



# Beleid kolencentrales tot 2030

Effect van productiebeperking op CO<sub>2</sub>-  
uitstoot en compensatie



# Beleid kolencentrales tot 2030

Effect van productiebeperking op CO<sub>2</sub>-uitstoot en compensatie

Dit rapport is geschreven door:  
Lucas van Cappellen, Marianne Teng en Frans Rooijers

Delft, CE Delft, september 2022

Publicatienummer: 22.220362.126

Elektriciteitsvoorziening / Elektriciteitscentrales / Kolencentrales / Productie / Afname / Wetgeving /  
Regelgeving / Bestuurscompensatie / Effecten /

Opdrachtgever: Natuur & Milieu

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Lucas van Cappellen (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

## CE Delft

Committed to the Environment

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



# Inhoud

	Managementsamenvatting	3
1	Introductie	5
	1.1 Afbakening	5
2	Huidige situatie	7
	2.1 Huidige kolencentrales	7
	2.2 Huidig geldende wet- en regelgeving	7
3	Methode	10
	3.1 Varianten	10
	3.2 Aannames per zichtjaar voor PowerFlex	10
	3.3 Methode berekening effecten	12
4	Resultaten	15
	4.1 Verwachte productie kolencentrales	15
	4.2 CO <sub>2</sub> -reductie per beleidsvariant	17
	4.3 Nadeelcompensatie	18
	4.4 Effecten van de beleidsvarianten	20
	4.5 Overige effecten	21
5	Conclusies en aanbevelingen	22
6	Literatuur	24

# Managementsamenvatting

Op verzoek van Natuur & Milieu heeft CE Delft in deze studie voor vier beleidsvarianten in kaart gebracht wat de effecten zijn van het opnieuw invoeren van een productiebeperking en een eerdere verbod op kolenstook voor elektriciteit. We concluderen dat de verwachte hoge gasprijzen tussen 2023 en 2029 zonder nieuw beleid leiden tot veel elektriciteitsproductie uit kolen. Een productiebeperking of eerdere verbod kan daardoor resulteren in een aanzienlijke CO<sub>2</sub>-reductie, doordat de vervangende gascentrales een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot kennen.

De hoogte van de nadeelcompensatie voor de productiebeperking is zeer onzeker, door de methode van vaststelling van de compensatie en de grote fluctuatie van de energieprijzen. Hierdoor is het nog niet vast te stellen of de beleidsvarianten kosteneffectief zijn en is er een risico op over- en ondercompensatie. Indien besloten wordt om opnieuw de productie te beperken, bevelen we aan om andere methodes te gebruiken om de nadeelcompensatie te bepalen, met als randvoorwaarde dat deze methodes wel voldoen aan de Europese regelgeving voor staatssteun. Een voorstel is een uitgebreidere analyse achteraf om de nadeelcompensatie aan te passen aan de daadwerkelijke marktomstandigheden, in lijn met de SDE++.

## Aanleiding en methode

In december 2021 heeft de Nederlandse overheid beleid vastgesteld voor de kolencentrales in Nederland. Dit beleid betekende dat drie kolencentrales moesten stoppen met het gebruik van kolen vanaf 1 januari 2030 (Amercentrale al vanaf 2025) en in de periode van 2022 tot en met 2024 niet meer dan 35% van de jaarlijkse maximale productie mochten leveren, de zogenaamde productiebeperking. In juli 2022 is deze productiebeperking opgeheven, zodat er minder elektriciteit uit aardgas wordt geproduceerd en meer uit kolen. Deze beleidswijziging heeft als doel om aardgas te besparen, zodat aardgasopslagen sneller gevuld kunnen worden en de afhankelijkheid van Rusland als gasleverancier wordt verminderd. Er is op dit moment geen beleid tot 2030 voor kolencentrales.

Natuur & Milieu heeft CE Delft verzocht beleidsvarianten voor deze periode te onderzoeken. We hebben de effecten van de volgende vier beleidsvarianten bepaald:

1. Geen productiebeperking en verbod op kolenstook in 2025.
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod op kolenstook in 2025.
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod op kolenstook vanaf 2030.
4. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod op kolenstook vanaf 2030.

Voor elk van de vier beleidsvarianten is het effect op de CO<sub>2</sub>-emissies, het gasgebruik in Nederland en de nadeelcompensatie voor productiebeperking kwantitatief bepaald. Een eventuele compensatie voor een verbod en andere effecten is buiten de scope. De analyse is gedaan met een doorrekening van de elektriciteitsproductie, gebaseerd op termijnmarktprijzen voor kolen, aardgas en CO<sub>2</sub> voor 2023, 2025 en 2029. De impact op de ETS-rechten, elektriciteitsprijzen, het import/export-saldo, de leveringszekerheid en overige emissies hebben we kwalitatief beschreven.

## Beleidsvarianten kolen resulteren in aanzienlijke CO<sub>2</sub>-reductie

Kolencentrales leveren met de huidige verwachting van de prijzen en zonder nieuw beleid in 2023 zo'n 70% van hun maximale productie. In 2025 is dat naar verwachting 50 tot 70% en richting 2029 neemt de jaarlijkse levering af naar 10 tot 40% van de maximale productie. De lagere productie wordt veroorzaakt door meer duurzame opwek en door lagere productieprijs van elektriciteit uit gas ten opzichte van kolen. Deze toekomstige productie ligt veel hoger dan eerdere verwachtingen, door ongekend hoge gasprijzen. Een productiebeperking opleggen of een kolenstook verbod resulteert in een significant lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot, doordat elektriciteit uit kolen voornamelijk zal worden vervangen door elektriciteit uit aardgas met een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot. Per beleidsvariant hebben we de geschatte cumulatieve netto CO<sub>2</sub>-reductie en het additionele gasgebruik doorgerekend. Hierbij is CO<sub>2</sub>-uitstoot door de vervangende gascentrale meegenomen. Tabel 1 vat de resultaten samen. De grootste verwachte reductie (24 tot 41 Mton) wordt bereikt in variant 2. Zonder verbod, maar met een productiebeperking over de gehele periode (variant 3), is de cumulatieve netto CO<sub>2</sub>-reductie 9 tot 21 Mton. Deze analyse toont aan dat de beleidsvarianten resulteren in een grote CO<sub>2</sub>-reductie, ook na 2024. Dit wordt veroorzaakt doordat de verwachte kosten voor elektriciteit uit kolen in veel jaren lager zijn dan voor aardgas. De productiebeperking resteert wel in significant meer gasgebruik.

## Nadeelcompensatie is onzeker door volatiliteit energieprijzen

De nadeelcompensatie heeft als doel om eigenaren van kolencentrales te compenseren voor gemiste inkomsten door de productiebeperking. De nadeelcompensatie werd volgens de regelgeving uit 2021 gebaseerd op termijnmarktprijzen op moment van invoering van de wetgeving. De prijzen op de termijnmarkten voor energie zijn vanaf eind 2021 echter enorm gestegen en de volatiliteit is enorm toegenomen, waardoor het niet is mogelijk op een juiste manier het compensatiebedrag vast te stellen en er een risico op onder- en overcompensatie ontstaat. Onze resultaten tonen deze onzekerheid. De verwachte compensatiebedragen voor kolencentrales per MWh elektriciteit fluctueren sterk tussen het hoge- en lageprijsscenario. In 2023 is de verwachte nadeelcompensatie bijvoorbeeld 48 €/MWh in het lageprijsscenario (laag scenario) en 178 €/MWh in het hogeprijsscenario (hoog scenario). Tabel 1 toont de totale nadeelcompensatie voor de verschillende beleidsvarianten voor de productiebeperking. Vanwege de extreme markt en versterkt door de huidige methode die gebaseerd is op de termijnmarktprijzen, concluderen we dat de range van de nadeelcompensatie zeer groot is en daardoor onmogelijk om met voldoende zekerheid vast te stellen is voor de komende jaren. Onze grove inschatting is een bedrag van 50 en 400 €/ton CO<sub>2</sub> voor 2023 tot 2025 en 50 en 200 €/ton CO<sub>2</sub> voor 2023 tot 2029.

Tabel 1 - Totale resultaten voor periode 2023 - 2029 per beleidsvariant

Scenario	CO <sub>2</sub> -reductie		Additioneel gasgebruik		Nadeelcompensatie		Compensatie verbod op kolenstook
	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	
1. Geen productiebeperking en verbod vanaf 2025	17 Mton	33 Mton	9,8 mld. Nm <sub>3</sub>	18,9 mld. Nm <sub>3</sub>	N.v.t.	N.v.t.	Mogelijke compensatie
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod vanaf 2025	24 Mton	41 Mton	13,9 mld. Nm <sub>3</sub>	23,9 mld. Nm <sub>3</sub>	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	voor verbod 2025
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%	9 Mton	21 Mton	5,4 mld. Nm <sub>3</sub>	11,9 mld. Nm <sub>3</sub>	€ 0,6 mld.	€ 4,1 mld.	Mogelijke compensatie
4. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking	7 Mton	9 Mton	4,1 mld. Nm <sub>3</sub>	5,0 mld. Nm <sub>3</sub>	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	voor verbod 2030

# 1 Introductie

Kolencentrales zijn de meest CO<sub>2</sub>-intensieve elektriciteitscentrales in het Nederlandse energiesysteem. Per geproduceerde kWh stoot een kolencentrale ongeveer tweemaal zoveel CO<sub>2</sub> uit dan een centrale op aardgas. De Nederlandse overheid heeft in 2021 beleid vastgesteld voor kolencentrales. Dit beleid is vastgesteld in de Nederlandse wet 'Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie' (Ministerie van EZK, 2019). De regels voor de compensatie zijn uitgewerkt in het 'Besluit nadeelcompensatie productiebeperking kolencentrales' (Ministerie van EZK, 2021a). Kolencentrales mogen volgens die wetgeving over één kalenderjaar nog maximaal 35% van de mogelijke CO<sub>2</sub>-uitstoot produceren tot en met 2024. De kolencentrales ontvangen een nadeelcompensatie voor de gederfde inkomsten door deze productiebeperking.

In juni 2022 heeft het kabinet deze productiebeperking opgeheven tot en met 2024, waardoor kolencentrales weer onbeperkt kunnen produceren (Ministerie van EZK, 2022). Het doel is om zo gas te besparen in verband met de verminderde levering van gas uit Rusland naar aanleiding van de oorlog in Oekraïne. Deze gasbesparing moet erin resulteren dat er voldoende gas opgeslagen kan worden in de gasopslagen voor deze winter, zodat de voorzieningszekerheid beter gewaarborgd kan worden.

Er is daardoor geen overheidsbeleid tot 2030 voor kolencentrales. Op dit moment geldt er geen productiebeperking tot 2024 en is er nog geen beleid bekend voor een productiebeperking tussen 2025 en 2030. Het wettelijke verbod op kolenstook voor elektriciteitsproductie in 2030, en voor de Amercentrale in 2025, is niet opgeheven.

Op verzoek van Natuur & Milieu heeft CE Delft het effect in kaart gebracht van verschillende varianten van overheidsbeleid voor de periode 2023 tot 2030. De beleidsvarianten gaan over een mogelijke productiebeperking of verbod op kolenstook voor elektriciteit in deze periode. CE Delft heeft de effecten van de beleidsvarianten bepaald op twee parameters. Het eerste is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de Nederlandse elektriciteitsproductie. Het tweede is de nadeelcompensatie die betaald dient te worden door de Nederlandse overheid aan de kolencentrales volgens de huidige wet- en regelgeving. Daarnaast is het effect op het gasgebruik in de Nederlandse gascentrales ingeschat.

## 1.1 Afbakening

CE Delft heeft in deze studie niet alle effecten van het verbod op kolenstook voor elektriciteit kwantitatief in kaart gebracht. De effecten buiten de scope zijn onder andere het effect op de Nederlandse elektriciteitsprijs, leveringszekerheid, bredere ETS-markteffecten via het waterbedeffect, elektriciteitsimport en -export, en uitstoot van overige emissies. Daarnaast is alleen de hoogte van de compensatie bepaald voor misgelopen inkomsten door verkoop van elektriciteit en niet de overige genoemde schadeposten in het besluit.

CE Delft heeft de compensatie vastgesteld, gebaseerd op de methode voorgeschreven in het besluit en niet volgens andere mogelijke methodes. CE Delft heeft analyses uitgevoerd voor de jaartallen 2023, 2025 en 2029. Resultaten voor tussenliggende jaren zijn geïnterpoleerd. De nadeelcompensatie voor de productiebeperking wordt berekend, maar niet de éénmalige vergoeding die mogelijk uitgekeerd wordt voor een definitieve verbod.

De analyse is uitgevoerd met vaste scenarioaannames voor de energievraag en het opgesteld vermogen van opwekinstallaties (gas, kolen, wind, zon, etc.), gebaseerd op huidige plannen en prognoses. Het overheidsbeleid rond kolencentrales en verschillende prijsscenario's zal mogelijk doorwerken in de energievraag en investeringen van partijen in energieopwek. Deze tweede-orde-effecten zijn echter niet mee gemodelleerd.





## 2 Huidige situatie

### 2.1 Huidige kolencentrales

Op dit moment, september 2022, kent Nederland vier energiecentrales die gedeeltelijk of volledig op kolen opereren. De Amercentrale zal vanaf 2025 stoppen met elektriciteitsproductie uit kolen en is daarom buiten scope van deze studie. De drie kolencentrales in de scope van deze studie zijn daarmee de Onyx, Uniper en RWE-centrales. De eigenschappen zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 - Overzicht Nederlandse kolencentrales

Centrale	Vermogen (GW <sub>elektrisch</sub> )	Efficiency	Bijstookpercentage biomassa (%) <sup>1</sup>	Jaarlijkse geschatte maximale productie (GWh <sub>e</sub> ) <sup>2</sup>	Productie inschatting (GWh <sub>e</sub> ) <sup>3</sup>	Bron
Onyx, Maasvlakte	0,73	45%	7%	6.319	5.500	(Onyx Power, 2020)
Uniper, Maasvlakte	1,07	47%	25%	9.249	8.050	(Uniper, 2016)
RWE, Eemshaven	1,56	46%	16%	13.485	11.740	(RWE, 2022)

### 2.2 Huidig geldende wet- en regelgeving

Het verbod op kolen bij elektriciteitsproductie en de productiebeperking tot en met 2024 is vastgesteld in de Nederlandse wet 'Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie' (Ministerie van EZK, 2019). De regels voor de compensatie zijn uitgewerkt in het 'Besluit nadeelcompensatie productiebeperking kolencentrales' (Ministerie van EZK, 2021a).

#### 2.2.1 Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie

De 'Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie', vastgesteld in 2019, verbiedt het om elektriciteit op te wekken met behulp van kolen, met enkele uitzonderingen. De wet bevat twee overgangperiodes. Tot 31 december 2024 geldt het verbod niet voor alle installaties (Artikel 3 eerste lid onderdeel a en Artikel 3 a). Tot 1 januari 2030 zijn installaties uitgezonderd met een elektrisch rendement van 44% of meer (Artikel 3 eerste lid onderdeel a). Voor de uitgezonderde installaties geldt wel een productiebeperking. Installaties mogen maximaal 35% CO<sub>2</sub> emitteren over een kalenderjaar van de maximale CO<sub>2</sub>-uitstoot bij volledige inzet. De CO<sub>2</sub>-uitstoot bij volledige inzet wordt bepaald door het opgesteld vermogen te vermenigvuldigen met een factor 7,06 of 6,44 voor installaties met respectievelijk een efficiëntie van minder dan 44% of 44% en meer (Artikel 3 tweede en derde lid).

<sup>1</sup> Dit hebben we ingeschat op basis van de bestaande beschikkingen van de SDE++ (RVO, lopend).

<sup>2</sup> De maximale productie is geschat gebaseerd op het vermogen, relatieve CO<sub>2</sub>-emissie van 0,745 kg CO<sub>2</sub>/kWh en de inzet-factor zoals opgenomen in het compensatiebesluit. De aangenomen inzet in het compensatiebesluit is CO<sub>2</sub>-emissie (Mton) = Vermogen (GW) \* 6,44.

<sup>3</sup> Onyx centrale produceert maximaal 5.500 GWh, oftewel 7.523 vollasturen (Onyx Power, 2020). We nemen deze hoeveelheid vollasturen hier ook aan voor de andere centrales.



In de wet is de mogelijkheid tot een financiële tegemoetkoming opgenomen, indien de exploitant aantoont dat hij ten opzichte van andere exploitanten onevenredig zwaar wordt geraakt (Artikel 4).

## 2.2.2 Besluit Nadeelcompensatie productiebeperking kolencentrales

In het besluit ‘Nadeelcompensatie productiebeperking kolencentrales’ staan de voorwaarden voor de schadevergoeding als gevolg van de productiebeperking en hoe deze wordt bepaald. De vergoeding is het verschil tussen de contante waarde van de verwachte nettovrijekasstroom<sup>4</sup> zonder de productiebeperking, en de contante waarde van de nettovrijekasstroom met productiebeperking (Artikel 2, tweede lid). In Tekstkader 1 op pagina 9 staat hoe de nettovrijekasstroom berekend wordt. De vergoeding dekt ook aanvullende personele kosten en extra kosten als gevolg van niet-nakoming van overeenkomsten. Schade die het gevolg is van een beslissing die na 9 december 2020 is gemaakt, wordt niet vergoed. Wanneer een bedrijf voordeel ervaart van de productiebeperking, wordt dit voordeel afgetrokken van de vergoeding (Artikel 2).

De hoogte van de nadeelcompensatie wordt ex ante (van tevoren) vastgesteld, zodat marktprijzen niet zijn beïnvloed door de maatregel. De verwachte gemiste nettovrijekastromen worden bepaald door de prognose van de inkomsten in de situatie zonder productiebeperking te vergelijken met de prognose van de inkomsten in de situatie met productiebeperking (Artikel 3). In de nota van toelichting (Paragraaf 3.3) staat dat de prognose wordt gedaan met bedrijfsspecifieke modellen (Ministerie van EZK, 2021a).

Artikel 5 van het besluit beschrijft dat achteraf in twee gevallen de vergoeding kan worden verlaagd tot nul euro. Het eerste geval is wanneer CO<sub>2</sub>-uitstoot van de installatie ten minste 10% lager is dan de maximale toegestane uitstoot volgens de productiebeperking. De redenering is dat in dit geval de marktomstandigheden blijkbaar zo slecht waren dat de centrale hierdoor weinig gedraaid heeft en niet beperkt is door de productiebeperking.

Het tweede geval is wanneer de winstgevende productie van elektriciteit en de bijbehorende uitstoot met behulp van kolen ten minste 10% lager is dan de maximale toegestane uitstoot volgens de productiebeperking. Dit is onafhankelijk van de gerealiseerde CO<sub>2</sub>-uitstoot (Lugt, H. v. d., 2021). Dit is een grove ex-postcorrectie, waarbij gebaseerd op een analyse van de energiemarkt het volledige bedrag wel of niet wordt uitgekeerd (Ministerie van EZK, 2021b).

---

<sup>4</sup> De vrije kasstroom (cashflow) is het vermogen dat een onderneming kan gebruiken voor nieuwe investeringen of om geldschieters van de onderneming te betalen.

### Tekstkader 1 - Berekening nettovrijekasroom (Artikel 3 van het besluit 'Nadeelcompensatie productiebeperking kolencentrales')

De verwachte nettovrijekasroom wordt als volgt berekend: de verwachting van de brutomarge minus operationele kosten minus vennootschapsbelasting minus investeringskosten. De contante waarde van de verwachte nettovrijekasroom wordt bepaald door de verwachte nettovrijekasroom te verdisconteren met een voor de productie-eenheid representatieve en marktconforme disconteringsvoet.

De verwachte brutomarge van de productie-installatie wordt vastgesteld door het verwachte productievolume van de productie-installatie te vermenigvuldigen met een representatieve, marktconforme verwachting van de elektriciteitsprijs, gecorrigeerd voor de verwachte kosten van CO<sub>2</sub> en kolen en overige directe variabele kosten.

De marktprijs wordt vastgesteld op de dag voor de datum van uitgifte van het Staatsblad waarin de 'Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie' ingaat. Wanneer de marktprijzen op die dag sterk afwijken (meer dan 5%) van de gemiddelde prijzen van de tien dagen ervoor, worden de gemiddelde prijzen van de tien dagen ervoor gehanteerd. Het staatsblad is op 22 december 2021 uitgegeven. De marktprijzen die gelden voor de nadeelcompensatie zijn dus de verwachte prijzen op 21 december 2021. Maar aangezien deze prijzen sterk afwijken van het voorgaande tiendaagse gemiddelde, geldt het tiendaagse gemiddelde (van 12 december 2021 tot en met 21 december 2021) (ENTSO-E, 2022).

# 3 Methode

## 3.1 Varianten

Voor dit onderzoek rekenen we vier varianten door. De varianten verschillen in de opgelegde productiebeperking per periode en het moment van een verbod op kolenstook bij elektriciteitsproductie.

De productiebeperking die is ingesteld in 2021, gold tot 2025. In de varianten wordt dit daarom ook aangenomen als eerste periode (1 januari 2023 tot 31 december 2024). De tweede periode geldt dan van 1 januari 2025 tot 31 december 2029. Vanaf 1 Januari 2030 geldt een verbod op kolenstook voor elektriciteit.

De varianten zijn:

1. Geen productiebeperking en verbod op kolen vanaf 2025.
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod op kolen vanaf 2025.
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod op kolen vanaf 2030.
4. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod op kolen vanaf 2030.

We berekenen de compensatievergoeding voor de productiebeperking en de CO<sub>2</sub>-impact van alle varianten. De éénmalige vergoeding die mogelijk uitgekeerd wordt voor een definitieve verbod op kolenstook voor elektriciteit berekenen we niet.

## 3.2 Aannames per zichtjaar voor PowerFlex

Het PowerFlex-model<sup>5</sup> is ontwikkeld door CE Delft met als doel om de toekomstige elektriciteitsproductie in Nederland door te rekenen en de elektriciteitsprijs per uur vast te stellen. De inputs voor PowerFlex zijn prijsscenario's en energetische aannames over vraag en opwek. Hieronder lichten we de aannames verder toe.

### 3.2.1 Prijsaannames

De prijsscenario's bestaan uit een laag en hoog scenario voor 2023, 2025 en 2029. In de volgende tabellen zijn de prijsscenario's opgenomen met bronvermelding. Tabel 3 toont de aannames voor aardgas, Tabel 4 voor kolen en Tabel 5 voor CO<sub>2</sub>. De aannames voor prijzen zijn lastig om te maken door de extreme ontwikkelingen in de afgelopen maanden. Prognoses zoals de KEV2021<sup>6</sup> zijn daardoor niet meer te gebruiken. We hebben daarom besloten om de aannames te baseren op de prijzen van Futures, oftewel termijnmarkten. Dit is de prijs om op dat moment iets te contracteren wat in de toekomst geleverd zal worden. Het is daarmee een marktverwachting van wat bijvoorbeeld één ton kolen zal kosten in 2025. De afgelopen twee maanden zijn de prijzen extreem gestegen. Voor de hoog scenario's gaan we uit van de gemiddelde prijzen van futures in de afgelopen maand(en). Voor het laag scenario gaan we uit van de gemiddelde prijzen van futures van enkele maanden geleden. De marktprijzen waren toen lager. Het laag scenario gaat dus uit van dalende prijzen in de komende maande en het hoog scenario dat de huidige extreme situatie blijft bestaan.

<sup>5</sup> Meer informatie is ook te vinden op deze website: [link](#)

<sup>6</sup> Klimaat- en energieverkenning 2021 van het PBL.



Tabel 3 - Prijsaannames gas

Prijs gas (€/MWh)	Waarde		Bron	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog
2023	€ 80	€ 180	Gemiddelde prijs futures 2023 in apr-22 tot jun-22 (ICE, 2022a)	Gemiddelde prijs futures 2023 in aug-22 (ICE, 2022a)
2025	€ 45	€ 85	Gemiddelde prijs futures 2025 in apr-22 tot jun-22 (ICE, 2022a)	Gemiddelde prijs futures 2025 in aug-22 (ICE, 2022a)
2029	€ 26	€ 65	KEV2020 (PBL, 2020), uitgaande van een prijs van 0,22 €/m <sup>3</sup> in lijn met KEV 2021	Gemiddelde prijs van prijsaannames voor 2025

Tabel 4 - Prijsaannames kolen

Prijs CO <sub>2</sub> (€/ton)	Waarde		Bron	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog
2023	€ 220	€ 260	Gemiddelde prijs futures 2023 in maart-22 tot mei-22 (ICE, 2022c)	Gemiddelde prijs futures 2023 in juli-22 tot aug-22 (ICE, 2022c)
2025	€ 185	€ 210	Gemiddelde prijs futures 2025 in maart-22 tot mei-22 (ICE, 2022c)	Gemiddelde prijs futures 2025 in juli-22 tot aug-22 (ICE, 2022c)
2029	€ 64	€ 198	(CE Delft, 2022)	Gemiddelde prijs van prijsaannames voor 2025

Tabel 5 - Prijsaannames CO<sub>2</sub>

Prijs CO <sub>2</sub> (€/ton)	Waarde		Bron	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog
2023	€ 84	€ 90	Gemiddelde prijs 2022 (Ember, ongoing)	Gemiddelde prijs futures 2023 van 4-'22 tot 8-'22 (ICE, 2022b)
2025	€ 86	€ 98	Interpolatie 2023 en 2029	Gemiddelde prijs futures 2025 van 4-'22 tot 8-'22 (ICE, 2022b)
2029	€ 90	€ 130	(CE Delft, 2022)	

### 3.2.2 Energetische aannames

De energetische aannames komen grotendeels overeen met de studie 'Omslagpunt grootschalige batterijsystemen' van CE Delft van januari 2022 (CE Delft, 2022). In dit rapport zijn de aannames voor 2025 en 2030 in detail opgenomen. Voor 2023 hebben we, indien bekend, gebruik gemaakt van prognoses van de KEV. Anders hebben we gebruik gemaakt van lineaire interpolatie tussen de huidige situatie en de prognoses voor 2025.

Tabel 6 - Overzicht bronnen energetische aannames

	2023	2025	2030
Duurzame opwek	Raming KEV van het PBL	Raming KEV van het PBL	Scenario gebaseerd op Stuurgroep Extra Opgave
Vraag	Interpolatie gerealiseerde cijfers 2021 en prognose 2025	20% van groei 2030 scenario, aangevuld met specifiekere inzichten	Maximaal scenario uit elektrificatiestudie (CE Delft, 2020) aangevuld met recentere inzichten
Vermogen centrales	Recente ontwikkelingen rekening houdend met sluitingsdatum van verschillende centrales		
Inzet overige flexmiddelen	Interpolatie gerealiseerde cijfers 2021 en prognose 2025	2030 geschaald met groeipad doelstelling uit Klimaatakkoord	Hoog scenario van Stuurgroep Extra Opgave

Voor kolen gaan we uit van een CO<sub>2</sub>-intensiteit van 94,7 kg CO<sub>2</sub>/GJ en energiedichtheid van 23120 GJ/Mton kolen. Dit vertaalt zich met een efficiëntie van 46% naar een emissiefactor van 0,74 kg CO<sub>2</sub>/kWh<sub>elektrisch</sub> en een kolengebruik van 0,31 ton/kWh<sub>elektrisch</sub>. De aannames voor biomassa bijstook zijn opgenomen in Tabel 2.

### 3.3 Methode berekening effecten

#### 3.3.1 CO<sub>2</sub>-emissies

Het PowerFlex-model berekent de inzet van de kolencentrales zonder productiebeperking. Als het aantal vollasturen de productiebeperking overschrijdt, betekent dit dat de kolencentrales minder zullen draaien. Het enige andere type flexibele energiecentrales zijn gascentrales. We nemen daarom aan dat de invulling van de energievraag verschuift van kolen- naar gascentrales. Voor gascentrales nemen we een emissiefactor aan van 0,34 kg CO<sub>2</sub>/kWh ten opzichte van 0,74 kg CO<sub>2</sub>/kWh. Door deze factoren te vermenigvuldigen met de verschuiving in inzet, kan de verandering in CO<sub>2</sub>-uitstoot bepaald worden.

Voor het vaststellen van het gasgebruik rekenen we met een efficiëntie van 49%.

#### 3.3.2 Nadeelcompensatie

De nadeelcompensatie wordt uitgekeerd voor elektriciteitsproductie die door de productiebeperking niet heeft plaatsgevonden. De vergoeding dekt ook aanvullende personele kosten en extra kosten als gevolg van niet-nakoming van overeenkomsten. Schade die het gevolg is van een beslissing die na 9 december 2020 is gemaakt, wordt niet vergoed. Wanneer een bedrijf voordeel ervaart van de productiebeperking, wordt dit voordeel afgetrokken van de vergoeding (Artikel 2). In deze analyse richten we ons op de nadeelcompensatie voor elektriciteitsproductie. De overige kostenposten zijn naar verwachting veel kleiner en worden niet gekwantificeerd.

#### Nadeelcompensatie voor elektriciteitsproductie

De methode voor nadeelcompensatie is vastgesteld voor de periode 2022 tot 2025 (Ministerie van EZK, 2021a). Een herintreding van de wet voor 2023 en/of 2025 zal mogelijk betekenen dat de nadeelcompensatie anders vormgegeven wordt. In deze analyse gaan we er echter vanuit dat de methode gelijk blijft, maar de inputwaardes (oftewel de termijnmarktprijzen) opnieuw vastgesteld worden.

Vergelijking 1 toont de formule voor het vaststellen van de nadeelcompensatie.

Vergelijking 1 - Berekening nadeelcompensatie

$$\begin{aligned} \text{Nadeelcompensatie}(\text{€}) &= (\text{Verwachte operationele uren} - \text{Toegestane uren}) * \text{Vermogen (MW)} \\ &\quad * \text{Compensatiebedrag (€/MWh)} \end{aligned}$$

De variabelen in Vergelijking 1 zijn:

- **Verwachte operationele uren:** Het verwachte aantal operationele vollasturen bepalen we per zichtjaar en scenario met het PowerFlex-model.
- **Toegestane uren:** Het besluit stelt het aantal toegestane uren als het aantal dagen per jaar maal 24 uur maal 35%. Het aantal toegestane uren is daarmee 3.066 uur.
- **Vermogen:** Het vermogen is het opgestelde vermogen van de kolencentrales



- **Compensatiebedrag:** Het compensatiebedrag wordt berekend volgens Vergelijking 2.

Vergelijking 2 - Berekening compensatiebedrag per geproduceerde hoeveelheid elektriciteit

$$\begin{aligned} \text{Compensatiebedrag} \left( \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right) \\ = \text{Elektriciteitsprijs} \left( \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right) - \text{Kostprijs elektriciteit kolen} \left( \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right) \end{aligned}$$

De variabelen in Vergelijking 2 zijn:

- **Compensatiebedrag:** Het bedrag per niet geproduceerd volume elektriciteit wat vergoed wordt naar de kolencentrales.
- **Elektriciteitsprijs:** De elektriciteitsprijs wordt in de lijn van de het huidige besluit vastgesteld. In de paragraaf hieronder lichten we deze methode verder toe.
- **Kostprijs elektriciteit uit kolen:** Deze marginale prijs wordt berekend aan de hand van Vergelijking 3.

Vergelijking 3 - Berekening marginale kostprijs elektriciteit uit kolen

$$\begin{aligned} \text{Kostprijs elektriciteit kolen} \left( \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right) \\ = \frac{\text{Kolenprijs} \left( \frac{\text{€}}{\text{ton}} \right)}{\text{Efficiëntie} (\%)} + \text{CO}_2\text{prijs} * \text{CO}_2\text{emissiefactor} \left( \frac{\text{ton CO}_2}{\text{MWh}} \right) \end{aligned}$$

De variabelen in Vergelijking 3 zijn:

- **Kolenprijs:** Prijs aangenomen zoals in de prijsscenario's.
- **Efficiëntie:** De omzettingsefficiëntie van de kolencentrale.
- **CO<sub>2</sub>-prijs:** Prijs aangenomen zoals in de prijsscenario's.
- **CO<sub>2</sub>-emissiefactor:** De geschatte emissiefactor is 0,74 kg CO<sub>2</sub>/kWh<sub>elektrisch</sub>.

We gaan uit van een efficiëntie van 46%. Als blijkt uit onze analyses dat niet voldaan wordt aan de gestelde ex post analyse-eisen (zie Subparagraaf 2.2.2), zal het compensatiebedrag nul euro zijn.

## Vaststellen energieprijzen

In het huidige besluit is opgenomen dat de elektriciteitsprijs wordt gebaseerd op de prijs van de dag voorafgaand aan de dag dat de wetgeving in werking wordt gesteld door een aankondiging in het staatsblad. De belangrijkste aanleiding hiervoor is dat de nadeelcompensatie ex ante vastgesteld moet worden, zodat de markt nog niet beïnvloed is door de wetgeving en de exploitanten van kolencentrales niet hun gedrag aanpassen in de daaropvolgende periode. Een verdere onderbouwing is opgenomen in Paragraaf 3.1 van de Nota van Toelichting (Ministerie van EZK, 2021a).

Als de prijs op de dag voorafgaand aan de invoering van de wet meer dan 5% afwijkt van het gemiddelde van de tien voorgaande dagen, wordt dat gemiddelde gebruikt. De wet is ingegaan op 22 december 2021. Als de productiebeperking niet zou zijn opgeheven, zouden de prijzen van 21 december 2021 gebruikt worden voor de nadeelcompensatie.

We weten niet hoe in eventueel nieuw beleid voor 2023-2024 en 2025-2029 de prijs wordt vastgesteld. We achten het zeer onwaarschijnlijk dat bij het opnieuw invoeren van de productiebeperking, de prijzen uit 2021 weer gelden voor de nadeelcompensatie. De situatie op de energiemarkt is dusdanig veranderd ten opzichte van eind 2021, dat nieuwe prijzen moeten worden vastgesteld bij het opnieuw invoeren van de productiebeperking.

Daarom achten we de kans groot dat als de huidige methode gehanteerd blijft, dit zal gebeuren met een nieuwe datum voor het prijspeil. Het is onzeker hoe hoog het daggemiddelde op de termijnmarkten precies zal zijn op die dag en het is onzeker welke dag geselecteerd wordt. Dit betekent dat als toevallig rond het pijlmoment de prijzen laag of hoog zijn, de compensatie sterk kan afwijken. De belangrijkste prijzen zijn de elektriciteits- en gasprijzen, aangezien deze sterker fluctueren dan de kolen- en CO<sub>2</sub>-prijs. Deze onzekerheid bleek ook bij het vaststellen van het compensatiebedrag op de prijzen van december 2021, waarbij de publicatie in het staatsblad plaatsvond op een moment met hoge en volatiele prijzen.

Om een zo goed mogelijke inschatting te doen van de prijzen voor de nadeelcompensatie, gebruiken we de gemodelleerde elektriciteitsprijzen uit PowerFlex, met als input de prijzen voor kolen, gas en CO<sub>2</sub> uit de prijsscenario's. We bepalen de elektriciteitsprijs gebaseerd op de elektriciteitsprijzen uit PowerFlex, door het gemiddelde te nemen van de uren dat de kolencentrales elektriciteit produceren. Hierbij gaan we er dus van uit dat de vaststelling van de productiebeperking voor 2023 en 2024 wordt gezien als een nieuw moment met een nieuw meetmoment voor de prijzen. We nemen dus niet de gemiddelde jaarprijs, maar het gemiddelde van de uren dat kolencentrales draaien, omdat dit volgens ons in lijn is met de intentie van de nadeelcompensatie (zie Hoofdstuk 3 en Paragraaf 4.1 van de Nota van Toelichting (Ministerie van EZK, 2021a).

Met deze methode doen we naar ons idee recht aan de opzet van de wet- en regelgeving. Met deze methode benaderen we de verwachte nadeelcompensatie zo dicht mogelijk. De daadwerkelijke compensatie wordt echter bepaald op basis van de daadwerkelijke prijzen van de eigenaren van de kolencentrales en de ontwikkelingen en marktprijzen van het moment van vaststellen. De resultaten zijn dus een grove schatting.



## 4 Resultaten

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van het effect op CO<sub>2</sub>-emissies en de nadeelcompensatie voor verschillende varianten die we hebben doorgerekend. Als de overheid de kolencentrales sluit, moet er mogelijk ook een compensatie betaald worden. Deze compensatie is buiten scope van ons onderzoek.

We beschouwen vier varianten:

5. Geen productiebeperking en verbod op kolen vanaf 2025.
6. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod op kolen vanaf 2025.
7. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod op kolen vanaf 2030.
8. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod op kolen vanaf 2030.

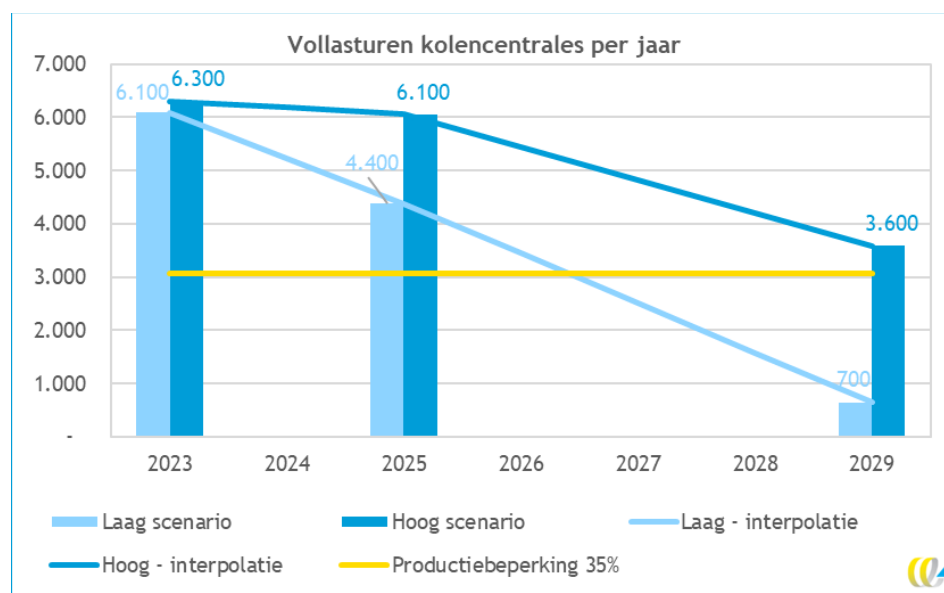
Voor de eerste variant is er geen sprake van nadeelcompensatie. Voor deze variant geven we alleen het effect op CO<sub>2</sub>-emissies.

Per beleidsvariant kijken we naar twee prijsscenario's; een hoog en laag prijsscenario. De scenario's zijn in meer detail beschreven in Paragraaf 3.2.

### 4.1 Verwachte productie kolencentrales

PowerFlex geeft als resultaat de verwachte inzet van kolencentrales, wanneer er geen beperkingen voor de kolencentrales gelden. Met PowerFlex hebben we zes situaties doorgerekend (drie zichtjaren en per zichtjaar een laag en hoog prijsscenario). Figuur 1 toont de vollasturen van de kolenscenario's en het aantal toegestane uren bij een productiebeperking van 35%.

Figuur 1 - Vollasturen kolencentrales per jaar



Tabel 7 geeft een overzicht van de inzet van kolencentrales in deze zes scenario's. Per scenario zijn de hoeveelheid elektriciteit die geproduceerd wordt door kolencentrales, de bijbehorende vollasturen en CO<sub>2</sub>-emissies weergegeven.

Tabel 7 - Inzet kolencentrales zonder productiebeperking

Scenario's		Inzet kolencentrales		
		Productie (TWh)	Vollasturen (u/jaar)	CO <sub>2</sub> -emissie kolencentrales per jaar (Mton)
2023	Laag	20,5	6.100	15,3
	Hoog	21,5	6.300	15,8
2025	Laag	15,0	4.400	11,0
	Hoog	20,5	6.100	15,2
2029	Laag	2,2	700	1,6
	Hoog	12,0	3.600	9,0

In 2023 worden kolencentrales naar verwachting nog veel ingezet. Het aantal vollasturen in het hoge en lage scenario liggen in 2023 relatief dicht bij elkaar. In 2025 draaien de kolencentrales in het hoge scenario nog steeds ruim 6.000 uur, maar in het lage scenario zien we een flinke daling in het aantal vollasturen. In 2029 zien we ook in het hoge scenario een flinke daling van het aantal vollasturen en draaien kolencentrales nog maar heel beperkt in het lage scenario.

De kolencentrales worden minder ingezet in het lageprijsscenario dan in het hogeprijsscenario. Door de extreem hoge gasprijzen in het hoge scenario, is het vaker voordelig om de kolencentrales aan te zetten. Ook zien we een vermindering van de inzet van kolencentrales in de tijd. Dit heeft twee oorzaken. Enerzijds groeit de productie van hernieuwbare opwek, die de kolencentrales uit de markt prijst. Anderzijds stabiliseren de gasprijzen naar verwachting weer in 2029, waardoor kolencentrales ten opzichte van gascentrales steeds minder aantrekkelijk worden.

Dit is ook te zien in Tabel 8, waarin we een voorbeeldberekening hebben opgenomen die gebaseerd is op algemene kengetallen. In 2023 is de productieprijs van elektriciteit uit gas nog ver boven de prijs van elektriciteit uit kolen. Het verschil wordt kleiner over de jaren en in 2029 verwachten we dat elektriciteit uit kolen gemiddeld duurder is dan uit gas.

Tabel 8 - Voorbeeldberekening productieprijs elektriciteit uit kolen en gas

		Productieprijs elektriciteit (€/MWh)		
		2023	2025	2029
Lageprijsscenario	Kolen	€ 130	€ 120	€ 90
	Gas	€ 160	€ 105	€ 75
Hogeprijsscenario	Kolen	€ 150	€ 140	€ 160
	Gas	€ 330	€ 175	€ 150

Ter referentie hebben we deze vollasturen vergeleken met de resultaten van de prijsscenario's die zijn vastgesteld in 2021 (CE Delft, 2022). In deze scenario's kenden de kolencentrales in 2025 650 tot 800 vollasturen en in 2029 slecht 50 tot 400 vollasturen. Het verwachte aantal vollasturen ligt dus met de huidige prijsscenario's vele malen hoger.

## Effect op draaiuren van productiebeperking

Bij een productiebeperking van 35% mag een kolencentrale maximaal 3.066 vollasturen draaien. In Tabel 9 staat per jaar een prijsscenario hoeveel uren we verwachten dat kolencentrales minder draaien als gevolg van de productiebeperking en hoeveel elektriciteit daardoor minder wordt geproduceerd.

Tabel 9 - Misgelopen elektriciteitsproductie en vollasturen als gevolg van productiebeperking van 35%

Scenario's		Lagere inzet kolencentrales door productiebeperking	
		Productie (MWh)	Vollasturen (u/jaar)
2023	Laag	10.220.000	3.000
	Hoog	10.960.000	3.200
2025	Laag	4.430.000	1.300
	Hoog	10.100.000	3.000
2029	Laag	0	0
	Hoog	1.770.000	500

## 4.2 CO<sub>2</sub>-reductie per beleidsvariant

De CO<sub>2</sub>-emissies van een kolencentrale in de situatie dat er geen beperkingen gelden, gebruiken we als referentie. We bepalen voor de vier beleidsvarianten de CO<sub>2</sub>-reductie ten opzichte van deze referentie. In Tabel 10 staat een overzicht van de inzet van kolencentrales zonder productiebeperking voor 2023, 2025 en 2029. Met lineaire interpolatie bepalen we de inzet van kolencentrales in de tussenliggende jaren (zie Tabel 10). We nemen aan dat bij een productiebeperking of verbod op kolenstook, de elektriciteitsproductie door gascentrales wordt overgenomen. Tabel 10 toont de netto CO<sub>2</sub>-reductie per jaar wanneer een productiebeperking geldt. Bij een productiebeperking van 35% mag een kolencentrale maximaal 3.066 vollasturen draaien. In 2027-2029 komen de vollasturen van de kolencentrales in het lageprijsscenario onder deze grens. Er is dan dus geen CO<sub>2</sub>-reductie door de productiebeperking. In het hogeprijsscenario komen de vollasturen altijd boven de 3.066 uit. In het hogeprijsscenario is dus altijd een CO<sub>2</sub>-besparing door de productiebeperking.

Tabel 10 - Netto CO<sub>2</sub>-reductie in Mton per jaar bij 35 of 100% productiebeperking in twee prijsscenario's

Scenario	Parameters	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Lageprijsscenario	Vollasturen zonder productiebeperking	6.100	5.200	4.400	3.400	2.500	1.600	700
	CO <sub>2</sub> -reductie - 35 % productiebeperking	4,1	2,9	1,8	0,5	-	-	-
	CO <sub>2</sub> -reductie - 100 % productiebeperking (verbod)	8,3	7,1	5,9	4,7	3,4	2,1	0,9
Hogeprijsscenario	Vollasturen zonder productiebeperking	6.300	6.200	6.100	5.400	4.800	4.200	3.600
	CO <sub>2</sub> -reductie - 35 % productiebeperking	4,4	4,2	4,0	3,2	2,4	1,5	0,7
	CO <sub>2</sub> -reductie - 100 % productiebeperking (verbod)	8,6	8,4	8,2	7,4	6,5	5,7	4,9

\* Grijze cellen zijn berekende resultaten en witte cellen zijn geïnterpoleerde resultaten.

In Tabel 11 hebben we de CO<sub>2</sub>-reducties uit Tabel 10 opgeteld tot een totale CO<sub>2</sub>-reductie over de periode 2023-2029 voor de vier beleidsvarianten en de twee prijsscenario's. Het effect op emissies vanaf 2030 is niet in kaart gebracht.

Tabel 11 - Netto cumulatieve CO<sub>2</sub>-reductie in Mton in de periode 2023-2030 voor vier beleidsvarianten en twee prijsscenario's

Totale netto CO <sub>2</sub> -reductie voor 2023-2029	Scenario	
	Lage prijzen	Hoge prijzen
1. Geen productiebeperking, verbod vanaf 2025	17 Mton	33 Mton
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod vanaf 2025	24 Mton	41 Mton
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod vanaf 2030	9 Mton	21 Mton
4. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod vanaf 2030	7 Mton	9 Mton

### Effect op gasgebruik

CE Delft heeft deze CO<sub>2</sub>-reductie ook vertaald naar het additionele gasgebruik per beleidsvariant. We gaan hierbij uit van een efficiëntie van de gascentrales van 49%. Dit is gebaseerd op de KEV2021 waarden voor de elektriciteitsproductie en CO<sub>2</sub>-uitstoot van gascentrales en dus de gemiddelde efficiëntie bij de historische inzet. Hieruit volgt dat de beleidsvarianten resulteren in een significant hoger gasgebruik van 4 tot 5 miljard kuub in variant 4 tot 14 tot 24 miljard kuub in variant 2.

Tabel 12 - Netto cumulatief additioneel gasgebruik in miljarden Nm<sup>3</sup> in de periode 2023-2030 voor vier beleidsvarianten en twee prijsscenario's

Additioneel gasgebruik voor 2023-2029	Scenario	
	Lage prijzen	Hoge prijzen
1. Geen productiebeperking, verbod vanaf 2025	9,8	18,9
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod vanaf 2025	13,9	23,9
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod vanaf 2030	5,4	11,9
4. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod vanaf 2030	4,1	5,0

## 4.3 Nadeelcompensatie

Bij productiebeperking van de kolencentrales wordt een nadeelcompensatie uitgekeerd voor gemiste inkomsten en geleden schade. De gemiste inkomsten ontstaan door de uren die een kolencentrale door de productiebeperking niet kan draaien. De overige schadeposten, zoals beschreven in Subparagraaf 3.3.2, zijn in deze analyse niet meegenomen. In Subparagraaf 3.3.2 staat ook de methode voor het berekenen van de nadeelcompensatie beschreven.

### Bepalen compensatiebedrag

Allereerst bepalen we het compensatiebedrag per niet geproduceerde MWh elektriciteit als gevolg van de productiebeperking. Dit doen we op basis van prijsscenario's (zoals beschreven in Subparagraaf 3.2.1) die gebaseerd zijn op Futuresprijzen uit 2022.

De prijzen voor kolen en gas zijn input voor het PowerFlex-model. Het model geeft vervolgens de productiekosten voor elektriciteit als resultaat. We stellen dat de nadeelcompensatie gelijk is aan de kosten die een kolencentrale misloopt wanneer deze beperkt is door de productiebeperking. We gebruiken voor het bepalen van het compensatiebedrag dus de gemiddelde elektriciteitskosten op het moment dat volgens de simulatie elektriciteitsproductie uit kolen plaatsvindt. We gaan uit van een winstmarge van elektriciteitscentrales van € 5 per MWh. Deze marge tellen we op bij de elektriciteitskosten om tot de elektriciteitsprijs te komen. Vervolgens berekenen we de nadeelcompensatie volgens de methode beschreven in Hoofdstuk 3. De elektriciteitskosten, de elektriciteitsprijs inclusief winstmarge en de berekende nadeelcompensatie staan in Tabel 13.

Tabel 13 - Elektriciteitskosten berekend met PowerFlex, de elektriciteitsprijs gebruikt voor het bepalen van de nadeelcompensatie en de resulterende nadeelcompensatie

Scenario's		Gemiddelde elektriciteitskosten, als kolenproductie plaatsvindt in €/MWh	Electriciteitsprijs gebruikt voor nadeelcompensatie in €/MWh (productieprijs plus vijf euro winst)	Nadeelcompensatie per MWh niet geproduceerd in €/MWh
2023	Laag	€ 168	€ 173	€ 43
	Hoog	€ 317	€ 322	€ 174
2025	Laag	€ 119	€ 124	€ 3
	Hoog	€ 183	€ 188	€ 50
2029	Laag	€ 85	€ 90	€ 3
	Hoog	€ 149	€ 154	€ 0

De nadeelcompensatie is in het hoog scenario 2029 nul euro doordat productieprijs van kolen hoger is dan de termijnmarktprijs van elektriciteit. In het laag scenario is de nadeelcompensatie wel boven de nul euro.

## Nadeelcompensatie per beleidsvariant

De nadeelcompensatie per beleidsvariant volgt uit de vermenigvuldiging van het compensatiebedrag per MWh en de hoeveelheid elektriciteit in MWh die niet is geproduceerd als gevolg van de productiebeperking in de betreffende beleidsvariant. De nadeelcompensatie per beleidsvariant staat in Tabel 14. Een eventuele compensatie voor het sluiten van de kolencentrales valt buiten de scope van deze studie en laten we dus buiten beschouwing. Wanneer een compensatie voor verbod van de kolencentrales wel wordt meegenomen, zal de compensatie in de varianten waar kolencentrales in 2025 geen kolen meer mogen stoken (variant 1 en 2) een stuk hoger uitvallen.

Tabel 14 - Cumulatieve nadeelcompensatie in miljarden voor productiebeperking voor de periode 2023-2029 in de verschillende beleidsvarianten

Scenario	Lageprijsscenario	Hogeprijsscenario	Compensatie verbod
1. Geen productiebeperking en verbod kolenstook vanaf 2025	N.v.t.	N.v.t.	Mogelijke compensatie voor verbod in 2025
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod kolenstook vanaf 2025	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	Compensatie voor verbod in 2025
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod kolenstook vanaf 2030	€ 0,6 mld.	€ 4,1 mld.	Mogelijke compensatie voor verbod in 2030

Scenario	Lageprijsscenario	Hogeprijsscenario	Compensatie verbod
4. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod vanaf 2030	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	Mogelijke compensatie voor verbod in 2030

## Grote onzekerheid door huidige energiemarkt

De compensatiebedragen in 2023 en 2025 verschillen erg in het lage- en hogeprijsscenario. We concluderen hieruit dat de hoogte van de nadeelcompensatie erg onzeker is. Ook in de verschillende beleidsvarianten zien we zeer grote verschillen tussen het lage- en hogeprijsscenario. De nadeelcompensatie werd volgens de regelgeving uit 2021 vastgesteld op basis van termijnmarktprijzen op moment van invoering van de wetgeving. De prijzen op de termijnmarkten voor energie zijn vanaf eind 2021 echter enorm gestegen en de volatiliteit is enorm toegenomen. Het vaststellen van de nadeelcompensatie gebaseerd op de termijnmarktprijzen op een specifiek moment in een volatiele markt kent onzekerheden. Er is een goede kans dat de termijnmarktprijzen niet de daadwerkelijke toekomstige kosten reflecteren, waardoor een risico op over- en ondercompensatie ontstaat.

## 4.4 Effecten van de beleidsvarianten

Tabel 15 geeft een overzicht van de CO<sub>2</sub>-reductie en nadeelcompensatie per beleidsvariant. De nadeelcompensatie geldt alleen voor de productiebeperking, in deze studie is geen rekening gehouden met een compensatie bij een verbod op kolen voor elektriciteitsproductie. Het effect van een verbod is wel meegenomen in de CO<sub>2</sub>-reductie.

Tabel 15 - Overzicht van de CO<sub>2</sub>-reductie en nadeelcompensatie voor productiebeperking per beleidsvariant

Scenario	CO <sub>2</sub> -reductie (Mton)		Additioneel gasgebruik (miljard Nm <sub>3</sub> )		Nadeelcompensatie (miljard €)		Compensatie verbod op kolenstook
	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	
1. Geen productiebeperking en verbod kolenstook vanaf 2025	17	33	9,8	18,9	N.v.t.	N.v.t.	Mogelijk compensatie voor verbod in 2025, buiten scope
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod kolenstook vanaf 2025	24	41	13,9	23,9	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod kolenstook vanaf 2030	9	21	5,4	11,9	€ 0,6 mld.	€ 4,1 mld.	Mogelijke compensatie voor verbod in 2030, buiten scope
4. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod vanaf 2030	7	9	4,1	5,0	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	

Een productiebeperking van 2023 tot 2025 kent naar verwachting kosten van tussen de 50 en 400 €/ton CO<sub>2</sub>. Een productiebeperking van 2023 tot 2029 kent naar verwachting kosten van tussen de 50 en 200 €/ton CO<sub>2</sub>. Dit zijn bedragen zonder de eventuele kosten

voor een compensatie voor een verbod op kolenstook in de energiecentrales. Deze bedragen zijn echter erg onzeker vanwege de verschillende onzekerheden waarop deze berekeningen zijn gebaseerd: de inzet van de kolencentrales, de prijzen en methode van vaststelling. We zien dit dus als zeer ruwe schattingen.

## 4.5 Overige effecten

In deze analyse is het effect van de beleidsvarianten bepaald op basis van de CO<sub>2</sub>-emissies en de nadeelcompensatie. Daarnaast heeft een productiebeperking of verbod nog andere effecten, welke we hier kwalitatief beschrijven. In 2019 heeft CE Delft deze effecten uitgewerkt (CE Delft, 2019). De potentiële effecten van de beleidsvarianten zijn:

**ETS-waterbedeffect:** Een productiebeperking of verbod van de kolencentrales resulteert in minder CO<sub>2</sub>-uitstoot, waardoor de vraag naar emissierechten daalt. Dit resulteert erin dat de emissies elders stijgen en potentieel de prijs licht daalt. De totale toegestane emissies zijn immers vastgelegd in de hoogte van het emissieplafond. We verwachten dat beleid rond de kolencentrales mogelijk wel resulteert in een waterbedeffect, doordat de vraag naar ETS-rechten hoog is op dit moment. Dit komt mede door een verandering van het Market Stability Reserve (MSR) mechanisme vanaf 1 januari 2023 (CE Delft, 2019), de periode waar de beleidsvarianten over gaan.

**Elektriciteitsprijzen:** Het effect op de elektriciteitsprijzen zal verschillen tussen de zichtjaren en afhankelijk zijn van de energieprijzontwikkeling. Tabel 8 toont een voorbeeldberekening voor de elektriciteitsprijs uit kolen en aardgas voor de zichtjaren. Als kolencentrales de duurste centrales zijn, resulteert een productiebeperking in potentieel lagere energieprijzen. Als gascentrales duurder zijn, resulteert een productiebeperking potentieel in hogere energieprijzen. De energieprijs per uur is echter gebaseerd op de duurste centrale, waardoor een diepgaandere analyse nodig is om het effect te bepalen.

**Import/export:** Een verbod op kolenstook resulteert in minder productie in Nederland. Ook een productiebeperking betekent dat mogelijk de kolencentrales en gascentrales vaker duurder elektriciteit produceren dan dat elektriciteit geïmporteerd kan worden. Dit betekent dat we verwachten dat de beleidsvarianten erin resulteren dat er relatief meer elektriciteit geïmporteerd zal worden naar Nederland en het import-/exportsaldo zal veranderen.

**Leveringszekerheid:** Er is een verschil in het effect op leveringszekerheid tussen een verbod en een productiebeperking. Met een verbod verdwijnt een gedeelte van de 3,3 GW productievermogen uit de Nederlandse elektriciteitsmix. Naar verwachting kunnen andere energiedragers, zoals biomassa, niet de productie overnemen namelijk. Daarmee daalt de beschikbaarheid van stuurbare capaciteit om aan de piek-elektriciteitsvraag te voldoen. Een productiebeperking betekent dat kolencentrales nog wel elektriciteit kunnen produceren, maar de zekerheid dat ze dit gedurende alle gewenste pieken kunnen, neemt wel af. TenneT heeft voor de Monitor Leveringszekerheid 2021 onderzoek gedaan naar het effect van een productiebeperking op de leveringszekerheid (TenneT, 2022). TenneT concludeert ook dat een productiebeperking geen impact heeft op de Nederlandse leveringszekerheid. CE Delft concludeerde in 2019 ook dat een sluiting van drie kolencentrales niet resulteert in risico's voor de leveringszekerheid (CEDelft, 2019).

**Overige emissies:** Een productiebeperking of een verbod resulteert ook in lagere uitstoot van overige emissies. CE Delft heeft eerder berekend dat een lagere inzet van kolencentrales vooral resulteert in een reductie van SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissies.



## 5 Conclusies en aanbevelingen

In deze studie is het effect van verschillende beleidsvarianten voor kolencentrales in kaart gebracht. De onderzochte beleidsvarianten zijn:

1. Geen productiebeperking en verbod op kolen vanaf 2025.
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod op kolen vanaf 2025.
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod op kolen vanaf 2030.
4. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod op kolen vanaf 2030.

Voor deze studie zijn prijsscenario's opgesteld voor kolen, aardgas en CO<sub>2</sub> voor 2023, 2025 en 2029. Vervolgens is de elektriciteitsproductie per uur gemodelleerd voor deze jaren, waaronder de inzet van kolencentrales. De resultaten voor de tussenliggende jaren zijn geïnterpoleerd. Daarmee zijn de effecten van de beleidsvarianten vast te stellen. In deze studie is kwantitatief de CO<sub>2</sub>-reductie en de nadeelcompensatie vastgesteld.

### Beleidsimpact op CO<sub>2</sub>-reductie en nadeelcompensatie

Uit deze studie blijkt dat kolencentrales met de huidige verwachting en zonder overheidsbeleid in 2023 70% van hun maximale hoeveelheid productie zullen produceren en in 2025 naar verwachting 50 tot 70%. Richting 2029 neemt dit af naar 10 tot 40%. Deze productie ligt veel hoger dan tot dit jaar verwacht, vanwege de veranderde energieprijzen. Een productiebeperking opleggen of een verbod op kolenstook voor elektriciteit resulteert in een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot, doordat elektriciteit uit kolen wordt vervangen door elektriciteit uit aardgas.

Tabel 16 toont een overzicht van de resultaten van deze studie voor de CO<sub>2</sub>-reductie, additioneel gasgebruik en nadeelcompensatie. Variant 2 resulteert in de grootste verwachte CO<sub>2</sub>-reductie van 24 tot 41 Mton. In het hoog scenario zouden kolencentrales meer ingezet worden, waardoor de impact van het beleid groter is. Een productiebeperking van 2023 tot 2030 resulteert in een reductie van 9 tot 19 Mton. Als er geen productiebeperking wordt ingesteld voor de periode na 2025, is de CO<sub>2</sub>-reductie veel lager, doordat uit de berekeningen blijkt dat ook na 2025 de kolencentrales significant meer produceren dan 35%.

Tabel 16 - Impact beleidsvarianten op CO<sub>2</sub>-reductie en nadeelcompensatie

Scenario	CO <sub>2</sub> -reductie		Additioneel gasgebruik		Nadeelcompensatie		Compensatie verbod
	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	
1. Geen productiebeperking en verbod kolenstook vanaf 2025	17 Mton	33 Mton	9,8 mld. Nm <sub>3</sub>	18,9 mld. Nm <sub>3</sub>	N.v.t.	N.v.t.	Mogelijk compensatie voor verbod in 2025, buiten scope
2. Productiebeperking van 2023 tot 2025 van 35%, verbod kolenstook vanaf 2025	24 Mton	41 Mton	13,9 mld. Nm <sub>3</sub>	23,9 mld. Nm <sub>3</sub>	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	
3. Productiebeperking van 2023 tot 2030 van 35%, verbod kolenstook vanaf 2030	9 Mton	21 Mton	5,4 mld. Nm <sub>3</sub>	11,9 mld. Nm <sub>3</sub>	€ 0,6 mld.	€ 4,1 mld.	Mogelijke compensatie voor verbod in 2030, buiten scope

Scenario	CO <sub>2</sub> -reductie		Additioneel gasgebruik		Nadeelcompensatie		Compensatie verbod
	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	Laag scenario	Hoog scenario	
4. Productiebeperking tot 2025 van 35%, tussen 2025 en 2030 geen productiebeperking, verbod vanaf 2030	7 Mton	9 Mton	4,1 mld. Nm <sub>3</sub>	5,0 mld. Nm <sub>3</sub>	€ 0,6 mld.	€ 3,1 mld.	

Een productiebeperking van 2023 tot 2025 kent naar verwachting kosten van tussen de 50 en 400 €/ton CO<sub>2</sub>. Een productiebeperking van 2023 tot 2029 kent naar verwachting kosten van tussen de 50 en 200 €/ton CO<sub>2</sub>. Dit zijn bedragen zonder de eventuele kosten voor een compensatie voor een verbod op kolenstook in de energiecentrales. Deze bedragen zijn echter erg onzeker vanwege de verschillende onzekerheden waarop deze berekeningen zijn gebaseerd: de inzet van de kolencentrales, de prijzen en methode van vaststelling. We zien dit dus als zeer ruwe schattingen.

De nadeelcompensatie wordt vastgesteld op basis van de termijnmarktprijzen op een specifiek moment, wat resulteert in onzekerheid door de huidige zeer volatiele markt. Er is een goede kans dat de termijnmarktprijzen niet de daadwerkelijke toekomstige kosten reflecteren, waardoor een risico op over- en ondercompensatie ontstaat. Onze resultaten tonen deze onzekerheid. In 2023 is de verwachte nadeelcompensatie 43 €/MWh in het laag scenario en 174 €/MWh in het hoog scenario en in 2025 tussen de 3 en 50 €/MWh. In 2029 verwachten we een nadeelcompensatie van 3 €/MWh in het laag scenario, en in het hoog scenario verwachten we geen nadeelcompensatie doordat elektriciteit uit kolen duurder is dan de vastgestelde elektriciteitsprijs.

De totale nadeelcompensatie voor de verschillende beleidsvarianten voor de productiebeperking is weergegeven in Tabel 16. Een compensatie voor een verbod op kolenstook voor elektriciteit is buiten scope van deze studie. Vanwege de extreme markt en versterkt door de huidige methode gebaseerd op de termijnmarktprijzen, concluderen we dat het onmogelijk is om met zekerheid de nadeelcompensatie in te schatten voor de komende jaren. De range van mogelijke energieprijzen en daarmee de nadeelcompensatie is erg groot.

## Conclusies en aanbevelingen

De beleidsvarianten voor kolencentrales kunnen resulteren in een grote CO<sub>2</sub>-reductie in de periode van 2023 tot 2025 én tussen 2025 en 2029. Met de huidige prijsprognoses verwachten we een hogere inzet van kolencentrales dan tot vorig jaar werd verwacht. Daarmee is het in potentie een zeer effectieve klimaatmaatregel. De nadeelcompensatie is op dit moment niet betrouwbaar vast te stellen door de grote volatiliteit op de energiemarkten. Het vaststellen van de compensatie gebaseerd op de termijnmarktprijzen van één moment resulteert daarmee in een groot risico op over- en ondercompensatie. De huidige analyses verwachten geen risico voor de leveringszekerheid van een productiebeperking.

We bevelen aan om andere methodes te hanteren om de nadeelcompensatie te onderzoeken, met als randvoorwaarde dat deze methodes wel voldoen aan de Europese regelgeving voor staatssteun. Hierbij is het naar verwachting vereist dat er een ex-ante vaststelling plaats vindt. Onze suggestie zou zijn om de ex-post analyse te specificeren. De SDE++ wordt bijvoorbeeld gecorrigeerd op de daadwerkelijke prijzen van dat jaar voor elektriciteit en CO<sub>2</sub>. Eenzelfde methode kan mogelijk hier toegepast worden voor de kolen, gas en elektriciteitsprijzen.

## 6 Literatuur

- CE Delft, 2019. *Effecten van sluiting drie extra kolencentrales*, Delft: CE Delft
- CE Delft, 2020. *Elektrificatie en Vraagprofiel 2030 - Rapport experttraject TenneT E-Top*, Delft: CE Delft
- CE Delft, 2022. *Omslagpunt grootschalige batterijopslag. Wat is de betekenis van batterijopslag voor de inpassing van zon in het energiesysteem?*, Delft: CE Delft
- Ember.ongoing. *EU Carbon Price Tracker : The latest data on EU ETS carbon prices* [Online] <https://ember-climate.org/data/data-tools/carbon-price-viewer/.8/23/2022>
- ENTSO-E.2022. Day-ahead Prices, ENTSO-E Transparency Platform <https://transparency.entsoe.eu/>. 2022
- ICE.2022a. Dutch TTF Gas Futures, Intercontinental Exchange, Inc. (ICE) <https://www.theice.com/products/27996665/Dutch-TTF-Gas-Futures/data?marketId=5419234>. 8/23/2022
- ICE.2022b. EUA Futures, Intercontinental Exchange, Inc. (ICE) <https://www.theice.com/products/197/EUA-Futures/data?marketId=5474739&span=3>. 8/23/2022
- ICE.2022c. Rotterdam Coal Futures, Intercontinental Exchange, Inc. (ICE) <https://www.theice.com/products/243/API2-Rotterdam-Coal-Futures/data?marketId=5310592>. 8/23/2022
- Lugt, H. v. d. 2021. Compensatie voor kolencentrales kan achteraf worden geannuleerd. *Energiea*, september 3.
- Ministerie van EZK, 2019. *Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie*, Den Haag: Rijksoverheid
- Ministerie van EZK, 2021a. Besluit van 16 december 2021, houdende regels met betrekking tot vergoeding van schade van exploitanten van kolencentrales in verband met de beperking van de CO<sub>2</sub>-emissie (Besluit nadeelcompensatie productiebeperking kolencentrales). *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden*, 2021.
- Ministerie van EZK.2021b. Nota AMvB Nadeelcompensatie kolencentrales productiebeperking, Rijksoverheid 11 augustus 2021 <https://open.overheid.nl/repository/ronl-bfc85af1-1c59-4872-b706-2c6a453820ae/1/pdf/nota-amvb-nadeelcompensatie-kolencentrales-productiebeperking.pdf>.
- Ministerie van EZK.2022. Rijksoverheid neemt maatregelen voor energiezekerheid, Rijksoverheid <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/gas/minder-afhankelijk-worden-van-rusland>. 8/5/2022
- Onyx Power.2020. Energiecentrale Rotterdam, Power Plant Rotterdam B.V. <https://www.onyx-power.com/nl/locaties/energiecentrale-rotterdam/>. 8/22/2022
- PBL, 2020. *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
- RVO. lopend. SDE++ Projecten in beheer, 4 juli 2022 <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/sde/feiten-en-cijfers>.



RWE.2022. *Eemshavencentrale* [Online] <https://benelux.rwe.com/locaties/kolencentrale-eemshaven.8/22/2022>

TenneT, 2022. *Monitoring Leveringszekerheid 2021 - Aanvullende analyse productiebeperking kolen* Arnhem: Tennet

Uniper, 2016. *Uniper centrale Den Haag, Rotterdam*: Uniper