

**TNO-rapport****TNO 2018 P10887****Effecten minimum CO<sub>2</sub>-prijs in verschillende sectoren**

Datum	16 augustus 2018
Auteur(s)	Ton van Dril
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	15 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Vereniging Energie-Nederland
Projectnaam	Analyse varianten CO <sub>2</sub> bodemprijs
Projectnummer	060.35314/01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Vraagstelling en aanpak .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Overzicht resultaten .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Specificatie minimumprijs-instrument .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Effect bij mobiliteit.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Effect in de gebouwde omgeving en landbouw .....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Effect bij industrie .....</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Overige effecten.....</b>	<b>13</b>
8.1	Het effect op toepassing van kolen voor elektriciteitsproductie .....	13
8.2	Het effect van EU-beleid.....	13
8.3	Effect brandstofprijzen .....	14
<b>9</b>	<b>Referenties .....</b>	<b>15</b>

# 1 Inleiding

In het Regeerakkoord is een minimumprijs voor CO<sub>2</sub> aangekondigd voor de elektriciteitssector. De Vereniging Energie Nederland (E-N) wil graag meer inzicht krijgen in de effecten van een dergelijke maatregel, en mogelijke alternatieven. Inmiddels worden enkele onderzoeken uitgevoerd in opdracht van de vereniging en van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, door Frontier Economics. Wat daarbij nog ontbreekt is inzicht in het effect van een dergelijke minimumprijs op andere sectoren dan de elektriciteitssector. Deze analyse probeert dat effect in kaart te brengen aan de hand van bij ECN part of TNO en PBL beschikbare onderzoeksresultaten.

Deze analyse is tot stand gekomen door een rechtstreekse opdracht van de Vereniging Energie-Nederland aan TNO. Er zijn geen op de vraag toegesneden modelberekeningen gemaakt omdat er gegevens beschikbaar zijn en het gewenst is om snel met resultaten te komen. TNO heeft bij het opstellen van de notitie gebruik gemaakt van (deels tussentijdse) resultaten van studies van PBL<sup>1</sup>. TNO is verantwoordelijk voor de inhoud.

In Hoofdstuk 2 worden de vraagstelling en aanpak op hoofdlijnen geschetst. Hoofdstuk 3 bevat het overzicht van de resultaten met kanttekeningen. De hoofdstukken daarna geven nadere specificaties en onderbouwing van de resultaten per variant en per sector.

---

<sup>1</sup> TNO dankt met name Corjan Brink en Hans Hilbers van PBL voor hun bijdragen.

## 2 Vraagstelling en aanpak

In het Regeerakkoord van 2017 wordt een minimumprijs van CO<sub>2</sub> aangekondigd voor de elektriciteitssector. Dit zou onderdeel worden van een aanpassing (vergroening) van de energiebelasting. Daarbij is TNO gevraagd om, voor zo ver mogelijk, een inschatting te maken van (i) het verbreden van de minimumprijs naar alle bedrijven die in Nederland onder het ETS vallen en (ii) het toepassen van een met de minimumprijs vergelijkbare CO<sub>2</sub>-prikkel voor CO<sub>2</sub>-emissies die buiten het ETS vallen. Energie-Nederland wil weten wat de effecten zijn op de CO<sub>2</sub>-uitstoot en de belastingopbrengst bij deze andere sectoren. Het verzoek van E-N is besproken tijdens twee overleggen op 23 en 24 mei 2018, samen met PBL.

Zowel Frontier Economics als PBL hebben recent studies gedaan naar de effecten van een minimumprijs voor CO<sub>2</sub>. Frontier Economics heeft de minimum CO<sub>2</sub>-prijs onderzocht voor de elektriciteitssector, inclusief het uitfaseren van het gebruik van kolen voor stroomproductie in Nederland. Dit was een studie in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat naar aanleiding van het Regeerakkoord [Frontier Economics 2018a,b]. Frontier Economics heeft niet de toepassing van de minimumprijs op andere sectoren onderzocht, wel een variant waarbij de minimumprijs ook in buurlanden wordt toegepast. Frontier gebruikt een elektriciteitsmarktmodel (Combined Investment and Dispatch Model, CID).

PBL werkt aan eigen analyses met een algemeen evenwichtsmodel (Worldscan) van de invoering van de CO<sub>2</sub>-minimumprijs conform het regeerakkoord. Daarmee kan ook doorwerking naar andere sectoren en binnen het Europese emissiehandelssysteem (ETS) worden bepaald. PBL rekent hierbij niet met de voortijdige sluiting van de Nederlandse kolencentrales. Het onderzoek van PBL loopt nog, er is (augustus 2018) nog geen publicatie [PBL 2018]. Het PBL heeft voor twee varianten gerekend, een minimumprijs voor alleen de elektriciteitssector en voor alle installaties die onder het ETS vallen. Tevens heeft PBL voor beide varianten een berekening gemaakt waarbij de minimumprijs samen met Duitsland, Frankrijk, België en Luxemburg wordt ingevoerd. Voorlopige inzichten uit dit werk zijn in deze publicatie gebruikt.

Aanvullend zijn door sectorexperts analyses gemaakt voor niet-ETS sectoren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van prijselasticiteiten en van beschikbare analyses voor het klimaatakkoord, en de IBO-studie [ECN/PBL 2016]. De bevindingen zijn opgenomen in een overzicht met de resultaten voor verschillende sectoren. Er worden verder geen conclusies getrokken of aanbevelingen gedaan, maar wel enkele observaties en kanttekeningen gemaakt.

### 3 Overzicht resultaten

In Tabel 1 zijn de belangrijkste resultaten samengevoegd. In de rijen zijn de rekenvarianten gespecificeerd voor de diverse sectoren waar de minimumprijs voor is onderzocht. De laatste vier kolommen geven resultaten uit de genoemde studies weer. Nadere specificaties van het instrument en de resultaten zijn opgenomen in de hoofdstukken hierna.

Omdat de methode per studie verschilt kunnen de varianten tussen de studies niet rechtstreeks vergeleken worden. Allereerst zijn de referenties niet gelijk. Op de effecten daarvan wordt in hoofdstuk 8 ingegaan. Ook de gebruikte modellen werken verschillend. Frontier berekent alleen de effecten in de elektriciteitssector en houdt geen rekening met de doorwerking in het ETS en andere sectoren. Een ander wezenlijk verschil tussen Frontier en de analyse met WorldScan door PBL betreft de grotere mate van detail bij Frontier, relevant voor de Nederlandse kolencentrales. De resultaten van TNO zijn verzamelde partieel bepaalde sectorgegevens o.a. van ECN en PBL. De resultaten dienen slechts te worden gebruikt als indicatie van de omvang van het effect.

Tabel 1: Overzicht resultaten varianten effect minimumprijs CO<sub>2</sub>

Studies (gebruikte referentie)	Elektriciteits-productie	Industrie ETS	Totaal non-ETS	Uitstoot effect Mton CO <sub>2</sub> 2030	Uitstoot effect Mton CO <sub>2</sub> 2030 EU	Elektriciteitsprijs-effect 2030 €/MWh	Bruto (NL) opbrengst mld euro 2030
<b>Frontier (WEO 2017 prijzen; NEV 2017)</b>	Minimumprijs (NL)			-17	1	2	0,3
	Kolen uitfaseren			-18	-8	1,4	0,0
	Kolen uitfaseren en minimumprijs (NL)			-26	-4	2,9	0,1
	Kolen uitfaseren en minimumprijs incl. buurlanden			-19	-40	7,1	0,3
<b>PBL (NEV 2017, met EU doelbereik)</b>	Minimumprijs (NL)			-19	-0		0,3
	Minimumprijs, incl. buurlanden			-14	-31		0,4
	Minimumprijs (NL)	Minimum prijs		-21	0		1,3
	Minimumprijs, incl. buurlanden	Minimum prijs incl. buurlanden		-16	-31		1,4
<b>TNO (NEV 2017)</b>	PBL, prijseffect Frontier	Minimum prijs		-20 - -21		2,9	1,3
	PBL, prijseffect Frontier	Minimum prijs	CO <sub>2</sub> heffing	-21 - -22		2,9	2,7
			CO <sub>2</sub> heffing	-0,9- -1,3			1,4

Een uitsplitsing naar afzonderlijke sectoren die niet onder ETS vallen is in Tabel 2 opgenomen. De in Tabel 2 opgenomen effecten zijn relatief onafhankelijk van wat is aangenomen voor de inrichtingen onder het ETS. De wat hogere elektriciteitsprijs dan in de situatie zonder minimumprijs (2,9 euro/MWh in 2030) heeft een zeer beperkt effect op de energievraag. Mogelijke andere effecten bij ETS-bedrijven zoals veranderingen in de productie en energiegebruik hebben naar verwachting beperkte invloed op non-ETS-sectoren.

Tabel 2: Uitsplitsing van het verwachte reductie-effect en de belastingopbrengst in non-ETS sectoren bij een additionele CO<sub>2</sub>-heffing

Sectoren	Reductie Mton 2030 laag	Reductie Mton 2030 hoog	Bruto opbrengst mld euro 2030
Industrie niet-ETS	0,02	0,04	0,1
Huishoudens	0,16	0,55	0,4
Diensten	0,00	0,00	0,1
Glastuinbouw	0,19	0,19	0,1
Wegverkeer	0,56	0,56	0,7
<b>Totaal niet-ETS</b>	<b>0,93</b>	<b>1,35</b>	<b>1,4</b>

De resultaten in tabel 1 en 2 zijn gegeven voor 2030 wanneer de grootste effecten op uitstootreductie en belastingopbrengst worden verwacht. Gedurende de periode 2020 tot 2030 wordt dit effect lineair opgebouwd, zowel voor wat betreft reductie als belastingopbrengst.

Op basis van de resultaten zijn enkele algemene observaties te maken.

- Een nationale minimum CO<sub>2</sub>-prijs heeft een aanzienlijk reductie-effect op de Nederlandse elektriciteitsproductie
- Op Europese schaal wordt dit effect teniet gedaan door meer uitstoot in andere landen, import van elektriciteit speelt daarin een belangrijke rol.
- Bij andere sectoren is het reductie-effect van de minimumprijs of een vergelijkbare heffing veel lager
- De financiële opbrengst van een dergelijk instrument is daarentegen juist groter in sectoren waar het uitstoot-effect kleiner is

## 4 Specificatie minimumprijs-instrument

Voor het kunnen uitvoeren van de gevraagde partiële analyses (met name voor sectoren buiten het ETS) is het van belang om de minimumprijs te vertalen in een soortgelijke CO<sub>2</sub>-prikkel. In het Regeerakkoord is één zin over dit instrument opgenomen.

*“Door aanpassing van de energiebelasting wordt belasting op gas en elektriciteit vanuit CO<sub>2</sub>-optiek evenwichtiger. Onderdeel hiervan is de introductie van een minimumprijs van CO<sub>2</sub> voor de elektriciteitssector.”*

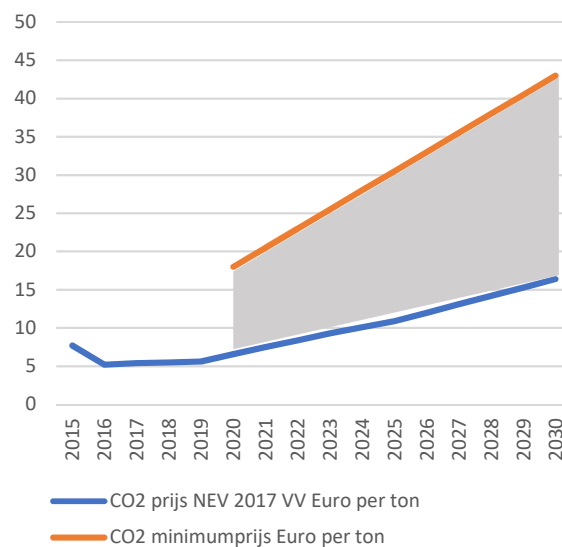
En in het budgettaire overzicht:

*“Invoering van een minimum CO<sub>2</sub>-prijs door in aanvulling op de ETS-prijs een nationale CO<sub>2</sub>-heffing te introduceren. De prijs loopt op tot 43 euro in 2030. Dit levert een structurele opbrengst van € 620 miljoen op.”*

Het is verder niet duidelijk geworden hoe de elektriciteitssector is afgebakend waar het gaat om decentrale gecombineerde productie van elektriciteit en warmte (warmtekrachtkoppeling).

Er staat verder niets over de initiële hoogtebepaling of de ingangsdatum aangegeven of de relatie met de energiebelasting. In de doorrekening door CPB is aangenomen dat de CO<sub>2</sub>-minimumprijs start met ingang van 2020 op 18 euro per ton en stijgt naar 43 euro in 2030.

Voor deze analyse wordt voor alle varianten aangenomen dat de overheid het instrument toepast via een belastingheffing. Die heffing is dan gelijk aan het verschil tussen de gemiddelde ETS-marktprijs en de beleidsmatig vastgesteld minimumprijs (zie Figuur 1).



Figuur 1: Veronderstellingen van het verloop van de emissiehandelsprijs en de minimumprijs, in Euro<sub>2016</sub> per ton CO<sub>2</sub>

De effectieve heffing die voor de partiële analyses wordt gebruikt verloopt dus volgens het ingekleurde gebied, en loopt op van 11 euro in 2020 tot 27 euro in 2030. Deze veronderstelde additionele heffing komt voor emissies die niet onder het ETS vallen bovenop de bestaande energielasting of accijns. Voor emissies die wel onder het ETS vallen komt deze heffing bovenop de in de Nationale Energieverkenning 2017 (NEV) aangehouden ETS-prijs [ECN/PBL/CBS 2017].



## 5 Effect bij mobiliteit

Wegverkeer en mobiele werktuigen vertegenwoordigen meer dan 95% van de uitstoot van de mobiliteit in 2030. Het brandstofverbruik van wegverkeer en mobiele werktuigen is voor 58% diesel, 41% benzine en 1% LPG. Het effect van een extra CO<sub>2</sub>-heffing, inclusief 21% btw daarover is per liter 7,3 cent voor benzine en 8,5 cent voor diesel in 2030. De procentuele stijging op de consumentenprijs is dan respectievelijk 3,5% en 4,7%.

Het reductie-effect is bepaald met een lange termijn prijselasticiteit op brandstofverbruik van -0,5. Dit is een kengetal dat in nationale analyses gebruikt wordt, verkregen van de verkeerseexperts van PBL. Het is een gemiddelde over personen en vrachtverkeer, en inclusief voertuigkeuze. Het effect van het instrument bedraagt in 2030 voor wegverkeer en mobiele werktuigen 0,5 Mton reductie.

## 6 Effect in de gebouwde omgeving en landbouw

Voor de gebouwde omgeving wordt aan analyses gewerkt door TNO in het kader van het klimaatakkoord. Er zijn nog geen publicaties hierover beschikbaar. Het effect van de extra CO<sub>2</sub>-belasting bedraagt ongeveer 5 cent per m<sup>3</sup> aardgas (voor huishoudens ongeveer 6%). De CO<sub>2</sub>-minimumprijs in de elektriciteitssector leidt tot een prijsverhoging van 0,3 cent per kilowattuur elektriciteit (voor huishoudens, inclusief btw, ongeveer 1,5%) in de maximale situatie van 2030.

Voor huishoudens (woningen) zijn twee uiteenlopende benaderingen gehanteerd. Het betreft een algemene benadering met een conservatieve prijselasticiteit en een specifieke benadering, gericht op investeringen in hybride warmtepompen.

Bij een conservatieve lange termijn prijselasticiteit van -0,2 bedraagt het effect van de extra CO<sub>2</sub>-belasting 0,1 Mton CO<sub>2</sub>. Deze waarde wordt gebruikt als ondergrens voor het effect. Als bovengrens wordt specifiek naar warmtepompen gekeken. Warmtepompen hebben momenteel een grote aandacht, en het knelpunt ligt hierbij op de kosten. In de specifieke benadering wordt aangenomen dat elk huishouden dat de cv-ketel moet vervangen een hybride warmtepomp wil kiezen als daarvan de terugverdientijd onder een bepaalde grens ligt (bijv. 7 jaar). Met de invoering van een minimumprijs-effect van 5 cent/m<sup>3</sup> komt een groter aantal gevallen onder die grens. Het aanvullende potentieel daarvan is 1,1 Mton. Er moet echter ook mee gerekend worden dat een belangrijk deel van de huishoudens niet automatisch kiest voor een hybride warmtepomp. Er kunnen bij die huishoudens ook andere afwegingen spelen. Per saldo wordt voor huishoudens uitgegaan van een bandbreedte van 0,1-0,6 Mton reductie-effect.

Voor de dienstensector worden geen effecten van de heffing op basis van de minimumprijs verwacht. Het procentuele prijseffect kan hoger zijn, maar de prijselasticiteit is waarschijnlijk lager dan bij woningen. Toepassing van warmtepompen in de bestaande bouw is zonder subsidie onrendabel, ook met de aanvullende prijsprikkel van de omvang zoals hier bedoeld. Bovendien is de focus van het beleid gericht op regelgeving: de informatieplicht en de implementatie van maatregelen van standaard lijsten, alsmede labelverplichtingen voor kantoren. Aangenomen wordt dat het effect van dit beleid niet verandert door de minimumprijs.

De glastuinbouw is wel gevoelig voor gasprijsveranderingen. Het prijseffect in 2030 van het instrument is ongeveer een 11% stijging. Op basis van de prijselasticiteit<sup>2</sup> die het LEI gebruikt voor nationale verkenningen wordt voor de CO<sub>2</sub>-prijsprikkel een verminderd aardgasverbruik van 1,2 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> kas aangehouden. Op basis hiervan is er ongeveer 0,2 Mton minder uitstoot van CO<sub>2</sub> in 2030. Dit kengetal is inclusief de invloed op warmtekrachtkoppeling. Het aandeel ETS-bedrijven in de glastuinbouw is beperkt en het effect ervan is hier verwaarloosd.

---

<sup>2</sup> Dat komt neer op een prijselasticiteit van ongeveer -0,5.

## 7 Effect bij industrie

De industrie heeft zowel een ETS-deel als een non-ETS deel. Ongeveer 90% van de uitstoot valt onder het ETS, maar dat betreft ongeveer 300 inrichtingen. Daarbij is ook de raffinaderijsector en de olie- en gaswinning meegenomen, maar niet elektriciteitsproductie, glastuinbouw en diensten. Het merendeel van de industriebedrijven valt niet onder het ETS, daar heeft energie een relatief klein aandeel in de kosten.

Bij de zeer energie-intensieve bedrijven onder het ETS kunnen meer effecten optreden. Een minimumprijs hoeft niet alleen tot energiezuinige investeringen en werkwijzen te leiden. Het kan ook zijn dat bedrijven uit kostenoverwegingen productie verminderen of naar het buitenland verplaatsen (weglekeffect z.g. carbon leakage). Voor deze twee effecten wordt geïnventariseerd

Uitgangspunten voor de berekening en resultaten:

- De gemiddelde extra prijsprikkel voor aardgas in de periode tot 2030 komt overeen met ~20 euro/ton CO<sub>2</sub>. Het effect op de marginale gasprijs is +13% voor de ETS-industrie en +9% voor de niet-ETS industrie.
- Modelberekeningen op basis van [ECN/PBL 2016], gebruikt voor onderwaarde efficiency
- Prijselasticiteit -0,2 (indicatief<sup>3</sup>) betreffende energie-efficiency gebruikt voor bovenwaarde efficiency
- Ongeveer 400 PJ energieverbruik is gevoelig voor de heffing en prijselasticiteit
- Aandeel niet-ETS circa 10%.
- Emissiefactor aardgas: 56,6 kg CO<sub>2</sub>/GJ.

Er is geen effect bepaald op WKK. In 2030 is de aardgasinzet voor WKK in de industrie sterk teruggelopen tot circa 8 PJ. Het mogelijke extra effect van de prijsprikkel lijkt beperkt en is onzeker. Het is ook niet duidelijk hoe de minimumprijs van toepassing gaat worden op WKK.

Tabel 3: Verwachte reductie-effect in Mton CO<sub>2</sub> in de industrie ten gevolge van een minimumprijs bij ETS sectoren en een additionele CO<sub>2</sub>-heffing bij non-ETS sectoren

[Mton CO <sub>2</sub> ]	ETS	Niet-ETS
Energie-efficiency proces	-0,15 tot -0,5	-0,02 tot -0,04
Weglekeffect productie	-0,8 tot -1,6	-0

CE Delft heeft weglekeffecten voor een vergelijkbare CO<sub>2</sub>-heffing ingeschat op 1,6 Mton CO<sub>2</sub> [CE Delft 2017]. Mogelijk is dat ook lager als de industrie de hogere CO<sub>2</sub>-kosten niet volledig doorberekent aan klanten. Een nadere analyse van de grotere energie-intensieve processen is eigenlijk nodig, in plaats van economische analyse op sectorniveau.

<sup>3</sup> Op basis van diverse studies gekozen, o.a. CE Delft 2014.

Het voorlopige resultaat van PBL voor het additionele reductie-effect op de Nederlandse ETS-industrie bedraagt volgens tabel 1 ongeveer 2 Mton. Dit komt ongeveer overeen met de bovenwaarde uit tabel 3. De algemeen evenwichtsanalyse met Worldscan van PBL geeft wel een andere verdeling van effecten, vooral een groter efficiency-effect.

Het effect op de elektriciteitsprijs ten gevolge van de CO<sub>2</sub>-bodemprijs (plus uitfasering kolen volgens regeerakkoord) is beperkt: max 0,3 cent/KWh in 2030. Dat is een prijsverhoging van 6% in de meest energie-intensieve sectoren. Verwacht wordt dat de indirecte effecten op de emissie van de industrie en elektriciteitssector beperkt zijn.

## 8 Overige effecten

In dit hoofdstuk worden kanttekeningen geplaatst bij de vergelijkbaarheid van de resultaten van de verschillende analyses. Ten eerste zijn de referenties van de drie verschillende studies niet helemaal gelijk. PBL en TNO hanteren de NEV 2017 [ECN/PBL/CBS 2017] om de minimumprijs tegen af te zetten. PBL veronderstelt daarbij wel een iets andere Europese beleidscontext. In de PBL-studie wordt ook rekening gehouden met een aanscherping van de Europese doelen voor hernieuwbare energie en energiebesparing. Frontier heeft een actualisatie gemaakt van de verwachtingen over wereldmarktprijzen voor brandstoffen.

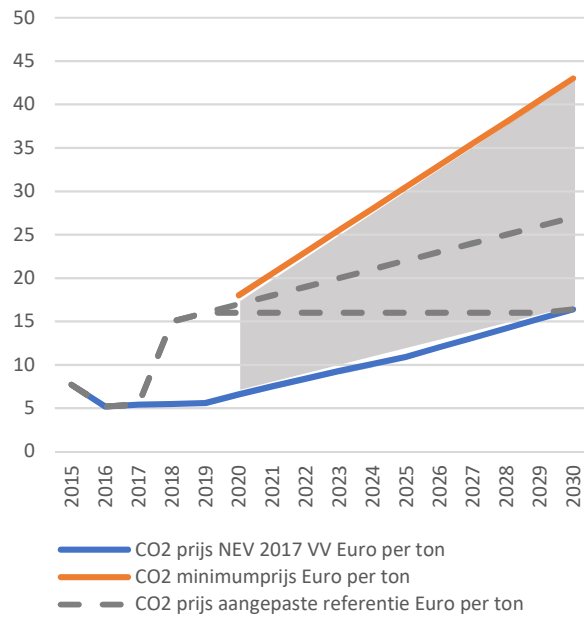
Ten tweede werken de modellen verschillend: Frontier gebruikt een elektriciteitsmarktmodel met specifieke inzet van centrales. WorldScan van PBL geeft vooral inzichten in de macro-economische effecten en doorwerkingen in andere sectoren, internationale handel en concurrentiepositie. Frontier gaat in de meeste varianten uit van sluiting van de Nederlandse kolencentrales, terwijl bij PBL in de analyse met WorldScan de inzet van kolenvermogen een modeluitkomst is. De aanvullende analyses van TNO zijn partieel, er zijn hiervoor geen modellen gebruikt en er worden geen effecten tussen sectoren verondersteld.

### 8.1 Het effect op toepassing van kolen voor elektriciteitsproductie

De totale uitstoot van de Nederlandse kolencentrales in de NEV 2017 bedraagt jaarlijks (over 2020-2030) tussen 17 en 24 Mton. Een minimumprijs die oploopt tot 43 euro per ton zal op basis van de NEV 2017 uitgangspunten niet leiden tot een volledige verschuiving van de inzetvolgorde van kolen en gascentrales (zie voetnoot voor aannamen). De minimumprijs alleen leidt dus niet tot volledige uitfasering van kolencentrales. Uit de resultaten van Frontier is op te maken dat uitfasering van kolen aanvullend op de minimumprijs leidt tot extra reductie.

### 8.2 Het effect van EU-beleid

De Europese beleidsvoorstellen voor 2021 tot 2030 zijn niet in de NEV meegenomen. In de NEV 2017 is daar een overzicht van opgenomen (NEV 2017, tabel 2.2). De ambities voor het ETS, voor energiebesparing en voor hernieuwbare energie lijken in dit verband het meest relevant. Sinds de zomer van 2017 is de EU-ETS-prijs gestegen van 5 euro per ton naar ongeveer 15 euro (juli 2018). Dit hangt waarschijnlijk deels samen met het concreter worden van de het ETS-beleid voor na 2020 in deze periode. Het is niet duidelijk of de prijs in 2018 nog verder gaat stijgen. Zolang de marktprijs onder de minimumprijs blijft is vooral de laatste bepalend voor te verwachten CO<sub>2</sub>-reductie. De opbrengst voor de overheid kan echter veel lager uitvallen bij de huidige hogere marktprijzen. Het prijsverschil is bijvoorbeeld zo'n 25% tot 50% lager voor de gestippelde aangepaste referenties in figuur 2. Er is bij het huidige prijsniveau slechts een heel kleine opbrengst in het startjaar van de minimumprijs. Hier staan waarschijnlijk op termijn wel hogere opbrengsten uit de veiling van CO<sub>2</sub>-rechten tegenover voor de overheid. Ook het concurrentienadeel door de minimumprijs is kleiner bij het huidige prijsniveau.



Figuur 2: Verloop van de emissiehandelsprijs en veronderstellingen over de emissiehandelsprijs en de minimumprijs, in Euro<sub>2016</sub> per ton CO<sub>2</sub>

PBL gaat in de analyse met WorldScan ook uit van realisatie van de EU-doelen in 2030 betreffende hernieuwbare energie en energiebesparing zoals in 2016 voorgesteld door de Europese Commissie. In die situatie is er minder behoefte aan uitstoot van CO<sub>2</sub> onder het ETS en daardoor een wat lagere CO<sub>2</sub>-marktprijs. Het potentieel aan CO<sub>2</sub>-reductie is dan in Europees verband al wat meer aangesproken in de referentiesituatie. Deze effecten van Europees beleid voor energiebesparing en hernieuwbare energie zijn niet apart berekend. Ze zijn uit de resultaten van tabel 1 niet af te leiden.

### 8.3 Effect brandstofprijzen

Frontier gebruikt de projecties van de World Energy Outlook 2017, de NEV 2017 maakte gebruik van de WEO 2016. Ten opzichte van de WEO 2016 zijn de verwachte gasprijzen in 2030 ongeveer 30% lager, en de kolenprijzen 10% hoger. Daarmee wordt nog niet een echt omslagpunt bereikt voor de inzet van gas- en kolencentrales in het referentiepadd. Gecombineerd echter met een CO<sub>2</sub>-prijs in 2030 van 48 euro/ton komen de marginale kosten van elektriciteitsproductie met kolen en gas wel heel dicht bij elkaar te liggen<sup>4</sup>. Omdat het resultaat voor de minimumprijs van Frontier vergelijkbaar is met dat van PBL lijkt het effect van andere brandstofprijzen echter nog geen grote rol te spelen.

In de overige sectoren kan een lagere gasprijs ook tot andere vraagpatronen leiden met effecten op de uitstoot. De effecten van aangepaste brandstofprijzen op de prijzen van elektriciteit en CO<sub>2</sub> en de uitstoot van CO<sub>2</sub> op de referentie zijn onzeker, een aangepast referentiescenario is niet beschikbaar. De rol van brandstofprijzen voor het effect van een CO<sub>2</sub>-minimumprijs kan nader onderzocht worden met gevoeligheidsanalyse.

<sup>4</sup> Gasprijs 2030: 0,31 euro/m<sup>3</sup> in NEV2017, 0,22 euro/m<sup>3</sup> in WEO 2017. Kolenprijs 67 euro/ton in NEV2017, 75 euro per ton in WEO 2017. Centrale-rendementen: kolen 0,42 en gas 0,55.

## 9 Referenties

[CPB 2017]

Analyse economische en budgettaire effecten van de financiële bijlage van het Regeerakkoord, uitgevoerd op verzoek van de informateur, 4 oktober 2017

[CE Delft 2014]

S.M. de Bruyn, M.J. Koopman, M. van Lieshout, H.J. Croezen, M.E. Smit, Economische ontwikkeling energie-intensieve sectoren, CE Delft, Delft, 2014.

[CE Delft 2017]

S.M. de Bruyn, S. Hers, R. Vergeer, D. Nelissen, J. Faber, E. Schep, M. Afman, S. Cherif: Kosteneffectiviteit van maatregelen voor CO<sub>2</sub>-reductie in Nederland, CE Delft, Delft, april 2017

[ECN/PBL/CBS 2017]

K. Schoots, M. Hekkenberg en P. Hammingh (2017), Nationale Energieverkenning 2017. ECN-O--17-018. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

[ECN/PBL 2016]

B. Daniëls, R. Koelemeijer: Kostenefficiëntie van beleidsmaatregelen ter vermindering van broeikasgasemissies, bijlage bij het IBO kostenefficiëntie CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen, februari 2016, ECN-E--15-060, PBL publicatienummer 1748

[Frontier Economics 2018a].

Research on the effects of the minimum CO<sub>2</sub> price. A report for the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (9 juli 2018)

[Frontier Economics 2018b].

Research on the effects of a carbon price floor. A report for Energie-Nederland (9 juli 2018)

[PBL 2018]

Corjan Brink, J. Notenboom: Complementary national measures to the EU ETS, preliminary results presented June 15<sup>th</sup> 2018 for Energie Nederland. Deze voorlopige berekeningen zijn nog aangepast 13 juli 2018.