



Effecten van CO₂- beprijzing in de industrie

CO₂-reducties, kostprijsverhoging en
koolstoflekkage



Committed to the Environment

Effecten van CO₂-beprijzing in de industrie

CO₂-reducties, kostprijsverhoging en koolstoflekkage

Dit rapport is geschreven door:

Sander de Bruyn

Robert Vergeer

Harry Croezen

Isabel Nieuwenhuijse

Marit van Lieshout

Delft, CE Delft, december 2018

Publicatienummer: 18.7R45.097

Industrie / Kooldioxide / Emissies / Afname / Prijsstelling / Economie / Effecten / Concurrentie / Analyse / Kwantiteit / Kwaliteit

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Uw kenmerk: 201803105

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Sander de Bruyn](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Doel	9
	1.3 Achtergrond: CO ₂ -minimumprijs en effecten	10
	1.4 Afbakening en beperkingen	13
	1.5 Leeswijzer	14
2	Kwantitatieve doorrekening	15
	2.1 Inleiding	15
	2.2 Uitgangspunten kwantitatieve doorrekening	15
	2.3 Methode	19
	2.4 Resultaten: invloed op de kostprijs	22
	2.5 Resultaten: CO ₂ -reductie en heffingsopbrengsten van de maatregel	23
	2.6 Resultaten: invloed op productie, potentiële koolstoflekage en werkgelegenheid	25
	2.7 Gevoeligheidsanalyse: hogere CO ₂ -prijs	29
	2.8 Gevoeligheidsanalyse: vaste CO ₂ -heffing	33
	2.9 Gevoeligheidsanalyse: invloed van ander beleid	36
	2.10 Conclusie en interpretatie van de resultaten	40
	2.11 Samenvattend overzicht scenario's	42
3	Kwalitatieve beschouwing	43
	3.1 Inleiding	43
	3.2 Algemene achtergrond	43
	3.3 Sectorale analyse: Voedingsmiddelenindustrie	48
	3.4 Sectorale analyse: Papierindustrie	49
	3.5 Sectorale analyse: Raffinage-industrie	50
	3.6 Sectorale analyse: Productie van industriële gassen	50
	3.7 Sectorale analyse: Kunstmestindustrie	51
	3.8 Sectorale analyse: Petrochemie	52
	3.9 Sectorale analyse: IJzer en staal	52
4	Conclusies en interpretatie	53
	4.1 Conclusies	53
	4.2 Interpretatie van de resultaten	54
5	Bibliografie	56
A	Bronnen Armington-elasticiteiten	59
B	Formules Armington-elasticiteiten	65



C	Achtergrond Sectorale Analyses	66
	C.1 Voedingsindustrie	66
	C.2 Papierindustrie	69
	C.3 Raffinage-industrie	72
	C.4 Productie van industriële gassen	75
	C.5 Kunstmestindustrie	77
	C.6 Petrochemie	78
	C.7 IJzer- en staalindustrie	82

Samenvatting

Het Regeerakkoord kent als doel om in 2030 49% reductie in de uitstoot van broeikasgassen te realiseren ten opzichte van 1990. Eén van de aangekondigde maatregelen om dit doel te bereiken is de introductie van een CO₂-minimumprijs voor elektriciteitsproducenten in 2020. De minimumprijs moet jaarlijks oplopen van € 18 in 2020 tot € 43 in 2030.

Met het oog op de onderhandelingen voor de invulling van het Klimaatakkoord bestaat de vraag welke effecten uitbreiding van de CO₂-minimumprijs naar de industrie die onder het ETS valt zou kunnen betekenen. Deze CO₂-minimumprijs dient daarbij verondersteld te worden gelijksoortig te zijn aan de maatregel die is aangekondigd in het Regeerakkoord. Deze wordt vormgegeven als een nationale heffing die, tezamen met de ETS-prijs, leidt tot een minimumprijs die industriële partijen dienen te betalen voor elke ton CO₂(-equivalent) die zij uitstoten.

In deze studie is onderzocht wat de effecten van een dergelijke heffing zijn voor de meest energie-intensieve industriële sectoren: ijzer en staal, petrochemie, industriële gassen, kunstmest, voedingsmiddelenindustrie, raffinaderijen en de papierindustrie. Daarbij is uitsluitend gekeken naar het effect van de CO₂-heffing op de ontwikkeling van de kostprijzen, de behaalde CO₂-reductie én de concurrentiepositie van de industrie, waarbij de invloed op de concurrentiepositie wordt vermeld als potentieel verlies aan toegevoegde waarde, koolstoflekage en werkgelegenheid. Er is in deze studie geen rekening gehouden met de mogelijkheid om de heffingsopbrengsten aan te wenden om de concurrentiepositie van de industrie te verstevigen.

Een unilaterale CO₂-minimumprijs zal leiden tot hogere kosten voor Nederlandse bedrijven die aan het EU ETS deelnemen. Omdat bedrijven de kostprijsverhoging zullen willen beperken, gaan ze over tot maatregelen die de CO₂-uitstoot reduceren (energiebesparing, CCS, biomassa). Een deel van de kostprijsverhoging kunnen ze echter niet vermijden en dit kan leiden tot een verslechtering van hun internationale concurrentiepositie als de heffingsopbrengsten niet worden teruggesluisd naar de industrie. De verslechterde concurrentiepositie heeft tot gevolg dat een deel van de industriële productie zich zal verplaatsen naar het buitenland. Dit hoeft overigens geen fysieke verplaatsing te zijn, maar zal zich in de praktijk vaak manifesteren als een verlies van marktaandeel aan bedrijven in landen die geen CO₂-minimumprijs kennen. Het verlies aan marktaandeel betekent ook een verlies aan toegevoegde waarde en werkgelegenheid voor Nederland. Daardoor wordt de productie van de Nederlandse industrie minder groot en vindt de CO₂-uitstoot gerelateerd aan de verplaatste productie niet meer in Nederland plaats maar in het buitenland (zogenaamde koolstoflekage).

In deze studie zijn de effecten onderzocht van een CO₂-minimumprijs die eenzelfde prijsverloop kent als de CO₂-minimumprijs voor de elektriciteitssector zoals aangekondigd in het Regeerakkoord die oploopt van € 18 per ton CO₂ in 2020 naar € 43 per ton CO₂ in 2030. De effecten van een unilaterale CO₂-minimumprijs voor de directe emissies in de industrie hangen mede af van de prijsontwikkeling van het EU ETS. Op dit moment bedraagt de prijs in het EU ETS ongeveer € 15 per ton CO₂. Als de prijzen in het EU ETS eenzelfde verloop kennen als de CO₂-minimumprijs, zijn er geen prijseffecten te verwachten ten opzichte van de andere 31 landen die deelnemen aan het EU ETS. Als de prijsontwikkeling in het EU ETS evenwel achterblijft bij die van de CO₂-minimumprijs kent de Nederlandse industrie dus een unilaterale kostprijsstijging die andere Europese landen niet kennen en kunnen er effecten op de concurrentiepositie. In deze studie hebben we de ontwikkeling van de CO₂-prijzen vergeleken met het basispad uit de NEV 2017. In dit basispad wordt verondersteld dat er voor een recht in het Europese emissiehandelssysteem in 2020 slechts € 7 per ton wordt betaald, hetgeen geleidelijk oploopt naar € 16 per ton CO₂ in 2030. Daarnaast worden de effecten doorgerekend met

een tweede basispad uit de World Energy Outlook van de IEA, waarbij de CO₂-prijzen, omgerekend naar euro's, € 12 bedragen in 2020 wat oploopt naar bijna € 25 per ton CO₂ in 2030.

Tabel 1 geeft de CO₂-prijzen weer die zijn gehanteerd in deze studie.

Tabel 1 – Uitgangspunten CO₂-heffing in €/t CO₂ voor de elektriciteitssector en industrie

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
CO ₂ -minimumprijs	18	20,5	23	25,5	28	30,5	33	35,5	38	40,5	43
ETS-prijzen NEV*	6,6	7	8	9,3	10	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9
ETS-prijzen WEO	12	12,3	12,6	14,2	15,7	17,2	18,7	20,2	21,8	23,3	24,8
Heffing t.o.v. NEV	11,4	13,5	15	16,2	18	19,6	21,1	22,6	24,1	25,6	27,1
Heffing t.o.v. WEO	6,0	8,2	10,4	11,4	12,3	13,3	14,3	15,3	16,3	17,2	18,2

* Interpolaties door CE Delft.

De keuze voor het basispad is van belang omdat dat de *relatieve* heffingshoogte bepaald ten opzichte van *business as usual*. In het licht van de recente prijsstijgingen in het EU ETS lijkt ons het WEO-prijspad meer aannemelijk, al zijn hogere prijspaden ook denkbaar. Daarom rapporteren we de effecten in deze samenvatting vooral voor dit laatste prijspad.

Uit onze berekeningen blijkt dat introductie van een CO₂-minimumprijs in de industrie die niet wordt teruggesluisd zou leiden tot een kostprijsstijging die per sector varieert van enkele tienden van procenten voor de voedselindustrie tot 3,8% voor de kunstmestindustrie ten opzichte van het basispad van CO₂-prijzen uit de WEO. Door de CO₂-minimumprijs ontstaat er een stimulans om te investeren in maatregelen om de CO₂-emissies te beperken. De CO₂-prijzen zijn echter te klein om ervoor te zorgen dat CCS rendabel wordt in de industrie voor 2030 – anders dan bij enkele zeer geconcentreerde bronnen. Daarom zullen er vooral maatregelen worden genomen die de proces-efficiency van bedrijven verbeteren. De berekening laat zien dat de additionele CO₂-besparing ongeveer 1 Mt aan emissies bedraagt tot en met 2030 (0,9 Mt ten opzichte van het basispad uit de WEO en 1,4 Mt ten opzichte van het basispad uit de NEV).

De potentiële koolstoflekkage kan minstens even groot zijn – of groter. Het verlies aan marktaandeel is in deze studie berekend via een partiële benadering waarbij we de effecten op de concurrentiepositie van de unilaterale kostprijsstijging hebben doorberekend met behulp van Armington-elasticiteiten tussen Nederland en haar belangrijkste handelspartners. Deze analyse laat zien dat weglekeffecten in theorie groot kunnen zijn, maar dat de onzekerheid ook erg groot is. Aan de onderkant van het onzekerheidsinterval kan men beredeneren dat de weglekeffecten maximaal 5% van de omzet bedragen en voor veel sectoren substantieel minder. Maar aan de bovenkant van het onzekerheidsinterval zouden de weglekeffecten ook meer dan 35% kunnen zijn (voor de ijzer- en staalindustrie) vergeleken met het autonome prijspad uit de WEO.

Door het verlies aan marktaandeel zal er koolstoflekkage ontstaan. Onze berekeningen laten zien dat de potentiële koolstoflekkage, ten opzichte van het basispad van de WEO, 0,4 tot 2,7 Mt CO₂ kan bedragen. De totale CO₂-reductie van de CO₂-minimumprijs komt dan uit op 1,3 tot 3,6 Mt CO₂ voor de beschouwde zeven sectoren, waarvan bij de bovengrens het grootste deel veroorzaakt wordt door koolstoflekkage. De bruto heffingsopbrengsten van de CO₂-minimumprijs bedragen € 580 miljoen ten opzichte van het basispad van de WEO – door het weglekeffect zullen deze nog 7 tot maximaal 49 miljoen lager uitpakken. De potentiële directe werkgelegenheid in 2030 neemt door de maatregel tijdelijk af met tussen de 600 en 6.000 voltijds arbeidsplaatsen.

Tabel 2 geeft de berekende effecten weer ten opzichte van het basispad uit de WEO.

Tabel 2 – Samenvattende tabel van de potentiële effecten van een CO₂-minimumprijs zonder terugsluis voor directe emissies in de industrie die onder het ETS valt (overeenkomstig de CO₂-minimumprijs voor de elektriciteitssector uit het Regeerakkoord) ten opzichte van het basispad uit de WEO

	Kostprijs- stijging	CO ₂ - reductie ** (kt)	Potentieel verlies productie		Potentiële Koolstoflekage (kt)		Potentieel effect werkgelegenheid (1.000 fte)	
			Onder- grens*	Boven- grens*	Onder- grens*	Boven- grens*	Onder- grens*	Boven- grens*
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,04%	1	-0,1%	-0,1%	1	2	0,1	0,1
17-18 Papier- en grafische industrie	0,15%	10	-0,2%	-2,5%	1	12	0,1	0,8
192 Aardolie-industrie	0,54%	89	-1,3%	-3,0%	66	153	0,1	0,2
2011 Industriële gassen	3,19%	54	-0,9%	-7,0%	9	71	0,0	0,1
2014 Organische basischemie	0,90%	39	-2,0%	-16,5%	124	1.052	0,2	1,3
2015 Kunstmestindustrie	3,77%	272	-5,5%	-12,8%	147	342	0,1	0,2
IJzer- en staalindustrie	1,65%	444	-1,5%	-37,2%	43	1.088	0,1	3,3
Totaal 7 sectoren	n.a.	909	n.a.	n.a.	391	2.719	0,6	6,0

* Het onzekerheidsinterval in onze studie is gebaseerd op het gerapporteerde onzekerheidsinterval in de oorspronkelijke econometrische studies naar de grootte van de Armington-elasticiteiten en het betreft het 95% onzekerheidsinterval zodat met 95% zekerheid kan worden gesteld dat de resultaten zich voordoen binnen de door ons geschetste bandbreedte.

** Betreft CO₂-reductie door het nemen van CO₂-besparende maatregelen.

Op deze analyse moeten vier belangrijke voorbehouden worden gemaakt die bij de interpretatie van de resultaten moeten worden betrokken:

1. CO₂-minimumprijs is niet het enige beleidsveld dat van belang is voor het internationale bedrijfsleven.
2. De CO₂-minimumprijs kan tot effecten op innovatie leiden die hier niet zijn gekwantificeerd.
3. De CO₂-minimumprijs kan minder schadelijke effecten geven doordat de basisprijzen in het EU ETS sneller stijgen dan in deze studie verondersteld (of de CO₂-minimumprijs kan worden verhoogd).
4. De CO₂-minimumprijzen zullen tot minder schadelijke effecten leiden als ook terugsluis wordt meegenomen.

Deze voorbehouden impliceren dat de geschetste effecten uit bovenstaande tabel niet verabsoluteerd mogen worden maar juist zouden moeten aansporen naar een meer integrale analyse van de mogelijke effecten van CO₂-beprijzing in de industrie dan in deze studie mogelijk was.

Voorbehoud 1: Een bredere beleidsveldblik reduceert de invloed van de CO₂-minimumprijs

In deze studie hebben we in de gevoeligheidsanalyse ook gekeken wat de effecten zouden zijn als er een breder palet aan beleidsafwegingen wordt meegenomen bij de bepaling van de effecten op de concurrentiepositie van bedrijven. Hiertoe hebben we ook gekeken naar de energiekosten (elektriciteit en aardgas) die de Nederlandse industrie heeft in vergelijking met de ons omringende landen en daarin verdisconteerd de CO₂-minimumprijzen voor de elektriciteitssector én de aangekondigde verlaging van het toptarief van de vennootschapsbelasting van 25 naar 21% in 2021. In deze bredere analyse blijkt dat de CO₂-minimumprijs, in het licht van dit bredere beleidspakket,

nauwelijks negatieve gevolgen zal hebben voor de Nederlandse energie-intensieve industrie met uitzondering van de kunstmestindustrie. Dit komt vooral doordat Nederland relatief lage prijzen kent ten opzichte van met name Duitsland en Frankrijk voor elektriciteit en aardgas. In het geval van Duitsland komt dat omdat het bedrijfsleven daar zwaarder wordt belast. Voor Frankrijk speelt daarnaast ook een rol dat de groothandelselektriciteitsprijzen hoger zijn door het hoge aandeel kernenergie. Voor de andere landen zijn er wel concurrentienadelen te verwachten. De totale koolstoflekage is afwezig in de eerste jaren van de heffing en daalt met ongeveer de helft naar 0,2 en 1,4 Mt CO₂ in 2030. Ook is er een kleiner verlies aan toegevoegde waarde door de invoering van de CO₂-minimumprijs.

Voorbehoud 2: Effecten op innovatie zijn niet meegenomen

Een tweede reden waarom de beschouwde koolstoflekage, zoals berekend met de theorie van de Armington-elasticiteiten kan meevallen is gelegen dat er bij de theorie geen rekening wordt gehouden met eventuele terugkoppelingen op innovatie zoals in de Porter-hypothese (Porter en van der Linde, 1995). In de optiek van Porter en van der Linde kan aanvullend unilateraal milieubeleid juist tot kostenvoordelen leiden voor bedrijven. Hierbij moet worden opgemerkt dat de internationale empirische literatuur (Lannoie et al., 2009; Brannlund and Lundgren, 2009) van mening is dat deze hypothese niet empirisch bewezen kan worden en dat milieubeleid weliswaar tot een productiviteitsstijging van ondernemingen kan leiden, maar dat de voordelen van deze stijging niet opweegt tegen de kosten van het milieubeleid. Dus de netto-effecten zijn nog steeds een verlies aan concurrentiepositie, maar wel lager dan verondersteld door de theorie van Armington-elasticiteiten. Dat komt vooral doordat de Armington-elasticiteiten niet de dynamische impact van innovatie meeneemt. Dat blijkt ook uit internationale literatuur die ex-post de invloed van unilaterale prijsverschillen in energiekosten op handelsvolumes heeft ingeschat. De daadwerkelijke effecten zullen dus waarschijnlijk lager zijn dan de partiële analyse in deze studie met Armington-elasticiteiten heeft laten zien.

Voorbehoud 3: CO₂-prijzen in het ETS kunnen sterker stijgen dan in deze studie voorzien

Het derde voorbehoud is dat de CO₂-prijzen in het ETS sterker kunnen stijgen dan voorzien in de NEV en World Energy Outlook uit 2017. Dit komt door een hogere vraag naar rechten door de aanhoudende economische groei én door recente aanpassingen aan het EU ETS waardoor het surplus aan rechten versneld wordt weggewerkt en in 2023 permanent geschrapt. Met name deze laatste maatregel, aangekondigd in de recente revised EU ETS Directive (EC/2018/410) kan een groot prijsopdrijvend effect veroorzaken die nog niet is meegenomen in voorspellingen over de ETS-prijs, zoals die in de World Energy Outlook en de NEV worden gedaan. Recente marktvoorspellingen, zoals van Bloomberg, maken dan ook gewag van prijsvoorspellingen die veel hoger zijn dan in 2017 verwacht. Aan de ene kant betekent dit dat de weglekeffecten van de CO₂-minimumprijs lager zullen zijn, omdat er minder carbon leakage plaatsvindt naar landen die deelnemen aan het EU ETS. Aan de andere kant betekent dit dat een CO₂-minimumprijs de Nederlandse industrie goed kan voorbereiden op de aankomende prijsstijging in het EU ETS. Ook kan het de weg vrijmaken naar een hoger prijspad voor een CO₂-minimumprijs. Een gevoeligheidsanalyse in deze studie liet zien dat een prijspad van een CO₂-minimumprijs die zou oplopen naar € 55/tCO₂ in 2030 ook investeringen in CCS rendabel zou maken in sommige subsectoren van de industrie.

Voorbehoud 4: Terugsluis is niet gemodelleerd

Tot slot moeten de resultaten uit deze studie worden bekeken vanuit het licht dat er geen terugsluis van de heffingsopbrengsten is verondersteld. De onderzochte situatie in deze studie leidt dus tot een netto lastenverzwaring voor de industrie. Mede daarom moeten de resultaten uit deze studie als partieel worden beschouwd. De studie geeft dus een eerste inzicht in de mogelijke effecten van een CO₂-minimumprijs voor de industrie. Idealiter zou deze studie later nog moeten worden uitgebreid met een studie waarbij ook de besteding van de heffingsopbrengsten worden betrokken. Met een gerichte terugsluis van heffingsopbrengsten richting, bijvoorbeeld, innovatie van koolstofarme technologieën zou er juist ook een concurrentievoordeel voor het Nederlandse bedrijfsleven kunnen ontstaan.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het Regeerakkoord 'Vertrouwen in de toekomst' staat een ambitieuze doelstelling van 49% minder uitstoot van broeikasgassen in het jaar 2030 ten opzichte van de uitstoot in 1990. Eén van de voorgestelde maatregelen om dit doel te bereiken is de introductie van een CO₂-minimumprijs voor elektriciteitsproducenten in 2020. De minimumprijs moet jaarlijks oplopen van € 18 in 2020 tot € 43 in 2030.

Met het oog op de onderhandelingen van het Klimaatakkoord bestaat de vraag welke effecten uitbreiding van de CO₂-minimumprijs naar de industrie die onder het ETS valt zou kunnen betekenen. Deze CO₂-minimumprijs dient daarbij verondersteld te worden gelijksoortig te zijn aan de maatregel die is aangekondigd in het Regeerakkoord. Deze wordt vormgegeven als een nationale heffing die, tezamen met de ETS-prijs, leidt tot een minimumprijs die industriële partijen dienen te betalen voor elke ton CO₂(-equivalent) die zij uitstoten.

In deze studie wordt onderzocht wat de effecten van een dergelijke heffing zijn voor de industrie. Daarbij wordt alleen gekeken naar het effect van de heffing op de kostprijsverhoging, CO₂-reductie en concurrentiepositie van de industrie. Er wordt daarbij geen rekening gehouden met een eventuele terugsluis: de onderzochte situatie in deze studie leidt dus tot een netto lastenverzwaring voor de industrie. Mede daarom moeten de resultaten uit deze studie als partiële worden beschouwd. De studie geeft dus een eerste inzicht in de mogelijke effecten van een CO₂-minimumprijs voor de industrie. Idealiter zou deze studie later nog moeten worden uitgebreid met een studie waarbij ook de besteding van de heffingsopbrengsten worden betrokken.

1.2 Doel

Het doel van deze studie is om inzicht te geven in de effecten van de verbreding van een CO₂-minimumprijs in de meest energie-intensieve industriële sectoren: ijzer en staal, petrochemie, industriële gassen, kunstmest, voedingsmiddelenindustrie, raffinaderijen en papier/grafische industrie.

Voor deze sectoren wordt kwantitatief inzicht gegeven in:

- de CO₂-reductie die een minimumprijs bewerkstelligt waarbij een onderscheid wordt gemaakt in CO₂-reductie ten gevolge van koolstoflekage, CO₂-reductie door vraagvermindering ten gevolge van de duurdere productprijzen en de CO₂-reductie ten gevolge van het nemen van koolstof-besparende maatregelen in de industrie (te bepalen als factorsubstitutie of via bottom-up-analyse);
- de directe budgettaire effecten voor de overheid;
- de kostenopbouw van de producten van deze sectoren als zijnde sectorale gemiddelde op NACE 4-digitniveau voor introductie van een CO₂-minimumprijs en na introductie van een CO₂-minimumprijs.

Daarnaast wordt in kwalitatieve zin inzicht gegeven in het vestigingsklimaat, de mogelijkheid van de sectoren om de energie- en CO₂-kosten te verlagen en de mogelijkheden om de kosten door te berekenen aan de klanten zonder verlies aan concurrentiepositie.

1.3 Achtergrond: CO₂-minimumprijs en effecten

Het EU ETS is de hoeksteen van het Europese klimaatbeleid. Via het EU ETS nemen alle bedrijven deel met installaties met een nominaal thermisch vermogen groter dan 20 MW alsmede bedrijven die een vooropgestelde lijst van stoffen produceren¹. In Nederland gaat het hierbij om bijna 400 installaties, die grotendeels in de industrie of bij de elektriciteitsproductie staan.

Hoewel het EU ETS de Europese beleidsdoelstellingen tegen minimale kosten kan realiseren bestaan er al langere tijd zorgen over het grote overaanbod aan rechten en de lage prijs voor een emissierecht die daaruit voortvloeit. Gevreesd wordt dat de industrie op deze manier niet tot investeringen in CO₂-arme technologie wordt verleid en dat later, als het huidige overaanbod van rechten is opgesoupeerd en het tempo van CO₂-reductie zal worden opgevoerd, de industrie plotseling voor hoge kosten komt te staan. Daarom is er van diverse kanten gepleit voor het invoeren van een CO₂-minimumprijs in het EU ETS (zie bijvoorbeeld (Edenhofer, et al., 2017)). Een dergelijke prijs geeft langetermijnzekerheid voor investeringen waardoor de noodzakelijke koolstofarme transitie tegen lagere kosten tot stand kan komen.

Er zijn grofweg twee manieren om een CO₂-minimumprijs in te voeren. De eerste manier is een minimumprijs in te stellen bij de rechten die worden geveild. De Nederlandse overheid kan besluiten om geen rechten te verkopen bij een prijs onder de voorgestelde CO₂-minimumprijs. Als alleen Nederland dat doet, zal het een beperkt prijsverhogend effect hebben omdat bedrijven nog steeds rechten kunnen opkopen op de spotmarkt of bij buitenlandse veilingen. Daarom is deze variant alleen mogelijk als hij Europees breed wordt ingevoerd. De tweede manier is zoals het in het Verenigd Koninkrijk is gedaan. Daar betalen elektriciteitsproducenten het verschil tussen de veilingprijs en de CO₂-minimumprijs als een belasting. De hoogte van deze belasting is dus variabel met de spot-marktprijs van een CO₂-recht.

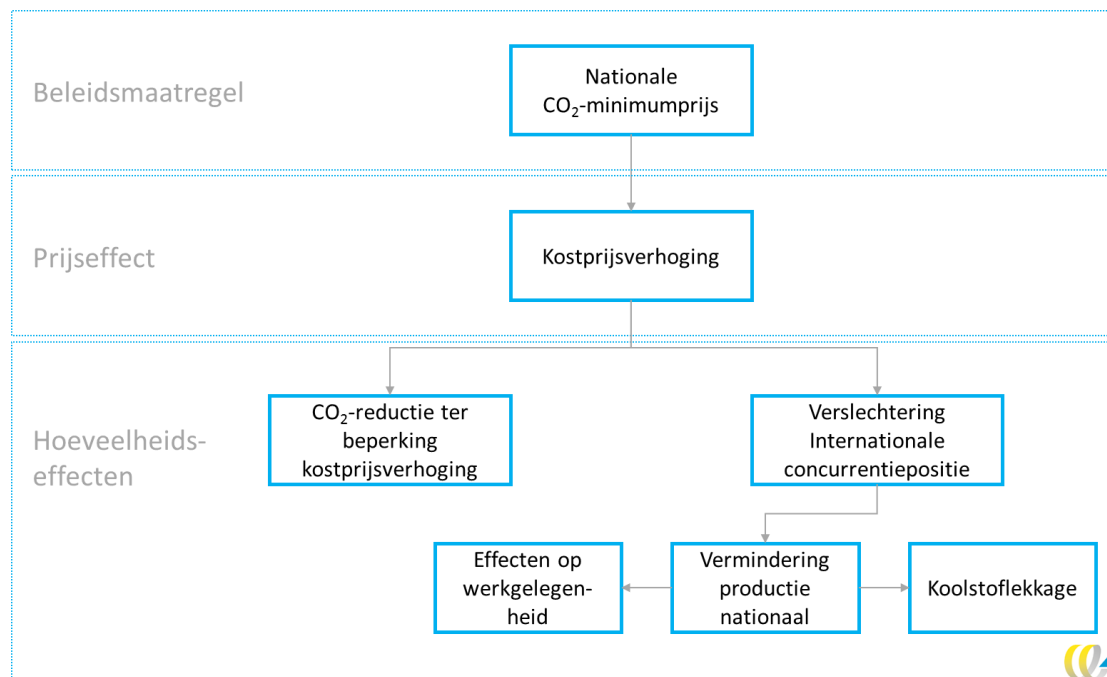
Een unilaterale CO₂-minimumprijs zal leiden tot hogere kosten voor Nederlandse bedrijven die aan het EU ETS deelnemen. Omdat bedrijven de kostprijsverhoging zullen willen beperken, gaan ze over tot maatregelen die de CO₂-uitstoot reduceren (energiebesparing, CCS, biomassa²). Echter: een deel van de kostprijsverhoging zullen ze niet kunnen vermijden. Omdat de minimumprijs in het scenario dat we analyseren alleen voor Nederland geldt, leidt de kostprijsverhoging tot een verslechtering van de internationale concurrentiepositie van de Nederlandse industrie. Dat laatste heeft tot gevolg dat een deel van de industriële productie zal verplaatsen naar het buitenland. Daardoor wordt de productie van de Nederlandse industrie minder en vindt de CO₂-uitstoot gerelateerd aan de verplaatste productie niet meer in Nederland plaats maar in het buitenland (zogenaamde koolstoflekkage). Dit leidt ook tot een potentieel verlies aan werkgelegenheid.

In Figuur 1 vatten we deze keten van effecten die we in beeld brengen samen.

¹ Daarnaast nemen ook luchtvaartmaatschappijen deel aan het EU ETS.

² Biomassa kent een nul-emissie onder het EU ETS.

Figuur 1 – Effectketen van de invoering van een nationale CO₂-minimumprijs



Toelichting:

- Vermindering productie is gedefinieerd als de het verlies aan productie in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs.
- Potentiële koolstoflekage is gedefinieerd als de reductie van CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs.

Verslechtering van de internationale concurrentiepositie kan plaatsvinden op productmarkten of via de investeringen. Bedrijven zullen immers de extra kosten die zij moeten maken hetzij proberen door te berekenen aan de klant of de kosten betalen uit de winst. In het eerste geval zal er een concurrentienadeel ontstaan (op prijs) ten opzichte van aanbieders die deze kosten niet hoeven te maken. In het tweede geval zullen bedrijven hun winstpositie zien verslechteren, wat op termijn tot een ongunstiger investeringsklimaat kan leiden maar waarbij er op productmarkten geen concurrentienadeel ontstaat.

De economische literatuur veronderstelt dat bedrijven in competitieve markten, winstgevendheid verkiezen boven het behoud van marktaandeel en dat er dus een stimulans zal zijn tot kostprijs-doorberekening van de CO₂-minimumprijs in de productprijzen. Hoeveel zij hun kostprijzen uiteindelijk zullen verhogen, hangt af van een aantal factoren. In de literatuur worden de volgende factoren onderscheiden:

1. Marktstructuur. (Sijm, et al., 2009) laten zien dat de kostprijsdoorberekening hoger is in competitieve markten dan in oligopole of monopolistische markten. Een monopolist is prijszetter en zal soms een lagere kostprijsdoorberekening accepteren om zijn winsten te maximaliseren. Op oligopolistische markten zal het vermogen om de kosten door te berekenen afhangen van de prijsstrategie van de ondernemingen. Als de capaciteit volledig wordt benut, is volledige kostprijs-doorberekening waarschijnlijk. Het is ook denkbaar dat prijsverhogingen niet onmiddellijk worden doorberekend aan de klanten, maar prijsdalingen van inputs worden vervolgens gebruikt als balanceermechanisme (Conforti, 2004).

2. Elasticiteiten van vraag en aanbod. (Sijm, et al., 2009) laten zien dat hoe minder elastisch de vraagcurve is en hoe elastischer de aanbodcurve, hoe groter het vermogen om de kosten door te berekenen. Indien men niet-lineaire vraagcurves veronderstelt kan de kostprijsdoorberekening ook meer dan 100% zijn.
3. Het bestaan van schaalvoordelen kan redenen zijn om kostprijsverhogingen niet geheel door te berekenen om zo omzet te behouden en tot lagere totale kosten te komen (Conforti, 2004).

De hogere kostprijzen zullen enerzijds tot concurrentienadelen leiden en anderzijds tot het toepassen van koolstof besparende technieken en innovaties om de belasting van de CO₂-minimumprijs ongedaan te maken. Bedrijven kunnen daarbij andere brandstoffen gebruiken of investeren in energiebesparing, of CCS. De CO₂-minimumprijs kan ook leiden tot innovatie. Dergelijke innovaties zouden, conform de Porter-hypothese, zelfs tot een concurrentievoordeel leiden omdat innovaties bestaande inefficiënties wegnemen die de unilaterale kostprijsstijging deels of volledig te niet kunnen doen. Overigens is er wel enige mate van wetenschappelijke consensus dat de sterke variant van de Porter-hypothese, waarbij milieubeleid bedrijven kan helpen om concurrerender te worden, zeker geen algemeen beeld geeft van de effecten van unilateraal milieubeleid op het concurrentievermogen (zie Box 1). Aan de andere kant is het zeker ook zo dat de neoklassieke economische theorie, die ook ten grondslag ligt aan de theorie rondom internationale handel en de berekening van de Armington-elasticiteiten, mogelijke innovaties vaak onderschat.

Box 1 – De Porter-hypothese: kan milieubeleid ook tot kostenvoordelen voor bedrijven leiden?³

De hypothese dat milieubeleid, door het verstrekken van juiste signalen over hoe grondstoffen en energie efficiënter zijn te gebruiken, de winstgevendheid en het concurrentievermogen van bedrijven kan vergroten is het eerst geformuleerd door de Harvard-professor Michael Porter (Porter, 1991). De uitgangspunten van de Porter-hypothese staan lijnrecht tegenover de neoklassieke hypothese dat milieukosten concurrentievermogen aantast. In de Porter-hypothese is het juist milieubeleid dat de concurrentiekracht vergroot en tot een hogere productiviteit leidt, of een nieuwe comparatief handelsvoordeel. Met andere woorden: het milieubeleid leidt tot een win-winsituatie, of een extra winst van milieuregelgeving (naast de netto-voordelen met betrekking tot minder vervuiling). Er bestaan twee varianten van de Porter-hypothese. De ‘zwakke’ versie zegt dat het milieubeleid resulteert in een stimulans van milieu-innovaties. De ‘sterke’ versie van de hypothese stelt dat goed doordachte milieuwetgeving kan leiden tot kostenbesparende innovatie (niet alleen in milieutechnieken) die meer dan compenseert voor de additionele kosten van het milieubeleid (Lanoie et al., 2009).

De Porter-hypothese is gebaseerd op de veronderstelling dat een bedrijf zelf niet altijd over de middelen beschikt om economisch rationele afwegingen te kunnen maken. Dit kan zich voordoen omdat bedrijven onvoldoende informatie hebben, zelf niet in staat zijn op de meest efficiënte manier te produceren, of niet het vermogen of de capaciteit hebben om investeringsbeslissingen te nemen die de onderneming voordeel op de lange termijn opleveren.

De Porterhypothese is grondig onderzocht in de wetenschappelijke literatuur. Kritiek is mogelijk, zowel op theoretische en empirische gronden. Critici in verband met de theorie (zie het overzicht in Palmer et al., 1995) focussen vooral op veronderstellingen onder de Porter-hypothese liggen, met name (1) dat de particuliere sector systematisch verzuimt om te profiteren van alle winstgevende kansen, en (2) dat de overheid beter in staat zou zijn dan de markt om inefficiëntie van de particuliere sector tegen te gaan. Porter gaat er namelijk impliciet vanuit dat de toezichhouder een beter geïnformeerde actor op de markt is en dat hij in staat is om maatregelen te nemen die bedrijven stimuleren deze inefficiënties tegen te gaan. Op basis van een brede evaluatie van de aanwezige empirische literatuur concluderen (Brännlund & Lundgren, 2009) dat de empirische literatuur de ‘sterke’ versie van de Porter-hypothese niet algemeen ondersteunt (uitzonderingen daar gelaten). Wel blijkt er empirisch bewijs te bestaan voor de ‘zwakke’ variant van de Porter-hypothese (Lanoie et al., 2009) waarbij blijkt dat een sterker milieubeleid leidt tot meer investeringen in R&D en succesvolle octrooiaanvragen. Studies, zoals Brunnermeier en Cohen (2003), wijzen op een zwak maar positief verband tussen een strenger milieubeleid regimes en het innovatiebeleid van de onderneming.

³ Deze analyse is gebaseerd op CE Delft, 2010.

Zoals hierboven beargumenteerd veronderstellen we dus dat een eenzijdige kostprijsverhoging voor CO₂-emissies zich zal vertalen in concurrentienadelen. Deze concurrentienadelen zullen zich vooral manifesteren in een verlies aan marktaandeel ten opzichte van buitenlandse aanbieders. Hoe groot het verlies aan marktaandeel is, hangt mede af van een aantal factoren. De volgende elementen spelen hierbij een rol:

1. Producthomogeniteit en productdifferentiatie. Binnen- en buitenlandse producten zijn over het algemeen geen perfecte substituten. De mate van substitueerbaarheid beïnvloedt dus mede het verlies aan marktaandeel (Armington, 1969); (IEA, 2005).
2. Transport- en transactiekosten: hoge transportkosten betekenen over het algemeen een groter vermogen tot kostprijsdoorberekening zonder verlies aan marktaandeel.
3. Overige beleid, zoals handelsbeleid (importtarieven en quota), monetair beleid (wisselkoersschommelingen) en binnenlands beleid dat van invloed is op de relatieve prijzen van bedrijven (bijvoorbeeld arbeidsmarktbeleid of beleid rondom winstbelastingen) hebben ook invloed op de vraag in hoeverre bedrijven concurrentienadelen ondervinden van een CO₂-minimumprijs.

Hierbij merken we ook op dat elk land zijn eigen belastingregimes kent en dat de bedrijfsbelastingen in geen enkel land in Europa hetzelfde zijn. Een land kan besluiten om bijvoorbeeld de werkgeversbijdragen voor de sociale lasten naar nul te brengen en een hoge CO₂-minimumprijs in te voeren. Een dergelijk land kan voor bedrijven zeker wel competitiever zijn dan een land dat hoge sociale werkgeversbijdragen kent maar geen CO₂-minimumprijs (Jug & Mirza, 2005). In Paragraaf 2.8 komen we hier nog op terug.

Uiteindelijk kan het verlies aan concurrentiepositie ook leiden tot een potentieel verlies aan werkgelegenheid. Benadrukt moet worden dat bij goedwerkende arbeidsmarkten dit verlies slechts tijdelijk is: mensen vinden elders emplooi en het potentieel verlies aan werkgelegenheid zal zich vooral vertalen in minder druk op de loonontwikkeling. Daarom spreken we in de kwantitatieve doorrekening in deze rapportage over ‘het potentiële effect op de werkgelegenheid (korte termijn)’⁴. Het finale effect op de werkgelegenheid is alleen met een algemeen evenwichtsmodel (of een andersoortig economisch model) te bepalen.

1.4 Afbakening en beperkingen

Deze studie is uitgevoerd in een relatief kort tijdsbestek (2,5 maand) en kent een aantal beperkingen:

- De beschouwde situatie kijkt naar de huidige situatie waarin alleen Nederland een CO₂-minimumprijs gaat invoeren. CO₂-beleid in andere landen dat tot kosten voor bedrijven in die landen leidt is niet meegenomen. In een gevoeligheidsanalyse in Paragraaf 2.8 blijkt dat deze aanname heel belangrijk is en dat er andere conclusies uit de effecten van een CO₂-minimumprijs kunnen worden getrokken als het hele beleidsveld rondom internationale concurrentiepositie en energie- en klimaatkosten wordt geëvalueerd.
- CO₂-reductie in dit onderzoek is gedefinieerd als de CO₂-reductie die optreedt op Nederlands grondgebied, conform de definitie van de UNFCC. Dit betekent dat er geen rekening wordt gehouden met het zogeheten ‘waterbedeffect’, waarbij de emissiereductie in Nederland teniet wordt gedaan omdat er door de Nederlandse emissiereductie onder een Europees plafond, in andere landen meer ruimte zou ontstaan om emissies uit te stoten. Ook wordt geen rekening gehouden met het feit dat de koolstoflekkage vooral zal plaatsvinden naar andere landen in de EU die EU ook aan het ETS deelnemen en dus begrensd zijn in hun totale uitstoot. Er is geen poging gedaan om daarvoor te corrigeren (zie ook (Perino, 2018)). Daarom spreken we in deze studie steeds over ‘potentiële koolstoflekkage’.

⁴ De Algemene Leidraad MKBA (Romeijn en Renes, 2013) en de Werkwijzer MKBA in het Milieubeleid (CE Delft, 2017) bevelen aan om dergelijke effecten alleen bij structurele onvrijwillige werkeloosheid of bij blijvende veranderingen in de arbeidsproductiviteit te kwantificeren.



- Er wordt niet onderzocht in hoeverre een CO₂-minimumprijs leidt tot concurrentieverschillen tussen industrie die onder ETS valt en industrie die – in verband met de capaciteitsgrenzen in het ETS – buiten het ETS valt. De beschouwde sectoren hebben, met uitzondering van de voedselindustrie, geen grote onderdelen van de industrie die buiten het ETS valt.
- Als we het over ‘verplaatsen’ van de industrie hebben bedoelen we geen fysieke verplaatsingen, maar verplaatsingen van bedrijvigheid. We gaan ervan uit dat zeker op de korte termijn de industrie zich niet fysiek zal verplaatsen maar dat de capaciteit van de bestaande industrie in Nederland niet volledig zal worden benut, terwijl de capaciteit van industrie in andere landen beter wordt benut. Op de langere termijn kan een dergelijk verschil daadwerkelijk leiden tot bedrijfssluitingen in sommige landen en extra investeringen in andere landen. De kosten van dergelijke operaties zijn niet in deze analyse verwerkt.

Beperkingen die specifiek gelden voor de kwantitatieve doorrekening worden verder nog in Paragraaf 2.2.2 genoemd.

1.5 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 volgt een kwantitatieve berekening van de effecten van een CO₂-minimumprijs in de industrie. We kijken hierbij naar CO₂-besparing, kostprijsverhoging en weglekeffecten. Naast een hoofdsce­nario worden er twee gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. In Hoofdstuk 3 volgt een meer kwalitatieve beschouwing die in meer detail onderzoek doet naar de concurrentiepositie en mogelijkheden om CO₂ te reduceren in de meest koolstof intensieve delen van de energie-intensieve industrie.

2 Kwantitatieve doorrekening

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk geven we de resultaten van de kwantitatieve doorrekening van de effecten van een Nederlandse minimum CO₂-prijs in de industrie. We kijken hierbij naar de effecten op de kostprijs van de industrie, de incentive om maatregelen te nemen die leiden tot een reductie van CO₂-emissies en naar de mogelijke weglekeffecten die ontstaan (verlies aan toegevoegde waarde en potentiële koolstoflekkage) aan de hand van een analyse van Armington-elasticiteiten.

De opzet van dit hoofdstuk is als volgt. In Paragraaf 2.2 bepalen we de uitgangspunten van de kwantitatieve doorrekening, zoals de vormgeving en hoogte van de CO₂-minimumprijs, de sector-indeling en de toekomstige ontwikkelingen. Vervolgens beschrijven we de methode in Paragraaf 2.3 om de weglekeffecten te bepalen. In Paragraaf 2.4 geven we inzicht in de invloed die de CO₂-minimumprijs zal hebben op de kostprijsontwikkeling van de beschouwde sectoren. In Paragraaf 2.5 laten we zien wat het effect is op reductie van CO₂-uitstoot vanwege maatregelen die bedrijven nemen om de kostprijsverhoging te beperken. In Paragraaf 2.6 laten we zien welke effecten optreden op de productie en potentiële koolstoflekkage vanwege de verslechtering van de internationale concurrentiepositie. De Paragrafen 2.7 en 2.8 bevatten tot slot een gevoeligheidsanalyse. Paragraaf 2.7 onderzoekt welke effecten te verwachten zijn bij een hogere CO₂-minimumprijs. Paragraaf 2.8 onderzoekt welke effecten te verwachten zijn als niet alleen naar de CO₂-minimumprijs wordt gekeken maar naar een breder palet van maatregelen die de internationale concurrentiepositie van het bedrijfsleven bepaalt.

2.2 Uitgangspunten kwantitatieve doorrekening

2.2.1 Vormgeving en hoogte CO₂-minimumprijs

De CO₂-minimumprijs die wordt doorberekend in deze studie wordt vormgegeven als een minimumprijs die bedrijven die aan het EU ETS deelnemen moeten betalen voor hun emissies. In het regeerakkoord is aangekondigd dat de elektriciteitsproducenten te maken krijgen met een CO₂-minimumprijs vanaf 2020. De minimumprijs moet jaarlijks oplopen van € 18 in 2020 tot € 43 in 2030.

De heffing wordt als een CO₂-prijsvloer gemodelleerd, conform de UK, bovenop de prijs van emissierechten (EUAs). De prijsontwikkeling van emissierechten wordt gehaald uit de NEV, 2017. Omdat de recente beleidsaanpassingen aan het ETS (de accordering voor Fase 4 en het permanent schrappen van rechten uit de MSR) en de marktontwikkelingen (tekort aan rechten in 2017) aanleiding geven te veronderstellen dat dit basispad wel eens niet maatgevend kan zijn voor de actuele ontwikkeling van de daadwerkelijke ETS-prijzen, is in deze studie ook een alternatief basispad opgenomen waarbij de ETS-prijzen sterker stijgen dan in de NEV, 2017, wordt verondersteld. Dit basispad is hetzelfde als het basispad dat in de studie van Frontier Economics, over de effecten van de CO₂-minimumprijs op de elektriciteitsprijzen, is gekozen en komt uit de World Energy Outlook van de IEA. We gebruiken dus hetzelfde basispad als in Frontier Economics, omdat dit gevoeligheidsanalyses over de invloed van de CO₂-minimumprijs uit de elektriciteitssector mogelijk maakt (zie Paragraaf 2.8).

Overigens is de WEO-voorspelling zeker niet het meest actueel en zijn er ook voorspellingen die een nog sterkere stijging voorzien, zoals Bloomberg⁵. Dit komt vooral door de recente aanpassingen in het EU ETS. Begin 2018 is de Revised EU ETS Directive aangenomen (EC/2018/410). In deze revisie van de ETS Directive worden meer maatregelen aangekondigd om het overaanbod van rechten in het EU ETS aan te pakken. Dat gebeurt vooral door het verhogen van de lineaire reductiefactor van 1,74% naar 2,2%; het installeren van een Market Stability Reserve waarin op een snelle manier het overaanbod van rechten in wordt opgenomen (inclusief de rechten die door de Backloading tussen 2014 en 2016 niet op de markt zijn gebracht) en vooral door het permanent schrappen van alle rechten in 2023 in het Market Stability Reserve zijn opgenomen die groter zijn dan het jaarvolume van de te veilen rechten. Met name deze laatste maatregel, door de Europese Raad naar voren gebracht, was nog niet bekend in 2017 en analisten verwachten een groot prijsopdrijvend effect van deze maatregel omdat er een permanente schaarste gaat ontstaan van rechten in het EU ETS. Op dit moment is de prijs in het EU ETS ongeveer € 15/t CO₂ hetgeen ook aangeeft dat de markt een sterker prijspad in het ETS voorziet dan in deze studie is aangekomen.

Tabel 3 – Uitgangspunten CO₂-heffing in €/t CO₂ voor de elektriciteitssector en industrie

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
CO ₂ -minimumprijs	18	20,5	23	25,5	28	30,5	33	35,5	38	40,5	43
ETS-prijzen o.b.v. NEV*	6,6	7	8	9,3	10	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9
ETS-prijzen o.b.v. WEO	12	12,3	12,6	14,2	15,7	17,2	18,7	20,2	21,8	23,3	24,8
<i>Additionele heffing o.b.v. NEV</i>	<i>11,4</i>	<i>13,5</i>	<i>15</i>	<i>16,2</i>	<i>18</i>	<i>19,6</i>	<i>21,1</i>	<i>22,6</i>	<i>24,1</i>	<i>25,6</i>	<i>27,1</i>
<i>Additionele heffing o.b.v. WEO</i>	<i>6</i>	<i>8,2</i>	<i>10,4</i>	<i>11,3</i>	<i>12,3</i>	<i>13,3</i>	<i>14,3</i>	<i>15,3</i>	<i>16,2</i>	<i>17,2</i>	<i>18,2</i>

* Interpolaties door CE Delft.

De CO₂-heffing is verder vormgegeven onder de volgende veronderstellingen:

- alleen Nederland voert deze heffing in en de heffing wordt niet gecoördineerd met andere landen in Noordwest-Europa;
- een maatregel wordt alleen ingevoerd voor ETS-bedrijven en geldt niet voor de bedrijven die niet deelnemen aan het ETS omdat ze onder de capaciteitsgrenzen van ETS valt.

In Paragraaf 2.7 geven we ook nog een gevoeligheidsanalyse voor twee varianten van de CO₂-prijs:

1. Een variant met een 50% hogere CO₂-prijs waarbij de startwaarde € 27/tCO₂ bedraagt en de prijzen oplopen met € 5 per jaar.
2. Een CO₂-belasting die niet is vormgegeven als minimumprijs, maar als een vaste heffing die wordt betaald door ETS-plichtige bedrijven ongeacht de hoogte van de ETS-prijzen.

2.2.2 Afbakening kwantitatieve berekening

Bij de kwantitatieve doorrekening zijn de volgende keuzes gemaakt:

- Alle effecten worden bepaald ten opzichte van het basispad uit de Nationale Energie Verkenning (NEV, 2017).
- De effecten worden berekend voor de jaren 2020, 2025 en 2030.
- De effecten worden bepaald als additionele effecten ten opzichte van de voorgestelde minimumprijs in de elektriciteitssector. De effecten van de minimumprijs in de elektriciteitssector op de industrie wordt dus niet gekwantificeerd in dit onderzoek, maar wel betrokken bij de gevoeligheidsanalyse in Paragraaf 2.7.

⁵ Bloomberg voorspelt dat de ETS-prijzen ten gevolge van besloten beleidsaanpassingen zullen stijgen tot € 25/t CO₂ in 2020, zie bijvoorbeeld: www.bloomberg.com/news/articles/2017-11-13/here-s-what-europe-s-carbon-market-overhaul-means-for-businesses. Prijsvoorspellingen van Bloomberg zijn de afgelopen jaren redelijk accuraat gebleken. Indien dit werkelijkheid zou worden, zou de CO₂-minimumprijs dus geen prijseffect op de markt hebben.

- Voor de kwantitatieve doorrekening van de kostprijsstijging ten gevolge van een CO₂-minimumprijs wordt gebruik gemaakt van openbare bronnen, zoals CBS, Eurostat, het EUTL (European Union Transaction Log) en de Nationale Energie Verkenning. Er is geen gebruik gemaakt van gegevens van bedrijven en de bedrijven zijn niet door ons benaderd in het kader van dit onderzoek.
- De kosten van maatregelen in de industrie voor CO₂-reductie zijn geijkt op de resultaten uit het IBO-onderzoek van PBL en de recente 2018-update⁶, aangevuld met eigen inschattingen over de verdeling tussen kosten voor technische installaties en gebouwen. Benadrukt moet worden dat de inschatting van de kosten van maatregelen zeer grofmazig is. PBL geeft aan dat zij verwachten in de toekomst met betere inschattingen te kunnen komen en dan zouden de kosten van deze studie ook opnieuw moeten worden bepaald.
- Voor de kwantitatieve doorrekening van de effecten van de kostprijsstijging wordt gebruik gemaakt van de theorie van Armington-elasticiteiten waarbij de kostprijsstijging wordt vertaald in effecten op de import- en exportpositie. Deze theorie veronderstelt dat een unilaterale kostprijsverhoging zich, indien de elasticiteit groter is dan 0, vertaalt in effecten op de handelsbalans (zie ook Paragraaf 1.3). De hoogte van de elasticiteit bepaalt dan hoe groot dit effect is.
- Voor de exportelasticiteiten wordt uitgegaan van een gewogen gemiddelde van de drie belangrijkste handelspartners van Nederland (waarbij de handelspartners kunnen verschillen) waarvoor Armington-elasticiteiten beschikbaar zijn. Voor de UK, Frankrijk, VS en Duitsland zijn over het algemeen veel informatie over de Armington-elasticiteiten beschikbaar.
- Kwantificering van effecten met Armington-elasticiteiten kan worden beschouwd als een partiële analyse. Hierbij wordt de kostprijsstijging van de CO₂-minimumprijs vertaald in effecten op de directe markten (dus de productmarkten en de manier van bedrijfsvoering). Er wordt in deze studie geen gebruik gemaakt van een algemeen evenwichtsmodel waarmee de effecten in hun totaliteit kunnen worden doorgerekend. Eén en ander betekent dat eventueel doorwerkende effecten op andere markten dan waar de maatregel ingrijpt (zoals de arbeidsmarkt of de energiemarkt) niet kwantitatief kunnen worden benaderd en eventueel kwalitatief moeten worden beschreven. Dit wordt in de rapportage duidelijk aangegeven.
- Voor de werkgelegenheidseffecten kijken we alleen naar de directe werkgelegenheidseffecten ten gevolge van een verlies aan productiviteit in Nederland door de invoering van een CO₂-minimumprijs. We maken hierbij dus geen gebruik van een algemeen evenwichtsmodel. Daarom geven de werkgelegenheidseffecten alleen de tijdelijke werkgelegenheidseffecten van de maatregel weer. Structurele effecten zullen mede afhangen van de autonome ontwikkeling van de arbeidsmarkt en de ontwikkeling van de loonvoet. We hebben bij onze analyse dus geen rekening gehouden met het eventuele effect van de CO₂-minimumprijs op de arbeidsproductiviteit en de loonvoet en ook geen rekening gehouden met eventueel doorwerkende effecten in andere sectoren. Daarom betreffen de potentiële werkgelegenheidseffecten uitsluitend de korte-termijn directe effecten weer.
- Bij de werkgelegenheidseffecten gaan we uit van een autonome van de jaarlijkse groei in de arbeidsproductiviteit van 1,5% uit de NEV. Er is, net als in de NEV, geen onderscheid gemaakt naar verschillen tussen sectoren in de groei van de arbeidsproductiviteit.

⁶ www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-kostenefficiëntie-van-beleidsmaatregelen-ter-vermindering-van-broeikasgasemissies_1748.pdf. Daarnaast is ook de recentere update uit 2018 bekeken (www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-kosten-energie-en-klimaattransitie-in-2030-update-2018_3241.pdf). Deze laatste bron is gebruikt om een inschatting te maken van het verschil tussen marginale en gemiddelde kosten. Op basis van de resultaten van deze studie concluderen wij dat de rule of half (gemiddelde kosten zijn de helft van de marginale kosten) niet opgaat voor de industrie, en dat de gemiddelde kosten ongeveer 33% onder de marginale kosten liggen.



2.2.3 Sectorindeling en gebruikte bronnen

We hebben in deze studie zeven industriële sectoren onderscheiden. Door beperkingen in de databeschikbaarheid kent de kwantitatieve doorrekening in Hoofdstuk 2 een hogere mate van grofmazigheid in sectorindeling dan de kwalitatieve beschouwing in Hoofdstuk 3. Tabel 4 geeft de sectorindeling weer die is gehanteerd in deze studie.

Tabel 4 – Sectorindeling gehanteerd in deze studie

Naam	NACE-sectorindeling kwantitatieve doorrekening Hoofdstuk 2	Specifieke focus kwalitatieve beschouwing (NACE-4 digit), Hoofdstuk 3
Voedingsmiddelenindustrie	10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	Zuivelindustrie (10.51) en zetmeelindustrie (10.62)
Papierindustrie	17-18 Papier- en grafische industrie	Pulp (17.11), papier en karton (17.12)
Raffinaderijen	192 Aardolie-industrie	Vervaardiging van geraffineerde aardolieproducten (19.20)
Industriële gassen	2011 Industriële gassen	Vervaardiging van industriële gassen (20.11)
Organische chemie	2014 Organische basischemie	Vervaardiging van andere organische chemische basisproducten (20.14)
Kunstmestindustrie	2015 Kunstmestindustrie	Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen (20.15)
IJzer- en staalindustrie	241,242,243: IJzer- en staalindustrie	Vervaardiging van ijzer en staal en van ferro-legeringen (24.10)

Bij de kwantificering van de kostprijsstijging van de sectoren is in Hoofdstuk 2 gebruik gemaakt van openbare bronnen. Tabel 5 geeft een overzicht van de gebruikte data.

Tabel 5 – Bronnen gebruikt bij kostprijsstijging

Datareeks	Leverancier
Bedrijfsleven; arbeids- en financiële gegevens, per branche, SBI 2008	CBS
CO ₂ -emissies in het ETS	EUTL (NEA)
Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik in PJ	CBS
Aantal bedrijven per werknemersklasse	CBS
KLEMS substitutie-elasticiteiten	CE Delft-berekeningen (voor PBL)

Per sector maken wij een inschatting van de huidige kostenopbouw, uitgesplitst in energie, arbeid, kapitaal en kosten van intermediaire inputs op basis van CBS voor het jaar 2015. Voor de sector 2011 Industriële gassen is deze data niet beschikbaar en moet worden afgeleid aan de hand van een inschatting op basis van overige data. De CO₂-emissies in het ETS worden bepaald aan de hand van informatie in de European Transaction Log. CE Delft heeft een geavanceerde database waarbij installaties zijn gekoppeld aan sectoren en bedrijfsnamen. Het energiegebruik wordt verder onder gesplitst in een elektriciteitsverbruik, aardgas en overige aan de hand van de informatie Energiebalans van het CBS.

2.2.4 Inschattingen toekomstige ontwikkelingen

Voor de ontwikkeling in de toekomst gaan we uit van de veronderstellingen uit de NEV, 2017. Deze ontwikkelingen zijn gebaseerd op het onderzoek dat CE Delft (2014) heeft uitgevoerd naar de ontwikkeling van de energie-intensieve industrie in opdracht van het PBL. Hierbij wordt voor zowel het energiegebruik, CO₂-emissies, als netto omzet een ontwikkelingspad gegeven per sector.

De sector 2011 (Industriële gassen) is in deze studie niet bepaald. We veronderstellen dat de groei in deze sector overeen zal komen met de gemiddelde groei in de raffinagesector omdat de raffinage-sector een belangrijke klant is van deze sector.

Tabel 6 geeft de ontwikkeling van de ETS-emissies die wij inschatten op basis van de European Transaction Log (EUTL, sectorindeling NEA) voor 2016 en de NEV (2017), CE Delft (2014) voor ontwikkelingen in de toekomst.⁷

Tabel 6 – Ontwikkeling van emissies onder het ETS van de betrokken sectoren en de gehele industrie, in Mton/jaar bij een prijsontwikkeling van het ETS conform de NEV

	2016	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	2,3	2,2	2,1	2,1
17-18 Papier- en grafische industrie	1,1	1,1	1,1	1,1
192 Aardolie-industrie	11,2	11,8	8,5	8,5
2011 Industriële gassen	1,9	2,0	2,0	2,0
2014 Organische basischemie	8,0	8,0	7,9	7,9
2015 Kunstmestindustrie	5,6	5,4	5,2	5,1
IJzer- en staalindustrie	6,3	6,2	6,3	6,2
Zeven sectoren gezamenlijk	36,4	36,7	33,2	32,8
Overige sectoren economie	3,6	3,4	3,4	3,2
Totaal industrie	40,0	40,2	36,6	36,1

2.3 Methode

2.3.1 Toegepaste methode

De methode die in dit onderzoek wordt toegepast is een partiële analyse van de effecten van de CO₂-minimumprijs. Dat betekent dat we de effectketen uit Figuur 1 als een causale keten beschouwen. Tegelijkertijd laten we een terugkoppeling van bijvoorbeeld de een eventueel verminderde vraag naar energie op de energieprijzen buiten beschouwing.

Onze inschatting van de effecten valt in drie stappen uiteen:

1. Bepalen van de kostprijsverhoging.
2. Bepalen van CO₂-reductie vanwege maatregelen om de kostprijsverhoging te beperken.
3. Bepalen van effecten op de potentiële koolstoflekkage en productievermindering.

Ad 1: Kostprijsverhoging

De kostprijsverhoging kan worden bepaald aan de hand van twee varianten:

1. Marginale kostprijsverhoging.
2. Gemiddelde kostprijsverhoging.

De marginale kostprijsverhoging geeft de directe, korte termijneffecten weer van de CO₂-minimumprijs. Aan de marge zullen bedrijven namelijk de CO₂-prijs doorberekenen aan de consument. Hoewel bedrijven soms goedkopere maatregelen kunnen nemen om hun kosten omlaag te brengen zullen ze dat aan de marge doen totdat de marginale kosten van deze maatregelen gelijk zijn aan de marginale baten: de uitgespaarde CO₂-belasting. Op de korte termijn geeft daarom de marginale kostprijsstijging het beste de effecten weer op de kostprijs. Op de langere termijn kan men echter

⁷ Deze gegevens betreffen in onze studie het basispad van emissies bij een CO₂-prijsontwikkeling van de NEV. Bij een CO₂-prijsontwikkeling volgens de WEO zouden de totale emissies van deze zeven sectoren in 2030 ongeveer 0,4 Mt lager zijn.

beargumenteren dat de gemiddelde kostprijs een nauwkeuriger graadmeter kon vormen voor de concurrentiepositie van het bedrijfsleven. Bedrijven die hun CO₂-belasting goedkoper omlaag kunnen brengen, zullen meer winst maken dan concurrenten die dat niet kunnen doen, waardoor zij goedkoper kapitaal kunnen aantrekken en vitaler zijn dan de bedrijven die geen mogelijkheden hebben om hun kosten omlaag te brengen. Dus bedrijven die hun gemiddelde kosten omlaag brengen hebben een grotere kans om op termijn de marginale kosten ook omlaag te brengen.

In het onderzoek stellen we voor om de effecten zo te kwantificeren dat na invoering van de CO₂-minimumprijs in 2020 de marginale kosten de kostprijsstijging weergeven, maar in 2030 de gemiddelde kosten.

Ad 2: CO₂-reductie vanwege maatregelen om de kostprijsverhoging te beperken

De CO₂-reductie als gevolg van maatregelen om de kostprijsverhoging te beperken, berekenen we aan de hand van de substitutie-elasticiteiten tussen energie en andere productiefactoren.

In CE Delft (2014) zijn deze substitutie-elasticiteiten bepaald (op basis van de KLEMS-database).

Deze elasticiteiten geven weer in hoeverre een verhoging van de energieprijzen (direct of indirect via een CO₂-heffing) tot een substitutie van energie voor kapitaal of intermediaire inputs zal leiden.

Deze elasticiteiten zijn over het algemeen vrij gering en niet voor elke sector significant, maar geven toch een top-down bepaalde gedragsreactie weer op sectoraal niveau. Voor sector 2011 (industriële gassen) zijn dergelijke gedragsreacties niet bekend en is in deze studie verondersteld dat ze overeenkomen met die van de petrochemie.

De gevonden elasticiteiten zijn geijkt op onze inschattingen van maatregelen die genomen kunnen worden in de industrie. Daarbij hebben we ons gebaseerd op:

- De IBO-studies (ECN en PBL, 2016 en PBL, 2018) die een inschatting geven van het potentieel aan recycling en procesefficiëncymaatregelen die in de industrie kunnen worden genomen. PBL (2018) geeft voor de gehele industrie een technisch potentieel van 8,7 Mt aan CO₂-besparing weer. Ongeveer 60% daarvan is tegen negatieve nationale kosten te realiseren. Dit wil niet zeggen dat de eindverbruikerskosten ook negatief zijn: bedrijven hanteren een veel hogere rentevoet dan bij de nationale kosteneffectiviteitsanalyse omdat zij meer risico lopen en een hoger rendement op geïnvesteerd vermogen willen zien. Daarnaast kan de besparing ook bestaan uit een hele reeks van kleinere maatregelen die voor bedrijven moeilijk te implementeren en te managen zijn.
- Een analyse naar de kosten van CCS in de diverse sectoren, zoals uitgevoerd in Hoofdstuk 3. Zoals in Hoofdstuk 3 blijkt verschillen de kosten van CCS-maatregelen in de industrie per sector en worden ingeschat tussen de € 40 en 80/tCO₂.

Bedacht moet worden dat de berekende CO₂-reductie grofmazig is. Zoals in (PBL, 2018) uitgelegd ontbreekt het op dit moment aan data om een goede inschatting te kunnen maken van de potentiële maatregelen die in de industrie genomen kunnen worden.

Ad 3: Productievermindering en potentiële koolstoflekkage

Effect van kostprijsstijging op toename import en afname export

Verplaatsing van productie naar het buitenland uit zich in een toenemende import vanuit het buitenland naar Nederland en een afnemende export vanuit Nederland naar het buitenland⁸.

⁸ We hanteren het uitgangspunt dat er geen relatie is tussen de mate waarin individuele industriële partijen hun kosten doorberekenen (cost pass through) aan hun afnemers, en de Armington-elasticiteit. Cost pass through wordt bepaald door

Beide aspecten modelleren we in dit onderzoek met behulp van een zogenaamde Armington-elasticiteit.

De Armington-elasticiteit van de import beschrijft met welk percentage de import naar een land toeneemt, als de kostprijs van de productie in dat land met een bepaald percentage stijgt.

We gebruiken de Armington-elasticiteit van Nederland om het effect van een kostprijsverhoging op de verandering in de import te berekenen⁹.

De procentuele verandering in de export vanuit de sector bereken we met behulp van de Armington-elasticiteiten van de belangrijkste handelspartners. Voor het effect op de export hebben we de Armington-elasticiteit van de vijf grootste exportlanden gebruikt om te berekenen met welk percentage de export vanuit Nederland afneemt bij een gegeven kostprijsverhoging.

In Bijlage A geven we een overzicht van de Armington-elasticiteiten die per sector zijn gebruikt¹⁰.

Vertaling toename import en afname export naar productievermindering en potentiële koolstoflekage

Het gezamenlijke effect op import en export geeft weer in welke mate de productie in Nederland afneemt als gevolg van de verslechtering van de internationale concurrentiepositie van het bedrijfsleven vanwege de nationale CO₂-minimumprijs.

We drukken de productievermindering uit als de Value at Stake: het verlies aan toegevoegde waarde (TW) in de sector dat optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs. We drukken de potentiële koolstoflekage uit als de reductie van de CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs. De potentiële koolstoflekage is berekend door de verplaatste productie te vermenigvuldigen met de CO₂-intensiteit van de productie.

Ingroeipad-effecten

De verplaatsing van productie komt voort uit twee effecten, die zich met verschillend tempo manifesteren:

1. Op korte termijn kan productie worden afgeschaald in Nederland en opgeschaald in het buitenland, gegeven de productiecapaciteit.
2. Op langere termijn kan de capaciteit in het buitenland worden vergroot zodat nog meer productie van Nederland verplaatst kan worden naar het buitenland. Dit effect hangt samen met (vervangings- of uitbreidingsinvesteringen) die plaats van investeringen die plaatsvinden in het buitenland in plaats van in Nederland.

Om de verschillende tempo's waarop deze effecten werken, in het model te reflecteren, hanteren we het uitgangspunt dat de Armington-elasticiteit over vijftien jaar (dus: in 2033) volledig ingroeit met een lineair groeipad (deze aanname is analoog aan die in CE Delft (2017)).

de structuur van de markt; de Armington-elasticiteit is een indicatie van de (geaggregeerde) gedragsreacties op het niveau van de importmarkten.

⁹ Zie Bijlage B voor een formele uitwerking van de berekening.

¹⁰ Voor de sector gassen hebben we een specifiekere analyse gemaakt op basis van het feit dat de sector met België verbonden is bij het waterstofpijpleidingnetwerk. Een unilaterale verhoging van de CO₂-prijzen voor de Nederlandse producenten is niet mogelijk zonder dat de Belgische aanbieders van waterstofgas ook worden betrokken bij deze systematiek. Dit zou gerealiseerd kunnen worden door de consumptie van waterstofgas onderhevig te laten zijn aan de heffingsgrondslag. Indien dit gerealiseerd wordt, vallen veel concurrentienadelen van de sector weg. Wel zal de heffing tot extra kosten voor de afnemers leiden die daardoor concurrentienadelen kunnen ondervinden. Onze inschatting is dat de sector industriële gassen haalt ongeveer de helft van zijn omzet uit leveringen voor de sector Raffinaderijen. We betrekken het verlies aan vraag uit de raffinaderijen daarom ook in de analyse voor de sector industriële gassen.

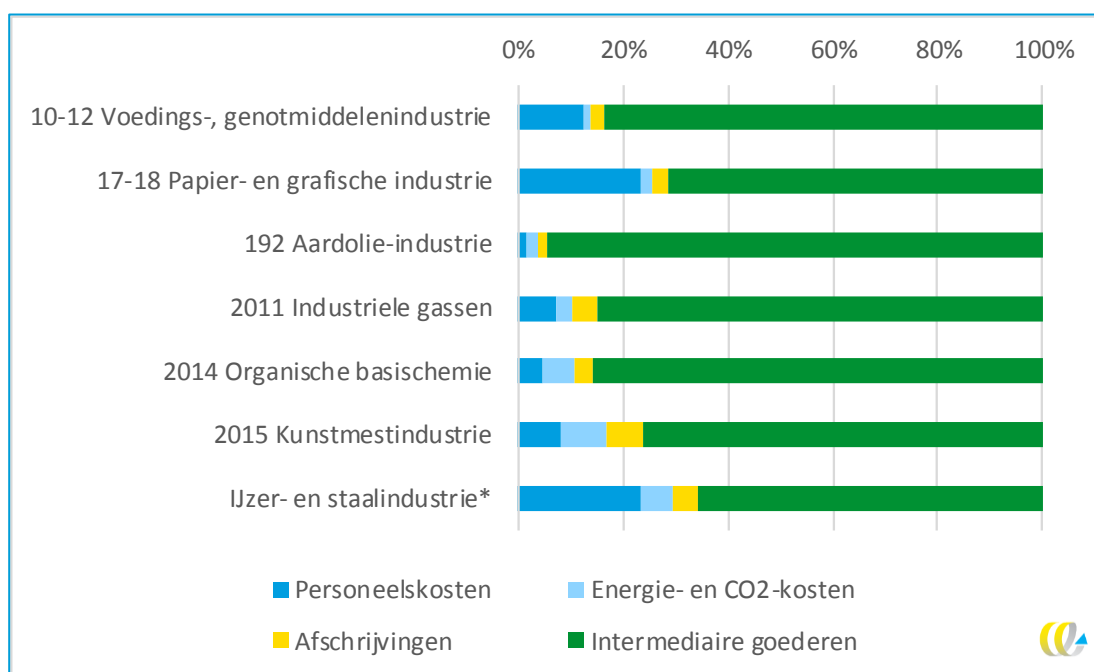
Bandbreedte in de resultaten

Op basis van het 95% interval voor de Armington-elasticiteiten, geven we een bandbreedte voor de resultaten.

2.4 Resultaten: invloed op de kostprijs

Bij niet alle sectoren is CO₂ en energie even belangrijk in de kostenopbouw. Figuur 2 geeft de kostenopbouw van de beschouwde sectoren weer onderverdeeld in personele kosten, energiekosten (inclusief CO₂), afschrijvingen en kosten van inkoop. Het blijkt dat de energiekosten het hoogst zijn in de kunstmestindustrie, gevolgd door de petrochemie. Feedstocks, energiedragers gebruikt voor producten, zijn in deze indeling beschouwd als 'intermediaire goederen'.

Figuur 2 – Kostprijsopbouw van de beschouwde sectoren in 2016 in procenten van totaal



Bron: CBS, Bedrijfsleven, arbeids- en financiële gegevens en eigen berekeningen CE Delft.

* IJzer- en staalindustrie in deze sectorindeling bevat de basismetalaalsector exclusief de productie van edelmetalen en komt dus overeen met de SBI-codes 241; 242; 243 en 245.

Door de CO₂-minimumprijs zullen de energiekosten van bedrijven toenemen. Ze zullen meer betalen aan de CO₂-heffing. Daarnaast wordt ook de elektriciteitsrekening hoger doordat de CO₂-minimumprijs van de elektriciteitssector wordt doorberekend in de elektriciteitsprijzen. Aan de andere kant zal een hogere CO₂-prijs ook tot extra investeringen leiden in energiebesparende maatregelen. Deze zullen leiden tot hogere afschrijvingen voor de bedrijven. Tabel 7 geeft de verandering in de totale kostprijs weer voor bedrijven ten gevolge van de CO₂-minimumprijsheffing in 2020 en 2030. Conform de uitgangspunten gedefinieerd in Paragraaf 2.2 gaan we er hierbij vanuit dat de CO₂-heffing op korte termijn wordt geïnterpreteerd als een kostprijsverhoging aan de marge maar op de langere termijn als een kostprijsverhogend van de gemiddelde kosten.

Tabel 7 – Kostprijsverhoging in procenten ten gevolge van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de NEV

	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,03%	0,05%	0,06%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,11%	0,18%	0,23%
192 Aardolie-industrie	0,51%	0,61%	0,81%
2011 Industriële gassen	2,32%	3,70%	4,76%
2014 Organische basischemie	0,63%	1,01%	1,35%
2015 Kunstmestindustrie	2,97%	4,63%	5,67%
IJzer- en staalindustrie	1,31%	2,06%	2,49%

Uit Tabel 8 blijkt dat in de gehanteerde sectorindeling de hoogste kostprijsstijging verwacht kan worden in de kunstmestindustrie gevolgd door de productie van industriële gassen. In de sectoren voedings- en genotmiddelen en papier en grafische industrie zal de kostprijsstijging het minste doorwerken. Bedacht moet worden dat dergelijke resultaten vooral ook worden bepaald door de gehanteerde sectorafbakening. Het is een feit dat er binnen de voedingsmiddelenindustrie en de papierindustrie activiteiten plaatsvinden die een veel grotere kostprijsstijging kennen. Dit wordt onder meer in Hoofdstuk 3 nader onderzocht.

Als we de CO₂-minimumprijs afzetten tegen het andere referentiepad uit de WEO, wordt de kostprijsstijging kleiner.

Tabel 8 – Kostprijsverhoging in procenten ten gevolge van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de WEO

	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,02%	0,03%	0,04%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,06%	0,12%	0,15%
192 Aardolie-industrie	0,27%	0,42%	0,54%
2011 Industriële gassen	1,22%	2,51%	3,19%
2014 Organische basischemie	0,33%	0,69%	0,90%
2015 Kunstmestindustrie	1,56%	3,14%	3,77%
IJzer- en staalindustrie	0,69%	1,40%	1,65%

2.5 Resultaten: CO₂-reductie en heffingsopbrengsten van de maatregel

2.5.1 CO₂-emissies

De kostprijsstijging in beide scenario's zal gedragsreacties tot gevolg hebben: bedrijven zullen proberen om te investeren in energiebesparende maatregelen. Deze maatregelen zullen leiden tot een reductie in de uitstoot van CO₂. Tabel 9 geeft een overzicht van de berekende CO₂-reductie waarbij de effecten van de CO₂-minimumprijs zijn bepaald als een kostprijsverhoging voor de productiefactor energie. Dit kan een onderschatting van de daadwerkelijke CO₂-reductie betekenen als sectoren op een goedkopere manier tot brandstofswitch kunnen overgaan of technieken toepassen, zoals CCS, die een directe reductie in CO₂-emissies geven zonder een vermindering van het energiegebruik. In Hoofdstuk 3 onderzoeken we per sector of dergelijke mogelijkheden er zijn om deze resultaten ook kwalitatief te duiden.

Tabel 9 – Potentiële CO₂-reductie ten gevolge van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de NEV zonder rekening te houden met de invloed op de concurrentiepositie, in ktCO₂

CO ₂ -reductie in kt	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	1	2
17-18 Papier- en grafische industrie	1	7	16
192 Aardolie-industrie	29	75	132
2011 Industriële gassen	8	42	80
2014 Organische basischemie	7	32	58
2015 Kunstmestindustrie	47	214	405
IJzer- en staalindustrie	80	373	661
Totaal	172	743	1.353

In totaal blijkt dat de voorgestelde CO₂-minimumprijs tot ongeveer 1,4 Mt CO₂-reductie kan leiden in de onderscheiden sectoren in 2030. De grootste reductie wordt verwacht van maatregelen in de ijzer- en staalindustrie en de kunstmestindustrie. Bedacht is dat dit een modelberekening is waarbij grotendeels gebruik is gemaakt van substitutie-elasticiteiten die zijn berekend in een eerdere studie van CE Delft (2014). In Hoofdstuk 3 proberen we inzichtelijk te maken of dergelijke reducties realistisch zijn in deze sectoren.

Indien de CO₂-emissiehandelsprijs niet de prijsontwikkeling volgt van de NEV 2017, maar het alternatieve prijspad, dan is de invloed van de additionele prijsprikkel kleiner. De additionele reductie ten opzichte van het referentiepad bedraagt dan ongeveer 0,9 Mt in 2030 (zie Tabel 10).

Tabel 10 – Potentiële CO₂-reductie ten gevolge van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de WEO zonder rekening te houden met de invloed op de concurrentiepositie, in ktCO₂

CO ₂ -reductie in kt	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	0	1
17-18 Papier- en grafische industrie	1	5	10
192 Aardolie-industrie	15	51	89
2011 Industriële gassen	4	28	54
2014 Organische basischemie	4	21	39
2015 Kunstmestindustrie	25	145	272
IJzer- en staalindustrie	42	253	444
Totaal	91	505	909

2.5.2 Heffingsopbrengsten

De heffingsopbrengsten staan vermeld in Tabel 11. Daarin is gekeken naar de bruto heffingsopbrengst zonder weglekeffecten voor een CO₂-heffing in de zeven beschouwde sectoren.

Tabel 11 – Bruto heffingsopbrengst zonder rekening te houden met het weglekeffect in miljoenen euro's voor de betrokken zeven sectoren

	Scenario	2020	2025	2030
Bruto heffingsopbrengst zonder weglek	NEV	416	636	853
	WEO	207	435	581

De potentiële belastingopbrengst van de maatregel bedraagt ruim € 400 miljoen in 2020 en loopt op naar ruim € 850 miljoen in 2030 als de prijsontwikkeling van CO₂-emissies wordt gezet ten opzichte van het basispad van de NEV. Ten opzichte van de WEO zouden de heffingsopbrengsten ongeveer € 580 miljoen bedragen in 2030. De netto heffingsopbrengst is de opbrengst na correctie voor potentiële koolstoflekage, en een inschatting daarvan wordt in Paragraaf 2.6.2 gegeven.

De opbrengst voor Nederland van de beleidsmaatregel is ongeveer 10% hoger, omdat de betrokken zeven sectoren ongeveer 90% van de totale emissies uitmaken (zie ook Paragraaf 2.2.4).

2.6 Resultaten: invloed op productie, potentiële koolstoflekage en werkgelegenheid

De kostprijsstijging zal gevolgen hebben voor de internationale concurrentiepositie van de industrie. Een verslechtering van de internationale concurrentiepositie leidt ertoe dat productie verplaatst kan worden naar het buitenland (zie Paragraaf 2.3). Hieronder geven we per sector weer hoe groot de value at stake (de toegevoegde waarde die uit Nederland dreigt te verdwijnen) is door de invoering van de CO₂-minimumprijs, als percentage van de toegevoegde waarde in 2017. Daarnaast geven we aan hoe groot de potentiële koolstoflekage is, in kt CO₂-uitstoot. We doen dit eerst voor een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad uit de NEV. Vervolgens kijken we naar de effecten van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het alternatieve prijspad.

De inschattingen van productieverlies en potentiële koolstoflekage zijn op basis van een modelberekening van de effecten op de internationale concurrentiepositie met Armington-elasticiteiten. In Hoofdstuk 3 bespreken we de factoren die de internationale concurrentiepositie beïnvloeden.

2.6.1 Effecten CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad uit de NEV

Tabel 12 hieronder geeft inzicht in het verlies aan productie in de Nederlandse energie-intensieve industrie bij de invoering van een CO₂-minimumprijs.

Tabel 12 – Value at Stake voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (als % van de toegevoegde waarde) ten opzichte van de NEV (2017) met onder- en bovengrenzen van de schattingen

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0%	0,3%	0,2%	1,7%	0,3%	3,8%
192 Aardolie-industrie	0,2%	0,5%	0,9%	2,0%	1,9%	4,5%
2011 Industriële gassen*	0,1%	0,8%	0,6%	4,7%	1,3%	10,4%
2014 Organische basischemie	0,2%	1,9%	1,3%	10,8%	2,9%	24,6%
2015 Kunstmestindustrie	0,7%	1,7%	3,9%	9,2%	8,3%	19,3%
IJzer- en staalindustrie	0,2%	4,9%	1,1%	27,2%	2,2%	56,1%

Toelichting:

- Value at Stake is gedefinieerd als de het verlies aan toegevoegde waarde (TW) in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs (koolstoflekage).
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

De berekeningen laten zien dat de effecten bij de sectoren organische basischemie, kunstmest en ijzer- en staal het grootste kunnen zijn en dat de effecten in de voedingsmiddelenindustrie het geringst zijn. Tegelijkertijd laten de resultaten zien dat de onzekerheid in de resultaten heel groot is. De effecten in de voedingsmiddelenindustrie zijn aanzienlijk kleiner dan de effecten in de andere sectoren. Dit komt door de combinatie van bescheiden kostprijsverhogingen en bescheiden Armington-elasticiteiten. Die laatste kennen voor de sector een relatief kleinere onzekerheid.

Tabel 13 laat zien dat de effecten op potentiële koolstoflekkage ook met name bij de kunstmest-fabricage, de petrochemie en de ijzer- en staalsector aanzienlijk kunnen zijn. De totale nationale CO₂-reductie vanwege koolstoflekkage komt op 0,6 tot 4,1 Mton.

Tabel 13 – Potentiële koolstoflekkage voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (ktCO₂) ten opzichte van het NEV-basispad

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	0	1	1	1	3
17-18 Papier- en grafische industrie	0	2	1	10	2	18
192 Aardolie-industrie	17	40	47	110	98	229
2011 Industriële gassen*	1	10	6	51	14	106
2014 Organische basischemie	17	145	86	731	185	1.567
2015 Kunstmestindustrie	26	61	118	274	221	514
Ijzer- en staalindustrie	8	209	36	915	64	1.642
Totaal 7 sectoren	70	467	295	2.092	585	4.078

Toelichting:

- Potentiële koolstoflekkage is gedefinieerd als de reductie van CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs.
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Het weglekeffect zorgt er ook voor dat de heffingsopbrengsten in 2030 € 16 tot 108 miljoen lager zullen liggen dan in Paragraaf 2.5.2 gepresenteerd: dat is een verlies aan heffingsopbrengsten tussen de 2 en 12% van de totale opbrengsten van de maatregel. Eventuele gedragsreacties van afnemers die door de gestegen prijzen zullen besparen op de producten van deze zeven sectoren zijn daarbij niet in beschouwing genomen.

De totale potentiële effecten op de werkgelegenheid kunnen worden weergegeven in Tabel 14. Deze tabel laat het potentiële verlies aan arbeidsvolume (in termen fte van werkzame personen) zien per sector op de korte termijn. De analyse laat vooral zien dat het potentiële verlies aan werkgelegenheid zeer onzeker is: in 2030 varieert die voor alle zeven energie-intensieve sectoren tezamen tussen de 900 en 9.000 voltijds arbeidsplaatsen. Deze bovengrens komt overeen met ongeveer 1,2% van de totale werkgelegenheid in de industrie (NACE C) in 2016. Bij de bovengrens van de weglekeffecten ontstaat er vooral bij de ijzer en staalindustrie een potentieel verlies aan werkgelegenheid. De ondergrens geeft in zijn totaliteit een effect equivalent aan 0,1% van de totale werkgelegenheid in de industrie in 2016 en is daarmee relatief gering.

Tabel 14 – Potentiële directe tijdelijke werkgelegenheidseffecten voor de energie-intensieve industrie in afname van 1.000 eenheden arbeidsvolume (fte) bij invoering van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het NEV-basispad

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0	0,1	0,1	0,6	0,1	1,2
192 Aardolie-industrie	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
2011 Industriële gassen*	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2
2014 Organische basischemie	0,0	0,2	0,1	0,9	0,2	1,9
2015 Kunstmestindustrie	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3
IJzer- en staalindustrie	0,0	0,5	0,1	2,6	0,2	5,0
Totaal 7 sectoren	0,1	0,8	0,4	4,4	0,9	9,0

Toelichting:

- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

2.6.2 Effecten CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad uit de WEO

Tabel 15 geeft inzicht in het verlies aan productie in de Nederlandse energie-intensieve industrie bij de invoering van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad uit de WEO. Hier zijn de relatieve verschillen tussen sectoren vergelijkbaar bij de analyse met het basispad uit de NEV, maar omvang is kleiner. Dit is conform de kleinere kostprijsverhoging die met dit scenario gepaard gaat.

Tabel 15 – Value at Stake voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (als % van de toegevoegde waarde) ten opzichte van het basispad uit de WEO

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0%	0,2%	0,1%	1,2%	0,2%	2,5%
192 Aardolie-industrie	0,1%	0,2%	0,6%	1,4%	1,3%	3,0%
2011 Industriële gassen*	0,1%	0,4%	0,4%	3,2%	0,9%	7,0%
2014 Organische basischemie	0,1%	1,0%	0,9%	7,3%	2,0%	16,5%
2015 Kunstmestindustrie	0,4%	0,9%	2,7%	6,2%	5,5%	12,8%
IJzer- en staalindustrie	0,1%	2,6%	0,7%	18,4%	1,5%	37,2%

Toelichting:

- Value at Stake is gedefinieerd als de het verlies aan toegevoegde waarde (TW) in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs (koolstoflekkage).
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Tabel 16 illustreert de potentiële koolstoflekkage bij het basisscenario van de WEO en geeft hetzelfde beeld van de verdeling over de sectoren als bij het basisscenario volgens de NEV. De effecten zijn kleiner in omvang, conform de beperktere kostprijsverhoging. De totale nationale CO₂-reductie vanwege potentiële koolstoflekkage komt op 0,4 tot 2,7 Mton in 2030.

Tabel 16 – Potentiële koolstoflekage voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (ktCO₂) en opzichte van het basispad uit de WEO

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	0	0	1	1	2
17-18 Papier- en grafische industrie	0	1	1	7	1	12
192 Aardolie-industrie	9	21	32	75	66	153
2011 Industriële gassen*	1	5	4	34	9	71
2014 Organische basischemie	9	76	59	496	124	1.052
2015 Kunstmestindustrie	14	32	80	186	147	342
Ijzer- en staalindustrie	4	110	24	620	43	1.088
Totaal 7 sectoren	37	246	200	1.418	391	2.719

Toelichting:

- Potentiële koolstoflekage is gedefinieerd als de reductie van CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs.
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Het weglekeffect zorgt er ook voor dat de heffingsopbrengsten kleiner zullen worden. Door het weglekeffect zullen de belastingopbrengsten met € 7 tot 49 miljoen dalen: dat is tussen de 1 en 9% van de totale opbrengsten van de maatregel. Eventuele gedragsreacties van afnemers die door de gestegen prijzen zullen besparen op de producten van deze zeven sectoren zijn daarbij niet in beschouwing genomen.

In dit basispad zullen de potentiële directe effecten op de werkgelegenheid kleiner zijn dan in het basispad ten opzichte van de NEV (zie Tabel 17). Deze tabel laat het potentiële verlies aan arbeidsvolume (in termen fte van werkzame personen) zien per sector op de korte termijn. De analyse laat vooral zien dat het potentiële verlies aan werkgelegenheid zeer onzeker is: in 2030 varieert die voor alle zeven energie-intensieve sectoren tezamen tussen de 600 en 6.000 voltijds arbeidsplaatsen. Het effect treedt in de bovengrens vooral op in de ijzer- en staalindustrie. Deze bovengrens komt overeen met ongeveer 0,8% van de totale werkgelegenheid in de industrie (NACE C) in 2016. De ondergrens geeft een effect kleiner dan 0,1% van de totale werkgelegenheid in de industrie in 2016.

Tabel 17 – Potentiële directe tijdelijke werkgelegenheidseffecten voor de energie-intensieve industrie in afname van 1.000 eenheden arbeidsvolume (fte) bij invoering van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het WEO-basispad

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0	0,1	0,0	0,4	0,1	0,8
192 Aardolie-industrie	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
2011 Industriële gassen*	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
2014 Organische basischemie	0,0	0,1	0,1	0,6	0,2	1,3
2015 Kunstmestindustrie	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
Ijzer- en staalindustrie	0,0	0,2	0,1	1,7	0,1	3,3
Totaal 7 sectoren	0,0	0,4	0,3	3,1	0,6	6,0

Toelichting:

- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

2.7 Gevoeligheidsanalyse: hogere CO₂-prijs

Op verzoek van de opdrachtgever is er ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met een hogere CO₂-prijs. Deze prijs loopt 1,5 maal zo snel op als de prijs die hierboven is gebruikt en start op € 18/tCO₂ in 2020, jaarlijks oplopend met € 3,75 tot € 55,50/tCO₂ in 2030.

Uit de analyse in Hoofdstuk 3 blijkt dat voor de sector industriële gassen, de hogere CO₂-minimumprijs investeringen in CCS na 2025 aantrekkelijk maakt. Voor de raffinage en kunstmest zal CCS rond 2030 aantrekkelijk kunnen worden, voor de overige sectoren pas na 2030.

2.7.1 Resultaten: invloed op de kostprijs

Door de hogere CO₂-minimumprijs zal ook de kostprijs van producten sterker stijgen. Opnieuw is dit sterker bij het NEV-basispad dan bij het basispad uit de WEO. Tabel 18 en Tabel 19 geven de resultaten weer.

Tabel 18 – Kostprijsverhoging in procenten ten gevolge van een hogere CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de NEV oplopend tot € 55/tCO₂ in 2030

	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,03%	0,07%	0,09%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,11%	0,23%	0,33%
192 Aardolie-industrie	0,51%	0,81%	1,09%
2011 Industriële gassen	2,32%	4,87%	3,89%
2014 Organische basischemie	0,63%	1,33%	1,96%
2015 Kunstmestindustrie	2,97%	6,08%	6,38%
IJzer- en staalindustrie	1,31%	2,70%	2,75%

Opnieuw blijkt dat de hoogste kostprijsstijging verwacht kan worden in de kunstmestindustrie gevolgd door de productie van industriële gassen. Door de toepassing van CCS blijft de kostprijsstijging in de sector industriële gassen na 2025 beperkt.

Tabel 19 – Kostprijsverhoging in procenten ten gevolge van een hogere CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de WEO oplopend tot € 55/tCO₂ in 2030

	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,02%	0,05%	0,07%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,06%	0,17%	0,25%
192 Aardolie-industrie	0,27%	0,61%	0,82%
2011 Industriële gassen	1,22%	2,30%	2,30%
2014 Organische basischemie	0,33%	1,01%	1,52%
2015 Kunstmestindustrie	1,56%	4,59%	4,58%
IJzer- en staalindustrie	0,69%	2,04%	1,98%

2.7.2 Resultaten: invloed op CO₂-uitstoot vanwege gedragsreacties

Tabel 20 geeft een overzicht van de berekende CO₂-reductie waarbij de effecten van de CO₂-minimumprijs zijn bepaald als een kostprijsverhoging voor de productiefactor energie resulterend in maatregelen ter verbetering van de procesefficiency én CCS.

Tabel 20 – Potentiële CO₂-reductie ten gevolge van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de NEV zonder rekening te houden met de invloed op de concurrentiepositie, in ktCO₂

CO ₂ -reductie in kt	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	1	3
17-18 Papier- en grafische industrie	1	9	23
192 Aardolie-industrie	29	99	287
2011 Industriële gassen	8	55	458
2014 Organische basischemie	7	42	84
2015 Kunstmestindustrie	47	282	918
IJzer- en staalindustrie	80	492	1.366
Totaal	172	980	3.139

De hogere CO₂-minimumprijs blijkt ongeveer 1,8 Mt additionele CO₂ te reduceren in 2030 ten opzichte van de basis uit de NEV, vooral doordat CCS in beperkte schaal zal worden toegepast bij de aardolie-industrie, basischemie en ijzer en staalindustrie, en grootschaliger bij de productie van industriële gassen. Bedacht moet worden dat deze CO₂-reductie exclusief eventuele weglekeffecten is. Indien de industrie inderdaad concurrentienadeel ondervindt van de CO₂-minimumprijs, zal een deel van deze reductie als weglekeffect worden gerealiseerd.

Indien de CO₂-emissiehandelsprijs niet de prijsontwikkeling volgt van de NEV 2017, maar het alternatieve prijspad, dan is de invloed van de additionele prijsprikkel kleiner. De additionele reductie ten opzichte van het referentiepad bedraagt dan nog steeds ongeveer 2,4 Mt in 2030 (zie Tabel 21).

Tabel 21 – Potentiële CO₂-reductie ten gevolge van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de WEO zonder rekening te houden met de invloed op de concurrentiepositie, in ktCO₂

CO ₂ -reductie in kt	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	1	2
17-18 Papier- en grafische industrie	1	7	18
192 Aardolie-industrie	15	75	232
2011 Industriële gassen	4	42	398
2014 Organische basischemie	4	32	65
2015 Kunstmestindustrie	25	213	703
IJzer- en staalindustrie	42	372	1.014
Totaal	91	742	2.432

2.7.3 Resultaten: invloed op productie en potentiële koolstoflekage

In deze paragraaf bespreken we de gevoeligheid van de effecten op productie en potentiële koolstoflekage voor de beide alternatieve scenario's. Tabel 22 laat zien dat de omvang van de value at stake toeneemt met een factor 1 tot 1,5, afhankelijk van sector en peiljaar. De onzekerheid bij de ijzer- en staalindustrie is erg groot.

Tabel 22 – Value at Stake voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (als % van de toegevoegde waarde) ten opzichte van de NEV 2017

Sector	2020		2025			2030
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0%	0,3%	0,2%	2,3%	0,5%	5,5%
192 Aardolie-industrie	0,2%	0,5%	1,1%	2,6%	2,6%	6,1%
2011 Industriële gassen*	0,1%	0,8%	0,8%	6,1%	1,2%	8,8%
2014 Organische basischemie	0,2%	1,9%	1,7%	14,2%	4,2%	35,8%
2015 Kunstmestindustrie	0,7%	1,7%	5,2%	12,0%	9,3%	21,7%
IJzer- en staalindustrie	0,2%	4,9%	1,4%	35,6%	2,4%	62,1%

Toelichting:

- Value at Stake is gedefinieerd als de het verlies aan toegevoegde waarde (TW) in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs (koolstoflekage).
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Ook de omvang van de potentiële koolstoflekage neemt toe met dit prijspad (zie Tabel 23). De totale potentiële koolstoflekage gaat van 0,6-4,1 Mton in 2030 naar 0,7-5,1 Mton.

Tabel 23 – Potentiële koolstoflekage voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (ktCO₂)

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	0	1	2	2	4
17-18 Papier- en grafische industrie	0	2	1	13	2	27
192 Aardolie-industrie	17	40	62	145	132	308
2011 Industriële gassen*	1	10	8	67	12	89
2014 Organische basischemie	17	145	114	963	270	2.285
2015 Kunstmestindustrie	26	61	155	360	248	578
IJzer- en staalindustrie	8	209	47	1.199	71	1.816
Totaal	70	467	388	2.749	738	5.106

Toelichting:

- Potentiële koolstoflekage is gedefinieerd als de reductie van CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs.
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Tot slot zijn ook de potentiële korte-termijn directe werkgelegenheidseffecten van deze variant berekend. De totale effecten op de werkgelegenheid in deze variant stijgen ten opzichte van de basisvariant en kunnen in 2030 oplopen tussen de 1.100 en 11.200 voltijds arbeidsplaatsen. Dit komt overeen met 0,1 tot 1,4% van de huidige werkgelegenheid in de industrie.

Effecten hogere CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad WEO

Tabel 24 geeft inzicht in het verlies aan productie in de Nederlandse energie-intensieve industrie bij de invoering van een hogere CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad uit de WEO. We zien wederom dat de relatieve verschillen tussen sectoren niet afhankelijk zijn van de hoogte van de CO₂-minimumprijzen. Wel is de omvang bij de hogere CO₂-prijs een factor 1,0 tot 1,7 hoger, afhankelijk van de sector en het peiljaar.

Tabel 24 – Value at Stake voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (als % van de toegevoegde waarde)

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0%	0,2%	0,2%	1,7%	0,4%	4,3%
192 Aardolie-industrie	0,1%	0,2%	0,9%	2,0%	2,0%	4,6%
2011 Industriële gassen*	0,1%	0,4%	0,4%	3,0%	0,8%	5,3%
2014 Organische basischemie	0,1%	1,0%	1,3%	10,7%	3,3%	27,8%
2015 Kunstmestindustrie	0,4%	0,9%	3,9%	9,1%	6,7%	15,5%
IJzer- en staalindustrie	0,1%	2,6%	1,1%	26,8%	1,8%	44,7%

Toelichting:

- Value at Stake is gedefinieerd als de het verlies aan toegevoegde waarde (TW) in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs (koolstoflekage).
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Uit Tabel 25 blijkt dat de totale potentiële koolstoflekage voor de sectoren oploopt van 0,4-2,7 Mton in 2030 naar 0,6-3,8 Mton.

Tabel 25 – Potentiële koolstoflekage voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (ktCO₂)

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	0	1	1	1	3
17-18 Papier- en grafische industrie	0	1	1	10	2	21
192 Aardolie-industrie	9	21	47	110	100	233
2011 Industriële gassen*	1	5	4	32	8	54
2014 Organische basischemie	9	76	86	729	209	1.770
2015 Kunstmestindustrie	14	32	117	272	178	414
IJzer- en staalindustrie	4	110	36	905	51	1.307
Totaal	37	246	292	2.058	550	3.801

Toelichting:

- Potentiële koolstoflekage is gedefinieerd als de reductie van CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs.
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Tot slot zijn ook de potentiële korte-termijn directe werkgelegenheidseffecten van deze variant berekend. De totale effecten op de werkgelegenheid in deze variant stijgen ten opzichte van de basisvariant en kunnen in 2030 oplopen tussen de 900 en 8.300 voltijds arbeidsplaatsen. Dit komt overeen met 0,1 tot 1,0% van de huidige werkgelegenheid in de industrie.

2.8 Gevoeligheidsanalyse: vaste CO₂-heffing

Op verzoek van de opdrachtgever is er ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met een andere vormgeving van een CO₂-prijs waarbij men niet langer uitgaat van een minimumprijs (waarbij de heffingshoogte met de daadwerkelijke ETS-marktprijs wordt verrekend) maar waarbij men een vaste heffing oplegt op basis van de emissies die in het kader van de ETS-Richtlijn aan de NEA worden gerapporteerd.

De variant die wij hebben doorgerekend gaat uit van een prijs van € 5 per ton CO₂ die ingaat halverwege 2020 en eind 2025 wordt verhoogd naar € 10 per ton. Omdat het hierbij om een vaste heffing gaat, zijn de verschillen tussen het basispad van ETS-emissies uit de NEV en de WEO minder relevant. In beide gevallen is de additionele heffing immers gelijk. Daarom verschilt het basisscenario wel in de totale hoogte van de CO₂-prijs, maar omdat de CO₂-reductie tot € 40 per ton in onze berekeningen vrijwel lineair oploopt met de hoogte van de CO₂-prijs, is met name het verschil in heffingshoogte ten opzichte van het basispad relevant – en niet zozeer de totale heffingshoogte (basispad + beleidsmaatregel). Om deze reden rapporteren we hieronder alleen de variant waarbij we uitgaan van het basispad uit de WEO.

2.8.1 Resultaten: invloed op de kostprijs

Door de CO₂-heffing zal de kostprijs van producten sterker stijgen. Omdat de CO₂-prijs met deze heffing lager wordt dan in de basisvariant, zal ook de kostprijsstijging kleiner worden. Tabel 26 geeft de kostprijsstijging weer in procenten.

Tabel 26 – Kostprijsverhoging in procenten ten gevolge van een vaste CO₂-heffing ten opzichte van het basispad van de WEO

	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,01%	0,01%	0,02%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,02%	0,04%	0,08%
192 Aardolie-industrie	0,11%	0,16%	0,30%
2011 Industriële gassen	0,51%	0,95%	1,77%
2014 Organische basischemie	0,14%	0,26%	0,50%
2015 Kunstmestindustrie	0,65%	1,19%	2,11%
IJzer- en staalindustrie	0,29%	0,53%	0,93%

Tot 2025 blijft de kostprijsstijging voor alle sectoren beperkt tot onder de 1%, met uitzondering van de kunstmestindustrie waar de kostprijsstijging gelijk is aan 1,2%. In 2030 komt de kostprijsstijging voor de kunstmestindustrie net boven de 2% uit.

2.8.2 Resultaten: Invloed op CO₂-uitstoot vanwege gedragsreacties

Tabel 27 geeft een overzicht van de berekende CO₂-reductie waarbij de effecten van de CO₂-minimumprijs zijn bepaald als een kostprijsverhoging voor de productiefactor energie resulterend in maatregelen ter verbetering van de procesefficiëncy. In zijn totaliteit reduceert deze variant ongeveer 0,5 Mt CO₂ in 2030. Ten opzichte van zowel het basispad uit de NEV als de WEO is de CO₂-prijs te laag om tot investeringen in CCS te leiden. Als de ETS-prijzen echter sterker stijgen dan voorzien in de NEV en WEO, dan kan er van deze vaste CO₂-prijs wel een prikkel uitgaan tot CCS. In die

zin kan deze maatregel wel leiden tot innovatie en eerdere toepassing van CCS door de Nederlandse industrie dan in andere landen.

Tabel 27 – Potentiële CO₂-reductie ten gevolge van een vaste CO₂-heffing ten opzichte van het basispad van de WEO zonder rekening te houden met de invloed op de concurrentiepositie, in ktCO₂

CO ₂ -reductie in kt	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	0	-1
17-18 Papier- en grafische industrie	0	-2	-6
192 Aardolie-industrie	-6	-19	-49
2011 Industriële gassen	-2	-11	-30
2014 Organische basischemie	-2	-8	-21
2015 Kunstmestindustrie	-10	-55	-149
IJzer- en staalindustrie	-17	-95	-244
Totaal	-38	-190	-499

De heffingsopbrengst van de maatregel bedragen 100 miljoen in 2020 en 355 miljoen in 2030.

2.8.3 Resultaten: invloed op productie en potentiële koolstoflekkage

Tabel 28 geeft inzicht in het verlies aan productie in de Nederlandse energie-intensieve industrie bij de invoering van een hogere CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad uit de NEV/WEO. We zien wederom dat de relatieve verschillen tussen sectoren niet afhankelijk zijn van de hoogte van de CO₂-prijzen. Wel is de omvang slechts 40 tot 60% ten opzichte van die uit het scenario met een CO₂-minimumprijs, afhankelijk van de sector en het peiljaar.

Tabel 28 – Value at Stake voor industriële sectoren bij invoering van een vaste CO₂-heffing (als % van de toegevoegde waarde)

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0%	0,1%	0,0%	0,4%	0,1%	1,4%
192 Aardolie-industrie	0,0%	0,1%	0,2%	0,5%	0,7%	1,7%
2011 Industriële gassen*	0,0%	0,2%	0,1%	1,2%	0,5%	3,9%
2014 Organische basischemie	0,0%	0,4%	0,3%	2,7%	1,1%	9,1%
2015 Kunstmestindustrie	0,2%	0,4%	1,0%	2,3%	3,1%	7,2%
IJzer- en staalindustrie	0,0%	1,1%	0,3%	7,0%	0,8%	20,9%

Toelichting:

- Value at Stake is gedefinieerd als de het verlies aan toegevoegde waarde (TW) in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs (koolstoflekkage).
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Uit Tabel 29 blijkt dat de totale potentiële koolstoflekkage voor de sectoren verminderd van 0,4-2,7 Mton in 2030 (zoals blijkt uit Tabel 16) naar 0,2-1,5 Mton.

Tabel 29 – Potentiële koolstoflekkage voor industriële sectoren bij invoering van een vaste CO₂-heffing (ktCO₂)

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	0	0	0	0	1
17-18 Papier- en grafische industrie	0	0	0	2	1	7
192 Aardolie-industrie	4	9	12	28	36	85
2011 Industriële gassen*	0	2	2	13	5	39
2014 Organische basischemie	4	32	22	186	68	579
2015 Kunstmestindustrie	6	13	30	70	82	191
IJzer- en staalindustrie	2	46	9	235	24	613
Totaal	15	102	76	535	217	1.514

Toelichting:

- Potentiële koolstoflekkage is gedefinieerd als de reductie van CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs.
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Door de koolstoflekkage nemen de heffingsopbrengsten met € 2 tot 15 miljoen af in 2030.

Tabel 30 geeft de invloed op de werkgelegenheid van deze maatregel. Deze tabel laat zien dat de vaste CO₂-heffing slechts een klein effect heeft op de werkgelegenheid. In 2030 neemt de werkgelegenheid af met 300 fte in de lage variant van de Armington-elasticiteiten en 3.400 fte in de hoge variant van de elasticiteiten.

Tabel 30 – Potentiële directe tijdelijke werkgelegenheidseffecten voor de energie-intensieve industrie in afname van 1.000 eenheden arbeidsvolume (fte) bij invoering van een vaste CO₂-heffing

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
17-18 Papier- en grafische industrie	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5
192 Aardolie-industrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
2011 Industriële gassen*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
2014 Organische basischemie	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,7
2015 Kunstmestindustrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
IJzer- en staalindustrie	0,0	0,1	0,0	0,7	0,1	1,9
Totaal 7 sectoren	0,0	0,2	0,1	1,1	0,3	3,4

Toelichting:

- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

2.9 Gevoeligheidsanalyse: invloed van ander beleid

2.9.1 Inleiding

De analyse tot nu toe keek uitsluitend naar de invloed van de CO₂-minimumprijs op de concurrentiepositie van energie-intensieve sectoren in Nederland. Als Nederland een unilaterale heffing op CO₂ invoert, kan de kostprijs van producten van deze sectoren stijgen. Echter, zoals in Paragraaf 1.3 uitgelegd, is de concurrentiepositie van bedrijven aan veel meer invloeden onderhevig dan aan klimaatbeleid alleen. Overheden kunnen besluiten om CO₂-emissies zwaarder te belasten en andere inputs voor de bedrijven, zoals arbeid of kapitaal, minder zwaar. In een dergelijk geval kan de concurrentiepositie van bedrijven juist verbeteren, zeker als zij relatief meer van de overige inputs gebruik maken dan van CO₂.

Hier zijn in het bijzonder de relatieve kosten van de ons omringende landen van belang. Voor alle beschouwde sectoren komen Duitsland, België/Luxemburg, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in de top 6 van exportlanden voor, en bij de meeste sectoren in de top 4. Het is daarom niet verbazingwekkend dat juist het klimaat- en energiebeleid in deze landen van belang is voor de doorwerking van de concurrentie-effecten. In Engeland is al een CO₂-minimumprijs ingevoerd voor de elektriciteitssector, en in Frankrijk wordt een CO₂-heffing overwogen. Duitsland heeft hun equivalent van de ODE voor bedrijven recent flink verhoogd. Uit PWC (2018) blijkt dat het Nederlandse bedrijfsleven in 2017 juist veel lagere belastingen genoot op het gebruik van energie (aardgas en elektriciteit) dan met name Duitsland en lagere kale elektriciteitstarieven kenden dan bijvoorbeeld Frankrijk.

Tabel 31 geeft een overzicht van de groothandelstarieven voor de industriële gebruikers.

Tabel 31 – Gemiddelde leveringsprijzen in €/kWh voor levering aan de industrie

	Gas			Electra		
	Middel	Groot	Zeer groot	Middel	Groot	Zeer groot
NL	2,2	2	1,9	6,9	4,1	3,9
BE BELGIUM (and LUXBG -> 1998)	2,1	2,1	2	7,8	5,1	4,6
FR FRANCE	3,3	3	3	9	5,3	6,2
DE GERMANY (incl. DD from 1991)	2,7	2,5	2,3	12,3	6,7	6,5

Noot: Zoals expliciet aangegeven in PWC (2018) zijn dit gemiddelde tarieven voor zover deze waarneembaar zijn op de markt. Met name in Duitsland kunnen industriële grootverbruikers ook specifieke kortingen onderhandelen. Het is onbekend hoe vaak dit voorkomt en hoe groot deze kortingen zijn. Deze kortingen zijn niet in deze prijzen verwerkt.

Bron: PWC, 2018.

Voor een deel zal dit voordeel teniet worden gedaan door de voorgenomen CO₂-minimumprijs voor de elektriciteitssector. Echter, in Frontier Economics (2018) blijkt dat de verwachte stijging van de Nederlandse elektriciteitsprijzen zullen meevallen. Frontier Economics gaat uit, op basis van modelberekeningen van de Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt dat de prijzen in Nederland met € 2,2/MWh zullen stijgen in 2025 en tot € 2/MWh in 2030 ten opzichte van het basispad van de CO₂-prijzen uit de WEO. Dit betekent dat Nederland, ook met de CO₂-minimumprijzen in de elektriciteitssector, nog steeds de goedkoopste prijzen voor de levering aan de industrie zal hebben.

Niet alleen de uiteindelijke energieprijzen zijn van belang voor de kosten van het Nederlandse bedrijfsleven. In het Regeerakkoord is ook afgesproken om het tarief voor de vennootschapsbelasting te verlagen van 25 naar 15%. Ook dit zal zich vertalen in een concurrentievoordeel voor het Nederlandse bedrijfsleven omdat zo de winstgevendheid omhoog gaat.

Om deze redenen onderzoeken we in deze paragraaf hoe de effecten van een CO₂-minimumprijs zich verhoudt tot het bredere speelveld van overheidsbeleid en concurrentie-aspecten voor Nederlandse bedrijven.

2.9.2 Onderzoekopzet

We gaan uit van de volgende drie beleidsvelden:

1. Het degressieve tarief van energiebelasting in Nederland ten opzichte van Frankrijk, België en Duitsland. De relatieve prijsverschillen in eindverbruikerskosten tussen Nederland, Frankrijk, België en Duitsland voor elektriciteit en gas uit PWC (2018) worden hierbij als uitgangspunt genomen. We gaan ervan uit dat de relatieve prijsverschillen blijven bestaan tot 2030¹¹. Voor elke sector bepalen we het aandeel van de export en aandeel van de import dat aan de Frankrijk, België en Duitsland wordt geleverd en we bepalen vervolgens een gewogen kostprijsstijging waarbij het relatieve prijsverschil tussen deze drie landen op te vatten is als een negatieve kost (of een prijssubsidie) dat wordt gewogen met het deel van de productie dat bestemd is voor de export of dat op de binnenlandse markt bloot stelt aan concurrentie van producten uit deze drie landen. We veronderstellen dat bij handel naar en van andere landen er geen kostprijsverschil bestaat tussen de Nederlandse en buitenlandse aanbieders¹².
2. De VPB-korting. We veronderstellen dat deze korting als een lumpsum wordt verstrekt en dus de gemiddelde kosten omlaag brengt en niet de marginale kosten¹³. We gaan uit van een korting van 25% op dit moment (voor winsten boven de € 0,2 miljoen) tot 22,5% in 2020 en 21% vanaf 2021. We houden geen rekening met het verlaagde tarief voor winsten tot € 200.000 dat van 20% tot 16% daalt. Per sector is aan de hand van CBS-statistieken ingeschat wat de waarschijnlijk betaalde VPB is. Voor de toekomst is verondersteld dat het bedrijfsresultaat zich recht evenredig ontwikkelt met de omzet.
3. De CO₂-minimumprijs voor de elektriciteitsmarkt die in 2020 wordt ingevoerd. Voor de doorvertaling in de elektriciteitsprijzen nemen we de resultaten uit de Frontier Economics-studie (Frontier Economics, 2018). We veronderstellen dat de Nederlandse industrie niet gecompenseerd wordt voor de hogere elektriciteitsprijzen. Daarnaast betaalt de industrie uiteraard de CO₂-minimumprijs voor de directe emissies die onder het EU ETS vallen.

Omdat de Frontier Economics-studie gebruik maakt van de CO₂-prijzen uit de WEO, bepalen we de effecten alleen ten opzichte van het basispad uit de WEO. Zoals uitgelegd in Paragraaf 2.2 achten wij dit ook een veel aannemelijker basispad dan dat vanuit de NEV (2017) omdat de aanpassingen aan het EU ETS na 2021 (en met name het schrappen van het surplus aan rechten) nog niet in de NEV is verdisconteerd.

2.9.3 Kostprijsstijging

De drie onderzochte beleidsinvloeden (degressieve tariefstructuur, VPB-korting en CO₂-minimumprijs) hebben een verschillende impact voor de diverse sectoren. Tabel 32 geeft de netto kostprijsstijging weer ten gevolge van deze drie beleidsvelden. Uit deze tabel blijkt dat in 2020 een aantal sectoren netto lagere kosten hebben dan bij een referentie zonder deze beleidsvelden. Wat verder opvalt is dat de kostprijsstijging tot 2030 door de CO₂-minimumprijs zeer beperkt blijft als ook de andere beleidsvelden worden betrokken in het kostenplaatje. De enige uitzondering hierop is de kunstmestindustrie.

¹¹ Omdat voor Nederland de stijging in de ODE reeds is meegenomen in de kostenopbouw tot 2030, veronderstellen we dat de buitenlandse prijzen met een vergelijkbaar percentage zullen gaan stijgen. Overigens is de heffing in Nederland in absolute zin, ook na de prijsstijgingen, nog steeds zeer gering voor grote industriële bedrijven.

¹² Het was beter geweest om specifiek per land ook een Armington-elasticiteit in te schatten. Dit is in het kader van dit onderzoek niet mogelijk gebleken op dit moment. Een dergelijke analyse kan in vervolgonderzoek nog aan bod komen. De huidige resultaten moeten daarom met enig voorbehoud worden geïnterpreteerd.

¹³ In deze studie gaan we ervan uit dat de marginale kosten de prijzen in 2020 bepalen en de gemiddelde kosten de prijzen in 2030.

De voornaamste reden is hierbij dat kunstmest, ten opzichte van de andere sectoren, een hele hoge CO₂-emissie kent in het ETS in vergelijking met de andere sectoren. Deze hogere CO₂-emissie is op hun beurt weer het gevolg van het toerekenen van de emissies van CO₂ bij het uitrijden van kunstmest op het land aan de kunstmestindustrie, conform de scope changes die in Fase 3 van het EU ETS (2013-2021) zijn ingevoerd. Daarnaast betaalt de sector relatief weinig VPB. Het gevolg daarvan is dat de sector weinig profiteert van de belastingkorting en relatief veel nadeel ondervindt van de CO₂-minimumprijs.

Tabel 32 – Kostprijsverhoging in procenten ten gevolge van een hogere CO₂-minimumprijs ten opzichte van het basispad van de WEO oplopend tot € 43/tCO₂ in 2030

	2020	2025	2030
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	-0,12%	-0,30%	-0,50%
17-18 Papier- en grafische industrie	-0,26%	-0,40%	-0,59%
192 Aardolie-industrie	0,18%	0,34%	0,46%
2011 Industriële gassen	-0,65%	0,36%	0,61%
2014 Organische basischemie	-0,33%	0,05%	0,25%
2015 Kunstmestindustrie	0,65%	2,28%	2,95%
IJzer- en staalindustrie	0,01%	0,52%	0,59%

2.9.4 Effect op value at stake en potentiële koolstoflekage

Zoals verwacht kan worden zal de geringere kostprijsstijging ook leiden tot lagere effecten op de value at stake. Tabel 33 geeft inzicht in het verlies aan productie in de Nederlandse energie-intensieve industrie ten opzichte van het prijspad uit de WEO. Het laat zien dat aan de onderkant het eventuele verlies op de toegevoegde waarde in 2030 verwaarloosbaar is, met uitzondering van de kunstmest-industrie. Aan de bovenkant, zijn er wel effecten te verwachten voor de basischemie, kunstmest-industrie en de ijzer- en staalindustrie variërend van 6-21% verlies aan toegevoegde waarde in 2030. Zoals eerder aangegeven in dit hoofdstuk is de schatting van de wegleffecten zeer onzeker.

Tabel 33 – Value at stake voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (als % van de toegevoegde waarde)

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0,0%	-0,1%	-0,1%	-0,3%	-0,3%	-0,8%
17-18 Papier- en grafische industrie	-0,1%	-0,7%	-0,2%	-2,4%	-0,4%	-4,8%
192 Aardolie-industrie	0,1%	0,2%	0,5%	1,1%	1,1%	2,7%
2011 Industriële gassen*	0,0%	-0,2%	0,2%	1,1%	0,6%	3,3%
2014 Organische basischemie	-0,1%	-1,0%	0,2%	1,0%	0,7%	6,1%
2015 Kunstmestindustrie	0,2%	0,4%	2,0%	4,6%	4,5%	10,4%
IJzer- en staalindustrie	0,0%	0,0%	0,4%	9,2%	0,8%	21,2%

Toelichting:

- Value at stake is gedefinieerd als de het verlies aan toegevoegde waarde (TW) in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg de invoering van de CO₂-minimumprijs (koolstoflekage).
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- Negatieve effecten betekenen dat de productie in Nederland toeneemt.
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Ook de omvang van de potentiële koolstoflekkage neemt af als we rekening houden met meer beleid dan de CO₂-minimumprijs alleen (zie Tabel 34). In 2020 is er een positief effect op koolstoflekkage te verwachten, hetgeen aangeeft dat de CO₂-minimumprijs nog niet hoog genoeg is om de voordelen van de lagere energieprijzen te compenseren. Dat verandert in de jaren daarna. De totale potentiële koolstoflekkage in 2030 blijft evenwel beperkt tot 0,2 tot 1,4 Mton.

Tabel 34 – Potentiële koolstoflekkage voor industriële sectoren bij invoering van een CO₂-minimumprijs (ktCO₂)

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0	-1	-2	-4	-4	-9
17-18 Papier- en grafische industrie	-1	-5	-1	-14	-2	-23
192 Aardolie-industrie	6	14	27	62	57	134
2011 Industriële gasen*	0	-3	2	11	6	33
2014 Organische basischemie	-9	-77	8	69	46	391
2015 Kunstmestindustrie	6	13	60	139	120	279
IJzer- en staalindustrie	0	2	12	309	24	620
Totaal	2	-56	106	573	248	1.424

Toelichting:

- Potentiële koolstoflekkage is gedefinieerd als de reductie van CO₂-uitstoot in de sector die optreedt vanwege verplaatsing van de productie uit Nederland naar het buitenland als gevolg van de invoering van de CO₂-minimumprijs.
- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- Negatieve effecten betekenen dat de uitstoot in Nederland toeneemt.
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gasen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

Het blijkt dus dat als we corrigeren voor overig beleidsvelden, er nauwelijks nog koolstoflekkage optreedt van het gehele pakket aan maatregelen, inclusief de CO₂-minimumprijs. Bedacht moet worden dat in deze analyse het Verenigd Koninkrijk niet is meegenomen. Indien dit ook zou worden betrokken in de analyse, zou het goed mogelijk zijn dat zelfs hogere CO₂-minimumprijzen in het geheel niet tot koolstoflekkage zouden leiden.

Ook de directe werkgelegenheidseffecten zijn nu verwaarloosbaar klein. Tot 2030 bedraagt het werkgelegenheidsverlies maximaal 300 banen. Dus als we rekening houden met beleid in andere landen, dan blijkt dat er nauwelijks effecten zijn te verwachten van een CO₂-minimumprijs op de werkgelegenheid.

Tabel 35 geeft de werkgelegenheidseffecten weer als we ook rekening houden met andere beleidsvelden.

Tabel 35 – Potentiële directe tijdelijke werkgelegenheidseffecten voor de energie-intensieve industrie in afname van 1.000 eenheden arbeidsvolume (fte) bij invoering van een CO₂-minimumprijs ten opzichte van het NEV-basispad

Sector	2020		2025		2030	
	Onder	Boven	Onder	Boven	Onder	Boven
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	0.0	-0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.8
17-18 Papier- en grafische industrie	0.0	-0.2	-0.1	-0.8	-0.1	-1.6
192 Aardolie-industrie	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
2011 Industriële gassen*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2014 Organische basischemie	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.5
2015 Kunstmestindustrie	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
IJzer- en staalindustrie	0.0	0.0	0.0	0.9	0.1	1.9
Totaal 7 sectoren	0.0	-0.4	-0.1	0.0	-0.2	0.3

Toelichting:

- Onder en Boven geven de onzekerheidsmarge weer op basis van bandbreedte in de waarde voor Armington-elasticiteiten (95% van de waarden ligt binnen de bandbreedte).
- * Veronderstelt dat ook de Belgische aanbieders van industriële gassen heffingsplichtig zijn door bijvoorbeeld een afnameheffing in te voeren.

2.10 Conclusie en interpretatie van de resultaten

In dit hoofdstuk hebben we berekend wat de effecten voor de industrie zullen zijn van het invoeren van een CO₂-minimumprijs voor hun directe emissies die worden gerapporteerd onder de MRV-verplichtingen van het EU ETS. De CO₂-minimumprijs zou leiden tot een kostprijsstijging die per subsector kan oplopen tot 3,8% ten opzichte van het basispad van CO₂-prijzen uit de WEO. Indien het (vermoedelijk onwaarschijnlijke) basispad van CO₂-prijzen uit de NEV zou worden gevolgd, zou de kostprijsstijging zelfs tot 5,7% kunnen oplopen. De verschillen per sector zijn groot. Over het algemeen kent de kunstmestsector de hoogste kostprijsstijging en de voedselindustrie de laagste kostprijsstijging.

De CO₂-heffing, en de resulterende kostprijsstijging, heeft vervolgens een paar effecten in de industrie tot gevolg. We hebben hier vier effecten nader onderzocht:

- de CO₂-besparing;
- het verlies aan marktaandeel (value at stake);
- potentiële koolstoflekage;
- potentiële effect op de directe werkgelegenheid.

De berekening laat zien dat de *additionele* CO₂-besparing ongeveer 1 Mt aan emissies bedraagt tot en met 2030 (0,9 Mt ten opzichte van het basispad uit de WEO en 1,4 Mt ten opzichte van het basispad uit de NEV).

Het potentieel verlies aan marktaandeel is in deze studie berekend via een partiële benadering waarbij we de effecten op de concurrentiepositie van de unilaterale kostprijsstijging hebben doorberekend met behulp van Armington-elasticiteiten tussen Nederland en haar belangrijkste handelspartners. Deze analyse laat zien dat weglekeffecten in theorie redelijk groot kunnen zijn, maar dat de onzekerheid ook erg groot is. Aan de onderkant van het onzekerheidsinterval kan men beredeneren dat in de meest energie-intensieve sectoren de weglekeffecten maximaal 5% van de omzet zijn en voor veel sectoren minder. Maar aan de bovenkant zouden de weglekeffecten ook meer dan 35% kunnen zijn voor de ijzer en staalindustrie vergeleken met het autonome prijspad uit de WEO. Indien het minder waarschijnlijke basisprijspad uit de NEV 2017 wordt gekozen, zullen de weglekeffecten nog groter zijn.

Door het verlies aan marktaandeel zal er koolstoflekkage ontstaan. Onze berekeningen laten zien dat de potentiële koolstoflekkage, ten opzichte van het basispad van de WEO, 0,4 tot 2,7 Mt CO₂ kan bedragen. De totale CO₂-reductie van de CO₂-minimumprijs komt dan uit op 1,3 tot 3,6 Mt CO₂ voor de beschouwde zeven sectoren, waarvan bij de ondergrens 30% van de behaalde CO₂ reductie veroorzaakt wordt door verlies aan concurrentiepositie (koolstoflekkage) en bij de bovengrens 75%. Door de koolstoflekkage zal de directe werkgelegenheid op de korte termijn worden gereduceerd met tussen de 600 en 6.000 banen. Dit is meestal een tijdelijk effect omdat mensen snel elders emplooi vinden. Alleen bij laagconjunctuur kunnen deze tijdelijke werkgelegenheidseffecten ook een meer langdurend karakter krijgen als de lonen niet neerwaarts aanpasbaar zijn.

Op deze analyse moeten twee belangrijke voorbehouden worden gemaakt:

1. CO₂-minimumprijs is niet het enige beleidsveld dat van belang is voor het internationale bedrijfsleven.
2. De CO₂-minimumprijs kan tot effecten op innovatie leiden die hier niet zijn gekwantificeerd.

Bredere beleidsveldblik

In deze studie hebben we in de gevoeligheidsanalyse ook gekeken als er een breder palet aan beleidsafwegingen wordt meegenomen bij de bepaling van de effecten op de concurrentiepositie van bedrijven. Hiertoe hebben we ook gekeken naar de energiekosten (elektriciteit en aardgas) die de Nederlandse industrie heeft in vergelijking met de ons omringende landen, de CO₂-minimumprijs in de elektriciteitssector die de elektriciteitsprijzen voor industriële afnemers zal doen stijgen (indien ze daarvoor niet gecompenseerd worden) en de aangekondigde verlaging van het tarief van de vennootschapsbelasting van 25 naar 15%. In deze bredere analyse blijkt dat de CO₂-minimumprijs, in het licht van dit bredere beleidspakket, geen negatieve gevolgen zal hebben voor de Nederlandse energie-intensieve industrie met uitzondering van de kunstmestindustrie. De totale potentiële koolstoflekkage daalt tussen de 0,0 en 0,4 Mt CO₂ en er is nauwelijks verlies aan toegevoegde waarde door de invoering van de CO₂-minimumprijs. Dit komt vooral doordat Nederland relatief lage prijzen kent ten opzichte van met name Duitsland en Frankrijk voor elektriciteit en aardgas. In het geval van Duitsland komt dat omdat het bedrijfsleven daar zwaarder wordt belast. Voor Frankrijk speelt daarnaast ook een rol dat de groothandelselektriciteitsprijzen hoger zijn door het hoge aandeel kernenergie.

Effecten op innovatie

Een tweede reden waarom de beschouwde koolstoflekkage, zoals berekend met de theorie van de Armington-elasticiteiten kan meevallen is gelegen dat er bij de theorie geen rekening wordt gehouden met eventuele terugkoppelingen op innovatie zoals in de Porter-hypothese (Porter & Van der Linde, 1995). In de optiek van Porter en van der Linde kan aanvullend unilateraal milieubeleid juist tot kostenvoordelen leiden voor bedrijven¹⁴. Hierbij moet worden opgemerkt dat de internationale empirische literatuur ((Lannoie et al., 2009); (Brännlund & Lundgren, 2009)) van mening is dat deze hypothese niet empirisch bewezen kan worden en dat milieubeleid weliswaar tot een productiviteitsstijging van ondernemingen kan leiden, maar dat de voordelen van deze stijging niet opweegt tegen de kosten van het milieubeleid. Aan de andere kant is een eventuele productiviteitsstijging van industrie niet bij ons meegenomen in de modellering met Armington-elasticiteiten. De daadwerkelijke effecten zullen dus waarschijnlijk lager zijn dan de partiële analyse hier kan aantonen.

¹⁴ Porter wijst op twee belangrijke redenen waarom milieubeleid kan leiden tot een verbeterde concurrentiepositie: (1) strengere milieuregels kunnen inefficiënties aan het licht brengen in ondernemingen die voorheen verborgen waren en op deze manier een bedrijf aanzetten om efficiënter met zijn grondstoffen om te gaan, en (2) strengere regelgeving leidt tot innovatie bij bedrijven. Deze effecten kunnen niet alleen leiden tot het neutraliseren van de initiële kosten van het beleid, maar zelfs tot het verbeteren van de concurrentiepositie van de onderneming (Porter & Van der Linde, 1995).

Sato en Dechezlepetre (2015) hebben ex-post onderzoek gedaan in hoeverre verschillen in energieprijzen zich vertalen in verschillen in handelsvolumes. Hun conclusie is dat energieprijzen zich in beperkte mate doorvertalen tot aanpassingen in handelsvolumes. Over het algemeen vinden zij dat een 10% verschil in energieprijzen leidt tot een 0,2% groei in importen: de gemiddelde elasticiteit is in hun modellering gelijk aan 0,021. Dit is aanzienlijk lager dan in onze benadering via Armington-elasticiteiten. Voor energie-intensieve sectoren vinden ze een iets hogere significante energieprijz-elasticiteit van de import: -0,024 – maar dat is wederom veel lager dan in onze studie aangenomen. Daarbij moet bedacht worden dat dit een gemiddelde waarde geeft voor 42 landen en niet noodzakelijkerwijs voor Nederland, Maar wel kan hieruit geconcludeerd worden dat aanpassingen in energieprijzen niet gelijk leiden tot een doorvertaling in kostprijs-stijgingen op bedrijfsniveau en dat een gedeelte van de energieprijzen kan worden geabsorbeerd door bedrijven door middel van innovatie en het treffen van kostprijs verlagende maatregelen om het energiegebruik terug te dringen.

In Hoofdstuk 3 bekijken we daarom de situatie vanuit het perspectief van de individuele sectoren en bekijken wij in hoeverre wij het aannemelijk vinden dat de sectoren een unilaterale CO₂-prijs zouden kunnen doorberekenen naar de eindgebruiker zonder verlies van concurrentiepositie.

2.11 Samenvattend overzicht scenario's

Tabel 36 geeft een samenvattend overzicht van de berekende effecten voor de zeven sectoren gezamenlijk volgens de diverse scenario's die in dit hoofdstuk zijn gepresenteerd. Hierbij zijn alleen de effecten van de CO₂-minimumprijs in 2030 geven als nationale totalen op:

- CO₂-besparing in de industrie;
- potentiële koolstoflekkage;
- potentiële heffingsopbrengsten;
- actuele heffingsopbrengsten.

Overigens zijn niet alle effecten bij de gevoeligheidsanalyse volledig gekwantificeerd omdat de gevoeligheidsanalyses vooral dienden om de gevoeligheid op de potentiële koolstoflekkage te bepalen.

Tabel 36 – Totale effecten in 2030 van de zeven sectoren gezamenlijk volgens de verschillende scenario's die zijn doorgerekend in dit hoofdstuk

Scenario	CO ₂ -besparing in de industrie*	Potentiële koolstoflekkage	Potentiële heffingsopbrengsten	Netto heffingsopbrengsten
Eenheid	Mt	Mt	MioEUR	MioEUR
Regeerakkoord prijspad tot € 43/tCO ₂ t.o.v. NEV	1,4	0,6-4,0	853	745-837
Regeerakkoord prijspad tot € 43/tCO ₂ t.o.v. WEO	0,9	0,4-2,7	581	532-574
Sterker prijspad tot € 55/tCO ₂ t.o.v. NEV	3,1	0,8-5,4	1.175	964-1.144
Sterker prijspad tot € 55/tCO ₂ t.o.v. WEO	2,4	0,6-4,0	933	812-915
Regeerakkoord prijspad rekening houdend met ander beleid	1,4	0,2-1,4	586	561-582
Vaste heffing € 5/tCO ₂ t/m 2025 en € 10/tCO ₂ vanaf 2026	0,5	0,2-1,5	323	308-321

* CO₂-besparing exclusief koolstoflekkage. Om de totale effecten op CO₂-emissies in de industrie te berekenen zouden de waarden uit kolom 2 en kolom 3 moeten worden opgeteld.

3 Kwalitatieve beschouwing

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de kwantitatieve resultaten uit Hoofdstuk 2 van nadere duiding voorzien. We geven hierbij een bredere schets van het vestigingsklimaat voor de te onderzoeken sectoren vis-à-vis ons omringende landen, bijvoorbeeld infrastructuur, aanwezigheid van grondstoffen, aanwezigheid van afzetmarkten en mogelijkheden voor creëren van voordelen door synergie (bijvoorbeeld chloorcluster Rotterdam).

Daarnaast gaan we nader in op het type gedragseffecten (naast productiebeslissingen) dat te verwachten is voor de onderzochte sectoren bij verschillende hoogtes van een CO₂-minimumprijs. Te denken valt in dat kader in het bijzonder aan investerings- en energiebesparingsbeslissingen.

Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd. Eerst geven we een algemeen beeld van de achtergronden, vervolgens kijken we per sector in meer detail hoe emissies zich kunnen ontwikkelen en welke impact een CO₂-heffing kan hebben voor de sector rekening houdend met mogelijkheden om de kosten door te berekenen aan de klant.

3.2 Algemene achtergrond

De resultaten van deze studie kunnen niet los worden gezien van de algemene achtergrond rondom de CO₂-prijsontwikkeling in het EU ETS en de specifieke doelstellingen die Nederland heeft geformuleerd in, onder meer, het regeerakkoord. Hier gaan we daar nader op in. We behandelen in deze paragraaf de talloze achtergrondfactoren die van belang zijn bij het interpreteren van de resultaten van deze studie. Achtereenvolgens komen de volgende achtergronden aan bod:

- energie en klimaatbeleid;
- vestigingsklimaat.

3.2.1 Energie en klimaatbeleid

Implementatie van CO₂-afvang en -opslag in relatie tot de CO₂-minimumprijs

In het Regeerakkoord is een doelstelling opgenomen voor afvang en opslag van 18 Mton/jaar aan CO₂ bij industriële bronnen, in een recente update van de studie die daarvoor de basis was is deze doelstelling aangepast naar 7 Mton CO₂/jaar (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2018). Een verdere specificering naar typen bronnen, specifieke bedrijven en af te vangen hoeveelheden per type bron is nog in ontwikkeling. Ook voor implementatie en exploitatie benodigd beleid zijn nog in ontwikkeling, inclusief beleid en wetgeving op monitoring van veiligheid bij opslag.

Er was na het publiek worden van het Regeerakkoord in eerste instantie grote maatschappelijke weerstand tegen het voor CO₂-afvang gedefinieerde doel. Intussen is echter ook het besef ontstaan dat bij verschillende sectoren als staalproductie en raffinage geen andere — **directe**¹⁵ — opties dan

¹⁵ Met direct wordt in dit verband bedoeld bij het productieproces in een industriële sector zelf, zonder dat het door de sector geproduceerde eindproduct verandert. Een alternatief voor directe maatregelen kan bijvoorbeeld zijn overschakelen op een ander eindproduct door de sector zelf of overschakelen op een alternatief buiten de sector om. Een alternatief voor op basis van aardolie geproduceerde transportbrandstoffen als diesel en benzine is bijvoorbeeld (hernieuwbare) elektriciteit of waterstof.

CO₂-afvang voor vergaande reductie van CO₂-emissies beschikbaar zijn. Vanuit dit besef tendeert de discussie naar implementatie van CO₂-afvang bij deze sectoren en naar transport en opslag via een door een publiek-privaat partnerschap te beheren netwerk van pijpleidingen en opslaglocaties. Het kabinet wil de middelen voor de stimuleringsregeling voor duurzame energieproductie (SDE+) inzetten om ook andere emissiereductietechnologieën te stimuleren, zoals de afvang en opslag van koolstofdioxide. Dit kan emissies in de industrie, de elektriciteitssector en afvalverbrandingsinstallaties sterk verminderen. Dit staat in het regeerakkoord 'Vertrouwen in de toekomst'. Het kabinet werkt dit voornemen nog verder uit.

Een overzicht met geschatte potentiële en kosten voor CO₂-afvang bij verschillende typen industriële bronnen is opgenomen in de studie 'Kansrijk beleid voor CCS' (zie Tabel 37). Kosten voor transport en opslag bedragen naar schatting € 10-15/ton CO₂. De kosten voor transport en opslag kunnen sterk variëren, afhankelijk van de wijze van transport (per schip, per pijpleiding) en de aard (leeg gasveld, aquifer) en schaalgrootte van de opslag.

Tabel 37 – CCS-opties industrie en E-sector

	Potentieel in NL Mton CO ₂ /a	Emissie per bron Mton CO ₂ /a	Vol% CO ₂	Kosten afvang €/ton CO ₂	Ontwikkelings- stadium
Puur (of vrijwel - EtOH, NH ₃ , PER+)	2-3	0,1-1,0	> 95%	10-20	Gangbaar
H ₂ -productie	1-2	0,5	40-70%	40-50	Demo van 1 Mton/jaar
Hoogovengas	5	2-3	25%		Pilot, techniek op demoschaal beschikbaar ¹⁶
Kolencentrales, hoogovengas gestookte energiecentrale	20-25	4-8	10-15%	40-50	1 st of a kind 1 Mton/jaar ¹⁷
Grootschalige boilers en fornuizen petrochemie, raffinaderijen	10-15	0,2-1,0	10-15%	60-80	Gangbaar voor < 0,2 Mton/jaar, 1 st of a kind 1 Mton/jaar

Bron: (CE Delft, 2016).

De totale kosten voor afvang, transport en opslag kunnen voor bronnen met zeer geconcentreerde CO₂-stromen zoals bij de productie van ammoniak vergelijkbaar zijn met de overwogen heffing op CO₂ van € 20-43 per ton CO₂. CCS zou daardoor een mogelijkheid kunnen worden om aan CO₂-productie gerelateerde kosten te mitigeren of, omgekeerd, een CO₂-heffing kan ertoe leiden dat CCS rendabel wordt. Anders gezegd, implementatie van een CO₂-heffing versterkt het op implementatie van CCS gerichte overheidsbeleid, zoals de CCS Routekaart¹⁸.

¹⁶ Voor afvang van CO₂ uit hoogovengas wordt binnen het ULCOS-consortium gedacht aan toepassing van een VPSA – Vacuum Pressure swing adsorption. Deze technologie wordt bij de Valero raffinaderij in Port Arthur in de VS gedemonstreerd.

¹⁷ Retrofit bij de oudere Boundary Dam kolencentrale in Canada, zie http://sequestration.mit.edu/tools/projects/boundary_dam.html

¹⁸ In de CCS Routekaart hebben diverse stakeholders uiteengezet op welke wijze de uitrol van CCS in Nederland kan worden gerealiseerd en welke acties en activiteiten daarvoor nodig zijn.

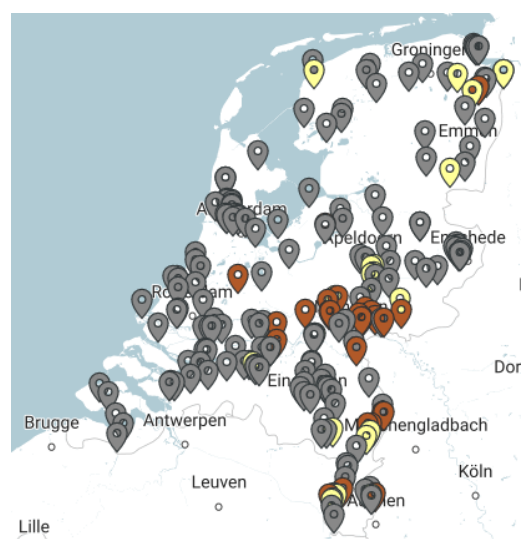
Afbouw van aardgasproductie in Nederland

Vanwege de door aardgaswinning geïnduceerde seismiek en daarmee samenhangende schade boven het Groningen gasveld zal de gaswinning uit het veld uiterlijk in 2030 worden gestopt (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2018a). Om de gaswinning voor die tijd al te kunnen beperken tot de door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) aangeraden 12 miljard m³/jaar en tegelijkertijd voldoende aardgas te kunnen produceren voor de bebouwde omgeving en contractuele exportverplichtingen heeft de Minister van Economische Zaken en Klimaat per brief (d.d. 1 februari 2018) aan 200 industriële bedrijven laat weten dat het 'onontkoombaar is' dat deze bedrijven binnen vier jaar omschakelen op hoogcalorisch aardgas of een duurzaam alternatief (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2018b). De betreffende bedrijven consumeren momenteel 5,5 miljard m³/jaar aan Gronings gas, ookwel 'G-gas' genoemd, wat overeenkomt met een emissie van een kleine 10 Mton CO₂/jaar.

De zogenaamde 'Brief van Wiebes' blijkt in de praktijk een prikkel voor bedrijven om te zoeken naar mogelijkheden voor implementatie van — gesubsidieerde — hernieuwbare energie of inkoop van stoom van derden.

Een CO₂-heffing zal een additionele prikkel voor bedrijven zijn voor implementatie van hernieuwbare energie of inkoop van stoom bij derden. Anders gezegd, implementatie van een CO₂-heffing versterkt het overheidsbeleid dat gericht is op afbouw van het gebruik van Groningen aardgas in de industrie.

Figuur 3 – Locaties en aard van aangeschreven bedrijven



Bron: (Follow the Money, 2018).

Legenda: ● Papier en verpakingsmaterialen ● Steen- en dakpanfabrieken ● Overig

Duurzame energie

Bedrijven hebben in principe ook de mogelijkheid om warmteproductie op basis van fossiele brandstoffen te vervangen door hernieuwbare energie. Hernieuwbare energie kan bijvoorbeeld diepe of ultradiepe geothermie zijn voor productie van warmte of warmteproductie op basis van vaste biomassa of biogas/groengas. Deze ontwikkeling is relevant voor de studie omdat hij de broeikasgas-emissies reduceert en de meerkosten ten opzichte van warmteproductie op basis van fossiele energie kunnen daarbij door de overheid worden gecompenseerd onder de SDE+-regeling.

Energiebesparing

De energie-intensieve industrie heeft een akkoord gesloten dat zal leiden tot een extra energiebesparing van 9 petajoule (PJ) in 2020 (Borgingscommissie Energieakkoord, 2017). De energie-intensieve bedrijven hebben in het akkoord individuele besparingsafspraken gemaakt die optellen tot totaal 9 PJ. Bij de realisatie van deze besparingen kan voor bepaalde technieken fiscale regelingen (VAMIL, EIA) worden gebruikt om kosten voor investeringen (deels) gecompenseerd te krijgen. Verder zet het huidige overheidsbeleid in op strenger handhaven van de verplichting onder de Wet milieubeheer om besparingsmaatregelen te implementeren die binnen vijf jaar kunnen worden terugverdiend. Dit beleid is echter niet van toepassing op bedrijven die onder de EU ETS vallen, omdat deze bedrijven expliciet zijn uitgesloten in de Wet milieubeheer.

3.2.2 Vestigingsklimaat en concurrentiepositie

Het vestigingsklimaat en de concurrentiepositie van een land worden door veel partijen bestudeerd. Nederland scoort goed op een aantal ranglijsten voor het vestigingsklimaat in landen, regio's en/of steden in Europa of over de hele wereld. Voorbeelden van de ranglijsten waarop Nederland goed scoort zijn de ranglijsten gepubliceerd door World Energy Forum (WEF), Forbes, fDi Magazine en Ernst & Young. Nederland staat in deze ranglijst en in de top 10, zie Tabel 38.

Tabel 38 – Overzicht van ranking rapporten en de score van Nederland als vestigingsplaats

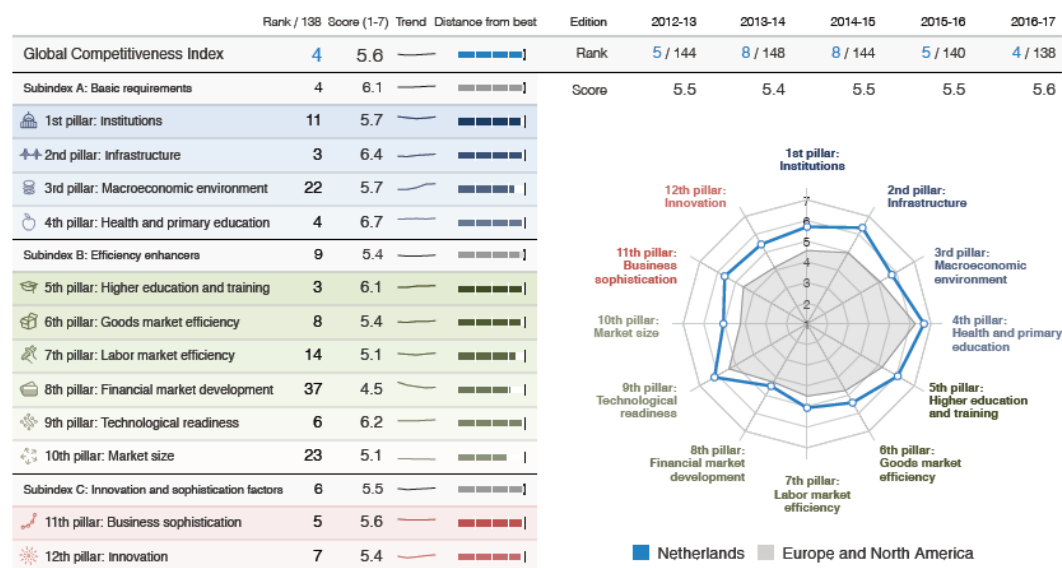
Ranking NL	Report and subject	Periode
4	WEF's Global Competitiveness Report	2017-2018
3	Forbes' Best countries for business	2018
5	IMD's World Competitiveness Scoreboard	2017
6	Ernst & Young's 2017 European Attractiveness Survey	2017

Bij vergelijking van deze studies blijkt dat er grofweg twee methoden zijn om het vestigingsklimaat te bepalen:

1. Door het tellen van het aantal bedrijven dat zich nieuw vestigt in een land, regio of stad. De fDi-ranglijsten zijn hiervan een voorbeeld.
2. Het wegen van een groot aantal criteria die als doorslaggevend gezien worden voor het vestigingsklimaat in een land. Een voorbeeld daarvan is de Performance overview zoals die opgesteld wordt door de WEF, zie Figuur 4.

Figuur 4 – Score van Nederland op de verschillende criteria

Performance overview



The Netherlands continues its climb toward the top of the index, improving its score and rising by one spot to 4th. This is the result of small improvements across all three subindexes, with a solid and even performance across the pillars including top 10 ranks for infrastructure, health and primary education, higher education and training, goods market efficiency, technological readiness, business sophistication, and innovation. The Netherlands scores especially high on the quality of its scientific research institutions (4th) and closeness of links between universities and the private sector (5th). Success

stories of social innovation are particularly frequent in the Netherlands. One weakness is its 37th rank in financial market development, as both the perceived efficiency of and confidence and trust in the financial sector are low. On a continued upward trend, the country registers large positive moves again this year for labor market efficiency indicators, including for ease of hiring and firing; this comes in the wake of the entry into effect of the Work and Security Act in mid-2015. Importantly, the Act attempts to improve the position of flexible workers and simplifies dismissal procedures.

Naast de rangorde van Nederland in Europa heeft Ernst & Young ook een special uitgebracht over het vestigingsklimaat in Nederland (Netherlands Attractiveness Survey, 2017). Hierin worden als positieve punten genoemd: kwaliteit van leven (91%), logistiek en infrastructuur (83%) en digitale infrastructuur (81%). Bij de zwakke punten worden de arbeidskosten (47%), flexibiliteit in arbeidsrecht (32%) en het fiscale klimaat (21%) genoemd. Waarbij opgemerkt moet worden dat de tevredenheid over het belastingklimaat nog nooit zo hoog geweest is, maar het vertrouwen dat het zo goed blijft daalt. Gevraagd naar wat Nederland moet doen om de aantrekkelijkheid te verhogen wordt alleen het versterken van technologie en innovatie genoemd door investeerders.

Er is nog geen impact assessment uitgevoerd die het effect op de concurrentiepositie van dit pakket van maatregelen in kaart heeft gebracht.

Beperkingen ranglijsten

Ernst & Young baseert de analyse van de aantrekkelijkheid van Europa ook op gedrag en perceptie van investeerders. Hieruit blijkt dat West-Europa nog steeds door de meeste investeerders als de meest aantrekkelijke regio wordt gezien, echter de bedrijven die al geïnvesteerd hebben in de EU zijn sterker overtuigd dan de bedrijven die dat nog niet gedaan hebben. Gezien het feit dat 815 van de ondervraagde bedrijven op de een of andere manier vertegenwoordigd zijn in de EU en 53% van de ondervraagden zelf in de EU gestationeerd zijn, zou dat kunnen wijzen op Westers referentiekader dat automatisch voorkeur geeft aan Westerse landen.

De vraag is in hoeverre alle genoemde rapporten gekleurd zijn door een Westers referentiekader aangezien het onduidelijk is in hoeverre rapporten van Aziatische instituties het vestigingsklimaat anders waarderen dan de hier genoemde rapporten. Dit geldt met name voor ranglijsten die het vestigingsklimaat scoren op basis van vooraf vastgestelde criteria zoals de performance overview van de WEF. Bij ranglijsten zoals opgesteld door de fDi gaat het om bedrijven die zich daadwerkelijk in een land, regio of stad vestigen. Dit is een kwestie van tellen. Maar omdat er maar in zeer beperkte mate nieuwe vestigingen zijn gekomen van energie-intensieve industrie in Europa in de laatste 20 jaar lijken dat soort ranglijsten minder relevant.

Het feit dat er weinig nieuwe bedrijven in de energie-intensieve industrie naar Nederland of Europa zijn gekomen in de laatste 20 jaar roept de vraag op hoe belangrijk is het vestigingsklimaat is voor deze bedrijven en in hoeverre het gaat om de omvang en bereikbaarheid van de markt. De omvang van de markt voor de Europese productielocaties daalt de laatste jaren omdat de industrie in Europa oorspronkelijk is gebouwd om te produceren voor de wereld. Inmiddels zijn in Azië en het Midden-Oosten steeds meer bedrijven in staat om de concurrentie met Europese bedrijven aan te gaan en door schaliegasrevolutie is ook de concurrentie kracht van de Noord-Amerikaanse bedrijven weer vergroot. De Europese markt is gestabiliseerd of groeit nog maar langzaam. Alles bij elkaar zorgt dit voor een beperking van de capaciteitsgroei bij de Nederlandse bedrijven. De bereikbaarheid van de Europese en Nederlandse markt is zeer goed door de uitstekende infrastructuur. Dit geldt echter ook voor de vele bedrijven die vanaf elders hun producten importeren via de vele zeehavens.

3.3 Sectorale analyse: Voedingsmiddelenindustrie

De voedingsmiddelenindustrie is een diverse sector. Voor een nadere beschouwing van de concurrentiepositie in relatie tot het energiegebruik hebben we gekeken naar een tweetal deelsectoren met een relatief significant aandeel in het totale energiegebruik in de sector, maar met een totaal verschillende structuur: de zuivelindustrie en de industrie die zetmeelproductie uit granen omvat. De granenzetmeelindustrie bestaat in Nederland uit twee grote producenten (Tate & Lyle en Cargill), waarvan de hoofdkantoren beiden in het buitenland gevestigd zijn. Deze fabrieken moeten met andere dochters van hun moederbedrijf concurreren om middelen voor investeringen. Sterke punten van Nederland zijn de grote veehouderij waardoor rest en bijproducten hoogwaardig afgezet kunnen worden en de goede infrastructuur voor de aanvoer van grondstoffen uit gebieden waar wel veel graan geproduceerd wordt.

De zuivelindustrie bestaat uit ongeveer 50 productielocaties. De Nederlandse zuivelindustrie heeft een sterke internationale concurrentiepositie. Nederland is een belangrijke speler op de markt buiten Europa, wat haar een goede uitgangspositie geeft voor de toekomst aangezien daar – in tegenstelling tot in Europa – nog een groei naar de zuivelvraag wordt verwacht. Bijna de helft van de fabrieken in de zuivelindustrie is in handen van het Nederlandse FrieslandCampina. FrieslandCampina is een coöperatie met 18.645 ledenmelkveehouders in Nederland, Duitsland en België en is een van de grootste zuivelcoöperaties in de wereld.

In beide sectoren geldt dat de mogelijkheden voor energiebesparing beperkt zijn. Voor beide sectoren geldt ook dat CCS geen optie is om de CO₂-uitstoot te reduceren door de relatief lage energievraag en de lage concentratie van CO₂ in de rookgassen uit de eerdergenoemde processen. Optioneel is wel om de warmteproductie hernieuwbaar te maken door middel van bijvoorbeeld geothermie – in de zuivelindustrie zijn al projecten op dit gebied bezig. Een CO₂-heffing zou deze ontwikkelen hoogstwaarschijnlijk versnellen. Daarnaast zouden bij de implementatie van een dergelijke heffing de nog operationele WKC-units in beide industrieën kunnen worden vervangen door een stoomketel om CO₂ te besparen (ook al is voor het Nederlandse energiesysteem als geheel de uitstootreductie hiervan beperkt of zelfs negatief).

De CO₂-heffing zorgt ervoor dat de concurrentiepositie t.o.v. andere fabrieken in Europa die geen CO₂-heffing hoeven te betalen verslechtert.

De zuivelindustrie is verticaal geïntegreerd met haar grondstofleveranciers: de melkveehouderijen. Hierdoor is verplaatsing van de productie of een investeringsstop vanwege een CO₂-heffing niet waarschijnlijk. Maar het zal met name de exportmarkt beïnvloeden. Het grootste gedeelte van de productie is bestemd voor de export. Hoe groot dit effect is, is onbekend.

De fabrieken die granen verwerken tot zetmeel en suikers, zijn onderdeel van internationale beursgenoteerde bedrijven. Het is waarschijnlijk dat deze bedrijven marktaandeel of margeverliezen omdat er nu al veel import is van graanzetmeel uit omringende landen waar geen heffing betaald hoeft te worden. Zodra er investeringen in het bedrijf nodig zijn, is het zeer waarschijnlijk dat dit de betreffende bedrijven op achterstand zet vanwege het hogere kostenniveau en dus langere terugverdiëntijden.

3.4 Sectorale analyse: Papierindustrie

Het deel binnen de papierindustrie waarin het grootste energieverbruik plaatsvindt, is de productie van papier en karton bij de papier- en kartonfabrieken – hiervan zijn er in Nederland 22 (2016). Het grootste deel hiervan is in buitenlandse handen. Ongeveer 2/3 van het geproduceerde papier wordt naar omliggende landen in de EU geëxporteerd en ongeveer 1/5 is voor eigen gebruik.

De sector werkt al decennia gestaag aan het verlagen van het energieverbruik en er is veel ontwikkeling op het gebied van nieuwe, zuinigere processen. CCS is in de papierindustrie geen echte optie vanwege de relatief beperkte energievraag en lage concentratie van CO₂ in de rookgassen. Hernieuwbare energieprojecten zijn wel al opgestart in de papierindustrie.

80% van de Nederlandse papier- en kartonproductie heeft als grondstof oud papier. Dit is gunstig voor het energieverbruik van de sector, omdat het verpulpen van houtvezels voor virgin papier erg energieintensief is. Daarnaast bedienen Nederlandse papierproducenten met onder andere hun producten op basis van gerecycled papier een aantal internationale nichemarkten.

Van oudsher worden papiermarkten van elkaar gescheiden door de afstand waarover het nog rendabel is om papier te vervoeren. Dit komt omdat transportkosten een belangrijk deel van de prijs van papier en karton vormen. Deze afstand is voor zeer grote efficiënte machines in andere EU-landen wat groter dan voor de beperktere schaal van de Nederlandse fabrieken. De CO₂-heffing in Nederland kan voor producenten in de ons omringende landen als een transportsubsidie gezien worden, terwijl Nederlandse producenten door de extra kosten door de heffing hun producten minder ver kunnen exporteren. Een CO₂-heffing van 20 €/ton komt neer op een heffing van circa 12-14 €/ton op de prijs van papier en karton geproduceerd uit oud papier en op 20-32 €/ton voor papier en karton op basis van virgin fibres.

Naar verwachting kan circa 15% van deze heffing gecompenseerd worden met energiebesparende maatregelen. Daarnaast kunnen bedrijven met een WKC circa 30% emissies reduceren door over te schakelen van een WKC op een boiler (voor het Nederlandse energiesysteem als geheel is de uitstootreductie hiervan beperkt of zelfs negatief). Daarmee komt het netto effect van de heffing neer op 7-12 €/ton voor recycled papier en 11-27 €/ton virgin papier.

Van grafisch papier is het bekend dat de internationale concurrentie nu al groot is bij een marktvraag die in het beste geval stabiel is. Voor deze bedrijven zal het zo goed als onmogelijk zijn deze prijsverhoging door te voeren. Voor de overige bedrijven geldt dat het onduidelijk is in hoeverre de vraag naar hun product door andere producenten overgenomen kan worden, of dat ze wel in staat zijn om door te berekenen, hetzij om dat ze een uniek product produceren hetzij omdat de markt waarvoor ze produceren zo sterk groeit dat er ondanks de prijsstijging toch nog vraag blijft.

Voor alle fabrieken geldt dat deze heffing hun concurrentiepositie verzwakt op het moment dat ze investeringen nodig hebben.

3.5 Sectorale analyse: Raffinage-industrie

De Nederlandse raffinagesector bestaat voornamelijk uit zes grote raffinaderijen. De afgelopen jaren verschenen een aantal studies over de concurrentiepositie van Europese raffinaderijen in de toekomst (CIEP, 2016); (CIEP, 2018); (Roland Berger, 2014)). Uit deze studies blijkt dat vooral raffinaderijen die verregaand zijn geïntegreerd met de petrochemisch industrie in een land kans hebben om concurrerend te blijven. Deze analyse wordt bevestigd door economische marges van twee typen raffinaderijen (skimming en complexe raffinaderijen) in Europa en invloed van een CO₂-heffing van 20 €/ton. Dan blijkt dat er alleen voor de complexere raffinaderijen (zoals de eerdergenoemde petrochemisch-geïntegreerde) een marge overblijft.

CCS wordt binnen de sector gezien als optie om CO₂-uitstoot te reduceren. Via de OCAP-leiding is er bij Shell Pernis al CO₂-afgevangen, maar verder wordt benadrukt dat er voor CCS (dus in combinatie met opslag) nog geen businesscase is. Verdergaande integratie (uitwisseling van restwarmte en -producten) van raffinaderijen met de industrie eromheen kan de kansen voor een raffinaderij vergroten en het kan voor overheden die graag onafhankelijk blijven van andere landen als het gaat om raffinageproducten dus lonen om zulke integratie te stimuleren (CIEP, 2018).

Op basis van deze economische analyse is de verwachting dat de ExxonMobil Botlek-raffinaderij en de Shell Pernis-raffinaderij de grootste kans hebben om concurrerend te blijven. In mindere mate geldt dit ook voor Zeeland Refinery in Vlissingen en de BP-raffinaderij op de Maasvlakte. Niettemin zijn er andere overwegingen zoals de kosten van het opruimen en schoonmaken van het raffinaderij terrein die ervoor kunnen zorgen dat raffinaderijen op beperktere schaal blijven draaien, ondanks het grote negatieve effect dat een dergelijke heffing heeft op de marges van de Nederlandse raffinaderijen.

Voor alle raffinaderijen geldt dat deze heffing hun concurrentiepositie verzwakt op het moment dat ze investeringen nodig hebben.

3.6 Sectorale analyse: Productie van industriële gassen

De industrie voor de productie van industriële gassen bestaat in Nederland uit vijftien bedrijven (2016). Met de productie van waterstof is de hoogste CO₂-uitstoot gemoeid en de analyse hier richt zich dan ook op deze deelsector. Waterstof wordt in Nederland door twee buitenlandse bedrijven geproduceerd: Air Products en Air Liquide. Daarnaast is er op een aantal andere plekken eigen-productie van waterstof – zoals bij de raffinaderijen Shell Pernis en Zeeland Refinery. Raffinaderijen worden via (soms internationale) pijpleidingen met waterstof voorzien, bij andere afnemers van waterstof wordt het bijvoorbeeld in tanks geleverd. Een deel van de waterstofproductie is captive: er is een langlopend contract tussen de producent en de afnemer ervan.

De concurrentiepositie van deze bedrijven is zeer sterk. Hun verkoopprijs is zoals ze zeggen niet gebaseerd op de kostprijs van de productie van waterstof maar op leverzekerheid. Daarmee ligt de prijs een factor hoger. Als raffinaderijen open zullen blijven in Nederland, zal de vraag naar waterstof waarschijnlijk toenemen vanwege een verhoogde (internationale) vraag naar ontzwavelde brandstoffen, waarbij waterstof nodig is. Voor zover het de twee meer recent gerealiseerde grootschalige en aan concrete afnemers (ExxonMobil-raffinaderij en Neste) leverende waterstoffabrieken van respectievelijk Air Products en Air Liquide betreft, kunnen beide bedrijven aan een CO₂-heffing gerelateerde meerkosten in theorie doorberekenen aan hun afnemer. Air Products' waterstoffabriek is echter qua stoomsysteem en grondstoffen dusdanig geïntegreerd met de ExxonMobil-raffinaderij

dat het maar de vraag is of dit inderdaad een optie is. Voor andere afnemers zou Air Liquide mogelijk ook productie in Nederland kunnen substitueren door buitenlandse productie en import via Air Liquide's buisleidingennet in Noordwest-Europa - mits de transportcapaciteit daarvan voldoende groot is en beschikbare productiecapaciteit bij andere waterstoffabrieken voldoende is. Samenvattend zijn de mogelijkheden voor doorberekenen van meerkosten uit een CO₂-heffing waarschijnlijk sterk afhankelijk van fabriek specifieke aspecten als wel of niet geïntegreerd zijn met de afnemer en aangesloten zijn op een uitgebreid buisleidingennetwerk.

Verder is er in het kader van het voorbereiden van compliance met de klimaatdoelen een ontwikkeling gaande gericht op het aanleggen van netwerken voor transport van CO₂-vrije waterstof. Dit betekent enerzijds dat steeds meer bedrijven aangesloten zullen worden op een buisleiding, maar ook dat die buisleiding bedoeld is voor transport en distributie van waterstof. Echter voor de aanleg van de benodigde infrastructuur zijn nog geen voldoende garanties.

Als de fabriek in staat is de CO₂-heffing door te berekenen dan zou de betreffende productielocatie door een combinatie van de hogere energieprijzen (door de CO₂-heffing) en subsidie uit het EU Innovation Fund kostenneutraal klimaatneutraal kunnen worden. Dus als CO₂-heffing niet voor verplaatsing van de productie naar het buitenland zorgt kan het een hefboom zijn om in combinatie met het EU Innovation Fund de productie CO₂-neutraal te maken.

Als de fabriek niet in staat is de CO₂-heffing door te berekenen dan verzwakt dat ernstig de concurrentiepositie t.o.v. buitenlandse bedrijven.

3.7 Sectorale analyse: Kunstmestindustrie

De kunstmestindustrie is hier geanalyseerd op het meest energie- en CO₂-intensieve proces: de productie van ammoniak. Dit gebeurt bij bedrijven Yara en OCI Geleen, beide met buitenlandse hoofdkantoren.

Uit de analyse van De Bruyn et al. (2015) blijkt dat tussen 2013 en 2015 de gemiddelde CO₂-prijs uit het ETS tot een kostenstijging van ongeveer 3-6% zou leiden als alle kosten zouden worden doorberekend aan de klant. Bij een additionele heffing van € 20, zou dit impliceren dat de kostprijs stijging ongeveer 9-12% zou bedragen.

De productielocaties zijn beide relatief energetisch geoptimaliseerd. Mogelijkheden tot verdere besparing liggen nog in het terugwinnen van waterstof en ammoniak uit purgegas. Daarnaast kan CO₂-emissie gereduceerd worden door het vervangen van waterstof uit aardgas door waterstof uit waterelektrolyse of stookgas van een nabijgelegen stoomkraker. Deze reductie optie is al toegepast bij OCI. Verder kan CO₂-relatief kosten effectief afgevangen worden. Echter geen van deze opties kunnen een significante prijsstijging bij realisatie van een CO₂-heffing van 20 €/ton compenseren.

Het is onwaarschijnlijk dat de Nederlandse ammoniakproducenten hun marktaandeel kunnen behouden bij een dergelijke CO₂-heffing. Voor de kunstmestfabrieken geldt dat deze heffing hun concurrentiepositie verzwakt op het moment dat ze investeringen nodig hebben.

3.8 Sectorale analyse: Petrochemie

De petrochemische industrie omvat de verwerking van aardoliefracties tot diverse chemische producten. De focus is hier gelegd bij de productie van organische basischemicaliën middels stoomkraken van LPG, nafta en gasolie en de daarmee geïntegreerde verwerkingsprocessen voor de door de stoomkrakers geproduceerde basischemicaliën (met name etheen, propeen, butadien en aromaten). Er zijn in Nederland drie bedrijven met stoomkraakinstallaties: Dow in Terneuzen (drie krakers), Sabic in Geleen (twee krakers) en Shell in Moerdijk (één kraker). Het betreft in alle gevallen multinationals, waarbij het hoofdkwartier van de eerste twee gevestigd is buiten Nederland.

Zowel de aanvoer van grondstoffen als de afvoer van de genoemde producten vindt voor een groot deel via buispijpleidingen (soms over de grens met Antwerpen en het Ruhrgebied) plaats. Alleen bij DOW worden veel grondstoffen per schip geleverd en bij aan de afvoerkant is een belangrijke uitzondering de afzet van propeen bij Sabic. Een deel van de producten wordt in eigen bedrijf of in de omgeving verwerkt tot chemisch grondstoffen. Zowel Sabic als DOW investeren veel in hun Nederlandse vestigingen. Shell Moerdijk is zeer geïntegreerd met Shell Pernis.

De productielocaties zijn verregaand energetisch geoptimaliseerd. Er zijn geen aanwijzingen dat er mogelijk CO₂-heffing met energiebesparing gecompenseerd kan worden. De meeste CO₂-uitstoot komt vrij bij de ondervuring van de stookgasfornuizen. De CO₂-concentratie in de rookgassen daarvan is laag, wat CO₂-afvang bij dit proces relatief duur maakt. Er zijn geen voorbeelden van het gebruik van hernieuwbare energie bij stoomkraken. Gezien de orde van grootte van de prijsverhoging circa 3% in een markt met prijschommelingen van 30% is het de vraag of het een effect op het marktaandeel heeft. Mogelijk kunnen deze bedrijven deze vermindering van hun marge opvangen, maar het verslechtert hun positie wanneer investeringen aangetrokken moeten worden.

3.9 Sectorale analyse: IJzer en staal

De sector ijzer- en staalproductie omvat de vervaardiging van ijzer, staal en ferrolegeringen. Hier is de analyse toegespitst op de locatie met het grootste aandeel aan energieverbruik en CO₂-emissies in deze sector: de vervaardiging van staal via de hoogovenroute bij Tata Steel in IJmuiden. Tata Steel in IJmuiden is onderdeel van Tata Steel Europe waarvan het hoofdkantoor in Londen zit. Tata Steel Europe wordt samengevoegd met de staaldivisie van Thyssenkrupp uit Duitsland.

Het is onduidelijk of Tata Steel IJmuiden kan blijven concurreren als wordt gekeken naar het door hun produceerde product. Aan de ene kant is er vanwege de hoogwaardige producten die Tata Steel IJmuiden kan leveren (namelijk dun en sterk staal) geen concurrentie met staal uit staalschroot. Aan de andere kant bleek uit Europees onderzoek (de Bruyn et al., 2015) dat een additionele CO₂-prijs van € 20 tot kostprijsstijging van het geproduceerde staal van 3,1 tot 8,4% kan leiden en tot een afname van de netto winst van Tata Steel IJmuiden (in 2017 M€ 320 (Hendriks, 2017)) met circa 70%. Dat betekent dat de kapitaalpositie van Tata Steel sterk zal verslechteren en het bedrijf tegelijkertijd minder interessant wordt voor investeerders omdat door het hogere kostenniveau langere terugverdiendtijden gelden dan bij andere staalfabrieken. Deze onzekerheid was ook in Hoofdstuk 2 geconstateerd bij het grote onzekerheidsinterval dat de Armington-elasticiteiten gaven voor de IJzer en staal industrie.

De productielocatie in IJmuiden is relatief energiezuinig, wat gunstig is voor de concurrentiepositie maar aan de andere kant vrijwel geen ruimte biedt voor reductie van CO₂-uitstoot middels energiebesparing. Ook procesinnovatie middels bijvoorbeeld het Hisarna-proces, zal in de periode tot aan 2030 geen mogelijkheden bieden voor significante reductie van broeikasgasemissies en aan een CO₂-heffing gerelateerde additionele kosten, aangezien pas in 2022 zou kunnen worden begonnen met een grootschalige demonstratie-installatie (Kiesewetter & Bie, 2017).

4 Conclusies en interpretatie

4.1 Conclusies

In deze studie is onderzocht wat de effecten van een CO₂-minimumprijs voor de directe emissies in de energie-intensieve industrie in Nederland zouden zijn. Daarbij is gekeken naar een CO₂-minimumprijs die eenzelfde prijsverloop kent als de CO₂-minimumprijs voor de elektriciteitssector zoals aangekondigd in het Regeerakkoord die oploopt van € 18 per ton CO₂ in 2020 naar € 43 per ton CO₂ in 2030. Onderzocht is het effect van de CO₂-heffing op de ontwikkeling van de kostprijzen, de behaalde CO₂-reductie én de concurrentiepositie van de industrie, waarbij de invloed op de concurrentiepositie wordt vermeld als potentieel verlies aan toegevoegde waarde en koolstoflekage. De energie-intensieve industriële sectoren die zijn meegenomen in deze studie zijn: ijzer en staal, petrochemie, industriële gassen, kunstmest, voedingsmiddelenindustrie, raffinaderijen en de papierindustrie.

Een unilaterale CO₂-minimumprijs zal leiden tot hogere kosten voor Nederlandse bedrijven die aan het EU ETS deelnemen. Omdat bedrijven de kostprijsverhoging zullen willen beperken, gaan ze over tot maatregelen die de CO₂-uitstoot reduceren (energiebesparing, CCS, biomassa). Een deel van de kostprijsverhoging kunnen ze echter niet vermijden en zal dit leiden tot een verslechtering van hun internationale concurrentiepositie. Dat laatste heeft tot gevolg dat een deel van de industriële productie zich zal verplaatsen naar het buitenland: dit hoeft geen letterlijke verplaatsing te zijn, maar zal in de praktijk vaak verlies van marktaandeel aan bedrijven in landen die geen CO₂-minimumprijs kennen. Het verlies aan marktaandeel betekent een verlies aan toegevoegde waarde voor Nederland. Daardoor wordt de productie van de Nederlandse industrie minder en vindt de CO₂-uitstoot gerelateerd aan de verplaatste productie niet meer in Nederland plaats maar in het buitenland (zogenaaamde koolstoflekage).

Uit onze berekeningen blijkt dat de CO₂-minimumprijs zou leiden tot een kostprijsstijging die per sector varieert van enkele tienden van procenten voor de voedselindustrie tot 3,8% voor de kunstmestindustrie ten opzichte van het basispad van CO₂-prijzen uit de WEO. Bij het basispad uit de NEV zou de kostprijsstijging kunnen oplopen tot maximaal 5,7%. Door de CO₂-heffing ontstaat er een stimulans om te investeren in maatregelen om de CO₂-emissies te beperken. De voorgestelde CO₂-heffing is te klein om ervoor te zorgen dat CCS rendabel wordt in de industrie voor 2030. Daarom zullen er vooral maatregelen worden genomen die de procesefficiency van bedrijven verbeteren. Door de heffing zal er een additionele besparing optreden van 0,9 Mt in 2030 ten opzichte van het basispad van CO₂-prijzen uit de WEO, en 1,4 Mt ten opzichte van het lagere basispad uit de NEV.

De potentiële koolstoflekage kan minstens even groot zijn. Het verlies aan marktaandeel is in deze studie berekend via een partiële benadering waarbij we de effecten op de concurrentiepositie van de unilaterale kostprijsstijging hebben doorberekend met behulp van Armington-elasticiteiten tussen Nederland en haar belangrijkste handelspartners. Deze analyse laat zien dat weglekeffecten in theorie groot kunnen zijn, maar dat de onzekerheid ook erg groot is. Aan de onderkant van het onzekerheidsinterval kan men beredeneren dat de weglekeffecten niet groter zijn dan 5%, en voor veel sectoren minder. Maar aan de bovenkant zouden de weglekeffecten ook meer dan 35% kunnen zijn (voor de ijzer en staalindustrie) vergeleken met het autonome prijspad uit de WEO. Indien het minder waarschijnlijke basisprijspad uit de NEV 2017 wordt gekozen, zullen de weglekeffecten nog groter zijn.

Door het verlies aan marktaandeel zal er koolstoflekkage ontstaan. Onze berekeningen laten zien dat de potentiële koolstoflekkage, ten opzichte van het basispad van de WEO, 0,4 tot 2,7 Mt CO₂ kan bedragen. De totale CO₂-reductie van de CO₂-minimumprijs komt dus uit op 1,3 tot 3,6 Mt CO₂ voor de beschouwde zeven sectoren, waarvan bij de bovengrens het grootste deel veroorzaakt wordt door koolstoflekkage. De bruto heffingsopbrengsten van de CO₂-minimumprijs bedragen € 580 miljoen ten opzichte van het basispad van de WEO – door het weglekeffect zullen deze nog 7 tot 50 miljoen lager uitpakken.

In de gevoeligheidsanalyse hebben we onderzocht wat de effecten zouden zijn van een hogere CO₂-minimumprijs en een analyse waarbij een bredere beleidsveldblik wordt gekozen. Een hogere CO₂-prijs maakt dat de investeringen in CCS aantrekkelijk worden. Deze investeringen kunnen als een soort van ‘back-stop’ technologie worden beschouwd in een aantal sectoren (met name industriële gassen en in mindere mate raffinaderijen en ijzer en staal). Daarom zal de kostprijsstijging van een hogere CO₂-prijs relatief beperkt zijn.

Ook hebben we onderzocht wat de effecten zouden zijn als niet alleen de CO₂-minimumprijs maar het hele beleidsveld die leidt tot ongelijkheid in energieprijzen en winstbelastingen wordt meegenomen. Een eerste analyse naar de effecten laat zien dat Nederland relatieve voordelen toekent aan bedrijven op het gebied van de degressiviteit van energiebelastingen. Ook de aangekondigde verlaging van de vennootschapsbelasting zal het Nederlandse bedrijfsleven concurrerender maken. Als dergelijke ‘voordelen’ worden gevoegd bij de voorgestelde uitbreiding van de CO₂-minimumprijs blijkt dat de voordelen min of meer vergelijkbaar zijn met de additionele kosten van de CO₂-minimumprijs en dat voor alle sectoren, met uitzondering van de kunstmestindustrie, de effecten op de concurrentiepositie verwaarloosbaar zijn (zie ook hierna).

4.2 Interpretatie van de resultaten

Op deze analyse moeten drie nuances worden aangebracht:

- de CO₂-minimumprijs kan tot effecten op innovatie leiden die hier niet zijn gekwantificeerd;
- de CO₂-minimumprijs kan minder nadelige effecten op de concurrentiepositie van de industrie geven doordat de basisprijzen in het EU ETS sneller stijgen dan in deze studie verondersteld (of de CO₂-minimumprijs kan worden verhoogd);
- de CO₂-minimumprijzen zullen tot minder nadelige effecten op de concurrentiepositie van de industrie geven als ook terugsluis wordt meegenomen.

Effecten op innovatie zijn niet meegenomen

Een reden waarom de beschouwde potentiële koolstoflekkage, zoals berekend met de theorie van de Armington-elasticiteiten kan meevallen is gelegen dat er bij de theorie geen rekening wordt gehouden met eventuele terugkoppelingen op innovatie zoals in de Porter-hypothese (Porter en van der Linde, 1995). In de optiek van Porter en van der Linde kan aanvullend unilateraal milieubeleid juist tot kostenvoordelen leiden voor bedrijven. Hierbij moet worden opgemerkt dat de internationale empirische literatuur (Lannoie et al., 2009; Brannlund and Lundgren, 2009) van mening is dat deze hypothese niet empirisch bewezen kan worden en dat milieubeleid weliswaar tot een productiviteitsstijging van ondernemingen kan leiden, maar dat de voordelen van deze stijging niet opweegt tegen de kosten van het milieubeleid. Dus de netto-effecten zijn nog steeds een verlies aan concurrentiepositie, maar wel lager dan verondersteld door de theorie van Armington-elasticiteiten. Dat komt vooral doordat de Armington-elasticiteiten niet de dynamische impact van innovatie meeneemt. Dat blijkt ook uit internationale literatuur die ex-post de invloed van unilaterale prijsverschillen in energiekosten op handelsvolumes heeft ingeschat. De daadwerkelijke effecten zullen dus waarschijnlijk lager zijn dan de partiële analyse in deze studie met Armington-elasticiteiten heeft laten zien.

CO₂-prijzen in het ETS kunnen sterker stijgen dan in deze studie verondersteld

Een tweede voorbehoud is dat de CO₂-prijzen in het ETS sterker kunnen stijgen dan voorzien in de NEV en World Energy Outlook uit 2017. Dit komt door de hogere vraag naar rechten door de aanhoudende economische groei én door de recente aanpassingen in het EU ETS. Begin 2018 is de Revised EU ETS Directive aangenomen (EC/2018/410). In deze revisie van de ETS Directive worden meer maatregelen aangekondigd om het overaanbod van rechten in het EU ETS aan te pakken. Dat gebeurt vooral door het verhogen van de lineaire reductiefactor van 1,74 naar 2,2%; het installeren van een Market Stability Reserve waarin op een snelle manier het overaanbod van rechten in wordt opgenomen (inclusief de rechten die door de *Backloading* tussen 2014 en 2016 niet op de markt zijn gebracht) en vooral door het permanent schrappen van alle rechten in 2023 in het Market Stability Reserve zijn opgenomen die groter zijn dan het jaarvolume van de te veilen rechten. Met name deze laatste maatregel, door de Europese Raad naar voren gebracht, was nog niet bekend in 2017 en analisten verwachten een groot prijsopdrijvend effect van deze maatregel omdat er een permanente schaarste gaat ontstaan van rechten in het EU ETS. Recente marktvoorspellingen, zoals van Bloomberg, maken dan ook gewag van prijsvoorspellingen die overeenkomen met het prijsverloop van de CO₂-minimumprijs. Aan de ene kant betekent dit dat de weglekeffecten van de CO₂-minimumprijs veel lager zullen zijn, omdat er geen carbon leakage meer plaatsvindt naar landen die deelnemen aan het EU ETS. Aan de andere kant betekent dit dat een CO₂-minimumprijs de Nederlandse industrie goed kan voorbereiden op de aankomende prijsstijging in het EU ETS. Ook kan het de wegmaken naar een hoger prijspad van de CO₂-minimumprijs. Een gevoeligheidsanalyse in deze studie liet zien dat een prijspad van een CO₂-minimumprijs die zou oplopen naar € 55/tCO₂ in 2030 ook investeringen in CCS rendabel zou maken in sommige subsectoren van de industrie.

Terugsluis is niet meegenomen

Tot slot moeten de resultaten uit deze studie worden bekeken vanuit het licht dat er geen terugsluis van de heffingsopbrengsten is verondersteld. De onderzochte situatie in deze studie leidt dus tot een netto lastenverzwaring voor de industrie. Mede daarom moeten de resultaten uit deze studie als partieel worden beschouwd. De studie geeft dus een eerste inzicht in de mogelijke effecten van een CO₂-minimumprijs voor de industrie. Idealiter zou deze studie later nog moeten worden uitgebreid met een studie waarbij ook de besteding van de heffingsopbrengsten worden betrokken. Met een gerichte terugsluis van heffingsopbrengsten richting, bijvoorbeeld, innovatie van koolstofarme technologieën zou er ook een concurrentievoordeel voor het Nederlandse bedrijfsleven kunnen ontstaan.

5 Bibliografie

- Air Products, 2016. *PRISM Membrane Systems for ammonia plants...tell me more*, Noorwegen: Air Products and Chemicals.
- Armington, P., 1969. A theory of demand for products distinguished by place of production. *IMF Staff Papers*, XVI(1), pp. 159-178.
- Aspalther, L., 2016. *Estimating Industry-level Armington Elasticities For EMU Countries*, working paper 217, Vienna: WU Vienna University of Economics and Business, Department of Economics.
- Beek, E. v., 2018. *Raffinaderijen belangrijke schakel in transitie* [Interview] (30 April 2018).
- Blik op nieuws, 2008. *Positie Rotterdam in waterstof versterkt*. [Online]
Available at: <http://www.blikopnieuws.nl/2008/positie-rotterdam-in-waterstof-versterkt> [Geopend 25 Mei 2018].
- Borgingscommissie Energieakkoord, 2017. *Uitvoeringsagenda Energieakkoord 2017*, Den Haag: SER.
- Brännlund, R. & Lundgren, T., 2009. *Environmental policy without costs?: A review of the Porter hypothesis*, Umeå : Umeå University, Department of Economics. .
- CBS, 2018. *30 procent staalexport naar Duitsland*. [Online]
Available at: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/17/30-procent-staalexport-naar-duitsland> [Geopend 25 Mei 2018].
- CE Delft, 2010. *Kostentoedeling EU ETS : Wie betaalt de kosten van de derde Fase van het Europese Emissiehandelssysteem?*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2016. *Kansrijk beleid voor CCS : Bijdrage aan het programma Kansrijk Energie- en Klimaatbeleid*, Delft: CE Delft.
- CIEP, 2016. *Long-term prospects for Northwest European refining*, Den Haag: Clingendael International Energy Programme.
- CIEP, 2018. *Refinery 2050 - Refining the clean molecule*, Den Haag: Clingendael International Energy Programme.
- DCMR ; Deltalinqs, 2010. *CO2 capture and storage in Rotterdam : A Network Approach*, Rotterdam: Rotterdam Climate Initiative.
- Donnelly, W., Johnson, K. & Tsigas, M., 2004. *Revised Armington Elasticities of Substitution USITC Model and the Concordance for Constructing Consistent Set for the GTAP Model*, Washington D.C.: U.S. International Trade Commission.
- EC, 2007. *Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilisers*, Brussels: European Commission (EC).
- ECN ; PBL, 2016. *Kostenefficiëntie van beleidsmaatregelen ter vermindering van broeikasgasemissies : Bijlage bij het IBO kostenefficiëntie CO2-reductiemaatregelen*, Petten: ECN.
- ECN ; Wood Mackenzie, 2015. *Emissies van raffinaderijen, vanuit concurrentieperspectief*, Petten: ECN.
- Edenhofer, O. et al., 2017. *Decarbonization and EU ETS Reform : Introducing a price floor to drive low-carbon investments. Policy Paper*, Berlin: Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH.
- Ederington, J. & Minier, J., 2003. Is Environmental Policy a Secondary Trade Barrier? : An Empirical Analysis. *Canadian Journal of Economics*, 36(1), pp. 137-154.
- Essenscia, sd *Transports & Logistics - Pipelines: an essential mode of transport*. [Online]
Available at: http://www.essenscia.be/en/transport_logistics [Geopend 25 Mei 2018].
- ExxonMobil, 2003-2018. *Raffinaderij Rotterdam*. [Online]
Available at: <http://www.exxonmobil.be/nl-be/company/locations/netherlands/rotterdam-refinery> [Geopend 25 Mei 2018].
- ExxonMobil, 2016. *ExxonMobil start bouw van energie efficiënte Hydrocracker op raffinaderij Rotterdam*. [Online]



Available at: <http://www.exxonmobil.be/nl-be/company/news-and-updates/news-releases/exxonmobil-start-bouw-van-energie-efficiente-hydrocracker-op-raffinaderij> [Geopend 25 Mei 2018].

EY, 2017. *De kracht van zuivel*, Rotterdam: EY.

FD, 2018. Hoeveel gaat Dow investeren in Terneuzen?. *Financieel Dagblad (FD)*, 1 Mei, p. 15.

Follow the Money, 2018. *Dit zijn de 200 grootverbruikers van Gronings gas*. [Online] [Geopend 25 Mei 2018].

FrieslandCampina, 2017. *Jaarverslag Zuivelcoöperatie FrieslandCampina U.A. 2016*, Amersfoort: Zuivelcoöperatie FrieslandCampina U.A..

Frontier Economics, 2018. *Research on the effects of a carbon price floor*, London: Frontier Economics.

Hendriks, J., 2017. *Tata Steel IJmuiden BV Reports & Accounts 2017*, Amsterdam: Deloitte Accountants B.V.

Industrielingen, 2009. *Air Products sluit overeenkomst met ExxonMobil*. [Online] Available at: <https://www.industrielingen.nl/air-products-sluit-overeenkomst-met-exxonmobil/> [Geopend 25 Mei 2018].

ING Economisch Bureau, 2018. *Utrecht de schoonste economie, Zeeland de meest vervuilde*, Amsterdam: ING Bank.

Jacobs, 2012. *Jacobs Receives Contract from SABIC for Chemical Plant in The Netherlands*. [Online] Available at: <http://invest.jacobs.com/investors/Press-Release-Details/2012/Jacobs-Receives-Contract-from-SABIC-for-Chemical-Plant-in-The-Netherlands/default.aspx> [Geopend 25 Mei 2018].

Jaffe, A. B., Peterson, S. R., Portney, P. R. & Stavins, R. N., 1995. Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing : What Does the Evidence Tell Us?. *Journal of Economic Literature* , Volume 33, p. 132–163.

Jug, J. & Mirza, D., 2005. Environmental Regulations in Gravity Equations : Evidence from Europe. *The World Economy*, 28(11), pp. 1591-1615.

Kiesewetter, H. & Bie, T. d., 2017. *ETS en innovatie*. Den Haag, Nederlandse Emissieautoriteit , p. 17.

Maas, W., 2011. *How Could Carbon Capture and Storage work for Refineries? presentation at the 9th CONCAWE Symposium, 14-15th March 2011*. Brussels, CONCAWE.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2018a. *Kamerbrief over gaswinning Groningen*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2018b. *Uitfasering gebruik Groningengas door industrie ten behoeve van vermindering van de gasvraag*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2018. *Kamerbrief over notitie: "Kosten Energie- en Klimaattransitie in 2030 - Update 2018"*, Den Haag : Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

NOS, 2018. *Grootverbruikers willen van Gronings gas af, maar weten niet hoe snel*. [Online] Available at: <https://nos.nl/artikel/2224628-grootverbruikers-willen-van-gronings-gas-af-maar-weten-niet-hoe-snel.html>

PBL, 2018. *Kosten Energie- en Klimaattransitie in 2030 : Update 2018*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Perino, G., 2018. New EU ETS Phase 4 rules temporarily puncture waterbed.. *Nature Climate Change*, 8(4), p. 262–264.

Platts, McGraw Hill Financial, 2016. *European petrochemical outlook 2016*, Londen: Platts, McGraw Hill Financial.

Porter, M., 1991. America's Green Strategy. *Scientific American* 264, no. 4 (April 1991)., 264(4), p. 168.

Porter, M. E. & Van der Linde, C., 1995. Toward a new conception of the environmental competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives* , 9(4), pp. 97-118.

Pöyry, 2014. *2004-2020 Halfway the energy transition* , Helsinki: Pöyry Management Consulting Oy.

PWC, 2018. *Vergelijking van gas- en elektriciteitsprijzen 2017*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken (EZK).

Roland Berger, 2014. *European refining in stormy waters*, Amsterdam: Roland Berger.



Saito, M., 2004. *Armington Elasticities in Intermediate Inputs Trade : A Problem in Using Multilateral Trade Data*, sl: International Monetary Fund (IMF).

Sijm, J., Chen, Y. & Hobbs, B. F., 2009. *The impact of power market structure on the pass-through of CO2 emissions trading costs to electricity prices – A theoretical approach*, Paper presented at the 17th Annual Conference of EAERE, Amsterdam, June 24-27, 2009, sl: sn

Tata Steel Europe, 2017. *Tata Steel HIsarna Factsheet Dec 2017- HIsarna: Game changer in the steel industry*. [Online]
Available at: <https://www.tatasteeleurope.com/en/innovation/hisarna/about-hisarna>
[Geopend 25 Mei 2018].

Tata Steel, 2017. *Eerste duurproef alternatief voor hoogoven van start bij Tata Steel*. [Online]
Available at: <https://www.tatasteel.nl/nl/nieuws/Eerste-duurproef-alternatief-voor-hoogoven-van-start-bij-Tata-Steel>
[Geopend 25 Mei 2018].

Tata Steel, 2017. *Joint venture Tata Steel en thyssenkrupp Memorandum van Overeenstemming*. [Online]
Available at: <https://www.tatasteel.nl/nl/nieuws/Joint-venture-Tata-Steel-en-thyssenkrupp>
[Geopend 25 Mei 2018].

Van Beers, C. & Van Den Bergh, J. C., 1997. An Empirical Multi-Country Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade Flows. *KYKLOS*, Volume 50, pp. 29-46.

VNP, 2014. *Nederlandse papier- en kartonsector realiseert 24 procent energiebesparing*. [Online]
Available at: <https://vnp.nl/papier-karton/duurzaamheid/>
[Geopend Mei 2018].

VNP, 2017a. *VNP guidelines- LCA data for paper and board products*, Hoofddorp: Koninklijke VNP.

VNP, 2017b. *2016 in cijfers (Statistieken uit VNP jaarverslag)*, Hoofddorp: Koninklijke VNP.

VNP, 2018a. *CSF4 Breakthrough technology roadmap*, Hoofddorp: Koninklijke vereniging van Nederlandse papier- en kartonfabrieken.

VNP, 2018. *Over VNP: Leden*. [Online]
Available at: <https://vnp.nl/over-vnp/leden/crown-van-gelder/>
[Geopend Mei 2018].

VNPI, 2018. *VNPI actueel : Raffinaderijen belangrijke schakel in transitie*. [Online]
Available at: <http://vnpi.nl/raffinaderijen-belangrijke-schakel-in-transitie/>
[Geopend 25 mei 2018].

VVD, CDA, D66, CU, 2017. *Regeerakkoord 2017-2021: Vertrouwen in de toekomst*, Den Haag: VVD, CDA, D66, CU.

ZuivelNL, 2017. *Zuivel in cijfers 2016*, Den Haag: ZuivelNL.



A Bronnen Armington-elasticiteiten

Land	Sector	Land	Type waarde	Waarde	Bron	Opmerkingen
België	Industriële gassen	België	Boven	275%	Berekening CE Delft*	
België	Industriële gassen	België	Onder	-33%	Berekening CE Delft*	
België	Industriële gassen	België	Midden	224%	Berekening CE Delft*	
Duitsland	Industriële gassen	Duitsland	Boven	215%	Berekening CE Delft*	
Duitsland	Industriële gassen	Duitsland	Onder	70%	Berekening CE Delft*	
Duitsland	Industriële gassen	Duitsland	Midden	130%	Berekening CE Delft*	
Frankrijk	Industriële gassen	Frankrijk	Boven	254%	Berekening CE Delft*	
Frankrijk	Industriële gassen	Frankrijk	Onder	59%	Berekening CE Delft*	
Frankrijk	Industriële gassen	Frankrijk	Midden	191%	Berekening CE Delft*	
Italië	Industriële gassen	Italië	Boven	208%	Berekening CE Delft*	
Italië	Industriële gassen	Italië	Onder	114%	Berekening CE Delft*	
Italië	Industriële gassen	Italië	Midden	163%	Berekening CE Delft*	
Nederland	Industriële gassen	Nederland	Boven	1115%	Berekening CE Delft*	
Nederland	Industriële gassen	Nederland	Onder	112%	Berekening CE Delft*	
Nederland	Industriële gassen	Nederland	Midden	486%	Berekening CE Delft*	
UK	Industriële gassen	UK	Boven	189%	Berekening CE Delft*	
UK	Industriële gassen	UK	Onder	119%	Berekening CE Delft*	
UK	Industriële gassen	UK	Midden	162%	Berekening CE Delft*	
USA	Industriële gassen	USA	Boven	214%	Berekening CE Delft*	
USA	Industriële gassen	USA	Onder	121%		
USA	Industriële gassen	USA	Midden	168%	Berekening CE Delft*	
België	Kunstmest	België	Boven	208%	Aspalter (2016), Table 18. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
België	Kunstmest	België	Onder	126%	Aspalter (2016), Table 18. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
België	Kunstmest	België	Midden	173%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Duitsland	Kunstmest	Duitsland	Boven	201%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Duitsland	Kunstmest	Duitsland	onder	52%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Duitsland	Kunstmest	Duitsland	midden	148%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Frankrijk	Kunstmest	Frankrijk	Boven	220%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Frankrijk	Kunstmest	Frankrijk	Onder	96%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Frankrijk	Kunstmest	Frankrijk	midden	214%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Italië	Kunstmest	Italië	Boven	212%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Italië	Kunstmest	Italië	Onder	98%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Italië	Kunstmest	Italië	Midden	150%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Nederland	Kunstmest	Nederland	Boven	231%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)

Land	Sector	Land	Type waarde	Waarde	Bron	Opmerkingen
Nederland	Kunstmest	Nederland	Onder	97%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Nederland	Kunstmest	Nederland	Midden	141%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
UK	Kunstmest	UK	Boven	179%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
UK	Kunstmest	UK	Onder	105%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
UK	Kunstmest	UK	Midden	148%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
USA	Kunstmest	USA	Boven	238%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of chemicals and of chemical, petroleum, coal, rubber, and plastic rubber (35)
USA	Kunstmest	USA	Onder	154%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of chemicals and of chemical, petroleum, coal, rubber, and plastic rubber (35)
USA	Kunstmest	USA	Midden	196%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of chemicals and of chemical, petroleum, coal, rubber, and plastic rubber (35)
België	Papier en grafische industrie	België	Boven	179%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
België	Papier en grafische industrie	België	Onder	98%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
België	Papier en grafische industrie	België	Midden	151%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Duitsland	Papier en grafische industrie	Duitsland	Boven	153%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Duitsland	Papier en grafische industrie	Duitsland	Onder	57%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Duitsland	Papier en grafische industrie	Duitsland	Midden	66%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Frankrijk	Papier en grafische industrie	Frankrijk	Boven	168%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Frankrijk	Papier en grafische industrie	Frankrijk	Onder	99%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Frankrijk	Papier en grafische industrie	Frankrijk	Midden	99%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Italië	Papier en grafische industrie	Italië	Boven	176%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Italië	Papier en grafische industrie	Italië	Onder	122%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Italië	Papier en grafische industrie	Italië	Midden	144%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Nederland	Papier en grafische industrie	Nederland	Boven	2124%	Aspalter (2016) Table 27. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)

Land	Sector	Land	Type waarde	Waarde	Bron	Opmerkingen
Nederland	Papier en grafische industrie	Nederland	Onder	128%	Aspalter (2016), Table 27. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
Nederland	Papier en grafische industrie	Nederland	Midden	312%	Aspalter (2016), Table 27. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
UK	Papier en grafische industrie	UK	Boven	164%	Aspalter (2016), Table 30. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
UK	Papier en grafische industrie	UK	Onder	141%	Aspalter (2016), Table 30. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
UK	Papier en grafische industrie	UK	Midden	157%	Aspalter (2016), Table 30. Column (2c)	Waarde voor Paper (Nace: 17)
USA	Papier en grafische industrie	USA	Boven	257%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of paper and paper products (34)
USA	Papier en grafische industrie	USA	Onder	125%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of paper and paper products (34)
USA	Papier en grafische industrie	USA	Midden	191%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of paper and paper products (34)
België	Organische basischemie	België	Boven	208%	Aspalter (2016), Table 18. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
België	Organische basischemie	België	Onder	126%	Aspalter (2016), Table 18. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
België	Organische basischemie	België	Midden	173%	Aspalter (2016), Table 18. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Duitsland	Organische basischemie	Duitsland	Boven	201%	Aspalter (2016), Table 19. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Duitsland	Organische basischemie	Duitsland	Onder	52%	Aspalter (2016), Table 19. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Duitsland	Organische basischemie	Duitsland	Midden	148%	Aspalter (2016), Table 19. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Frankrijk	Organische basischemie	Frankrijk	Boven	220%	Aspalter (2016), Table 24. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Frankrijk	Organische basischemie	Frankrijk	Onder	96%	Aspalter (2016), Table 24. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Frankrijk	Organische basischemie	Frankrijk	Midden	214%	Aspalter (2016), Table 24. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Italië	Organische basischemie	Italië	Boven	212%	Aspalter (2016), Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Italië	Organische basischemie	Italië	Onder	98%	Aspalter (2016), Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Italië	Organische basischemie	Italië	Midden	150%	Aspalter (2016), Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Nederland	Organische basischemie	Nederland	Boven	231%	Aspalter (2016), Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)

Land	Sector	Land	Type waarde	Waarde	Bron	Opmerkingen
Nederland	Organische basischemie	Nederland	Onder	97%	Aspalter (2016), Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
Nederland	Organische basischemie	Nederland	Midden	141%	Aspalter (2016), Table 26. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
UK	Organische basischemie	UK	Boven	179%	Aspalter (2016), Table 30. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
UK	Organische basischemie	UK	Onder	105%	Aspalter (2016), Table 30. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
UK	Organische basischemie	UK	Midden	148%	Aspalter (2016), Table 30. Column (2c)	Waarde voor chemical manufacturing (Nace 20)
USA	Organische basischemie	USA	Boven	238%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of chemicals and of chemical, petroleum, coal, rubber, and plastic rubber (35)
USA	Organische basischemie	USA	Onder	154%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of chemicals and of chemical, petroleum, coal, rubber, and plastic rubber (35)
USA	Organische basischemie	USA	Midden	196%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of chemicals and of chemical, petroleum, coal, rubber, and plastic rubber (35)
België	IJzer en staalindustrie	België	Boven	444%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
België	IJzer en staalindustrie	België	Onder	-476%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
België	IJzer en staalindustrie	België	Midden	350%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Duitsland	IJzer en staalindustrie	Duitsland	Boven	257%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Duitsland	IJzer en staalindustrie	Duitsland	Onder	104%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Duitsland	IJzer en staalindustrie	Duitsland	Midden	129%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Frankrijk	IJzer en staalindustrie	Frankrijk	Boven	352%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Frankrijk	IJzer en staalindustrie	Frankrijk	Onder	-66%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Frankrijk	IJzer en staalindustrie	Frankrijk	Midden	195%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Italië	IJzer en staalindustrie	Italië	Boven	188%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Italië	IJzer en staalindustrie	Italië	Onder	114%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Italië	IJzer en staalindustrie	Italië	Midden	172%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Nederland	IJzer en staalindustrie	Nederland	Boven	1626%	Aspalter (2016) Table 27. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)

Land	Sector	Land	Type waarde	Waarde	Bron	Opmerkingen
Nederland	IJzer en staalindustrie	Nederland	Onder	102%	Aspalter (2016) Table 27. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
Nederland	IJzer en staalindustrie	Nederland	Midden	1243%	Aspalter (2016) Table 27. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
UK	IJzer en staalindustrie	UK	Boven	193%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
UK	IJzer en staalindustrie	UK	Onder	101%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
UK	IJzer en staalindustrie	UK	Midden	158%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor Primary metals (Nace: 24)
USA	IJzer en staalindustrie	USA	Boven	77%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra- group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Basic metal industries (37)
USA	IJzer en staalindustrie	USA	Onder	25%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra- group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Basic metal industries (37)
USA	IJzer en staalindustrie	USA	Midden	51%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra- group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Basic metal industries (37)
België	Voedings-, genotmiddelen	België	Boven	200%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
België	Voedings-, genotmiddelen	België	Onder	102%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
België	Voedings-, genotmiddelen	België	Midden	150%	Aspalter (2016) Table 18. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Duitsland	Voedings-, genotmiddelen	Duitsland	Boven	263%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Duitsland	Voedings-, genotmiddelen	Duitsland	Onder	109%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Duitsland	Voedings-, genotmiddelen	Duitsland	Midden	232%	Aspalter (2016) Table 19. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Frankrijk	Voedings-, genotmiddelen	Frankrijk	Boven	255%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Frankrijk	Voedings-, genotmiddelen	Frankrijk	Onder	23%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Frankrijk	Voedings-, genotmiddelen	Frankrijk	Midden	97%	Aspalter (2016) Table 24. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Italië	Voedings-, genotmiddelen	Italië	Boven	283%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Italië	Voedings-, genotmiddelen	Italië	Onder	105%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Italië	Voedings-, genotmiddelen	Italië	Midden	105%	Aspalter (2016) Table 26. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Nederland	Voedings-, genotmiddelen	Nederland	Boven	179%	Aspalter (2016) Table 27. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)

Land	Sector	Land	Type waarde	Waarde	Bron	Opmerkingen
Nederland	Voedings-, genotmiddelen	Nederland	Onder	101%	Aspalter (2016) Table 27. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
Nederland	Voedings-, genotmiddelen	Nederland	Midden	164%	Aspalter (2016) Table 27. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
UK	Voedings-, genotmiddelen	UK	Boven	287%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
UK	Voedings-, genotmiddelen	UK	Onder	105%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
UK	Voedings-, genotmiddelen	UK	Midden	192%	Aspalter (2016) Table 30. Column (2c)	Waarde voor food products (Nace: 10)
USA	Voedings-, genotmiddelen	USA	Boven	261%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of food, bevarges and tobacco (31)
USA	Voedings-, genotmiddelen	USA	Onder	85%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of food, bevarges and tobacco (31)
USA	Voedings-, genotmiddelen	USA	Midden	173%	Saito (2016), Table 5, waarde voor intra-group elasticity (based on bi-lateral trade data)	Waarde voor Manufacturing of food, bevarges and tobacco (31)
België	Aardolie-industrie	België	Boven	382%	Berekening	
België	Aardolie-industrie	België	Onder	-46%	Berekening CE Delft*	
België	Aardolie-industrie	België	Midden	311%	Berekening CE Delft*	
Duitsland	Aardolie-industrie	Duitsland	Boven	298%	Berekening CE Delft*	
Duitsland	Aardolie-industrie	Duitsland	Onder	97%	Berekening CE Delft*	
Duitsland	Aardolie-industrie	Duitsland	Midden	180%	Berekening CE Delft*	
Frankrijk	Aardolie-industrie	Frankrijk	Boven	353%	Berekening CE Delft*	
Frankrijk	Aardolie-industrie	Frankrijk	Onder	83%	Berekening CE Delft*	
Frankrijk	Aardolie-industrie	Frankrijk	Midden	266%	Berekening CE Delft*	
Italië	Aardolie-industrie	Italië	Boven	289%	Berekening CE Delft*	
Italië	Aardolie-industrie	Italië	Onder	159%	Berekening CE Delft*	
Italië	Aardolie-industrie	Italië	Midden	226%	Berekening CE Delft*	
Nederland	Aardolie-industrie	Nederland	Boven	1548%	Berekening CE Delft*	
Nederland	Aardolie-industrie	Nederland	Onder	156%	Berekening CE Delft*	
Nederland	Aardolie-industrie	Nederland	Midden	676%	Berekening CE Delft*	
UK	Aardolie-industrie	UK	Boven	263%	Berekening CE Delft*	
UK	Aardolie-industrie	UK	Onder	166%	Berekening CE Delft*	
UK	Aardolie-industrie	UK	Midden	225%	Berekening CE Delft*	
USA	Aardolie-industrie	USA	Boven	298%	Berekening CE Delft*	
USA	Aardolie-industrie	USA	Onder	168%	Berekening CE Delft*	
USA	Aardolie-industrie	USA	Midden	233%	Berekening CE Delft*	

* Waarden voor de sectoren raffinaderijen en gasen zijn berekend op basis van de verhouding tussen elasticiteiten uit deze sectoren en de overige sectoren voor de VS, zoals gebruikt in het GTAP-model¹⁹.

¹⁹ www.usitc.gov/publications/332/ec200401a.pdf



B Formules Armington-elasticiteiten

De Armington-elasticiteit van de import beschrijft met welk percentage de import naar een land toeneemt, als de kostprijs van de productie in dat land met een bepaald percentage stijgt:

$$\widehat{IMP} = \omega_i * \hat{p}$$

Waarbij ω_i gelijk is aan de Armington-elasticiteit van Nederland, $\widehat{IMP}$ de procentuele groei van de import betekent en $\hat{p}$ de procentuele groei van kostprijs in Nederland ten opzichte van het buitenland. Voor het effect op de import kunnen we de Armington-elasticiteit voor Nederland gebruiken.

De procentuele verandering in de netto-export vanuit de sector bereken we met behulp van de Armington-elasticiteiten van de belangrijkste handelspartners. We doen dat als volgt:

$$\widehat{EXP} = -\omega_j * \hat{p}$$

Waarbij ω_j gelijk is aan de Armington-elasticiteit van de Nederlandse handelspartners, $\widehat{EXP}$ de procentuele groei van de export betekent en $\hat{p}$ de procentuele groei van kostprijs van het product in Nederland ten opzichte van het buitenland. Voor het effect op de export hebben we de Armington-elasticiteit van de vijf grootste exportlanden gebruikt om te berekenen met welk % de export vanuit Nederland afneemt bij een gegeven kostprijsverhoging. In Bijlage A geven we een overzicht van de Armington-elasticiteiten die per sector zijn gebruikt²⁰.

²⁰ Voor de sector gasen hebben we een specifiekere analyse gemaakt op basis van het feit dat de sector met België verbonden is bij het waterstofpijpleidingnetwerk. Een unilaterale verhoging van de CO₂-prijzen voor de Nederlandse producenten is niet mogelijk zonder dat de Belgische aanbieders van waterstofgas ook worden betrokken bij deze systematiek. Dit zou gerealiseerd kunnen worden door de consumptie van waterstofgas onderhevig te laten zijn aan de heffingsgrondslag. Indien dit gerealiseerd wordt, vallen veel concurrentienadelen van de sector weg. Wel zal de heffing tot extra kosten voor de afnemers leiden die daardoor concurrentienadelen kunnen ondervinden. Onze inschatting is dat de sector industriële gasen haalt ongeveer de helft van zijn omzet uit leveringen voor de sector Raffinaderijen. We betrekken het verlies aan vraag uit de raffinaderijen daarom ook in de analyse voor de sector industriële gasen.

C Achtergrond Sectorale Analyses

In deze bijlage staat voor iedere sector die is beschreven in Hoofdstuk 3 een analyse die ten grondslag ligt aan de in Hoofdstuk 3 gegeven conclusies over de concurrentiepositie en de effecten van een CO₂-minimumprijs.

C.1 Voedingsindustrie

C.1.1 Algemeen beeld sector

De voedingsmiddelen-, dranken- en tabaksindustrie (SBI-codes 10-12) omvat de productie van voedingsmiddelen, dranken en tabak in Nederland. De sector is relatief belangrijk in Nederland. In 2016 waren er 5.805 bedrijven actief in deze sector, waarbij het aandeel van de voedingsmiddelen-industrie veruit het grootste is. De toegevoegde waarde van de voedingsmiddelenindustrie was in 2016 € 19 miljard en er waren ongeveer 102.000 mensen werkzaam (1,2% van de werkzame beroepsbevolking).

De sector is divers en omvat alle industriële bedrijven die te maken hebben met de productie van voedsel (met uitzondering van de bedrijven die de primaire grondstoffen produceren zoals bedrijven uit de agrarische en of visserijsector, want die worden niet gerekend tot de voedingsmiddelen-industrie).

Voor een nadere beschouwing van de concurrentiepositie in relatie tot het energiegebruik hebben we gekeken naar een tweetal deelsectoren met een relatief significant aandeel in het totale energiegebruik in de sector, maar met een totaal verschillende structuur:

1. Zetmeelproductie op basis van granen²¹.
2. Zuivelindustrie.

Zetmeelproductie op basis van granen

Zetmeelproductie op basis van granen betreft een zeer beperkt aantal grootschalige vestigingen in Koog aan de Zaan (Tate & Lyle) en in Sas van Gent en Bergen op Zoom (Cargill) van internationale concerns met een buitenlandse hoofdvestiging. Het verwerkte graan wordt vooral geïmporteerd. Zetmeel wordt voornamelijk geleverd aan binnenlandse en Europese voedings- en drankenindustrie (EU: 60%), golfkarton en papierindustrie (EU: 30%) en chemische industrie, farmaceutische industrie, diervoederindustrie en andere non-foodsectoren. Zetmeelbijproducten als gluten worden voornamelijk verkocht aan Nederlandse en Europese diervoederindustrie, maar ook aan de voedings-industrie.

De emissiecijfers voor de zetmeelindustrie zijn gegeven in Tabel 39.

²¹ Daarnaast wordt in Nederland zetmeel uit aardappelen geproduceerd bij Avebe, een coöperatie van aardappelzetmeelbedrijven. De productie bedraagt zo'n 450.000-550.000 ton, bijna een kwart van de wereldhoeveelheid aardappelzetmeel (zie <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/06/The-Sustainable-biomass-and-bioenergy-in-the-Netherlands-April-2017.pdf>, <http://www.chemischefeitelijkheden.nl/Uploads/Magazines/CF-197-zetmeel.pdf>). De aardappelen komen grotendeels uit Nederland zelf, een klein deel uit Duitsland.

Tabel 39 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de zetmeelindustrie (SBI-code 10.62)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
Tate & Lyle Netherlands B.V.	77.679	73.067	71.379	74.075	75.128
Coöperatie AVEBE UA	221.771	214.651	211.057	215.886	213.725
Cargill Benelux B.V.	200.881	184.177	195.185	190.930	192.518
Cargill Benelux B.V.	5.707	9.348	11.519	42.410	39.606
Sensus B.V.	22.237	24.055	27.274	27.620	29.132
Totaal	528.275	505.298	516.414	550.921	550.109

De Nederlandse zuivelindustrie

De zuivelindustrie is in feite verticaal geïntegreerd met grondstofproductie in de vorm van melk van melkveebedrijven. De melkveehouders zijn via coöperaties in theorie in ieder geval eigenaar van de meeste bedrijven die zuivel verwerken.

De Nederlandse zuivelindustrie bestaat uit 25 ondernemingen en in totaal 53 productielocaties. FrieslandCampina is met 21 productielocaties verreweg het grootste zuivelbedrijf binnen Nederland (ZuivelNL, 2017). Eenzelfde verhouding is te zien bij de grondstoffenkant van de zuivelindustrie: van de 17.910 Nederlandse melkveebedrijven, waren er in 2016 12.422 aangesloten bij FrieslandCampina (FrieslandCampina, 2017). De voornaamste grondstof voor zuivelproductie, melk, wordt door zuivelbedrijven voornamelijk uit Nederland gehaald. Van de Nederlandse zuivelproducten (vooral kaas, melkpoeder en gecondenseerde melk), wordt 45% geëxporteerd naar EU-landen, en 20% naar landen buiten de EU.

De emissiecijfers voor de zuivelindustrie zijn gegeven in Tabel 40.

Tabel 40 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de Nederlandse zuivelindustrie (SBI-code 10.51)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
FrieslandCampina Nederland Holding B.V.	256.413	271.512	264.749	280.809	270.825
DMV International	125.166	111.283	104.613	116.265	111.449
DOC Kaas	65.860	61.814	59.811	45.430	46.009
Promelca B.V.	32.477	33.658	38.730	46.529	52.568
Totaal	479.916	478.267	467.903	489.033	480.851

C.1.2 Vestigingsklimaat en concurrentiepositie

In 2017 was FrieslandCampina de nummer vijf qua omzet in de Global Dairy Top 20. De totale Nederlandse zuivelindustrie vertegenwoordigt qua volume ongeveer 5% van de wereldhandel (EY, 2017). Nederland is daarmee van alle EU-landen de grootste speler op de markt buiten de EU. Omdat de Nederlandse zuivelindustrie op de wereldmarkt al een gevestigde speler is, heeft het een goede concurrentiepositie in de toekomstige jaren. De zuivelmarkt binnen de EU is verzadigd en er wordt verwacht dat dat zo blijft, maar de vraag naar zuivel in landen buiten de EU zal de komende jaren gaan stijgen.

Er zijn verschillende redenen voor de sterke internationale positie van de Nederlandse zuivelindustrie. De producten staan bekend als zijnde van hoogwaardige kwaliteit, vooral door de aanwezige kennis en het vakmanschap. Daarnaast is de gunstige ligging van Nederland – zowel dankzij een goed klimaat voor melkproductie als voor transport – een belangrijke factor voor de voor de sterke concurrentiepositie.

De fabrieken in de zetmeelproductie op basis van granen moeten met andere dochters van hun moederbedrijf concurreren om middelen voor investeringen. Sterke punten van Nederland (naast de algemene punten in Hoofdstuk 3) zijn de grote veehouderij waardoor rest en bijproducten hoogwaardig afgezet kunnen worden en de goede infrastructuur voor de aanvoer van grondstoffen uit gebieden waar wel veel graan geproduceerd wordt.

C.1.3 Gevoeligheid voor CO₂ en energiekosten

CO₂-emissies bij zetmeelproductie uit granen zijn gerelateerd aan productie van stoom en hete drooglucht voor het drogen van de productfracties.

CO₂-emissies bij de zuivelindustrie zijn eveneens gerelateerd aan stoomproductie en productie van hete drooglucht. Stoom wordt gebruikt voor pasteurisatie en sterilisatie van melk, schoonmaken van procesapparatuur. Hete lucht wordt gebruikt bij sproeidrogen van melkpoeder. De manier van verwarmen van de lucht mag daarbij geen invloed hebben op de kwaliteit van het product, bijvoorbeeld in de vorm van luchtverontreinigende stoffen die in het melkpoeder achterblijven.

De CO₂-emissie per kg melk is in Nederland laag ten opzichte van andere landen (1,2 kg CO₂/kg melk in Nederland tegenover 2,4 kg CO₂/kg melk in het buitenland) (EY, 2017). Qua duurzaamheid scoort de zuivelindustrie relatief gezien dan ook goed, maar er liggen grote uitdagingen om doelstellingen voor de toekomst te halen – zowel in de keten als in de productieprocessen.

Het besparingspotentieel in beide sectoren is beperkt. Afvang van CO₂ is relatief duur door de beperkte energievraag en de lage CO₂-concentratie in de rookgassen van de voor warmteproductie gebruikte procesapparatuur. Wel zijn er initiatieven voor implementatie van hernieuwbare energie voor warmteproductie, bijvoorbeeld een geothermieproject bij Koninklijke FrieslandCampina in Veghel of stoomproductie op basis van pyrolyseolie uit biomassa bij Koninklijke FrieslandCampina in Borculo. Dit soort initiatieven komt vooral voort uit de wens om de bedrijfsvoering te verduurzamen, maar krijgt nu een extra impuls doordat de bedrijven binnen vier jaar alternatieven voor Groningen gas moeten implementeren. Een CO₂-heffing op CO₂ van fossiele oorsprong zal deze ontwikkeling – waar mogelijk – alleen maar versnellen.

Bij diverse bedrijven in de sector staat nog een operationele WKC-unit. Bij implementatie van een CO₂-heffing zou ervoor kunnen worden gekozen door het bedrijf om de WKC af te schakelen en voor warmteproductie over te schakelen op een stoomketel. Dit zou een CO₂-reductie op locatie geven van tenminste 30%. Het effect over het gehele energiesysteem is echter nadelig wanneer de wegvallende elektriciteitsproductie moet worden opgevangen met conventionele, op fossiele energie gebaseerde productie. Daarbij is ook de invloed van de CO₂-minimumprijs op de prijsvorming op de elektriciteitsmarkt relevant.

C.1.4 Conclusies

De Voedingsmiddelenindustrie geeft een gevarieerd beeld. Afhankelijk van de organisatievorm van de betreffende bedrijven verschilt de situatie.

In de zuivelindustrie zijn de fabrieken onderdeel van een coöperatie en zullen dus niet verplaatst worden. Ook zal de coöperatie in de melkfabrieken blijven investeren. Het is dus waarschijnlijk dat een CO₂-heffing de implementatie van bepaalde maatregelen zal versnellen omdat de terugverdientijd verkort wordt.

De concurrentiepositie t.o.v. andere melkfabrieken in Europa die geen CO₂-heffing hoeven te betalen verslechtert. Dit zal met name de exportmarkt beïnvloeden. Het grootste gedeelte van de productie is bestemd voor de export. Hoe groot dit effect is, is onbekend.

De fabrieken die granen verwerken tot zetmeel en suikers, zijn onderdeel van internationale beursgenoteerde bedrijven. Het is zeer waarschijnlijk deze bedrijven door de CO₂-heffing markt-aandeel of margeverliezen omdat er nu al veel import is van graanzetmeel uit omliggende landen

waar geen heffing betaald hoeft te worden. Zodra er investeringen in het bedrijf nodig zijn is het zeer waarschijnlijk dat dit de betreffende bedrijven op achterstand zet vanwege het hogere kostenniveau en dus langere terugverdiertijden.

C.2 Papierindustrie

C.2.1 Algemeen beeld sector

De gehele Nederlandse papierindustrie (SBI 17) omvat 335 bedrijven, met 16.000 werknemers (0,2% van de werkzame beroepsbevolking). De toegevoegde waarde van deze industrie was in 2016 € 3,1 miljard.

Het deel binnen de papierindustrie waarin het grootste energieverbruik plaatsvindt, is de productie van papier en karton bij de papier- en kartonfabrieken. In 2016 bestond de Nederlandse Papier en Kartonindustrie uit 22 productielocaties met in totaal 36 machines (VNP, 2017b). Van de 17 bedrijven die lid zijn van brancheorganisatie VNP, is het grootste gedeelte direct of indirect via investeerders in buitenlandse handen (VNP, 2018).

Van het geproduceerde papier en karton werd 65% naar landen binnen de EU geëxporteerd en 14% naar landen daarbuiten. De meeste export ging naar Duitsland, gevolgd door België, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk.

De emissie door de productie van papier en karton in Nederland is afgenomen van 1,17 miljoen ton CO₂ naar 1,03 miljoen ton. Dit is een afname van 0,14 miljoen ton waarvan circa de helft veroorzaakt is door de sluiting van Sappi Nijmegen in 2015. De emissiecijfers voor de papierfabrieken, zijn gegeven in Tabel 41. Deze emissiecijfers omvatten de productie van pulp en papier zover dit in Nederland geproduceerd wordt (SBI 17.11 en 17.12)

Tabel 41 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de Nederlandse papier- en kartonindustrie (SBI-code 17.11 en 17.12)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
Crown Van Gelder N.V.	141.965	145.924	142.671	141.760	138.331
SCA Nederland B.V.	20.332	18.140	19.546	19.890	19.964
SCA Packaging Benelux B.V.	216.334	213.682	216.497	187.578	166.603
Smurfit Kappa Solid Board B.V.	87.126	94.880	100.799	102.196	95.059
Smurfit Kappa Roermond Papier B.V.	162.738	161.698	162.672	152.862	154.422
Eska Graphic Board B.V.	92.425	89.768	92.411	91.975	89.808
Mayr-Melnhof Eerbeek B.V.	65.855	64.203	67.645	67.986	59.438
Favini Meerssen B.V.	4.560	4.679	2.692	3.370	3.238
Papierfabriek Doetinchem B.V.	30.743	20.729	20.150	21.320	21.559
Parenco B.V.	75.962	34.030	18.800	39.721	87.383
Sappi Maastricht B.V.	158.897	147.627	151.260	152.734	157.033
Sappi Nijmegen B.V.	68.726	61.407	61.407	#N/B	#N/B
Van Houtum	24.312	24.362	23.446	24.446	16.868
Solidpack B.V.	13.203	12.205	12.598	13.326	12.975
WA Sanders Papierfabriek 'Coldenhove' B.V.	9.811	9.394	10.061	9.723	9.592
Totaal	1.172.989	1.102.728	1.102.655	1.028.887	1.032.273

De vervaardigde producten kunnen worden gecategoriseerd als grafisch papier, verpakkingspapier- en karton en sanitair papier. Voor ruim 80% hiervan werd oud papier als grondstof gebruikt. De reden voor dit grondstofgebruik is een combinatie van de feiten dat Nederland zelf weinig bos en een goed oud papier-inzamelsysteem heeft. Voor het overige papier en karton werd primaire cellulose gebruikt afkomstig uit Europa (58%) en de continenten Noord- en Latijns Amerika (VNP, 2017b).

Doordat in Nederland weinig verse vezels uit hout gewonnen worden is het energiegebruik voor de grondstofproductie, het pulpen, relatief laag. Het thermisch drogen van papier is de meest energie-intensieve stap bij de Nederlandse papier en kartonproductie.

Het doel van de papierindustrie is om in 2020 haar energieverbruik met 50% te verminderen ten opzichte van 2006. De VNP heeft hiervoor in 2018 een Technology Roadmap opgesteld (VNP, 2018a).

C.2.2 Vestigingsklimaat en concurrentiepositie

Nederland is geen natuurlijke vestigingsplaats voor papierfabrieken omdat de meeste papierfabrieken wereldwijd werken op basis van verse vezels die geproduceerd worden uit hout. Integratie van de productie van vezels uit hout (de zogenoemde papierpulp) en het papierproductieproces heeft bovendien energie-efficiencyvoordelen. Daarnaast kan een reststroom van het pulpproces gebruikt worden om op een hernieuwbare manier in de benodigde energie te voorzien. Voor Nederlandse fabrieken is er onvoldoende bos om op die manier te produceren.

Niettemin doet de Nederlandse industrie het vrij goed. Na een initiële daling van circa 20% in productiecapaciteit tussen 2005 en 2010 lijkt de productie gestabiliseerd. De productie van de Nederlandse fabrieken is sterk op de export gericht 21 % wordt in Nederland gebruikt, 65% geëxporteerd naar EU-landen en 14% naar landen buiten de EU. Dat komt doordat de Nederlandse fabrieken sterk gespecialiseerd zijn.

Zo is al jaren circa 85% van de papiervezels recycle vezel. Hiermee worden 100% recycle producten geproduceerd waarmee nichemarkten wereldwijd worden bediend. Dit is mogelijk door de hoge bevolkingsdichtheid en een efficiënt inzamelsysteem. Daar komt bij dat sinds begin van dit jaar China een stop heeft afgekondigd op de import van oud papier. Hierdoor is zowel de beschikbaarheid en de prijs van ingezameld oud papier gunstig is voor deze bedrijven.

Daarnaast zijn er bedrijven zoals Coldenhove, Meerssen en VHP die zich hebben toegelegd op de productie van bijzondere papieren waar zij ook hun respectievelijke nichemarkten mee bedienen.

Voor de overige fabrieken geldt dat ze zich meer en meer richten op de markt voor verpakkingspapier en -karton. Deze markt wordt als een groeimarkt beschouwd vanwege het stijgende aandeel aankopen via internet.

Een ander gunstig aspect van het vestigingsklimaat in Nederland is de goede kennisinfrastructuur voor papierproductie. Ondanks het feit dat de papierindustrie relatief klein is in Nederland is er door de jaren heen altijd veel samengewerkt met kennisinstellingen. Met als gevolg dat het energie- en watergebruik laag is zeker als meegenomen wordt dat de papiermachines vaak relatief klein zijn t.o.v. fabrieken in concurrerende regio's.

Voor de productie van standaardpapierkwaliteiten zijn de kosten van het vervoer bepalend in hoeverre papierfabrieken in een bepaalde regio kunnen concurreren. Hierbij geldt wel dat transport over water relatief goedkoop is zodat er wel degelijk sprake is van stevige concurrentie van fabrieken uit Zuid-Zweden, Noord-Finland en Portugal met name op het gebied van grafisch papier op basis van virgin fibres.

C.2.3 Gevoeligheid van de papiersector voor CO₂- en energiekosten

Een recent proefschrift over energiegebruik in de papierindustrie laat zien dat door optimalisatie van de droogsectie gebruikmakend van bestaande en bewezen technologie tot 15% van het energie-verbruik in een papierfabriek bespaard kan worden (Laurijsen, 2013). Dat betekent dus niet dat iedere fabriek 15% kan besparen, maar dat er fabrieken zijn waar er bespaard kan worden en dat de maximale besparing 15% is. Dit is in overeenstemming met het algemene beeld is dat er 10-20% ruimte is voor energiebesparing met bewezen technologie. Voor circa de helft van deze besparingen is de terugverdientijd minder dan 5 jaar. Dat zou betekenen dat maximaal 20% van de CO₂-heffing verminderd kan worden door het toepassen van een CO₂-heffing.

Afvang van CO₂ is relatief duur door de beperkte energievraag en de lage CO₂-concentratie in de rookgassen van de voor warmteproductie gebruikte procesapparatuur. Wel zijn er initiatieven voor implementatie van hernieuwbare energie voor warmteproductie, bijvoorbeeld een geothermieproject bij Parenco in Renkum.

Bij diverse bedrijven in de sector is nog een operationele WKC. Bij implementatie van een CO₂-heffing zou ervoor kunnen worden gekozen door het bedrijf om de WKC af te schakelen en voor warmteproductie over te schakelen op een stoomketel. Dit zou een CO₂-reductie op locatie geven van tenminste 30%. Het effect over het gehele energiesysteem is echter nadelig wanneer de wegvallende elektriciteitsproductie moet worden opgevangen met conventionele, op fossiele energie gebaseerde productie. Daarbij is de beslissing over de rentabiliteit van de WKC-installatie mede afhankelijk van de invloed van de CO₂-minimumprijs op de elektriciteitsprijs in Nederland.

De gevoeligheid van de papierindustrie voor energiekosten is groot. Deze industrie was één van de eerste sectoren die commerciële stops invoerde in reactie op de energieprijs op de spotmarkt en ook in de concurrentie om investeringen tussen dochterondernemingen van één holding, bleken in het verleden kleine verschillen in de energieprijs tussen bijvoorbeeld Nederland en Duitsland beslissend te kunnen zijn bij de afweging van investeringen tussen zusterbedrijven.

Ook de kosten voor transport hebben invloed op de prijs van de producten in de papierindustrie. Hierdoor is de export vooral gericht op de ons omringende landen.

Indien een CO₂-minimumprijs eenzijdig door Nederland wordt ingevoerd is de verwachting dat dit wel concurrentie-effecten zal geven. Enerzijds kan een CO₂-prijs hier voor buitenlandse papier- en kartonsectoren als een soort transportsubsidie worden gezien als de kosten van transport naar Nederland lager zijn dan de CO₂-prijs op Nederlands papier. Anderzijds is het voor Nederlandse papier- en kartonbedrijven zo dat ze door hogere kosten binnen Nederland, ruimte voor transport naar het (verre) buitenland kwijtraken, waardoor hun exportmarkt mogelijk afneemt.

Dit effect is sterker bij productie van papier op basis van virgin fibres dan op basis van gerecycled papier omdat de hoeveelheid CO₂ die geproduceerd wordt bij het ene type papier hoger is dan bij het andere. De productie van papier in een Nederlandse papierfabriek op basis van gerecycled papier brengt circa 600-700 kg CO₂ per ton papier met zich mee. Productie op basis van virgin fibres heeft een emissie van 1.000-1.600 kg CO₂ per ton papier (VNP, 2017a). Dus 20 €/ton CO₂ komt dan neer op een heffing van circa 12-14 €/ton op de prijs van papier en karton geproduceerd uit oud papier en op 20-32 €/ton voor papier en karton op basis van virgin fibres.

Samenvattend kan circa 15-45% van deze heffing gecompenseerd worden met energiebesparende maatregelen. Daarmee komt het netto-effect van de heffing neer op 7-12 €/ton voor gerecycled papier en 11-27 €/ton virgin papier. Hiermee kan de transportafstand van concurrenten significant uitgebreid worden.

C.2.4 Conclusies

De papierindustrie geeft een gemixt beeld. Afhankelijk van het soort product dat geproduceerd wordt is het effect van de CO₂-heffing groter. Voor producenten van grafisch papier op basis van virgin papier, die nu al te maken hebben met een krimpende markt is de CO₂-heffing waarschijnlijk zeer negatief voor hun marktaandeel, voor producenten van verpakkingspapier op basis van gerecycled papier zou het effect mee kunnen vallen omdat momenteel de vraag naar verpakkingspapier zo hoog is dat ze de CO₂-heffing mogelijk kunnen doorberekenen.

Voor alle papierfabrieken geldt dat de CO₂-heffing gezien kan worden als een transportsubsidie voor hun concurrenten in het buitenland. Daarnaast verslechtert het hun concurrentiepositie op de kapitaalmarkt.

C.3 Raffinage-industrie

C.3.1 Algemeen beeld sector

De raffinagesector (NACE-code 19.2.1) bestaat voornamelijk uit zes raffinaderijen (waarvan er vijf in Rotterdam en één in Zeeland gesitueerd zijn) voor verwerking van ruwe aardolie en vergelijkbare minerale oliën. Deze raffinaderijen zijn allemaal in handen van multinationals waarvan alleen Shell haar hoofdkantoor in Nederland heeft. De deelsector bevat daarnaast ook biodiesel producerende bedrijven, producenten van specialties en toeleverende bedrijven van winningsbedrijven in de olie- en gasproductiesector.

In 2016 bedroeg de toegevoegde waarde € 3 miljard en er waren ongeveer 4.700 mensen werkzaam in deze sectoren (0,06% van werkzame beroepsbevolking). De emissiecijfers voor deze industrie zijn gegeven in Tabel 42.

Tabel 42 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de raffinage-industrie (SBI-code 19.20)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
Eso Nederland B.V.	2.022.826	2.236.010	2.330.591	2.105.790	2.068.339
Kuwait Petroleum Europoort B.V.	427.554	537.602	554.670	420.366	447.981
Netherlands Refining Company (BP Refinery) B.V.	1.994.474	2.313.661	2.337.784	2.292.349	2.073.778
SHELL Nederland Raffinaderij B.V.	4.334.421	4.225.226	4.262.006	4.253.935	3.831.099
Zeeland Refinery N.V.	1.542.691	1.326.768	1.543.182	1.552.162	1.600.644
Koch HC Partnership B.V.	90.314	72.936	116.083	74.240	115.333
Vopak Terminal Botlek B.V.	7.374	6.379	7.362	7.470	6.011
Odfjell Terminals (Rotterdam) B.V.	8.272	6.162	13.577	16.706	17.324
Totaal	10.427.926	10.724.744	11.165.255	10.723.018	10.160.509

De export van raffinaderijsector lag in 2012 op 58%. Daarbij is het lastig te zeggen welk deel daarvan in Nederland is geproduceerd en welk is geïmporteerd: er vindt ook een hoop weder export plaats. Van de export gaat 55% naar EU-lidstaten en daarnaast een aanzienlijk deel naar Singapore en de VS. De import kwam voor 45% uit de EU en verder uit Rusland en de VS.

C.3.2 Concurrentiepositie

In 2016 werd vanuit het Clingendael International Energy Programme een analyse over de toekomst van raffinaderijen in Noordwest-Europa gemaakt (CIEP, 2016). In samenspraak met experts uit de industrie werden vier soorten raffinaderijen geïdentificeerd waarvan het bestaan ook in de toekomst (na 2025) van strategische waarde is. Daarnaast werd voor elk van de vier raffinaderijtypen een aantal eigenschappen opgesteld waar individuele raffinaderijen binnen het type aan moeten voldoen om ook echt toekomstig bestaansrecht te waarborgen. Van de 34 raffinaderijen in Noordwest-Europa wordt op basis van deze eerste analyse verwacht dat 12 raffinaderijen nog van toegevoegde waarde zijn in de toekomst. Twee daarvan liggen in Nederland: Shell Pernis en ExxonMobil Botlek. Ze vallen allebei in de dezelfde van de vier raffinaderijtypes: 'petrochemicaliën geïntegreerd'. De mate waarmee ze met de nabije grote, competitieve petrochemische industrie zijn verbonden is dusdanig dat ze ook in de toekomst van belang zullen zijn in de regio. Zuid-Duitsland, het Ruhrgebied en België zullen ook een raffinaderij-industrie van formaat behouden. Producten van raffinaderijen in Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk en Noord-Duitsland zullen daarentegen naar verwachting niet competitief meer zijn in vergelijking met geïmporteerde raffinageproducten. Na een gevoeligheidsanalyse van Clingendael van de hier beschreven resultaten, blijkt dat er nog een extra Nederlandse raffinaderij potentie heeft om van strategische waarde te blijven na 2025: de Zeeland Refinery, die in handen is van Total/Lukoil. Ook deze raffinaderij valt in de categorie 'petrochemicaliën geïntegreerd'.

Deze analyse wordt onderstreept door de volgende cijfers. De economische marge tussen onkosten en inkomsten bedraagt voor raffinaderijen in Noordwest-Europa in de orde van²²:

- \$ 3-8 per barrel (159 liter), 0,6-3,8 c\$/liter ruwe olie voor Brent en Ural cracking raffinaderijen (complexe raffinaderijen, die de zwaardere destillaten kraken tot lichtere en meer opbrengende fracties als benzine en diesel);
- -\$ 2-\$3 per barrel voor Brent en Ural skimming raffinaderijen (hoofdzakelijk alleen destilleren).

Dit is omgerekend naar €/liter product respectievelijk ongeveer c€ 1,7 tot c€ 4,5 per liter en -c€ 1,1 tot c€ 1,7 per liter. De verwachting is dat de marge door overcapaciteit, dalende vraag op de thuismarkt en goedkopere productie in Midden-Oosten en Noord-Amerika in de toekomst structureel lager zal zijn (ECN ; Wood Mackenzie, 2015).

De specifieke CO₂-emissie is ongeveer 0,15 ton/m³ per eenheid product. Een heffing van 20 €/ton CO₂ geeft een opslag van ongeveer c€ 0,3/liter product. Voor de complexe raffinaderijen komt dit uit op 5-20% van de marge en voor de skimming raffinaderijen is dit qua orde van grootte vergelijkbaar met de raffinaderijmarges. De kostenpost die de heffing oplevert is dus dermate hoog dat die een energiebesparing van tientallen procenten vergt om het financiële effect ervan te compenseren.

Doordat de Nederlandse raffinaderijen hun meeste producten exporteren en op de exportmarkt concurreren met andere raffinaderijen binnen en buiten eigen concern lijkt het weinig kansrijk dat de raffinaderijen de aan een CO₂-heffing gerelateerde meerkosten volledig kunnen doorberekenen zolang andere West-Europese landen niet ook overgaan tot een vergelijkbare heffing.

Interessant om aan te stippen is dat het grootste deel van de resterende raffinaderijen in handen is van internationale oliebedrijven, wat in lijn ligt met de door hun uitgedragen boodschap dat ze nog lang kunnen doorgaan met wat op dit moment hun *core business* is. Daarnaast is het bij deze industrie – in tegenstelling tot de meeste andere beschreven industrieën hier – qua concurrentiekracht op de wereldmarkt eerder een nadeel om bij de kust te liggen: dit vergemakkelijkt het importeren van raffinageproducten uit landen buiten de Noordwest-Europese regio.

Na deze eerste analyse, is ook gekeken naar hoe makkelijk het voor de raffinaderijen die naar verwachting geen strategische waarde hebben na 2025 is om de Noordwest-Europese markt te verlaten. Op basis van soortgelijke gebeurtenissen in het verleden blijken er twee belangrijke uittredingsbarrières (barriers to exit) voor deze sector te bestaan: de kosten voor het schoon

²² Zie: www.iea.org/media/omrreports/MHM.xls

achterlaten (van de omgeving) van de site en ingrijpen door de politiek. Uit voorbeelden van de afgelopen jaren blijkt dat vanwege de barrières, maar heel weinig raffinaderijen ook daadwerkelijk sluiten na bijvoorbeeld een faillissement. Ze worden vaak overgekocht, verbouwd voor soortgelijke bestemmingen of slechts verkleind. Een recent voorbeeld uit Nederland is de overname van de Kuwait Petroleumraffinaderij in Rotterdam door Gunvor. De reden dat complete sluiting vaak uit de weg wordt gegaan, is de hoogte van de kosten die ermee gemoeid zijn. In dat kader maken de raffinaderijen Gunvor en Koch kans om toch te blijven bestaan volgens Clingendael (CIEP, 2016).

Mocht er een CO₂-minimumprijs komen, dan is het afhankelijk van de hoogte daarvan mogelijk dat het toch goedkoper wordt om meer raffinageproducten te gaan importeren. Een belangrijke afweging hierbij is de mate van afhankelijkheid van andere landen die Nederland wil hebben om deze producten te verkrijgen.

In een studie van Roland Berger komen de Nederlandse raffinaderijen ten opzichte van die in andere Europese landen ook als kanshebbers om competitief te blijven uit de bus (Roland Berger, 2014). Ook hier wordt de sterke verbinding met de petrochemie als reden genoemd, alsmede de lage energiekosten vergeleken met raffinaderijen over de grens.

In een recente studie van CIEP (CIEP, 2018) wordt ook benadrukt dat er moet worden afgevraagd door Europese overheden in hoeverre ze afhankelijk willen worden van landen buiten Europa als het gaat om raffinageproducten. Naast de barriers to exit worden hier ook barriers to integrate genoemd, terwijl de integratie van raffinaderijen met omliggende industrie de concurrentiepositie van Europese raffinaderijen kan helpen (door bijvoorbeeld uitwisseling van warmte en (rest)producten). Europese overheden kunnen door het wegnemen van (enkele) van deze barriers to integrate een deel van de eigen raffinaderijen helpen te blijven.

C.3.3 Opties om de CO₂-prijs te verlagen

Binnen de sector wordt voor raffinaderijen in Nederland CCS als mogelijkheid genoemd om de CO₂-uitstoot te verminderen (Beek, 2018). Wel wordt erop gewezen dat er op dit moment nog geen businesscase voor is en dat het zeker nog een aantal jaar kost voordat die techniek kan worden geïmplementeerd. Een CO₂-beprijzing wordt ook gezien als een optie, mits de concurrentiepositie van raffinaderijen tegelijkertijd wordt gewaarborgd door de politiek.

Afvang van CO₂ vindt momenteel al plaats bij Shell Pernis voor levering aan het OCAP-buisleidingnet. Dit betreft een rendabel en commercieel concept gerelateerd aan levering van CO₂ aan de glastuinbouw. Maar voor zover bekend zijn bij Shell Pernis en de andere raffinaderijen verder geen faciliteiten voor CO₂-afvang of voorbereiding daarvoor. Dat betekent dat CO₂-afvang zou moeten worden geïmplementeerd als retrofit bij een niet daarop voorbereide installatie op een industrieel complex waarin ruimtebeschikbaarheid vaak zeer beperkt is. Het is onduidelijk zonder verdere verdieping of dit überhaupt mogelijk is²³. Het betreft daarnaast – voor post combustion – een veelheid aan bronnen in de vorm van fornuizen, ketels en procesapparatuur (zie bijvoorbeeld (Maas, 2011)). De kosten zullen in ieder geval hoger dan 50 €/ton CO₂ zijn.

²³ De directeur van de VNPI geeft indicatief aan dat CCS implementeerbaar zou zijn: vnpi.nl/column-erik-klooster-directeur-vnpi/

C.3.4 Conclusies

De CO₂-heffing betekent een significante verhoging van de kosten voor de raffinaderijen, die niet gecompenseerd kan worden door energiebesparingen of doorberekend kan worden aan klanten. Wanneer alleen economisch rendement zou tellen zou deze heffing betekenen dat alle raffinaderijen uit Nederland vertrekken. Echter er zijn meer redenen om raffinaderijen open te houden. De twee belangrijkste zijn:

- Verregaande integratie met de petrochemie. Hierdoor is de verwachting dat in Nederland in ieder geval de raffinaderijen van Shell op Pernis en van Exxon in de Botlek openblijven en mogelijk ook de raffinaderij van Total/Lukoil in Vlissingen.
- De kosten van het sluiten van een raffinaderij, hierdoor is het mogelijk dat ook raffinaderijen die niet geïntegreerd mogelijk in afgeslankte vorm blijven draaien.

Voor alle raffinaderijen geldt dat de CO₂-heffing hun concurrentiepositie op de kapitaalmarkt sterk verslechtert.

C.4 Productie van industriële gassen

C.4.1 Algemeen beeld sector

De industrie van de productie van industriële gassen in Nederland (SBI-code 20.11) omvatte 15 bedrijven in 2016²⁴. De analyse van deze sector is vanwege de focus op CO₂-beprijzing beperkt tot productie van waterstof, de deelsector met de verreweg grootste bijdrage aan de CO₂-emissie van deze sector.

De omvang van CO₂-emissies voor de verschillende vestigingen zijn gegeven in Tabel 43.

Tabel 43 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de productie van industriële gassen (SBI-code 20.11)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
Air Products Nederland B.V.	837.166	898.257	884.413	907.494	886.057
Air Liquide Nederland B.V.	720.065	886.688	745.849	540.170	694.639
BioMethanol Chemie Nederland B.V.	258.190	294.374	266.684	255.962	353.307
Totaal	1.815.421	2.079.319	1.896.946	1.703.626	1.934.003

De deelsector bestaat in Nederland feitelijk uit een aantal grootschalige productielocaties in Rotterdam en Bergen op Zoom van twee internationale bedrijven (Air Liquide, Air Products) met een hoofdkantoor buiten Nederland. Daarnaast produceren met name Shell Pernis en Zeeland Refinery zelf waterstof door respectievelijk vergassing van zware olie en stoomreforming van aardgas. Waterstofproductie vindt in het algemeen voornamelijk plaats voor levering van waterstof aan raffinageprocessen voor ontzwareling van brandstoffen voor wegvervoer en luchtvaart en voor ruimteverwarming en hydrocracking van zware destillaten naar lichtere en duurdere transportbrandstoffen. Raffinaderijen worden in de regel beleverd door grootschalige centrale waterstof-fabrieken waarbij met pijpleidingen waterstof wordt geleverd. Deze pijpleidingen kunnen grensoverschrijdend zijn, zoals bij Air Products. Overige industriële afnemers in bijvoorbeeld glasindustrie, farmaceutische industrie en metaalindustrie worden beleverd middels flessen of tanks of beschikken over een kleinschalige decentrale waterstofgenerator. In Nederland is daarnaast waterstofproductie voor hydrodeoxygenatie van vetzuren naar biodiesel/HVO bij Neste op de Maasvlakte II belangrijk.

²⁴ Er is geen statistische informatie bekend over aantal werknemers en toegevoegde waarde.

C.4.2 Vestigingsklimaat en concurrentiepositie

Op dit moment is de concurrentiepositie van Air Liquide en Air Products zeer sterk: ze zijn kennishouders en in het geval van Air Liquide beheerders van het buizenstelsel waarmee waterstof groot-schalig tussen bedrijven getransporteerd wordt.

Als bedrijven waterstof nodig hebben, hebben ze de keuze uit deze twee bedrijven of zelf waterstof produceren met alle randvoorwaarden die daarbij komen kijken.

Een deel van de productiecapaciteit is captive – contractueel voor een bepaalde tijd vastgelegd voor levering aan één specifieke afnemer. Dit betreft de productie van waterstof door Air Liquide voor Neste (Blik op nieuws, 2008) en de productie voor ExxonMobil door Air Products (Industrielinqs, 2009). De jaarlijkse productie van waterstof in Nederland zal bij het openblijven van de raffinaderijen en Neste waarschijnlijk toenemen. Er zal waarschijnlijk een vraag ontstaan voor ontzwaveling van scheepsbrandstoffen, terwijl een tweede hydrocracker bij de ExxonMobil-raffinaderij in aanbouw is (ExxonMobil, 2016). Ook is het mogelijk dat er voor export van brandstoffen naar ontwikkelingslanden er in toenemende mate vraag ontstaat naar ontzwavelingscapaciteit.

Voor de lange termijn worden er volop plannen gemaakt voor het aanleggen van waterstofbuisleidingen die het mogelijk moeten maken om de industrie, maar ook andere sectoren over te laten stappen op CO₂-vrije waterstof als klimaatneutrale energiedrager. De vraag is of deze waterstof in Nederland geproduceerd gaat worden. Verder zijn nog onvoldoende garanties om deze infrastructuur te realiseren.

C.4.3 Mogelijkheden tot CO₂-reductie

De twee grootste eenheden van Air Liquide (SMR 2) en Air Products (locatie Botlek) zijn ‘capture ready’ ontworpen en zouden zonder uitvoerige retrofit kunnen worden uitgerust met een CO₂-afvang installatie. Afvangkosten zouden € 35 tot 40 per ton CO₂-bedragen (DCMR ; Deltalinqs, 2010).

Hernieuwbare alternatieven voor waterstofproductie zijn productie via waterelektrolyse en vergassing van afval of biomassa met CO₂-afvang. Mogelijkheden voor realisatie van een 20 MW_e elektrolyse-installatie zijn onderzocht door een consortium onder leiding van het Havenbedrijf Rotterdam.

De in de studie geschatte productiekosten voor H₂ uit elektrolyse zijn ruim tweemaal hoger als productiekosten voor waterstof (zonder CO₂-afvang) op basis van aardgas.

C.4.4 Conclusies

Samenvattend lijken er geen mogelijkheden te zijn om meerkosten van CO₂-heffing te vermijden middels energiebesparing en implementatie van hernieuwbare energie. Bij een hoge heffing per eenheid CO₂ zou CO₂-afvang en -opslag een ‘rendabel’ alternatief kunnen worden – dit is echter gegeven de verwachte heffingshoogte geenszins rendabel. Een manier om de kosten te verlagen is om subsidie aan te vragen in het kader van het Innovation Fund van het EU ETS. Onder de voorgestelde plannen van dit fonds zou maximaal 60% van de additionele jaarkosten gesubsidieerd kunnen worden. Indien de afvangkosten € 35-40/t CO₂ bedragen, zou met subsidie dit bedrag omlaag kunnen worden gebracht naar ongeveer € 20-25/t CO₂. In dit geval zou de sector hun CO₂-emissies drastisch kunnen reduceren tegen tarieven die bij vergelijkbaar zijn met de voorgestelde heffing van 20 €/ton CO₂, mits de CCS-kosten beperkt blijven tot 35 €/ton en er maximaal van de subsidie gebruik gemaakt kan worden²⁵.

²⁵ Daarbij dient te worden opgemerkt dat de sector hun gratis CO₂-rechten tot aan de benchmark kunnen behouden en dus kunnen verkopen op de internationale CO₂-markt.



C.5 Kunstmestindustrie

C.5.1 Algemeen beeld sector

De kunstmestindustrie (SBI-codes 20.15) omvatte in 2016 ongeveer 45 bedrijven. De sector bestaat uit een viertal grote producenten (Yara, OCI, Rosier en ICL)²⁶ en een aantal kleine bedrijven werkzaam in mestverwerking, menging en distributie. De toegevoegde waarde besloeg € 988 miljoen en er waren ongeveer 1.700 mensen werkzaam in deze sector (0,02% van werkzame beroepsbevolking).

Zoals aangegeven in de introductie van dit hoofdstuk is de globale analyse voor deze sector beperkt tot de deelsector waarin het gros van energiegebruik en CO₂-emissies plaatsvindt: productie van ammoniak. Deze deelsector omvat in Nederland twee productielocaties (Yara Sluiskil, OCI Geleen) van internationale bedrijven uit respectievelijk Noorwegen en Egypte.

Beide bedrijven gebruiken via hoge druk buisleidingen aangevoerd aardgas uit respectievelijk Groot-Brittannië en Nederland. De geproduceerde ammoniak wordt grotendeels ter plekke omgezet in navolgende producten als ureum en kalkammonsalpeter, die vervolgens worden afgezet op de West-Europese markt voor kunstmeststoffen. De omvang van de emissies in de kunstmestindustrie is gegeven in Tabel 44.

Tabel 44 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de kunstmestindustrie (SBI-code 20.15)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
Chemelot Site Permit B.V.	1.952.273	1.909.408	1.807.213	1.789.648	1.882.191
Yara Sluiskil B.V.	3.540.434	3.413.240	3.762.406	3.728.753	3.828.297
Totaal	5.492.707	5.322.648	5.569.619	5.518.401	5.710.488

C.5.2 Concurrentiepositie

Uit de analyse van De Bruyn et al. (2015) blijkt dat tussen 2013 en 2015 de gemiddelde CO₂-prijs uit het ETS tot een kostenstijging van ongeveer 3-6% zou leiden als alle kosten zouden worden doorberekend aan de klant. Bij een additionele heffing van € 20, zou dit impliceren dat de kostprijs stijging ongeveer 9-12% zou bedragen. Ook als de helft van de meerkosten van deze heffing door energiebesparende maatregelen gecompenseerd kunnen worden is het de vraag in hoeverre de Nederlandse producenten dit kunnen doorberekenen aan de klant. Het lijkt redelijk te veronderstellen dat bij dergelijke relatieve meerkosten beide Nederlandse ammoniakproducenten hun positie op de spotmarkt verliezen en dat levering aan deze markt wordt overgenomen door additionele importstromen en/of additionele productie bij andere Europese fabrieken binnen of buiten de beide concerns. Als de bedrijven al in staat zijn om deze heffing op te brengen verslechtert het hun positie op de kapitaalmarkt.

C.5.3 Mogelijkheden voor CO₂-reductie

Op beide locaties wordt aardgas via een combinatie van stoomreforming en autothermische reforming met lucht omgezet in NH₃ en CO₂. Additioneel aardgas wordt gebruikt voor ondervuring van het stoomreformingproces. De verhouding in gebruik van aardgas als grondstof en aardgas als brandstof en in geassocieerde CO₂-emissies is ongeveer 4 ÷ 1.

²⁶ Hiervan maken Yara en OCI-ammoniak gebaseerde kunstmeststoffen, Rosier kalium gebaseerde kunstmeststoffen en ICL-fosfor gebaseerde kunstmeststoffen.

De op beide productielocaties operationele ammoniakfabrieken zijn alle vier vergaand energetisch geoptimaliseerd. Mogelijk kan additionele energiebesparing worden gerealiseerd door terugwinning van waterstof en ammoniak uit purgegas van het proces met membranen (EC, 2007), (Air Products, 2016). Het is echter onduidelijk of hiermee ook reducties van 9-24% in energiegebruik kunnen worden gerealiseerd, zoals nodig voor het compenseren bij een heffing van € 20-40 per ton CO₂. Daarnaast zou waterstof uit aardgas deels kunnen worden vervangen door waterstof uit andere bronnen. Dit kan bijvoorbeeld waterstof uit waterelektrolyse zijn, maar kan bijvoorbeeld ook waterstof uit stookgas van een stoomkraker zijn. Zowel de productielocatie van Yara als die van OCI liggen in de buurt van stoomkrakers (respectievelijk DOW en Sabic). Afscheiden van waterstof uit stookgas van een stoomkraker betekent overigens wel dat additionele aardgas moet worden gebruikt bij de stoomkraker, zodat de netto CO₂-reductie over beide installaties beperkt is.

Bij gebruik van aardgas als grondstof vrijkomende CO₂ wordt sowieso tijdens het productieproces uit de productgassen afgevangen. De afgevangen CO₂ is beschikbaar als een zuivere CO₂-stroom en wordt deels gebruikt als grondstof voor ureum of geleverd aan externe gebruikers, zoals frisdrankindustrie. Bij Yara's productielocatie in Sluiskil is afzet van afgevangen CO₂ aan Praxair uitbesteed. Het opwerken en op druk brengen van de afgevangen zuivere CO₂ met oog op eeuwigdurende geologische opslag kost ongeveer € 15-20 per ton afgevangen CO₂. Voorwaarde voor implementatie van opslag is echter wel het door derden realiseren van een opslaglocatie en beschikbaar stellen van transportfaciliteiten voor afvoer van de afgevangen CO₂ naar de opslaglocatie.

Bij ondervuring van het stoomreformingproces geproduceerde CO₂ komt vrij in rookgassen met een lage CO₂-concentratie. Afvang van deze CO₂ vergt kosten met een orde van grootte van € 60 tot 100 per ton en implementatie van afvang bij deze bron lijkt minder waarschijnlijk.

C.5.4 Conclusies

De CO₂-heffing betekent een significante verhoging van de kosten voor de ammoniakproducenten, die niet gecompenseerd kan worden door energiebesparingen of doorberekend kan worden aan klanten. Het lijkt redelijk te veronderstellen dat bij dergelijke relatieve meerkosten beide Nederlandse ammoniakproducenten hun positie op de spotmarkt verliezen en dat levering aan deze markt wordt overgenomen door additionele importstromen en/of additionele productie bij andere Europese fabrieken binnen of buiten de beide concerns. Als de bedrijven al in staat zijn om deze heffing op te brengen verslechtert het hun positie op de kapitaalmarkt.

C.6 Petrochemie

C.6.1 Algemeen beeld sector

De petrochemie (SBI-code 20.14.1) omvat de verwerking van aardoliefracties tot diverse chemische producten. De petrochemie is veruit de grootste sector in de Nederlandse chemie (SBI-code 20). In 2016 waren 30 bedrijven actief in deze sector. De toegevoegde waarde besloeg € 4,3 miljard en er waren ongeveer 5.000 mensen werkzaam in deze sectoren (0,06% van werkzame beroepsbevolking). De emissiecijfers voor de Nederlandse petrochemische industrie is gegeven in Tabel 45.

Deze bedrijven in de petrochemie kunnen grofweg verdeeld worden in vier typen:

1. Producenten van olefinen en aromaten doormiddel van stoomkraken. In Nederland vindt dit proces plaats bij drie bedrijven: Sabic Geleen, DOW Terneuzen, Shell Moerdijk.
2. Verwerkers van olefinen en aromaten die vrijgekomen zijn in de raffinaderijen zoals Exxon Mobil Chemie en Shell Pernis.
3. Overige verwerkers van olefinen en aromaten zoals Cindu en Lyondell Bassell.
4. Verwerkers van aardgas zoals bijvoorbeeld BioMCN uit Delfzijl die grootschalig aardgas omzet in methanol.

Tabel 45 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de petrochemische industrie (SBI-code 20.14)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
Chemelot Site Permit B.V.	2.577.824	2.824.007	2.734.660	2.803.816	2.651.221
Exxonmobil Chemical Holland	535.126	492.000	529.056	491.207	576.885
Purac Biochem B.V.	15.556	17.858	18.294	18.488	20.865
Croda Nederland B.V.	42.582	37.846	37.011	35.735	34.233
Amsteldijk Beheer B.V.	22.122	10.843	4.062	#N/B	#N/B
Abengoa Bioenergy Netherlands B.V.	257.125	355.586	319.475	197.463	348.838
Caldic Chemie B.V.	14.381	14.694	13.085	14.041	13.936
Basell Benelux B.V.	10.788	18.529	21.478	11.270	10.063
Emerald Kalama Chemical, B.V.	89.272	81.673	65.320	64.767	83.343
DuPont Holding Netherlands B.V.	184.390	141.014	98.311	114.782	78.283
DOW Benelux B.V.	2.532.025	2.702.579	2.558.089	2.678.036	2.521.649
SHELL Nederland Chemie B.V.	2.412.232	1.949.980	1.341.791	2.579.734	2.709.457
Shin-Etsu PVC B.V.	100.189	97.346	95.563	101.945	93.615
AKZO Nobel Chemicals B.V.	3.189	3.329	2.593	2.578	3.090
Lyondell Bayer Manufacturing Maasvlakte VOF	10.996	11.749	11.880	12.356	12.809
Lyondell Chemie Nederland B.V. - Botlek locatie	127.282	116.903	152.358	291.774	270.401
Momentive Specialty Chemicals B.V. BKG 1	41.480	40.588	39.244	38.281	42.298
Totaal	8.976.559	8.916.524	8.042.270	9.456.273	9.470.986

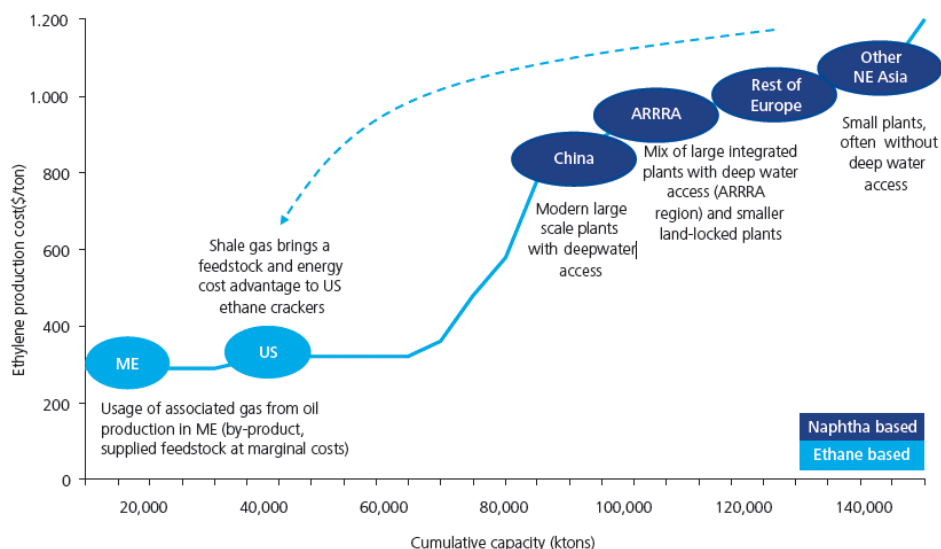
Bij deze sector is de focus gelegd bij productie van organische basischemicaliën middels stoomkraken van LPG, nafta en gasolie en de daarmee geïntegreerde verwerkingsprocessen voor de door de stoomkrakers geproduceerde basischemicaliën. De geproduceerde basischemicaliën betreffen met name etheen, propeen, butadien en aromaten. Er zijn in Nederland drie bedrijven met stoomkraakinstallaties: Dow in Terneuzen (drie krakers), Sabic in Geleen (twee krakers) en Shell in Moerdijk (één kraker). Het betreft in alle gevallen multinationals, waarbij het hoofdkwartier van de eerste twee gevestigd is buiten Nederland.

De grondstoffen voor Shell Moerdijk en Sabic worden grotendeels per pijpleiding aangevoerd. De kraker (MLO) van Shell Moerdijk verwerkt nafta, gasolie, hydrowax of lpg (totaal 3,3 miljoen ton voeding per jaar) die grotendeels afkomstig is van de raffinaderij Shell Pernis. Sabic in Geleen is via een pijpleidingnet verbonden met grondstofleverende raffinaderijen in Antwerpen, Rotterdam en het Ruhrgebied. DOW is via een pijpleiding aangesloten op Zeeland Refinery voor de levering van nafta, maar ontvangt de meeste grondstoffen (LPG, aardgascondensaat en nafta) per schip. De stoomkrakers zijn voor afvoer van geproduceerde etheen allemaal aangesloten op het ARG-pijpleidingnetwerk en propeen van DOW en Shell Moerdijk wordt eveneens grotendeels per buisleiding naar klanten getransporteerd. Propeen van Sabic en andere grondstoffen worden echter voornamelijk per schip, spoor of wegvervoer afgevoerd. Een deel van de geproduceerde basischemicaliën wordt bij met de stoomkrakers geïntegreerde processen bij eigen bedrijf of aanpalende bedrijven verwerkt tot chemische grondstoffen.

C.6.2 Concurrentiepositie

De markt voor olefinen en aromaten was een mondiale markt waarop de naftakrakers in de zogenoemde 'Antwerp Rotterdam Ruhr Rhine Area' (ARRRA) van oudsher voor de hele wereld produceerden. Door opkomende goedkopere productiecapaciteit in het Midden-Oosten, China en in de VS is afzet buiten de EU echter deels weggevallen.

Figuur 5 – Mondiale kostencurve van de etheenproductie (in 2012)



Bron: Addendum bij de VNCI Visie 2030-2050 (Deloitte, 2013).

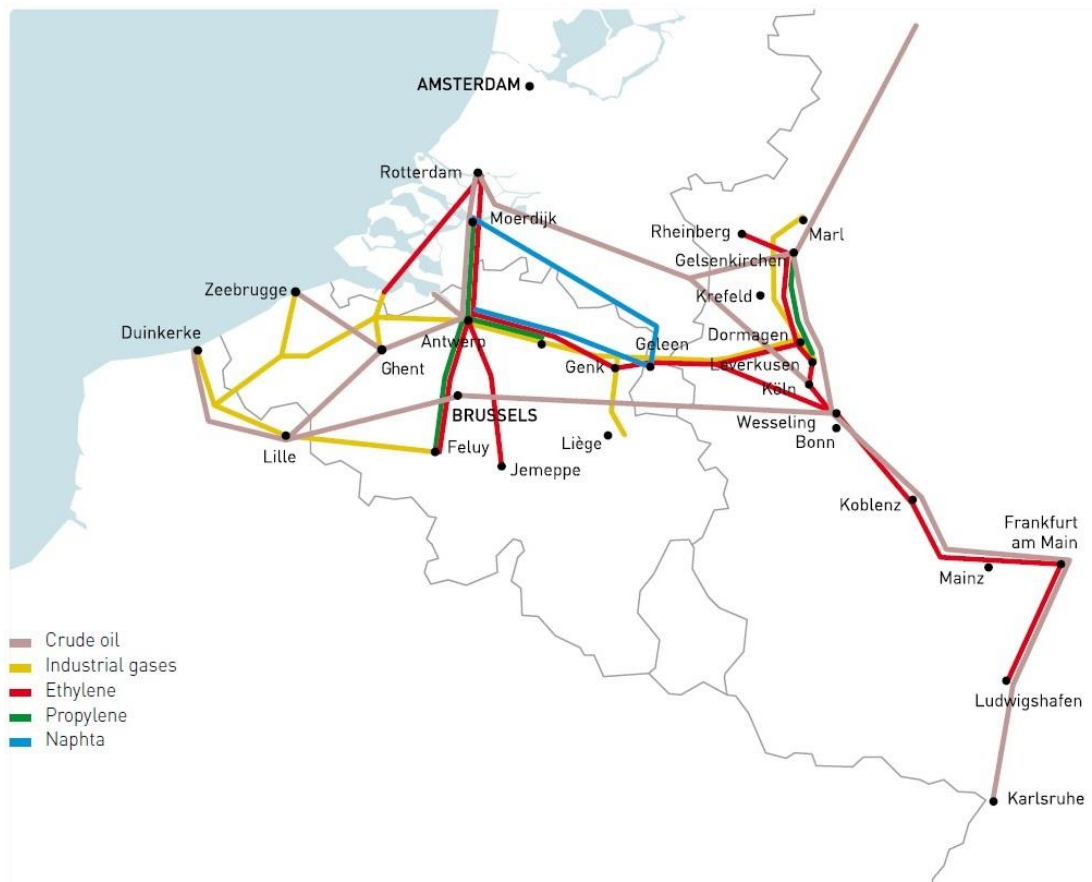
Aan de andere kant behoren met name de stoomkrakers Sabic en DOW tot de meest efficiënte en energetisch geoptimaliseerde stoomkrakers ter wereld en is DOW overgeschakeld op een grondstoffenpalet met zo'n 60% aan goedkope LPG (Jacobs, 2012), (Platts, McGraw Hill Financial, 2016). DOW's directeur Andrew Liveris gaf aan dat de Europese vestigingen van DOW in onder andere Terneuzen in 2016 te maken hadden met een 'rugwind' qua rentabiliteit. Beide bedrijven investeren ook regelmatig in de stoomkrakers in Terneuzen en Geleen om deze vestigingslocaties nog competitiever te maken. DOW investeert bijvoorbeeld in de periode 2015-2019 zo'n € 500 miljoen voor uitbreiding van polyol-productie (een grondstof voor polyurethaan) de bouw van het zogenoemde service-center. In het servicecenter zullen het management, de service- en veiligheidsactiviteiten voor alle Dow-locaties in Europa, Afrika en het Midden-Oosten worden gehuisvest (FD, 2018). De stoomkraker van Shell in Moerdijk neemt door de integratie met de raffinaderij in Pernis een speciale positie in.

De Bruyn et al., (2015) berekenen dat de gemiddelde CO₂-emissie per eenheid product in de Europese sector gemiddeld tussen de 670-770 kg per ton HVC (high value chemicals) product zou bedragen. Uitgaande van een gemiddelde prijs van 1.000 €/ton HVC +/- 400 €/ton en de emissies uit de raffinageketen zou de kostprijsstijging bij een heffing van € 20/t CO₂-prijs ongeveer 3% +/- 1% bedragen.

C.6.3 Mogelijkheden tot CO₂-reductie

De drie productielocaties in Moerdijk, Terneuzen en Geleen produceren samen 6-7 Mton CO₂/jaar. De CO₂ wordt voornamelijk geproduceerd bij ondervuring van de stoomkraakfornuizen met tijdens het stoomkraakproces gevormd stookgas. De specifieke CO₂-emissie per GJ stookgas is bij Sabic lager dan voor aardgas. Dit geeft aan dat de CO₂-concentratie in de rookgassen laag is. In principe zijn de productielocaties al ver geoptimaliseerd. Er zijn nog in beperkte mate energie-efficiëntie verbetermogelijkheden, bijvoorbeeld damprecompressie.

Figuur 6 – Buisleidingeninfrastructuur in Noordwest-Europa



Bron: (Essenscia, sd).

Er zijn verder geen voorbeelden bekend waarbij hernieuwbare energie wordt gebruikt om CO₂-emissies gerelateerd aan stoomkraken te reduceren. De enige optie om CO₂-emissies significant te reduceren zou daarom CO₂-afvang zijn. Door de lage CO₂-concentratie in de rookgassen van de stoomkraak fornuizen is afvangen van CO₂ relatief duur (vergeleken met CO₂-afvang bij andere bronnen): ongeveer € 60 tot 70 per ton CO₂. Via deze wegen vallen de extra uitgaven door de CO₂-heffing naar verwachting dus niet te compenseren.

C.6.4 Conclusies

De CO₂-heffing betekent een verhoging van de kosten voor producenten van HVC, die niet gecompenseerd kan worden door energiebesparingen of doorberekend kan worden aan klanten. Er zijn geen aanwijzingen dat er mogelijk CO₂-emissie met energiebesparing gecompenseerd kan worden. Gezien de orde van grootte van de prijsverhoging circa 3% in een markt met prijs-schommelingen van 30% is het de vraag of het een effect op het marktaandeel heeft. Mogelijk kunnen deze bedrijven deze vermindering van hun marge opvangen, maar het verslechtert hun positie wanneer investeringen aangetrokken moeten worden.

C.7 IJzer- en staalindustrie

C.7.1 Algemeen beeld sector

De sector ijzer- en staalproductie (SBI 24.1) omvat de vervaardiging van ijzer, staal en ferrolegeringen. Het grootste deel van de Nederlandse ijzer- en staalindustrie — in termen van energieverbruik en CO₂-emissies — komt echter voor rekening van de vervaardiging van staal via de hoogovenroute bij Tata Steel in IJmuiden. Statistiek over het aantal werknemers en toegevoegde waarde is niet beschikbaar voor deze subsector in verband met geheimhouding. Gegevens over de emissies in deze industrie zijn gegeven in Tabel 46.

Tabel 46 – European Transaction Log (bewerkt door CE Delft) CO₂-emissiecijfers voor de ijzer- en staalindustrie (SBI-code 24.10)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017
Tata Steel IJmuiden B.V.	5.992.543	5.930.690	6.293.458	6.298.449	6.934.253
Ruigenhil Vastgoed	45.141	43.715	40.342	38.252	21.225
Totaal	6.037.684	5.974.405	6.333.800	6.336.701	6.955.478

Tata Steel in IJmuiden is onderdeel van Tata Steel Europe waarvan het hoofdkantoor in Londen zit. Tata Steel Europe wordt samengevoegd met de staaldivisie van Thyssenkrupp uit Duitsland (Tata Steel, 2017).

Er wordt veel ijzer en staal geïmporteerd en geëxporteerd door Nederland. In 2017 werd voor € 9 miljard aan staal uitgevoerd, waarvan het grootste gedeelte in Nederland was geproduceerd. Het grootste deel hiervan ging naar EU-lidstaten en naar de VS (CBS, 2018). De belangrijkste grondstoffen voor het productieproces van staal (ijzererts en cokeskolen) worden grotendeels vanuit buiten de EU geïmporteerd.

C.7.2 Vestigingsklimaat en concurrentiepositie

De verwachting is dat Tata Steel IJmuiden kan blijven concurreren vanwege de hoogwaardige producten die ze leveren. Ze heeft een technische specialisatie op het gebied van dun en sterk staal voor bijvoorbeeld de auto-industrie, waarvoor geen concurrentie is met staal uit de secundaire grondstof staalschoot. Er is wel concurrentie van Arcelor Mittal in Gent een staalfabriek die zich ook heeft gespecialiseerd in hoogwaardige staalproductie. Echter deze fabriek kan haar productie niet zo sterk opvoeren dat ze de productie van Tata over kan nemen. Naast de hoge kwaliteit van de producten, heeft Tata Steel ook concurrentievoordeel door de gunstige ligging met eigen zeehaven, geschoolde arbeidskrachten, technologische ontwikkeling en configuratie van de fabrieken.

Uit Europees onderzoek (de Bruyn et al., 2015) blijkt dat een additionele CO₂-prijs van € 20 tot kostprijsstijging van het geproduceerde staal van 3,1 tot 8,4% kan leiden. De vraag is of Tata steel een dergelijke prijsstijging in de prijzen kan verwerken zonder een verlies aan concurrentiepositie. Onze verwachting is dat dit niet het geval zal zijn. Ter illustratie het volgende. Volgens het financieel jaarverslag voor Tata Steel IJmuiden²⁷ (Hendriks, 2017) bedroeg de jaaromzet in 2017 M€ 3.580 terwijl de netto winst in dat jaar afgerond M€ 320 na belastingen bedroeg. De CO₂-emissie in dat jaar bedroeg circa 11 Mton (NEA, 2017). Een heffing van € 20/ton CO₂ zou circa 70% van de nettowinst kosten. Tenzij de Tata in staat is om een deel van de CO₂-heffing door te berekenen aan haar klanten. De vraag is welk deel van de klanten echt de hoge kwaliteit van Tata Steel nodig hebben en dus geen

²⁷ Zie: www.tatasteel.com/media/3805/135-tata-steel-ijmuiden-bv.pdf



alternatief heeft dan een hogere prijs te accepteren en welk deel deze prijsverhoging zal aangrijpen om over te stappen op andere materialen.

C.7.3 Mogelijkheden tot CO₂-reductie

In vergelijking met de Europese ijzer- en staalindustrie is de Nederlandse energiezuinig te noemen. Dit heeft geholpen in de marktpositie van deze industrie, omdat ze zo ondanks hogere energieprijzen toch een relatief hoge toegevoegde waarde heeft kunnen creëren. Desondanks was de CO₂-emissie-uitstoot van Tata Steel met 6,3 Mton (exclusief emissies bij Nuon) in 2016 de op één na hoogste van Nederland (ING Economisch Bureau, 2018).

De grootste energiebesparingsmogelijkheden voor het huidige proces zijn al uitgevoerd in de afgelopen jaren. Hogere verwachting is er over de bij Tata Steel IJmuiden ontwikkelde Hisarna-technologie, waarmee een energiebesparing — en bijkomende emissiereductie — van minimaal 20% kan worden gerealiseerd. Op dit moment is de techniek echter nog in de pilotfase (Tata Steel, 2017). Het proces is ook geschikt in combinatie met CCS of CCU, omdat er zeer zuiver CO₂ uit vrijkomt waardoor de kosten ervan relatief laag zullen zijn. Het combineren van deze technieken kan leiden tot een CO₂-emissiereductie van het staalproductieproces van 80%. Naast het energieverbruik en emissiereductie zijn ook de operationele kosten van het Hisarnaproces lager dan dat van huidige processen, door verlaagde proceskosten maar ook omdat er gebruik kan worden gemaakt van goedkopere grondstoffen om kwalitatief gelijkwaardige producten te maken als op dit moment (Tata Steel Europe, 2017). Daarbij moet wel nog in ogenschouw worden genomen dat de Hisarna-technologie zich nog in de pilotfase bevindt en volledige implementatie is op korte termijn nog niet te verwachten.

Een CO₂-minimumprijs zou voor de ijzer- en staalindustrie duur uitvallen omdat ze een hoge CO₂-uitstoot hebben. Omdat het huidige hoogovenstaalproces aan de limiet van energiebesparing zit, is het denkbaar dat in de staalindustrie CCS (of CCU) wordt toegepast. Op dit moment is Tata Steel al verbonden met de OCAP-leiding om CO₂ aan tuinders te leveren. In het geval dat alle testfases van het Hisarnaproces succesvol zijn, kan het lonen om daar op over te stappen, zeker in combinatie met carbon capture. Daarbij dient wel te worden opgemerkt dat het op dit moment onzeker is of, en op welke wijze, CCU-technieken (zoals levering van captured CO₂ aan tuinders) zal worden meegenomen in het EU ETS. Daarom is het ook niet zeker of dergelijke technieken in aanmerking zullen komen voor een reductie van de CO₂-emissies en dus tot een lagere heffingsgrondslag zullen leiden.

C.7.4 Conclusies

De CO₂-heffing betekent een significante verhoging van de kosten voor de hoogovens, die niet gecompenseerd kan worden door energiebesparingen of doorberekend kan worden aan klanten. Wanneer alleen economisch rendement zou tellen zou deze heffing betekenen dat de Nederlandse hoogovens gesloten zouden worden uit Nederland vertrekken.