



Centraal Planbureau  
Planbureau voor de Leefomgeving

# Europese importheffing op CO<sub>2</sub> effectief tegen weglek

CPB/PBL-Publicatie

Stan Olijslagers (CPB), Corjan Brink (PBL), Lucas Smits (CPB),  
Xinyu Li (PBL) en Rutger Teulings (CPB)  
april 2024

## Colofon

### Europese importheffing op CO<sub>2</sub> effectief tegen weglek

© CPB en PBL (Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving)  
Den Haag, 2024

### Contact

S.W.J.Olijslagers@cpb.nl

### Auteurs

Stan Olijslagers (CPB), Corjan Brink (PBL), Lucas Smits (CPB), Xinyu Li (PBL) en Rutger Teulings (CPB)

### Met dank aan

Bij de totstandkoming van dit rapport hebben we dankbaar gebruik gemaakt van input van onze collega's van het CPB en PBL, in het bijzonder Rob Aalbers, Stefan Boeters, Dick van Dam, Bert Tieben, Marcel Timmer, Gerdien Meijerink en Herman Vollebergh. Verder willen we de leden van de klankbordgroep danken voor hun vele bruikbare opmerkingen: Johannes Bollen (TNO), Long Lam (Trinomics), Sjak Smulders (Tilburg University), Konstantin Sommer (UvA), Stefan Wöhrmüller (DNB) en beleidsmedewerkers van de ministeries van Financiën, Economische Zaken en Klimaat en Buitenlandse Zaken.

### Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Olijslagers et al. (2024), *Europese importheffing op CO<sub>2</sub> effectief tegen weglek*, Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.

Het Centraal Planbureau (CPB) levert als onafhankelijk onderzoeksinstituut beleidsrelevante economische analyses en ramingen. We doen onderzoek naar de Nederlandse economie en het sociaaleconomisch beleid in den brede. Voor beleidsmakers en het bredere publiek vertalen we wetenschappelijke inzichten naar de dagelijkse beleidspraktijk, waarmee we een nuchtere, feitelijke basis leveren.

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

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b> <b>Introductie</b>	<b>6</b>
<b>2</b> <b>Model en scenario's</b>	<b>8</b>
<b>3</b> <b>Effecten van CBAM</b>	<b>9</b>
3.1    Effectiviteit van CBAM en gratis rechten tegen weglek	9
3.2    Economische gevolgen van CBAM en gratis rechten	10
3.3    Verschillen tussen Nederland en de EU	15
3.4    Scenario's waarin het buitenland reageert	16
<b>4</b> <b>Discussie</b>	<b>18</b>
<b>5</b> <b>Literatuur</b>	<b>20</b>
<b>Bijlage A - Beschrijving GREEN-R</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage B – Extra resultaten</b>	<b>31</b>

# Samenvatting

**Het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS) verhoogt de kosten voor energie-intensieve bedrijven in de Europese Unie (EU) ten opzichte van hun concurrenten buiten de EU.** Door dit concurrentienadeel kunnen bedrijven marktaandeel verliezen of hun productie verplaatsen naar landen buiten de EU. Hierdoor daalt de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de EU wel, maar neemt die buiten de EU juist toe. Dit noemen we ook wel 'CO<sub>2</sub>-weglek'. Om die weglek te voorkomen worden bedrijven gecompenseerd voor het concurrentienadeel en krijgen ze een groot deel van de rechten die ze nodig hebben gratis.

**De komende jaren voert de EU een nieuw systeem in: het *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM).** Hierbij gaat er voor een aantal producten een importheffing op CO<sub>2</sub> gelden. Het doel van de EU is om met CBAM het risico op CO<sub>2</sub>-weglek door productieverplaatsing te verminderen. De CO<sub>2</sub>-importheffing zal tussen 2026 en 2034 geleidelijk worden ingevoerd voor de volgende productgroepen: ijzer & staal, aluminium, cement, kunstmest, elektriciteit en waterstof. De hoogte van de heffing is gelijk aan de ETS-prijs. Tegelijkertijd worden gratis rechten uitgefaseerd in de CBAM-sectoren. In deze studie maken we een inschatting van de effecten van CBAM ten opzichte van de oude situatie, waarin bedrijven in CBAM-sectoren gratis rechten ontvingen.

**CBAM is effectiever dan gratis rechten in het beperken van CO<sub>2</sub>-weglek.** Uit onze modelanalyse volgt dat de weglek bij CBAM ongeveer een derde kleiner is dan bij ETS met gratis rechten. CBAM verhoogt de importkosten door de CO<sub>2</sub>-inhoud van een geïmporteerd product te beprijsen. Gratis rechten compenseren daarentegen de stijging van de productiekosten van een bedrijf door het eigen Europese klimaatbeleid. Gemiddeld is de productie buiten de EU vervuilender dan binnen de EU. De stijging van de importkosten door CBAM zal daardoor groter zijn dan de daling van de eigen productiekosten door gratis rechten. CBAM verbetert dus de concurrentiepositie van Europese bedrijven op de Europese markt ten opzichte van bedrijven buiten de EU. Daarom leidt CBAM naar verwachting tot meer eigen productie in de EU en minder relatief vervuilendere import uit niet-EU-landen, en daarmee ook tot een kleinere CO<sub>2</sub>-weglek door productieverplaatsing.

**In Nederland leidt CBAM volgens de analyse tot een sterkere toename van de productie en export van CBAM-producten dan gemiddeld in de EU.** Nederlandse producenten van CBAM-goederen exporteren relatief veel naar andere EU-landen en veel minder naar landen buiten de EU. Daardoor profiteren ze ook meer dan gemiddeld wanneer de handel binnen de EU toeneemt. Een daling van de export naar niet-EU-landen heeft voor Nederland een minder grote impact op de totale export.

**Door CBAM stijgt de productie van ijzer & staal en cement, terwijl de impact op de productie van aluminium beperkt is.** De productie van ijzer & staal en cement gaat gepaard met relatief veel CO<sub>2</sub>-uitstoot, en er zijn grote verschillen in de uitstoot tussen Europese en niet-Europese producenten. De heffing op de import van ijzer & staal en cement is dus relatief hoog. CBAM heeft daardoor in deze sectoren het grootste effect. Bij de productie van aluminium komt de CO<sub>2</sub> vooral vrij bij de productie van elektriciteit die nodig is in het productieproces. De verschillen in directe uitstootintensiteit tussen productie in de EU en buiten de EU zijn beperkt. CBAM legt alleen een importheffing op de uitstoot van de aluminiumsector zelf. De heffing ligt niet op de indirecte uitstoot vanwege elektriciteitsgebruik, waardoor de impact voor deze sector klein is. Als indirecte uitstoot in de aluminiumsector wel onderdeel van CBAM was geweest, dan zou de productie van aluminium in de EU sterker toenemen. Dit komt omdat de uitstoot die vrijkomt bij de productie van elektriciteit buiten de EU wel een stuk hoger is.

**De invoering van CBAM leidt ook tot hogere prijzen en inkomsten in de Europese Unie.** Vanwege de CO<sub>2</sub>-importhoefting stijgen de prijzen van CBAM-goederen volgens de modelberekeningen met ongeveer 4 procent ten opzichte van het ETS-systeem met gratis rechten. Overigens betekent deze prijsstijging dat de klimaatschade beter wordt meegenomen in de productprijzen, omdat de uitstoot van geïmporteerde producten uit niet-EU-landen nu ook wordt beprijsd. Voor de consument is het effect van de prijsstijging beperkt, omdat de CBAM-goederen maar een beperkt deel uitmaken van alle consumptieartikelen. Zo ligt de consumentenprijsindex in Nederland met CBAM 0,13 procent hoger dan bij gratis rechten. Tegelijkertijd levert CBAM de EU wel inkomsten op, die zouden kunnen worden gebruikt om andere belastingen te verlagen.

**Als niet-EU-landen zelf ook een CO<sub>2</sub>-prijs invoeren leidt dit tot een sterke mondiale CO<sub>2</sub>-reductie.** CBAM-opbrengsten gaan naar de EU-lidstaten. Landen die een eigen CO<sub>2</sub>-prijs invoeren mogen dit in het CBAM-systeem aftrekken van de CO<sub>2</sub>-importhoefting van de EU. In dat geval houden deze landen de opbrengst van die CO<sub>2</sub>-prijs dus zelf. Vooral voor landen die veel exporteren naar de EU en al overwegen CO<sub>2</sub>-beprijzing in te voeren, kan CBAM hiertoe een extra zetje geven. Om te onderzoeken wat er gebeurt als landen hun beleid aanpassen in reactie op CBAM hebben we twee extra scenario's doorgerekend. Deze berekeningen laten zien dat als China, India, de Verenigde Staten en Oost-Europa een CO<sub>2</sub>-prijs van 25 euro per ton in zouden voeren voor de CBAM-sectoren, de mondiale CO<sub>2</sub>-reductie substantieel is. Deze landen kunnen echter ook anders reageren als ze CBAM als protectionistisch ervaren. Mogelijk nemen ze dan tegenmaatregelen, zoals een gelijksoortige importhoefting. Een dergelijke heffing verlaagt de export vanuit de EU naar niet-EU-landen. In dit scenario zal ook de productiestijging in Europa vanwege CBAM kleiner zijn.

# 1 Introductie

**De Europese Unie (EU) heeft een van de hoogste CO<sub>2</sub>-prijzen ter wereld.** In de EU geldt het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS) waarin energie-intensieve bedrijven en de elektriciteitssector rechten moeten kopen voor elke ton CO<sub>2</sub> die ze uitstoten. Het aantal rechten dat wordt uitgegeven is beperkt, waardoor er ook een maximum wordt gesteld aan de totale uitstoot. Emissierechten zijn verhandelbaar en door een wisselwerking tussen vraag en aanbod van rechten ontstaat er op de markt een prijs. In 2023 is een akkoord bereikt over een aantal aanpassingen van het EU ETS waardoor het aantal rechten in het EU ETS versneld wordt afgebouwd. De aankondiging hiervan in 2021 heeft tot een stijging van de ETS-prijs geleid van gemiddeld ongeveer 25 €/tCO<sub>2</sub> in 2021 tot gemiddeld ongeveer 85 €/tCO<sub>2</sub> in 2022 en 2023. Sindsdien is de prijs weer gedaald tot ongeveer 60 €/tCO<sub>2</sub> in februari en maart 2024. Naar verwachting zal de prijs wel weer omhooggaan, omdat het aantal rechten bij ongewijzigd beleid in 2040 naar 0 gaat.

**Een risico van deze hoge CO<sub>2</sub>-prijzen is dat productie verplaatst naar landen buiten de EU, en de CO<sub>2</sub> elders in de wereld wordt uitgestoten.** Bedrijven in landen buiten de EU betalen geen of een relatief lage prijs voor hun CO<sub>2</sub>-uitstoot. Zij kunnen daardoor hun producten tegen een lagere prijs aanbieden; ook aan afnemers binnen de EU. Vooral bij sectoren in de EU die te maken hebben met internationale concurrentie kan dit leiden tot marktaandeelverlies, of ze kunnen ervoor kiezen de productie te verplaatsen naar een deel van de wereld waar emissies niet of minder worden beperkt. Wereldwijd nemen dan de emissies niet af, en het is zelfs mogelijk dat dit tot meer uitstoot leidt als de productiefaciliteit buiten de EU vervuilendere technologie gebruikt. De extra uitstoot elders in de wereld als gevolg van klimaatbeleid in Europa wordt ook wel het koolstoflek of CO<sub>2</sub>-weglekeffect genoemd (in het Engels ‘carbon leakage’). Overigens is in empirische studies tot nu toe weinig bewijs gevonden voor productieverplaatsing vanwege het EU ETS (Verde, 2020; Trinks en Hille, 2023), maar daarin werden periodes met lage CO<sub>2</sub>-prijzen onderzocht.

**CO<sub>2</sub>-weglek kan ook optreden door prijsdalingen op de wereldwijde energiemarkten.**<sup>1</sup> Als de vraag naar fossiele brandstoffen in de EU zou afnemen vanwege klimaatbeleid, leidt dit wereldwijd tot een lagere prijs. Door die lagere prijs kan het brandstofverbruik, en daarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot, buiten de EU toenemen. We spreken dan van ‘weglek via de energiemarkt’. De omvang van dit effect is afhankelijk van de mate waarin vraag en aanbod van fossiele brandstoffen in de wereld reageren op de prijsdaling.

**Om te voorkomen dat productie, en daarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot, verplaatst naar buiten de EU, deelt de EU gratis CO<sub>2</sub>-uitstootrechten uit aan de industrie.** In de praktijk krijgen de meeste bedrijven in de energie-intensieve industrie een groot deel van de benodigde rechten daardoor gratis, terwijl de elektriciteitssector geen gratis rechten ontvangt. De gedachte hierachter is dat de elektriciteitssector veel minder gevoelig is voor weglek dan de energie-intensieve industrie.

**Het huidige systeem van gratis rechten heeft enkele nadelen.** Het aantal gratis rechten dat een bedrijf ontvangt, is gelijk aan de productie vermenigvuldigd met een benchmark op basis van de 10% schoonst producerende bedrijven in een sector. Bedrijven die gratis rechten ontvangen hebben vrijwel geen prikkel om productie te verlagen, omdat ze dan in de toekomst minder rechten krijgen. De gratis rechten zijn daarmee een indirecte productiesubsidie. Bedrijven hebben weliswaar een prikkel om schoner te gaan produceren, omdat ze de ontvangen gratis rechten ook kunnen verkopen, maar uit onderzoek blijkt dat er relatief minder

---

<sup>1</sup> Het beprijzen van CO<sub>2</sub> binnen de EU kan ook leiden tot schone innovaties. Deze kennis kan ook toegepast worden buiten de EU. Dit effect gaat juist de andere kant op; het zorgt voor extra CO<sub>2</sub>-reductie buiten de EU. Zie bijvoorbeeld Dröge et al. (2009) en Cosby et al. (2019) voor een uitgebreidere beschrijving van verschillende kanalen van weglek.

CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt gereduceerd bij bedrijven die veel gratis rechten ontvangen (Dechezleprêtre et al., 2023). Bovendien neemt het aantal emissierechten in de loop der tijd af, waardoor in de toekomst steeds minder gratis rechten uitgedeeld kunnen worden. Tot slot leidt het uitdelen van gratis rechten aan de energie-intensieve industrie tot lagere prijzen van industrieproducten en geeft daardoor een minder sterke prikkel om consumptie te verminderen.

**Vanwege de nadelen van gratis rechten heeft de Europese Commissie besloten om voor een aantal sectoren die onder het EU ETS vallen het zogenoemde Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) in te voeren.**<sup>2</sup> Het doel van CBAM is om de weglek van CO<sub>2</sub>-uitstoot vanwege productieverplaatsing te verminderen. Een importeur van producten die onder CBAM vallen gaat in de toekomst een importheffing<sup>3</sup> betalen over de CO<sub>2</sub>-uitstoot die vrijkomt bij de productie die gelijk is aan de ETS-prijs. Als er in het land van herkomst bij het produceren van het product al een prijs voor CO<sub>2</sub> is betaald, dan wordt deze in mindering gebracht op de verschuldigde importheffing. Gedurende een periode van negen jaar, tussen 2026 en 2034, wordt CBAM geleidelijk ingevoerd en worden gratis rechten geleidelijk afgeschaft. Op deze manier wordt dubbele bescherming voor Europese producenten van CBAM-producten voorkomen. Exportsubsidies zijn in de huidige opzet geen onderdeel van CBAM, omdat dit mogelijk in strijd is met internationale afspraken over handel binnen de Wereldhandelsorganisatie (WTO). Bedrijven die in Europa produceren en voornamelijk exporteren naar buiten de EU hebben daardoor alsnog een concurrentienadeel.

**De productgroepen die onder CBAM gaan vallen zijn ijzer en staal, aluminium, cement, kunstmest, elektriciteit en waterstof.** De producenten van deze producten hebben volgens de Europese Commissie een hoog risico op weglek en kunnen met relatief beperkte complexiteit en administratieve lasten onder CBAM gebracht worden. Overige chemische producten en olieproducten vallen nog niet onder CBAM omdat het voor deze productgroepen complexer is om de uitstootintensiteit te bepalen. Bij de productgroepen ijzer en staal, aluminium en waterstof wordt vooralsnog enkel de directe uitstoot meegenomen. Dat betekent dat bij de importheffing geen rekening wordt gehouden met emissies die eerder in de productieketen kunnen optreden, bijvoorbeeld door de productie van de benodigde elektriciteit. Voor de productgroepen cement en kunstmest is wel besloten om indirecte uitstoot door benodigde elektriciteit te beprijzen.

**In deze publicatie onderzoeken CPB en PBL hoe effectief CBAM is voor het verminderen van de weglek van CO<sub>2</sub>.** Ook bekijken we de economische gevolgen van CBAM. We doen dat zowel voor de EU als geheel als voor Nederland in het bijzonder. We maken daarbij gebruik van het nieuw ontwikkelde algemeen-evenwichtsmodel GREEN-R (Global Recursive Equilibrium model on Energy and Resources).

---

<sup>2</sup> In de academische literatuur worden importheffingen en exportsubsidies op CO<sub>2</sub> al jaren genoemd als effectief alternatief voor gratis uitdelen van emissierechten (Monjon en Quirion, 2011; Fischer en Fox, 2012; Böhringer et al., 2022).

<sup>3</sup> Juridisch gezien is CBAM geen importheffing maar een beprijzingsinstrument omdat de importeur certificaten aan moet kopen, waarbij de prijs van de certificaten gelijk is aan de ETS-prijs. Vanwege de leesbaarheid gebruiken we toch de term importheffing omdat er vanuit economisch perspectief geen verschil is tussen een importheffing en een verplichte aankoop van rechten.

## 2 Model en scenario's

Voor de analyse gebruiken we het GREEN-R-model dat recent is ontwikkeld door het CPB en PBL. GREEN-R is een zogenoemd recursief dynamisch algemeen-evenwichtsmodel waarmee klimaat- en energiebeleid kan worden gesimuleerd. GREEN-R modelleert interacties tussen sectoren, huishoudens en de overheid en houdt daarbij rekening met het relatieve belang van een sector voor de economie. Het model omvat alle landen in de hele wereld, waardoor het mogelijk is de effecten van klimaatbeleid in één regio op de uitstoot in de rest van de wereld in kaart te brengen. In bijlage A is een modelbeschrijving en meer informatie over de regio-indeling en de scenario's te vinden.

De sectoren die gratis rechten ontvangen en die onder CBAM vallen zijn weergegeven in tabel 2.1. In GREEN-R wordt de productie van kunstmest niet als aparte sector onderscheiden, maar valt die binnen de chemische sector. Omdat kunstmest slechts een beperkt deel is van de volledige chemische industrie hebben we ervoor gekozen om de chemische industrie in onze simulaties niet als CBAM-sector te beschouwen. Verder nemen we aan dat de CBAM-heffing gelijk is aan de ETS-prijs en wordt geheven over de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot die vrijkomt bij productie van geïmporteerde goederen. In de CBAM-wetgeving valt, in tegenstelling tot andere productgroepen, ook indirecte uitstoot door elektriciteitsgebruik bij cement en kunstmest onder CBAM. Kunstmest nemen we niet mee in het CBAM-scenario. Vanwege consistentie hebben we besloten om ook bij cement geen indirecte uitstoot mee te nemen in het CBAM-scenario. Wel bekijken we een extra scenario waarin voor alle productgroepen ook indirecte uitstoot wordt geprijsd.

Tabel 2.1 - Overzicht belangrijkste ETS-sectoren

Sectoren	ETS-GRATIS-RECHTEN	ETS-CBAM
IJzer & staal	Gratis rechten	CBAM
Overige metalen (o.a. aluminium)	Gratis rechten	CBAM
Mineralen (o.a. cement)	Gratis rechten	CBAM
Chemische producten (o.a. kunstmest)	Gratis rechten	Gratis rechten
Olieproducten	Gratis rechten	Gratis rechten
Fossiele elektriciteit	-	CBAM

We bekijken drie hoofdsenario's, namelijk: **ETS-GEEN-BESCHERMING**, **ETS-GRATIS-RECHTEN** en **ETS-CBAM**. In **ETS-GEEN-BESCHERMING** wordt het EU ETS zonder maatregelen tegen weglek in het model geïntroduceerd. Het EU ETS is gemodelleerd als een jaarlijks dalend uitstootplafond, waardoor de ETS-prijs in de loop der tijd stijgt. In dit scenario worden alle rechten geveild. We gebruiken dit scenario om de andere twee scenario's mee te vergelijken. In het tweede scenario **ETS-GRATIS-RECHTEN** worden gratis rechten toegevoegd aan het ETS. Dit scenario geeft de huidige situatie van het EU ETS weer. Als derde bekijken we het **ETS-CBAM**-scenario waarbij een importheffing op CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt toegevoegd aan het ETS.

Tot slot analyseren we ook twee scenario's waarin landen buiten de EU reageren op de invoering van **CBAM**. In het scenario **CO<sub>2</sub>-PRIJS-BUITENLAND** bekijken we een situatie waarin niet-EU-landen besluiten zelf een CO<sub>2</sub>-belasting in te voeren. Specifiek nemen we in dit scenario aan dat China, India, Oost-Europa inclusief Rusland, en Noord-Amerika een CO<sub>2</sub>-belasting van 25 €/tCO<sub>2</sub> invoeren in de drie CBAM-sectoren (ijzer & staal, overige metalen en mineralen). In het scenario **IMPORTHEFFING-BUITENLAND** bekijken we wat de gevolgen zijn als dezelfde vier regio's reageren op CBAM door zelf een importheffing in te voeren voor import vanuit de EU voor de drie CBAM-productgroepen. We nemen daarbij aan dat de hoogte van de importheffing exact even hoog is als de CBAM-heffing.



# 3 Effecten van CBAM

## 3.1 Effectiviteit van CBAM en gratis rechten tegen weglek

We vergelijken de drie verschillende EU ETS-scenario's met een basispad waarin we veronderstellen dat het EU ETS nooit is geïmplementeerd. Op deze manier kunnen we een inschatting maken van de mondiale CO<sub>2</sub>-reductie en de weglek vanwege invoering van het EU ETS. Het invoeren van het EU ETS leidt in alle drie ETS-scenario's tot ongeveer 675 megaton CO<sub>2</sub>-reductie in de EU in 2035 ten opzichte van een basispad waarin EU ETS niet is ingevoerd. De reductie in de EU vindt plaats door substitutie van fossiele naar hernieuwbare energie, door energiebesparing en door veranderingen in de productie. De productie van ETS-sectoren daalt sterker dan de consumptie van hun producten, omdat er meer wordt geïmporteerd uit niet-EU-landen.

In *ETS-GEEN-BESCHERMING* wordt ruim een derde van de CO<sub>2</sub>-reductie in de EU tenietgedaan door een toename van uitstoot buiten de EU. Figuur 3.1 geeft de uitstootverandering weer voor verschillende regio's. In het scenario waarin het ETS wordt ingevoerd zonder beschermingsmaatregelen tegen weglek, staat er tegenover de reductie in de EU van 675 MtCO<sub>2</sub> een toename van de uitstoot buiten de EU van 230 MtCO<sub>2</sub>, voornamelijk in China en Oost-Europa inclusief Rusland. Dit geeft een weglekratio van 34%. De toename buiten Europa heeft twee oorzaken. Ten eerste gaat Europa na invoering van het ETS meer energie-intensieve producten importeren, zoals ijzer, staal en cement. Daardoor neemt de productie en uitstoot buiten Europa toe. Daarnaast daalt de vraag naar fossiele brandstoffen in Europa, waardoor de wereldprijs afneemt. Dit zorgt voor een toename van het fossiele-energieverbruik en daarmee van de uitstoot buiten Europa.

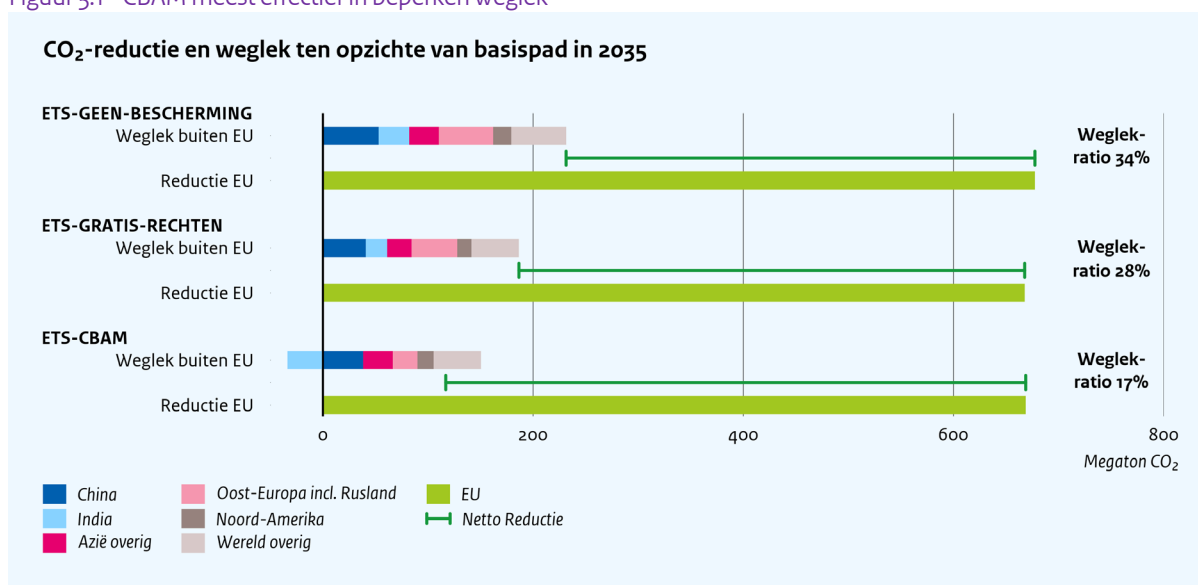
Het invoeren van gratis rechten in de modelsimulatie zorgt voor een beperkte afname van de weglekratio. Gratis rechten verlagen de weglekratio van 34 procent naar 28 procent. Gratis rechten verlagen de productiekosten van ETS-bedrijven. Dit maakt de eigen productie weer concurrerder op de wereldmarkt, waardoor de import omlaag gaat en export omhoog. Er is minder weglek, omdat productie buiten de EU minder toeneemt dan in *ETS-GEEN-BESCHERMING*.

Met CBAM neemt de weglekratio in de modelsimulatie af tot 17 procent. CBAM is daarmee een stuk effectiever dan gratis rechten. Een importheffing creëert een gelijk spelveld voor bedrijven die onder het EU ETS vallen, door de uitstoot van geïmporteerde goederen te beprijsen. De importheffing op basis van CO<sub>2</sub>-uitstoot zorgt ervoor dat de geïmporteerde goederen meer in prijs stijgen dan de goederen die in de EU worden geproduceerd. Buiten de EU wordt bij de productie in CBAM-sectoren namelijk meer CO<sub>2</sub> uitgestoten dan binnen de EU.<sup>4</sup> Door de hogere prijzen gaat de import van CBAM-goederen flink omlaag. Binnen de EU neemt daardoor de vraag naar en dus de productie van deze goederen toe. Dit effect is groter dan bij gratis rechten, omdat goederen met een hogere CO<sub>2</sub>-intensiteit dan in de EU nu zwaarder beprijsd worden. CBAM reduceert weglek niet volledig, omdat CBAM niet voor alle ETS-sectoren geldt. Bovendien zorgt CBAM niet voor een gelijk spelveld voor Europese bedrijven die exporteren naar landen buiten de EU en voorkomt het ook niet de weglek via internationale energiemarkten.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Zie figuur A.4 in de bijlage voor de uitstootintensiteit van productie van CBAM-goederen in verschillende regio's.

<sup>5</sup> Waar gratis rechten ook voor bedrijven die exporteren naar landen buiten de EU zorgen voor lagere productiekosten en daarmee voor een beperking van het concurrentienadeel, geldt dat niet voor een importheffing (Trinomics, 2021). Daarvoor zou een exportsubsidie kunnen dienen, maar dat is geen onderdeel van de CBAM-regelgeving.

Figuur 3.1 - CBAM meest effectief in beperken weglek



**De door het model berekende vermindering van CO<sub>2</sub>-weglek komt grotendeels overeen met die in de literatuur.** De weglekratio zonder extra maatregelen wordt door toegepaste algemeen-evenwichtsmodellen ingeschat tussen de 10% en 30% (Böhringer et al., 2012; Branger en Quirion, 2014; Carbone en Rivers, 2017). Onze inschatting van weglek zonder bescherming is met 34% iets aan de hoge kant van deze bandbreedte, maar bij de lagere CO<sub>2</sub>-prijzen waar de meeste studies mee rekenen, zou er ook in ons model minder weglek zijn (Bijlage B). Branger en Quirion (2014) schatten met een meta-analyse een gemiddelde weglekreductie van 57% na invoering van CO<sub>2</sub>-grensheffingen. Verschillende studies in deze meta-analyse zijn alleen niet direct vergelijkbaar met CBAM, omdat vaak een importheffing wordt gecombineerd met een exportsubsidie. Morsdorf (2022) en Bellora en Fontagné (2023) kijken beide wel naar de effectiviteit van CBAM. Zij komen uit op een vermindering van de weglek met ongeveer de helft na introductie van CBAM, ten opzichte van grofweg één derde met alleen gratis rechten.

**Maatregelen tegen weglek zoals gratis rechten en CBAM verhogen de ETS-prijs.** In het ETS-scenario zonder maatregelen tegen weglek komt de prijs uit op 128 €/tCO<sub>2</sub><sup>6</sup>. In het scenario met gratis rechten stijgt de prijs met 9% en in het CBAM-scenario met 13%. Door de weglekmaatregelen neemt de productie van de industrie in de EU toe. Dit verhoogt de vraag naar CO<sub>2</sub>-rechten vanuit deze sectoren. Omdat de totale hoeveelheid emissierechten vastligt zorgt de extra vraag voor een stijgende ETS-prijs. Het resultaat is dat sectoren zonder bescherming (voornamelijk de fossiele elektriciteitscentrales) meer CO<sub>2</sub> zullen moeten reduceren.

## 3.2 Economische gevolgen van CBAM en gratis rechten

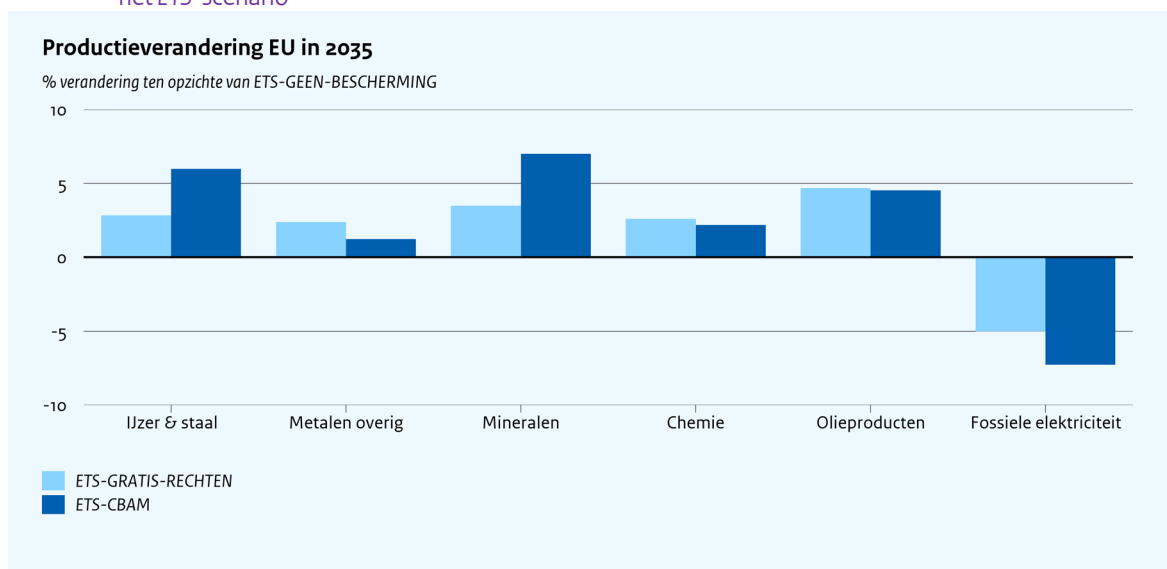
**Beide weglekmaatregelen zorgen voor een toename van productie in de sectoren in de EU waarvoor de maatregelen gelden.** Het uitgeven van gratis rechten heeft het grootste effect in de sectoren olieproducten en mineralen (zie figuur 3.2). Omdat de gemiddelde uitstootintensiteit in de EU in deze sectoren het hoogste is, krijgen deze sectoren per eenheid productie de meeste gratis rechten. Bij ijzer en staal en bij mineralen zorgt de invoering van CBAM voor een grotere productiestijging dan gratis rechten. Dit komt voornamelijk doordat veel buitenlandse producenten in deze sectoren een hoge uitstootintensiteit hebben. CBAM zorgt dan voor

<sup>6</sup> Alle variabelen in de GTAP-dataset worden gemeten in Amerikaanse Dollars. We gebruiken een wisselkoers van 0,91 \$/€ om monetaire bedragen uit te drukken in euro's (19-12-2023).

een verbetering van de concurrentiepositie op de Europese markt ten opzichte van producenten buiten de EU. In de sector overige metalen leidt CBAM slechts tot een beperkte productiestijging, omdat het verschil tussen directe uitstootintensiteit in de EU en buiten de EU beperkt is. Daarnaast is export naar buiten de EU belangrijker in deze sector dan in andere CBAM-sectoren. CBAM beschermt de export niet. Door de hogere ETS-prijs wordt elektriciteit uit fossiele energie duurder, waardoor de productie van fossiele elektriciteit zal afnemen.

**CBAM zou in de sector overige metalen effectiever zijn als het ook de indirecte uitstoot door elektriciteitsgebruik zou beprijsen.** Bij aluminiumproductie is een prijs op indirecte uitstoot geen onderdeel van de CBAM-regelgeving. Maar de uitstoot van aluminiumproductie vindt voornamelijk plaats bij het opwekken van elektriciteit die gebruikt wordt voor de productie. Bij het opwekken van elektriciteit buiten de EU wordt gemiddeld een stuk meer CO<sub>2</sub> uitgestoten dan in de EU, waardoor de indirecte uitstoot buiten de EU een stuk hoger is. Een extra modelsimulatie laat zien dat de productie in de sector overige metalen wel zou stijgen ten opzichte van het scenario met gratis rechten, als indirecte uitstoot wel beprijsd zou worden onder CBAM.<sup>7</sup> Dit zou ook de weglek van CO<sub>2</sub>-uitstoot in deze sector verlagen.

Figuur 3.2 – De scenario's ETS-GRATIS-RECHTEN en ETS-CBAM zorgen voor een hogere productie ten opzichte van het ETS-scenario<sup>8</sup>



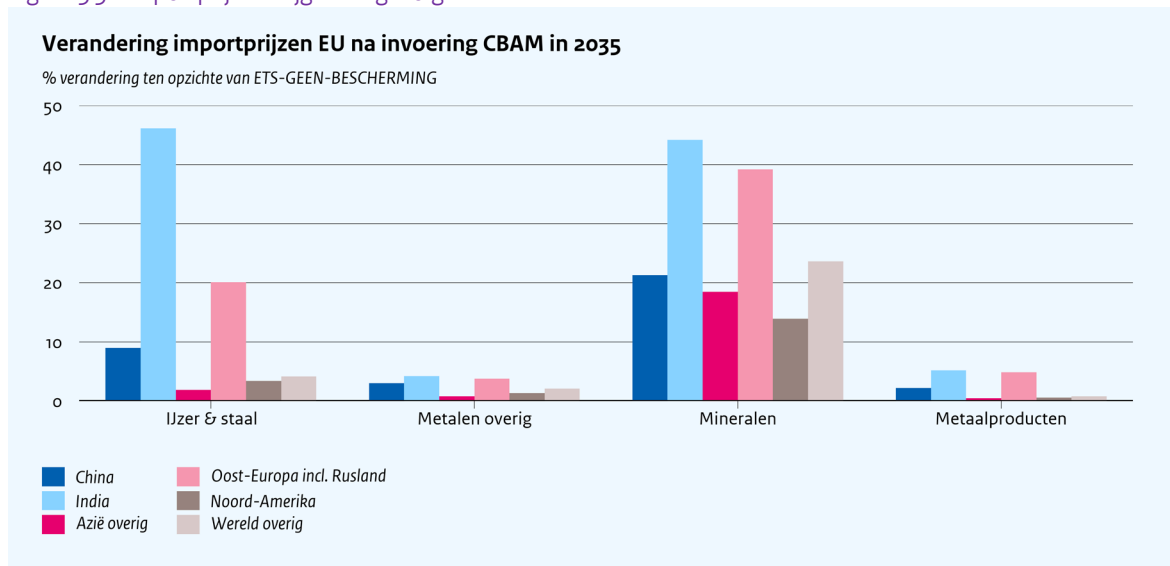
**Na invoering van CBAM stijgen de importprijzen het meest bij ijzer & staal en mineralen.** Importprijzen stijgen voor ijzer & staal en mineralen (voornamelijk cement) met tientallen procenten (figuur 3.3). Voor overige metalen en ook voor metaalproducten blijven de prijsstijgingen beperkt tot enkele procenten. De directe uitstootintensiteit bij de productie van overige metalen (voornamelijk aluminium) is namelijk beperkt. Bij verwerkte metaalproducten wordt weliswaar de uitstoot beprijsd die is gerelateerd aan de productie van het basismetaal, maar de basismetaalkosten zijn slechts een beperkt deel van de totale productiekosten van metaalproducten. Naast basismetalen zijn ook kapitaal, arbeid en andere intermediaire goederen nodig voor de productie, waardoor de prijsstijging als gevolg van CBAM beperkt is.

<sup>7</sup> Tabel B.4 in de bijlage geeft de weglekratio en productieverandering weer in een scenario waarbij indirecte uitstoot voor alle productgroepen onderdeel is van CBAM.

<sup>8</sup> We vergelijken ETS-GRATIS-RECHTEN en ETS-CBAM met het scenario ETS-GEEN-BESCHERMING omdat we specifiek geïnteresseerd zijn in de effectiviteit van de beschermingsmaatregelen. Een productietoename in het ETS-CBAM-scenario van 5% betekent dus dat de productie door invoering van CBAM 5% hoger komt te liggen dan in het scenario met ETS zonder CBAM. Wel kan het nog steeds zo zijn dat de productie in het ETS-CBAM-scenario lager ligt dan de productie in het basispad zonder ETS.

**De stijging van importprijzen verschilt sterk tussen landen van herkomst, waarbij import uit India de hoogste prijsstijging heeft.** Dit komt doordat de uitstootintensiteiten tussen landen sterk verschillen.<sup>9</sup> India heeft de hoogste uitstootintensiteit voor de productie van ijzer & staal en mineralen. De prijsstijgingen voor import uit India lopen in deze sectoren daardoor op tot boven de 40%. Prijzen van import uit Noord-Amerika stijgen het minste vergeleken met andere regio's.

Figuur 3.3 - Importprijzen stijgen als gevolg van CBAM

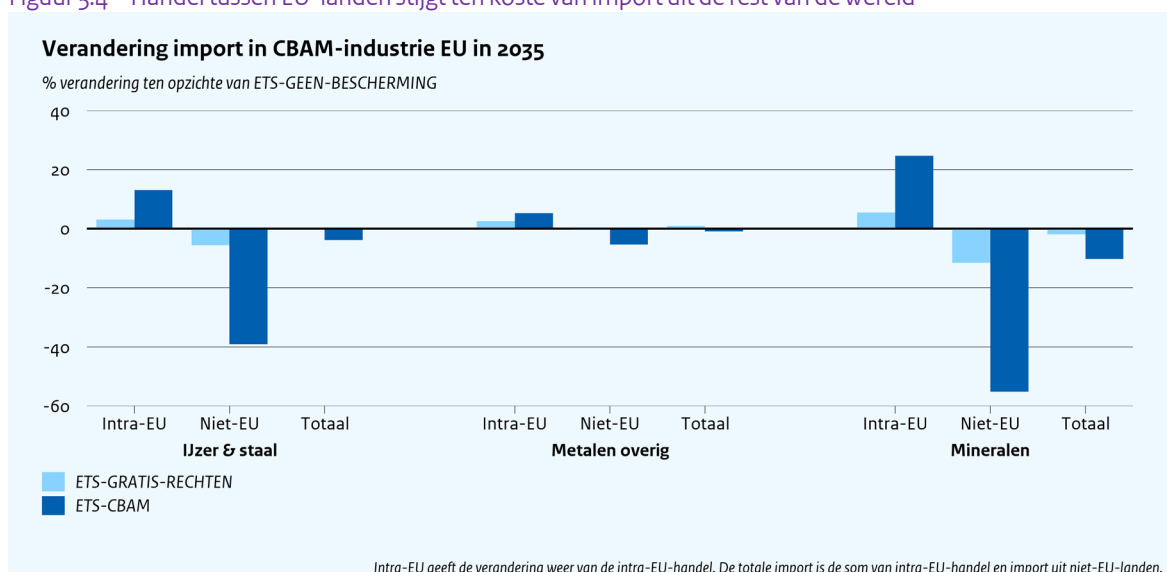


**De afname van import van buiten de EU vanwege CBAM wordt grotendeels gecompenseerd door een toename van de handel tussen EU-landen.** Het uitgeven van gratis rechten en CBAM hebben kwalitatief hetzelfde effect. Gratis rechten maken productie in de EU goedkoper, waardoor import uit EU-landen stijgt en import uit niet-EU landen daalt (zie ook figuur 3.4). In het ETS-CBAM-scenario vindt eenzelfde verschuiving plaats, maar de effecten zijn groter. Door de grote importprijsstijgingen daalt de import vanuit niet-EU-landen naar EU-landen gemiddeld met 40% en 55% voor respectievelijk ijzer & staal en mineralen. Deze afname wordt opgevangen door een toename van de productie binnen de EU. Ook zal de onderlinge handel tussen EU-landen toenemen. Het effect op de totale import is beperkt, omdat het aandeel import van buiten de EU sowieso relatief klein is.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Zie figuur A.4 in de bijlage voor de uitstootintensiteit van productie van CBAM-goederen in verschillende regio's.

<sup>10</sup> Zie figuur A.5 in de bijlage voor een overzicht van de belangrijkste handelspartners van Nederland en de EU in CBAM-goederen.

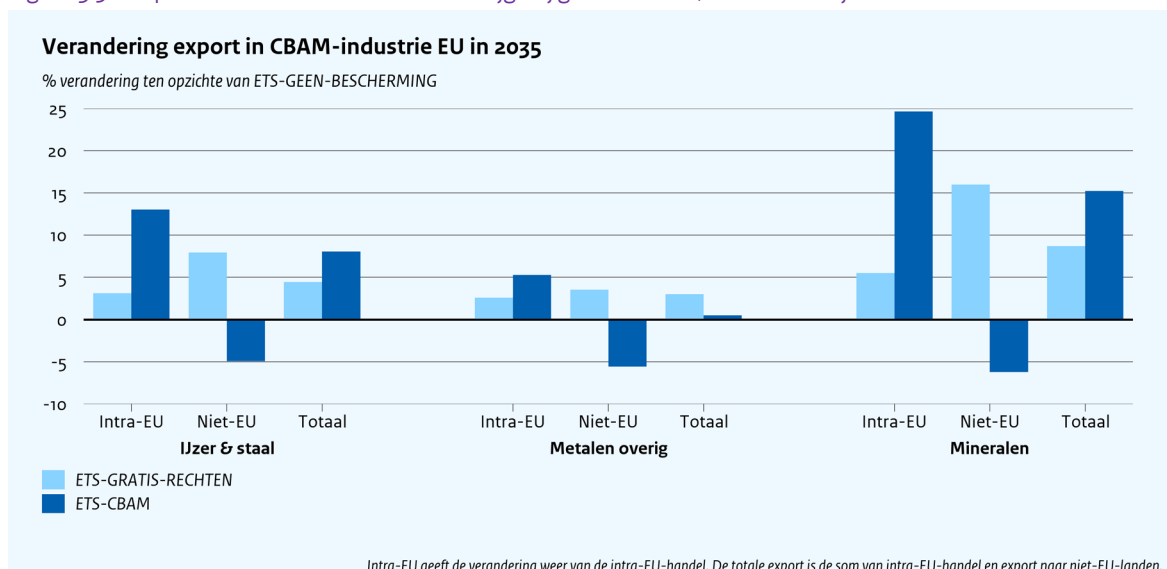
Figuur 3.4 – Handel tussen EU-landen stijgt ten koste van import uit de rest van de wereld



**Het uitgeven van gratis rechten zorgt voor een stijging van zowel de handel binnen de EU als de export naar niet-EU landen.** Met de gratis rechten hebben bedrijven in de EU lagere productiekosten, waardoor ze ook lagere prijzen kunnen vragen voor hun producten. De lagere prijzen leiden tot een grotere vraag naar producten (binnen en buiten de EU) en daarmee tot een productiestijging en een stijging van de export (zie ook figuur 3.5). De export naar landen buiten de EU stijgt wel harder dan de handel binnen de EU, omdat andere producenten in de EU ook gratis rechten ontvangen. Ten opzichte van niet-EU-landen verbetert de concurrentiepositie van Europese bedrijven juist.

**CBAM leidt daarentegen tot minder export naar niet-EU-landen.** CBAM is enkel een importheffing en biedt daarom geen directe bescherming voor exporterende bedrijven. De export van EU-landen naar niet-EU-landen neemt af ten opzichte van ETS-GRATIS-RECHTEN, omdat CBAM-sectoren na invoering van CBAM geen gratis rechten meer krijgen. Voor Europese bedrijven die voornamelijk gericht zijn op de internationale markt buiten Europa biedt CBAM dus geen bescherming voor de concurrentiepositie. Omdat de importprijzen vanuit sommige niet-EU-landen sterk stijgen, ontstaat door CBAM wel een vraagverschuiving naar goederen die binnen de EU geproduceerd worden. Dit leidt voor CBAM-sectoren tot een toename van de handel binnen de EU. Dit effect domineert, waardoor de totale export in CBAM-sectoren stijgt ten opzichte van het ETS-scenario zonder bescherming. Voor overige metalen geldt de toename van handel niet, omdat export naar landen buiten de EU in deze sector relatief belangrijk is.

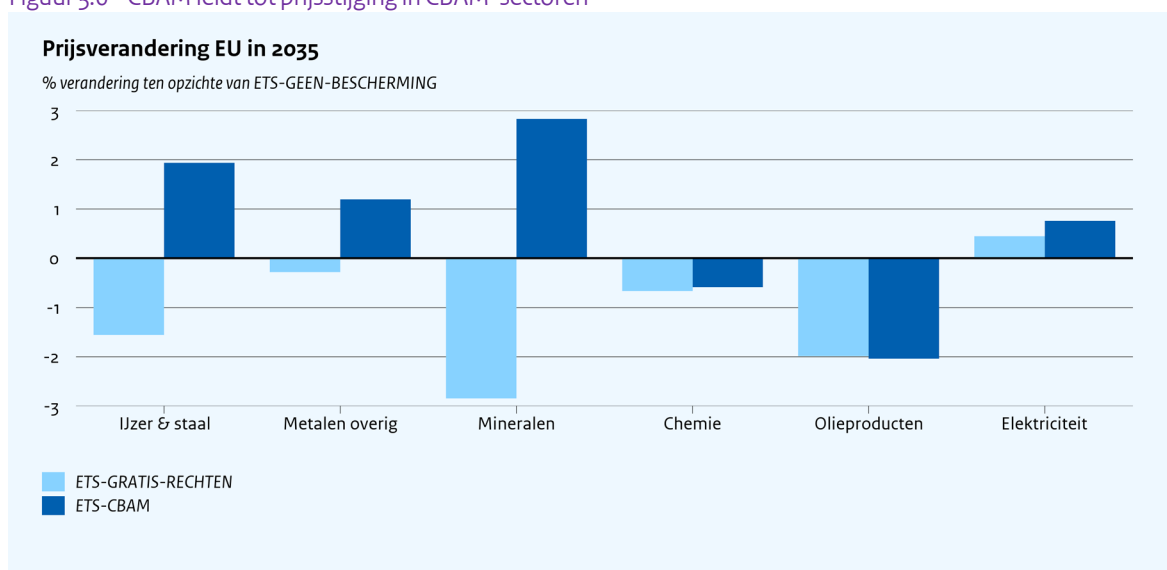
Figuur 3.5 – Export naar de rest van de wereld stijgt bij gratis rechten, maar daalt bij CBAM



**Gratis rechten verlagen de prijzen van goederen, terwijl CBAM juist zorgt voor hogere prijzen.** We nemen aan dat veranderingen in de productiekosten volledig worden doorberekend in de prijzen. Gratis rechten verlagen dan de productiekosten, waardoor de prijzen dalen in alle sectoren die gratis rechten ontvangen (figuur 3.6). De elektriciteitsprijs stijgt wel, omdat de ETS-prijs stijgt vanwege gratis rechten. De elektriciteitssector ontvangt juist geen gratis rechten. Een gevolg van CBAM is dat de prijzen van CBAM-goederen in de EU stijgen. Door het wegvallen van gratis rechten wordt productie van deze goederen binnen de EU duurder. Door de importheffing wordt import van buiten de EU duurder. Daardoor zullen de productiekosten toenemen voor bedrijven die CBAM-producten als input gebruiken, waardoor hun concurrentiepositie op de wereldmarkt kan verslechteren (Trinomics 2021; Rübhelke et al. 2022). Over het algemeen blijkt dit effect echter beperkt, omdat het aandeel CBAM-producten beperkt is in de totale productiekosten. De chemie en raffinaderijen vallen niet onder CBAM. Zij ontvangen nog steeds gratis rechten, waardoor de prijs voor deze productgroepen in beide scenario's daalt.

**Hogere prijzen betekenen ook dat door CBAM de externe kosten van klimaatverandering beter tot uitdrukking komen in de prijs van goederen.** Consumenten en bedrijven krijgen hierdoor een grotere prikkel om de consumptie van CO<sub>2</sub>-intensieve goederen te verminderen. Dit geldt voor goederen die van buiten de EU worden geïmporteerd, omdat de importkosten stijgen vanwege CBAM. Maar ook bij goederen die in de EU zijn geproduceerd worden de klimaatkosten beter in de productprijs meegenomen, omdat de bedrijven door CBAM geen subsidie meer krijgen in de vorm van gratis rechten.

Figuur 3.6 - CBAM leidt tot prijsstijging in CBAM-sectoren



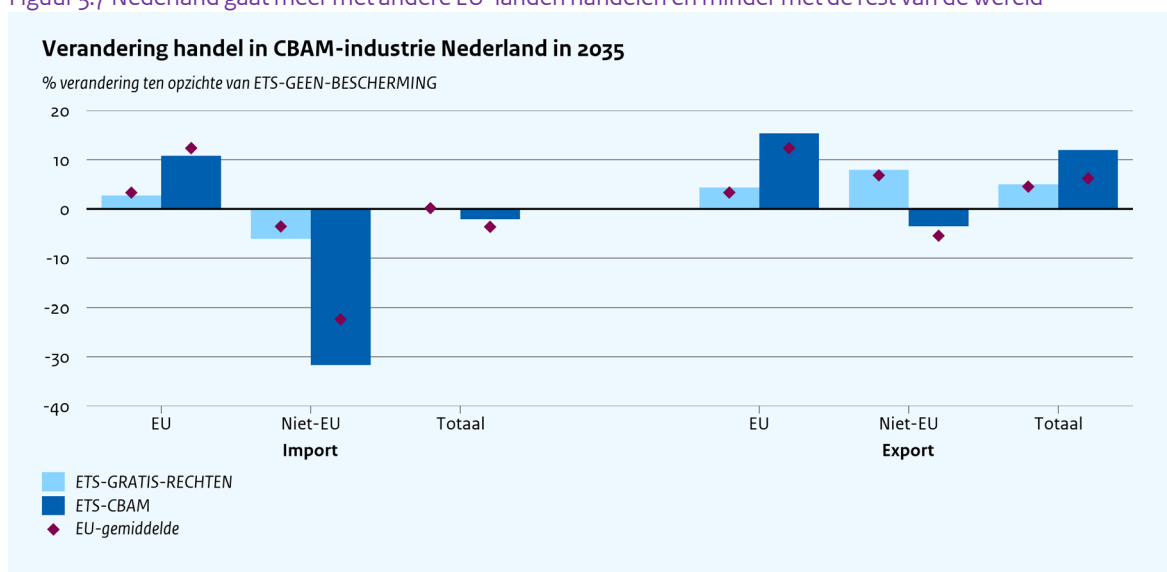
**Tot slot zorgt CBAM voor extra inkomsten, terwijl de overheid met het uitgeven van gratis rechten juist inkomsten misloopt.** Op dit moment wordt 57% van de rechten in het EU ETS geveild. Dit betekent dat de opbrengst van het EU ETS flink hoger zou kunnen zijn als er meer rechten zouden worden geveild. CBAM zorgt daarentegen zelf ook nog voor extra inkomsten. Consumenten zien de prijzen stijgen, vooral van CBAM-producten, maar overheden in de EU kunnen deze extra inkomsten inzetten om andere belastingen te verlagen.

### 3.3 Verschillen tussen Nederland en de EU

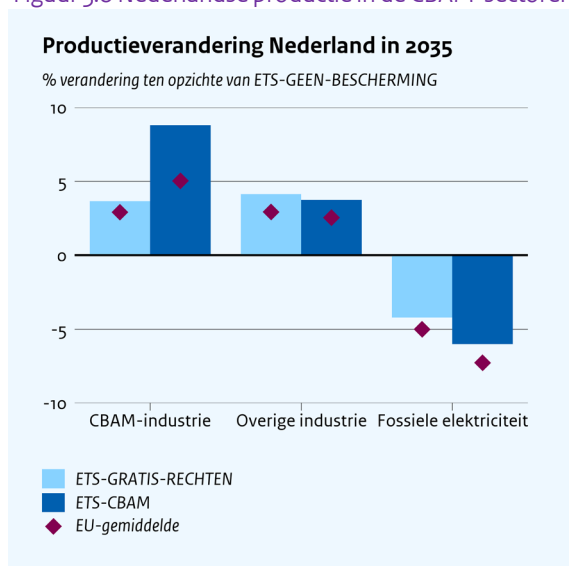
**Na invoering van CBAM stijgt de totale export van CBAM-goederen door Nederland met 12% een stuk sterker dan het EU-gemiddelde van 6%.** Deze stijging wordt volledig veroorzaakt door een stijging van de export naar EU-landen (zie figuur 3.7). De export naar niet-EU-landen daalt door de invoering van CBAM licht, maar Nederlandse producenten van CBAM-goederen exporteren relatief veel naar andere EU-landen en veel minder naar landen buiten de EU. Daardoor profiteren ze ook meer dan gemiddeld wanneer de intra-EU-handel toeneemt. Een daling van export naar niet-EU-landen heeft voor Nederland daarom ook een minder grote impact op de totale export. Door de sterk gestegen export naar EU-landen stijgt ook de productie in de CBAM-sectoren sterker dan het EU-gemiddelde (figuur 3.8).<sup>11</sup> In het ETS-GRATIS-RECHTEN-scenario zijn de uitkomsten voor Nederland vergelijkbaar met de rest van de EU (figuur 3.7 en figuur 3.8).

<sup>11</sup> Zie tabel B.1 in de bijlage voor een overzicht van de productiestijging van CBAM-goederen in verschillende EU-landen. We berekenen de productieveranderingen ten opzichte van ETS-GEEN-BESCHERMING, waarin de productie van industriële sectoren vanwege het ETS afneemt. Een toename ten opzichte van dit scenario betekent dus dat de productie minder sterk daalt vanwege het ETS.

Figuur 3.7 Nederland gaat meer met andere EU-landen handelen en minder met de rest van de wereld



Figuur 3.8 Nederlandse productie in de CBAM-sectoren neemt relatief sterk toe



Op macroniveau zijn de effecten van gratis rechten en CBAM voor Nederland beperkt, omdat diensten een groot deel uitmaken van het BBP en de consumptiemix. De consumentenprijsindex in Nederland stijgt met respectievelijk 0.15% en 0.02% in het ETS-CBAM-scenario en het ETS-GRATIS-RECHTEN-scenario. Prijzen stijgen vanwege een importheffing sterker in het CBAM-scenario. Het BBP stijgt in beide beschermingsscenario's beperkt (0.15% in ETS-GRATIS-RECHTEN en 0.18% in ETS-CBAM), omdat productie in de industrie toeneemt. Ook in de arbeidsmarkt treden geen grote effecten op, in lijn met Jansema-Hoekstra et al. (2018).

### 3.4 Scenario's waarin het buitenland reageert

Een importheffing als CBAM kan voor niet-EU-landen een extra reden zijn om ook CO<sub>2</sub>-beprijzing in te voeren. Vooral voor landen die veel exporteren naar de EU en al overwegen CO<sub>2</sub>-beprijzing in te voeren, kan CBAM hiertoe een extra zetje geven. Landen die zelf een CO<sub>2</sub>-heffing invoeren mogen deze heffing namelijk aftrekken van de CBAM-importheffing. Ze houden dan zelf de opbrengsten van de eigen heffing, terwijl de

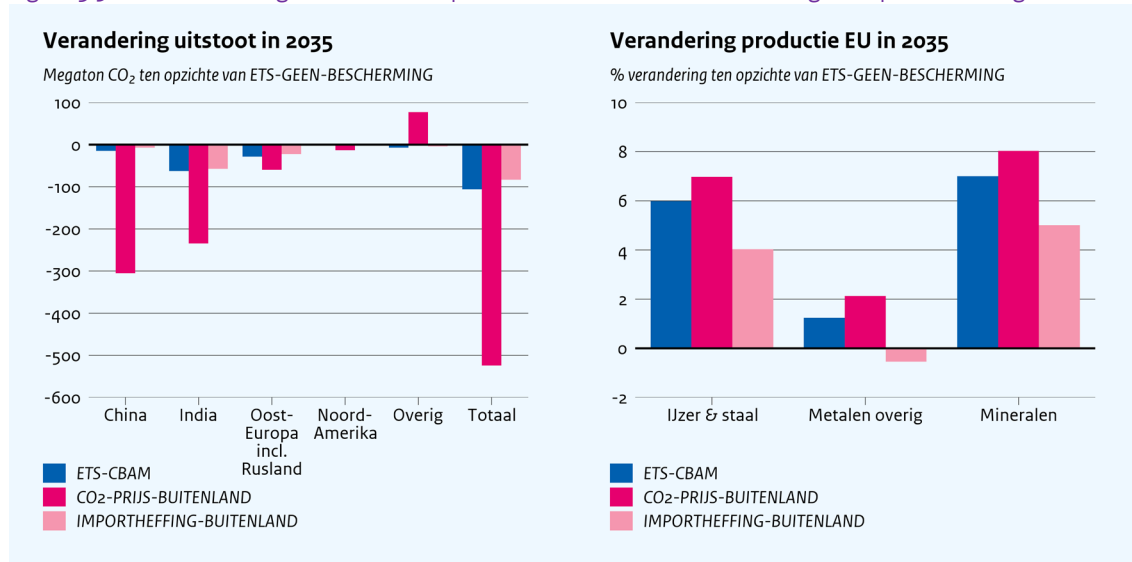


CBAM-opbrengsten naar de EU gaan. Zo concluderen Böhringer et al. (2016) op basis van speltheorie dat een importheffing op CO<sub>2</sub> andere landen kan aansporen om meer klimaatbeleid te gaan voeren. Pauw et al. (2022) constateren dat verschillende EU-handelspartners wijzigingen in hun klimaatbeleid hebben aangekondigd of dat daarover wordt gesproken.

**De wereldwijde CO<sub>2</sub>-uitstoot daalt sterk als China en India een CO<sub>2</sub>-heffing invoeren.** Zelfs bij een beperkte CO<sub>2</sub>-prijs van 25 euro per ton CO<sub>2</sub> in de CBAM-sectoren gaat de uitstoot in China en India met honderden megatonnen naar beneden als zij een CO<sub>2</sub>-heffing invoeren (zie figuur 3.9, *CO<sub>2</sub>-PRIJS-BUITENLAND*). Ter vergelijking, de reductie in uitstoot vanwege het EU ETS is in onze simulaties gelijk aan 675 megaton CO<sub>2</sub> ten opzichte van het basispad zonder ETS. De uitstoot in Oost-Europa inclusief Rusland, en Noord-Amerika gaat ook licht omlaag als deze landen een CO<sub>2</sub>-heffing invoeren, maar de afname is een stuk kleiner vergeleken met China en India. Vanwege wegleffecten gaat de uitstoot in de rest van de wereld omhoog als China en India een CO<sub>2</sub>-heffing invoeren. Netto levert dit scenario alsnog een extra CO<sub>2</sub>-reductie van 400 megaton op in niet-EU-landen, ten opzichte van *ETS-CBAM*.

**Als niet-EU-landen reageren door zelf een importheffing in te voeren, is het effect op wereldwijde uitstoot beperkt. Wel gaat de productie in de Europese industrie dan omlaag.** Een importheffing door niet-EU-landen op EU-producten zorgt ervoor dat deze landen minder importeren vanuit de EU. Ze zullen meer lokaal produceren, omdat de EU-producten relatief duurder worden. Dit zorgt voor een stijging van de uitstoot in deze landen en wereldwijd, omdat de CO<sub>2</sub>-uitstoot bij productie in CBAM-sectoren buiten de EU over het algemeen hoger is dan binnen de EU (zie figuur 3.9, *IMPORTHEFFING-BUITENLAND*). De stijging van de uitstoot is echter beperkt, waardoor de wereldwijde uitstoot in dit scenario nog steeds lager is dan in het *ETS-GRATIS-RECHTEN*-scenario. De productie van de industrie in de EU daalt wel als gevolg van de dalende export naar landen buiten de EU. De daling is het grootst in de sector metalen-overig, omdat deze sector het meeste exporteert naar landen buiten de EU.

Figuur 3.9 – De verandering van uitstoot en productie EU als het buitenland reageert op de invoering van CBAM



## 4 Discussie

**Invoering van CBAM is effectiever voor het beperken van CO<sub>2</sub>-weglek dan het uitgeven van gratis emissierechten. Deze bevinding van onze analyse lijkt robuust.** Met andere aannames zullen de modelresultaten anders zijn. Zo bestaat er grote onzekerheid over de kosten van emissiereductietechnologieën, zoals CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS) en de productie van groene waterstof en duurzame brandstoffen voor de lucht- en scheepvaart. Het is echter niet waarschijnlijk dat de relatieve verschillen tussen de scenario's door dit soort onzekerheden sterk zullen veranderen. Hoe hoger de kosten van emissiereductie, hoe hoger de ETS-prijs en ook hoe groter de CO<sub>2</sub>-weglek. Het omgekeerde geldt voor een lagere ETS-prijs. In alle gevallen zal CBAM de weglek ten opzichte van gratis rechten in vergelijkbare mate verlagen (zie bijlage B, tabel B.2). Meer algemeen zullen de effecten van CBAM groter zijn bij een hogere ETS-prijs en kleiner bij een lagere ETS-prijs (zie ook tabel B.3).

**Als andere landen extra klimaatbeleid zullen voeren, zal er minder uitstoot weglekken, waardoor de impact van CBAM wordt verminderd.** In ons basispad nemen we alleen het klimaatbeleid mee dat in huidige wetgeving is vastgelegd. Dit beleid is vaak onvoldoende om aan het Klimaatakkoord van Parijs te voldoen. Als niet-EU-landen strengere maatregelen nemen, zal hun emissie-intensiteit tegen 2035 lager zijn. Hierdoor neemt weglek van CO<sub>2</sub>-uitstoot af, vooral wanneer het extra klimaatbeleid van niet-EU-landen een absoluut emissieplafond bevat. CBAM is dan minder effectief, maar ook minder nodig.

**Additioneel nationaal en Europees klimaatbeleid in Europa kan de modelresultaten voor specifieke lidstaten veranderen.** Naast het EU ETS is er binnen Europa ook ander beleid gericht op broeikasgasreductie. Zo zal er in verschillende landen, waaronder Nederland, een einde komen aan de inzet van kolen voor elektriciteitsproductie. Ook zal er vanaf 2027 een tweede emissiehandelssysteem komen (ETS<sub>2</sub>) waarmee een emissieplafond gaat gelden voor een groot deel van de uitstoot die niet onder het EU ETS valt. Verder geven meerdere lidstaten subsidies aan de industrie voor investeringen in emissiereductie, zoals in Nederland via de SDE++-regeling en maatwerkafspraken. Ook compenseren sommige lidstaten bedrijven die veel elektriciteit gebruiken voor een stijging in de elektriciteitsprijs vanwege het ETS. Nederland had een dergelijke regeling, maar heeft deze recent afgeschaft. In onze analyse nemen we lidstaat-specifieke beleidsmaatregelen niet mee. Deze zouden naar verwachting het totaalbeeld voor Europa niet wezenlijk veranderen, maar mogelijk wel de verdeling van de effecten over lidstaten. Ook ETS<sub>2</sub> laten we buiten beschouwing. Dit emissieplafond zou de mogelijkheid van weglek binnen de EU van ETS-sectoren naar niet-ETS-sectoren beperken, maar in de modelresultaten is er nauwelijks sprake van een dergelijke verschuiving.

**Vanwege onvoldoende detail in de onderliggende data komen sommige productgroepen in de modelanalyse niet goed overeen met de CBAM-productgroepen.** Het meest gedetailleerde sectorniveau in de gebruikte dataset bevat vaak meerdere productgroepen. Daardoor bevat de sector mineralen in het model niet alleen de productie van cement, maar ook de productie van bijvoorbeeld glas en bakstenen. De sector overige metalen bevat naast aluminiumproductie ook de productie van andere metalen, zoals koper en zink. De productmix binnen deze geaggregeerde sectoren verschilt tussen landen, wat betekent dat handelsstromen en emissie-intensiteiten van de geaggregeerde sectoren in het model zullen afwijken van de werkelijke handelsstromen en emissie-intensiteiten van aluminium en cement. Omdat cement en aluminium in het algemeen wel een belangrijk aandeel vormen van de sectoren mineralen en overige metalen, geven de modelresultaten wel een goed beeld van de mogelijke effecten voor de CBAM-productgroepen.

**In Nederland wijkt de samenstelling van de sectoren mineralen en overige metalen sterk af van het Europees gemiddelde, omdat er in Nederland weinig cement en geen aluminium meer wordt geproduceerd.** De modelresultaten geven daarom geen nauwkeurig beeld van de effecten van de invoering CBAM voor deze sectoren in Nederland. We laten voor Nederland dus alleen de resultaten zien voor alle CBAM-sectoren samen. Bovendien ligt de focus in onze analyse op de gevolgen van veranderingen in productiekosten

als gevolg van klimaatbeleid en hebben we geen rekening gehouden met diverse factoren die een uitbreiding van productie in Nederland kunnen bemoeilijken, zoals een krappe arbeidsmarkt of milieu- en stikstofregels.

**De resultaten zijn gebaseerd op sectorgemiddeldes. De uitkomsten voor individuele bedrijven zullen hiervan afwijken.** Bedrijven binnen een sector verschillen van elkaar, zowel in hun emissie-intensiteit als hun handelsrelaties. Voor individuele bedrijven kunnen effecten van CBAM dan ook heel anders zijn dan voor de sector als geheel. Zo zal CBAM veel minder invloed hebben op de productie van een Europees bedrijf dat voornamelijk exporteert naar landen buiten de EU, dan op de productie van een bedrijf dat voornamelijk op de Europese markt is georiënteerd. Verder gebruiken we in de modelanalyse de gemiddelde uitstootintensiteit in een land om de hoogte van de importheffing te bepalen. Als individuele bedrijven kunnen aantonen dat ze schoner produceren, komen ze in aanmerking voor lagere tarieven. Zo zou er in landen buiten Europa een verschuiving kunnen optreden. Vooral bedrijven met een lage emissie-intensiteit exporteren dan hun producten naar Europa, waardoor het effect van CBAM op de CO<sub>2</sub>-weglek minder groot zal zijn.

# 5 Literatuur

- Aguiar, A., Chepeliev, M., Corong, E., & van der Mensbrugghe, D. (2023). The Global Trade Analysis Project (GTAP) Data Base: Version 11. *Journal of Global Economic Analysis*, 7(2).
- Bellora, C., & Fontagné, L. (2023). EU in search of a Carbon Border Adjustment Mechanism. *Energy Economics*, 123, 106673.
- Böhringer, C., Balistreri, E. J., & Rutherford, T. F. (2012). The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an Energy Modeling Forum study (EMF 29). *Energy Economics*, 34, S97-S110.
- Böhringer, C., Carbone, J. C., & Rutherford, T. F. (2016). The strategic value of carbon tariffs. *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(1), 28-51.
- Böhringer, C., Fischer, C., Rosendahl, K. E., & Rutherford, T. F. (2022). Potential impacts and challenges of border carbon adjustments. *Nature Climate Change*, 12(1), 22-29.
- Branger, F., & Quirion, P. (2014). Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, 99, 29-39.
- Carbone, J. C., & Rivers, N. (2017). The impacts of unilateral climate policy on competitiveness: evidence from computable general equilibrium models. *Review of Environmental Economics and Policy*, 13:1, 3-22.
- Cosbey, A., Droege, S., Fischer, C., & Munnings, C. (2019). Developing guidance for implementing border carbon adjustments: lessons, cautions, and research needs from the literature. *Review of Environmental Economics and Policy*.
- Dechezleprêtre, A., Nachtigall, D., & Venmans, F. (2023). The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118, 102758.
- Dröge, S., van Asselt, H., Brewer, T., Grubb, M., Ismer, R., Kameyama, Y., Mehling, M., Monjon, S., Neuhoff, K., Quirion, P., Schumacher, K., Mohr, L., Wojciech, S., Takamura, Y., Voituriez, T., & Wang, X. (2009). Tackling leakage in a world of unequal carbon prices. *Climate Strategies*.
- Fischer, C., & Fox, A. K. (2012). Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustments versus rebates. *Journal of Environmental Economics and management*, 64(2), 199-216.
- Hertel, T., & van der Mensbrugghe, D. (2024). GTAP 11 Data Base Documentation, Chapter 16: Behavioral Parameters. Center for Global Trade Analysis.
- Jansema-Hoekstra, K., Vrijburg, H., Brink, C., & Boer, H. W. (2018). De werkgelegenheidseffecten van fiscale vergroening. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau.
- Monjon, S., & Quirion, P. (2011). Addressing leakage in the EU ETS: Border adjustment or output-based allocation? *Ecological Economics*, 70(11), 1957-1971.
- Pauw, P., L. van Schaik & G. Cretti (2022) The CBAM Effect: how the world is responding to the EU's new climate stick. Clingendael Netherlands Institute of International Relations, mei 2022.
- Rübbelke, D., Vögele, S., Grajewski, M. & Zobel, L. (2022) Hydrogen-based steel production and global climate protection: An empirical analysis of the potential role of a European cross border adjustment mechanism, *Journal of Cleaner Production*, Volume 380, Part 2, 135040, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135040>.
- Trinks, A., & Hille, E. (2023). Carbon costs and industrial firm performance: Evidence from international microdata (No. 445). CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.

Trinomics (2021) Onderzoek naar de nationale effecten van een Europese Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Trinomics, Rotterdam, augustus 2021.

Verde, S. F. (2020). The impact of the EU emissions trading system on competitiveness and carbon leakage: the econometric evidence. *Journal of Economic Surveys*, 34(2), 320-343.

World Bank (2023). Technical note for the CBAM exposure index.

# Bijlage A - Beschrijving GREEN-R

## Bedrijven

Bedrijven maximaliseren productie gegeven een productiefunctie. De productiefunctie is opgebouwd uit meerdere lagen van constante substitutie-elasticiteit (CES) functies. Hieronder wordt een voorbeeld gegeven van een CES-productiefunctie met alleen kapitaal en arbeid:

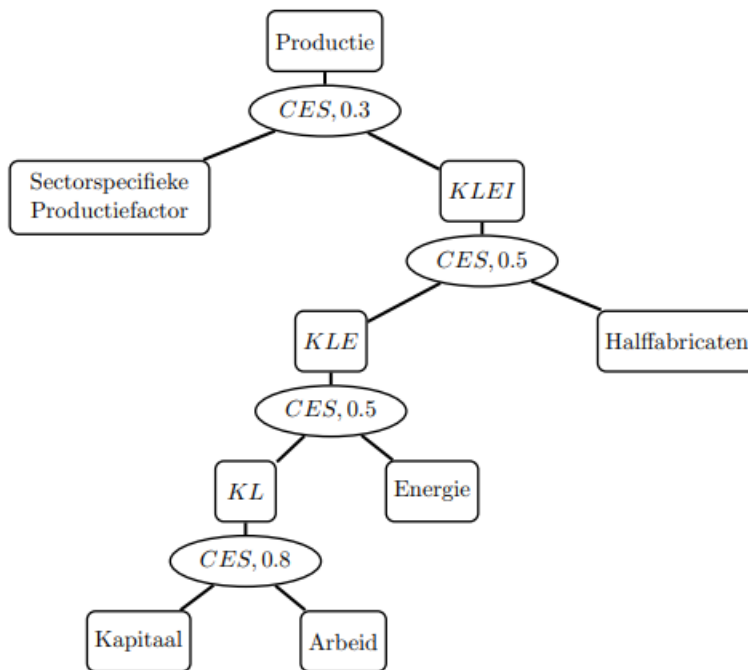
$Q = A \left( \alpha K^{1-\frac{1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L^{1-\frac{1}{\sigma}} \right)^{1-\frac{1}{\sigma}}$ . Hier is  $Q$  de totale productie,  $K$  de hoeveelheid kapitaal en  $L$  de hoeveelheid arbeid die worden ingezet.  $\sigma$  is in dit voorbeeld de substitutie-elasticiteit tussen kapitaal en arbeid. Deze elasticiteit bepaalt hoe eenvoudig het is om kapitaal voor arbeid te substitueren en vice versa. De aandeelparameter  $\alpha$  bepaalt de aandelen van kapitaal en arbeid, terwijl de schaalparameter  $A$  de totale productie schaal.

Elke sector in GREEN-R produceert één product. De aandeelparameters  $\alpha$  en de schaalparameters  $A$  worden voor elke sector gekalibreerd op basis van mondiale input-output data voor 2017 uit GTAP11 (Aguiar et al. 2023). De substitutie-elasticiteiten zijn gebaseerd op literatuur. We nemen aan dat alle sectoren dezelfde productiestructuur en substitutie-elasticiteiten hebben. De uiteindelijke productiefunctie is wel heel verschillend per sector, omdat de aandeel- en de schaalparameters voor elke sector anders zijn. Verder wordt perfecte competitie aangenomen, waardoor bedrijven geen winst maken. De totale productie is dan gelijk aan de som van de productiekosten inclusief belastingen.

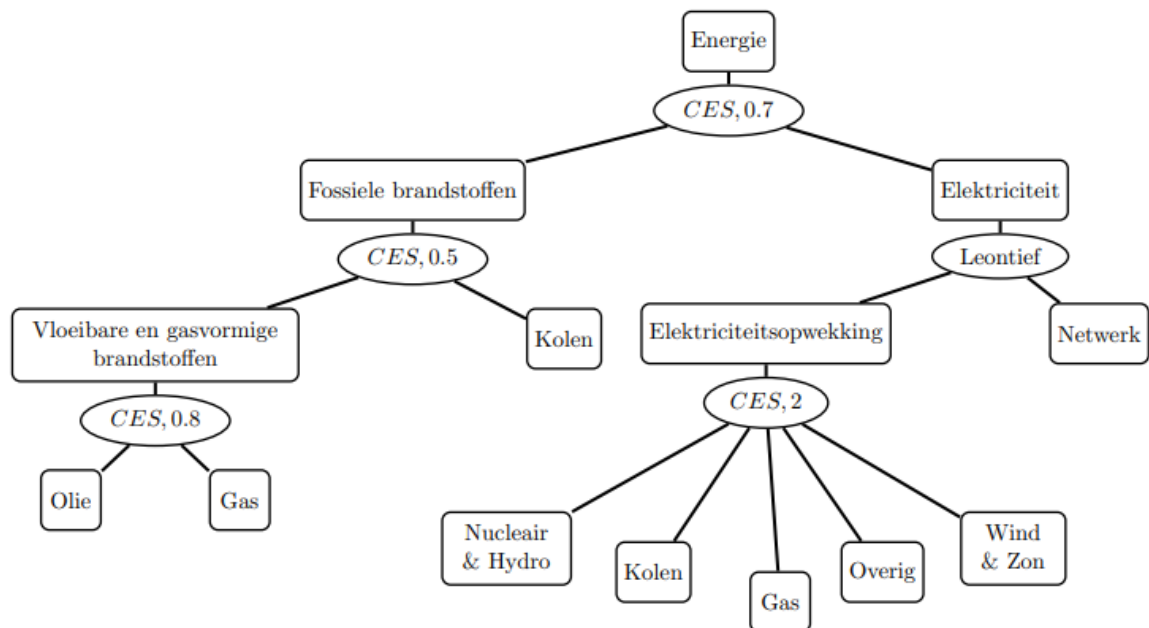
Figuren A.1 en A.2 geven de productiestructuur weer. Figuur A.1 laat zien hoe kapitaal en arbeid worden gecombineerd met een elasticiteit van 0.8 en hoe daarna energie wordt toegevoegd met een elasticiteit van 0.5. De elasticiteit tussen kapitaal-arbeid en energie bepaalt hoe makkelijk het is om energie te besparen. Als energie duurder wordt vanwege klimaatbeleid, dan zullen bedrijven investeren in energiezuinige machines en slimme systemen voor optimaal energiegebruik (kapitaal). Kapitaal-arbeid-energie wordt hierna gecombineerd met halffabricaten. Tussen halffabricaten is slechts beperkte substitutie mogelijk, omdat productieprocessen vaak beperkte mogelijkheden hebben om van grondstoffen te wisselen. Als laatste wordt een sectorspecifieke productiefactor toegevoegd. Deze productiefactor is alleen relevant voor landbouw (land) en voor winning van fossiele brandstoffen (natuurlijke hulpbronnen). Sectoren met een sectorspecifieke productiefactor kunnen de productie bij grotere vraag slechts beperkt opschroeven omdat de hoeveelheid land en natuurlijke hulpbronnen beperkt is.

Figuur A.2 laat zien hoe in GREEN-R de inzet van energie in de productiefuncties is uitgewerkt. Zoals eerder genoemd kunnen bedrijven uitstoot verminderen door energie te besparen. Maar bedrijven kunnen ook tussen energiebronnen substitueren. We maken onderscheid tussen olie, gas, kolen en elektriciteit. En binnen de elektriciteitsproductie onderscheiden we vijf opwekkingstechnieken: Nucleair & Hydro, Kolen, Gas, Wind & Zon en overig. Bij een CO<sub>2</sub>-belasting worden fossiele brandstoffen duurder. De prijsstijging zal het hoogste zijn voor kolen, omdat kolen relatief het meeste CO<sub>2</sub> bevatten. Bedrijven zullen als reactie op een prijsstijging gaan switchen van fossiele brandstoffen naar elektriciteit. Binnen de fossiele brandstoffen zullen olie en gas aantrekkelijk zijn dan kolen. En binnen de opwekkingstechnieken zal hernieuwbare opwekking marktaandeel wegnemen van fossiele opwekking.

Figuur A.1 - Productiefunctie



Figuur A.2 – Energie in productiefunctie



Tabel A.1 geeft een overzicht van de sectoren die we in GREEN-R onderscheiden. We hebben gekozen voor zo veel mogelijk detail in industriële sectoren die relevant zijn voor CBAM. Overige sectoren die minder relevant zijn voor deze studie zijn een stuk meer geaggregeerd, bijvoorbeeld de dienstensector.

Tabel A.1 – Overzicht sectoren

Industriële sectoren	Elektriciteit	Overige sectoren
Chemische producten	Elektriciteit Gas	Landbouw, Bosbouw & Visserij
Ijzer & staal	Elektriciteit Kolen	Gaswinning
Overige metalen	Elektriciteit Wind & Zon	Oliewinning
Metaalproducten	Elektriciteit Nucleair & Hydro	Kolenwinning
Mineralen	Elektriciteit Overig	Diensten
Olieproducten	Elektriciteit Transmissie & Distributie	Transport
Papier & papierproducten		
Overige industrie		

## Overheid

De overheid ontvangt alle belastingen die betaald worden. In het model zitten verschillende soorten belastingen, zoals inkomstenbelasting, BTW, belasting op kapitaal en arbeid, import en export, en ook een belasting op CO<sub>2</sub>-emissie. Een deel van de belastingopbrengsten wordt overgedragen aan huishoudens (het aandeel van deze overdrachten in de totale belastingopbrengsten veronderstellen we constant over de tijd). De overige belastingopbrengsten gebruikt de overheid voor de consumptie van goederen en diensten. We nemen aan dat de overheid een Cobb-Douglas nutsfunctie heeft, waardoor het relatieve budget per productgroep gelijk blijft. Dit komt het best overeen met de vaste budgetten die overheden vaak hanteren.

## Huishoudens

In GREEN-R is er één representatief huishouden per regio. Huishoudens zijn eigenaar van de productiefactoren (arbeid, kapitaal, land en natuurlijke hulpbronnen) en ontvangen inkomen van bedrijven die deze factoren gebruiken. Over dit inkomen betalen ze belasting aan de overheid. Aan de andere kant ontvangen huishoudens ook een overdracht van de overheid. Van het beschikbare inkomen (na afdracht van belastingen) wordt een vast gedeelte gespaard en het overige gedeelte wordt geconsumeerd.

De nutsfunctie van huishoudens is een CES-functie met substitutie-elasticiteit van 0.4. Voor energie betekent dat dat de eigen-prijselasticiteit ongeveer -0.4 is.<sup>12</sup> We nemen aan dat huishoudens binnen de categorie energie dezelfde mogelijkheden tot substitutie hebben als bedrijven. Dus de nutsfunctie van huishoudens bestaat uit één laag voor alle goederen en energie. En de nutsfunctie voor energie heeft dezelfde structuur als in figuur A.2.

## Investerings

Het gespaarde geld van huishoudens wordt geïnvesteerd in investeringsgoederen. De investeringen bestaan uit verschillende goederen (denk aan gebouwen en machines) en worden over deze goederen verdeeld op basis van een Cobb-Douglas nutsfunctie. Dit betekent dus dat de relatieve budgetten per investeringscategorie gelijk blijven. De investeringen worden jaarlijks opgeteld bij de kapitaalgoederenvoorraad. Omdat elk jaar ook een deel van de kapitaalgoederenvoorraad wordt afgeschreven, hangt de netto toename af van het verschil tussen afschrijving en investeringen.

<sup>12</sup> De eigen-prijselasticiteit van energie is gelijk aan  $-\sigma * (1 - s_E)$  waarbij  $\sigma$  de CES-substitutie-elasticiteit is en  $s_E$  het aandeel energie in de totale uitgaven van huishoudens. Dit geeft een prijselasticiteit van ongeveer -0.4 omdat het aandeel energie relatief klein is.



## Internationaal

We onderscheiden elf regio's binnen Europa en nog eens tien regio's buiten Europa. De grootste economieën binnen Europa plus België worden als losse landen meegenomen, omdat dit belangrijke handelspartners van Nederland zijn. De overige landen worden samengevoegd tot vier regio's binnen de EU. Buiten de EU zijn China, India en Turkije als losse landen meegenomen omdat dit ook belangrijke handelspartners van Nederland zijn. Andere regio's zijn geaggregeerd om de analyse overzichtelijk te houden.

De Europese Unie in het model bevat ook IJsland en Noorwegen omdat deze landen als EEA-lid ook onderdeel zijn van het EU ETS. We hebben ook besloten Groot-Brittannië mee te nemen in het EU ETS. Vanwege Brexit heeft Groot-Brittannië het EU ETS verlaten en een eigen ETS ingevoerd. De prijs van het eigen ETS is in 2023 wel wat lager dan de prijs in het EU ETS, maar een extra check waarbij Groot-Brittannië geen onderdeel van het ETS is gaf geen wezenlijk andere resultaten.

Tabel A.2 – Overzicht regio-indeling

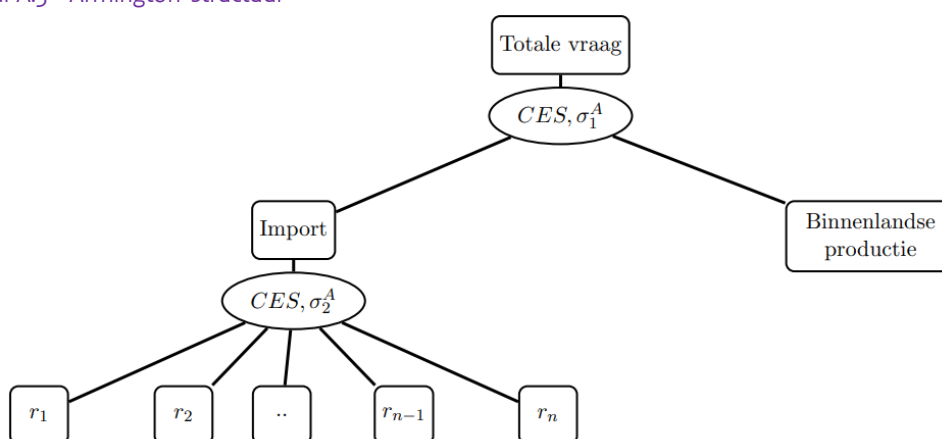
Regio	Landen	EU ETS & CBAM
België	België	X
Duitsland	Duitsland	X
Frankrijk	Frankrijk	X
Italië	Italië	X
Groot-Brittannië	Groot-Brittannië	X
Nederland	Nederland	X
Spanje	Spanje	X
Centraal en Oost-Europa	Bulgarije, Hongarije, Kroatië, Polen, Roemenië, Slovenië, Slowakije, Tsjechië	X
Noord-Europa	Denemarken, Estland, Finland, Letland, Litouwen, Noorwegen en Zweden	X
Overig West-Europa	Oostenrijk, Ierland & Luxemburg	X
Overig Zuid-Europa	Cyprus, Griekenland, Malta en Portugal	X
Centraal- en Zuid-Amerika	Argentinië, Bolivia, Brazilië, Chili, Colombia, Costa Rica, Dominicaanse republiek, Ecuador, El Salvador, Haïti, Jamaica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, Puerto Rico, Trinidad en Tobago, Uruguay, Venezuela	
China	China en Hong Kong	
India	India	
Oost-Azië	Japan, Zuid-Korea en Taiwan	
Oost-Europa	Albanië, Armenië, Azerbeidzjan, Georgië, Kazachstan, Kirgizië, Moldavië, Oekraïne, Oezbekistan, Rusland, Servië, Tadzjikistan, Turkmenistan, Wit-Rusland	
Noord-Amerika	Canada, Mexico en USA	
Turkije	Turkije	
Zwitserland	Zwitserland	
Zuid-Oost-Azië	Brunei, Cambodja, Filipijnen, Indonesië, Laos, Maleisië, Myanmar, Singapore, Thailand, Vietnam	
Rest van de wereld	Alle overige landen	

De totale vraag naar een product in een regio is gelijk aan de som van de vraag van bedrijven, huishoudens, de overheid en de investeringsvraag in die regio. Voor deze totale vraag wordt in het model bepaald hoe dit wordt verdeeld over binnenlands geproduceerde goederen en geïmporteerde goederen. Dit zou je kunnen

interpreteren alsof één centrale tussenpartij in het model de producten inkoop, zowel binnenlands geproduceerde als geïmporteerde. En deze tussenpartij levert daarna deze producten aan de binnenlandse afnemers.

Producten zijn regiospecifiek en niet perfect substitueerbaar. Nederlandse bedrijven en consumenten kunnen voor een bepaald product bijvoorbeeld een voorkeur hebben voor de productvariant die is geproduceerd in Duitsland boven die uit Frankrijk. Zogenaemde Armington-elasticiteiten bepalen hoe makkelijk het is om te substitueren tussen producenten uit verschillende regio's. De Armington-elasticiteiten verschillen tussen productgroepen. Sommige productgroepen zijn homogener, wat substitutie tussen regio's makkelijker maakt. De elasticiteiten nemen we over van GTAP11. We gebruiken een CES-functie met twee lagen om de regiokeuze te modelleren. We nemen daarbij net als in GTAP11 aan dat het makkelijker is om te substitueren tussen twee buitenlandse aanbieders dan tussen binnenlandse productie en import (Hertel en van der Mensbrugge, 2024). Figuur A.3 geeft de CES-structuur weer en tabel A.3 laat de Armington-elasticiteiten voor industriële sectoren zien. Deze elasticiteiten spelen een belangrijke rol bij het bepalen van veranderingen in internationale handelsstromen na invoering van een importheffing zoals CBAM.

Figuur A.3 – Armington-structuur



Tabel A.3 - Armington elasticiteiten voor industriële sectoren

Industriële sectoren	$\sigma_1^A$ – Substitutie tussen import en binnenlandse productie	$\sigma_2^A$ – Substitutie tussen import uit verschillende regio's
Chemische producten	3.3	6.6
IJzer en staal	3.0	5.9
Overige metalen	4.2	8.4
Metaalproducten	3.8	7.5
Mineralen	2.9	5.8
Olieproducten	2.1	4.2
Papier en papierproducten	3.0	5.9
Overige industrie	3.4	6.7

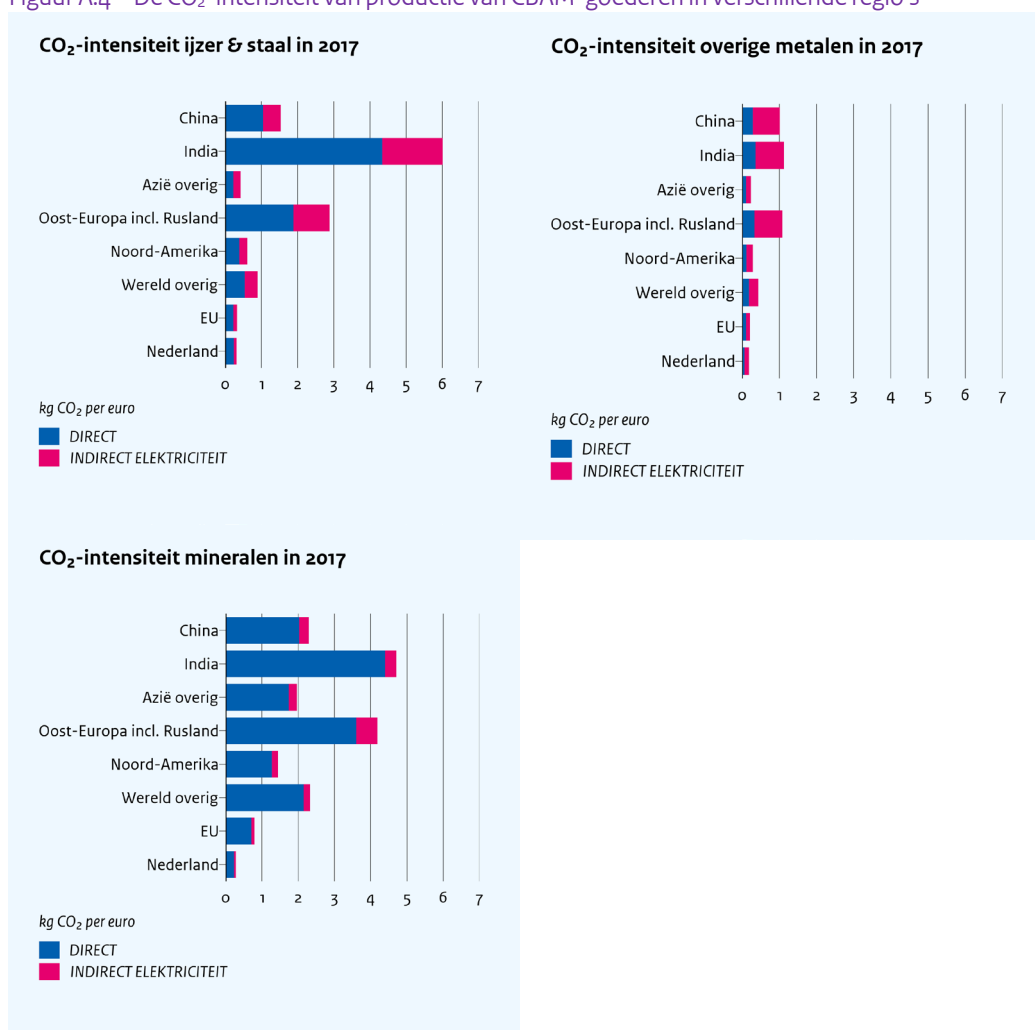
## Data

GREEN-R is gebaseerd op de GTAP11-dataset met als basisjaar 2017. GTAP is een uitgebreide dataset met voor 160 regio's en 65 sectoren data over intermediaire leveringen en finaal gebruik van goederen en diensten,

kapitaal- en arbeidsinzet, internationale handelsstromen, belastinginkomsten, energiegebruik en broeikasgasuitstoot. Productiefuncties van bedrijven en nutsfuncties van huishoudens worden in het model zo gekalibreerd dat de initiële situatie van de GTAP-data in 2017 de optimale uitkomst van het model is.

Hieronder laten we de CO<sub>2</sub>-intensiteit en de handelsstromen zien voor Nederland en de EU op basis van de GTAP-dataset. CO<sub>2</sub>-intensiteit is gedefinieerd als de uitstoot per eenheid productie, waarbij we onderscheid maken tussen de uitstoot die direct bij de productie plaatsvindt en de indirecte uitstoot die ontstaat bij de opwekking van de elektriciteit die in de productie wordt ingezet (indirect, ook wel scope 2 genoemd). De CO<sub>2</sub>-intensiteit van productie bepaalt uiteindelijk de hoogte van de importheffing. Importprijzen van CBAM-goederen stijgen het meest bij import uit landen met een hoge CO<sub>2</sub>-intensiteit. Verder zijn de initiële handelsstromen belangrijk voor de impact van CBAM. De meeste handel vindt namelijk binnen de EU plaats en CBAM heeft alleen impact op handel met landen buiten de EU.

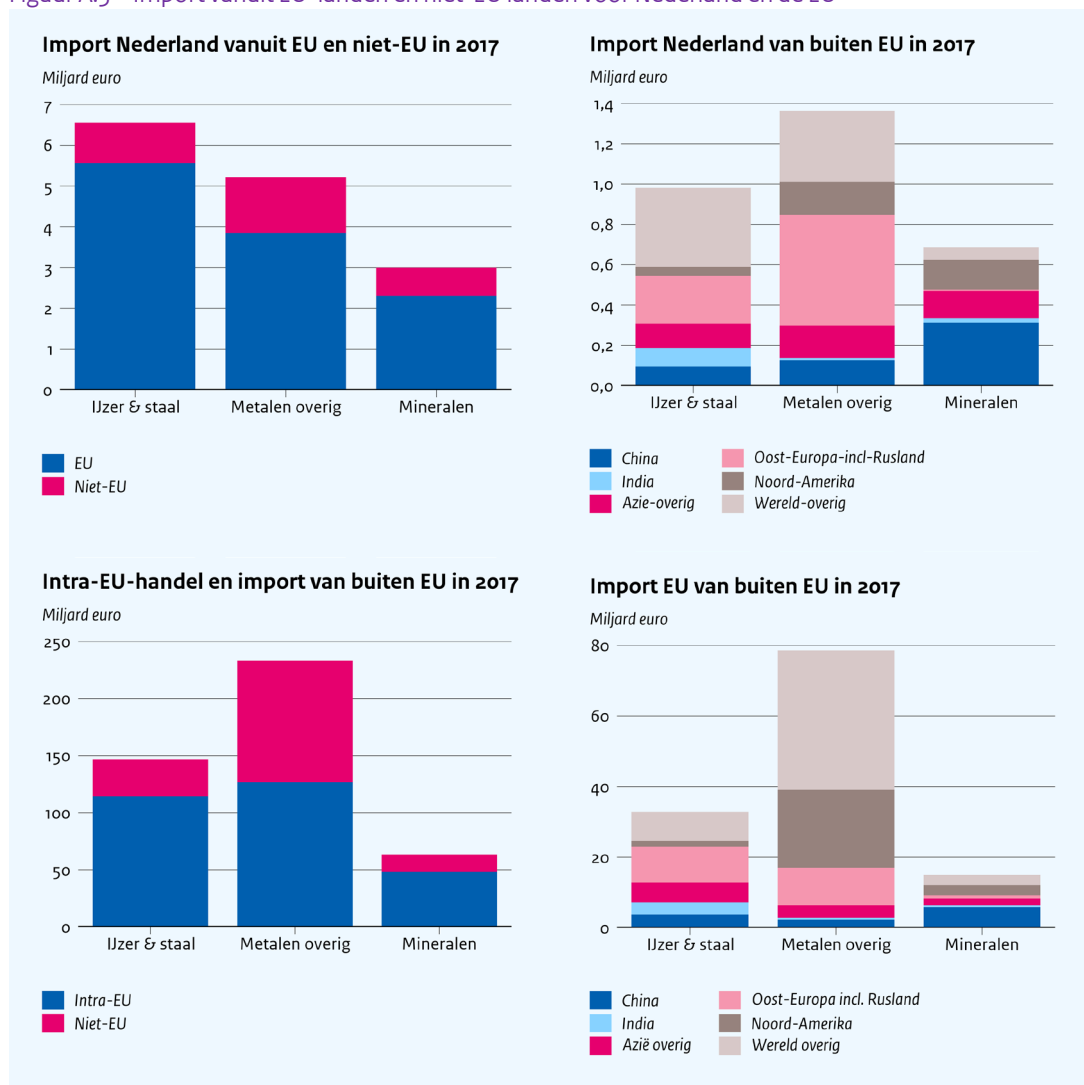
Figuur A.4 – De CO<sub>2</sub>-intensiteit van productie van CBAM-goederen in verschillende regio's



Zowel de directe als de indirecte CO<sub>2</sub>-intensiteit van CBAM-sectoren in de regio's die niet onder het EU ETS vallen zijn hoger dan in landen die wel onder het EU ETS vallen. Dit wordt met name veroorzaakt door een hoger gebruik van steenkool in deze regio's. Figuur A.4 toont de CO<sub>2</sub>-intensiteit van de sectoren ijzer en staal, overige metalen en mineralen in verschillende regio's. De figuur laat ook de emissies zien die ontstaan bij de productie van elektriciteit die in deze sectoren wordt gebruikt. Deze indirecte emissies zijn met name relevant in de sector overige metalen omdat de aluminiumproductie erg elektriciteitsintensief is. In totaal is de CO<sub>2</sub>-

intensiteit van overige metalen beduidend lager dan in de andere twee sectoren, omdat er minder CO<sub>2</sub> vrij komt in de productie. De verschillen in CO<sub>2</sub>-intensiteit zoals we die vinden in de GTAP-data komen in grote lijnen overeen met verschillen die de Wereldbank laat zien (World Bank, 2023).<sup>13</sup>

Figuur A.5 – Import vanuit EU-landen en niet-EU landen voor Nederland en de EU



In figuur A.5 is de import van Nederland en de EU weergegeven van goederen die onder CBAM vallen. Het merendeel van de Nederlandse import van CBAM-goederen is afkomstig uit andere EU-landen, waarop de importheffing niet van toepassing is omdat die al onder het EU ETS vallen. Van de overige import kwam in 2017 het meeste uit de regio Oost-Europa, gedomineerd door Oekraïne en Rusland (voornamelijk metaal) en China en Noord-Amerika (voornamelijk mineralen). De verdeling van de import van de EU over de regio's van herkomst vertoont een aanzienlijke overeenkomst met de Nederlandse import uit niet-EU-landen. Grootste uitzondering is het grote aandeel van import uit Noord-Amerika van overige metalen voor de EU als geheel,

<sup>13</sup> De sector mineralen in de GTAP-database omvat meer activiteiten dan alleen de productie van cement. Omdat deze activiteiten minder CO<sub>2</sub>-intensief zijn is de CO<sub>2</sub>-intensiteit van de sector mineralen ook een stuk lager dan die voor de sector cement in de vergelijking van de Wereldbank. Door verschillen in de samenstelling van de sector mineralen in de verschillende landen zijn de verschillen tussen de EU en andere regio's in de GTAP-data juist een factor 2 tot 4 groter dan bij de Wereldbank. Dit verklaart ook de lage CO<sub>2</sub>-intensiteit van deze sector in Nederland in vergelijking met het EU-gemiddelde. In Nederland wordt namelijk geen cement geproduceerd. Dit kan tot gevolg hebben dat het GREEN-R model de effecten van de invoering CBAM voor de sector mineralen overschat.

terwijl voor Nederland juist het aandeel van Oost-Europa opvalt.<sup>14</sup> Ondanks dat het handelsvolume tussen de EU en India in CBAM-goederen sectoren beperkt is, maakt de hoge CO<sub>2</sub>-intensiteit van de desbetreffende sectoren India gevoelig voor de invoering van CBAM (zie figuur A.4).

## Basispad en scenario's

Het model wordt voor het basisjaar 2017 gekalibreerd op de GTAP-dataset. Voor de ontwikkeling richting de toekomst (2017-2035) construeren we een basispad, gebruikmakend van projecties uit verschillende bronnen. De ontwikkeling van het arbeidsaanbod is gebaseerd op projecties van de UN bevolkingsdatabase. Verder reproduceren we in het model voor elke regio de BBP-projecties van de OESO door de arbeidsproductiviteit aan te passen. Tenslotte gebruiken we de energiewereldscenario's van de World Energy Outlook 2023 van de IEA met staand beleid om de energie-efficiëntie te bepalen. We zorgen dat wereldwijde prijzen voor olie, kolen en gas overeenkomen met de realisaties (tot en met 2022) en de toekomstige prijsontwikkeling die in de World Energy Outlook is aangenomen. Verder matchen we olie-, kolen- en gasgebruik en de opwekkingsaandelen van verschillende soorten elektriciteit per regio. De hoge energieprijzen na de inval van Rusland in Oekraïne zijn dus meegenomen in het basispad.

Om de effecten van het EU ETS met of zonder beschermingsmaatregelen in kaart te brengen, maken we eerst een basispad zonder het EU ETS. Alle effecten van de beleidsscenario's kunnen daarna afgezet worden tegen dit basispad. Dat doen we door bij kalibratie van het energiegebruik in het model op de World Energy Outlook de ETS-prijs die daarin wordt aangenomen mee te nemen. Vervolgens bepalen we met het model het basispad door de ETS-prijs op nul te zetten. Zo construeren we een basispad zonder het EU ETS (een beleidsarm scenario). Ander klimaatbeleid dat al wel geïmplementeerd is nemen we impliciet wel mee via de energievraag in het basispad.

In het eerste van de drie scenario's, genaamd *ETS-ZONDER-BESCHERMING*, wordt het EU ETS zonder maatregelen tegen weglek in het model geïntroduceerd. Het EU ETS is gemodelleerd als een jaarlijks uitstootplafond voor de ETS-sectoren in de EU, waarbij iedereen dezelfde prijs gaat betalen voor het uitstoten van CO<sub>2</sub>. In dit scenario worden alle rechten geveild. Het uitstootplafond wordt jaarlijks kleiner, waardoor de ETS-prijs stijgt over de tijd. De opbrengst van de rechten wordt teruggesluisd naar huishoudens. Hiermee blijft de totale belastingdruk hetzelfde in de verschillende scenario's.

In het tweede scenario, *ETS-GRATIS-RECHTEN*, wordt een deel van de emissierechten in het EU ETS gratis toegewezen. Dit scenario geeft de huidige situatie van het EU ETS weer, waarbij de energie-intensieve industrie een deel van hun rechten gratis ontvangt. We gebruiken de volgende methode om het aantal gratis rechten per sector te bepalen. Eerst bepalen we de werkelijke verhouding tussen geverifieerde uitstoot en gratis rechten vanuit ETS-data.<sup>15</sup> Daarna vermenigvuldigen we deze verhouding met de sectoruitstoot uit GTAP om een benchmark (het aantal gratis rechten per productie-eenheid) per sector te bepalen. Over de tijd passen we de benchmarks aan zodat jaarlijks 57% van de rechten geveild wordt.

Als derde bekijken we het *ETS-CBAM*-scenario waarbij een importhetfing op CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt toegevoegd aan het ETS. De hoogte van de heffing is gelijk aan de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot die vrijkomt bij productie van geïmporteerde goederen vermenigvuldigd met de ETS-prijs. CBAM geldt in dit scenario voor de sectoren ijzer & staal, overige metalen (o.a. aluminium), mineralen (o.a. cement) en elektriciteit. In de CBAM-wetgeving wordt indirecte uitstoot door elektriciteitsgebruik alleen bij cement en kunstmest belast. Kunstmest (onderdeel van de chemie) nemen we niet mee in het CBAM-scenario. Vanwege consistentie hebben we besloten om in dit

---

<sup>14</sup> Na de oorlog in Oekraïne is de handelsrelatie tussen Europa en Rusland flink veranderd. We hebben hier niet voor gecorrigeerd.

<sup>15</sup> We gebruiken hiervoor de dataset van de het Europees Milieugentschap: [European Union Emissions Trading System \(EU-ETS\) data from EUTL \(europa.eu\)](https://european-union-emissions-trading-system.eu/).

scenario ook bij cement geen belasting op indirecte uitstoot mee te nemen. Indirecte uitstoot is in deze sector ook beperkt in vergelijking met de directe uitstoot (figuur A.4). De importheffing wordt tussen 2026 en 2034 lineair ingevoerd, terwijl gratis rechten over dezelfde periode lineair worden uitgefaseerd.

# Bijlage B – Extra resultaten

Tabel B.1 – Productieverandering CBAM-industrie in 2035 t.o.v. ETS-GEEN-BESCHERMING voor verschillende EU-landen

	ETS-GRATIS-RECHTEN	ETS-CBAM
Duitsland	3.1%	5.6%
Frankrijk	2.1%	6.3%
Groot-Brittanië	3.5%	1.3%
Italië	3.1%	5.8%
Nederland	3.7%	8.8%
Spanje	3.0%	4.8%
<b>EU-totaal</b>	<b>2.9%</b>	<b>5.0%</b>

Tabel B.2 – Weglekratio in 2035 bij lagere en hogere ETS-prijs

	ETS	ETS-GRATIS-RECHTEN	ETS-CBAM
Halvering ETS-prijs	30.7%	25.1%	16.1%
Standaard ETS-prijs	34.2%	27.9%	17.5%
Verdubbeling ETS-prijs	39.5%	32.5%	20.4%

Tabel B.2 – Productieverandering in 2035 t.o.v. ETS-scenario bij lagere en hogere ETS-prijs

		<b>ETS-GRATIS-RECHTEN</b>	<b>ETS-CBAM</b>
Halvering ETS-prijs	IJzer & staal	1.8%	3.6%
	Overige metalen	1.5%	0.6%
	Mineralen	2.3%	3.8%
	Chemie	1.7%	1.5%
	Olieproducten	3.0%	3.0%
	Fossiele elektriciteit	-2.4%	-3.2%
Standaard ETS-prijs	IJzer & staal	2.8%	6.0%
	Overige metalen	2.4%	1.2%
	Mineralen	3.5%	7.0%
	Chemie	2.6%	2.2%
	Olieproducten	4.7%	4.5%
	Fossiele elektriciteit	-5.0%	-7.3%
Verdubbeling ETS-prijs	IJzer & staal	4.4%	9.2%
	Overige metalen	3.5%	2.6%
	Mineralen	5.0%	12.9%
	Chemie	3.9%	2.9%
	Olieproducten	7.1%	6.4%
	Fossiele elektriciteit	-9.9%	-16.2%

Tabel B.4 – Weglekratio en productieverandering EU t.o.v. ETS-scenario in 2035 bij toevoeging indirecte uitstoot elektriciteit (scope 2) aan CBAM

		<b>ETS-CBAM</b>	<b>ETS-CBAM-SCOPE2</b>
Weglekratio		17.5%	15.9%
Productieverandering	IJzer & staal	6.0%	7.3%
	Overige metalen	1.2%	4.0%
	Mineralen	7.0%	7.3%
	Chemie	2.2%	2.1%
	Olieproducten	4.5%	4.5%
	Fossiele elektriciteit	-7.3%	-7.7%