



**Verantwoording,
behorend bij de
Policy Brief:**

Economische effecten van CO₂- beprijzing: varianten vergeleken

CPB/PBL Achtergronddocument

Johannes Bollen, Corjan Brink, Gerbert Romijn,
Joep Tijm, Herman Vollebergh

november 2019

Inhoud

Economische effecten van CO₂-beprijzing: varianten vergeleken—1

- 1 Introductie—3

- 2 Bestaande CO₂-beprijzing—3
 - 2.1 Effectieve CO₂-prijs—3
 - 2.2 Belang andere externaliteiten in de effectieve CO₂-prijs—6

- 3 Uitgangspunten en implementatie doorrekening CO₂ beprijzingsvarianten—9
 - 3.1 Uitgangspunten—10
 - 3.2 Beprijzingsvarianten—11
 - 3.3 Doorrekening met Worldscan—14

- 4 Resultaten modelberekeningen CO₂ beprijzingsvarianten—15
 - 4.1 Uniform A—15
 - 4.2 Industrie A—19
 - 4.3 Uniform B—23
 - 4.4 Industrie B—26
 - 4.5 Conclusies CO₂ beprijzingsvarianten—30

Literatuur—35

Bijlage 1: Belastingen gerelateerd aan CO₂-emissies in Nederland—37

Bijlage 2: Het referentiep pad—38

Bijlage 3: Regio -en sectorspecificatie—39

1 Introductie

CPB en PBL publiceerden op 7 juni de Policy Brief ‘Economische effecten van CO₂-beprijzing: varianten vergeleken’. Dit achtergronddocument (AD) bevat een beschrijving van de gemaakte keuzes in de Policy Brief. Dat betreft de gekozen varianten en hoe het model Worldscan (WS) is gebruikt.

In hoofdstuk 2 gaan we in op bestaande heffingen en hoe de daaruit volgende effectieve CO₂ prijzen zijn af te leiden. Ook laten we zien hoe deze heffingen zich verhouden tot schades. Dat is de basis voor de keuze van de beprijzingsvarianten in hoofdstuk 3. Daar gaan we ook in op de manier waarop WS is gebruikt.

In hoofdstuk 4 presenteren we de gedetailleerde uitkomsten van de geanalyseerde varianten en leggen we deze uit.

2 Bestaande CO₂-beprijzing

Bij aanpassingen van de beprijzing van CO₂-uitstoot, zoals voorstellen voor een meer uniforme CO₂-prijs¹, is het van belang rekening te houden met de bestaande (impliciete) prijzen en belastingen voor de uitstoot van CO₂. Denk hierbij onder meer aan het ETS, de energiebelasting en de brandstofaccijnzen. Bij het bepalen van de grondslag en hoogte van een uniforme CO₂-prijs is het voor de vormgeving van effectief en efficiënt beleid van belang om met deze bestaande belastingen en beprijzingen rekening te houden. In paragraaf 2.1 schetsen we allereerst de effectieve CO₂-prijs in verschillende sectoren. Zoals zal blijken, bestaan er grote verschillen. Deze effectieve CO₂-prijs houdt echter geen rekening met andere externe effecten zoals fijnstof, congestie en verkeersveiligheid. Het belang van andere externe effecten voor de effectieve CO₂-prijs kwantificeren we in paragraaf 2.2. Dit stelt ons in staat om een precies beeld te geven van de relevante verschillen in CO₂-beprijzing in de verschillende sectoren voor de vormgeving van effectieve en efficiënte beleidsvarianten. Dit inzicht vormt de basis voor de keuze van met name de uniforme beprijzingsvarianten in H3.

2.1 Effectieve CO₂-prijs

Om na te gaan hoeveel verschillende sectoren op dit moment (voor het invoeren van een extra CO₂ heffing) betalen voor hun CO₂-uitstoot berekenen we de zogeheten effectieve CO₂-prijs. De effectieve CO₂-prijs geeft de bestaande druk weer van expliciete en impliciete CO₂-beprijzing. Hiervoor is het noodzakelijk om de verschillende grondslagen en tarieven van zowel de bestaande expliciete als impliciete CO₂-beprijzing van met name fossiele brandstoffen te vertalen in een gemeenschappelijke maatstaf, namelijk CO₂-equivalenten.²

¹ We beperken ‘beprijzing’ tot expliciete dan wel impliciete instrumenten op basis waarvan een observeerbare prijs wordt toegekend aan een specifieke emissie (zie ook Vollebergh, 2018).

² Via conversiefactoren kunnen de verschillende fossiele energiebronnen zoals kolen, olie, aardgas en zelfs elektriciteit worden vertaald naar de in deze bronnen impliciet verborgen koolstof die bij verbranding vrijkomt als CO₂ (zie verder Vollebergh et al., 2014) voor een uitgebreide toelichting. Daarmee kunnen impliciete beprijzing van CO₂ onderling vergelijkbaar en ook direct vergelijkbaar met instrumenten die direct aangrijpen op CO₂-emissie zoals CO₂-emissiehandel. Overigens gaat het hierbij niet alleen om CO₂-emissies maar om de uitstoot van alle Broeikasgassen waarvan CO₂ de belangrijkste is. Daarbij is overigens de emissie van biomassa niet meegenomen omdat deze geen netto effect heeft op CO₂-emissie.

De *expliciete* beprijzing bestaat in Nederland uit het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS). Dit beprijs de CO₂-uitstoot van een groot deel van de industrie en elektriciteitsopwekking. Onder het EU ETS moeten bedrijven een emissierecht inleveren voor elke ton CO₂ die ze uitstoten. Er is ieder jaar maar een beperkt aantal rechten beschikbaar en deze zijn verhandelbaar. Zo ontstaat een prijs voor een emissierecht en dus voor een ton uitgestoten CO₂. De elektriciteitscentrales moeten deze rechten jaarlijks kopen op een veiling. De overige energie-intensieve bedrijven krijgen gratis rechten naar de mate waarin zij relatief efficiënt produceren in Europa en moeten rechten bijkopen als zij meer uitstoten dan deze norm.

De *impliciete* CO₂-beprijzing in Nederland bestaat vooral uit een aantal belastingen die CO₂-uitstoot niet direct maar indirect beprijsen, de zogenaamde groene belastingen. Het gaat dan met name om belastingen op verbruik van aardgas en elektriciteit (energiebelasting), minerale oliën (brandstofaccijnzen) maar ook om belastingen op autobezit (motorrijtuigenbelasting en de BPM).³ Behalve de groene belastingen gaat het ook om de tarieven in het kader van de Opslag Duurzame Energie (ODE).

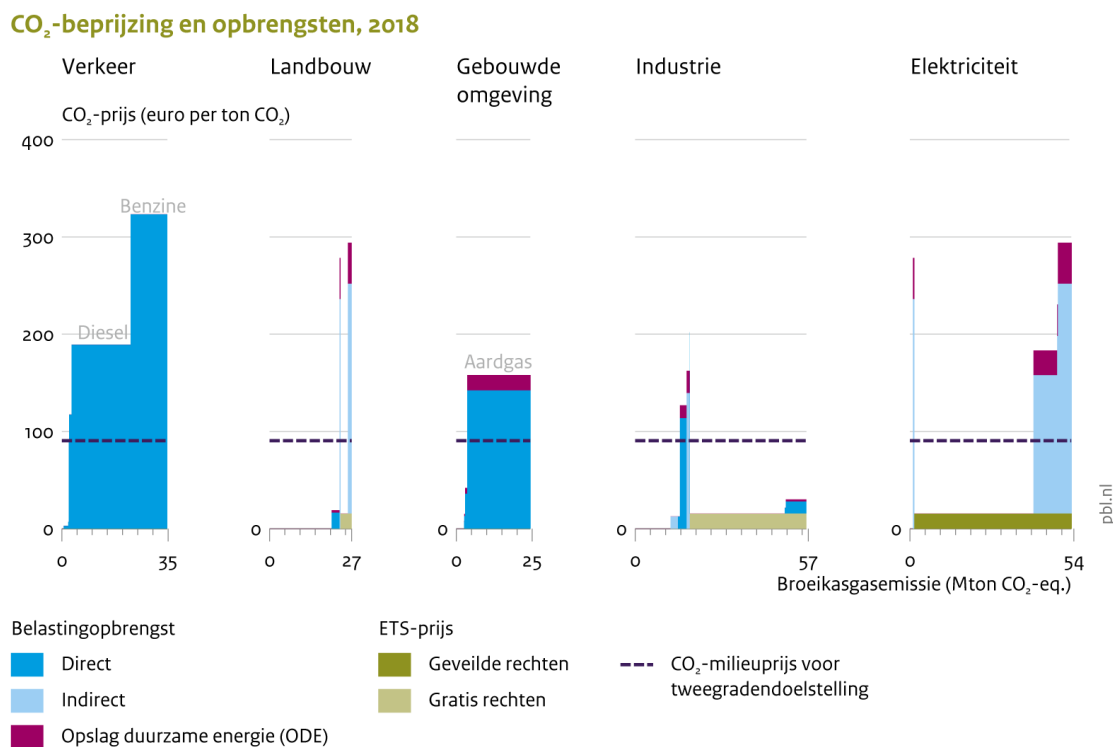
Op basis van deze expliciete en impliciete prijzen kan de effectieve CO₂-prijs worden vastgesteld voor het CO₂-verbruik van de vijf sectoren die onderscheiden worden in het klimaatbeleid, verkeer, landbouw, gebouwde omgeving, industrie en elektriciteit. We rekenen de bestaande groene belastingen toe voor dat deel van het verbruik waarvoor die belastinggrondslag expliciet dan wel impliciet geldt. De berekening voor het belaste deel van CO₂-uitstoot is op basis van emissiefactoren. Dit maakt het mogelijk om deze belastingen in zijn geheel om te rekenen naar een tarief per uitgestoten ton CO₂ (Vollebergh et al., 2014; Dijk et al., 2018). In de grondslag zijn ook de zogenaamde uitgestelde broeikasgasemissies meegenomen, dat wil zeggen het verbruik van fossiele energiedragers voor zover deze niet direct leiden tot emissie. Verder wordt geen rekening gehouden met de rol die andere externaliteiten spelen, zoals in de volgende paragraaf nog aan de orde zal komen.

Figuur 2.1 brengt de uitkomsten van deze analyse voor Nederland in beeld.⁴ De figuur laat op de horizontale as het totale verbruik van broeikasgassen zien – de mogelijke belastinggrondslag op basis van het fossiele energieverbruik – en op de verticale as de omgerekende hoogte van de impliciete en expliciete prijzen per ton CO₂. De breedte van de vlakken in figuur 2.1 geeft zodoende aan welk deel van het koolstofverbruik van de vijf sectoren beprijsd is door groene belastingen, de prijs van emissierechten in het EU ETS en de opslag duurzame energie (ODE). De rechthoeken laten dus de totale belastingopbrengst zien dan wel de waarde van de benodigde emissierechten. Ook blijkt uit de figuur duidelijk welk deel van de grondslag in het geheel niet wordt belast.

³ Voor meer details hierover, verwijzen we naar Bijlage 1.

⁴ In beginsel is voor deze figuur gebruik gemaakt van een gedetailleerde toerekening van belastinggrondslagen van de bestaande groene belastingen in Nederland in 2018 aan dat deel van het (fossiele) energieverbruik per sector op basis van de Energiebalans voor het jaar 2015. Zie Vrijburg et al. (2018) voor een globale uitleg over een vergelijkbare figuur.

Figuur 2.1 CO₂ – beprijzing en opbrengsten, 2018



Bron: PBL

In de figuur is alleen het deel van de belasting en ODE op elektriciteitsverbruik meegenomen voor zover dat gerelateerd is aan het fossiele deel van de opwekking via een gemiddelde CO₂-emissiefactor voor de Nederlandse elektriciteitsproductie. Omdat alleen het eindverbruik van elektriciteit wordt belast, wordt alleen dat deel van het energieverbruik van de elektriciteitssector belast dat de centrales verlaat en blijven de omzettingsverliezen onbelast. Maar ook wordt er rekening mee gehouden dat een deel van de elektriciteit die de centrales verlaat onbelast is vanwege vrijstellingen, bedrijven die gebruik maken van de teruggaveregeling en gebruik van elektriciteit binnen de elektriciteitssector.

Figuur 2.1 laat allereerst zien dat de bestaande expliciete en impliciete CO₂-beprijzing verre van uniform is over de verschillende sectoren. In de kern komt de bestaande beprijzing op het volgende neer:

- Bij elektriciteit en industrie wordt de CO₂-uitstoot vrijwel alleen via de ETS-prijs belast. Deze bedroeg in 2018 gemiddeld 16 euro per ton. De installaties in de elektriciteitssector moeten deze rechten jaarlijks kopen op een veiling, terwijl de industrie rechten grotendeels gratis krijgt indien zij relatief efficiënt produceren in Europa.⁵
- Elektriciteit wordt ook belast via de energiebelasting. Dit is een eindverbruikersbelasting. De omzettingsverliezen die optreden bij het opwekken van elektriciteit blijven onbelast. Dat is meer dan zestig procent van het verbruik van fossiele energie voor elektriciteitsopwekking. Daarnaast is een deel van het elektriciteitsverbruik onbelast door vrijstellingen en teruggaveregelingen. Overigens wordt ook het verbruik van elektriciteit dat opgewekt wordt met behulp van duurzame energiebronnen of met

⁵ Hoewel er ook binnen de industrie en de landbouw bedrijven zullen zijn die rechten moeten aankopen, kunnen emissies uit deze sectoren naar verwachting grotendeels worden afgedekt met gratis verkregen emissierechten (Martin et al., 2014).

kernenergie belast. Die belasting is niet meegenomen in de effectieve CO₂-prijzen in de figuur, terwijl de belasting op kolen en afval juist wel zijn meegenomen.

- Bij de gebouwde omgeving, verkeer, landbouw en ook nog een behoorlijk deel van de industrie (vooral MKB), wordt de CO₂-uitstoot maar ook andere externe effecten zoals luchtverontreiniging en congestie, indirect belast via groene belastingen (Vollebergh et al., 2016). Als de groene belastingen in deze sectoren alleen worden toegerekend aan CO₂ dan loopt de impliciete prijs zelfs op tot boven de 300 euro per ton CO₂ voor benzine. In de gebouwde omgeving bedraagt de gemiddelde prijs zo'n 160 euro per ton, vooral betaald door de kleinverbruikers, terwijl het tarief voor grootverbruikers veel lager is.

De figuur geeft tevens een indicatie van het verschil tussen de effectieve CO₂-prijzen in de verschillende sectoren en de huidige inschatting van de CO₂-prijs die nodig zou zijn om te voldoen aan de twee graden doelstelling. In de WLO is een onzekerheidsverkenning meegenomen waarbij de wereldwijde temperatuurstijging naar verwachting beperkt blijft tot twee graden. In deze onzekerheidsverkenning bedraagt de CO₂-prijs 93 euro per ton CO₂ in 2015 (zie CPB en PBL, 2015; Aalbers et al., 2016).⁶ Deze CO₂-prijs is uniform omdat voor elke CO₂-equivalent geldt dat de marginale schade daarvan identiek is. Het verschil tussen deze prijs en de effectieve prijs geeft een indicatie van de omvang van het zogenaamde Pigouviaanse gat voor klimaatbeleid (Vollebergh, 2018). De Figuur laat dus ook zien dat voor de industrie en de elektriciteitssector de effectieve CO₂-prijs ruim onder deze (uniforme) CO₂-prijs ligt (dit ondanks de recente stijging van de ETS-prijs).⁷

De conclusie is dat de effectieve CO₂-prijs voor de gebouwde omgeving voor het grootste deel ligt binnen de bandbreedte van deze milieuprijs voor CO₂. Voor verkeer en vervoer (weg en overig) en een deel van het elektriciteitsverbruik daarentegen ligt de effectieve CO₂-prijs ver boven de milieuprijs. Bij de landbouw, industrie en een groot deel van het elektriciteitsverbruik ligt de milieuprijs beduidend hoger en is dus sprake van een flink Pigouviaans gat. Dit lijkt te impliceren dat met name de CO₂-prijs in de landbouw, industrie en elektriciteit sterk omhoog zou moeten om de milieuschade die deze sectoren veroorzaken af te dekken. Voor verkeer en gebouwde omgeving lijkt dat in veel mindere mate het geval.

Deze verschillen in de bestaande effectieve CO₂-prijzen zijn van belang voor een goede vormgeving van beleidsaanpassingen. De implementatie van een uniforme belasting bovenop de bestaande effectieve prijs zou bijvoorbeeld de verschillen verder vergroten en maatschappelijk inefficiënt zijn (Boeters, 2014). Alternatieven zijn dan sector specifieke aanpassingen die de verschillen verkleinen of die de prijs zelfs uniformeren. Voor een goede vormgeving dient dan echter wel eerst de rol van andere externe effecten in de effectieve prijs te worden verrekend.

2.2 Belang andere externaliteiten in de effectieve CO₂-prijs

Met behulp van inzicht in de rol die andere externaliteiten spelen in de berekening van de effectieve CO₂-prijs kan worden vastgesteld hoe het beste een meer uniforme CO₂ belasting vorm kan krijgen. Zoals aangegeven houden de hiervoor berekende effectieve CO₂-prijzen geen rekening met de rol van andere externaliteiten, zoals luchtkwaliteit, verkeersveiligheid, congestie en geluidsoverlast. Met andere woorden, een deel van de bestaande impliciete CO₂-prijs kan ook gerelateerd zijn aan een directe of indirecte beprijzing van andere externaliteiten.⁸ De mate waarin dit van belang is, is afhankelijk van de specifieke rol en waarde van deze

6 Het handboek milieuprijzen (CE Delft, 2017) geeft een middenwaarde aan van 57 euro per ton CO₂ in 2015 welke gelijk is aan de efficiënte prijs voor het WLO scenario Hoog, waarbij de wereldwijde temperatuurstijging 2½ à 3 graden Celsius bedraagt.

7 De recente verdere stijging van de ETS-prijs tot zelfs 28 euro per ton verkleint dit verschil ten opzichte van de figuur waar, zoals aangegeven, is uitgegaan van het gemiddelde over 2018, namelijk 16 euro per ton.

8 Om deze reden kunnen sommige bestaande belastingen toch blijven bestaan als een CO₂-belasting wordt ingevoerd. Zie ook de verschillende varianten in hoofdstuk 3.

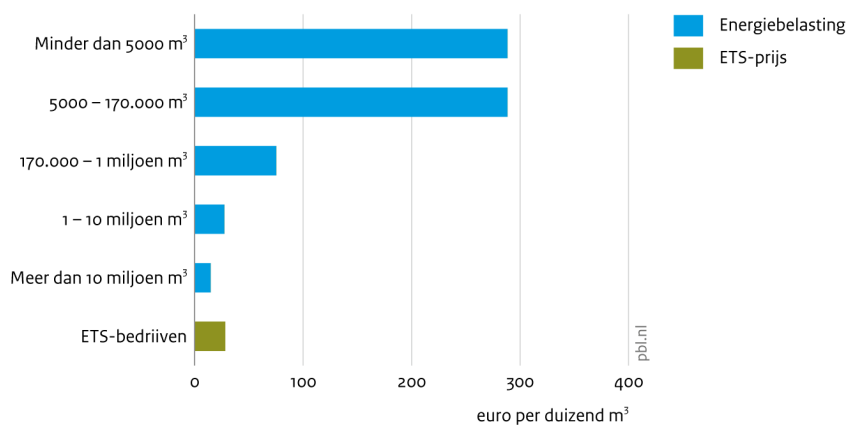
andere externaliteiten. De rol van additionele externaliteiten speelt met name bij de belastingen op aardgas en bij de groene belastingen op verkeer en vervoer.

Figuur 2.2 en figuur 2.3 vergelijken de in geld uitgedrukte milieudruk met de gemiddelde belastingdruk voor respectievelijk aardgasverbruik en mobiliteit.⁹ Deze milieudruk bestaat naast de klimaatschade voornamelijk uit de schade door luchtverontreiniging zo blijkt uit figuur 2.2. Bij de hier gehanteerde milieuprijzen gaat het om zo'n 20 procent van de totale monetaire milieuschade als gevolg van de verbranding van aardgas. Uiteindelijk overstijgt de bestaande belasting de externe schade voor met name de kleinverbruikers. Dit hangt in de eerste plaats samen met het feit dat de gemiddelde tarieven voor kleinverbruikers relatief hoog zijn, terwijl deze veel lager zijn voor de grootverbruikers. Hoewel de schade per kubieke meter vergelijkbaar is voor huishoudens en de industrie, betaalt de grootschalige industrie maar een klein deel van de externe kosten en betalen huishoudens meer dan hun externe kosten.

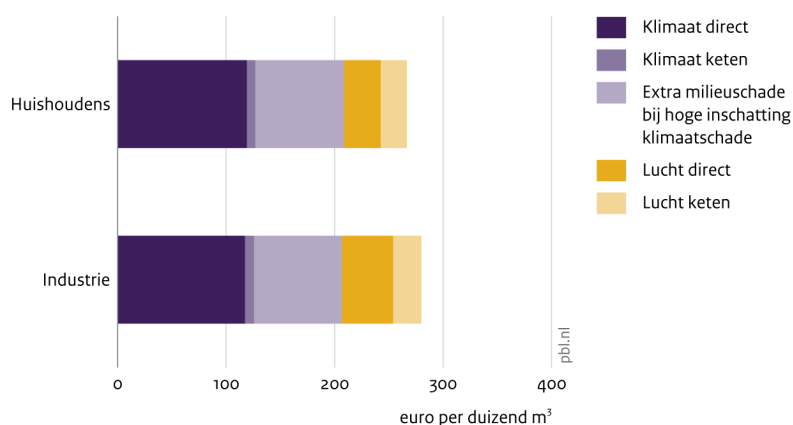
Figuur 2.2 Belasting en milieudruk aardgas¹⁰

Belastingen en milieuschade van aardgasverbruik, 2018

Belastingen



Milieuschade



Bron: PBL

⁹ Zie Vollebergh et al. (2014) voor een toelichting op de berekeningen. Voor deze studie zijn nieuwe berekeningen gemaakt op basis van Drissen en Vollebergh (2018) en de in een nieuwe studie van CE Delft (2017) gerapporteerde milieuprijzen.

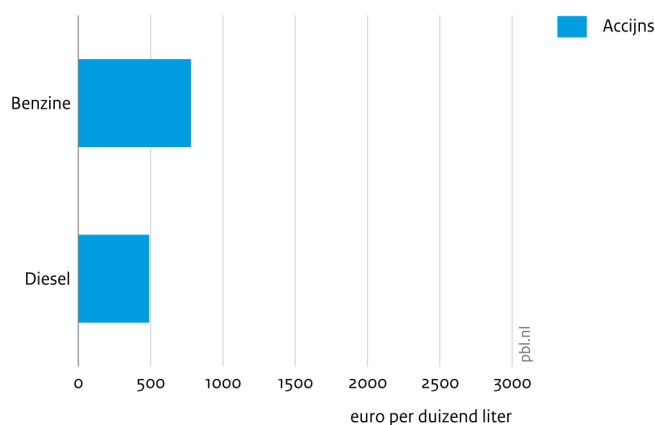
¹⁰ Voor meer uitleg, zie Drissen en Vollebergh (2018).

Voor verkeer en vervoer is sprake van meerdere samenlopende externe effecten. Dit wordt geïllustreerd in figuur 2.3 waar ook de monetaire waarde van andere externe kosten wordt getoond in verhouding tot de hoogte van de in deze sector relevante brandstoffenaccijnzen. Naast de schade door klimaat is ook sprake van externe effecten als gevolg van de verkeersveiligheid, congestie, geluidsoverlast en luchtkwaliteit en van de schade die het vervoer aanbrengt aan de infrastructuur. De figuur laat zien dat het aandeel van klimaatverandering in dit geval maar een klein deel is van de totale externe effecten. Dit betekent ook dat een CO₂-prijs de brandstofaccijnzen niet geheel kan vervangen. Ook zien we dat voor de meeste verkeersmodaliteiten het totaal van de omgerekende schade sowieso hoger is dan de effectieve prijs die hiervoor in rekening wordt gebracht door de accijnzen. Dit betekent dat de effectieve Pigouviaanse prijs voor verkeer en vervoer uit figuur 2,3 niet alleen een prijs is voor de schade door klimaatverandering (de CO₂-prijs), maar vooral ook voor de schades veroorzaakt door andere externe effecten.

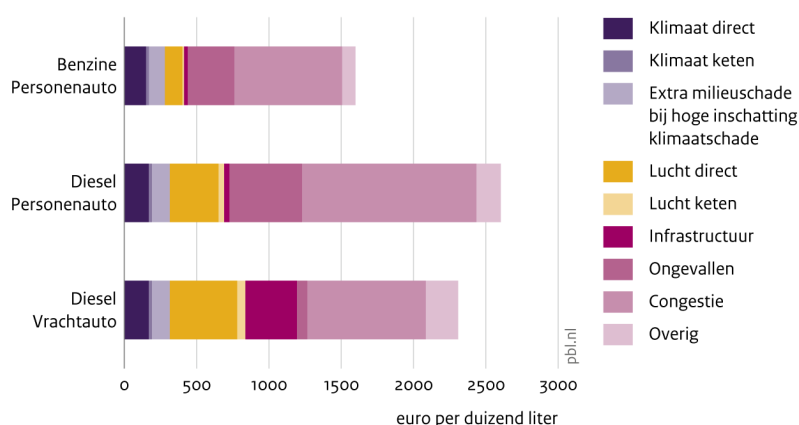
Figuur 2.3 Belastingen en milieuschade van verkeer.

Belastingen en milieuschade van verkeer, 2018

Belastingen



Milieuschade



Bron: PBL

Bij elektriciteit zijn de externaliteiten vooral verbonden aan de opwekking en niet aan het eindverbruik. De hoge impliciete tarieven voor een deel van de elektriciteitssector in figuur 2.1 daarentegen zijn het gevolg van de belasting op het eindverbruik van elektriciteit in Nederland. Hiervoor is dus alleen een indirecte grond, namelijk de verbranding van fossiele brandstoffen bij de opwekking hiervan. In principe is het daardoor doelmatiger om deze externaliteiten daar te belasten waar deze worden veroorzaakt (Vollebergh, 2014).

Nu duidelijk is gemaakt dat het aandeel van de andere externaliteiten in de monetaire waarde groot is, kan ook worden vastgesteld wat het aandeel daarvan is in de effectieve CO₂-prijs voor de verschillende sectoren. Beleid in de vorm van extra CO₂-beprijzing is dan niet simpelweg het gelijkmaken van de effectieve CO₂-prijs in de verschillende sectoren en zou tot welvaartsverliezen leiden. Er wordt dan immers niet gecorrigeerd voor de rol van de andere externaliteiten.

Per sector moet dus worden nagegaan welk aandeel van de bestaande effectieve CO₂-beprijzing sowieso nodig is voor correctie van andere externaliteiten. Dat leidt tot de volgende conclusies (zie ook Vollebergh, 2014 en Vollebergh et al., 2016):

- Voor de belasting op aardgas is het nodig om met name te corrigeren voor de waarde van de externe schade van luchtvervuilende stoffen. Hiermee ligt in principe het aandeel vast van de effectieve CO₂-prijs waarmee rekening moet worden gehouden bij de vormgeving van de varianten voor CO₂-beprijzing,
- Bij het verbruik van elektriciteit is geen sprake van externe effecten. Deze zijn alleen verbonden aan de opwekking. Daarom is er in beginsel geen reden voor een eindverbruikersbelasting zoals nu wel het geval is.
- Bij transport zijn de bestaande groene belastingen op motorbrandstoffen bij lange na niet genoeg om alle externe kosten van transport af te dekken. Daardoor kan worden aangenomen dat de bestaande effectieve CO₂-prijs nu volledig noodzakelijk is voor het afdekken van de andere externaliteiten en dat extra CO₂-beprijzing daar altijd bovenop moet komen.

3 Uitgangspunten en implementatie doorrekening CO₂ beprijzingsvarianten

In dit hoofdstuk leggen we uit hoe we de in de Policy Brief besproken CO₂ beprijzingsvarianten hebben samengesteld rekening houdend met de inzichten in de bestaande effectieve CO₂-prijs in Nederland, zoals in het vorige hoofdstuk gepresenteerd (zie ook tabel 1 uit de Policy Brief). Vervolgens bespreken we hoe de effecten van deze beprijzingsvarianten zijn gesimuleerd met behulp van het algemeen evenwichtsmodel WorldScan. Met dit model is het mogelijk de effecten van Nederlands klimaatbeleid in een mondiale context te analyseren rekening houdend met de doorwerking van beleidsmaatregelen op de nationale en internationale economie.

3.1 Uitgangspunten

Het Ontwerp Klimaatakkoord (OKA) zet slechts beperkt in op een meer stringente beprijzing van CO₂ en daar waar sprake is van een verhoging van de effectieve CO₂-prijs worden de verschillen in beprijzing tussen sectoren bovendien eerder vergroot dan verkleind (PBL, 2019). In de Policy Brief worden vier varianten voor CO₂-beprijzing geanalyseerd waarin de effectieve CO₂-prijs tussen de sectoren meer gelijk wordt getrokken. We vergelijken deze beprijzingsvarianten met een referentiep pad waarin de voorgestelde aanpassingen binnen het OKA gestileerd zijn meegenomen.

Om de vergelijking tussen varianten te vergemakkelijken wordt elke beprijzingsvariant gericht op dezelfde CO₂-reductie als in de referentie. De referentie laat een reductie zien van 46% ten opzichte van 1990, hetgeen valt binnen de bandbreedte van de doorrekening van het OKA (zie PBL, 2019). Zodoende wordt de *hoogte* van de CO₂-prijs in de verschillende varianten endogeen bepaald door het model en wel zodanig dat in elke variant de totale uitstoot van broeikasgassen in 2030 gelijk is aan de uitstoot in het referentiep pad (116,7 megaton CO₂-equivalenten). Daarbij is een geleidelijke ingroei verondersteld vanaf 2020, waarbij de CO₂-prijs met 10% per jaar toeneemt tot aan het weergegeven niveau in 2030. Deze jaarlijkse groei is gelijk aan de jaarlijkse toename van de minimumprijs voor elektriciteit, zoals voorgesteld in het OKA. De analyse richt zich echter alleen op 2030, resultaten van voorgaande jaren worden niet besproken.

Zoals in de Policy Brief uiteengezet wordt het gekozen Referentiep pad gevormd door de Nationale Energieverkenning (NEV) 2017 (zie Schoots et al., 2017) met daar bovenop de belangrijkste beprijzingsvoorstellen uit het OKA.¹¹ De beprijzingsvoorstellen zijn: in de sector gebouwde omgeving betreft dit de schuif in de energiebelasting van elektriciteit naar aardgas, wat in 2030 leidt tot een verhoging van de energiebelasting op gas met 10 eurocent per m³ en een verlaging van de energiebelasting op elektriciteit met 2,4 eurocent per kWh; de belastingvermindering in de energiebelasting gaat met 58 euro per jaar omhoog;

- Bij mobiliteit gaat het om een subsidie voor elektrisch rijden, gefinancierd door het zwaarder belasten van vervuilende auto's;
- In de elektriciteitssector is een minimumprijs voor CO₂ meegenomen die in 2030 32 euro per ton bedraagt;¹²
- In de industrie is sprake van extra subsidie voor CO₂-besparende investeringen (SDE++) van in totaal 0,4 miljard euro in 2030 (prijsniveau 2018);
- Ook is de sluiting van de kolencentrales in 2030 verwerkt, zoals voorgenomen in het regeerakkoord;
- Verder nemen we de al afgesproken uitrol van hernieuwbare elektriciteit (via SDE+) en de financiering daarvan via de ODE mee.

De keuze voor de NEV 2017 impliceert dat de aldaar geldende prijspaden ook hier zijn aangehouden, zoals een relatief lage elektriciteitsprijs en een hoge gasprijs (PBL, 2019). Meegenomen zijn wel de effecten van de nieuwe Europese afspraken over het ETS uit 2018 waardoor het ETS prijspad oploopt tot 46 euro per ton in 2030 (Brink, 2018). De prijs voor emissierechten onder het EU ETS, die niet alleen geldt voor Nederlandse bedrijven die onder het EU ETS vallen, maar ook voor bedrijven elders in de EU, wordt in alle varianten constant verondersteld op het niveau van deze prijs in het referentiep pad.

¹¹ Voor een numerieke duiding van het referentiep pad, zie bijlage 2.

¹² NB Het in het OKA voorgestelde pad voor de minimumprijs ligt in het referentiep pad geheel onder het niveau van de ETS-prijs en is daarmee in de berekeningen niet van invloed op de uitstoot van de elektriciteitssector.

Ook het totale budget voor de stimulering van hernieuwbare energie via de SDE+ wordt in de varianten constant verondersteld op het niveau van het referentiep pad (2,3 miljard euro in 2030). Deze middelen worden opgebracht via de ODE. De ODE-tarieven worden in de varianten zodanig aangepast dat de totale opbrengst gelijk is aan de benodigde middelen voor de SDE+. De ODE-tarieven in de varianten zijn lager omdat de SDE++, die in het referentiep ad ook uit de ODE wordt gefinancierd, vervalt. Bovendien kunnen de tarieven anders uitvallen wanneer in de varianten het elektriciteits- en gasverbruik waarover de ODE geheven wordt, verandert. In de berekeningen worden de ODE-tarieven voor elektriciteit en gas uit het referentiep ad met een generiek percentage aangepast zodat de opbrengst precies het SDE+-budget uit het referentiep ad bedraagt.

3.2 Beprijzingsvarianten

Vormgeving algemeen

De vier in de Policy Brief geanalyseerde beprijzingsvarianten betreffen een Uniforme, economie-brede variant en een Industrievariant waarbij voor elke beprijzingsvariant twee terugsluisvarianten worden geanalyseerd. De Uniforme variant is in essentie wat Schoenmaker et al. (2019) bepleiten, zij het dat in de uitwerking rekening wordt gehouden met de al bestaande elementen van CO₂-beprijzing zoals in het vorige hoofdstuk toegelicht. De Industrievariant beoogt de beprijzing in de industrie meer in lijn te brengen met uniforme beprijzing. Daarbij blijft de bestaande en voorgenomen beprijzing in de andere sectoren meer in lijn met het OKA. De eerste terugsluisvariant betreft een terugsluis uitsluitend via een vast bedrag per persoon (lumpsum transfers) naar huishoudens. Bij de tweede terugsluisvariant wordt een deel van de opbrengst van de CO₂-beprijzing teruggesluisd naar de industrie in de vorm van een subsidie op schonere technologie. Tabel 3.1 vat de verschillende beprijzingsvarianten samen en laat zien hoe daarbij rekening wordt gehouden met de bestaande beprijzing. Hierna volgt een uitgebreidere toelichting.

Tabel 3.1 Uniforme en niet-uniforme varianten

Variant	Uitwerking van de varianten per sector					Terugsluis
	ETS		Niet ETS			
	Elektriciteit	Industrie	Industrie	Gebouwde Omgeving	Transport	
Uniform A	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-prijs met afstemming ETS 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing met afstemming ETS 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing (kolen, aardgas, olie) na correctie schade luchtverontreiniging Elektriciteitsbelasting afgeschaft 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing (aardgas, olie) na correctie schade luchtverontreiniging Elektriciteitsbelasting afgeschaft 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing (olie, LPG) bovenop bestaande heffing 	<ul style="list-style-type: none"> Lumpsum aan huishoudens
Industrie A	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra prijs Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing met afstemming ETS 	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra belasting Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra belasting Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra belasting Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Lumpsum aan huishoudens
Uniform B	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-prijs met afstemming ETS 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing met afstemming ETS 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing (kolen, aardgas, olie) na correctie schade luchtverontreiniging Elektriciteitsbelasting afgeschaft 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing (aardgas, olie) na correctie schade luchtverontreiniging Elektriciteitsbelasting afgeschaft 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing (olie, LPG) bovenop bestaande heffing 	<ul style="list-style-type: none"> Subsidie aan de industrie via SDE++ Rest lumpsum aan huishoudens
Industrie B	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra prijs Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Oplopende CO₂-heffing met afstemming ETS 	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra belasting Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra belasting Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Geen extra belasting Maatregelen uit het OKA 	<ul style="list-style-type: none"> Subsidie aan de industrie via SDE++
<p>1) In alle beprijzingsvarianten wordt rekening gehouden met de sluiting van de kolencentrales zoals voorgesteld in het OKA.</p> <p>2) Bij transport is van belang dat de meeste externaliteiten ook nog steeds opgaan bij elektrisch rijden en daar dus een groene belasting rechtvaardigen.</p> <p>3) Bij SDE+ en SDE++ is rekening gehouden met effectieve bestedingspad van subsidiemiddelen, dat wil zeggen uitfasering na 2025 SDE+ en infasering SDE++.</p>						

Uniform A en B

De varianten Uniform A en B betreffen de invoering van een uniforme, economie-brede belasting op CO₂-uitstoot waarbij alle bedrijven en huishoudens dezelfde prijs betalen voor elke ton CO₂ die wordt uitgestoten. In deze varianten wordt in de ETS-sectoren (elektriciteitsproductie en energie-intensieve industrie) wel rekening gehouden met de prijs die de bedrijven in deze sectoren moeten betalen voor emissierechten onder het EU ETS. Voor deze bedrijven wordt uitgegaan van een netto opslag gelijk aan het verschil tussen de uniforme prijs in Nederland en de ETS-prijs. De minimumprijs voor CO₂ in de elektriciteitssector vervalt in deze varianten natuurlijk ook.

Of de uniforme CO₂-prijs in een sector bovenop de al bestaande accijnzen en heffingen komt of deze (deels) vervangt, is afhankelijk van de omvang van de overige externaliteiten in elke sector zoals uitgelegd in hoofdstuk 2. Dit betekent dus (zie conclusies paragraaf 2.3) dat de energiebelasting op elektriciteit wordt geschrapt, omdat de uitstoot van CO₂ al bij de productie wordt belast door de uniforme CO₂-prijs. De energiebelasting op het verbruik van aardgas in de gebouwde omgeving wordt fors verlaagd tot een niveau van 5 eurocent per kubieke meter aardgas, dat overeenkomt met de schade als gevolg van de luchtverontreiniging die wordt veroorzaakt door het verbruik van aardgas. Het deel van de bestaande energiebelasting op aardgas dat de klimaateffecten beprijs, wordt dus vervangen door de uniforme CO₂-prijs. Omdat voor de industrie het gemiddelde tarief van de energiebelasting op aardgas lager ligt dan de schade als gevolg van luchtverontreiniging, blijft deze in de uniforme prijsvarianten gehandhaafd. Ook bij verkeer blijven de bestaande accijns op motorbrandstoffen bestaan, omdat de CO₂-prijs niet compenseert voor andere externe effecten die met weggebruik samenhangen (veiligheid, congestie, schade aan infrastructuur, zie Vollebergh et al., 2016).

Naast de aanpassingen van de bestaande beprijzingsinstrumenten verdwijnt in de uniforme prijsvarianten ook de subsidie voor CO₂-besparende investeringen in de industrie (SDE++), zodat de emissiereductie in de industrie volledig door de CO₂-prijs wordt gedreven. De stimulering van de uitrol van hernieuwbare elektriciteit via de SDE+ blijft wel bestaan, evenals de daarvoor benodigde ODE. Omdat de SDE++, die ook uit de ODE wordt gefinancierd, vervalt zijn de ODE-tarieven in de uniforme prijsvarianten lager dan in het referentiep pad.

De varianten Uniform A en Uniform B verschillen voor wat betreft de terugsluis van de opbrengst van de heffing. In variant Uniform A wordt de totale opbrengst teruggesluisd naar huishoudens via een vast bedrag per persoon (als 'lumpsum' overdracht). In variant Uniform B wordt daarentegen een deel van de totale opbrengst (1 miljard euro in 2030) gebruikt om de industrie een subsidie te geven voor CO₂-besparende investeringen, vergelijkbaar met de SDE++-regeling in het referentiep pad. De rest van de opbrengst wordt als een vast bedrag (lumpsum) teruggesluisd naar huishoudens.

Industrie A en B

De varianten Industrie A en B betreffen de invoering van een belasting op CO₂-uitstoot voor alleen de energie-intensieve industrie in Nederland die onder het EU ETS valt. Voor deze bedrijven komt de CO₂-belasting bovenop de prijs die ze moeten betalen voor emissierechten onder het EU ETS. De voorgestelde bonus-malusregeling en de SDE++ in het referentiep pad wordt in deze varianten dus vervangen door een belasting op de totale CO₂-uitstoot van de energie-intensieve industrie. Voor de overige sectoren verandert het beleid niet ten opzichte van het referentiep pad, behalve dat, evenals in de uniforme prijsvarianten, de ODE-tarieven lager zijn dan in het referentiep pad omdat de SDE++ niet uit de ODE gefinancierd wordt.

De varianten Industrie A en Industrie B verschillen voor wat betreft de terugsluis van de opbrengst van de heffing. In variant Industrie A wordt de totale opbrengst teruggesluisd naar huishoudens via een vast bedrag per persoon (als 'lumpsum' overdracht). In variant Industrie B wordt de totale opbrengst daarentegen gebruikt

om de energie-intensieve industrie een subsidie te geven voor CO₂-besparende investeringen, vergelijkbaar met de SDE++-regeling in het referentiep pad. *De facto* komt daarmee deze variant neer op een schuif in de financiering van SDE++ van de ODE naar de belasting op CO₂ die de energie-intensieve bedrijven zelf betalen.

3.3 Doorrekening met Worldscan

Om de effecten van Nederlands klimaatbeleid goed in beeld te brengen is het van belang goed inzicht te hebben in de doorwerking van beleidsmaatregelen op de nationale en internationale economie. Daarvoor gebruiken we ten behoeve van deze Policy Brief het algemeen evenwichtsmodel WorldScan om de economische effecten van de CO₂-beprijzingsvarianten te simuleren. WorldScan is een (vereenvoudigde) weergave van de mondiale economie, waarin energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen expliciet zijn gemodelleerd (Lejour et al., 2006; Bollen en Brink, 2014; Brink et al., 2016).

WorldScan is heel geschikt voor analyses waarbij economische interacties tussen sectoren en landen een belangrijke rol spelen, wat het geval is voor de CO₂-beprijzingsvarianten in de Policy Brief. Het model levert een integraal consistent beeld op van de verwachte economische gevolgen van beleidsmaatregelen door rekening te houden met veranderingen in vraag en aanbod, prijzen, lonen en kapitaalkosten. Ook houdt WorldScan rekening met de gevolgen van het beleid voor de internationale handel.¹³ WorldScan is een macro-economisch model dat detail mist om de inzet van specifieke technische maatregelen binnen sectoren te analyseren en daarmee geen rekening houdt met de complexiteit van de Nederlandse energievoorziening en consequenties voor veranderingen daarin, maar waarmee wel analyses voor de hoofdlijnen daarvan gemaakt kunnen worden.

De modelversie die we gebruiken wordt beschreven in Brink et al. (2016) en Brink en Smeets (2017). Voor de implementatie van het referentiep pad in WorldScan is gebruik gemaakt van het New Policies Scenario van de World Energy Outlook (WEO) 2016, (IEA, 2016), dat het mondiale achtergrondscenario vormt voor de NEV 2017. WorldScan is zodanig gekalibreerd dat voor de periode 2015-2030 de groeivoeten uit dit WEO 2016 scenario voor BBP, bevolking, prijzen van fossiele brandstoffen, energiegebruik per energiedrager en inzet van hernieuwbare energiebronnen voor de opwekking van elektriciteit door het model worden gereproduceerd. Specifiek voor Nederland is het model voor deze ontwikkelingen gekalibreerd op de NEV 2017. Daarmee houdt WorldScan ook rekening met de al afgesproken uitrol van hernieuwbare elektriciteit en de financiering van de subsidies die hiervoor worden ingezet (SDE+) via de ODE. Verder zijn de emissies van broeikasgassen in lijn met de NEV 2017 en zijn de belastingen op energiedragers in overeenstemming gebracht met de geldende gemiddelde tarieven voor de accijns op motorbrandstoffen en voor de energiebelasting en de ODE op aardgas en elektriciteit in de verschillende sectoren, inclusief de heffingskorting voor huishoudens. Zoals eerder aangegeven is in de modelsimulaties, in afwijking van de NEV 2017, wel rekening gehouden met de effecten van de nieuwe Europese afspraken over het ETS uit 2018 waardoor het ETS-prijspad oploopt tot 46 euro per ton in 2030 (Brink, 2018).

Het potentieel en de marginale kosten van emissiereductie door technische maatregelen in de industrie zijn afgeleid uit de 'Analysetool industrie' zoals die is gebruikt voor de inschatting van de effecten van het OKA (Ros en Wetzels, 2019). Daarmee wordt in WorldScan op gestileerde wijze rekening gehouden met de door experts ingeschatte mogelijkheden voor reductie van CO₂ uitstoot in de verschillende sectoren in de Nederlandse industrie door opties als afvang en opslag van CO₂ (CCS), elektrificatie en procesefficiency. De subsidie voor CO₂-besparende investeringen door de industrie (via de SDE++ en als terugsluis in de varianten Uniform B en Industrie B) is gemodelleerd als een kostprijs verlagende subsidie voor elke sector waarin maatregelen worden

¹³ Voor de definitie van sectoren en regio's, zie Bijlage 3.

genomen, waarbij de omvang van de subsidie gelijk is aan de totale meerkosten van de reductiemaatregelen die in die sector worden genomen.

4 Resultaten modelberekeningen CO₂ beprijzingsvarianten

In deze sectie presenteren we de belangrijkste resultaten van de WorldScan-simulaties van de verschillende varianten van CO₂-beprijzing. We presenteren modeluitkomsten voor 2030 als veranderingen ten opzichte van het referentiep pad (zie sectie 3.1). Het hoofdstuk sluit af met een samenvattende tabel en figuur, zoals ook opgenomen in de Policy Brief.

4.1 Uniform A

In deze variant wordt met het introduceren van een uniforme CO₂-belasting voor alle sectoren de bestaande energiebelasting op aardgas in de gebouwde omgeving fors verlaagd. Per saldo is daardoor de belasting op aardgas veel lager dan in de referentie. Ook de energiebelasting op elektriciteit wordt afgeschaft en vervangen door de expliciete CO₂-belasting bij de productie van elektriciteit. Bovendien zijn de ODE tarieven lager dan in het referentiep ad.

Tabel 4.1 Emissies en CO₂ heffing in variant Uniform A (2030, prijsniveau 2018)

	Uitstoot	Uitstoot t.o.v. referentiep ad	CO ₂ -belasting	Effectieve CO ₂ -prijs t.o.v. referentiep ad
	ton CO ₂ -eq.	Mton CO ₂ -eq.	euro/tCO ₂	euro/tCO ₂
Nederland	116,7	0,0		
w.v. ETS	31,3	-9,2	34	34
w.v. industrie	30,8	1,7	34	34
w.v. elektriciteitssector	0,6	-11,0	34	34
Niet-ETS	85,3	9,2	80	-40
w.v. gebouwde omgeving ^a	36,1	14,8	80	-109

^a Voor gebouwde omgeving wordt hier de verandering in de effectieve CO₂-prijs voor aardgasverbruik weergegeven (cf. figuur 4.1).

Tabel 4.1 laat zien dat de CO₂ uitstoot door niet-ETS sectoren per saldo toeneemt als gevolg van de daling van de energiebelasting in de gebouwde omgeving (aardgasverbruik stijgt). Om de totale uitstoot weer op 116,7 megaton (46% onder het emissieniveau in 1990) te brengen is een uniforme CO₂-prijs nodig van 80 euro per ton. Voor ETS-sectoren betekent dit een effectieve CO₂-prijs die in 2030 34 euro per ton hoger ligt dan in het referentiep ad, terwijl de effectieve CO₂-prijs op aardgas in de gebouwde omgeving 109 euro per ton lager is dan in het referentiep ad. Daardoor verschuift de CO₂-uitstootreductie van niet-ETS sectoren, die netto 9,2 megaton meer gaan uitstoten, naar de ETS-sectoren (energie-intensieve industrie en elektriciteitssector) die hun uitstoot juist met 9,2 Mton verminderen ten opzichte van het referentiep ad. Opvallend is dat binnen de ETS-sectoren de uitstootreductie geheel voor rekening komt van de elektriciteitssector, terwijl de uitstoot door de industrie zelfs iets toeneemt. Dat komt enerzijds door het wegvallen van de subsidie op reductiemaatregelen

bij de industrie (SDE++), wat een heel effectief instrument kan zijn om emissiereductie te realiseren, en anderzijds doordat de concurrentiepositie van gascentrales in Nederland door de hogere CO₂-prijs die zij moeten gaan betalen verslechtert en zij marktaandeel verliezen aan hun buitenlandse concurrenten. Nederland zal minder elektriciteit gaan exporteren en meer gaan importeren, waardoor dit een relatief goedkope manier is om de uitstoot op Nederlands grondgebied te verminderen. Het betekent wel dat Nederland meer afhankelijk wordt van elektriciteitsproductie in de ons omringende landen. Bij een toenemend aandeel wind en zon in de Nederlandse elektriciteitsopwekking zou dit in perioden waarin het niet waait en de zon niet schijnt tot problemen van leveringszekerheid kunnen leiden, bijvoorbeeld door beperkingen in de productiecapaciteit in en de interconnectiecapaciteit met omringende landen. In de modelberekeningen wordt daar echter geen rekening mee gehouden.

Tabel 4.2 laat de gevolgen van variant Uniform A zien voor de opbrengst van de belastingen op gas, elektriciteit en de CO₂-belasting, alsmede de subsidies op SDE++ en de terugsluis van de opbrengst van de CO₂-belasting naar huishoudens. We zien inderdaad dat de opbrengst van de belasting op gas met 2,4 miljard omlaaggaat, waarbij dit vooral ten gunste komt van de huishoudens. Dit geldt ook voor de belasting op elektriciteit, maar daar profiteren vooral de bedrijven buiten ETS van omdat huishoudens in het referentiep pad door de heffingskorting op de energiebelasting per saldo minder energiebelasting over hun elektriciteitsverbruik afdragen.

Tabel 4.2 Energiebelastingen (gas en elektriciteit), CO₂-heffing, ODE, SDE++ en de terugsluis naar huishoudens in variant Uniform A t.o.v. referentiep ad (2030, prijsniveau 2018)

	Energiebelasting	Energiebelasting	Heffing	Heffing
	Gas	Elektriciteit	CO ₂	ODE
	mld euro	mld euro	mld euro	mld euro
Belastingopbrengst				
Totaal	-2,4	-4,0	6,2	-0,4
w.v. energie-intensieve industrie (ETS)	0,0	-0,1	1,1	0,0
w.v. bedrijven buiten ETS	-0,6	-3,0	2,6	-0,4
w.v. huishoudens	-1,6	-0,4	1,8	0,0
Subsidie				
SDE++	mld euro	-0,4		
Terugsluis huishoudens		6,2		

Omdat het elektriciteits- en gasverbruik in de gebouwde omgeving ten opzichte van het referentiep ad toeneemt, volstaan lagere ODE-tarieven om de voor de SDE+ benodigde opbrengst van 2,3 miljard op te halen. De tarieven kunnen met 45% verlaagd worden ten opzichte van het referentiep ad. Door de veranderingen in de tarieven en door veranderingen in het energieverbruik verandert ook het aandeel van huishoudens en bedrijven in de totale opbrengst van de ODE. De opbrengst van de CO₂-belasting wordt geheel teruggesluisd naar de huishoudens en bedraagt in 2030 6,2 miljard euro.

Tabel 4.3 laat de veranderingen zien in productie, kostprijs, en werkgelegenheid voor verschillende sectoren en een aantal macro-indicatoren in vergelijking met het referentiep ad. Door het introduceren van een uniforme CO₂ belasting zullen de productiekosten stijgen in sectoren die veel energie gebruiken. Hoe energie-intensiever een sector, hoe groter de CO₂-uitstoot en daarmee ook de toename van de productiekosten door de

CO₂-belasting. Voor sectoren die relatief minder energie-intensief zijn, zoals de papierindustrie, kan de hogere prijs voor energie gecompenseerd worden door de lagere kostprijs voor andere productiemiddelen, zoals arbeid en kapitaal waardoor de productiekosten per saldo lager uitvallen.

De veranderingen in productievolume worden bepaald door mogelijkheden om bijvoorbeeld kostprijsstijgingen af te wentelen op afnemers in het binnen- en buitenland. De productieverminderingen volgen op kostprijsstijgingen. Bijvoorbeeld, de sector basismetalaal laat een kostprijsstijging van 0,9%, en dat leidt tot een productiedaling van 6,3%.^{14,15} De kostprijs van elektriciteitsproductie in Nederland gaat met 7,4% omhoog, wat leidt tot een daling van de productie van elektriciteit in Nederland met 15,1%.¹⁶

Door de uniforme CO₂-beprijzing verschuift werkgelegenheid van energie-intensieve sectoren naar minder energie-intensieve activiteiten. Voor zover sprake is van vermindering van bedrijvigheid door een hogere CO₂-prijs vermindert ook de werkgelegenheid in CO₂ uitstotende bedrijven. Omdat de vraag naar arbeid afneemt zullen de lonen lager zijn dan in het referentiepado, waardoor de vraag naar arbeid in met name arbeidsintensieve sectoren, zoals de dienstverlening, toeneemt. Bovendien vindt er in de productie een verschuiving plaats naar schonere activiteiten. Het gevolg is dat de energie-extensieve bedrijvigheid in de modelberekeningen extra werkgelegenheid laat zien van 9900 banen, ofwel eenzelfde omvang als de reductie in ETS en er per saldo geen effect is.¹⁷

Naast het effect op de lonen laat tabel 4.3 veranderingen zien voor een aantal andere macro-economische variabelen. Daaruit blijkt dat de verschuiving van relatief hoge energiebelastingen in de gebouwde omgeving naar een uniforme CO₂ belasting met eenzelfde emissiereductie een minder nadelig effect heeft op de hoogte van het bbp. De reden hiervoor is dat in de uniforme beprijzingsvariant onder meer een verschuiving optreedt van relatief dure reductie van de CO₂-uitstoot in de gebouwde omgeving, waar de effectieve CO₂-prijs lager wordt, naar goedkopere emissiereducties in andere sectoren, waar de effectieve CO₂-prijs toeneemt. Daarom is er op macroniveau een productiviteitsverbetering en resulteert een hoger bbp van 0,1%.

Ook is er op macroschaal een ruilvoetverbetering, doordat hogere marktprijzen gedeeltelijk middels marktmacht afgewenteld kunnen worden op het buitenland (zie ook Boeters, 2014). De negatieve effecten van productie uitval worden gecompenseerd door de lumpsum terugsluis naar huishoudens (6,2 miljard, zie Tabel 4.2) en lagere impliciete CO₂ belastingen in de gebouwde omgeving waardoor de koopkracht van huishoudens toeneemt. Dit betekent dat consumentenwelvaartswinst, weergegeven door de HEV, hoger is dan de bbp-winst. Een HEV van 0,4% van het nationaal inkomen in het referentiepado betekent zo'n 4 miljard euro extra welvaart in 2030.

14 Hieruit valt niet af te leiden dat de elasticiteit gelijk is aan 6, want het gaat om een direct verband tussen prijsverandering en verandering van de vraag. Hier is de productiedaling een combinatie van vraaguitval door prijsstijging, verlies aan marktaandeel door verslechtering internationale concurrentiepositie, maar ook vraaguitval doordat andere sectoren die staal gebruiken, geraakt worden door de beleidsschok. Effecten zijn niet zomaar uit elkaar te trekken, hier presenteren we het totale effect. Een decompositie kan een betere duiding geven van de elasticiteit.

15 Voor 45% veroorzaakt door binnenlandse vraaguitval, 25% door afzetvermindering aan de rest van de EU.

16 Later zullen we zien dat er, naast een afname van de vraag naar elektriciteit een toename van de import en een afname van de export van elektriciteit is. Dit betekent ook een sterke toename van emissies in de elektriciteitssector elders in Europa.

17 We nemen in alle berekeningen aan dat de arbeidsmarkt zich op lange termijn aanpast aan het arbeidsaanbod dat niet veranderd is (CPB en PBL, 2018). De werkgelegenheidsverschuivingen in tabel 4.3. zijn echter maar een deel van het verhaal. De sectoren zijn breed gedefinieerd en ook –of juist– binnen deze breed-gedefinieerde sectoren kunnen verschuivingen optreden. Die zijn mogelijk scherper dan het beeld van tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kostprijs, productie, werkgelegenheid en macro-indicatoren in variant Uniform A t.o.v. referentiepad (2030, prijsniveau 2018)

	Kostprijs		Productie		Werkgelegenheid		
	%		%		Duizenden		
Sectoren							
ETS		-0,2		-2,4			-9,9
Energie-intensieve industrie		0,0		-1,6			-2,2
Basismetaal		0,9		-6,3			-5,8
Aardolie-industrie		0,5		-2,9			-0,5
Chemie, rubber- en kunststofproducten		0,4		-3,2			-1,5
Papierindustrie		-0,4		1,1			3,0
Bouwmaterialenindustrie		0,3		-0,9			-0,1
Voedings- en genotmiddelenindustrie		-0,2		0,7			2,6
Elektriciteitsproductie ^a		7,4		-15,1			-6,2
Niet-ETS		-0,6		0,1			9,9
Overige industrie		-0,3		1,3			8,8
Landbouw		0,9		-3,2			-3,2
Transport		0,7		-1,3			-1,4
Overige diensten		-0,8		0,2			4,2
Macro-effecten							
	Lonen	Bbp	Import	Export	Ruilvoet	Consumptie	Hev
	-0,7	0,1	-0,9	-0,7	0,05	0,4	0,4
<p>a Dit betreft de totale elektriciteitssector met productie uit kernenergie en hernieuwbare energiebronnen, inclusief het niet-ETS-deel.</p> <p>b Hicksiaanse equivalente variatie als percentage van het nationaal inkomen in het referentiepad: Deze maatstaf bepaalt veranderingen in individuele welvaart op basis van het geldbedrag dat iemand in de uitgangssituatie zou willen ontvangen om net zo goed af te zijn als in de nieuwe situatie. Zie Brink et al. (2016). Een belangrijk verschil met bbp, dat de productie meet, is dat HEV is gebaseerd op de welvaart die consumenten ervaren. Als buitenlandse productie bijvoorbeeld goedkoper wordt gaat dat wellicht ten koste van de Nederlandse productie (bbp) maar kan het gunstig zijn voor de consumentenwelvaart (HEV) omdat consumptieprijzen omlaag gaan. De consumentenwelvaart omvat in dit geval geen effecten op milieuschade of schade als gevolg van klimaatverandering.</p>							

Zoals hierboven aangegeven kan reductie van de uitstoot op het Nederlandse grondgebied leiden tot een toename van de uitstoot daarbuiten. Zo werd eerder al geconstateerd dat de afname van de elektriciteitsproductie in Nederland grotendeels wordt opgevangen door extra productie in het buitenland. Tabel 4.4 presenteert de verandering in broeikasgasemissies in Nederland, in de rest van de EU en in de rest van de wereld ten opzichte van het referentiepad. De totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland blijft hetzelfde als in het referentiepad (117 megaton). Echter, de uniforme CO₂-prijs in Nederland leidt tot een toename van de uitstoot (weglek) in de wereld van 8,1 Mton CO₂. Deze toename is voornamelijk het gevolg van een toename in de elektriciteitssector binnen Europa (6,1 Mton). De elektriciteitsproductie verplaatst zich deels van Nederland naar omliggende landen.¹⁸ De toename van de emissies in de rest van de wereld kan grotendeels worden toegeschreven aan de doorwerking van een lagere prijs van aardgas op de internationale energiemarkten doordat de vraag naar aardgas in Nederland afneemt (zie ook Bollen et al, 2012).

¹⁸ Dit resultaat is in lijn met de eerdere evaluaties van een minimumprijs binnen de elektriciteitssector in Nederland (zie PBL, 2019).

Tabel 4.4 Lekkage, emissies in Nederland, rest EU, rest van de wereld en niet-Nederland in variant Uniform A t.o.v. referentiep pad (2030)

		Nederland	Rest EU	Rest wereld	Niet-Nederland
ETS	Mton CO ₂ -eq.	-9,2	6,1	1,6	7,7
	w.v. elektriciteit	-11,0	6,1	0,6	6,7
	w.v. energie-intensieve industrie	1,7	0,0	1,1	1,1
Niet-ETS		9,2	-0,1	0,4	0,3
Totaal		0,0	6,1	2,0	8,1

4.2 Industrie A

Deze variant neemt aan dat er een belasting komt op de CO₂-uitstoot voor alleen de energie-intensieve industrie in Nederland die onder het EU ETS valt. Voor deze bedrijven komt de CO₂-belasting bovenop de prijs die ze moeten betalen voor emissierechten onder het EU ETS. De voorgestelde bonus-malusregeling en de SDE++ in het referentiep pad wordt in deze varianten dus vervangen door CO₂-beprijzing. Voor de overige sectoren verandert het beleid niet ten opzichte van het referentiep pad. Het enige verschil is dat de ODE-tarieven lager zijn dan in het referentiep pad, omdat de SDE++ vervalt en dus niet meer uit de ODE gefinancierd wordt. Evenals in variant Uniform A wordt de opbrengst van de heffing in zijn geheel teruggesluisd naar huishoudens via een vast bedrag per persoon (als 'lumpsum' overdracht).

Tabel 4.5 Emissies en CO₂ heffing in variant Industrie A (2030, prijsniveau 2018)

	Uitstoot	Uitstoot t.o.v. referentiep ad	CO ₂ -belasting	Effectieve CO ₂ -prijs t.o.v. referentiep ad
	Mton CO ₂ -eq.	Mton CO ₂ -eq.	Euro/tCO ₂	Euro/tCO ₂
Nederland	116,7	0,0	-	-
w.v. ETS	37,4	-3,1	-	-
w.v. industrie	25,3	-3,8	49	49
w.v. Elektriciteitssector	12,2	0,6	0	0
Niet-ETS	79,3	3,1	0	0
w.v. gebouwde omgeving ^a	21,8	0,4	0	-8

^a Voor gebouwde omgeving wordt hier de verandering in de effectieve CO₂-prijs voor aardgasverbruik weergegeven (cf. figuur 4.1).

In vergelijking met de variant Uniform A is nu de verschuiving van de CO₂-uitstootreductie van niet-ETS naar ETS beperkt, omdat het beleid voor de niet-ETS sectoren niet verandert ten opzichte van het referentiep ad. Door de CO₂-heffing van 50 euro per ton bovenop de prijs van emissierechten zal de energie-intensieve industrie de CO₂-uitstoot reduceren met 3,8 megaton ten opzichte van het referentiep ad (dat was 9,2 megaton in Uniform A, zie tabel 4.1). Omdat de CO₂-heffing niet geldt voor de elektriciteitssector vindt daar geen extra reductie plaats. De uitstoot neemt zelfs licht toe, omdat de opbrengst van de CO₂-belasting wordt teruggesluisd naar huishoudens. Dat betekent namelijk dat de koopkracht van huishoudens toeneemt,

waardoor de vraag naar elektriciteit en andere producten en diensten zal stijgen. De koopkrachtstijging van huishoudens verklaart ook de toename van de uitstoot door bedrijven buiten het EU ETS.

Tabel 4.6 laat de gevolgen van variant Industrie A zien voor de opbrengst van de belastingen op gas, elektriciteit en de CO₂-belasting, alsmede de subsidies via de SDE++ en de terugsluis van de opbrengst van de CO₂-belasting naar huishoudens. We zien dat de opbrengst van de energiebelasting op gas en elektriciteit beide met 0,1 miljard omhooggaan, waarbij dit in beide gevallen vooral ten laste komt van de huishoudens. Deze toename is het gevolg van een lichte toename in het elektriciteits- en gasverbruik.

Omdat de SDE++ vervalt en omdat het elektriciteits- en gasverbruik in de gebouwde omgeving ten opzichte van het referentiep pad licht toeneemt, kunnen de ODE-tarieven ten opzichte van het referentiep pad omlaag om de voor de SDE+ benodigde opbrengst van 2,3 miljard op te halen. Deze lastenverlichting komt deels bij de huishoudens en deels bij de dienstensector terecht. De opbrengst van de CO₂-belasting wordt geheel teruggesluisd naar de huishoudens en bedraagt in 2030 1,3 miljard euro. Dit bedrag is lager dan in Uniform A, omdat de belasting alleen over de uitstoot van de industrie wordt geheven. De CO₂-prijs voor de industrie bedraagt 50 euro en is daarmee hoger dan in Uniform A. Hoewel de CO₂ uitstoot in de gebouwde omgeving ten opzichte van het referentiep pad slechts met 0,4 megaton toeneemt, is in variant Industrie A toch een grotere prijsprikkel nodig dan in Uniform A om de totale broeikasgasuitstoot op het niveau van het referentiep pad te houden. De reden hiervoor is dat in Industrie A niets extra wordt gevraagd van de elektriciteitssector.

Tabel 4.6 Energiebelastingen (gas en elektriciteit), CO₂-heffing, ODE, SDE++ en de terugsluis naar huishoudens in variant Industrie A t.o.v. het referentiep pad (2030, prijsniveau 2018)

	Energiebelasting	Energiebelasting	Heffing	Heffing
	Gas	Elektriciteit	CO ₂	ODE
	mld euro	mld euro	mld euro	mld euro
Belastingopbrengst				
Totaal	0,1	0,1	1,3	-0,4
w.v. energie-intensieve industrie (ETS)	0,0	0,0	1,3	0,0
w.v. bedrijven buiten ETS	0,0	0,0	0,0	-0,2
w.v. huishoudens	0,1	0,1	0,0	-0,2
Subsidie				
SDE++	mld euro	-0,4		
Terugsluis huishoudens		1,3		

Tabel 4.7 laat de veranderingen zien van Industrie A in productie, kostprijs, en werkgelegenheid voor verschillende sectoren en een aantal macro-indicatoren in vergelijking met het referentiep pad. Door het introduceren van een CO₂-belasting op slechts de energie-intensieve industrie zullen de productiekosten daar gemiddeld stijgen. Wat opvalt is dat in vergelijking met Uniform A tabel 4.3) de kostprijsstijging ten opzichte van het referentiep pad in de metaalsector minder groot is, ondanks de hogere CO₂-prijs. Dat komt doordat de kostprijsstijging door hogere CO₂-prijs wordt gecompenseerd door een lagere elektriciteitsprijs. Echter de kostprijzdaling in de papierindustrie die in Uniform A werd gevonden is in Industrie A veel kleiner en terwijl in

Uniform A de kostprijs bij de voedings- en genotmiddelenindustrie afneemt, neemt die in Industrie A licht toe.

De veranderingen in productievolume worden ook hier bepaald door mogelijkheden om bijvoorbeeld kostprijsstijgingen af te wentelen op afnemers in het binnen -en buitenland. De productieverminderingen volgen op kostprijsstijgingen. Bijvoorbeeld, de sector basismetaal laat een kostprijsstijging zien van 0,8%, en dat leidt in deze variant tot een productiedaling van 5,4%. De kostprijs van elektriciteitsproductie in Nederland daalt nu licht met 0,2% en leidt tot verwaarloosbare productiestijging in vergelijking met het referentiepad. Opvallend is echter dat in vergelijking met Uniform A, de productie door de aardolie-industrie minder sterk afneemt, terwijl de kostprijsstijging in beide varianten gelijk is. De reden is dat door de uniforme CO₂-prijs in variant Uniform A motorbrandstoffen duurder worden waardoor er minder vraag is naar benzine en diesel, een belangrijk product van de aardolie-industrie. In variant Industrie A verandert de prijs van motorbrandstoffen niet ten opzichte van het referentiepad.

Tabel 4.7 Kostprijs, productie, werkgelegenheid en macro-indicatoren in variant Industrie A t.o.v. referentiepad (2030, prijsniveau 2018)

	Kostprijs		Productie		Werkgelegenheid		
	%		%		duizenden		
Sectoren							
ETS	0,4		-2,3				-7,6
Energie-intensieve industrie	0,4		-2,3				-7,7
Basismetaal	0,8		-5,4				-5,3
Aardolie-industrie	0,5		-2,3				0,0
Chemie, rubber- en kunststofproducten	0,6		-4,3				-1,3
Papierindustrie	-0,1		0,0				0,2
Bouwmaterialenindustrie	0,6		-1,8				-0,8
Voedings- en genotmiddelenindustrie	0,1		-0,5				-0,5
Elektriciteitsproductie ^a	-0,2		0,1				-0,1
Niet-ETS	-0,2		0,1				7,6
Overige industrie	-0,1		0,7				3,4
Landbouw	-0,1		0,2				0,4
Transport	0,0		0,0				0,3
Overige diensten	-0,2		0,1				3,7
Macro-effecten							
	Lonen	Bbp	Import	Export	Ruilvoet	Consumptie	Hev
	-0,2	-0,2	-1,0	-0,6	0,4	0,1	0,1
<p>a Dit betreft de totale elektriciteitssector met productie uit kernenergie en hernieuwbare energiebronnen, inclusief het niet-ETS-deel.</p> <p>b Hicksiaanse equivalente variatie als percentage van het nationaal inkomen in het referentiepad: Deze maatstaf bepaalt veranderingen in individuele welvaart op basis van het geldbedrag dat iemand in de uitgangssituatie zou willen ontvangen om net zo goed af te zijn als in de nieuwe situatie. Zie Brink et al. (2016). Een belangrijk verschil met bbp, dat de productie meet, is dat HEV is gebaseerd op de welvaart die consumenten ervaren. Als buitenlandse productie bijvoorbeeld goedkoper wordt gaat dat wellicht ten koste van de Nederlandse productie (bbp), maar kan het gunstig zijn voor de consumentenwelvaart (HEV) omdat consumptieprijzen omlaaggaan. De consumentenwelvaart omvat in dit geval geen effecten op milieuschade, of schade als gevolg van klimaatverandering.</p>							

Door de CO₂-beprijzing verschuift werkgelegenheid van energie-intensieve industrie naar minder energie-intensieve activiteiten. Weliswaar is de afname van de werkgelegenheid in de energie-intensieve industrie groter dan in Uniform A, omdat de productie ook sterker afneemt. Omdat de CO₂-prijs daling voor niet-ETS wegvalt is de toename in werkgelegenheid bij niet-ETS sectoren ook minder groot dan in Uniform A. Ook verandert de werkgelegenheid in de elektriciteitssector nauwelijks. Het gevolg is dat de lonen daardoor minder sterk dalen.

Naast het effect op de lonen laat tabel 4.7 veranderingen zien voor een aantal andere macro-economische variabelen. Daaruit blijkt dat de CO₂-belasting op slechts de energie-intensieve industrie met eenzelfde emissiereductie voor heel Nederland een groter effect heeft op het bbp dan in Uniform A. Het bbp-voordeel van variant Uniform A verdampt, resulterend in een bbp-niveau dat 0,2% onder dat in het referentiep pad ligt. En dat vertaalt zich in een welvaartswinst in Industrie A van 0,1% van het nationaal inkomen in het referentiep pad, lager dan de welvaartswinst in Uniform A (0,4%). In variant Industrie A ontbreekt het positieve effect van de lagere effectieve CO₂-prijs in de gebouwde omgeving.

Tabel 4.8 Lekkage, emissies in Nederland, rest EU, rest van de wereld, en niet-Nederland in variant Industrie A t.o.v. referentiep ad (2030)

		Nederland	Rest EU	Rest wereld	Niet-Nederland
ETS	Mton CO ₂ -eq.	-3,1	0,3	3,1	3,4
	w.v. elektriciteit	0,6	-0,1	1,7	1,5
	w.v. energie-intensieve industrie	-3,8	0,5	1,4	1,8
Niet-ETS		3,1	0,2	0,1	0,3
Totaal		0,0	0,5	3,2	3,7

Zoals hierboven aangegeven kan reductie van de uitstoot op het Nederlandse grondgebied leiden tot een toename van de uitstoot daarbuiten. Tabel 4.8 presenteert de verandering in broeikasgasemissies in Nederland, in de rest van de EU en in de rest van de wereld ten opzichte van het referentiep ad. De totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland blijft hetzelfde als in het referentiep ad (117 megaton). Echter, de industrie A variant beperkt de toename van de uitstoot (weglek) in de wereld tot 3,7 Mton CO₂. Dit komt in de eerste plaats doordat de elektriciteitssector niet extra wordt belast ten opzichte van de referentie en er uit dien hoofde dus ook geen extra weglek optreedt. Daar staat tegenover dat de industrie juist wordt geconfronteerd met een CO₂-prijs die nog hoger is dan in de uniforme variant. Zoals we zagen betekent dit dat de industrie daardoor relatief veel extra CO₂-uitstoot reduceert. Het betekent ook dat vooral industriële bedrijvigheid onder druk komt en de weglek vooral daar plaatsvindt. In tegenstelling tot de elektriciteitssector concurreert de grootschalige industrie op mondiale schaal. De weglek betreft daardoor voor een veel groter deel dan bij de uniforme prijsvariant extra uitstoot buiten Europa.

4.3 Uniform B

In deze variant wordt, net als in Uniform A, een uniforme CO₂-belasting geïntroduceerd voor alle sectoren, terwijl de bestaande energiebelasting op aardgas in de gebouwde omgeving fors wordt verlaagd en de energiebelasting op elektriciteit wordt afgeschaft en vervangen door de expliciete CO₂-belasting bij de productie van elektriciteit. Bovendien zijn de ODE tarieven lager dan in het referentiepado. Het verschil met variant Uniform A is dat in variant Uniform B een deel van de opbrengst van de CO₂-belasting wordt gebruikt om de grootschalige energie-intensieve industrie te stimuleren om CO₂-reducerende maatregelen te nemen. Deze terugsluis betekent dat naar verwachting in vergelijking met variant Uniform A een groter deel van de uitstootreductie door de industrie wordt gerealiseerd en minder door de elektriciteitssector.

Tabel 4.9 Emissies en CO₂ heffing in variant Uniform B t.o.v. referentiepado (2030, prijsniveau 2018)

	Uitstoot	Uitstoot t.o.v. referentiepado	CO ₂ -belasting	Effectieve CO ₂ -prijs t.o.v. referentiepado
	Mton CO ₂ -eq.	Mton CO ₂ -eq.	euro/tCO ₂	euro/tCO ₂
Nederland	116,7	0,0	-	
w.v. ETS	26,6	-13,9	20	20
w.v. industrie	20,5	-8,5	20	20
w.v. elektriciteitssector	6,1	-5,4	20	20
Niet-ETS	90,1	14,0	66	-53
w.v. gebouwde omgeving ^a	39,1	17,8	66	-123

^a Voor gebouwde omgeving wordt hier de verandering in de effectieve CO₂-prijs voor aardgasverbruik weergegeven (cf. figuur 4.1).

Uit tabel 4.9 blijkt dat ook het geval te zijn. De terugsluis in de vorm van een subsidie op emissie-reducerende maatregelen maakt het voor de energie-intensieve industrie goedkoper om hun CO₂-uitstoot te reduceren. Daarom voldoet ook een lagere uniforme CO₂-prijs van 66 euro per ton, in vergelijking met 80 euro per ton in Uniform A, om de totale uitstoot in 2030 weer op 116,7 megaton te brengen. De lagere uniforme CO₂-prijs betekent dat in variant Uniform B de effectieve CO₂-prijs in de gebouwde omgeving sterker afneemt dan in Uniform A, waardoor er meer CO₂-uitstoot verschuift van de ETS-sectoren naar de niet-ETS sectoren (netto 14 megaton). De in vergelijking met Uniform A lagere CO₂-prijs betekent voor de elektriciteitssector dat zij minder marktaandeel verliezen aan buitenlandse concurrenten, waardoor hun uitstoot in Uniform B minder afneemt dan in Uniform A.

Tabel 4.10 laat zien dat in Uniform B de opbrengst van de belastingen op gas en elektriciteit in vergelijkbare mate afnemen als in Uniform A. Ook de veranderingen in de opbrengst van de ODE zijn van vergelijkbare grootte. Omdat het niveau van de CO₂-prijs in Uniform B lager is dan in Uniform A is de opbrengst van de CO₂-belasting met 5,1 miljard euro ook lager. Hiervan wordt 1,0 miljard gebruikt om de energie-intensieve industrie aan te zetten tot het nemen van maatregelen om hun CO₂-uitstoot te reduceren. De overige 4,1 miljard wordt teruggesluisd naar de huishoudens.

Tabel 4.10 Energiebelastingen (gas en elektriciteit), CO₂-heffing, ODE, SDE+, SDE++ en de terugsluis naar huishoudens en industrie in variant Uniform B (2030, prijsniveau 2018)

	Energiebelasting	Energiebelasting	Heffing	Heffing
	Gas	Elektriciteit	CO ₂	ODE
	mld euro	mld euro	mld euro	mld euro
Belastingopbrengst				
Totaal	-2,3	-4,0	5,1	-0,4
w.v. energie-intensieve industrie (ETS)	0,0	-0,1	0,5	0,0
w.v. bedrijven buiten ETS	-0,6	-3,0	2,3	-0,4
w.v. huishoudens	-1,6	-0,4	1,7	0,1
Subsidie				
SDE++	mld euro	-0,4		
Terugsluis energie-intensieve industrie		1,0		
Terugsluis huishoudens		4,1		

Tabel 4.11 laat zien dat de productiekosten stijgen in sectoren die veel energie gebruiken, maar minder dan in Uniform A. Dat komt enerzijds door de lagere CO₂-prijs, anderzijds door de terugsluis naar de energie-intensieve industrie. Anderzijds is de kostprijzdaling voor sectoren die relatief minder energie-intensief zijn ook minder groot, onder andere omdat de lonen minder sterk afnemen.

Door de stijging van de productiekosten nemen ook de afzetmogelijkheden van bedrijven af en daalt de productie. Bij lagere productie is minder arbeid nodig, maar er is juist ook extra vraag naar arbeid in sectoren waar extra investeringen in emissiereductie plaatsvinden. Daardoor is er in Uniform B zelfs sprake van een beperkte netto toename van werkgelegenheid in de energie-intensieve industrie.

Evenals in Uniform A resulteert de verschuiving van relatief hoge energiebelastingen in de gebouwde omgeving naar een uniforme CO₂ belasting met eenzelfde emissiereductie in minder verstoring van de economie. Omdat de introductie van een uniforme CO₂-prijs door de terugsluis naar bedrijven minder ten koste gaat van de bedrijvigheid in Nederland komt het bbp in Uniform B iets hoger uit dan in Uniform A op een niveau dat 0,2% boven dat in het referentiep pad ligt. De consumentenwelvaartswinst is van vergelijkbare grootte als in Uniform B.

Tabel 4.11 Kostprijs, productie, werkgelegenheid en macro-indicatoren in variant uniform B t.o.v. referentiep pad (2030, prijsniveau 2018)

	Kostprijs		Productie		Werkgelegenheid		
	%		%		duizenden		
Sectoren							
ETS	-0,2		-0,7		1,9		
Energie-intensieve industrie	-0,1		-0,3		5,3		
Basismetaal	0,6		-3,5		-2,7		
Aardolie-industrie	0,2		-1,5		1,2		
Chemie, rubber- en kunststofproducten	0,2		-0,7		1,8		
Papierindustrie	-0,3		0,9		2,4		
Bouwmaterialenindustrie	0,0		-0,1		0,2		
Voedings- en genotmiddelenindustrie	-0,2		0,9		2,6		
Elektriciteitsproductie ^a	3,5		-7,0		-2,4		
Niet-ETS	-0,5		0,0		-1,9		
Overige industrie	-0,3		0,8		5,6		
Landbouw	0,7		-2,3		-2,4		
Transport	0,5		-1,0		-1,2		
Overige diensten	-0,7		0,1		-5,0		
Macro-effecten							
	Lonen	Bbp	Import	Export	Ruilvoet	Consumptie	Hev
	-0,5	0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0,4	0,4
<p>a Dit betreft de totale elektriciteitssector met productie uit kernenergie en hernieuwbare energiebronnen, inclusief het niet-ETS-deel.</p> <p>b Hicksiaanse equivalente variatie als percentage van het nationaal inkomen in het referentiep ad: Deze maatstaf bepaalt veranderingen in individuele welvaart op basis van het geldbedrag dat iemand in de uitgangssituatie zou willen ontvangen om net zo goed af te zijn als in de nieuwe situatie. Zie Brink et al. (2016). Een belangrijk verschil met bbp, dat de productie meet, is dat HEV is gebaseerd op de welvaart die consumenten ervaren. Als buitenlandse productie bijvoorbeeld goedkoper wordt gaat dat wellicht ten koste van de Nederlandse productie (bbp) maar kan het gunstig zijn voor de consumentenwelvaart (HEV) omdat consumptieprijzen omlaaggaan. De consumentenwelvaart omvat in dit geval geen effecten op milieuschade of schade als gevolg van klimaatverandering.</p>							

Tabel 4.12 presenteert de verandering in broeikasgasemissies in Nederland, in de rest van de EU en in de rest van de wereld ten opzichte van het referentiep ad. De totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland blijft hetzelfde als in het referentiep ad (117 megaton). Echter, de uniform B variant beperkt de toename van de uitstoot (weglek) in de wereld tot 0,6 Mton CO₂.

Tabel 4.12 Lekkage, emissies in Nederland, rest EU, rest van de wereld, en niet-Nederland in variant Uniform B t.o.v. referentiep pad (2030)

		Nederland	Rest EU	Rest wereld	Niet-Nederland
ETS	Mton CO ₂ -eq.	-13,9	4,9	-4,3	0,6
	w.v. elektriciteit	-5,4	5,2	-3,6	1,6
	w.v. energie-intensieve industrie	-8,5	-0,3	-0,7	-1,0
Niet-ETS		14,0	-0,7	-1,1	-1,8
Totaal		0,0	4,2	-5,4	-1,2

Omdat de afname van de productie in Nederland in de energie-intensieve sectoren minder groot is dan in Uniform A is de toename van de uitstoot buiten de Nederlandse grenzen ook kleiner. Zo neemt de uitstoot door de elektriciteitssector in de rest van de EU in Uniform B met 5,2 megaton toe, terwijl dat in Uniform A 6,1 megaton is. Opvallend is dat de uitstoot in andere sectoren in de rest van de EU en in alle sectoren in de rest van de wereld zelfs afneemt. Dit is het gevolg van de doorwerking van een hogere gasprijs op de internationale energiemarkten. Waar er in Uniform A sprake is van een netto afname van de vraag naar gas in Nederland, waardoor de prijs van aardgas op de wereldmarkt daalt, gebeurt in Uniform B juist het tegenovergestelde. Er is sprake van een netto toename van de vraag naar aardgas in Nederland. Door de grotere daling van de effectieve CO₂-prijs op het gebruik van aardgas in de gebouwde omgeving neemt de vraag naar aardgas daar ten opzichte van het referentiep pad sterker toe dan in Uniform A. Tegelijkertijd is bij een CO₂-prijs van 66 euro per ton de daling van de vraag naar gas in de elektriciteitssector in Uniform B minder groot dan in Uniform A. Zelfs in de energie-intensieve industrie neemt de vraag naar gas minder sterk af, omdat de subsidie op emissiereducerende maatregelen deels ook technieken voor de afvang en opslag van CO₂ (CCS) stimuleren, waarbij emissiereductie wordt gerealiseerd zonder dat dit betekent dat het gasverbruik naar beneden moet. Omdat er dus per saldo sprake is van een toename van de vraag naar gas in Nederland, zal de prijs van gas op de wereldmarkt licht toenemen. Dit leidt, vooral in de elektriciteitssector maar ook in andere sectoren, wereldwijd tot een afname van de inzet van gas die in relatieve zin weliswaar heel beperkt is, maar in absolute zin bijdraagt aan een vermindering van de CO₂-uitstoot van ruim een megaton buiten Nederland.

4.4 Industrie B

Deze variant neemt aan dat er een belasting komt op de CO₂-uitstoot voor alleen de energie-intensieve industrie in Nederland die onder het EU ETS valt. Voor deze bedrijven komt de CO₂-belasting bovenop de prijs die ze moeten betalen voor emissierechten onder het EU ETS. De voorgestelde bonus-malusregeling en de SDE++ in het referentiep pad wordt in deze varianten dus vervangen door CO₂-beprijzing. Voor de overige sectoren verandert het beleid niet ten opzichte van het referentiep pad. Het enige verschil is dat de ODE-tarieven lager zijn dan in het referentiep pad, omdat de SDE++ vervalt en dus niet meer uit de ODE gefinancierd wordt. De opbrengst van de heffing wordt echter wel gebruikt om de energie-intensieve industrie een subsidie te geven voor CO₂-besparende investeringen, vergelijkbaar met de SDE++-regeling in het referentiep pad. De facto komt daarmee deze variant neer op een schuif in de financiering van SDE++ van de ODE naar de belasting op CO₂ die de energie-intensieve bedrijven zelf betalen.

Tabel 4.13 Emissies en CO₂ heffing in variant Industrie B (2030, prijsniveau 2018)

	Uitstoot	Uitstoot t.o.v. referentiep pad	CO ₂ -belasting	Effectieve CO ₂ -prijs t.o.v. referentiep ad
	Mton CO ₂ -eq.	Mton CO ₂ -eq.	Euro/tCO ₂	Euro/tCO ₂
Nederland	116,7	0,0		
w.v. ETS	37,5	-3,1	-	-
w.v. industrie	25,6	-3,5	18	18
w.v. elektriciteitssector	11,9	0,4	0	0
Niet-ETS	79,2	3,1	0	0
w.v. gebouwde omgeving ^a	21,7	0,4	0	-8

^a Voor gebouwde omgeving wordt hier de verandering in de effectieve CO₂-prijs voor aardgasverbruik weergegeven (cf. figuur 4.1).

Uit tabel 4.13 blijkt dat de subsidie voor emissie reducerende maatregelen door de industrie het goedkoper maakt om daar CO₂-uitstoot te reduceren. Om dezelfde uitstootreductie als in de referentie te bereiken hoeft de CO₂-prijs minder omhoog (25 euro per ton CO₂ in plaats van de 50 euro per ton CO₂ in Industrie A). Door de CO₂-heffing bovenop de prijs van emissierechten zal de energie-intensieve industrie de CO₂-uitstoot reduceren met 3,1 megaton ten opzichte van het referentiep ad. Omdat de CO₂-heffing niet geldt voor de elektriciteitssector vindt daar geen extra reductie plaats. Net als in Industrie A neemt de uitstoot daar zelfs licht toe. Ook hier neemt de koopkracht van huishoudens toe, maar minder dan in Industrie A, omdat de opbrengst van de CO₂-belasting niet ten goede komt aan huishoudens maar aan de industrie. Door de koopkrachtstijging van huishoudens zal de vraag naar elektriciteit en andere producten en diensten stijgen. Wat de toename van de uitstoot door bedrijven buiten het EU ETS verklaart.

Tabel 4.14 laat de gevolgen van variant Industrie B zien voor de opbrengst van de belastingen op gas, elektriciteit en de CO₂-belasting, alsmede de subsidies via de SDE++ en de terugsluis van de opbrengst van de CO₂-belasting naar huishoudens. We zien dat de opbrengst van de energiebelasting op gas en elektriciteit beide met 0,1 miljard omhooggaan, waarbij dit in beide gevallen vooral ten laste komt van de huishoudens. Deze toename is het gevolg van een lichte toename in het elektriciteits- en gasverbruik.

Omdat de SDE++ vervalt en omdat het elektriciteits- en gasverbruik in de gebouwde omgeving ten opzichte van het referentiep ad licht toeneemt, kunnen de ODE-tarieven ten opzichte van het referentiep ad omlaag om de voor de SDE+ benodigde middelen op te halen. Dit deel van de lastenverlichting komt deels bij de huishoudens en deels bij de dienstensector terecht. De opbrengst van de CO₂-belasting wordt geheel teruggesluisd naar de industrie en bedraagt in 2030 0,6 miljard euro.

Tabel 4.14 Energiebelastingen (gas en elektriciteit), CO₂-heffing, ODE, SDE+, SDE++ en de terugsluis naar huishoudens en industrie in variant Industrie B t.o.v. referentiep pad (2030, prijsniveau 2018)

	Energiebelasting	Energiebelasting	Heffing	Heffing
	Gas	Elektriciteit	CO ₂	ODE
	mld euro	mld euro	mld euro	mld euro
Belastingopbrengst				
Totaal	0,1	0,1	0,6	-0,4
w.v. energie-intensieve industrie (ETS)	0,0	0,0	0,6	0,0
w.v. bedrijven buiten ETS	0,0	0,0	0,0	-0,2
w.v. huishoudens	0,1	0,0	0,0	-0,2
Subsidie				
SDE++	mld euro	-0,4		
Terugsluis energie-intensieve industrie		0,6		

Tabel 4.15 laat de veranderingen zien van Industrie B in productie, kostprijs, en werkgelegenheid voor verschillende sectoren en een aantal macro-indicatoren in vergelijking met het referentiep ad. Door het introduceren van een CO₂ belasting op slechts de energie-intensieve industrie en de terugsluis via de industrie te organiseren zullen de productiekosten daar weliswaar gemiddeld stijgen, maar minder dan in Industrie A. Min of meer voor de gehele tabel geldt dat de effecten kwalitatief hetzelfde zijn als voor variant Industrie A. Maar de veranderingen vergeleken met het referentiep ad vallen in Industrie B meer dan evenredig lager uit dan de veranderingen in de benodigde CO₂-prijs (50%).¹⁹

Ook hier geldt dus dat de veranderingen in productievolume bepaald worden door mogelijkheden om bijvoorbeeld kostprijsstijgingen af te wentelen op afnemers in het binnen -en buitenland. De productieverminderingen volgen op kostprijsstijgingen. Bijvoorbeeld, de sector basismetaal laat een kostprijsstijging zien van 0,2%, en dat leidt tot een productiedaling van 2%. De kostprijs van elektriciteitsproductie in Nederland daalt nu licht met 0,3% en leidt tot 0,5% productiestijging in vergelijking met het referentiep ad.

Door de CO₂-beprijzing verschuift werkgelegenheid van energie-intensieve industrie naar minder energie-intensieve activiteiten. De afname van de werkgelegenheid in de energie-intensieve industrie is kleiner dan in Industrie A, omdat de productieafname kleiner is, maar ook omdat er in sectoren waar extra investeringen in emissiereductie plaatsvinden juist extra vraag is naar arbeid. Naast het effect op de lonen laat tabel 4.15 veranderingen zien voor een aantal andere macro-economische variabelen. Het bbp-voordeel van variant Industrie A verdampt, resulterend in een bbp-niveau dat 0,1% onder dat in het referentiep ad ligt. En dat vertaalt zich in nul-effect op consumptie en de welvaart. In vergelijking met de uniforme prijs varianten ontbreekt in de industrie varianten het positieve effect van de lagere effectieve CO₂-prijs in de gebouwde omgeving.

¹⁹ De reden is dat de aanpassingen in sectoren in het model beschreven worden via productiefuncties die concaaf zijn.

Tabel 4.15 Kostprijs, productie, werkgelegenheid en macro-indicatoren in variant Industrie B t.o.v. referentiep pad (2030, prijsniveau 2018)

	Kostprijs		Productie		Werkgelegenheid		
	%		%		Duizenden		
Sectoren							
ETS	0,1		-0,7		-1,9		
Energie-intensieve industrie	0,1		-0,7		-2,1		
Basismetaal	0,3		-2,1		-2,0		
Aardolie-industrie	0,2		-0,7		0,3		
Chemie, rubber- en kunststofproducten	0,2		-1,3		0,0		
Papierindustrie	0,0		0,0		0,0		
Bouwmaterialenindustrie	0,2		-0,6		-0,3		
Voedings- en genotmiddelenindustrie	0,0		-0,1		-0,2		
Elektriciteitsproductie ^a	-0,3		0,5		0,2		
niet-ETS	-0,1		0,1		1,9		
Overige industrie	0,0		0,2		0,9		
Landbouw	-0,1		0,1		0,2		
Transport	0,0		0,0		0,0		
Overige diensten	-0,1		0,0		0,8		
Macro-effecten							
	Lonen	Bbp	Import	Export	Ruilvoet	Consumptie	Hev
	-0,0	-0,1	-0,3	-0,1	0,2	+0,0	+0,0
<p>a Dit betreft de totale elektriciteitssector met productie uit kernenergie en hernieuwbare energiebronnen, inclusief het niet-ETS-deel.</p> <p>b Hicksiaanse equivalente variatie als percentage van het nationaal inkomen in het referentiep ad: Deze maatstaf bepaalt veranderingen in individuele welvaart op basis van het geldbedrag dat iemand in de uitgangssituatie zou willen ontvangen om net zo goed af te zijn als in de nieuwe situatie. Zie Brink et al. (2016). Een belangrijk verschil met bbp, dat de productie meet, is dat HEV is gebaseerd op de welvaart die consumenten ervaren. Als buitenlandse productie bijvoorbeeld goedkoper wordt gaat dat wellicht ten koste van de Nederlandse productie (bbp) maar kan het gunstig zijn voor de consumentenwelvaart (HEV) omdat consumptieprijzen omlaaggaan. De consumentenwelvaart omvat in dit geval geen effecten op milieuschade of schade als gevolg van klimaatverandering.</p>							

Zoals hierboven aangegeven kan reductie van de uitstoot op het Nederlandse grondgebied leiden tot een toename van de uitstoot daarbuiten. Tabel 4.16 presenteert de verandering in broeikasgasemissies in Nederland, in de rest van de EU en in de rest van de wereld ten opzichte van het referentiep ad. De totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland blijft hetzelfde als in het referentiep ad (117 megaton). Echter, de industrie B variant beperkt de toename van de uitstoot (weglek) in de wereld tot 0,7 Mton CO₂ in plaats van de 3,7 Mton CO₂ uit Industrie A, vanwege de halvering van de benodigde CO₂-heffing vergeleken met Industrie A.

Tabel 4.16 Lekkage, emissies in Nederland, rest EU, rest van de wereld, en niet-Nederland in variant Industrie B t.o.v. referentiep pad (2030)

		Nederland	Rest EU	Rest wereld	Niet-Nederland
ETS	Mton CO ₂ -eq.	-3,1	0,2	0,6	0,8
	w.v. elektriciteit	0,4	0,0	0,2	0,3
	w.v. energie-intensieve industrie	-3,5	0,2	0,4	0,6
Niet-ETS		3,1	0,1	-0,2	-0,2
Totaal		0,0	0,3	0,4	0,7

4.5 Conclusies CO₂ beprijzingsvarianten

CO₂-prijs

De resultaten van de modelanalyse worden samengevat aan de hand van de uitkomsten van de door het model gegenereerde CO₂-prijs die zijn weergegeven in figuur 4.1.²⁰ Deze figuur toont de niveaus van de CO₂-prijs in 2030 uit de referentie en de beprijzingsvarianten. De figuur maakt allereerst duidelijk dat er in het referentiep pad grote verschillen zijn in de effectieve CO₂-prijs tussen sectoren, zoals ook al bleek uit figuur 2.1. Met name in de gebouwde omgeving en verkeer is de effectieve CO₂-prijs hoog.

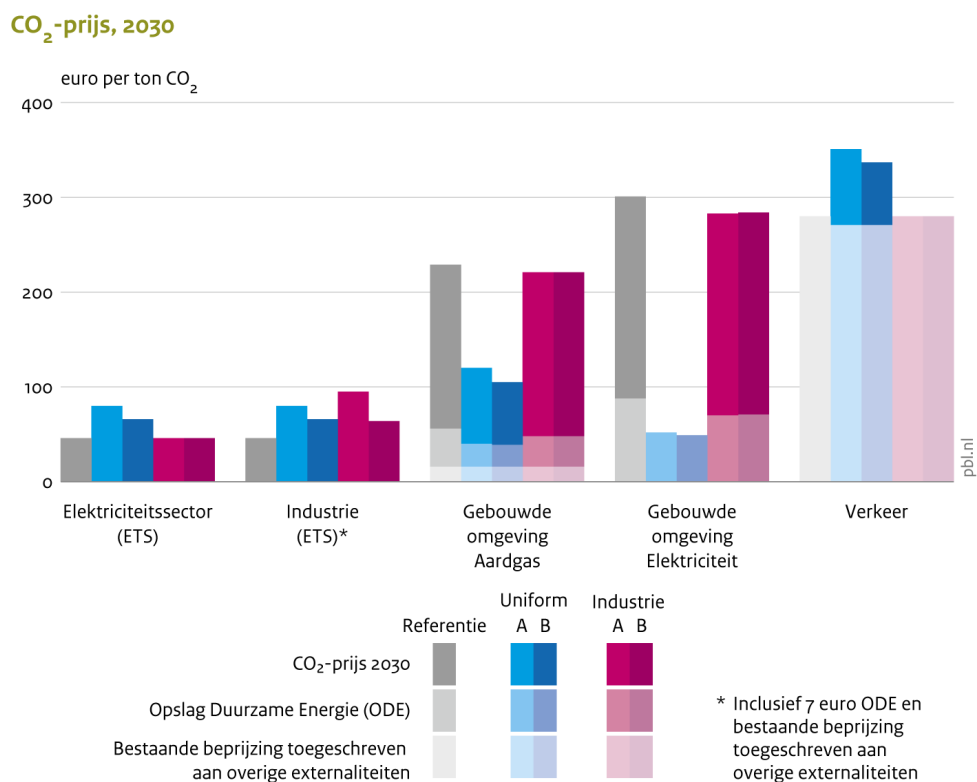
De financiering van de bestaande afspraken met betrekking tot de infasering van hernieuwbare elektriciteit via de ODE voor zowel aardgas als elektriciteit draagt hieraan bij. Ook de industrie betaalt hieraan mee, maar daarbij gaat het slechts om zo'n 7 euro per ton CO₂. In de referentie loopt ook de subsidie voor CO₂-besparende investeringen (SDE++) mee die ook via de ODE wordt gefinancierd. Omdat de SDE++ in de varianten vervalt zijn de ODE tarieven lager dan in de referentie. Zoals eerder in dit hoofdstuk aangegeven worden verschillen in ODE-tarieven tussen varianten verklaard door verschillen in elektriciteits- en gasverbruik. De opbrengst van de ODE is in alle varianten gelijk, maar bij een hoger elektriciteits- en gasverbruik volstaan lagere tarieven om de benodigde opbrengst te genereren.

Verder laat figuur 4.1 zien dat de beprijzing toegeschreven aan andere externaliteiten in alle varianten bij aardgasgebruik in de gebouwde omgeving veel lager is dan bij verkeer. Dit verklaart de veel lagere prijs voor aardgas ten opzichte van de referentie en het constant houden van de accijnzen bij verkeer.

Tot slot maakt de figuur dan nog de door het model bepaalde CO₂-prijs in de verschillende varianten inzichtelijk. In de varianten Uniform A en Uniform B bedraagt de expliciete CO₂-prijs 80 respectievelijk 66 euro per ton. Voor de gebouwde omgeving betekent dit een substantiële verlaging van de effectieve CO₂-prijs, terwijl de effectieve CO₂-prijs voor de ETS sectoren 34 respectievelijk 20 euro per ton hoger wordt. Dit is de CO₂-prijs die in deze sectoren bovenop de veronderstelde ETS-prijs van 46 euro per ton . Doordat bestaande impliciete CO₂-prijzen in de gebouwde omgeving verlaagd worden in deze varianten is er extra noodzaak tot meer CO₂-uitstootreductie in de ETS-sectoren via een hogere CO₂-prijs aldaar. Deze hogere prijs geldt bij de uniforme prijsvarianten zowel voor de grootschalige energie-intensieve industrie als voor de elektriciteitssector.

²⁰ Deze figuur is ook opgenomen als figuur 4.1 in de Policy Brief. De in dit achtergronddocument opgenomen figuur wijkt echter iets af van de figuur in de Policy Brief. Bij aanlevering van de cijfers voor de figuur in de Policy Brief is abusievelijk geen rekening gehouden met de veranderingen in de ODE-tarieven in de varianten. Ook waren niet de correcte cijfers aangeleverd voor de beprijzing toegeschreven aan overige externaliteiten in de gebouwde omgeving. In Figuur 4.1 in dit achtergronddocument zijn deze fouten gecorrigeerd en worden de ODE-tarieven en de beprijzing van overige externaliteiten weergegeven zoals die in de modelberekeningen zijn meegenomen.

Figuur 4.1 De effectieve CO₂-prijs in de verschillende varianten



In de varianten Industrie A en Industrie B is de CO₂-prijs voor de industrie 49 respectievelijk 18 euro hoger dan in de referentie. Deze extra verhoging is nodig om dezelfde emissiereductie als in referentie te bereiken, omdat de prijs in andere sectoren niet verandert. In de gebouwde omgeving is de effectieve CO₂-prijs in deze varianten zelfs wat lager dan in de referentie door de lagere ODE-tarieven. De CO₂-prijs voor de industrie is in Industrie A ook 15 euro hoger dan in variant Uniform A. Hoewel er vanwege de hogere CO₂-prijs voor aardgas en elektriciteit in de gebouwde omgeving de uitstoot daar in Industrie A juist lager zal zijn dan in Uniform A, maakt de lagere CO₂-prijs in de elektriciteitssector en verkeer dat er voor de industrie een hogere prijs nodig is om de totale emissie in Nederland op het niveau van het referentiep pad te brengen.

Ten slotte laat de figuur zien dat een op duurzame productie gerichte terugsluis (de '-varianten') leidt tot een lagere CO₂-prijs. In Uniform B bedraagt de opbrengst van de CO₂-belasting ruim 5 mld euro waarvan 1 mld euro wordt teruggesluisd aan de subsidie voor emissie reducerende maatregelen. Vooral de industrie profiteert van deze terugsluis. In Industrie B is de opbrengst van de CO₂-belasting 0,6 mld euro. Dit wordt helemaal uitgegeven aan de subsidie voor emissie reducerende maatregelen door de industrie. Deze terugsluisvorm maakt het goedkoper voor bedrijven om CO₂-uitstoot te reduceren. Om hetzelfde uitstootniveau als in de referentie te bereiken hoeft de CO₂-prijs daardoor minder omhoog.

Ook CO₂ reductie

Tabel 4.17 maakt inzichtelijk dat de uniforme beprijzingsvariant leidt tot een forse verschuiving in de CO₂-uitstootreductie van niet-ETS naar ETS-sectoren. Doordat de beleidsimpuls verschuift naar de ETS-sectoren gaan de niet-ETS sectoren per saldo 9,2 Mton CO₂ meer uitstoten en de ETS-sectoren juist 9,2 Mton CO₂ minder. Opvallend is dat binnen de ETS-sectoren zelfs sprake is van *extra* uitstoot door de industrie. Deze is mede het gevolg van de grotere vraag naar elektriciteit vanwege de lagere belasting op elektriciteit en het feit

dat het in de elektriciteitssector kennelijk goedkoper is om emissies te verminderen dan in de industrie. Terugsluis van een deel van de opbrengst van de CO₂-belasting naar de industrie (Uniform B) maakt het relatief goedkoper om CO₂-uitstoot in de industrie te reduceren en leidt daardoor tot een grotere verschuiving van de CO₂-uitstootreductie van niet-ETS naar ETS en dan met name naar de industrie.

Beperking van de beprijzing tot de grootschalige energie-intensieve industrie (Industrie A) vermindert de verschuiving van niet-ETS naar ETS aanzienlijk en heeft ook grote invloed op de verdeling van de uitstoot *binnen* de ETS-sectoren. Zoals hiervoor al besproken zijn deze effecten niet zo verwonderlijk, omdat de beleidsimpuls in de industrievariant ook alleen op de industrie wordt gericht en de bestaande en in het OKA voorgenomen beprijzing buiten de industrie intact blijft. De verschuiving van niet-ETS naar ETS blijft nu beperkt tot 3,1 Mton CO₂. Bij de industrievariant met lumpsum terugsluis (Industrie A) verschuift de uitstootreductie binnen de ETS-sectoren met name naar de industrie (3,8 Mton CO₂). Dit komt doordat de elektriciteitssector dan geen extra beleidsimpuls krijgt ten opzichte van het OKA, terwijl de industrie wordt geconfronteerd met een CO₂-prijs die nog substantieel hoger is dan bij een uniforme prijs.

Weglekeffecten

De extra CO₂-prijs in de ETS-sectoren zorgt voor aanzienlijke weglek ten opzichte van de referentie. Hoewel de reductie op Nederlands grondgebied in alle varianten hetzelfde is, leidt de extra unilaterale impuls in Nederland in de uniforme prijsvariant met lumpsum terugsluis bijvoorbeeld tot een toename van de uitstoot (weglek) in de wereld van 8,1 Mton CO₂. Het overgrote deel daarvan, namelijk 6,1 ton, betreft een toename in de elektriciteitssector binnen Europa omdat de elektriciteitsproductie in Nederland vermindert en de productie in omliggende landen toeneemt.²¹

In de industrievariant met lumpsum terugsluis is de extra weglek kleiner en concentreert zich buiten Europa. De extra weglek vermindert van 8,1 Mton CO₂ in de uniforme variant tot 3,7 Mton CO₂ in de industrievariant. Dit komt in de eerste plaats doordat de elektriciteitssector niet extra wordt belast ten opzichte van de referentie en er uit dien hoofde dus ook geen extra weglek optreedt. Daar staat tegenover dat de industrie juist wordt geconfronteerd met een CO₂-prijs die hoger is dan in de uniforme variant. Zoals we zagen betekent dit dat de industrie daardoor relatief veel extra CO₂-uitstoot reduceert. Het betekent ook dat vooral industriële bedrijvigheid onder druk komt en de weglek vooral daar plaatsvindt. In tegenstelling tot de elektriciteitssector concurreert de grootschalige industrie op mondiale schaal. De weglek buiten de EU is daardoor groter dan bij de uniforme variant.

Wanneer de belastingopbrengsten (voor een deel) worden gebruikt voor subsidies op (extra) emissie-reducerende maatregelen en innovaties in de energie-intensieve industrie wordt CO₂-reductie goedkoper voor bedrijven. Daardoor verlaagt de subsidie in de B-varianten de CO₂-prijs die nodig is voor de gegeven CO₂-uitstootreductie. Beide effecten beperken de uitholling van de concurrentiepositie en dus ook de CO₂-weglek in vergelijking met de A-varianten en in Uniform B leidt dit er zelfs toe dat de uitstoot in de rest van de wereld afneemt ten opzichte van de referentie (zie sectie 4.3).

Macro-economische effecten

Beprijzing van CO₂-uitstoot met een uniforme prijs over een zo groot mogelijke grondslag leidt tot lagere maatschappelijke kosten dan andere vormen van klimaatbeleid. Dit blijkt uit zowel de verandering in de consumentenwelvaart als uit de verandering in het bbp. Bij een uniforme CO₂-prijs met lumpsum terugsluis is de welvaartsmaatstaf in 2030 0,4% hoger dan de referentie en het bbp 0,1%. Het gaat dan om zo'n 4 miljard euro extra welvaart in 2030. De reden hiervoor is dat in de uniforme beprijzingsvariant onder meer een verschuiving optreedt van relatief dure opties om CO₂-uitstoot te reduceren in niet-ETS-sectoren naar relatief

²¹ Dit resultaat is in lijn met de eerdere evaluaties van een minimumprijs binnen de elektriciteitssector in Nederland (zie PBL, 2019).

goedkope opties om emissies te reduceren in de ETS-sectoren. Deze opties variëren van aanpassingen door emissiebestrijdingstechnologie, substitutie van vuile voor schone fossiele energie, tot het produceren van minder vervuilende producten. Ook is het mogelijk om ten dele kosten door te berekenen. Kennelijk worden de negatieve effecten van verplaatsing ruimschoots gecompenseerd door de lumpsum terugsluis naar huishoudens en lagere impliciete CO₂ belastingen in de niet-ETS-sectoren (zie ook Boeters, 2014). Als de CO₂-beprijzing wordt beperkt tot de industrie zien we dat het welvaartseffect grotendeels verdwijnt (0,1%) en het bbp-effect negatief wordt (-0,2%). In dit geval ontbreekt het positieve effect van het voordeel van lagere CO₂-belastingen in de niet-ETS-sectoren in de op de grootschalige energie-intensieve industrie gerichte beprijzing, ondanks het duidelijk lagere effect op weglek.

Werkgelegenheid

Door de uniforme CO₂-beprijzing verschuift werkgelegenheid van energie-intensieve sectoren naar minder energie-intensieve activiteiten. Voor zover sprake is van vermindering van bedrijvigheid door een hogere CO₂-prijs vermindert ook de werkgelegenheid in CO₂ uitstotende bedrijven. In 2030 vermindert de werkgelegenheid in ETS-sectoren in Uniform A met een kleine 10 duizend voltijdsbanen. Er vindt echter een verschuiving plaats naar schonere activiteiten (CPB en PBL, 2018). Omdat het model veronderstelt dat de arbeidsmarkt zich op lange termijn aanpast aan het arbeidsaanbod, laat de energie-extensieve bedrijvigheid extra werkgelegenheid zien van eenzelfde omvang en is er per saldo geen effect. In deze analyse is niet gekeken naar aanpassingskosten die deze verschuivingen van banen met zich mee zullen brengen. Op de korte termijn zullen sommige werknemers werkloos raken en op zoek moeten naar een andere baan. En mogelijk moeten werknemers omgeschoold worden om op andere plekken in de economie te kunnen worden ingezet (CPB en PBL, 2018). Ook in de andere beprijzingsvarianten past de arbeidsmarkt zich op lange termijn aan. Terugsluis via het subsidiëren van emissie-reducerende maatregelen bij de energie-intensieve industrie beperkt de verschuiving in werkgelegenheid naar schonere activiteiten. Dat komt enerzijds doordat de bedrijvigheid in de energie-intensieve sectoren minder sterk afneemt. Anderzijds is er juist ook extra vraag naar arbeid in deze sectoren gerelateerd aan de extra investeringen in emissiereductie. In Uniform B leidt dit zelfs tot een beperkte netto toename van werkgelegenheid in de energie-intensieve industrie. De gepresenteerde werkgelegenheidsverschuivingen zijn echter maar een deel van het verhaal. De sectoren zijn breed gedefinieerd en ook –of juist- binnen deze breed-gedefinieerde sectoren kunnen verschuivingen optreden. Die zijn mogelijk scherper dan het beeld van tabel 4.17.

Tabel 4.17 Uitkomsten beprijzingsvarianten (verschil met referentie, cijfers 2030)^a

		Uniform A	Uniform B	Industrie A	Industrie B
		Lumpsum huishoudens	Industrie via SDE++	Lumpsum huishoudens	Industrie via SDE++
CO₂-uitstoot in Nederland	Mton CO ₂ -eq.				
-ETS – industrie		1,7	-8,5	-3,8	-3,5
-ETS – elektriciteit		-11,0	-5,4	0,6	0,4
-Niet-ETS		9,2	13,9	3,1	3,1
CO₂-weglek	Mton CO ₂ -eq.				
- CO ₂ -uitstoot Wereld (excl. NL)		8,1	-1,2	3,7	0,7
w.v. CO ₂ -uitstoot binnen EU (excl. NL)		6,1	4,2	0,5	0,3
w.v. CO ₂ -uitstoot buiten EU		2,0	-5,4	3,2	0,4
Welvaartseffecten					
- BBP	%	0,1	0,2	-0,2	-0,1
- Consumentenwelvaart (HEV) ^b	%	0,4	0,4	0,1	0,0
Bedrijvigheid					
	Productie				
-ETS	%	-2,4	-0,7	-2,3	-0,7
-niet-ETS	%	0,1	0,0	0,1	0,1
Werkgelegenheid					
	Arbeidsvolume (x dzd)				
-ETS		-9,9	1,9	-7,6	-1,9
-Niet-ETS		9,9	-1,9	7,6	1,9

a De uitkomsten in deze tabel zijn met onzekerheden omgeven. Ze indiceren de orde van grootte van de effecten, maar zijn goed vergelijkbaar tussen de varianten. De uitkomsten kunnen niet proportioneel gemuteerd worden vanwege de sterk niet-lineair oplopende kosten van emissiereductieopties.

b Hicksiaanse equivalente variatie: Deze maatstaf bepaalt veranderingen in individuele welvaart op basis van het geldbedrag dat iemand in de uitgangssituatie zou willen ontvangen om net zo goed af te zijn als in de nieuwe situatie. Zie Brink et al. (2016). Een belangrijk verschil met bbp, dat de productie meet, is dat HEV is gebaseerd op de welvaart die consumenten ervaren. Als buitenlandse productie bijvoorbeeld goedkoper wordt gaat dat wellicht ten koste van de Nederlandse productie (bbp), maar kan het gunstig zijn voor de consumentenwelvaart (HEV) omdat consumptieprijzen omlaaggaan. De consumentenwelvaart omvat in dit geval geen effecten op milieuschade of schade als gevolg van klimaatverandering.

Literatuur

Aalbers, R., G. Renes en G. Romijn, 2016, WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO₂-uitstoot in MKBA's, CPB-PBL achtergronddocument.

Bekkers, E. en H. Rojas-Romagosa, 2018, The Welfare Effects of FTAs in Quantitative Trade Models: A Comparison of Studies about TTIP, *The World Economy*, forthcoming.

Boeters, S. en N. van Leeuwen, 2010, A Labour Market Extension for World-Scan: Modelling Labour Supply, Wage Bargaining and Unemployment in a CGE Framework, CPB Document 201, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.

Boeters, S., 2014, Optimally differentiated carbon prices for unilateral climate policy, *Energy Economics*, vol. 45: 304-312.

Bollen, J., C. Brink, P. Koutstaal, P. Veenendaal en H. Vollebergh, 2012, Trade and Climate Change: Leaking Pledges. CESifo DICE Report 10, 44-51.

Bollen, J, C. Brink, 2014, Air pollution policy in Europe: Quantifying the interaction with greenhouse gases and climate change policies, *Energy Economics*, vol. 46: 202-215.

Brink, C., H.R.J. Vollebergh en E. van der Werf, 2016, Carbon pricing in the EU: Evaluation of different EU ETS reform options, *Energy Policy*, vol. 97: 603-617.

Brink, C. en W. Smeets, 2017, Europese doelen voor lucht, klimaat en energie in 2030: gevolgen voor economie en emissies, Den Haag: PBL.

Brink, C., 2018, Projectie ETS-prijs volgens uitgangspunten concept wetvoorstel minimum CO₂-prijs elektriciteitsproductie, Den Haag: PBL.

CE Delft, 2017, Handboek Milieuprijzen 2017, publicatienr. 17.7A76.64, Delft: CE Delft.

CPB en PBL, 2015, Toekomstverkenning Welvaart en leefomgeving, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau.

CPB en PBL, 2018, De werkgelegenheidseffecten van fiscale vergroening, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau.

De Bruijn, R., 2006, Scale Economies and Imperfect Competition in WorldScan, CPB Memorandum 140, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.

Dijk, J., E. Drissen, H. Eerens, H. Vollebergh en H. Vrijburg, 2018, De vervuiler betaalt te weinig. Een onderzoek naar milieubelastingen op grondstoffen, materialen en afval. Den Haag: PBL.

Dixon, P.B. en D.W. Jorgenson (eds), 2012, *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*, vol. 1A, Amsterdam: Elsevier.

Drissen, E. en H. Vollebergh, 2018, Monetaire milieuschade in Nederland, Een verkenning. Den Haag: PBL.

Hertel, T., 2013, Global Applied General Equilibrium Analysis Using the Global Trade Analysis Project Framework, in: P. Dixon en D. Jorgenson (eds), *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*, Amsterdam: Elsevier.

IEA, 2016, *World Energy Outlook 2016*, OECD/IEA, Parijs.

Lejour, A., P. Veenendaal, G. Verweij en N. van Leeuwen, 2006, WorldScan: A Model for International Economic Policy Analysis, CPB Document 111, The Hague.

Martin, R., M. Muûls, L.B. de Preux en U.J. Wagner, 2014, Industry Compensation under Relocation Risk: A Firm-Level Analysis of the EU Emissions Trading Scheme, *American economic Review*, vol. 104: 2482-2508.

Narayanan, B.G., A. Aguiar en R. McDougal (eds), 2015, Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 9 Data Base, Center for Global Trade Analysis: Purdue University.

PBL, 2019, Effecten ontwerp Klimaatakkoord, Den Haag: PBL.

Rojas-Romagosa, H., 2017, Potential economic effects of TTIP for the Netherlands, *De Economist*, vol. 165(3): 271-294.

Ros, J. en W. Wetzels, 2019, Achtergronddocument Effecten Ontwerp Klimaatakkoord: Methodiek doorrekening industrie, Den Haag: PBL.

Schoenmaker, D., R. van Tilburg, B. Jacobs, A. Boot, R. van der Ploeg, J. van den Bergh en R. Gerlagh, 2019, Wij zijn het eens: CO₂-heffing hard nodig, ook voor de Nederlandse industrie. ESB, 25 januari 2019.

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

UN, 2015, World Population Prospects: The 2015 Revision, Methodology of the United Nations Population Estimates and Projections, Tech. rep., United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

Vollebergh, H., E. Drissen, H. Eerens en G. Geilenkirchen, 2014, Milieubelastingen en Groene Groei Deel II. Evaluatie van belastingen op energie in Nederland vanuit milieuperspectief, Den Haag: PBL.

Vollebergh, H., J. Dijk, E. Drissen, H. Eerens en G. Geilenkirchen, 2016, Belastingverschuiving: meer vergroening en minder complexiteit? Verkenning van trends en opties, Den Haag: PBL.

Vollebergh, H., 2018, Haasje over? Instrumentering van transitie: van uitdaging naar uitvoering, oratie Tilburg University, Tilburg.

Vrijburg, H., C. Brink en J. Dijk (2018) Instrumentkeuze voor efficiënt en effectief klimaatbeleid, In D. van Soest, S. Smulders en R. Gerlagh (red), *Klimaatbeleid: kosten, kansen en keuzes*, pp. 116-124.

Bijlage 1: Belastingen gerelateerd aan CO₂-emissies in Nederland

Nederland kent diverse groene belastingen die impliciet CO₂ emissies beprijsen. Het aandeel van deze belastingen in de totale belastingopbrengst van de Nederlandse overheid bedraagt ruim 10 procent. De belangrijkste groene belastingen zijn belastingen op het verbruik van aardgas en elektriciteit (energiebelasting), belastingen op minerale oliën (brandstofaccijnzen) en belasting op autobezit (motorrijtuigenbelasting en de BPM).

- De brandstofaccijnzen, de motorrijtuigenbelasting (MRB) en de BPM worden betaald door eigenaren van motorvoertuigen sector wegvervoer en transport. Vrijstellingen voor brandstofaccijnzen zijn er voor de luchtvaart, de zeescheepvaart en de binnenvaart.
- De energiebelasting op gasverbruik is vanwege het degressieve tarief met name van toepassing in de gebouwde omgeving en het kleinverbruik binnen de andere sectoren.²² Verbruik van aardgas voor opwekking van elektriciteit is vrijgesteld, evenals het verbruik van aardgas en elektriciteit voor een aantal industriële processen. Daarnaast geldt er voor het aardgasverbruik door de glastuinbouw een verlaagd tarief.
- De belasting op verbruik van elektriciteit wordt betaald via een degressief tarief. Dit betekent dat de belasting vooral terechtkomt bij de gebouwde omgeving en het kleinverbruik binnen de andere sectoren (vrijstelling van aantal industriële processen).
- Verder is er nog de zogenaamde opslag duurzame energie (ODE) ter financiering van de Subsidie op Duurzame Elektriciteit (SDE). Deze heeft dezelfde grondslag als de energiebelasting, dus aardgas en elektriciteit. Deze tarieven hebben vooral betrekking op de eerste schijven van aardgas/elektriciteit en worden gelijk verdeeld over bedrijven/huishoudens.
- Tot slot is sprake van een salderingsregeling in elektriciteitsbelasting ter stimulering van decentrale opwekking van groene elektriciteit en van vrijstellingen in BPM/MRB voor elektrisch rijden (zie Vollebergh et al., 2016).

Zoals blijkt uit Tabel A.1 gaat het in 2019 bij deze groene belastingen in totaal om ruim 16 miljard belastingopbrengst.

²² Dit gaat niet alleen om industrie, maar ook bouw, landbouw e.d. (dienstensector valt onder gebouwde omgeving). Bovendien betalen ook ETS bedrijven over hun verbruik een belasting, tenzij ze zijn vrijgesteld. We gaan voorbij aan de beprijzing van overige broeikasgasemissies in de landbouw. Dit betreft vooral methaan. In dit AD ligt de focus daardoor op het broeikasgas CO₂. De beprijzing van andere broeikasgassen valt buiten de scope van deze analyse.

Tabel A.1 Belastingen gerelateerd aan CO₂-emissies in Nederland (ontwerpbegroting 2019)

Belasting	Verwachte opbrengst 2019(mld. euro)
Opbrengst veiling emissierechten ETS (2017)	0,2
Accijnzen op motorbrandstoffen	4,0
Motorrijtuigenbelasting (mrb)	4,3
Belasting op personenauto's en motorrijwielen (bpm)	2,2
Energiebelasting (incl. ODE)	5,3
Brandstoffenbelasting (kolen)	0,0
Afvalstoffenbelasting	0,2
Totaal	16,2

Bronnen: Miljoenennota 2019, 2018 en Jaarrapport NEa, 2018.

Bijlage 2: Het referentiep pad

Tabel A.2 Ontwikkeling in populatie, inkomen per hoofd, energie-intensiteit, CO₂-intensiteit en emissies in 2018-2030 in het referentiep ad (gemiddelde jaarlijkse verandering, %)

	Nederland	Rest-Europa	Rest-van-de-wereld	Niet-Nederland
Populatie (mn)	0,1	0,0	0,9	0,9
Inkomen (bbp per persoon)	1,6	1,7	2,2	1,9
Energie-intensiteit inkomen (PJ/euro)	-2,3	-2,0	-1,2	-1,1
CO ₂ -intensiteit energiegebruik (Mton CO ₂ per PJ)	-3,1	-1,9	-0,8	-0,8
BKG emissies (Mton CO ₂ -eq.)	-3,8	-2,2	1,1	0,9

Tabel A.2 karakteriseert het referentiep ad voor een aantal regio's met betrekking tot de gemiddelde jaarlijkse groei in 2018-2030 voor de verschillende variabelen als drijvende kracht van emissies. Voor een uitgebreidere beschrijving van de ontwikkelingen in Europa en de rest van de wereld verwijzen we naar WEO 2016 (IEA, 2016). De populatie groeit in Oost-Europa, waardoor de groei van de Rest-EU hoger ligt dan in Nederland. Buiten Europa groeit het inkomen per hoofd harder, waardoor mortaliteit harder daalt en de populatie harder stijgt. Dit leidt ertoe dat populatie gemiddeld buiten EU gemiddeld sneller groeit. Nederland voert in het referentiep ad klimaatbeleid, waardoor de energie-intensiteit en de CO₂-intensiteit harder dalen dan in de rest van Europa. Emissies van broeikasgassen dalen in Nederland zelfs 1.6% punt sneller dan in de rest van de EU.

Ook buiten de EU daalt de energie-intensiteit, wat het gevolg is van energiebesparingen door stijging van de energieprijis (o.a. CO₂-belastingen in sommige landen) en structuurveranderingen in de economie (energie-intensieve sectoren groeien minder hard dan energie-extensieve sectoren zoals de dienstensector).

Bijlage 3: Regio -en sectorspecificatie

Tabel A.3 Regio's in WorldScan

Code	Land / regio
NLD	Nederland
REU	Rest van EU28
USA	Verenigde Staten
ROE	Overige OESO-landen
CHI	China
AAR	Rest van de wereld

Tabel A.4 Sectoren in WorldScan

Code	Sector	Bijbehorende sectoren uit GTAP database*
HOR	Tuinbouw	Vegetables, fruit, nuts; Other crops;
OAG	Overige landbouw, bosbouw en visserij	Paddy rice; Wheat; Other cereal grains; Oil seeds; Sugar cane; Plant-based fibers; Bovine cattle; Other animal products; Raw milk; Wool; Forestry; Fishing
OIL	Winning van aardolie	Oil
COL	Winning van steen- en bruinkool	Coal
GAD	Winning en distributie van aardgas	Gas; Gas manufacture and distribution
MIN	Winning van overige delfstoffen	Other mining
P_C	Aardolie-industrie	Petroleum and coal products
BME	Basismetalaal	Ferrous metals; Non-ferrous metals
CRP	Chemie, rubber- en kunststofproducten	Chemical, rubber, plastic products
PPP	Papierindustrie	Paper products, publishing
NMM	Bouwmaterialenindustrie	Non-metallic minerals
COF	Voedings- en genotmiddelenindustrie	Bovine meat products; Other meat; Vegetable oils and fats; Dairy products; Processed rice; Sugar; Other food; Beverages and tobacco
CPI	Kapitaalgoederen en duurzame consumptiegoederen	Metal products; Motor vehicles and parts; Other transport equipment; Electronic equipment; Other machinery and equipment
CON	Overige consumptiegoederen	Textiles; Wearing apparel; Leather products; Wood products; Other manufacturing
ELY	Elektriciteitsproductie	Electricity
OTP	Transport over land	Other transport
TRR	Overig transport	Water transport; Air transport
OSE	Overige dienstverlening	Water, Construction; Trade; Communication; Other financial services; Insurance; Other business services; Recreational and other services; Public administration, defense, education, health; wellings

* Aguiar, Narayanan en McDougall, 2016, an Overview of GTAP9 Data Base, Journal of Global Economic Analysis, vol, 1(1): 181-208.