



Centraal Planbureau
Planbureau voor de Leefomgeving

Expert- workshop CO₂-heffing en verplaatsing

Deze publicatie bevat een verslag van de CPB/PBL-expertworkshop CO₂-heffing en verplaatsing die plaatsvond op 13 mei 2019.

CPB/PBL Achtergronddocument

juni 2019

Samenvatting en conclusies

De CPB/PBL-expertworkshop ‘CO₂-heffing en verplaatsing’ beoogde een bijdrage te leveren aan een neutrale inschatting van de verplaatsing van bedrijfsactiviteiten door de invoering van een CO₂-heffing voor de industrie in Nederland. Een niet op- of neerwaarts vertekende inschatting helpt de planbureaus niet alleen bij de doorrekening van klimaatvoorstellen, maar biedt tevens input voor het maatschappelijke debat over een CO₂-heffing en in het bijzonder de omvang van verplaatsing.

De expertworkshop die de planbureaus op 13 mei 2019 organiseerden, werd naast experts van CPB en PBL bijgewoond door experts van CE Delft, DNB, PwC en UVT. Mede op basis van hun input wordt besloten hoe de planbureaus verplaatsingseffecten van klimaatbeleid in huidige en toekomstige doorrekeningen meenemen. In de workshop kwamen twee methoden aan bod: een analyse van verplaatsingseffecten via een algemeen evenwichtsbenadering (aan de hand van het model WorldScan) en een analyse op bedrijfsniveau van het effect op brutowinsten (EBITDA¹-benadering).

Het model WorldScan is op dit moment een bruikbaar model voor een neutrale inschatting van de verplaatsingseffecten. Wel is het waardevol om gevoeligheidsanalyses met hogere of lagere zogeheten Armington-elasticiteiten mee te nemen.² De hoogte van deze elasticiteiten wordt gezien als de belangrijkste variabele die de modeluitkomsten voor verplaatsing beïnvloedt. De door de planbureaus gehanteerde elasticiteiten in het model WorldScan blijken in grote lijnen overeen te komen met de elasticiteiten in de studies van CE Delft en DNB. Een beperking van WorldScan is dat het model alleen geaggregeerde sectoren modelleert en dus niets kan zeggen over individuele bedrijven of gevolgen voor regio's.

De EBITDA-benadering is een nuttige aanvulling op de analyse met het model WorldScan. Waar WorldScan uitspraken op hoger geaggregeerd niveau doet, leent de EBITDA-benadering zich voor meer bedrijfsspecifieke uitspraken. Aandachtspunt daarbij is wel dat de EBITDA-benadering niet altijd rekening houdt met bijvoorbeeld de terugsluis van heffingsopbrengsten naar bedrijven, mitigerende maatregelen die bedrijven kunnen nemen, en de mogelijkheid om kosten door te berekenen aan consumenten in geval van marktmacht. In dat geval geeft deze analyse vooral de absolute bovengrens van de verplaatsingseffecten weer. De EBITDA-benadering kan dan ook worden verrijkt door meer van deze factoren mee te nemen.

¹ Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization.

² De Armington-elasticiteit van de import beschrijft met welk percentage de import toeneemt als de productiekosten in een land met één procent stijgen.

1 Introductie

Een CO₂-heffing is volgens velen een effectief instrument om de uitstoot van broeikasgassen in de Nederlandse industrie te verminderen.³ De zorg bestaat echter dat bedrijfsactiviteiten worden verplaatst naar landen met een minder streng klimaatbeleid. De mogelijke effecten van verplaatsing zijn tweeledig: de verplaatsing van industriële activiteiten naar het buitenland (van invloed op bijvoorbeeld de werkgelegenheid) en de weglek van CO₂ (waarbij de vermeden uitstoot in Nederland deels of zelfs meer dan teniet wordt gedaan door een toegenomen uitstoot in het buitenland). Hogere kosten die gepaard gaan met een CO₂-heffing, kunnen er immers toe leiden dat vervuilende activiteiten van industriële bedrijven in Nederland niet meer lonend zijn. Het is overigens eveneens denkbaar dat streng klimaatbeleid de innovatie binnen de industrie aanjaagt en daarmee op termijn zorgt voor een hogere productiviteit. Ook is het mogelijk dat bij een CO₂-heffing voor de industrie de zwakste bedrijven omvallen, maar dat – voor zover aanwezig – hun productievare concurrenten in Nederland hiervan juist profiteren. In dat geval zou aan de totale productiviteit van de Nederlandse industrie weinig veranderen.

Empirische studies laten zien dat strenger milieubeleid van landen tot op heden niet heeft geleid tot een massale vlucht van bedrijven uit die landen.⁴ Er spelen meer en vaak ook belangrijkere factoren een rol bij de locatiekeuze van bedrijven zoals het opleidingsniveau van (potentiële) werknemers, de mogelijkheden voor transport en de kwaliteit van de instituties. Wel geldt natuurlijk dat de omvang van verplaatsing afhankelijk is van de hoogte van een heffing en de wijze waarop bedrijven mogelijk worden gecompenseerd (inclusief bestaande vrijstellingen). Daarnaast zijn er verschillen te verwachten tussen sectoren, waarbij de energie-intensieve industrie met relatief veel CO₂-uitstoot het gevoeligst lijkt om haar productie te verplaatsen. Verder is voor de mate van verplaatsing van belang hoe streng het milieubeleid in het buitenland is, nu en in de toekomst.

Voor een inschatting van de verplaatsing van industriële activiteiten naar het buitenland zijn er verschillende benaderingen. Zo neemt de EBITDA-aanpak de bedrijfseconomische positie van individuele ondernemingen als uitgangspunt. De algemeen evenwichtsbenadering daarentegen neemt de gehele economie als uitgangspunt. De recente studie van PWC⁵ in dit kader valt onder te brengen in de eerste categorie, terwijl de studies van CE Delft⁶ en DNB⁷ worden gekenmerkt door een (partiële) evenwichtsbenadering. Bijlage 1 bevat een volledig overzicht van de kenmerken van de EBITDA- en de algemeen evenwichtsbenadering op basis van het WorldScan-model, alsmede een vergelijking met de methodiek in de studies van CE Delft, DNB en PWC.

De centrale vraag tijdens de workshop luidde: welke benaderingswijze kunnen CPB en PBL het beste kiezen op basis van de huidige inzichten en kunnen we meer inzicht krijgen in de omvang van verplaatsing? Relevante deelvragen zijn bijvoorbeeld: wat zijn de belangrijkste elementen van de bandbreedtes in de EBITDA-aanpak en de algemeen evenwichtsbenadering? Hoe breed zijn ze en is er overlap tussen de bandbreedtes van de benaderingen? Zijn er andere benaderingen denkbaar of wellicht een

³ Beprijzingsbeleid zorgt ervoor dat de kosten terecht komen bij de vervuiler en is een efficiënte beleidsmaatregel. Maar voor een transitie naar nul emissies is het soms nodig om extra stappen eerder te zetten in verband met de traagheid in het systeem, zoals de noodzaak van tijdige aanpassingen aan de infrastructuur.

⁴ Zie voor een overzicht bijvoorbeeld: Dechezleprêtre, A. en M. Sato (2017), The impacts of environmental regulations on competitiveness, *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2): 183-206.

⁵ Tezel, A., R. Hensgens en D. Helmer (2019) De effecten van een nationale heffing op broeikasgas in de industrie, PWC ([link](#)).

⁶ CE Delft, 2018, Effecten van CO₂-beprijzing in de industrie. CO₂-reducties, kostprijsverhoging en koolstoflekage, CE Delft, no. 18.7R45.097 ([link](#)).

⁷ Hebbink, G., L. Berkvens, M. Bun, H. van Kerkhoff, J. Koistinen, G. Schotten en A. Stokman, 2018, De prijs van transitie, Amsterdam: De Nederlandsche Bank nv ([link](#)).

combinatie van benaderingen, en is een dergelijke methodiek praktisch toepasbaar bij de doorrekening van klimaatvoorstellen?

2 Toepassing algemeen evenwichtsbenadering

CPB en PBL rekenen in de algemeen evenwichtsbenadering met het model WorldScan. Het betreft hier een zogeheten recursief dynamisch algemeen evenwichtsmodel, waarin de effecten van Nederlands beleid op de Nederlandse economie worden gemodelleerd in een mondiale setting.⁸ In een algemeen evenwichtsmodel is geen enkele vorm van beleid gratis en moet elke uitgave die wordt gedaan door bedrijven, overheid of huishoudens ook aan inkomsten worden opgehaald. Er kan in het model dus niet meer geld worden uitgegeven dan er wordt opgehaald.

Bedrijven produceren output met drie productiefactoren: arbeid, kapitaal en energie. Die factoren zijn onderling uitwisselbaar en kunnen elkaar vervangen, in hoeverre dat mogelijk is hangt af van de onderlinge substitutie-elasticiteiten. Prijsveranderingen leiden in het model tot aanpassingen van vraag en aanbod. Dit is het belangrijkste mechanisme waarmee het model tot een nieuw evenwicht komt.

Een CO₂-heffing zal in het model zorgen voor stijgende productiekosten, vooral bij emissie-intensieve producten. Fossiele inputs worden duurder. Dat geldt met name voor kolen, waarvan de emissie-intensiteit hoger ligt dan die van olie en gas. Ook bij de consumptie van elektriciteit geldt dat elektriciteit van fossiele bronnen duurder zal worden.

De prijsstijgingen geven gedragsreacties in het model. Bedrijven hebben verschillende opties om te reageren: inputsubstitutie, abatement en outputsubstitutie. Een voorbeeld van de eerste optie is als de producent schonere inputs gaat gebruiken, waardoor deze minder belasting hoeft te betalen. Abatement betekent dat het productieproces wordt aangepast, zodat er minder emissies ontstaan. Voorbeelden hiervan zijn zogeheten end-of-pipe maatregelen zoals 'carbon capture and storage' (CCS) of de elektrificatie van productieprocessen. Tot slot is outputsubstitutie een mogelijkheid. In dit geval wordt er minder geproduceerd tegen een hogere prijs, wat effect heeft op de vraag naar het product, of wordt de productie naar het buitenland verplaatst als de productie daar goedkoper is.

De verplaatsing van productie naar het buitenland hangt in het model af van de zogeheten Armington-elasticiteit van een sector. Dit is de substitutie-elasticiteit tussen dezelfde producten uit verschillende landen. De Armington-elasticiteit van de import beschrijft in welke mate de import toeneemt als de productiekosten in een land stijgen. De elasticiteiten zullen lager zijn bij een kortere periode en hoger bij een langere periode, omdat de substitutiemogelijkheden dan toenemen. De hoogte van de nu gebruikte Armington-elasticiteiten hoort bij een periode van ongeveer tien jaar (circa 2030). Een hogere Armington-elasticiteit betekent dat een buitenlands product een beter substituuut is van een binnenlands geproduceerd product en dat er meer productie zal verplaatsen naar het buitenland. Bedrijven concurreren in het model dus ook met buitenlandse bedrijven. Bijlage 2 geeft een overzicht van de Armington-elasticiteiten in WorldScan voor verschillende sectoren in vergelijking met de elasticiteiten uit de studies van CE Delft en DNB.

Tabel 1 toont de verplaatsingseffecten zoals de studies van CE Delft en DNB die berekenen, en een tentatieve WorldScan-analyse van een CO₂-heffing van 50 euro/ton. Een vergelijking van de effecten wordt bemoeilijkt door de verschillen in basispaden, zichtjaren, sectorstructuren en verschillen in vormgeving van

⁸ Voor een uitgebreidere omschrijving van het model WorldScan zie: CPB, 2006, WorldScan: A model for international economic policy analysis, CPB Document, 17 maart 2006 ([link](#)). En: Bollen, J. en C. Brink, 2014, Air pollution policy in Europe: Quantifying the interaction with greenhouse gases and climate change policies, Energy Economics, 46, pag. 202-215 ([link](#)). En ook: Brink, C. & W. Smeets, 2017, Europese doelen voor lucht, klimaat en energie in 2030: gevolgen voor economie en emissies, Den Haag: PBL ([link](#)).

de belastingen en terugsluis. Desondanks geeft de tabel wel een indruk van de orde van grootte waaraan moet worden gedacht.

Tabel 1 Verplaatsingseffecten in 2030¹ zoals gemodelleerd door CPB en PBL, CE Delft en DNB

CPB en PBL - tentatieve WorldScan-analyse bij CO ₂ -heffing van 50 euro/ton ²	DNB ³		CE Delft ⁴				
Afname productie als % t.o.v. NEV2017	Afname afzet als % bij heffing alle of ETS-sectoren*		Verlies aan toegevoegde waarde door verplaatsing als % t.o.v. NEV2017				
Sector	Sector	Alle ETS	Sector	Onder	Boven		
Basismetaal	6,8	Verwerkende industrie	1,7	1,1	IJzer- en staalindustrie	2,2	56,1
Aardolie-industrie	2,9	w.v. chemie	4,2	4,0	Aardolie-industrie	1,9	4,5
Chemie, rubber- en kunststofproducten	3,9	w.v. basismetaal	2,1	1,9	Industriële gassen	1,3	10,4
Bouwmaterialenindustrie	1,4	Delftstoffenwinning	7,8	7,7	Organische basischemie	2,9	24,6
Papierindustrie	-0,4	Diensten	0,9	0,5	Kunstmestindustrie	8,3	19,3
Voedings- en genotmiddelenindustrie	0,3	w.v. transport	3,0	1,8	Papier- en grafische ind.	0,3	3,8
		Landbouw	1,9	0,6	Voedingsindustrie	0,1	0,2
		Totaal	1,2	0,8			
		* verplaatsingseffecten alleen gerapporteerd voor scenario met geen terugsluis			Verlies aan toegevoegde waarde door verplaatsing als % t.o.v. WEO		
					Sector	Onder	Boven
					IJzer- en staalindustrie	1,5	37,2
					Aardolie-industrie	1,3	3,0
					Industriële gassen	0,9	7,0
					Organische basischemie	2,0	16,5
					Kunstmestindustrie	5,5	12,8
					Papier- en grafische ind.	0,2	2,5
					Voedingsindustrie	0,1	0,1

¹ DNB kijkt naar de effecten voor 2025.

² Zie Bijlage 3 voor de tentatieve verplaatsingseffecten bij heffingen van andere hoogtes. Bijlage 4 geeft een beeld van de additionele effecten, eveneens tentatief.

³ Hebbink, G., L. Berkvens, M. Bun, H. van Kerkhoff, J. Koistinen, G. Schotten en A. Stokman, 2018, De prijs van transitie, Amsterdam: De Nederlandsche Bank nv ([link](#)).

⁴ CE Delft, 2018, Effecten van CO₂-beprijzing in de industrie. CO₂-reducties, kostprijsverhoging en koolstoflekkage, CE Delft, no. 18.7R45.097 ([link](#)).

WorldScan is met deze vorm van modellering grover dan de bedrijfsspecifieke analyse van de EBITDA-benadering. De verschillende sectoren in WorldScan bestaan elk uit één representatief bedrijf in plaats van verschillende bedrijven die onderling variëren in hun productiviteit. Dit maakt het niet mogelijk om uitspraken te doen over individuele bedrijven. Daarmee kan WorldScan ook niets zeggen over de eventuele regionale effecten. Een andere beperking van WorldScan is dat het bereiken van een nieuw evenwicht weinig

tot geen transitiekosten met zich meebrengt. Zo zitten vaste kosten niet in het model waardoor transitiepaden ook ontbreken en overgangen dus relatief (te) soepel verlopen.

Het model WorldScan is op dit moment een bruikbaar model voor een neutrale inschatting van de verplaatsingseffecten. Wel is het waardevol om gevoeligheidsanalyses met hogere of lagere zogeheten Armington-elasticiteiten mee te nemen. De hoogte van deze elasticiteiten wordt gezien als de belangrijkste variabele die de modeluitkomsten voor verplaatsing beïnvloedt. De door de planbureaus gehanteerde elasticiteiten in het model WorldScan blijken in grote lijnen overeen te komen met de elasticiteiten in de studies van CE Delft en DNB. Een beperking van WorldScan is dat het model alleen geaggregeerde sectoren modelleert en dus niets kan zeggen over individuele bedrijven of gevolgen voor regio's.

3 Toepassing EBITDA-benadering

De EBITDA-benadering wordt uitgevoerd voor individuele ondernemingen en neemt geen algemeen evenwichtseffecten mee in de analyse. In deze benadering worden de kosten voor bedrijven van een CO₂-heffing afgetrokken van het EBITDA uit de jaarverslagen. Het resultaat hiervan geeft een indicatie voor het risico op verplaatsing. Als correctie op eventuele jaarlijkse fluctuaties kan het gemiddelde EBITDA over een bepaalde periode worden gebruikt. Het is lastiger te controleren in hoeverre EBITDA te relateren zijn aan activiteiten van het bedrijf in Nederland, omdat het EBITDA mede gedreven is door belastingoverwegingen.

De uitkomsten van de EBITDA-analyse vormen een inschatting van het risico op verplaatsing maar bevatten geen cijfers. Daarbij kan de EBITDA-analyse op verschillende manieren worden vormgegeven. De eerste variant is zoals uitgevoerd door PwC als onderdeel van hun zogeheten microbenadering.⁹ In deze analyse worden de volgende veronderstellingen gedaan: (1) bedrijven maken homogene producten waarbij het niet uitmaakt waar ze worden geproduceerd, (2) de kosten van een CO₂-heffing zijn niet doorrekenbaar aan de consument, (3) bedrijven nemen geen mitigerende maatregelen om hun uitstoot te verlagen, en (4) de opbrengsten van een CO₂-heffing komen op geen enkele manier terug bij bedrijven. Bedrijven kunnen in deze analyse dus alleen de volledige heffing betalen óf besluiten om hun productie volledig uit Nederland te verplaatsen.

Het is moeilijk in te schatten hoe realistisch deze veronderstellingen zijn. Als een onderneming marktmacht heeft omdat ze niet-homogene producten maakt, kan zij hogere kosten aan de klant doorberekenen. Als het bedrijf te maken heeft met sterke internationale concurrentie en een internationale marktprijs, omdat het geproduceerde goed homogeen is, dan is doorberekening aan de consument niet mogelijk. Lage marktaandelen zijn een aanwijzing van grote internationale concurrentie op een markt.

De EBITDA-benadering is door PwC vooral gebruikt om het maximale risico in te schatten, maar kan ook met andere veronderstellingen worden uitgevoerd. Zo rekent het PBL bij zijn doorrekening van klimaatvoorstellen met een variant waarin wordt gekeken naar een scenario met minder extreme aannamen. De kosten van een CO₂-heffing voor bedrijven bestaan dan uit de kosten voor het treffen van emissiereductiemaatregelen en de af te dragen heffing over de resterende emissies verminderd met eventueel compenserende en teruggesluisde middelen. Het saldo van deze posten wordt vergeleken met de gerapporteerde EBITDA.

De financiële uitgangspositie van bedrijven is onbekend. Als bedrijven grotere financiële buffers hebben, kunnen zij een CO₂-heffing tijdelijk beter dragen dan wanneer de buffers gering zijn. Ook is onbekend wat de netto investeringen van het bedrijf of moederconcern zijn. Deze investeringen zijn bedrijfsspecifiek en hangen af van rendementseisen en geaccepteerde winstderving.

De EBITDA-analyse brengt in beeld welke ondernemingen een relatief groot risico lopen om geen positieve investeringsbeslissingen meer te nemen of de productie te verplaatsen.¹⁰ Onbekend is bij welke afname van het EBITDA bedrijven daadwerkelijk besluiten om hun productie te verplaatsen. Waarschijnlijk gebeurt dat bij een EBITDA dat nog wel positief is, maar te laag om te kunnen opereren (denk aan het voldoen van rentebetalingen).

⁹ Een uitgebreidere omschrijving van de EBITDA-benadering is te vinden in Tezel, A., R. Hensgens en D. Helmer (2019) De effecten van een nationale heffing op broeikasgas in de industrie, PwC. ([link](#)).

¹⁰ Verplaatsing hoeft niet onmiddellijk op te treden zoals in WorldScan wel het geval is. Bedrijven kunnen ook kiezen om investeringen te stoppen, maar productie wel door te laten lopen en pas op een later moment hun productie stop te zetten.

De EBITDA-benadering is een nuttige aanvulling op de analyse met het model WorldScan. Waar WorldScan uitspraken op hoger geaggregeerd niveau doet, leent de EBITDA-benadering zich voor meer bedrijfsspecifieke uitspraken. Aandachtspunt daarbij is wel dat de EBITDA-benadering niet altijd rekening houdt met bijvoorbeeld de terugsluis van heffingsopbrengsten naar bedrijven, mitigerende maatregelen die bedrijven kunnen nemen en de mogelijkheid om kosten door te berekenen aan consumenten in geval van marktmacht. In dat geval geeft deze analyse vooral de absolute bovengrens van de verplaatsingseffecten weer. De EBITDA-benadering kan dan ook worden verrijkt door meer van deze factoren wel mee te nemen.

Bijlage 1 vergelijking van de verschillende studies

	PBL notitie - Effect voorstel CO ₂ -heffing GL en PvdA ¹	CPB/PBL policy brief - Economische effecten van CO ₂ -beprijzing: varianten vergeleken - uniforme heffing ²	CPB/PBL policy brief - Economische effecten van CO ₂ -beprijzing: varianten vergeleken - heffing voor industrie ²	DNB ³	CE Delft ⁴	PWC ⁵
Methode	WorldScan en EBITDA-analyse, hieronder ingevuld voor die laatste, voor WorldScan zie volgende kolom. Inputs substitutie, outputs substitutie en abatement (GTAP & OKA) en berekening zonder verplaatsingseffecten	WorldScan (WS) Inputs substitutie, outputs substitutie en abatement (GTAP & OKA)	WorldScan (WS) Inputs substitutie, outputs substitutie en abatement (GTAP & OKA)	Input-outputmodel met uitbreiding voor KLE-inputs substitutie (geschat) en outputs substitutie (vraagfunctie o.b.v. Athena)	Geen model; partieel evenwicht met KLEMS-productiefunctie; verhoging kostprijs gelieerd aan Armington elasticiteiten.	EBITDA-analyse en interviews
Analyse	EBITDA-effecten en verplaatsingseffecten voor 12 grote bedrijven	Algemeen evenwicht (incl. arbeidsmarkt)	Algemeen evenwicht (incl. arbeidsmarkt)	Partieel evenwicht; wel arbeidsmarkteffecten	Partieel evenwicht in sectoren; wel effecten op arbeidsvraag	EBITDA-effecten en verplaatsingseffecten voor 12 grote bedrijven
Vormgeving belasting CO ₂ -heffing (GL)	Hybride CO ₂ -heffing/minimumprijs (PvdA)	CO ₂ -minimumprijs	CO ₂ -minimumprijs	Heffing	CO ₂ -minimumprijs; ook heffing in gevoeligheidsanalyse	Heffing
Grondslag	ETS-industrie en luchtvaart (GL) Gehele industrie en glastuinbouw; meest kwetsbare bedrijven	Hele economie	ETS-Industrie	Alle bedrijven, ETS-bedrijven of elektriciteitsproducenten (met onderscheid naar heffing alleen in NL, in Noord-West Europa of de hele EU)	ETS-bedrijven	Industrie in Nederland

	vrijgesteld (PvdA)					
Tarief in 2030	100 euro/ton (GL) 31-54 euro/ton (PvdA)	91,7 euro/ton	111,0 euro/ton	50 euro/ton (2025), daarna oplopend	43 euro/ton	15 – 200 euro/ton
CO2-uitstootreductie 2030 t.o.v. basispad	Exclusief verplaatsing: 12-24 Mton (GL) 11-22 Mton (PvdA)	Gelijk aan OKA ongeveer 46 Mton	Gelijk aan OKA ongeveer 46 Mton	Niet berekend	Tot 1,4 Mton door binnenlandse maatregelen, dus exclusief reductie door carbon leakage.	Niet berekend
Terugsluis	1 mld naar huishoudens, rest 50% naar stimuleren arbeidsmarkt en 50% naar industrie (GL) 1/3 naar huishoudens, 2/3 naar industrie (PvdA)	Lumpsum huishoudens	Lumpsum huishoudens	Drie scenario's: - Geen (dus verbetering begrotingssaldo) - Verlaging inkomstenbelasting - Verlaging winstbelasting	Geen	Geen
Basispad	NEV 2017	NEV 2017 met actuele prijsraming ETS	NEV 2017 met bijgewerkt ETS	“Huidige situatie”	NEV 2017 en WEO ^o	“Bovenop ETS”
Verplaatsing	Afhankelijk van tarief, vormgeving terugsluis, heffingsvrijstelling, en procentuele afname van EBITDA (waarbij bedrijven productie zouden kunnen staken) 19-26 Mton = emissie van bedrijven met afname EBITDA > 50-80% (GL)	Aanpassing productie als % t.o.v. NEV2017 Sector Basismetalaal -7,1 Aardolie-industrie -3,1 Chemie, rubber- en kunststofproducten -3,1 Papierindustrie 1,3 Bouwmaterialenindustrie -0,8	Aanpassing productie als % t.o.v. NEV2017 Sector Basismetalaal -6,2 Aardolie-industrie -2,5 Chemie, rubber- en kunststofproducten -4,3 Papierindustrie 0,2 Bouwmaterialenindustrie -1,7	Afname afzet als % bij heffing alle of ETS-sectoren* Sector Landbouw 1,9 0,6 Delftstoffenwinning 7,8 7,7 Verwerkende industrie 1,7 1,1 w.v. chemie 4,2 4,0 w.v. basismetalaal 2,1 1,9	Verlies aan toegevoegde waarde door verplaatsing als % t.o.v. NEV2017 Sector Voedingsindustrie 0,1 0,2 Papier- en grafische ind. 0,3 3,8 Aardolie-industrie 1,9 4,5 Industriële gassen 1,3 10,4 Organische basischemie 2,9 24,6	‘Hoog risico’ voor alle bekeken sectoren. Op basis van carbon leakage factor van de Europese Commissie Deze sectoren krijgen (een deel van) hun rechten in het EU-ETS gratis

8-13 Mton = emissie van bedrijven met afname EBITDA > 50-80%	Voedings- en genotmiddelenindustrie	0,8	Voedings- en genotmiddelenindustrie	-0,4	Diensten	0,9	0,5	Kunstmestindustrie	8,3	19,3
	Elektriciteitsproductie	-20,1	Elektriciteitsproductie	5,8	w.v. transport	3,0	1,8	IJzer- en staalindustrie	2,2	56,1
	Overige industrie	1,8	Overige industrie	1,2	Totaal	1,2	0,8			
	Landbouw	-3,5	Landbouw	-0,1						
Overall-conclusie:	Transport	-1,5	Transport	-0,2						
“Reële kans op aanzienlijke weglek” (GL)	Overige diensten	0,2	Overige diensten	0,1						
“Risico op verplaatsingseffecten, betekenisvolle weglek niet uit te sluiten” (PvdA)					* verplaatsingseffecten alleen gerapporteerd voor scenario met geen terugsluis			Verlies aan toegevoegde waarde door verplaatsing als % t.o.v. WEO		
								Sector	Onder	Boven
								Voedingsindustrie	0,1	0,1
								Papier- en grafische ind.	0,2	2,5
								Aardolie-industrie	1,3	3,0
								Industriële gassen	0,9	7,0
								Organische basischemie	2,0	16,5
								Kunstmestindustrie	5,5	12,8
								IJzer- en staalindustrie	1,5	37,2

Belangrijke aannames	Bedrijven die op een internationale markt opereren, een beperkt marktaandeel hebben en een (vrijwel) homogeen product maken, kunnen prijs niet in product doorrekenen	Productiebeslissingen werken volgens elasticiteiten in een geneste structuur van een CES- productiefuncties (geen 0/1-beslissing)	Productiebeslissingen werken volgens elasticiteiten in een geneste structuur van een CES- productiefuncties (geen 0/1-beslissing)	Gemiddelde geschatte substitutie-elasticiteit is ongeveer 0,3	CO2-heffing wordt in productprijzen doorberekend	Bedrijven die op een internationale markt opereren, een beperkt marktaandeel hebben en een (vrijwel) homogeen product maken, kunnen prijs niet in product doorrekenen.
		Bedrijven hebben in WS een zekere mate van marktmacht (Armington-elasticiteiten)	Bedrijven hebben in WS een zekere mate van marktmacht (Armington-elasticiteiten)			
		Alle markten zijn met elkaar verbonden en via aanpassing van prijzen bewegen ze naar	Alle markten zijn met elkaar verbonden en via aanpassing van prijzen bewegen ze naar			

		een nieuw evenwicht tussen vraag en aanbod	een nieuw evenwicht tussen vraag en aanbod			
Armington-elasticiteiten	Niet van toepassing	Zie tabel 2 WS	Zie tabel 2 WS	Zie tabel 2	Zie tabel 2	Niet van toepassing
Kanttekeningen zelf aangevoerd	Twee aanpakken naast elkaar gepresenteerd (WorldScan en EBITDA) EBITDA-analyse neergezet als vingeroefening; abatementmaatregelen verondersteld	Geen innovatie (maar wel abatement) Model houdt geen rekening met aanpassingskosten, tijdsaspecten en fysieke beperkingen	Geen innovatie (maar wel abatement) Model houdt geen rekening met aanpassingskosten, tijdsaspecten en fysieke beperkingen	Geen innovatie	- Geen innovatie - Geen terugsluis - Andere landen voeren geen klimaatbeleid voor industrie - ETS prijsvoorspelling onzeker (relevant voor CO2-minimumprijs)	Geen mitigerende maatregelen EBITDA van o is niet voldoende om te opereren, waar het echte omslagpunt ligt is niet onderzocht.

¹ Hekkenberg M, Ros J, Brink C, Koelemeijer R en Koutstaal P (2019), Effect voorstel CO2-heffing PvdA concept 24 april, Den Haag: PBL ([link](#)). En: Hekkenberg M, Ros J, Brink C, Koelemeijer R en Koutstaal P (2019), Effect voorstel CO2-heffing GroenLinks concept 24 april, Den Haag: PBL ([link](#)).

² Vollebergh, H., G. Romijn, J. Tijm, C. Brink, J. Bollen, 2019, Economische effecten van CO2-beprijzing: varianten vergeleken, CPB/PBL Policy Brief ([link](#)). Deze studie kent ook varianten met een alternatieve terugsluis, deels naar bedrijven via SDE++ . Dit is ook van invloed op de CO2-prijs.

³ Hebbink, G., L. Berkvens, M. Bun, H. van Kerkhoff, J. Koistinen, G. Schotten en A. Stokman, 2018, De prijs van transitie, Amsterdam: De Nederlandsche Bank n.v. ([link](#)).

⁴ CE Delft, 2018, Effecten van CO2-beprijzing in de industrie. CO2-reducties, kostprijsverhoging en koolstoflekkage, CE Delft, no. 18.7R45.097 ([link](#)).

⁵ Tezel, A., R. Hensgens en D. Helmer (2019) De effecten van een nationale heffing op broeikasgas in de industrie, PWC. ([link](#)).

⁶ CE Delft gebruikt de voorgestelde CO2-minimumprijs uit het Regeerakkoord als de CO2-heffingsgrondslag. Dit is min of meer gelijk aan de december 2018 update van PBL over de verwachte ETS-prijs. Er wordt met twee basispaden gewerkt, waarin de ETS-prijs lager ligt dan de actuele verwachting en de nationale CO2-belasting daarmee wél effectief wordt.

Bijlage 2 Armington-elasticiteiten

Sector	WorldScan ¹	CE Delft: laag – midden – hoog ¹	DNB (NB: export-prijselasticiteit ²)
Papier	7	1,0 - 3,1 - 17 (papier en grafische industrie)	1,6
Petroleum, steenkoolproducten	5	1,6 - 6,8 - 16,5	1,6
Chemie, rubber, plastic	8	1,0 - 1,4 - 2,3 (kunstmest en organische basischemie) 1,1 - 4,9 - 11,1 (industriële gassen)	2,0 (chemical industry) 1,6 (rubber, plastic and other non-metallic mineral products)
Minerale producten (niet-metalen, zand, grind, kalksteen, beton, cement)	7		2,0 (mining and quarrying)
Ander transport (water en lucht)	5		1,7
Landbouw – groenten, fruit, etc.	5		1,6
Landbouw – overig (incl. visserij)	6		1,6
Mineralen en minerale producten (metalen)	3		2,0 (mining and quarrying)
Basismetalen	8	1,0 - 12,4 - 16,3	2,0
Consumenten producten – voedsel	6	1,0 - 1,6 - 1,8 (food, beverages, tobacco)	1,1 (food, beverages, tobacco)
Consumenten producten – overig	8		
Kapitaalgoederen en duurzame goederen	9		1,6 (electrical equipment) 1,6 (machine industry)
Weg- en railtransport	5		1,7
Andere diensten	5		1,7

¹ Armington-elasticiteit (micro-elasticiteit) is de substitutie-elasticiteit tussen dezelfde producten uit verschillende landen. De Armington-elasticiteit van de import beschrijft met welk percentage de import toeneemt als de productiekosten in dat land stijgen. Het idee is dat hoewel het om dezelfde productklassen gaat, en er theoretisch sprake zou moeten zijn van perfecte substitueerbaarheid, in de praktijk het product uit het ene land toch net wat anders is dan hetzelfde product uit een ander land en ze imperfecte substituten voor elkaar zijn. Een voorbeeld hiervan is kaas: Nederlandse kaas en Franse kaas zijn allebei kaas, maar toch geen perfecte substituten voor elkaar.

² Export-prijselasticiteit (macro-elasticiteit) is een gewogen gemiddelde van substitutie in beide landen samen. De prijselasticiteit van de vraag naar export geeft dus aan hoeveel de export verandert (kwantiteit) als de prijs verandert. De elasticiteiten voor import en export zijn niet direct met elkaar vergelijkbaar, tenzij je aanneemt dat het effect van een kostprijsverhoging in eigen land op import precies hetzelfde is als een kostprijsverhoging bij een handelspartner op hun import.

Bijlage 3 Tentatieve WorldScan runs (verplaatsingseffecten)

Afname productie als % t.o.v. NEV2017 op basis van tentatieve WorldScan runs

Sector	CPB en PBL - tentatieve WorldScan-analyse bij CO ₂ -heffing van 10 euro/ton	CPB en PBL - tentatieve WorldScan-analyse bij CO ₂ -heffing van 25 euro/ton	CPB en PBL - tentatieve WorldScan-analyse bij CO ₂ -heffing van 50 euro/ton	CPB en PBL - tentatieve WorldScan-analyse bij CO ₂ -heffing van 100 euro/ton
Basismetaal	2,14	4,86	6,78	9,63
Aardolie-industrie	0,69	1,69	2,88	4,68
Chemie, rubber- en kunststofproducten	0,94	2,28	3,87	6,00
Bouwmaterialenindustrie	-0,17	-0,36	-0,41	-0,58
Papierindustrie	0,29	0,71	1,39	2,27
Voedings- en genotmiddelenindustrie	0,01	0,04	0,28	0,52

Bijlage 4 Tentatieve WorldScan runs (additionele effecten)

Uitkomsten tentatieve WorldScan runs met terugsluis aan huishoudens (t.o.v. NEV2017, cijfers 2030)^a

		Heffing 10 euro\ton	Heffing 25 euro\ton	Heffing 50 euro\ton	Heffing 100 euro\ton
CO₂-uitstoot in Nederland					
	Mton CO ₂				
-ETS – industrie		-0,7	-4,7	-12,8	-21,8
-ETS – elektriciteit		-11,0	-22,5	-22,6	-22,6
-niet-ETS		-1,3	-3,1	-5,7	-13,7
CO₂-weglek					
	Mton CO ₂				
- CO ₂ -uitstoot Wereld (excl. NL)		7,0	15,3	18,5	23,3
wv CO ₂ -uitstoot binnen EU (excl. NL)		2,1	4,4	4,7	5,3
wv CO ₂ -uitstoot buiten EU		4,9	10,9	13,8	18,0
Welvaartseffecten					
- BBP	%	-0,2	-0,4	-0,5	-0,7
- Consumentenwelvaart (HEV) ^b	%	-0,0	-0,1	-0,1	-0,2
Bedrijvigheid					
	Productie				
-ETS	%	-1,1	-2,5	-3,4	-4,7
-niet-ETS	%	0,0	0,1	0,0	-0,1
Werkgelegenheid					
	Arbeidsvol (x dzd)				
-ETS		-6,5	-13,6	-14,3	-15,1
-niet-ETS		6,5	13,6	14,3	15,1

a De uitkomsten in deze tabel zijn met onzekerheden omgeven. Ze vormen alleen een indicatie van de orde van grootte van de effecten, maar zijn goed vergelijkbaar tussen de varianten.

b Hicksiaanse equivalent 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 het 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.