady e.a. (2000). Zij becijferen de effecten van een energiebelasting voor Nederland gemeten over de periode 2002-2010 als volgt. De CO₂-emissies in 2010 zullen respectievelijk 2,5% lager zijn, wat zo'n 820 banen oplevert. Indien de belastingopbrengsten ingezet zouden worden om de belasting op arbeid terug te brengen, dan zal in 2010 het aantal banen 920 hoger zijn.³⁰

Conrad en Schmidt (1998) becijferen voor 11 EU-landen (waaronder Nederland) aan de hand van een algemene evenwichtsstudie de gevolgen voor de werkgelegenheid van een belasting op energie waarbij de belastingopbrengsten ingezet worden voor verlaging van de werkgeverspremies (belasting op arbeid gaat naar beneden). Zij onderzoeken onder andere het scenario waarbij alle EU-landen een zodanige energiebelasting zetten dat in ieder land de CO₂-emissie met 10% daalt. De werkgelegenheid in Nederland zal in dit scenario met 0,43% stijgen en die in de EU-11 met 0,44%.

²⁹ Dit betekent overigens niet dat alle studies precies dezelfde effecten meenemen als hierboven beschreven. Vaak is het lastig te achterhalen hoe precies met deze effecten is omgegaan.

³⁰ De berekeningen van het algemeen evenwichtsmodel zijn gemaakt onder de aanname dat opbrengsten van de energiebelasting geheel ten goede komen aan een reductie van sociale zekerheidspremies op arbeid. Uit CPB (1992, 1993) blijkt dat de werkgelegenheidseffecten sterk afhankelijk zijn van de wijze waarop de belastingopbrengsten worden ingezet en hoe de energieprijzen zich zullen ontwikkelen.

Barker (1999) heeft dezelfde insteek als Conrad en Schmidt (1998), echter de uitkomsten volgen uit een ander model, het zogenoemde E3ME model.³¹ Volgens Barker's berekeningen zal de werkgelegenheid in 2010 in Nederland met 1,6% en die in de EU-11 met 1,3% stijgen.³² Opvallend is wel dat de grootte van de effecten tussen deze twee studies aanzienlijk verschilt.

Tabel 5. Overzicht effecten algemeen evenwichtsstudies bij hogere energiebelasting

Bron ¹	Overig beleid	Effect CO ₂ (%)	Effect banen (*1000)	
			Studie ²	Greenpeace-scenario ³
A	Geen	-2,5	0,8	25
	Lagere belasting op arbeid	-2,5	0,9	27
B	Lagere belasting op arbeid	-10	29	223
C	Lagere belasting op arbeid	-10	109	830
D	Geen	-2,5	-23	-702
	Lagere belasting op arbeid	-2,2	43	1
E	Energiebelasting (CO ₂)	-8	7	67
	Biomassa subsidie	-16	27	131
	Biomassa subsidie en scenario 2	-16	40	196
F	Lagere belasting arbeid, 15% reductie CO ₂	-15	20	99
	Lagere belasting arbeid, 30% reductie CO ₂	-30	43	110

1. Gebruikte studies: A. Heady e.a. (2000), B. Conrad en Schmidt (1998), C. Barker (1999), D. Welsch en Ehrenheim (2004), E. Steininger en Voraberger (2003), F. Belgisch Federaal Planbureau (2006).

2. Totaal werkgelegenheidseffect in aantal banen volgens studie (vertaald naar de Nederlandse situatie en alle studies herleid tot hetzelfde basisjaar).

3. Totaal werkgelegenheidseffect in aantal banen vertaald naar Greenpeace-scenario (voor 2050).

Welsch en Ehrenheim (2004) gebruiken een dynamisch algemeen evenwichtsmodel van Duitsland. De CO₂-emissies zullen 2,5% lager zijn in 2010 bij alleen een energiebelasting, wat een 0,3% verlies aan werkgelegenheid oplevert. Indien de belastingopbrengsten ingezet worden om de belasting op arbeid terug te brengen, dan neemt de CO₂-reductie af tot 2,2%, maar slaat het werkgelegenheidsverlies om in een winst van 0,6%. Dit is echter alleen het geval als initieel sprake is van werkloosheid. Als dit niet het geval is dan leidt extra vraag naar arbeid slechts tot een stijging van de lonen.

Steininger en Voraberger (2003) onderzoeken de effecten van biomassa in Oostenrijk met een algemeen evenwichtsmodel met een 20-jaars horizon. Zij becijferen dat een CO₂-belasting een CO₂-reductie oplevert van zo'n 7,5% en een banencreatie van 0,1%. Indien

³¹ E3ME staat voor Energy-Environment-Economy (E3) Model van de EU.

³² De resultaten tussen Conrad en Schmidt (1998) en Barker (1999) zijn niet volledig vergelijkbaar omdat de aannames tussen beide modellen hier en daar afwijken. Zo hanteert Conrad en Schmidt (1998) bijvoorbeeld een model met volledige vrije mededinging, terwijl bij Barker (1999) de competitie per sector wisselt. Bovendien wordt Luxemburg alleen bij Barker meegenomen.

een deel van de belastingopbrengsten gebruikt wordt voor biomassa-subsidies dan veranderen de resultaten aanzienlijk. Afhankelijk van welke effecten precies worden meegenomen neemt het aantal banen toe tot zo'n 0,4 tot 0,6%. De CO₂ reductie is nagenoeg constant met een kleine 16%.

Het Belgisch Federaal Planbureau (2006) rekent de werkgelegenheidseffecten voor België door van hogere belastingen op energieproducten. De impact op de werkgelegenheid hangt grotendeels af van de manier waarop de inkomsten uit de belasting gebruikt worden. Uit de simulaties volgt dat er op lange termijn nieuwe banen gecreëerd worden wanneer de belasting gebruikt wordt om de belasting op arbeid te verlagen.

Tabel 5 vat de hoofdresultaten met betrekking tot de CO₂-reductie (omgerekend naar percentages) en de werkgelegenheid (vertaald naar de Nederlandse situatie en hetzelfde basisjaar) samen. In de laatste kolom maken we ook een vertaling naar het Greenpeace-scenario door te veronderstellen dat de banencreatie lineair verloopt in de CO₂-reductie.³³ Deze inschatting van het werkgelegenheidseffect in 2050 is natuurlijk discutabel. Ten eerste kan in werkelijkheid sprake zijn van niet-lineaire effecten. Ten tweede schuilt er een gevaar in het opblazen van een klein effect. Ten derde gebruiken we buitenlandse studies voor een binnenlandse inschatting wat eveneens een vertekening kan geven. Daarom moet voorzichtig met de cijfers uit de laatste kolom worden omgegaan.

De inschatting in de laatste kolom zijn het totaal van directe en indirecte banen in 2050. Opvallend is dat de grootte van de werkgelegenheidseffecten enorm verschilt. Dit bevestigt dat we voorzichtig met de inschattingen moeten omgaan. Daarnaast geeft dit aan dat resultaten sterk afhankelijk zijn van de in de modellen gebruikte aannames. Een belangrijke constatering is wel dat alle studies op een positief werkgelegenheidseffect wijzen als de belastingopbrengsten volledig besteed worden aan vermindering van de belasting op arbeid. Dit geldt ook na aftrek van de eerder in dit rapport berekende directe banen (1.500 tot 5.750, zie paragrafen 3 tot en met 5). Bovendien kan gesteld worden dat deze studies erop duiden dat de indirecte effecten mogelijk van veel groter belang zijn dan de directe effecten en dat de invloed van beleid groot is.

9 CONCLUSIE

Greenpeace heeft een energiescenario ontwikkeld waarbij tussen nu en 2050 de emissie van broeikasgassen met bijna 80% daalt (ten opzichte van 1990) door een aanzienlijke verbetering van de energie-efficiëntie en veel meer gebruik van duurzame vormen van energieopwekking. De effecten op de werkgelegenheid van dit scenario zijn op basis van een analyse van de beschikbare literatuur in dit onderzoek in kaart gebracht. Hoewel in voorgaande paragrafen pogingen zijn gedaan om op onderdelen kwantitatieve

³³ Greenpeace (2006a) laat zien dat het Greenpeace-scenario ten opzichte van het referentiescenario in 2050 een CO₂-emissiereductie oplevert van 76% ten opzichte van 1990. Door aanvullende maatregelen kan een beperking bereikt worden van ruim 80%. De werkgelegenheidseffecten in de laatste kolom van tabel 5 zijn berekend door de reductie van 76% te delen door de reductie van de genoemde studies en deze verhouding te vermenigvuldigen met de gevonden werkgelegenheidseffecten.

inschattingen te maken van te verwachten werkgelegenheidseffecten, zijn de conclusies van dit onderzoek bewust in kwalitatieve termen geformuleerd. Vertaling van buitenlandse studies naar de binnenlandse situatie kan immers lang niet altijd eenduidig plaatsvinden. Bovendien is een vertaalslag nodig van de in de literatuur onderzochte ontwikkelingen naar die van het geschetste energiescenario. Feitelijk zou een op het Greenpeace energiescenario toegespitste algemeen evenwichtsanalyse nodig zijn om alle relevante effecten kwantitatief in kaart te brengen. De literatuur maakt echter ook duidelijk dat hiervan niet teveel verwacht mag worden omdat uitkomsten vaak afhangen van moeilijk te onderbouwen aannames. Dit blijkt ook wel uit de grote spreiding van effecten die in de literatuur naar voren komt. Meer eenduidigheid bestaat echter over de richting van die effecten.

De hoofdconclusies van het onderzoek luiden als volgt:

- Directe effecten in termen van minder werkgelegenheid door dalende energievraag en meer werkgelegenheid door substitutie naar biomassa en wind zijn te verwachten, maar zijn vermoedelijk zeer beperkt van omvang. Per saldo zal dit effect nagenoeg nihil zijn.
- Een groter direct effect is te verwachten bij de implementatie van energie-efficiëntere technologie. Dit effect zal met name in de bouw geconcentreerd zijn, waarbij het vooral gaat om laaggeschoolde arbeid. In totaal zal het om zo'n 3.000 tot 7.000 extra arbeidsplaatsen per jaar gaan.
- Indirecte effecten op de werkgelegenheid als gevolg van een verandering van de kosten van energie kunnen potentieel een veel grotere impact hebben dan de directe effecten. De indirecte effecten zijn afhankelijk van een aantal factoren:
 - Hoe ontwikkelen zich de kosten van duurzame energie en energie-efficiënte technologie? Als de kosten dalen zal eerder sprake kunnen zijn van positieve werkgelegenheidseffecten. Volgens het Greenpeace-scenario is op korte termijn sprake van hogere kosten, maar wordt dit (mede als gevolg van innovatie en leereffecten) gecompenseerd door lagere kosten op de lange termijn.
 - Hoe verhouden de verschillende indirecte effecten zich tot elkaar? Afhankelijk van de vraag hoe de kosten zich ontwikkelen kunnen deze effecten positief dan wel negatief zijn. Onderscheiden moeten worden effecten door de concurrentiepositie (zowel ten opzichte van andere landen als tussen sectoren binnen een land), het bestedingseffect en het effect van de verandering van relatieve prijzen ten opzichte van andere inputs.
 - De manier waarop zowel energiebeleid als algemeen beleid wordt vormgegeven. Hiermee kunnen enerzijds milieudoelstellingen gerealiseerd worden terwijl anderzijds negatieve gevolgen voor werkgelegenheid bijgesteld kunnen worden. Het goed vormgeven van de instrumentenmix is cruciaal.
- Er kunnen extra effecten ontstaan als door technologische ontwikkeling de Nederlandse industrie een voorsprong krijgt en energie-efficiënte technieken dan wel doorbraken ten aanzien van duurzame energie kan vermarkten in andere landen. Ook

hiervoor is van belang dat beleid consistent wordt vormgegeven. De grootste kansen lijken te liggen bij biomassa, off-shore windenergie en zonne-energie.

- Een deel van de effecten is geconcentreerd op laag geschoolde arbeid. Hierbij gaat het met name om de directe effecten als gevolg van het implementeren van maatregelen die nodig zijn voor het verhogen van de energie-efficiëntie (de bouwsector) en substitutie-effecten. Bij het laatste gaat het erom dat laag geschoolde arbeid, ten opzichte van hoog geschoolde arbeid, veel sneller een substituuut is voor energie. R&D stimuleert juist de inzet van meer hooggeschoolde arbeid.

Op grond van deze analyse mag verwacht worden dat de kans klein is dat het totaaleffect op de werkgelegenheid van het Greenpeace-scenario negatief is. Algemeen evenwichtsstudies laten juist zien dat over het algemeen een positief werkgelegenheidseffect verwacht mag worden. Dan is wel van belang dat het beleid ten aanzien van belastingen en subsidies op energie en arbeid goed wordt vormgegeven.

REFERENTIES

- Barker, T. (1999), Achieving a 10% cut in Europe's carbon dioxide emissions using additional excise duties: Coordinated, uncoordinated and unilateral action using the Econometric Model E3ME, *Economic Systems Research*, 11(4), 401-421
- BCG (2005), *Werkgelegenheidsontwikkeling energiesector 2006-2011*, The Boston Consulting Group
- Belgisch Federaal Planbureau (2006), *Het klimaat na 2012: analyse van scenario's voor emissiereductie tegen 2020 en 2050*, juli 2006
- Bos, G.G.J. (1995), *Productiefuncties: Toen en nu*, Afscheidsrede, Delft
- CBS (2006), *Banen werknemers naar economische activiteit (SBI 1993)*, Rijswijk
- Conrad, K. en Schmidt, F.N. (1998), Economic impacts of an uncoordinated versus a coordinated carbon dioxide policy in the European Union: An applied general equilibrium analysis, *Economic Systems Research*, 10(2), 161-182
- CPB (1992), *Long-term economic consequences of taxation on energy* (in Dutch: *Economische gevolgen op lange termijn van heffingen op energie*), CPB Working Paper no. 43, Den Haag
- CPB (1993), *Effects of small-scale energy tax at low and high price levels* (in Dutch: *Effecten van een kleinverbruikersheffing op energie bij lage en hoge prijsniveaus*), CPB Working Paper no. 64, Den Haag
- CPB (2005), *Windenergie op de Noordzee: Een maatschappelijke kosten-batenanalyse*, Den Haag
- CPB (2006), *CPB Informatief*, September, Den Haag
- CRA (2002), *Employment effects of electric energy conservation, 2002*, Charles River Associates
- Dijkgraaf, E., A. Gelderblom, J. de Koning, E. Maasland, E. Mendys-Kamphorst en P. van Nes (2005), *Concurrentiepositie MKB: Concurrenieren in een nieuw Europa*, MKB-Nederland en ABN-AMRO
- EC (2003), *European energy and transport – Trends to 2030*, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, Brussels
- EC (2004), *European energy and transport – Scenarios on key drivers*, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, Brussels
- EC (2005), *Doing more with less, Green paper on energy efficiency*, European Commission, COM 265 final, Brussels

- ECN (2006), Zonnestroom en de transitie naar een duurzame elektriciteitsvoorziening, Senter Novem, Utrecht
- Energieraad (2005), Gas voor morgen, Slotdocument, mei, Den Haag
- EWEA (2004), Wind energy: The facts, Industry & Employment, 3, 111-140
- EZ (2003), Transitie naar een duurzame energiehuishouding, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag
- EZ (2006), Visie op de gasmarkt, Ministerie van Economische Zaken, 17 maart, Den Haag
- FD (2005), Vrom stelt invoering Europese energieprestatierichtlijn uit, Commissie dreigt met inbreukprocedure, 21 december
- Greening, L.A., D.L. Greene en C. Difiglio (2000), Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey, Energy Policy, 28, 389-401
- Greenpeace (2006a), Energy revolution: A sustainable pathway to a clean energy future for the Netherlands, developed by S. Kronshage, W. Krewitt en U. Lehr, Institute of Technical Thermodynamics, Department of Systems Analysis and Technology Assessment (DLR), Stuttgart, Germany
- Greenpeace (2006b), De Nederlandse Energierevolutie: Het scenario voor een schone energietoekomst, Nederlandse samenvatting van Greenpeace (2006a)
- Groscurth, H.-M., A. de Almeida, A. Bauen, F.B. Costa, S.-O. Ericson, J. Giegrich, N. von Grabczewski, D.O. Hall, O. Hohmeyer, K. Jörgensen, C. Kern, I. Kühn, R. Löfstedt, J. da Silva Mariano, P.M.G. Mariano, N.I. Meyer, P.S. Nielsen, C. Nunes, A. Patyk, G.A. Reinhardt, F. Rosillo-Calle, I. Scrase en B. Widmann (2000), Total costs and benefits of biomass in selected regions of the European Union, Energy, 25, 1081-1095
- Hanley, N.D., P.G. McGregor, J.K. Swales en K. Turner (2006), The impact of a stimulus to energy efficiency on the economy and the environment: A regional computable general equilibrium analysis, Renewable Energy, 31, 161-171
- Heady, C.J., A. Markandya, W. Blyth, J. Collingwood en P.G. Taylor (2000), Study on the relationship between environmental/energy taxation and employment creation, University of Bath
- HS (2005), Transitiepad zonnestroom, Holland Solar
- Irrek, W. en S. Thomas (2006), Der EnergieSparFonds für Deutschland, Hans Böckler Stiftung
- Janssen, R. (2004), Towards energy efficient buildings in Europe, EuroACE, July, London

- Kemfert, C. en H. Welsch (2000), Energy-capital-labor substitution and the economic effects of CO₂ abatement: Evidence for Germany, *Journal of Policy Modeling*, 22, 641-660
- Klaassen, G., A. Miketa, K. Larsen en T. Sundqvist (2005), The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and the United Kingdom, *Ecological Economics*, 54, 209-226
- Koppejan, J. en P.D.M. de Boer-Meulman (2005), De verwachte beschikbaarheid van biomassa in 2010, SenterNovem, Utrecht
- Levinson, A., C. Rasmussen, K. Staehr en K. Wrang (2006), What are the linkages between environmental policies, economic growth and employment?, *Green Roads to Growth*, Kopenhagen
- Lindenberg, D. (2003), Service production functions, *Journal of Economics*, 80, 127-142
- Moghymzadeh, M. en K.O. Kymn (1985), Energy-capital and energy-labor: Complementarity and substitutability, *Atlantic Economic Journal*, 13, 44-50
- Morthorst, P.E. (2006), Opponent Note to Renewable energies – environmental benefits, economic growth and job creation, *Green Roads to Growth*, Kopenhagen
- MTC (2004), Energy efficiency, renewable energy, and jobs in Massachusetts, Massachusetts Technology Collaborative, Westborough
- Neuhoff, K. (2005), Large-scale deployment of renewables for electricity generation, *Oxford Review of Economic Policy*, 21, 88-110
- Ochsen, C. en H. Welsch (2005), Technology, trade and income distribution in West Germany, *Journal of Applied Economics*, 8, 321-345
- OECD (2004), Energy balances OECD countries 2003/2004, Paris
- Pfaffenberger, W., K. Jahn en M. Djourdjin (2006), Case study paper: Renewable energies – environmental benefits, economic growth and job creation, *Green Roads to Growth*, Kopenhagen
- PGG (2005), 30% vervanging fossiele grondstoffen in 2030, Platform Groene Grondstoffen, Senter Novem, Utrecht
- Porter, M.E. (1991), America's Green Strategy, *Scientific American*, 264(4), 168
- Rabou, L.P.L.M., E.P. Deurwaarder, H.W. Elbersen en E.L. Scott (2006), Biomassa in de Nederlandse energiehuishouding in 2030, Platform Groene Brandstoffen
- Raven, R.P.J.M. (2006), Strategic niche management for biomass: A comparative study on the experimental introduction of bioenergy technologies in the Netherlands and Denmark, proefschrift, Technische Universiteit Eindhoven

- Steininger, K.W. en H. Voraberger (2003), Exploiting the medium term biomass energy potentials in Austria, *Environmental and Resource Economics*, 24, 359-377
- Stern, N. (2006), *The economics of climate change*, Cambridge University Press
- Vollebergh, H.R.J. (2006), Increasing the role of renewables in the EU: Gloomy prospect or pitfall, *Green Roads to Growth*, Kopenhagen
- Welsch, H. en V. Ehrenheim (2004), Environmental fiscal reform in Germany: a computable general equilibrium analysis, *Environmental Economics and Policy Studies*, 6, 197-219