



Planbureau voor de Leefomgeving

# MOGELIJKE ECONOMISCHE GEVOLGEN VAN HERZIENING EUROPEES EMISSIEHANDELSSYSTEEM VOOR NEDERLAND EN DE EU

**Notitie**

**Corjan Brink**

**26 september 2016**

PBL

## **Colofon**

### **Mogelijke economische gevolgen van herziening Europees emissiehandelssysteem voor Nederland en de EU**

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2016

PBL-publicatienummer: 2079

## **Contact**

Corjan Brink, [corjan.brink@pbl.nl](mailto:corjan.brink@pbl.nl)

## **Auteur**

Corjan Brink

Met dank aan Pieter Boot, Frank Dietz, Robert Koelemeijer, Winand Smeets en Herman Vollebergh voor het geleverde commentaar.

## **Redactie figuren**

Durk Nijdam

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Brink, C. (2016), Mogelijke economische gevolgen van herziening Europees emissiehandelssysteem voor Nederland en de EU, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

# Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Herziening EU ETS	5
3 Bevindingen uit de literatuur	6
4 Modelanalyse economische gevolgen herziening EU ETS	9
5 Conclusie	14
Literatuur	15

# Samenvatting

In juli 2015 heeft de Europese Commissie voorstellen gedaan voor herziening van het systeem voor emissiehandel van de Europese Unie (EU ETS) voor de periode na 2020. Dit instrument is een belangrijke pijler onder het EU klimaat- en energiebeleid en heeft als primaire doel de uitstoot van broeikasgassen op kosteneffectieve wijze te beperken. De hoeveelheid emissierechten die jaarlijks beschikbaar komt (een deel wordt geveild en een deel wordt gratis toegewezen aan bedrijven) volgt een vooraf vastgesteld pad. Een belangrijk onderdeel van de herziening van het EU ETS is een snellere afname van het jaarlijkse aanbod van emissierechten. Hierdoor neemt het totaal aantal emissierechten binnen het EU ETS af, wat tot grotere schaarste zal leiden en in beginsel tot een hogere prijs die moet worden betaald voor emissierechten.

Een hogere CO<sub>2</sub>-prijs betekent extra kosten voor bedrijven. In de regel zullen deze kosten worden doorberekend aan de klant waardoor vuile producten duurder worden. Dit zal gedragsreacties uitlokken van producenten en consumenten. De vraag naar het vuile product neemt af en alternatieve producten worden aantrekkelijker. Ook zou productie kunnen worden verplaatst naar landen waar bedrijven minder of geen kosten voor klimaatbeleid hoeven te maken. Dat zou ten koste kunnen gaan van werkgelegenheid in de EU.

In het algemeen laat onderzoek zien dat de economische gevolgen van milieubeleid in het algemeen en van het EU ETS in het bijzonder beperkt zijn. Wel kan er sprake zijn van verschuiving van productie en werkgelegenheid van vuile sectoren waar de kosten relatief sterk toenemen naar schonere sectoren.

Voor deze studie zijn nieuwe berekeningen gemaakt met het toegepast algemeen-evenwichtsmodel WorldScan. Op basis van deze berekeningen kan worden geconcludeerd dat de macro-economische gevolgen van de voorgestelde aanscherping van het EU ETS voor Nederland en de EU beperkt zullen zijn. Effecten die optreden hangen af van veranderingen in klimaat- en energiebeleid buiten het EU ETS. Wanneer landen buiten de EU geen (extra) klimaatbeleid voeren zal de hogere CO<sub>2</sub>-prijs leiden tot inkomensverliezen en een lager BBP, maar de effecten zijn kleiner dan 0,05%. Nadelige effecten voor afzonderlijke sectoren treden wel op, vooral in de meest vervuilende energie-intensieve sectoren zoals de elektriciteitssector en de basismetalaalindustrie waar de productie met 0,8% respectievelijk 0,5% afneemt. De gevolgen voor de werkgelegenheid bestaan vooral uit een verschuiving van ETS-sectoren naar de dienstensector.

De berekeningen laten ook zien dat aanscherping van de Europese doelen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen zelfs gepaard kan gaan met positieve economische gevolgen wanneer landen elders in de wereld toezeggingen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen die zijn gedaan in de aanloop naar COP21 in Parijs zullen omzetten in concreet beleid. In dat geval kan de Europese industrie, ondanks een aanscherping van het klimaatbeleid, het aandeel in de wereldmarkt vergroten omdat hun concurrentiepositie verbetert. Het concurrentienadeel dat Europese bedrijven hebben doordat de Europese Unie voorop loopt in klimaatbeleid wordt in deze situatie minder groot, wat resulteert in een beperkte inkomensstijging en toename van het BBP (circa 0,05%). Ook de concurrentiepositie van de Nederlandse industrie verbetert. De productie en de werkgelegenheid in een aantal energie-intensieve sectoren neemt hier sterker toe dan gemiddeld in de EU.

Vergroening wordt in de modelsimulaties in deze studie gerealiseerd door een verhoging van energie-efficiëntie van sectoren, een verschuiving naar schonere energiebronnen en veranderingen in de sectorstructuur van de economie. Het model mist detail om rekening te houden met specifieke manieren waarop vergroening van de economie tot nieuwe bedrijvigheid of werkgelegenheid zou kunnen leiden.

# 1 Inleiding

Het systeem voor emissiehandel van de Europese Unie (EU ETS) is één van de belangrijkste pijlers onder het Europese klimaat- en energiebeleid. Het EU ETS heeft als doel de uitstoot van broeikasgassen uit de energie-intensieve industrie en elektriciteitsproductie op kosteneffectieve wijze te beperken. Bedrijven onder het ETS mogen alleen CO<sub>2</sub> uitstoten als ze daarvoor 'emissierechten' hebben. Omdat de hoeveelheid emissierechten beperkt is, wordt ook de omvang van de emissies beperkt. Deze emissierechten zijn verhandelbaar zodat reducties daar kunnen plaatsvinden waar dat het meest voordelig is. Zo ontstaat er een markt voor emissierechten en krijgen CO<sub>2</sub>-emissies een prijs. Het handelssysteem stimuleert bedrijven om hun emissies te verminderen zolang de kosten daarvan lager zijn dan de prijs die ze moeten betalen voor het mogen uitstoten van CO<sub>2</sub>. Zo zorgt het EU ETS ervoor dat de uitstoot daar wordt teruggedrongen waar dat het goedkoopste kan.

De kosten die het EU ETS met zich meebrengt zullen bedrijven in beginsel doorbelasten aan hun klanten. Vervuilende producten worden duurder, waardoor consumenten er minder van zullen kopen en producenten er minder van zullen produceren. Hoe groot deze effecten zullen zijn en waar ze zullen optreden hangt af van de hoogte van de kosten en de wijze van prijsvorming op de desbetreffende markt, maar het maakt ook uit bij wie deze kosten terecht komen en bij wie niet. Als bedrijven onder het EU ETS met extra kosten te maken krijgen en bedrijven buiten het EU ETS (binnen dan wel buiten de EU) niet, dan worden producten van ETS-bedrijven duurder ten opzichte van producten van andere bedrijven, wat kan leiden tot een verschuiving van de vraag naar producten van bedrijven buiten het EU ETS. Wanneer bedrijven buiten het EU ETS echter ook met extra kosten worden geconfronteerd zullen effecten mogelijk zelfs positief uitvallen.

De Europese Commissie heeft in 2015 voorstellen gedaan voor aanpassing van de ETS-richtlijn voor de periode 2021-2030. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het PBL gevraagd om de economische gevolgen van deze herziening voor Nederland en de Europese Unie in kaart te brengen. Deze notitie gaat in op de economische gevolgen van een aanscherping van klimaatbeleid zoals voorzien in het voorstel van de Europese Commissie voor herziening van het EU ETS. Naast een bespreking van de literatuur over de economische gevolgen van milieubeleid worden de economische gevolgen van de voorgestelde aanscherping van de emissiereductiedoelstelling onder het EU ETS ook geanalyseerd op basis van berekeningen met het algemeen-evenwichtsmodel WorldScan (voor vergelijkbare analyses met dit model, zie bijvoorbeeld Verdonk et al., 2013; Brink et al., 2016). Berekeningen voor verschillende varianten geven inzicht in het belang van diverse factoren, waaronder veranderingen in klimaatbeleid buiten het EU ETS.

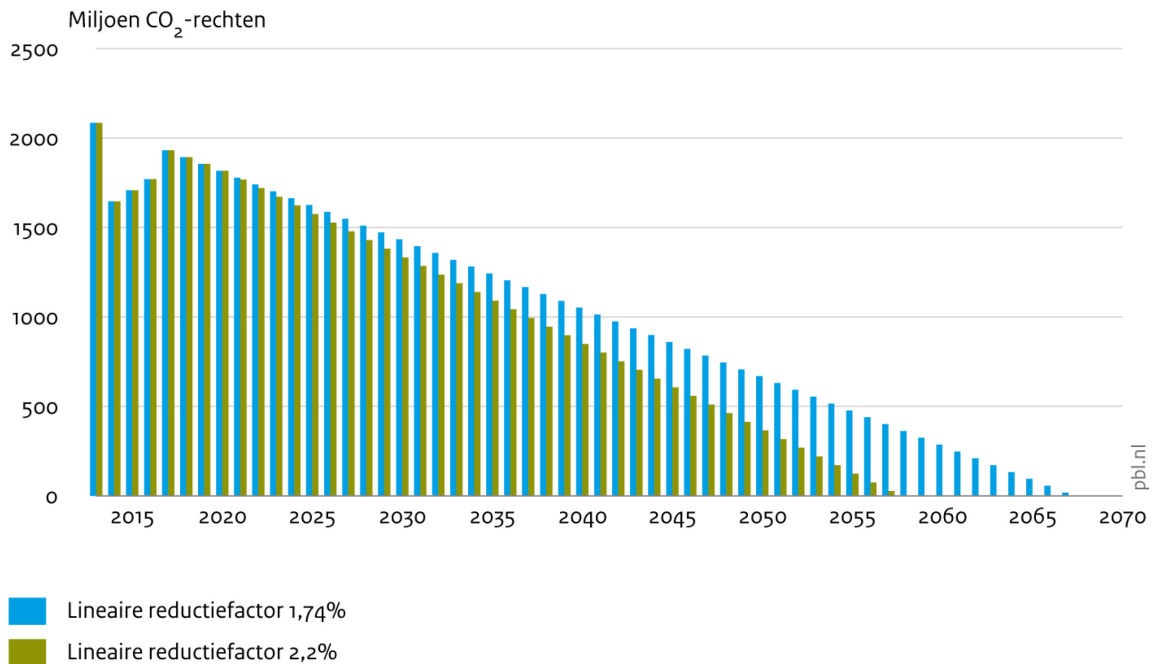
## 2 Herziening EU ETS

### Minder emissierechten leiden tot hogere CO<sub>2</sub>-prijs

In juli 2015 heeft de Europese Commissie voorstellen gedaan voor aanpassing van de ETS-richtlijn voor de periode 2021-2030. Momenteel bepalen het Europees Parlement en de EU lidstaten hun standpunt ten aanzien van deze voorstellen. Dit proces zal waarschijnlijk doorlopen in 2017. Eén voorstel betreft een aanscherping van de lineaire reductiefactor waarmee het aanbod van emissierechten elk jaar wordt verlaagd, van 1,74% (circa 38 miljoen rechten) naar 2,2% (circa 48 miljoen rechten). De aangescherpte reductiefactor zal ingaan in 2021 en heeft geen einddatum. Als deze reductiefactor wordt doorgetrokken zullen er in 2058 geen nieuwe rechten meer op de markt komen. Dat is 10 jaar eerder dan wanneer de

reductiefactor van 1,74% wordt doorgetrokken in de toekomst (zie Figuur 1). Hierdoor wordt het aanbod van rechten structureel verlaagd volgens een vooraf vastgesteld pad. Omdat er minder emissierechten beschikbaar komen neemt de totale emissieruimte binnen het EU ETS af en zal de prijs voor emissierechten in beginsel toenemen. Andere voorstellen gaan onder andere over de toewijzing van gratis rechten aan bedrijven en de wijze waarop een deel van de opbrengst van geveilde rechten wordt gebruikt om broeikasgasreductieprojecten te stimuleren.

**Figuur 1**  
**Jaarlijks aanbod van emissierechten in het EU ETS vanaf 2013**



Bron: <http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/>

## 3 Bevindingen uit de literatuur

### Hogere CO<sub>2</sub>-prijs werkt door in de economie

Een hogere CO<sub>2</sub>-prijs betekent extra kosten voor bedrijven die onder het EU ETS vallen. Bedrijven moeten extra middelen inzetten voor het verminderen van hun uitstoot of voor het aankopen van emissierechten, waardoor hun kosten om een product te maken toenemen. In de regel zullen deze kosten worden doorberekend aan de klant waardoor die te maken krijgt met een duurder product (zie bijvoorbeeld Fell et al., 2015). Omdat het budget van de afnemer beperkt is, zal deze minder van dit product kopen en bovendien op zoek gaan naar alternatieve producten die door deze kostenstijging mogelijk aantrekkelijker zijn geworden. Deze gedragsreacties in de markt zullen leiden tot veranderingen in de samenstelling en de omvang van de economie: vuile sectoren waar de kosten relatief sterk toenemen zullen mogelijk hun productie moeten verminderen terwijl schone sectoren waar de kosten niet of nauwelijks toenemen hun productie misschien zelfs wel kunnen uitbreiden.

Internationale concurrentie speelt hierbij ook een rol. Wanneer concurrenten niet geconfronteerd worden met extra kosten leidt een hogere CO<sub>2</sub>-prijs tot een verslechtering van de concurrentiepositie van bedrijven onder het EU ETS.<sup>1</sup> Het gevolg kan zijn dat productie verschuift naar landen zonder milieubeleid (deze zienswijze wordt aangeduid als de 'Pollution Haven Hypothese', zie bijvoorbeeld Levinson en Taylor, 2008). Anderen stellen dat milieubeleid bedrijven juist aanzet tot innovaties die leiden tot een hogere productiviteit en daarmee tot een verbetering van de concurrentiepositie (deze zienswijze wordt aangeduid als de 'Porter Hypothese' naar degene die deze stelling poneerde: Porter, 1991). Gevolgen voor de concurrentiepositie op korte termijn kunnen anders zijn dan de gevolgen op de lange termijn. Bedrijven kunnen bijvoorbeeld op langere termijn profiteren van innovaties en kennis die is opgedaan door milieuregelgeving als andere landen later ook hun regelgeving zullen aanscherpen (het 'early mover advantage', zie bijvoorbeeld Jaffe et al., 1995). Binnen de EU hebben alle bedrijven die onder het EU ETS vallen te maken met dezelfde CO<sub>2</sub>-prijs, waardoor het EU ETS de concurrentiepositie van deze bedrijven onderling niet beïnvloedt. Een hogere CO<sub>2</sub>-prijs onder het EU ETS zou echter wel kunnen zorgen voor een concurrentienadeel ten opzichte van bedrijven buiten het EU ETS, zowel binnen de EU (niet-ETS sectoren) als daarbuiten, wanneer kosten voor de bedrijven buiten het EU ETS niet (of minder sterk) toenemen. Voor bedrijven die te maken hebben met sterke internationale concurrentie kan dit betekenen dat deze bedrijven marktaandeel verliezen of hun productie verplaatsen naar een deel van de wereld waar geen of minder ambitieus klimaatbeleid wordt gevoerd. Dit kan leiden tot een verlies aan economische groei in de EU.<sup>2</sup> Overigens is het niet zo dat bedrijven buiten het EU ETS geen kosten maken voor klimaatbeleid. Binnen de EU hebben niet-ETS sectoren ook te maken met klimaatbeleid, internationaal bestaan er inmiddels diverse emissiehandelssystemen (Kossoy et al., 2015) en bijvoorbeeld bij de inzet van hernieuwbare energie heeft de EU zijn voortrekkersrol inmiddels verloren. Bovendien hebben veel landen aangekondigd hun doelstellingen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen verder te zullen aanscherpen (Den Elzen et al., 2016). Dat betekent dat aanscherping van het EU klimaatbeleid niet per definitie betekent dat er sprake zal zijn van een concurrentienadeel voor Europese bedrijven.

## Empirisch onderzoek wijst niet op sterk negatieve economische gevolgen van milieubeleid

Er is veel empirisch onderzoek gedaan naar de economische gevolgen van milieubeleid in brede zin. Daaruit komt niet het beeld naar voren dat kosten van milieubeleid tot significante concurrentieverstoringen hebben geleid waardoor bedrijven hun activiteiten hebben verplaatst naar landen zonder milieubeleid (Arlinghaus, 2015). Greenstone (2002) vindt weliswaar dat luchtbeleid in de VS in de periode 1972-1987 heeft geleid tot een significante afname van het aantal banen in regio's waar de normen werden overschreden, maar Morgenstern et al. (2002) vinden dat daar tegenover een toename staat van het aantal banen in andere regio's en andere bedrijfstakken. Er treden dus wel verschuivingen op, maar netto is er geen verandering in de totale werkgelegenheid in de VS. Deze conclusie wordt ook in recentere studies bevestigd (zie bijvoorbeeld Belova et al., 2015; Hafstead en Williams, 2015). Martin et al. (2014a) vinden dat een significante afname van de energie-intensiteit van bedrijven door de CO<sub>2</sub>-heffing voor de industrie in het Verenigd Koninkrijk niet gepaard is gegaan met verlies aan werkgelegenheid, productie en productiviteit. Ook wanneer breder

---

<sup>1</sup> Het begrip concurrentiepositie (in het Engels: competitiveness) wordt vaak gebruikt zonder dat goed gedefinieerd is wat daaronder wordt verstaan (zie ook Brink et al., 2007). In deze notitie duidt het begrip op het vermogen van bedrijven of sectoren om in een open, internationale markt winstgevendheid en marktaandeel te behouden of te vergroten door een aantrekkelijke prijs en/of kwaliteit van hun producten.

<sup>2</sup> Langs deze weg kan vermindering van de uitstoot van CO<sub>2</sub> in de EU ook gepaard gaan met een toename van de uitstoot elders, wanneer productie daar toeneemt. Dit wordt ook wel het koolstoflek genoemd (in het Engels 'carbon leakage', zie bijvoorbeeld Bollen et al., 2012).

wordt gekeken naar relatieve verschillen in energieprijzen tussen landen (die niet alleen het gevolg zijn van milieubeleid, maar ook andere oorzaken kunnen hebben) blijkt het effect daarvan op internationale handel beperkt (Sato en Dechezleprêtre, 2015). Kostenverschillen met buitenlandse concurrenten zijn over het algemeen dan ook niet groot en milieukosten zijn veelal beperkt vergeleken met de totale productiekosten (Brink et al., 2007). Bovendien zijn diverse andere factoren van groot belang voor de concurrentiepositie, zoals het opleidingsniveau van de beroepsbevolking, de nabijheid van een afzetmarkt en de kwaliteit van de infrastructuur (Jaffe et al., 1995; Belova et al., 2015) en kunnen concurrenten te maken hebben met minder zichtbare kosten van milieubeleid, bijvoorbeeld als gevolg van producties (Reinaud, 2009). Een andere mogelijke verklaring voor de geringe effecten die worden gevonden is het bestaan van vrijstellingen en compensatie voor bedrijven. Echter, studies die specifiek het effect van hiervan hebben onderzocht concluderen dat niet is aan te tonen dat deze effect hebben gehad (Anger en Oberndorfer, 2008; Martin et al., 2014a; Flues en Lutz, 2015).

Een aantal recente studies kijkt specifiek naar de gevolgen van het EU ETS voor bedrijven. Petrick en Wagner (2014) vinden op basis van data voor de Duitse industrie dat bedrijven onder het EU ETS hun CO<sub>2</sub> uitstoot met 20% hebben verminderd ten opzichte van vergelijkbare bedrijven die niet onder het EU ETS vallen, zonder dat hun productieniveau, werkgelegenheid of export is afgenomen. Voor bedrijven in Frankrijk vinden Wagner et al. (2013) vergelijkbare effecten op de uitstoot van installaties die onder het EU ETS vallen. Zij vinden echter wel een afname van de werkgelegenheid van 7% (Wagner et al., 2013). Dit lijkt echter vooral een verschuiving van werkgelegenheid binnen bedrijven van installaties die binnen het EU ETS vallen naar installaties die daar niet onder vallen (Wagner et al., 2013). Interviews met managers binnen een groot aantal bedrijven die onder het EU ETS vallen geven ook geen aanleiding om te verwachten dat bedrijven door klimaatbeleid hun activiteiten geheel zullen verplaatsen (Martin et al., 2014b).

## Gratis emissierechten om concurrentiepositie van bedrijven in EU ETS te beschermen zorgen voor inefficiënties

Empirisch onderzoek geeft dus geen aanleiding om grote effecten van het Europese klimaatbeleid op de concurrentiepositie van bedrijven en daardoor weglekken van broeikasgasemissies te verwachten. Bovendien introduceren steeds meer landen elders in de wereld soms vergaande vormen van klimaatbeleid (zoals de VS, China en Zuid-Korea) waardoor het effect dat het EU ETS heeft op de concurrentiepositie van bedrijven minder groot zal zijn. Met de afspraken op COP21 in Parijs hebben alle deelnemers zich achter een gemeenschappelijk doel geschaard en verklaard daar een bijdrage aan te zullen leveren. Daarmee lijkt er steeds minder reden tot zorg over de gevolgen van het Europese klimaatbeleid voor de concurrentiepositie van bedrijven. Toch is er in het beleidsproces rond herziening van het EU ETS veel aandacht voor maatregelen om een potentieel koolstoflek door concurrentienadeel te voorkomen.

Binnen het EU ETS wordt ruim de helft van de emissierechten via veilingen op de markt aangeboden. De overige emissierechten worden gratis aan bedrijven verstrekt. Bedrijfstakingen die internationaal concurreren krijgen meer rechten gratis toebedeeld dan bedrijfstakingen die minder gevoelig zijn voor internationale concurrentie. Zo wordt beoogd een verstoring van de internationale concurrentiepositie en het weglekken van CO<sub>2</sub> emissies naar het buitenland tegen te gaan. Emissiehandelssystemen elders in de wereld kennen een deel (bijvoorbeeld Californië) of alle emissierechten (Nieuw-Zeeland) gratis toe aan bedrijven. Ook daar is het voorkomen van een verstoring van de internationale concurrentiepositie in een wereld met ongelijk klimaatbeleid een belangrijke reden. Bovendien draagt het gratis verstrekken van emissierechten bij aan draagvlak onder bedrijven tegen klimaatbeleid (Fowle, 2012).



Mits juist vormgegeven kan gratis toewijzing van emissierechten bijdragen aan het verminderen van koolstoflekken (Fischer en Fox, 2007; Fowlie, 2012). De in het EU ETS gebruikte criteria leiden echter tot inefficiënties (Martin et al., 2014b, c). Bovendien zijn de criteria op grond waarvan bedrijven in aanmerking komen voor gratis rechten zo ruim opgesteld dat in de praktijk een groot deel van de bedrijven in aanmerking komt voor gratis emissierechten: bedrijven verantwoordelijk voor meer dan 85% van de industriële CO<sub>2</sub> emissies onder het EU ETS komen in aanmerking voor gratis rechten (Martin et al., 2014b). Het veilen van alle rechten, waarbij sectoren die te maken hebben met concurrentie uit landen met een minder ambitieus klimaatbeleid worden ondersteund met geharmoniseerde productiesubsidies, zal de efficiëntie van het EU ETS bevorderen (Bovenberg en Vollebergh, 2008).

In het voorstel voor aanpassing van het EU ETS vanaf 2021 houdt de Europese Commissie eraan vast dat een substantieel deel (ruim 40%) van alle emissierechten gratis aan bedrijven worden gegeven. Wel wordt een aantal wijzigingen voorgesteld in de toewijzingsmethodiek, waaronder een frequentere afstemming van de hoeveelheid gratis rechten op de productiegegevens, actualisering van de toegepaste benchmarks en aanpassing van de criteria op basis waarvan wordt bepaald welke bedrijfstakken zijn blootgesteld aan een significant weglekrisico zodat dit voor een beperkter aantal bedrijfstakken (circa 50) zal gelden. Daarmee blijven de eerder aangegeven inefficiënties bestaan, maar wanneer de gratis toewijzing meer beperkt zal zijn tot bedrijven die daadwerkelijk zijn blootgesteld aan internationale concurrentie zullen deze wel minder groot zijn.

## 4 Modelanalyse economische gevolgen herziening EU ETS

### Vier varianten in modelberekeningen

Zoals hiervoor beschreven laten recente empirische studies zien dat het EU ETS heeft geleid tot vermindering van CO<sub>2</sub> emissies zonder nadelige economische gevolgen (zie ook Martin et al., 2016). In aanvulling op deze inzichten vanuit de literatuur hebben we simulaties uitgevoerd met het toegepast algemeen-evenwichtsmodel WorldScan om daarmee specifiek in beeld te brengen welke gevolgen de voorgestelde herziening van het EU ETS zou kunnen hebben voor de Nederlandse en Europese economie. Het macro-economische model WorldScan is een (vereenvoudigde) weergave van de mondiale economie (voor een beschrijving van dit model, zie Lejour et al., 2006; Brink et al., 2016). Met dit model kan worden geanalyseerd wat de doorwerking is op de bredere economie van beleid gericht op specifieke sectoren (zoals het EU ETS) in een internationale context.

Zoals eerder aangegeven zal beleid gedragsreacties uitlokken die doorwerken in de economie. Zo zal een hogere ETS-prijs worden doorberekend in de prijs voor elektriciteit, waardoor ook huishoudens en sectoren die niet onder het EU ETS vallen met hogere kosten worden geconfronteerd. Ook kan een hogere ETS-prijs leiden tot veranderingen in import en export wanneer daardoor in de EU geproduceerde goederen relatief duurder worden in vergelijking met goederen geproduceerd in andere landen. Veranderingen in beleid treden echter zelden geïsoleerd op en effecten voor bijvoorbeeld internationale handel zijn natuurlijk anders wanneer tegelijkertijd ook productie in andere landen duurder wordt. Een algemeen-evenwichtsmodel maakt het mogelijk om doorwerking van beleid te analyseren onder specifieke veronderstellingen.

In deze notitie analyseren we de gevolgen van een hogere ETS-prijs wanneer er buiten het EU ETS niets verandert, maar ook wanneer tegelijkertijd scherpere doelen voor vermindering van de broeikasgasuitstoot tot extra kosten leiden voor Europese bedrijven die niet onder EU

ETS vallen, of voor bedrijven in landen buiten de EU. Vergelijking van verschillende varianten laat zien welke orde grootte van effecten zou kunnen optreden en hoe verschillende factoren van invloed zijn op de omvang van deze effecten. We presenteren de gevolgen voor het BBP, productie en werkgelegenheid in verschillende sectoren in Nederland en de EU. Daarnaast presenteren we de effecten in termen van een kostenmaatstaf op basis van de verandering in het totale nut dat huishoudens ontleen aan het consumeren van goederen en diensten, de *equivalent variation*.<sup>3</sup> De primaire baten worden in beeld gebracht door de reductie in broeikasgasemissies. Hieronder worden eerst de verschillende varianten beschreven.

### **REF - Referentiescenario**

Resultaten voor verschillende varianten worden afgezet tegen een Referentiescenario waarin het EU ETS na 2020 wordt doorgetrokken volgens de huidige richtlijn. Dat wil zeggen dat het aanbod van rechten jaarlijks afneemt met 38 miljoen. Verder wordt de verdeling tussen rechten die worden geveild en rechten die bedrijven gratis krijgen voor de periode 2021-2030 bepaald door de totale hoeveelheid gratis rechten constant te houden op een niveau van 750 miljoen, de geschatte hoeveelheid gratis toegewezen rechten in 2020. Ook wordt rekening gehouden met de invoering van de Marktstabiliteitsreserve in 2019 waartoe in 2015 is besloten (EP en Council of the EU, 2015).<sup>4</sup> Voor broeikasgasemissies buiten het EU ETS en voor hernieuwbare energie worden in het referentiescenario voor 2020 de doelen aangehouden zoals die in het 2020 klimaat en energiepakket zijn vastgelegd en deze doelen (20% hernieuwbare energie en broeikasgasemissies 10% onder het niveau van 2005) worden constant gehouden voor de periode 2021-2030.

Het mondiale beeld voor ontwikkelingen in economische groei, energieprijzen en energiegebruik is gebaseerd op het Current Policies Scenario van de World Energy Outlook 2015 van het IEA (IEA, 2015). Dit scenario houdt rekening met bestaand klimaatbeleid in landen buiten de EU, maar de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen blijft hiermee nog ver af van de toezeggingen die landen in december 2015 op COP21 in Parijs hebben gedaan. In *REF* loopt de EU met het EU ETS dus voorop in de wereld als het gaat om klimaatbeleid.

De CO<sub>2</sub>-prijs bij *REF* is bepaald met het model voor het EU ETS dat ook wordt gebruikt voor de CO<sub>2</sub>-prijsraming voor de Nationale Energieverkenning (Brink, 2014) en ligt op 9 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2020 en 20 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2030.<sup>5</sup>

### **LRF – Aanscherpen van de lineaire reductiefactor naar 2,2%**

In de variant *LRF* verandert ten opzichte van *REF* alleen het aanbod van emissierechten na 2020. Conform het voorstel van de Europese Commissie zal het jaarlijkse aanbod van rechten vanaf 2021 met 48 miljoen per jaar afnemen. In vergelijking met *REF* betekent dit dat er in de periode 2021-2030 in totaal 556 miljoen minder rechten beschikbaar komen. Deze snellere afname van het aanbod zal ook voor de jaren na 2030 gelden, waarmee het aanbod van rechten bij deze aanscherping circa 10 jaar eerder op nul zal uitkomen dan onder *REF* (namelijk in 2058). In variant *LRF* gaat de vermindering van het aanbod geheel ten koste van de veiling van emissierechten.

### **LRF\_GRA – LRF + aanpassen van de verdeling veilen en gratis toewijzing**

In de variant *LRF\_GRA* verandert ten opzichte van *REF* niet alleen het aanbod van emissierechten na 2020 door een afname van het jaarlijkse aanbod met 48 miljoen per jaar, maar verandert ook de verdeling tussen rechten die worden geveild en rechten die gratis worden toegekend aan bedrijven. In het voorstel voor herziening van het EU ETS van de Europese Commissie is opgenomen dat 57% van de rechten zal worden geveild. De overige rechten worden grotendeels gratis toegewezen aan bedrijven. In vergelijking met *REF* en *LRF* wordt in *LRF\_GRA* een kleiner deel van de rechten gratis toegewezen aan de industrie. In de bere-

<sup>3</sup> Voor een uitleg van deze maatstaf, zie bijvoorbeeld Slangen (2010).

<sup>4</sup> Voor een beschrijving van de werking van het MSR, zie Brink et al. (2014).

<sup>5</sup> Deze prijs ligt onder de raming van de CO<sub>2</sub>-prijs in de Nationale Energieverkenning 2016 (Schoots et al., te verschijnen), omdat in deze raming de voorgestelde aanscherping van het EU ETS al is ingecalculleerd.

keningen voor deze notitie is het niet mogelijk om de aanpassing van de toewijzingsregels die de Europese Commissie voorstelt mee te nemen, omdat het model WorldScan niet gedetailleerd genoeg is om verschillende typen bedrijven te onderscheiden binnen de sectoren die in het model worden onderscheiden.<sup>6</sup> In de berekeningen wordt het relatieve aandeel van de verschillende sectoren in de totale gratis toewijzing constant gehouden op de verdeling zoals die in 2013 door de Europese Commissie is gegeven.<sup>7</sup>

### **LRF\_GRA\_ESR – LRF\_GRA + voorgestelde doelen voor niet-ETS sectoren**

Om te analyseren wat het effect is van een gelijktijdige aanscherping van Europese doelen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen buiten het EU ETS (de zogenoemde *Effort Sharing Regulation*) wordt in variant *LRF\_GRA\_ESR* ten opzichte van *LRF\_GRA* een reductie van de uitstoot van broeikasgassen buiten het EU ETS opgelegd. Uitgangspunt in de modelberekeningen zijn de door de Europese Commissie in zomer 2016 voorgestelde doelen voor lidstaten om de uitstoot van broeikasgassen door niet-ETS sectoren in 2030 te verminderen. In deze notitie gaat het niet om een analyse van de *Effort Sharing Regulation* zelf, maar om de interactie met het EU ETS. Daarom is verondersteld dat lidstaten gebruik maken van de mogelijkheden voor flexibiliteit die zorgen dat in de modelsimulatie de marginale kosten van emissiereductie in alle lidstaten gelijk zijn.

### **LRF\_GRA\_ESR\_INT – LRF\_GRA\_ESR + aanscherping doelen buiten de EU**

De laatste variant doet recht aan het feit dat het na COP21 in Parijs steeds waarschijnlijker wordt dat Europa niet langer voorop blijft lopen waar het gaat om klimaatbeleid, maar dat landen elders in de wereld ook hun toezeggingen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen zullen omzetten in concreet beleid. In variant *LRF\_GRA\_ESR\_INT* wordt daarom in aanvulling op de Europese doelen in *LRF\_GRA\_ESR* ook rekening gehouden met een aanscherping van het klimaatbeleid buiten Europa. Daartoe wordt in de modelberekeningen in deze landen een CO<sub>2</sub>-prijs geïntroduceerd die leidt tot een vermindering van de CO<sub>2</sub> uitstoot die overeenkomt met de relatieve reductie die het New Policies Scenario van de World Energy Outlook 2015 geeft ten opzichte van het Current Policies Scenario (dat de basis vormt voor *REF*).<sup>8</sup> Deze variant sluit daarmee het best aan bij de Nationale Energieverkenning 2016 (Schoots et al., te verschijnen).

## **Herziening EU ETS leidt tot hogere CO<sub>2</sub>-prijs en lagere uitstoot**

Het primaire doel van een aanscherping van de lineaire reductiefactor binnen het EU ETS is een snellere vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Tabel 1 laat zien wat de relatieve verandering is in de uitstoot van broeikasgassen in 2030 in de EU en in Nederland ten opzichte van het referentiescenario *REF*. Hoewel het aanbod van emissierechten in 2030 in elke variant gelijk is, geldt dat niet voor de totale uitstoot door ETS-sectoren in dat jaar. Door de mogelijkheid om emissierechten mee te nemen naar volgende jaren ('banking', zie bijvoorbeeld Brink et al., 2016) kan het voor bedrijven efficiënt zijn om hun uitstoot in eerdere jaren extra te verminderen waardoor ze in latere jaren minder hoeven te doen. Wat voor bedrijven een efficiënt reductiepad is, hangt af van de context waarin bedrijven opereren en die verschilt tussen de varianten. Daardoor verschilt ook de uitstoot in 2030 tussen de

<sup>6</sup> Sectoren binnen het EU ETS die in de modelberekeningen worden onderscheiden zijn Aardolie-industrie, Basismetalenindustrie, Bouwmaterialenindustrie, Chemische, rubber- en kunststofproductindustrie, Elektriciteitsproductie, Papierindustrie, en Voedings- en genotmiddelenindustrie.

<sup>7</sup> Zie 'Questions and Answers on the Commission's decision on national implementation measures (NIMs)' ([http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/docs/faq\\_nim\\_cscf\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/docs/faq_nim_cscf_en.pdf)).

<sup>8</sup> Het New Policies Scenario van de World Energy Outlook 2015 bevat de toezeggingen die landen hebben gedaan in de aanloop naar COP21 in Parijs in december 2015 (IEA, 2015).

varianten. Ook voor niet-ETS sectoren geldt deze vorm van flexibiliteit in varianten *LRF\_GRA\_ESR* en *LRF\_GRA\_ESR\_INT*.

**Tabel 1**  
**Verandering in broeikasgasemissies in de EU-28 en Nederland in 2030 en hoogte CO<sub>2</sub>-prijs EU ETS in 2030**

	<i>LRF</i>	<i>LRF_GRA</i>	<i>LRF_GRA_ESR</i> <sup>1</sup>	<i>LRF_GRA_ESR_INT</i> <sup>1</sup>
<b>Broeikasgasemissies</b> (% verandering ten opzichte referentiescenario <i>REF</i> )				
EU-28	-1,3	-1,3	-3,0	-3,2
ETS-sectoren	-2,8	-2,8	-2,5	-3,4
Niet-ETS sectoren	0,0	0,0	-3,5	-3,1
Nederland	-1,2	-1,2	-2,4	-2,1
ETS-sectoren	-2,1	-2,2	-2,3	-2,6
Niet-ETS sectoren	-0,1	-0,1	-2,6	-1,5
<b>CO<sub>2</sub>-prijs EU ETS</b> (euro per ton CO <sub>2</sub> )				
	23	23	23	26

<sup>1</sup> De modelsimulaties veronderstellen binnen niet-ETS sectoren een efficiënte inzet van de mogelijkheden die de het voorstel voor de *Effort Sharing Regulation* biedt voor flexibiliteit in de tijd en tussen lidstaten, zodat de marginale kosten van emissiereductie in alle lidstaten en in de tijd gelijk zijn.

Tabel 1 laat ook zien welke CO<sub>2</sub>-prijs geldt voor het EU ETS in de verschillende varianten. Het totale aanbod van emissierechten is in alle varianten kleiner dan onder *REF*. In eerste instantie krijgt de grotere schaarste op de markt voor emissierechten zijn weerslag in een hogere CO<sub>2</sub>-prijs. Met het model voor het EU ETS dat ook wordt gebruikt voor de CO<sub>2</sub>-prijsraming voor de Nationale Energieverkenning (Brink, 2014) is bepaald dat de CO<sub>2</sub>-prijs met 14% toeneemt ten opzichte van *REF* (23 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2030). Deze prijs geldt in de varianten *LRF* en *LRF\_GRA*. Omdat niet-ETS sectoren in *LRF\_GRA\_ESR* hun uitstoot moeten verminderen wordt het voor ETS sectoren wat moeilijker om hun uitstoot terug te dringen, onder andere omdat een verschuiving van productie van ETS naar niet-ETS sectoren minder aantrekkelijk wordt en omdat substitutie van fossiele brandstoffen door elektriciteit binnen niet-ETS sectoren tot een grotere vraag naar elektriciteit leidt. Uit de berekeningen volgt dat de ETS-prijs in *LRF\_GRA\_ESR* daardoor 0,5% hoger is dan onder *LRF* (23 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2030).

De uitstoot die is berekend voor variant *LRF\_GRA* is iets lager dan de uitstoot in *LRF*, hoewel de CO<sub>2</sub>-prijs voor het EU ETS niet verschilt. Hoewel de verschillen klein zijn laat dit resultaat zien dat het EU ETS efficiënter wordt wanneer in *LRF\_GRA* minder emissierechten gratis aan bedrijven worden gegeven en een groter deel wordt geveild (zoals eerder in deze notitie besproken). Door de lagere uitstoot in niet-ETS sectoren is de totale uitstoot in *LRF\_GRA\_ESR* lager. De uitstoot door ETS sectoren is hoger voor de hele EU, maar in Nederland neemt de uitstoot verder af als gevolg van de indirecte effecten van de inspanningen in de niet-ETS sectoren.

Een aanscherping van klimaatbeleid in de rest van de wereld zorgt voor een sterkere concurrentiepositie van de Europese industrie. Door een toename van de productie wordt het in de EU moeilijker om de uitstoot van CO<sub>2</sub> te verminderen. Dit vertaalt zich in een hogere prijs voor emissierechten. Uit de berekeningen volgt dat de ETS-prijs in *LRF\_GRA\_ESR\_INT* daardoor 12% hoger is dan onder *LRF* (26 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2030). In *LRF\_GRA\_ESR\_INT* is de uitstoot door ETS sectoren lager dan in de andere varianten. Door de hogere CO<sub>2</sub>-prijs vindt er in eerdere jaren meer emissiereductie plaats. Daardoor is er in deze jaren ook meer sprake van banking. Dat betekent dat de marktstabiliteitsreserve die in 2019 wordt ingevoerd ervoor zorgt dat er in deze variant meer emissierechten worden toegevoegd aan de reserve. Het aanbod van rechten is dus minder groot en de uitstoot moet verder worden teruggebracht (Brink et al., 2014).

Naast de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen draagt klimaatbeleid door een vermindering van het gebruik van fossiele brandstoffen (en in het bijzonder van kolen) ook

bij aan een vermindering van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen, zoals fijn stof en zwaveldioxide. Vermindering van uitstoot van deze stoffen draagt bij aan een verbetering van de luchtkwaliteit. Aangezien in de EU de uitstoot van deze stoffen al beperkt wordt door emissieplafonds voor lidstaten zal in de praktijk de lagere uitstoot die gepaard gaat met klimaatbeleid niet altijd resulteren in lagere uitstoot. Dit kan ook leiden tot lagere kosten die moeten worden gemaakt om onder deze plafonds te blijven (zie voor een analyse van de interactie tussen klimaat- en luchtbeleid in Europa bijvoorbeeld ook Bollen en Brink, 2014).

## Macro-economische en sectorale effecten van herziening EU ETS in modelberekeningen beperkt

Tabellen 2 en 3 tonen de gevolgen van de vier varianten voor de economie in de hele Europese Unie (EU-28) en voor de Nederlandse economie afzonderlijk in 2030. De resultaten van de modelberekeningen geven een vergelijkbaar beeld als uit de literatuur naar voren komt. De aanscherping van het reductiepad in het EU ETS door het aanbod van emissierechten sneller naar beneden te brengen heeft macro-economisch zeer beperkte effecten (Tabel 2). In de varianten waarin alleen de EU haar klimaatbeleid aanscherpt (*LRF*, *LRF\_GRA* en *LRF\_GRA\_ESR*) laten de modelresultaten weliswaar inkomensverliezen en een afname van het BBP zien, maar de veranderingen ten opzichte van *REF* zijn kleiner dan 0,05%. Wanneer landen elders in de wereld echter tegelijkertijd hun klimaatbeleid aanpassen (*LRF\_GRA\_ESR\_INT*) gaat de voorgestelde herziening van het EU ETS zelfs gepaard met een toename van inkomen en BBP in de EU en Nederland ten opzichte van *REF*. Omdat deze variant ook CO<sub>2</sub>-prijzen veronderstelt in landen buiten de EU (in OECD-landen is de hoogte vergelijkbaar met die van de ETS-prijs in de EU, in andere landen ligt de CO<sub>2</sub>-prijs lager) wordt het concurrentienadeel dat bedrijven in de EU in *REF* hebben ten opzichte van bedrijven elders in de wereld als gevolg van het voorop lopen in klimaatbeleid (deels) weggewerkt. De industrie in Europa weet in deze variant ondanks een aanscherping van het beleid een concurrentievoordeel te realiseren ten opzichte van de industrie in andere landen, waar de hele economie van profiteert.

**Tabel 2**  
**Macro-economische gevolgen in 2030 (% verandering ten opzichte van het referentiescenario REF)**

	<i>LRF</i>	<i>LRF_GRA</i>	<i>LRF_GRA_ESR</i>	<i>LRF_GRA_ESR_INT</i>
EU-28				
Inkomen <sup>1</sup>	-0,01	-0,01	0,00	0,05
BBP	-0,03	-0,03	-0,03	0,04
Nederland				
Inkomen <sup>1</sup>	-0,03	-0,03	-0,04	0,01
BBP	-0,03	-0,03	-0,05	0,09

<sup>1</sup> *Equivalent variation* als percentage van het Nationaal Inkomen in *REF*.

Tabel 3 laat zien dat er wel nadelige effecten kunnen optreden voor afzonderlijke sectoren. De productieverliezen zijn het grootst voor de meest vuile energie-intensieve sectoren, zoals de elektriciteitssector en de basismetaalindustrie. Bedrijven in deze sectoren ondervinden het meeste nadeel van de hogere CO<sub>2</sub>-prijzen. Hetzelfde geldt voor de werkgelegenheidseffecten, al zijn die over het algemeen kleiner dan de effecten op de productie. Overigens is er als het gaat om werkgelegenheidseffecten vooral sprake van een verschuiving van werkgelegenheid binnen de economie van sectoren die wat minder produceren naar sectoren die niet of minder nadeel ondervinden van het klimaatbeleid, zoals bijvoorbeeld de dienstensector. Bovendien zijn de ETS-sectoren over het algemeen niet arbeidsintensief. Circa 10% van de totale werkgelegenheid in de EU en in Nederland valt binnen deze sectoren, waarvan niet

meer dan de helft binnen de meest energie-intensieve sectoren, zoals de chemie, de basismetale- en de bouwmaterialenindustrie.

Ook in termen van productieomvang en werkgelegenheid heeft het aanscherpen van klimaatbeleid internationaal (*LRF\_GRA\_ESR\_INT*) positieve gevolgen voor ETS-sectoren in de EU. In Nederland neemt de productie en de werkgelegenheid in de industrie sterker toe dan gemiddeld in de EU, door een relatief sterke concurrentiepositie van de energie-intensieve industrie in Nederland.

**Tabel 3**  
**Gevolgen voor productie en werkgelegenheid in sectoren in 2030 (% verandering ten opzichte van het referentiescenario REF)**

	<i>LRF</i>		<i>LRF_GRA</i>		<i>LRF_GRA_ESR</i>		<i>LRF_GRA_ESR_INT</i>	
	EU28	NL	EU28	NL	EU28	NL	EU28	NL
<i>Productie</i>								
Totaal ETS-sectoren	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	0,0	0,4
Basismetale	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	0,2	0,6
Aardolie-industrie	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-1,1	-0,8	-0,3	-0,1
Chemie, rubber- en kunststof	-0,2	-0,4	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	0,1	1,2
Bouwmaterialen	-0,3	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0	0,3	0,6
Elektriciteit <sup>1</sup>	-0,8	-0,5	-0,8	-0,6	-0,9	-0,6	-0,1	-0,1
Totaal niet-ETS sectoren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Werkgelegenheid</i>								
Totaal ETS-sectoren	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2
Basismetale	-0,4	-0,1	-0,4	-0,1	-0,4	-0,2	0,1	0,6
Aardolie-industrie	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,9	-0,7	-0,8	-0,5
Chemie, rubber- en kunststof	-0,2	-0,4	-0,2	-0,4	-0,2	-0,4	-0,1	0,9
Bouwmaterialen	-0,2	0,1	-0,2	0,1	-0,1	0,1	0,3	0,5
Elektriciteit <sup>1</sup>	-0,7	-0,2	-0,7	-0,2	-1,4	-0,3	0,0	-0,1
Totaal niet-ETS sectoren <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

<sup>1</sup> De gepresenteerde effecten voor de elektriciteitssector hebben betrekking op de totale productie van elektriciteit, inclusief nucleaire en hernieuwbare energie.

<sup>2</sup> Met uitzondering van een lichte afname van de werkgelegenheid in niet-ETS sectoren in variant *LRF\_GRA\_ESR\_INT* gaat het hier om een toename van werkgelegenheid in de orde van 0,01% ten opzichte van *REF*.

## 5 Conclusie

De voorstellen van de Europese Commissie voor herziening van het systeem voor emissiehandel van de Europese Unie (EU ETS) voor de periode na 2020 verminderen de beschikbare hoeveelheid emissierechten. Door grotere schaarste zal de prijs van emissierechten toenemen. De extra kosten die dit met zich meebrengt voor bedrijven zullen in de regel worden doorberekend aan de klant, wat gedragsreacties van producenten en consumenten uitlokt. De vraag naar vuile producten neemt af en alternatieve producten worden mogelijk aantrekkelijker. Ook zou productie kunnen worden verplaatst naar landen waar bedrijven minder of geen kosten voor klimaatbeleid hoeven te maken. Dat zou ten koste kunnen gaan van werkgelegenheid in de EU.

Empirisch onderzoek laat zien dat de economische gevolgen van milieubeleid in het algemeen en van het EU ETS in het bijzonder beperkt zijn. Wel kan er sprake zijn van verschuiving van productie en werkgelegenheid van vuile sectoren naar de kosten relatief sterk toenemen naar schonere sectoren. Deze conclusie kan ook worden getrokken op basis van nieuwe berekeningen met het toegepast algemeen-evenwichtsmodel WorldScan, waarmee de economische gevolgen van de voorstellen voor herziening van het EU ETS worden geana-

lyseerd. Wanneer landen buiten de EU geen (extra) klimaatbeleid voeren zal de hogere CO<sub>2</sub>-prijs wel leiden tot inkomensverliezen en een lager BBP, maar de effecten zijn beperkt. Nadelige effecten voor afzonderlijke sectoren treden wel op, vooral in de meest vervuilende energie-intensieve sectoren zoals de elektriciteitssector en de basismetaalindustrie. De gevolgen voor de werkgelegenheid bestaan dan ook vooral uit een verschuiving van ETS-sectoren naar de dienstensector.

De berekeningen laten ook zien dat aanscherping van de Europese doelen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen zelfs gepaard kan gaan met positieve economische gevolgen wanneer landen elders in de wereld toezeggingen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen die zijn gedaan in de aanloop naar COP21 in Parijs zullen omzetten in concreet beleid. In dat geval kan de Europese industrie het aandeel in de wereldmarkt vergroten omdat hun concurrentiepositie verbetert. Ook de concurrentiepositie van de Nederlandse industrie verbetert. De productie en de werkgelegenheid in een aantal energie-intensieve sectoren neemt sterker toe dan gemiddeld in de EU.

WorldScan is als model zeer geschikt voor analyses zoals hier gepresenteerd waarbij economische interacties tussen sectoren en landen een belangrijke rol spelen. Het model kent echter ook beperkingen als het gaat om analyse van energie- en klimaatbeleid. Zo houdt het model geen rekening met onzekerheid en is de dynamiek van technologische ontwikkeling niet gemodelleerd. Voor macro-economische analyse is het model tamelijk gedetailleerd in het onderscheid van sectoren en landen (de versie die hier gebruikt is onderscheidt 18 landen/regio's en 17 sectoren), maar voor analyse van specifieke technologische ontwikkelingen binnen sectoren is het model niet gedetailleerd genoeg. Vergroening wordt in de modelsimulaties in deze studie gerealiseerd door een verhoging van energie-efficiëntie van sectoren, een verschuiving naar schonere energiebronnen en veranderingen in de sectorstructuur van de economie. Het model mist detail om rekening te houden met specifieke manieren waarop vergroening van de economie tot nieuwe bedrijvigheid of werkgelegenheid zou kunnen leiden.

Tenslotte onderscheidt het model binnen de elektriciteitssector wel verschillende opwekkingstechnieken, maar wordt bij de prijsvorming van elektriciteit bijvoorbeeld geen rekening gehouden met specifieke kenmerken van bepaalde technologieën, zoals variabiliteit in het aanbod van hernieuwbare energie. De verhoging van het doel voor het aandeel hernieuwbare energie in 2030 van 27% voor de EU als geheel (zoals is opgenomen in het EU Raamwerk voor klimaat- en energiebeleid voor 2030) en de implicaties daarvan voor de elektriciteitsmarkt is in deze analyse dan ook niet meegenomen. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen wat het effect zal zijn van de wisselwerking tussen het EU ETS en het beleid voor hernieuwbare energie voor de economische gevolgen van de herziening van het EU ETS.

## Literatuur

- Anger, N, Oberndorfer, U (2008). Firm performance and employment in the EU emissions trading scheme: An empirical assessment for Germany. *Energy Policy* 36, 12-22.
- Arlinghaus, J (2015). Impacts of Carbon Prices on Indicators of Competitiveness: A Review of Empirical Findings. OECD Environment Working Papers No. 87. OECD, Paris.
- Belova, A, Gray, WB, Linn, J, Morgenstern, RD, Pizer, W (2015). Estimating the Job Impacts of Environmental Regulation. *Journal of Benefit-Cost Analysis* 6, 325-340.
- Bollen, J, Brink, C, Koutstaal, P, Veenendaal, P, Vollebergh, H (2012). Trade and Climate Change: Leaking Pledges. CESifo DICE Report 10, 44-51.
- Bollen, J, Brink, C (2014). Air pollution policy in Europe: Quantifying the interaction with greenhouse gases and climate change policies. *Energy Economics* 46, 202-215.

- Bovenberg, L, Vollebergh, H (2008). Veilen is efficiënt. *Economisch Statistische Berichten* 93, 298-300.
- Brink, C, Thomas, R, Smeets, W (2007). Milieubeleid en concurrentiepositie MNP Rapport 500091002. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Brink, C (2014). Raming CO<sub>2</sub>-prijen in de Nationale Energieverkenning 2014. PBL-notitie 1568. PBL (Planbureau voor de Leefomgeving), Den Haag.
- Brink, C, Beurskens, S, van Andel, E (2014). Marktstabiliteitsreserve in het EU ETS. Nadere analyse. Nederlandse Emissieautoriteit (NEa)/Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Den Haag.
- Brink, C, Vollebergh, HRJ, van der Werf, E (2016). Carbon pricing in the EU: Evaluation of different EU ETS reform options. *Energy Policy* 97, 603-617.
- Den Elzen, M, Admiraal, A, Roelfsema, M, van Soest, H, Hof, AF, Forsell, N (2016). Contribution of the G20 economies to the global impact of the Paris agreement climate proposals. *Climatic Change* 137, 655-665.
- EP, Council of the EU (2015). Decision (EU) 2015/1814 of the European Parliament and of the Council of 6 October 2015 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and amending Directive 2003/87/EC. *Official Journal of the European Union*, Volume 58, L 264 (9 October 2015), pp. 1-5.
- Fell, H, Hintermann, B, Vollebergh, H (2015). Carbon content of electricity futures in Phase II of the EU ETS. *The Energy Journal* 36.
- Fischer, C, Fox, AK (2007). Output-Based Allocation of Emissions Permits for Mitigating Tax and Trade Interactions. *Land Economics* 83, 575-599.
- Flues, F, Lutz, BJ (2015). Competitiveness Impacts of the German Electricity Tax. OECD Environment Working Papers No. 88. OECD Publishing, Paris.
- Fowlie, M (2012). Updating the Allocation of Greenhouse Gas Emissions Permits in a Federal Cap-and-Trade Program, in: Fullerton, D., Wolfram, C. (Eds.), *The Design and Implementation of U.S. Climate Policy*. University of Chicago Press.
- Greenstone, M (2002). The Impacts of Environmental Regulations on Industrial Activity: Evidence from the 1970 and 1977 Clean Air Act Amendments and the Census of Manufactures. *Journal of Political Economy* 110, 1175-1219.
- Hafstead, M, Williams, RC, III (2015). How Do Environmental Policies Affect Employment? Resources No. 190, 2015, 16-17. Resources for the Future (RFF), Washington DC.
- IEA (2015). *World Energy Outlook 2015*. OECD/IEA, Paris.
- Jaffe, AB, Peterson, SR, Portney, PR, Stavins, RN (1995). Environmental regulation and the competitiveness of U.S. manufacturing: what does the evidence tell us? *Journal of Economic Literature* 33, 132-163.
- Kosoy, A, Peszko, G, Oppermann, K, Prytz, N, Klein, N, Blok, K, Lam, LK, Wong, L, Borkent, B (2015). State and trends of carbon pricing 2015, Washington D.C.
- Lejour, A, Veenendaal, PJJ, Verweij, G, van Leeuwen, N (2006). *WorldScan: a Model for International Economic Policy Analysis*. CPB Document 111. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, Den Haag.
- Levinson, A, Taylor, MS (2008). Unmasking the pollution haven effect. *International Economic Review* 49, 223-254.
- Martin, R, de Preux, LB, Wagner, UJ (2014a). The impact of a carbon tax on manufacturing: Evidence from microdata. *Journal of Public Economics* 117, 1-14.
- Martin, R, Muûls, M, de Preux, LB, Wagner, UJ (2014b). Industry Compensation under Relocation Risk: A Firm-Level Analysis of the EU Emissions Trading Scheme. *American Economic Review* 104, 2482-2508.
- Martin, R, Muûls, M, de Preux, LB, Wagner, UJ (2014c). On the empirical content of carbon leakage criteria in the EU Emissions Trading Scheme. *Ecological Economics* 105, 78-88.



- Martin, R, Muûls, M, Wagner, UJ (2016). The Impact of the European Union Emissions Trading Scheme on Regulated Firms: What Is the Evidence after Ten Years? Review of Environmental Economics and Policy 10, 129-148.
- Morgenstern, RD, Pizer, WA, Shih, J-S (2002). Jobs Versus the Environment: An Industry-Level Perspective. Journal of Environmental Economics and Management 43, 412-436.
- Petrick, S, Wagner, UJ (2014). The Impact of Carbon Trading on Industry: Evidence from German Manufacturing Firms Kiel Institute for the World Economy, Kiel.
- Porter, ME (1991). America's green strategy. Scientific American 264, 168.
- Reinaud, J (2009). Trade, Competitiveness and Carbon Leakage: Challenges and Opportunities. Energy, Environment and Development Programme Paper 09/01. Chatham House, London.
- Sato, M, Dechezleprêtre, A (2015). Asymmetric industrial energy prices and international trade. Working Paper No. 202. Centre for Climate Change Economics and Policy (CCCEP), London.
- Schoots, K, Hekkenberg, M, Hammingh, P (2016). Nationale Energieverkenning 2016. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.
- Slangen, LHG (2010). Economische concepten voor beleidsanalyse van milieu, natuur en landschap. Begrippenkader voor evaluaties en verkenningen. Werkdocument 189. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Verdonk, M, Brink, C, Vollebergh, H, Roelfsema, M (2013). Evaluation of policy options to reform the EU Emissions Trading System. Effects on carbon price, emissions and the economy. PBL Policy Studies 934. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.
- Wagner, UJ, Muûls, M, Martin, R, Colmer, J (2013). The Causal Effects of the European Union Emissions Trading Scheme: Evidence from French Manufacturing Plants.