



KLIMAATVERANDERING IN DE PRIJZEN: ACTUALISATIE

Analyse van de beprijzing van broeikasgasemissies in Nederland in 2021

Corjan Brink en Herman Vollebergh

13 maart 2023

PBL

Colofon

Klimaatverandering in de prijzen: actualisatie

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2023
PBL-publicatienummer: 5182

Contact

Herman Vollebergh (herman.vollebergh@pbl.nl)

Auteurs

Corjan Brink en Herman Vollebergh

Supervisie

Olav-Jan van Gerwen, Jaco Stremmer

Met dank aan

Sander de Bruyn, Gerald Schut en Winand Smeets.

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Toegankelijkheid

Het PBL hecht veel waarde aan de toegankelijkheid van zijn producten. Mocht u problemen ervaren bij het lezen ervan, dan kunt u contact opnemen via info@pbl.nl. Vermeld daarbij s.v.p. de naam van de publicatie en het probleem waar u tegenaan loopt.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Brink, C. & H. Vollebergh (2023), *Klimaatverandering in de prijzen: actualisatie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

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

1	Introductie	4
2	Invoergegevens 2021	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Veranderingen in instrumentarium	6
2.3	Veranderingen in energiebalans	6
2.4	Veranderingen in externe schades	9
3	Uitkomsten voor 2021	12
4	Beprijzingstekort voor 2021	14
4.1	Het klimaatbeprijzingstekort	14
4.2	Het beprijzingstekort	15
	Literatuur	17

1 Introductie

Deze notitie geeft een actualisatie van de belangrijkste samenvattende berekeningen van het rapport *Klimaatverandering in de Prijzen* (Vollebergh et al., 2021). In deze studie heeft het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een overzicht gegeven van het bestaande beprijzingsinstrumentarium gericht op het voorkomen van klimaatschade in Nederland voor het jaar 2018. In de studie zijn instrumenten die de uitstoot van broeikasgassen *expliciet* beprijzen systematisch in beeld gebracht, zoals het EU ETS. Daarnaast zijn ook instrumenten meegenomen die dat *impliciet* doen via de energiebelastingen, de accijnzen op minerale oliën en de afvalbelasting. Deze instrumenten hebben namelijk een sterke relatie met energieverbruik en de uitstoot van broeikasgassen. Hoewel ook andere instrumenten, zoals vergunningverlening en productstandaarden, zorgen voor reductie van emissies, zijn die in die studie buiten beschouwing gebleven en stonden vooral de zogenoemde markt- of prijsinstrumenten centraal.

De cijfers in Vollebergh et al. (2021) hadden betrekking op het jaar 2018, maar sindsdien is er veel veranderd in het relevante instrumentarium. Zo werken onder meer aanpassingen vanwege het beleid van de EU door in de beprijzing van de in deze studie geanalyseerde *effectieve* CO₂-prijs die geldt voor verschillende energiegebruikscategorieën binnen sectoren.¹ Daarnaast verandert ook de inzet van energie van jaar op jaar, zoals ook terug te zien is in de jaarlijkse Klimaat- en Energieverkenning (zie PBL et al. 2022). In deze notitie onderbouwen wij de actualisatie voor het jaar 2021 en presenteren we kort de resultaten. Voor een uitgebreide onderbouwing en de bespreking van sectorspecifieke uitkomsten verwijzen we naar het oorspronkelijke rapport.

¹ De effectieve CO₂-prijs drukt de kenmerken van een beprijzingsinstrument uit als prijs per ton CO₂. Effectieve CO₂-prijzen worden berekend op basis van de belangrijkste kenmerken van beprijzingsinstrumenten, zoals de grondslag en het tarief van een belasting. Bij elkaar geven ze een totaalbeeld wie voor welke broeikasgasemissie betaalt en hoeveel (zie rapport van 2021 voor een uitgebreide toelichting).

2 Invoergegevens 2021

2.1 Algemeen

De berekening van *effectieve* CO₂-prijzen en de vergelijking daarvan met klimaatschade of schade door andere externaliteiten vraagt om een aantal stappen, waarbij emissiebronnen worden gekoppeld aan de relevante beprijzingsinstrumenten (zie hoofdstuk 2 en het tekstkader in de samenvatting in Vollebergh et al. 2021 voor een korte uitleg). Omdat verreweg de meeste broeikasgasemissies in Nederland energiegerelateerd zijn, is vooral het gebruik van de verschillende energiedragers van belang. Daarbij wordt het hele energiesysteem in de analyse betrokken. Dat wil zeggen dat niet alleen fossiele energiedragers die gebruikt worden voor verbranding ('energetisch') worden meegenomen, maar ook het gebruik van energiedragers voor omzetting van de ene energiedrager naar de andere, zoals elektriciteit en waar bij de opwekking wel emissies kunnen ontstaan. Bovendien wordt het gebruik van energiedragers als grondstof meegenomen ('niet-energetisch'). Dit gebruik als grondstof zorgt weliswaar niet direct voor broeikasgasuitstoot, maar vormt een bron van potentiële emissies op een later moment, vaak in de afvalfase. Voor broeikasgassen die niet zijn gerelateerd aan het gebruik van energiedragers, zoals broeikasgasuitstoot door activiteiten in de landbouw, worden momenteel geen beprijzingsinstrumenten ingezet.

Zoals beschreven in Vollebergh et al. (2021) zijn voor de berekeningen van de effectieve CO₂-prijs de volgende invoergegevens nodig:

1. Onderscheiden beprijzingsinstrumenten met voor elk daarvan de relevante grondslag, eventuele vrijstellingen en de tarieven;
2. Gegevens over het gebruik van verschillende energiedragers (energiebalans) op basis waarvan de energiegerelateerde CO₂-emissies kunnen worden bepaald, aangevuld met emissies uit overige bronnen.
3. Aanpassingen in klimaatschades, schade van luchtverontreiniging en andere externaliteiten.

Met behulp van de eerste twee categorieën is het mogelijk om de broeikasgasuitstoot in zijn geheel weer te geven en in relatie tot de daaraan toegewezen beprijzing. Door elk van de beprijzingsinstrumenten te koppelen aan de relevante broeikasgasuitstoot wordt de zogenoemde *effectieve CO₂-prijs* berekend, waarin het tarief is omgerekend naar een tarief per uitgestoten ton CO₂. Daarmee wordt zichtbaar welk deel van de uitstoot door de verschillende instrumenten wordt betaald (*reikwijdte*), wat de hoogte is van het tarief waarmee dat gebeurt (*stringentheid*) en de mate waarin de grondslag (zoals liter benzine, kubieke meter aardgas of kilowattuur elektriciteit) samenhangt met de broeikasgasemissie (*gerichtheid*). Het totaalbeeld laat zien in hoeverre de verschillende instrumenten samen zorgdragen voor adequate beprijzing van de emissie van alle broeikasgassen in Nederland (*coherentie*).

Samen met (aangepaste) schattingen voor externe schade kan dan een beeld worden geschetst van de beprijzingsstekorten vanuit het perspectief van klimaatschade alleen (zie Hoofdstuk 3) dan wel in combinatie met andere externaliteiten zoals de schade van luchtverontreiniging (zie Hoofdstuk 4). In de volgende paragrafen wordt beschreven hoe de genoemde invoergegevens precies zijn geactualiseerd naar 2021.

2.2 Veranderingen in instrumentarium

De beprijzingsinstrumenten die in de analyse voor 2018 (Vollebergh et al., 2021, pp.29-32) zijn meegenomen waren alle in 2021 nog van toepassing. Ook in de vrijstellingen en teruggaveregelingen is er weinig veranderd tussen 2018 en 2021. Alleen de teruggaafregeling energie-intensieve processen, waarbij bedrijven teruggave konden aanvragen van betaalde energiebelasting op elektriciteit als ze meer dan 10 miljoen kWh hadden verbruikt en een meerjarenafspraak met de overheid hadden afgesloten ter verbetering van de energie-efficiëntie, de zogenoemde MJA3/MEE-convenanten, is vervallen. Deze convenanten zijn namelijk eind 2020 afgelopen.

Verder is er ook een beprijzingsinstrument bijgekomen. Sinds 1 januari 2021 is er namelijk een *nationale* CO₂-heffing die een groot deel van de broeikasgasemissies door de Nederlandse industrie extra beprijsst. Deze heffing vertoont een grote overlap met het EU ETS, maar geldt ook voor een aantal emissiebronnen die niet onder het EU ETS vallen, zoals afvalverbrandingsinstallaties en lachgasinstallaties. Wel is een deel van de CO₂-uitstoot van installaties die onder de CO₂-heffing vallen vrijgesteld van de heffing via zogeheten dispensatierechten. In 2021 was het totaal aantal beschikbare dispensatierechten groter dan de vastgestelde uitstoot die onder de heffing valt (NEa, 2022). Daarom is er in de praktijk geen industrieheffing betaald (zie ook Ministerie van Financiën (2022), Bijlage 3 tabel 3.1).

Ten opzichte van 2018 zijn verder vooral de prijzen en de tarieven van de andere beprijzingsinstrumenten in 2021 veranderd. Tabel 1 geeft een overzicht van de tariefswijzigingen. Daarnaast laat de tabel ook zien wat dit betekent voor de effectieve CO₂-prijs van deze instrumenten.

2.3 Veranderingen in energiebalans

Niet alleen de tarieven en de vrijstellingen van de beprijzingsinstrumenten zijn tussen 2018 en 2021 veranderd, ook zijn er veranderingen opgetreden in de activiteiten waarop de instrumenten betrekking hebben. Door technologische en ook marktontwikkelingen, mede als gevolg van beleid, zijn er veranderingen opgetreden in het gebruik van energiedragers en in de niet aan energie gerelateerde uitstoot. In deze actualisatie hebben we het energiegebruik en de broeikasgasemissies zoals die zijn meegenomen in de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (KEV, PBL et al. 2022) als uitgangspunt genomen. Tabel 2 vergelijkt voor 2018 en 2021 het totaal gebruik van energiedragers en de totale broeikasgasemissies in vijf sectoren: elektriciteit, industrie, verkeer, gebouwde omgeving en landbouw. Om de energiebelasting op elektriciteit om te kunnen rekenen naar een effectieve CO₂-prijs wordt in deze analyse, anders dan in de KEV, alle elektriciteitsproductie toegerekend aan de sector elektriciteit, dus ook de elektriciteit die wordt opgewekt in andere sectoren zoals de industrie en landbouw (zie Vollebergh et al., 2021, pp32ff).

Het energieverbruik in de sector gebouwde omgeving lag in 2021 wat hoger dan in 2018 door een toename in het gasverbruik door huishoudens, maar in de andere sectoren lag het totale gebruik van energiedragers lager. Met name het verbruik in de sector verkeer en de in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen voor lucht- en scheepvaart lagen in 2021 duidelijk lager dan in 2018, wat vooral een gevolg is van de coronacrisis (PBL et al. 2022). De hieraan gerelateerde uitstoot van broeikasgassen was daardoor ook lager, voor deze beide categorieën samen ruim 10 procent onder

Tabel 1

Belastingtarieven, CO₂-prijzen en berekende effectieve CO₂-prijs, 2018 en 2021

Beprijingsinstrument	Eenheid	Tarief per eenheid		Effectieve CO ₂ -prijs (euro per ton CO ₂ -eq.)	
		2018	2021	2018	2021
Accijnzen op minerale oliën					
Benzine (Euro loodvrij)	Euro per liter	0,778	0,813	331	345
Biobenzine	Euro per liter	0,778	0,813	545	569
Diesel	Euro per liter	0,490	0,522	187	199
Biodiesel	Euro per liter	0,490	0,522	196	209
LPG (1 liter = 0,54 kg)	Euro per liter	0,184	0,192	113	118
Halfzware olie (petroleum)	Euro per liter	0,490	0,522	199	212
Zware stookolie	Euro per 1000 kg	0,037	0,038	12	12
Energiebelasting elektriciteit					
0 – 10.000 kWh	Euro per kWh	0,105	0,094	513 ^a	464 ^a
10.000 – 50.000 kWh	Euro per kWh	0,053	0,052	259 ^a	254 ^a
50.000 – 10 miljoen kWh	Euro per kWh	0,014	0,014	9 ^a	68 ^a
>10 miljoen kWh	Euro per kWh	0,001	0,001	6 ^a	6 ^a
ODE elektriciteit					
0 – 10.000 kWh	Euro per kWh	0,013	0,030	65 ^a	148 ^a
10.000 – 50.000 kWh	Euro per kWh	0,018	0,041	88 ^a	202 ^a
50.000 – 10 miljoen kWh	Euro per kWh	0,005	0,023	24 ^a	111 ^a
>10 miljoen kWh	Euro per kWh	0,000	0,000	1 ^a	2 ^a
Energiebelasting aardgas					
0 – 170.000 m ³	Euro per m ³	0,260	0,349	145	195
170.000 – 1 miljoen m ³	Euro per m ³	0,065	0,065	36	37
1 miljoen – 10 miljoen m ³	Euro per m ³	0,024	0,024	13	13
> 10 miljoen m ³	Euro per m ³	0,013	0,013	7	7
Aardgas als autobrandstof (CNG)	Euro per m ³	0,163	0,170	91	95
ODE aardgas					
0 – 170.000 m ³	Euro per m ³	0,029	0,085	16	48
170.000 – 1 miljoen m ³	Euro per m ³	0,011	0,024	6	13
1 miljoen – 10 miljoen m ³	Euro per m ³	0,004	0,023	2	13
> 10 miljoen m ³	Euro per m ³	0,002	0,023	0	13
Verlaagd tarief aardgas glastuinbouw					
EB 0 – 170.000 m ³	Euro per m ³	0,042	0,056	23	31
EB 170.000 – 1 miljoen m ³	Euro per m ³	0,024	0,025	14	14
ODE 0 – 170.000 m ³	Euro per m ³	0,005	0,014	3	8
ODE 170.000 – 1 miljoen m ³	Euro per m ³	0,004	0,009	2	5
Overige belastingen					
Kolenbelasting	Euro per ton	14,63	15,29	5 ^b	5 ^b
Afvalstoffenbelasting	Euro per ton	13,21	33,15	13 ^c	31 ^c
ETS jaargemiddelde prijs	Euro per ton CO ₂	16,16	53,13	16	53
CO ₂ -heffing industrie	Euro per ton CO ₂	-	30,48	-	30
CO ₂ -heffing industrie voor uitstoot die onder ETS valt	Euro per ton CO ₂	-	3,75	-	4

- a) De effectieve CO₂-prijs van de energiebelasting en ODE op elektriciteit is afhankelijk van de CO₂-uitstoot bij de elektriciteitsopwekking en varieert daarom met de gebruikte energiedrager. Hier is de effectieve CO₂-prijs weergegeven voor elektriciteitsopwekking met behulp van aardgas.
- b) Verschillende type kolen hebben een verschillende CO₂-emissiefactor en daarmee ook een verschillende effectieve CO₂-prijs. Hier is de gemiddelde effectieve CO₂-prijs weergegeven voor het belaste kolenverbruik in 2018 respectievelijk 2021.
- c) Effectieve CO₂-prijs voor niet-biogene afval.

Bron: Ministerie van Financiën en eigen berekeningen voor effectieve CO₂-prijs.

Tabel 2

Gebruik van energiedragers verdeeld over sectoren in Nederland in 2021 (in petajoule)

	Totaal gebruik van energiedragers (petajoule)		Totaal broeikasgasemissies (megaton CO ₂ -eq.) ^a	
	2018 ^b	2021	2018 ^b	2021
Elektriciteit	973	944	66,7	62,9
Industrie^c	1.136	1.130	85,5	85,6
Verkeer	505	439	37,4	32,5
Bunkers	639	580	49,5	44,9
Gebouwde omgeving	441	469	26,0	27,1
Landbouw	56	47	23,0	22,0
Totaal	3.750	3.609	288,0	274,9
Totaal excl. bunkers	3.110	3.029	238,6	230,0

- a) In deze emissiecijfers zijn ook de potentiële emissies – bunkers, biomassa en uitgestelde emissies – meegenomen; deze tellen niet mee in de KEV (voor nadere toelichting, zie Vollebergh et al. 2021, sectie 3.2.1).
- b) De cijfers voor 2018 zijn gebaseerd op de meest recente statistieken van het CBS. De berekeningen in Vollebergh et al. (2021) zijn gebaseerd op CBS-cijfers van januari 2020. Door herziening van enkele cijfers nadien wijken de cijfers voor 2018 die hier zijn gepresenteerd soms wat af van de cijfers in Vollebergh et al. (2021).
- c) Inclusief bouw, raffinaderijen, winningsbedrijven, afval en water.

Bron: CBS en KEV 2022 (PBL et al. 2022)

het niveau van 2018. Door het toegenomen aardgasverbruik in de gebouwde omgeving was de broeikasgasuitstoot daar in 2021 hoger dan in 2018.

Tabel 3 geeft voor 2021 het gebruik van verschillende energiedragers in de vijf sectoren. In vergelijking met 2018 was het gebruik van energiedragers bij de opwekking van elektriciteit in 2021 behoorlijk anders. Zo lag de inzet van kolen ruim 100 petajoule lager en ook de inzet van aardgas lag in 2021 wat lager dan in 2018 (ruim 10 petajoule), terwijl de inzet van hernieuwbare energie (biomassa en overig hernieuwbaar) zo'n 90 procent hoger lag. De netto-import van elektriciteit (opgenomen onder de categorie Overig) lag in 2021 bijna 30 petajoule hoger dan in 2018. Door de verminderde inzet van kolen lag de CO₂ uitstoot in 2021 lager, maar wanneer ook de CO₂ uitstoot door de inzet van biomassa in wordt meegenomen, zoals in de berekeningen voor de effectieve CO₂-prijs, wordt deze afname voor een deel gecompenseerd door een toename van de CO₂-uitstoot gerelateerd aan de inzet van biomassa.

Zoals genoemd lag het aardgasverbruik in 2021 in de gebouwde omgeving hoger dan in 2018, maar in de industrie en de landbouw was het gebruik van aardgas juist lager. Het gebruik van biomassa en overige hernieuwbare energie lag in deze sectoren in 2021 daarentegen hoger dan in 2018.

Tabel 3

Gebruik van energiedragers verdeeld over sectoren in Nederland in 2021 (in petajoule)

	Kolen	Aardolie	Aardgas	Bio-energie	Overig hernieuwbaar	Overig ^a	Totaal
Elektriciteit	146	17	464	131	106	81	944
Industrie^b	90	641	328	57	0	14	1.130
Verkeer	0	409	3	28	0	0	439
Bunkers	0	575	5	0	0	0	580
Gebouwde omgeving	0	6	428	18	17	0	469
Landbouw	0	1	33	6	7	0	47
Totaal	235	1.649	1261	240	129	95	3.609
Totaal excl. bunkers	235	1.074	1256	240	129	95	3.029

a) Overige energiedragers zijn met name kernenergie en niet-biogeen afval. Ook de netto-invoer van elektriciteit is hieraan toegevoegd (bij elektriciteit).

b) Inclusief bouw, raffinaderijen, winningsbedrijven, afval en water.

Bron: Eigen berekeningen op basis van KEV 2022 (PBL et al. 2022)

2.4 Veranderingen in externe schades

De laatste set invoergegevens die is veranderd sinds het ijkpunt 2018 heeft betrekking op de gebruikte cijfers voor klimaatschades, schade van luchtverontreiniging en andere externe effecten. Sinds 2018 zijn al deze gegevens veranderd. Zo is in de tussentijd een geheel nieuw Handboek Milieuprijzen verschenen waar mede op basis van de laatste wetenschappelijke inzichten nieuwe waarden voor de milieu-externaliteiten zijn berekend (zie bijvoorbeeld CE Delft, 2023).

Tabel 4 geeft een overzicht van de in deze actualisatie gebruikte milieuprijzen (zie ook Tabel 1 in CE Delft, 2023).² Deze milieuprijzen wijken soms flink af van de niveaus waar Vollebergh et al. (2021) mee hebben gerekend. Hier spelen meerdere factoren een rol. Allereerst geldt dat milieuprijzen in 2023 zijn aangepast aan de laatste wetenschappelijke inzichten over schadelijkheid van milieugevaarlijke stoffen en waardering van milieuschade. In de onlangs verschenen update van het Handboek Milieuprijzen (zie CE Delft, 2023) blijkt de schadelijkheid per kilogram emissie in een flink aantal gevallen hoger uit te pakken. Soms zijn deze ook lager of is de verdeling over de stoffen net iets anders. Daarnaast wordt rekening gehouden met de inflatie, waardoor prijzen in euro's van 2021 bijna 7 procent hoger liggen dan in euro's van 2018.

² In deze studie worden alleen scope-1-emissies geanalyseerd. In tegenstelling tot eerdere PBL studies wordt geen rekening gehouden met indirecte schade eerder in de keten, dat wil zeggen met emissies van BKG- en LUVO-uitstoot bij de winning, de productie of het verbruik van aardgas of motorbrandstoffen. Voor zover deze winning of productie samenhangt met het verbruik van fossiele energiedragers in Nederland, komen deze emissies wel aan bod als scope-1-emissies in de elektriciteitssector of de industrie als gevolg van bijvoorbeeld het raffinageproces.

Tabel 4

Milieuprijzen voor emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen in 2021 (euro 2021 per kilogram)

Stof	Stofnaam	Ondergrens	Middenwaarde	Bovengrens	Middenwaarde 2018
Klimaat					
CO ₂	Koolstofdioxide	0,019	0,077 ^a	0,130 ^a	0,065
CH ₄	Methaan ^b	1,8	4,7	5,8	1,9
Luchtverontreiniging					
NO _x	Stikstofoxiden	18,3	29,9	44,1	24,9
SO ₂	Zwavel dioxide	33,7	57,5	75,8	25,8
NH ₃	Ammoniak	30,4	49,3	67,9	31,5
NMVOs	Vluchtige organische stoffen	1,8	2,7	3,8	2,2
PM _{2,5}	Ultra fijnstof	73,3	121,0	169,0	82,3
PM ₁₀	Fijnstof	41,4	69,3	97,9	46,1

a) Als ondergrens is WLO 2015 prijs behorend bij 3,5-4 graden scenario genomen terwijl de middenwaarde hoort bij een scenario van 2,5-3 graden (zie Drissen en Vollebergh, 2018, p.27). CE Delft (2023) geeft aan dat voor toepassingen als deze beter uit kan worden gegaan van een benadering die beter recht doet aan de ontwikkelingen in de literatuur. Daarom hebben we de door hen geadviseerde middenwaarde van 130 euro hier als bovengrens genomen.

b) De schaduwrijzen voor methaanemissies zijn inclusief de schade door luchtverontreiniging.

Bron: CE Delft (2023)

Voor klimaatschade valt op dat de schaduwrijzen flink hoger zijn dan het eerdere zichtjaar 2018. De prijzen voor klimaatschade zijn bepaald middels een preventiekostenbenadering waardoor de schade oploopt naarmate de doelstellingen stringenter zijn (zie voor uitleg Drissen en Vollebergh, 2018). Bovendien is afgesproken in het kader van de Commissie Discontovoet (en onlangs opnieuw bevestigd) dat er geen lagere discontovoet wordt toegepast voor projecten die bijvoorbeeld klimaatschade verminderen, maar dat in de plaats daarvan gewerkt wordt met een gestandaardiseerde reële toename van 3,5 % per jaar (zie ook Commissie Discontovoet, 2020). Bovendien dient deze waarde aangepast te worden voor inflatie. In het licht hiervan komen de meest recente berekeningen hoger uit (zie ook CE Delft, 2023). Als middenwaarde – waarbij 2,5 - 3 graden temperatuurstijging is toegestaan – is 77 euro per ton voor 2021 aangehouden en als bovenwaarde 130 euro per ton. Deze laatste waarde geldt als de meest recente inschatting van “schadelijkheid” op basis van wetenschappelijke literatuur (zie CE Delft, 2023, pp.120-129).

Voor andere externaliteiten die in het eerdere rapport zijn meegenomen, zoals verkeersveiligheid, congestie en geluidsoverlast, is geen rekening gehouden met nieuwe inzichten en is ook niet gecorrigeerd voor inflatie. Hoewel inmiddels nieuwe inzichten beschikbaar zijn gekomen (zie CE Delft, 2023) zijn hiervoor aanvullende berekeningen nodig. Dit gaat in het kader van deze actualisatie te ver. We zijn daarom uitgegaan van de waarde van 45 euro per gigajoule in 2018 voor de genoemde andere externaliteiten (zie Vollebergh et al., 2021, pp.64-67 voor een uitgebreide toelichting). Overigens is wel duidelijk dat hierdoor sprake is van een onderschatting van de werkelijke schade. Zo zijn er inmiddels ook nieuwe berekeningen voor ongevallen die veel hoger uitvallen dan waar wij eerder van uit zijn gegaan (zie Wijnen, 2022).

Tabel 5

Gemiddelde externe schade gerelateerd aan energiegebruik per sector in euro per gigajoule

	Klimaat ^a	Lucht- verontreini- ging	Overige externaliteiten ^b	Totaal
Elektriciteit	6,7	0,6		7,3
Industrie	9,4	4,1		13,6
Verkeer	9,0	9,4	45,2	63,6
Gebouwde omgeving	7,0	1,4		8,4
Landbouw	5,4	2,1		7,5

a) Bij klimaatschadeberekening is hier uitgegaan van de bovengrens genoemd in Tabel 4 (130 euro per ton CO₂-equivalenten).

b) Deze externe schade beslaat ongevallen, geluid en congestie waarbij is uitgegaan van de waarde van 19,2, 2,4 respectievelijk 23,6 euro per gigajoule zoals die in de studie voor 2018 zijn gebruikt.

Bron: eigen berekeningen PBL, mede op basis van CE Delft (2023).

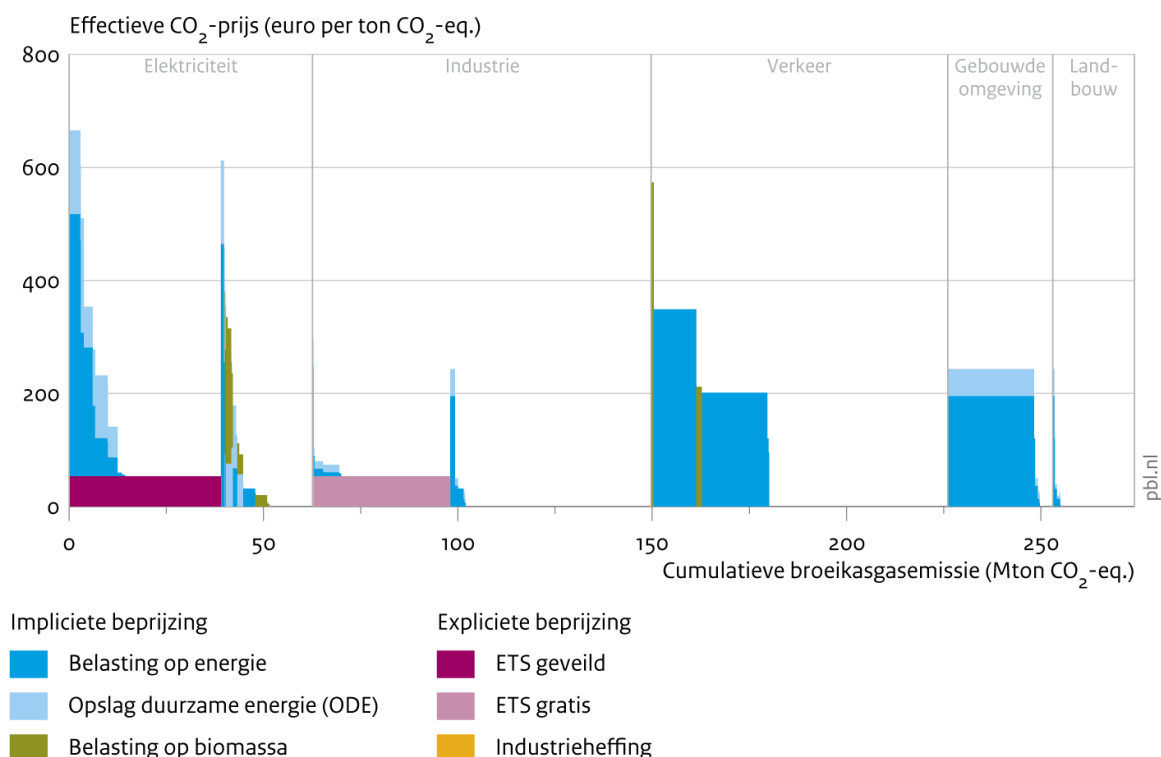
Om de verschillende externe effecten vergelijkbaar te maken is in Vollebergh et al. (2021) de milieu- en externe schade gekoppeld aan het energiegebruik, waardoor voor elke sector een gemiddelde schade van andere emissies die aan de verbrandingsprocessen zijn gerelateerd per gigajoule energiegebruik kon worden bepaald (zie Vollebergh et al. 2021, sectie 6.2.1). Daarbij is van belang dat in 2021 niet alleen de schaduwrijzen zijn veranderd, maar ook de omvang van de uitstoot waardoor de schade wordt veroorzaakt. In sectie 2.3 zijn deze veranderingen in de uitstoot van broeikasgasen al besproken. In de berekeningen is ook de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen meegenomen. Daarbij is gebruik gemaakt van de emissiecijfers voor 2021 van de emissieregistratie zoals vastgesteld in januari 2023 (Emissieregistratie, 2023). Tabel 5 geeft een overzicht van de nieuwste waarden.

3 Uitkomsten voor 2021

Figuur 1 geeft het beeld voor de economie als geheel aan de hand van de genoemde indeling in 5 sectoren. De figuur laat op de horizontale as de totale broeikasgasuitstoot zien, oftewel de relevante prijsingsgrondslag op basis van de uitstoot als gevolg van het gebruik van fossiele energiedragers en andere niet-energiegerelateerde emissies. Op de verticale as staat de omgerekende hoogte van de expliciete en impliciete prijzen per ton CO₂. Elk vlak in de figuur heeft betrekking op een deel van de emissies waarvoor eenzelfde effectieve prijs geldt. De breedte van de vlakken geeft aan op welk deel van de emissies deze effectieve prijs betrekking heeft. De verschillende kleuren geven aan welke instrumenten bijdragen aan welk deel van de effectieve CO₂-prijs. Voor sommige delen van de emissies is de effectieve prijs nul, bijvoorbeeld omdat het onderliggende energiegebruik niet is belast of omdat dit gebruik is vrijgesteld van belasting. De oppervlakte van de vlakken laat zien wat de waarde is van de benodigde emissierechten dan wel de totale belastingopbrengst van het desbetreffende instrument. Voor zover de emissierechten gratis worden verstrekt vormen deze geen opbrengst voor de overheid. Dat deel wordt afzonderlijk in beeld gebracht.

Figuur 1

CO₂-beprijzing en opbrengsten, 2021



Bron: PBL

Uit de figuur blijkt allereerst dat CO₂-beprijzing van de CO₂-emissies in de sectoren Elektriciteit en Industrie die verloopt via het EU ETS in 2021 en in mindere mate via de belasting op elektriciteit. Vergeleken met 2018 is met name de ETS prijs fors toegenomen. Gemiddeld is de ETS-prijs in 2021 ruim drie keer zo hoog als in 2018. In lijn met het doel van de beprijzing is tegelijkertijd de uitstoot

die onder het EU ETS valt met ongeveer 15 procent afgenomen. Daardoor is ook de basis van deze vlakken kleiner geworden wat natuurlijk uiteindelijk ook het doel is van het klimaatbeleid.

De kleinere CO₂-basis bij elektriciteit heeft ook weer invloed op de hoogte van de effectieve tarieven van elektriciteit. Allereerst is er de verandering in de tarieven zelf (zie ook Tabel 1). De tarieven van de energiebelasting op elektriciteit zijn in 2021 voor alle vier schijven lager dan in 2018. Tegelijkertijd zijn de tarieven van de ODE echter verhoogd. Per saldo is de effectieve CO₂-prijs van de energiebelasting en de ODE samen voor alle schijven toegenomen. Met name in de tweede en de derde schijf is sprake van een toename van het tarief van de energiebelasting en ODE samen 31 respectievelijk 92 procent. Ten tweede is door het grotere aandeel van hernieuwbare opwekking ook de gemiddelde CO₂-intensiteit van de belaste elektriciteit in 2021 lager dan in 2018. Door de combinatie van deze effecten is de gemiddelde belastingdruk (over alle belastingschijven) op elektriciteit per ton CO₂ met 27 procent toegenomen.

Hoewel de reikwijdte van de beprijzing door de uitbreiding van het beprijzingsinstrumentarium met de CO₂-heffing voor de industrie is toegenomen, heeft dit in de praktijk nog geen gevolgen voor de reikwijdte van de CO₂-beprijzing in het algemeen door de ruime toewijzing van dispensatierechten. Dit is overigens het gevolg van bewust beleid. Op deze manier wordt bedrijven die onder de industrieheffing vallen tijd gegeven om maatregelen te nemen waarmee ze hun emissies naar beneden kunnen brengen. In de wet is vastgelegd dat de komende jaren aan de ene kant het tarief van de heffing omhoog zal gaan (tot een niveau van 125 euro per ton in 2030), terwijl aan de andere kant steeds minder dispensatierechten zullen worden toegewezen.

In de zogenoemde niet-ETS sectoren Verkeer en Gebouwde Omgeving vindt beprijzing vooral indirect plaats via de belastingen op energieproducten, met name de accijnzen op minerale oliën in het verkeer en de belasting op aardgas in de gebouwde omgeving. In de gebouwde omgeving is de effectieve CO₂-prijs verder toegenomen omdat de tarieven van de energiebelasting en de ODE op aardgas in de eerste belastingschijf hoger zijn geworden (Tabel 1). De effectieve CO₂-prijs van het aardgasgebruik in de gebouwde omgeving was in 2021 50 procent hoger dan in 2018. De toename van de effectieve CO₂-prijs bij verkeer is beperkt, omdat de tarieven daar minder zijn gestegen.

4 Beprijzingstekort voor 2021

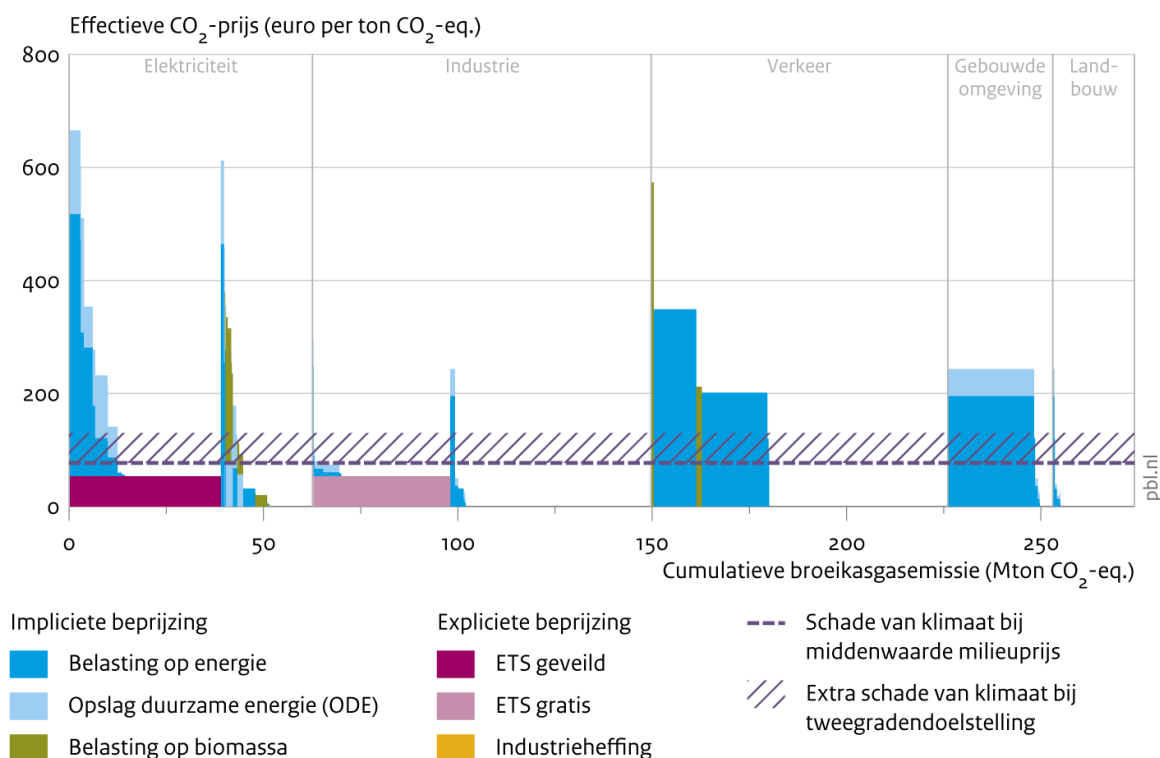
In deze paragraaf vergelijken we de geactualiseerde effectieve CO₂-prijzen met de in geld uitgedrukte schade door klimaatverandering, het zogenoemde klimaatbeprijzingstekort. Ook geven we het bredere beprijzingstekort weer, waarbij ook met de schade door luchtverontreiniging en andere externaliteiten rekening wordt gehouden. Dergelijke tekorten kunnen worden vastgesteld via een vergelijking van de berekende effectieve CO₂-prijzen met relevante maatstaven voor externe schade.

4.1 Het klimaatbeprijzingstekort

Wanneer de eerder berekende effectieve CO₂-beprijzing direct wordt vergeleken met de berekende klimaatschade van 77 respectievelijk 130 euro per ton CO₂-equivalent, ontstaat het beeld van figuur 2. Op deze wijze kan direct het klimaatbeprijzingstekort dan wel -overschot worden vastgesteld voor de uitstoot van broeikasgassen in de verschillende sectoren.

Figuur 2

CO₂-beprijzing en opbrengsten, 2021



Bron: PBL

De figuur laat, net als in de eerdere studie voor 2018, zien dat er geen uniforme effectieve beprijzing is van de CO₂-uitstoot. Nog steeds bestaat in sommige sectoren, zoals verkeer en gebouwde omgeving, op het eerste gezicht zelfs helemaal geen beprijzingstekort, omdat de effectieve prijs (veel) hoger is dan de klimaatschade. In andere sectoren, zoals de industrie en landbouw, is er juist een

stevig tekort omdat grote delen van de grondslag onbelast blijven. Voor zover het daarbij gaat om het gebruik van fossiele energiedragers als grondstof, en de koolstof dus in het product blijft, is dat mogelijk niet zo'n probleem. De uitgestelde emissies hiervan worden later – in de afvalfase – als-nog belast. Voor ander gebruik is het gebrek aan beprijzing echter wel degelijk relevant. Ook bij verkeer valt een stevig tekort op, dat met name samenhangt met het onbeprijsd blijven van bunkerbrandstoffen.

Uit een vergelijking van deze figuur met dezelfde figuur voor 2018 blijkt duidelijk dat door de hogere prijs van emissierechten in het EU ETS het klimaatbeprijzingstekort in de sectoren elektriciteit en industrie is afgenomen. Bij verkeer is het klimaatbeprijzingsoverschot voor het beprijste deel van de uitstoot iets afgenomen, doordat de effectieve CO₂-prijs daar minder sterk is toegenomen dan de klimaatschade. Verder is het beeld grotendeels vergelijkbaar met het beeld in 2018, met een fors beprijzingsoverschot bij de gebouwde omgeving en het deel van de elektriciteitsproductie waarop de energiebelasting van toepassing is. Tegelijk is in de sectoren industrie, verkeer en landbouw nog sprake van stevige tekorten omdat grote delen van de grondslag onbelast blijven (zie voor verdere details Vollebergh et al., 2021, pp.40-52).

4.2 Het beprijzingstekort

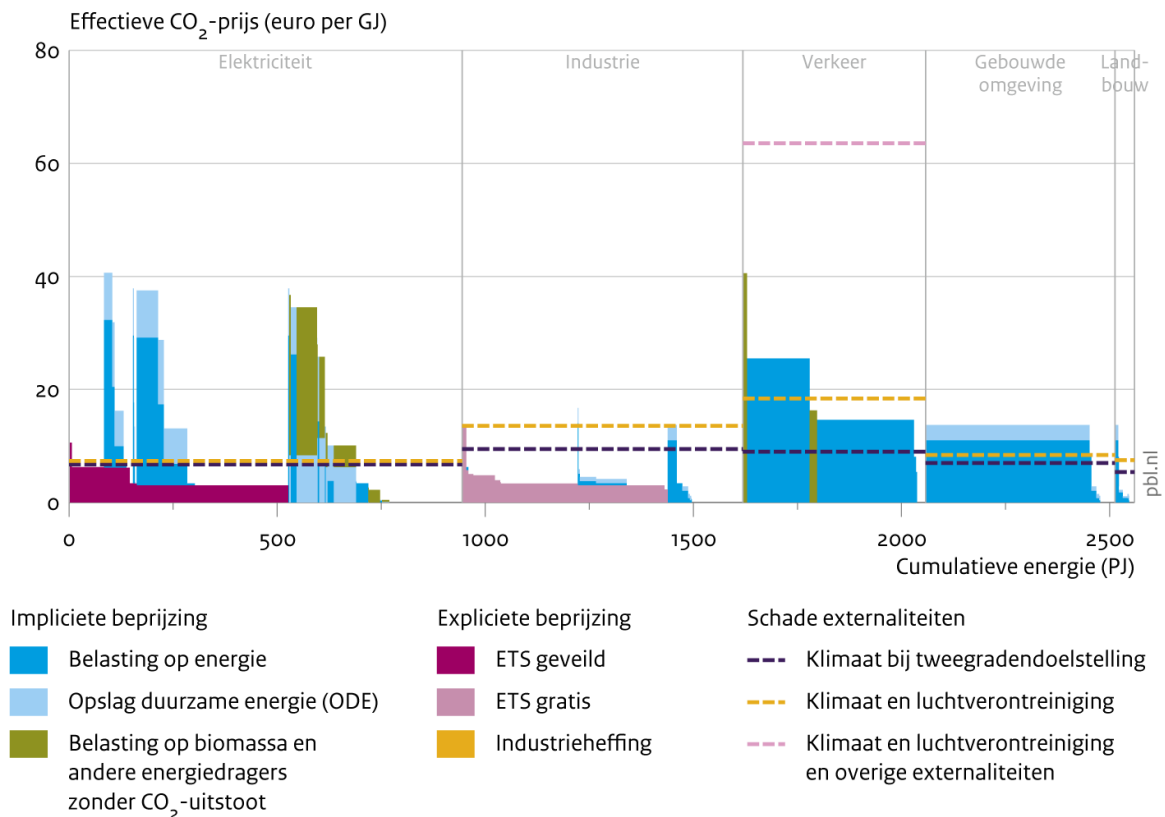
Figuur 3 laat een bredere analyse zien van het beprijzingstekort, waarbij de effectieve CO₂-prijs niet alleen wordt vergeleken met de klimaatschade, maar ook met de schade door luchtverontreiniging en andere externaliteiten gerelateerd aan verkeer. Omdat het niet langer alleen om de schade door broeikasgasemissies gaat en de omvang van de schade door luchtverontreiniging sterk kan verschillen tussen verbrandingsprocessen is het beter om bij de weergave van het meer omvattende beprijzingstekort uit te gaan van de energie-inhoud van de verschillende brandstoffen (zie Vollebergh et al., 2021, pp.89-92. Daarom staat niet langer CO₂-emissie op de X-as maar de energie-inhoud in gigajoule.

Verder is in tegenstelling tot de eerdere presentatie van het klimaatbeprijzingstekort nu geen rekening gehouden met bunkers in het verkeer, niet-energetisch verbruik van aardolie in de industrie en de niet-broeikasgassen in de landbouw. De figuur is uiteindelijk voor de verschillende sectoren gebaseerd op “klimaat 2-graden” (gerekend met 130 euro per ton CO₂) en “klimaat 2-graden plus luchtverontreiniging”. En voor de overige externaliteiten hebben we dus het cijfer van het vorige rapport gehanteerd (45.2 euro per gigajoule).

Ook hier geldt dat het beeld voor 2021 grotendeels vergelijkbaar is met dat voor 2018. Op grond van deze bredere inschatting van de milieuschade blijkt er wederom in de *industrie* en de *landbouw* nog steeds een fors beprijzingstekort te zijn. Net als in 2018 valt vooral bij deze sectoren op dat het beprijzingstekort nog groter is dan op grond van alleen de klimaatschade kon worden vastgesteld. Wel zorgt de hogere ETS-prijs in 2021 voor een minder groot beprijzingstekort dan in 2018 voor een groot deel van de uitstoot bij elektriciteit en de industrie. Met name voor de kolengestookte elektriciteitscentrales is het beprijzingstekort nog maar beperkt.

Figuur 3

CO₂-beprijzing en opbrengsten, 2021



Bron: PBL

Bij verkeer is het beprijzingstekort bij het diesilverbruik (het blauwe vlak met de laagste effectieve CO₂-prijs) in 2021 toegenomen in vergelijking met 2018 en is het beprijzingsoverschot bij het benzineverbruik (het blauwe vlak met de hogere effectieve CO₂-prijs) juist minder groot geworden. Voor benzine is de belasting hoger dan de schade, maar dit slaat om in een fors tekort voor beide energiedragers wanneer ook de andere externaliteiten in de verkeerssector worden meegenomen. In dat geval is er voor het gehele energieverbruik binnen de sector verkeer sprake van een beprijzingstekort. Gemiddeld genomen doet zo'n tekort zich in de *gebouwde omgeving* niet voor. De verhoging van de tarieven in de EB op aardgas zijn sterker gestegen dan de externe schade. Dit komt met name door het hogere ODE tarief voor aardgas in de eerste schijf. Opnieuw laat de figuur zien dat er grote verschillen schuilgaan achter deze gemiddelden. Net als in 2018 is dit met name het gevolg van de onevenwichtige belasting van elektriciteit, waarbij omzetverliezen en warmteproductie zijn vrijgesteld en de degressiviteit in de tarieven.

Literatuur

- CE Delft (2023), *Handboek Milieuprijzen*, publicatienummer 23.220175.034, Delft: CE Delft.
- CE Delft (2022), *De prijs van een reis*, Delft: CE Delft.
- Commissie Discontovoet (2020), *Rapport Werkgroep discontovoet 2020*. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/11/10/rapport-werkgroep-discontovoet-2020>
- Drissen, E. en HRJ Vollebergh (2018), *Monetaire milieuschade in Nederland. Een verkenning*, Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.
- Emissieregistratie (2023), *Datareeks 1990-2021, landelijke emissies lucht*. <https://www.emissieregistratie.nl/data>.
- Ministerie van Financiën (2022), *Financieel Jaarverslag van het Rijk 2021*.
- NEa (2022), *Nederlandse Emissieautoriteit stort 57,7 miljoen dispensatierechten voor CO₂-heffing*. Nieuwsbericht 28-04-2022, <https://www.emissieautoriteit.nl/actueel/nieuws/2022/04/28/nea-stort-dispensatierechten-voor-co2-heffing-industrie>
- PBL, TNO, CBS en RIVM (2022), *Klimaat- en Energieverkenning 2022*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL, RIVM, TNO en WUR (2023), *Geraamde ontwikkelingen in nationale emissies van luchtverontreinigende stoffen 2023. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Vollebergh, H, E. Drissen en C. Brink (2021), *Klimaatverandering in de prijzen?* Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.
- Wijnen, W. (2022), *Maatschappelijke kosten van verkeersongevallen in Nederland: actualisatie 2020*, Opdrachtgever: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid