

Effecten van het vervroegd sluiten van de Nederlandse kolencentrales

Marit van Hout
Paul Koutstaal

Oktober 2015
ECN-E--15-064



Verantwoording

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van DELTA NV. Namens de opdrachtgever is deze studie begeleid door Koen Minderhoud en Jorim de Boks. De auteurs van deze studie willen hen hartelijk danken voor hun commentaren op eerdere versies van dit rapport. Verder danken zij Joost van Stralen voor zijn bijdrage aan de analyses en Bert Daniëls voor de waardevolle opmerkingen die hij in zijn rol als co-reader heeft gegeven. De verantwoordelijkheid voor de inhoud van de studie ligt geheel bij ECN, eventuele resterende fouten zijn de verantwoordelijkheid van de auteurs.

Bij ECN staat deze studie genoteerd onder projectnummer 5.3968. Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de projectleider, Paul Koutstaal (koutstaal@ecn.nl; tel. 088 515 4423).

Abstract

The main objective of this study is to quantify the effects of closure of all the coal-fired power stations in the Netherlands in 2017 or 2020. The main effects considered in this study are:

- CO₂ emissions
- Electricity prices
- Generation mix
- Cross-border trade in electricity
- Costs of electricity production
- Cost-effectiveness of CO₂ emission reduction.

These impacts have been determined relative to the 'Voorgenomen beleid' scenario of the National Energy Outlook 2015.

“Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.”



Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
1	Introductie	7
2	Gevolgen van sluiting van kolencentrales	9
2.1	Elektriciteitsproductie	9
2.2	Handel in elektriciteit	11
2.3	CO ₂ -emissies	11
2.4	Elektriciteitsprijs en SDE+ budget	12
2.5	Kosten elektriciteitsproductie en kosteneffectiviteit CO ₂ -emissiereductie	14
	Referenties	17

Samenvatting

Een van de opties die bij kan dragen aan een reductie van de binnenlandse emissies van broeikasgassen in 2020 met 25% ten opzichte van 1990 (zie de uitspraak van de rechter inzake de 'Urgenda-zaak') is het sluiten van de kolencentrales in Nederland. In deze studie zijn de effecten daarvan in kaart gebracht, de effecten zijn weergegeven ten opzichte van de analyses van het *voorgenomen beleid* in de Nationale Energie Verkenning 2015.

De analyse heeft zich beperkt tot sluiting van de kolencentrales. Andere opties zijn niet onderzocht en de sluiting van kolencentrales wordt dan ook niet vergeleken met andere opties. De belangrijkste conclusies uit de analyse zijn:

- De weggevallen elektriciteitsproductie van de gesloten kolencentrales wordt ingevuld door gaseenheden, waarvan is aangenomen dat deze uit de mottenballen worden gehaald, en door meer netto import.
- In de kolencentrales wordt in het NEV scenario biomassa mee-gestookt. Door het vervroegde sluiten van de kolencentrales daalt daardoor de hernieuwbare productie in Nederland op jaarbasis met maximaal 6 TWh, het aandeel hernieuwbaar in 2020 komt dan uit op 10,8 procent in plaats van 11,9 procent.
- De CO₂-emissies nemen af doordat elektriciteit uit gascentrales de opwekking uit kolencentrales vervangt. Daarnaast wordt er meer elektriciteit geïmporteerd, waardoor de emissies binnen Nederland eveneens dalen. In totaal dalen de emissies op jaarbasis met ongeveer 15 Mton.
- Zoals voor iedere maatregel geldt waarmee CO₂-emissies worden gereduceerd die onder het emissieplafond van het ETS vallen, geldt ook bij de sluiting van de kolencentrales dat de CO₂-emissies binnen Nederland weliswaar dalen, maar buiten Nederland zullen toenemen, onder andere door toename van de emissies van elektriciteitsproductie buiten Nederland. In totaal zullen de cumulatieve CO₂-emissies binnen de EU niet veranderen, gegeven het emissieplafond van het ETS.
- Doordat een deel van de weggevallen productie wordt ingevuld door Nederlandse gaseenheden die tegen hogere marginale kosten produceren of doordat duurdere eenheden in het buitenland worden gecommiteerd, stijgt de Nederlandse elektriciteitsprijs met ongeveer 2-4 euro/MWh.
- De meerkosten van de elektriciteitsvoorziening, vergeleken met de kosten in het NEV scenario, nemen toe met maximaal ca. €800 miljoen per jaar. Dit is inclusief de wegvallende netto opbrengsten van de export van elektriciteit.

- Door het vervroegd sluiten van de kolencentrales en daarmee het wegvallen van biomassa meestook, dalen de kasuitgaven voor de SDE+ met maximaal bijna een half miljard per jaar.
- De kosten per ton vermeden CO₂ zijn ca. 16 €/ton CO₂ in 2020, inclusief de lagere SDE+ uitgaven. Daarna lopen de kosten op omdat de kosten van de elektriciteitsproductie toenemen en de vrijval van SDE+ middelen terugloopt.

Deze conclusies zijn gebaseerd op analyses van de elektriciteitsmarkt. Daarbij zijn de kosten en baten voor producenten en consumenten op de elektriciteitsmarkt meegenomen, in lijn met de nationale kosten binnen de milieukostensystematiek. Indirecte economische effecten zoals bijvoorbeeld de economische gevolgen van de (beperkte) stijging van de elektriciteitsprijs en werkgelegenheidseffecten van sluiting van kolencentrales en het weer in gebruik nemen van gascentrales zijn niet onderzocht.

1

Introductie

Een van de opties die bij kan dragen aan een reductie van de binnenlandse emissies van broeikasgassen in 2020 met 25% ten opzichte van 1990 (zie de uitspraak van de rechter inzake de ‘Urgenda-zaak’) is om de kolencentrales in Nederland te sluiten. In deze studie zijn de effecten in kaart gebracht van het vervroegd sluiten van alle kolencentrales in Nederland. De effecten worden weergegeven ten opzichte van de analyses van het *voorgenomen beleid* in de Nationale Energie Verkenning 2015 (hierna: NEV 2015) (Schoots & Hammingh, 2015).

Het achtergrondscenario voor deze analyse is daarmee gelijk aan het achtergrondscenario dat voor de NEV is gebruikt. In dit achtergrondscenario zijn aannames gemaakt over de toekomstige ontwikkelingen rond bijvoorbeeld de economische groei, brandstofprijzen, en ontwikkelingen in vraag en aanbod van elektriciteit in het buitenland¹. De uitkomsten van zowel de NEV 2015 als van de analyse in deze studie worden deels bepaald door de aannames in het achtergrondscenario. Andere aannames over bijvoorbeeld de ontwikkeling van vraag en aanbod van elektriciteit in andere landen zullen bijvoorbeeld gevolgen hebben voor alle effecten die in deze studie in beeld zijn gebracht.

De hier gerapporteerde effecten zullen daarom in werkelijkheid een onzekerheidsmarge kennen, die mede bepaald wordt door de onzekerheid omtrent de aannames in het achtergrondscenario. De gerapporteerde effecten zijn wel volledig consistent met de voorgenomen beleidsvariant in de NEV 2015, omdat hetzelfde achtergrondscenario en dezelfde beleidsvariant is gebruikt als in de NEV 2015. De aannames worden hier verder niet beschreven, zie daarvoor (Schoots & Hammingh, 2015).

Voor de analyses is gebruik gemaakt van een model van de Europese elektriciteitsmarkt (COMPETES) en een model voor de elektriciteitsproductie in de industrie en landbouw met (decentrale) WKK-installaties (SAVE-productie).

We onderscheiden twee scenario’s voor sluiting van de kolencentrales. In het eerste scenario wordt ervan uitgegaan dat de centrales vanaf 1-1-2020 sluiten (hierna: **Sluiting**

¹ De eind oktober 2015 afgesproken sluiting van 2,7 gigawatt aan bruinkoolcentrales in Duitsland kon niet meer mee worden genomen in het achtergrondscenario.

2020). In een tweede scenario wordt het effect van vervroegde sluiting van kolencentrales vanaf 1-1-2017 berekend (hierna: **Sluiting 2017**). Als vervanging van de kolencapaciteit is aangenomen dat de gaseenheden die momenteel in de mottenballen staan weer uit de mottenballen worden gehaald. Dit is ongeveer 4 GW aan gasgestookte capaciteit. De mutaties omtrent de kolencapaciteit zijn samengevat in Tabel 1. Netto is er sprake van een beperkte afname van de capaciteit, dit heeft verder geen significant effect op de omvang van vraag curtailment, mede omdat de gascentrales flexibeler kunnen worden ingezet dan de kolencentrales die ze vervangen, wat positief is voor de leveringszekerheid, met name in 2030 als er het aandeel wind en zon in de elektriciteitsproductie is toegenomen.

Tabel 1: Mutaties in opgesteld kolenvermogen in Nederland in 2020 [MWe]

[Eenheid: MWe]	2020
Kolencapaciteit NEV2015 VV:	4640
Mutatie kolencapaciteit bij vervroegde sluiting vanaf 1-1-2020	
Amer 9	-600
Hemweg 8	-630
Maasvlakte 3	-1070
Eemshaven A/B	-1560
Rotterdam 1	-780
<i>Totale kolencapaciteit:</i>	<i>0</i>

In hoofdstuk 2 wordt het effect van een vervroegde sluiting van kolencentrales in beeld gebracht. Daarbij zijn de volgende effecten onderzocht:

- Elektriciteitsproductie
- Grensoverschrijdende handel in elektriciteit
- CO₂-emissies
- Elektriciteitsprijs
- Kosten elektriciteitsproductie.

De meeste effecten worden weergegeven als verschil met de resultaten in de voorgenomen beleidsvariant in de NEV 2015; voor de absolute omvang zie de NEV 2015. De zichtjaren voor de analyse zijn 2018, 2020, 2023, 2025 en 2030, en alle monetaire waarden zijn gegeven in euro van 2014.

2

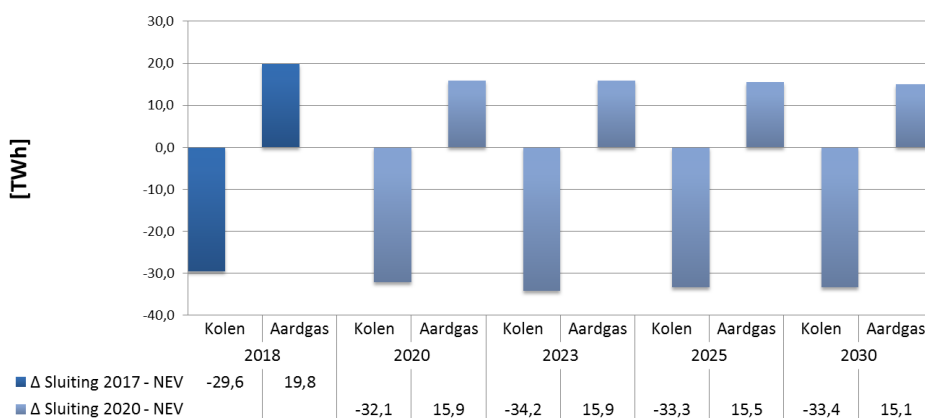
Gevolgen van sluiting van kolencentrales

2.1 Elektriciteitsproductie

Door de sluiting van kolencentrales zal er meer elektriciteit uit andere bronnen moeten komen. Daarbij gaat het met name om gasgestookte eenheden, zowel decentraal als centraal. Bij de centrale en decentrale eenheden is meer capaciteit beschikbaar vanwege de veronderstelling dat er gascentrales uit de mottenballen worden gehaald. Daarnaast neemt de netto elektriciteitsimport toe (Tabel 3).

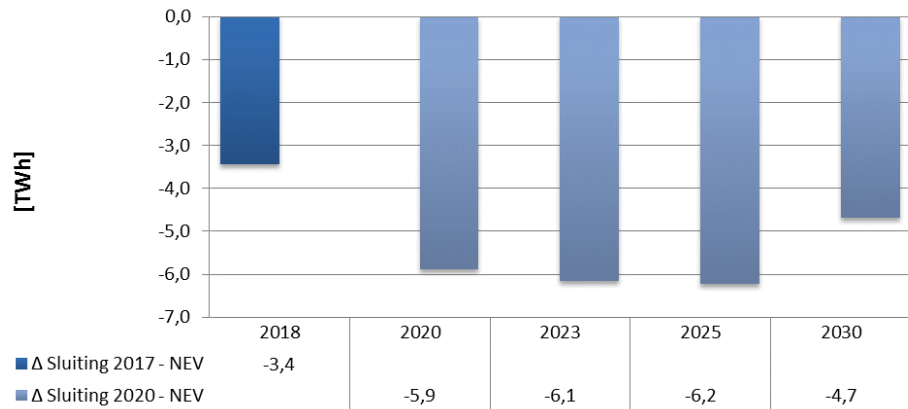
Figuur 1 geeft het effect van de sluiting van de kolencentrales op de productie van kolen- en gascentrales in Nederland. Het weergegeven effect is de verandering ten opzichte van de NEV 2015.

Figuur 1: Effect van de vervroegde sluiting van Nederlandse kolencentrales op productie van elektriciteit van gas- en koleneenheden (inclusief meestook) in Nederland (TWh)



De productie van hernieuwbare elektriciteit in zijn totaliteit zal wel afnemen, omdat er geen biomassa-meestook meer plaats kan vinden na sluiting van kolencentrales. Figuur 2 laat de afname zien in de elektriciteitsproductie uit biomassa-meestook.

Figuur 2: Effect van de vervroegde sluiting van de Nederlandse kolencentrales op de hernieuwbare elektriciteitsproductie in biomassa meestook centrales; verschil met NEV2015 resultaat



Met de daling van de hernieuwbare elektriciteitsopwekking uit biomassa zal ook het aandeel hernieuwbare geproduceerde energie als percentage van het bruto finaal eindverbruik afnemen. Er is wel een klein positief effect omdat er minder *wind curtailment*² plaatsvindt doordat met de toename van de capaciteit van gascentrales het systeem flexibeler wordt en de elektriciteitsproductie van windenergie beter ingepast kan worden. Tabel 2 geeft de resulterende aandelen hernieuwbaar waarbij is aangenomen dat de finale elektriciteitsvraag gelijk blijft aan de vraag zoals in NEV2015.

Tegenover de daling van het aandeel hernieuwbaar staat een daling van de kasuitgaven van de SDE+ in die jaren, zie 2.4. Deze vrijgevallen middelen zouden ook ingezet kunnen worden voor alternatieve hernieuwbare energieproductie, waardoor het aandeel weer zou toenemen.

Tabel 2: Aandeel hernieuwbaar na sluiting kolencentrales (berekening conform EU-richtlijn, rekenmethode NEV 2015)

	2020	2023	2025	2030
Aandeel hernieuwbaar NEV	11,9	15,7	17,0	18,5
Aandeel hernieuwbaar na sluiting	10,8	14,6	15,8	17,6

² Wanneer de geproduceerde wind op een bepaald moment niet afgezet kan worden door bijvoorbeeld congestie van het (grensoverschrijdende) elektriciteitsnetwerk al dan niet in combinatie met een lage vraag naar elektriciteit, dan kan de productie van elektriciteit uit wind deels worden stilgelegd om zo de balans te behouden. Dit kan ook plaatsvinden wanneer inflexibele centrales – als kolencentrales - niet snel genoeg afgeschakeld kunnen worden. In Duitsland leidt een dergelijke situatie bijvoorbeeld tot negatieve elektriciteitsprijzen omdat wind voorrang heeft.

2.2 Handel in elektriciteit

De afname van de elektriciteitsopwekking door kolencentrales zal niet alleen tot meer productie uit gasgestookte eenheden leiden, maar ook tot een hogere netto import van elektriciteit. Tabel 3 geeft het effect op de import en export van elektriciteit vanuit Nederland naar omliggende landen weer. In alle jaren stijgt de import en daalt de export waardoor de netto import toeneemt.

Tabel 3: Effect van de vervroegde sluiting van Nederlandse kolencentrales op de handel in elektriciteit (TWh); verschil met **NEV2015** resultaat

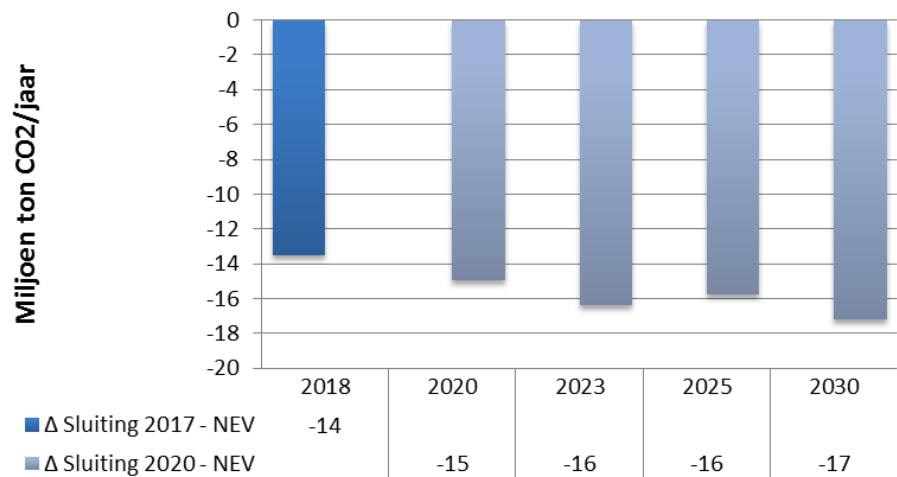
Verskil met NEV ¹		Import	Export	Netto
Totaal verschil:	2018	5.1	-4.6	9.7
	2020	9.2	-6.8	16.0
	2023	9.5	-8.7	18.1
	2025	8.9	-8.7	17.6
	2030	8.9	-9.1	18.1

¹ Verschil in 2018 betreft het verschil tussen NEV en Sluiting 2017. In Sluiting 2020 is het effect in 2018 nul.

2.3 CO₂-emissies

De sluiting van de kolencentrales vermindert de CO₂-emissies binnen Nederland. Dit komt omdat elektriciteit uit kolencentrales wordt vervangen door gascentrales, die minder CO₂ uitstoten per geproduceerde MWh elektriciteit, en omdat de netto import toeneemt. Figuur 3 geeft het netto effect van de sluiting van de kolencentrales op de CO₂-emissies binnen Nederland weer.

Figuur 3: Effect van de vervroegde sluiting van Nederlandse kolencentrales op de uitstoot van CO₂ in miljoen ton per jaar; verschil met NEV2015 resultaat



De daling van de CO₂-emissies is ca. 15 Mton in 2020. Ruwweg de helft van de reductie is het gevolg van de hogere netto import, de andere helft van de daling is het gevolg van de substitutie van kolen door gas in de elektriciteitsopwekking.³

Zoals voor iedere maatregel geldt waarmee CO₂-emissies worden gereduceerd die onder het emissieplafond van het ETS vallen, geldt ook bij de sluiting van de kolencentrales dat de CO₂-emissies binnen Nederland weliswaar dalen, maar buiten Nederland zullen toenemen, onder andere door toename van de emissies van elektriciteitsproductie buiten Nederland. In totaal zullen de cumulatieve CO₂-emissies binnen de EU niet veranderen, gegeven het emissieplafond van het ETS. Momenteel is er een overaanbod van emissierechten, met het afnemen van het emissieplafond zal er op de langere termijn meer vraag zijn naar emissierechten.

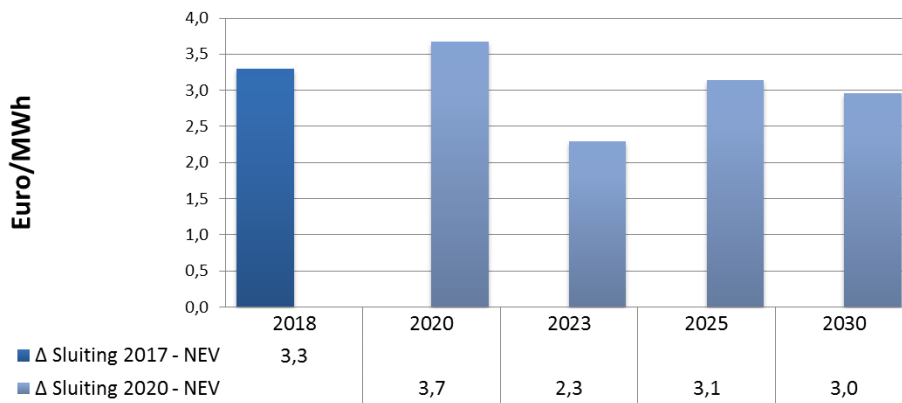
2.4 Elektriciteitsprijs en SDE+ budget

De sluiting van de kolencentrales zal tot een beperkte stijging van de elektriciteitsprijs leiden. Elektriciteit uit gascentrales is duurder, gegeven de veronderstelde prijzen voor kolen en gas. De elektriciteitsprijs zal daarom door de substitutie van kolen door gas toenemen. Import is gemiddeld ook duurder dan de elektriciteitsopwekking uit kolencentrales, anders zou voor sluiting van de kolencentrales minder stroom zijn opgewekt in kolencentrales en meer stroom geïmporteerd zijn.

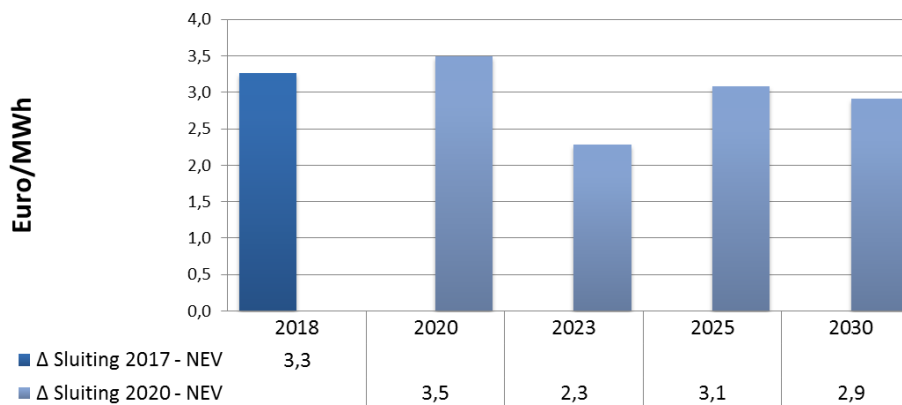
³ De emissiereductie is hoger dan geschat in de Quickscan van PBL en ECN, 2015, omdat in deze analyse rekening is gehouden met het effect van import, terwijl in de Quickscan werd verondersteld dat de afname van de elektriciteitsproductie uit kolen volledig zou worden gecompenseerd door de inzet van gas binnen Nederland. Daarnaast werd er een range gegeven in de Quickscan van 4,7 - 8,5 Mton, de analyses voor deze studie laten zien dat de emissiereductie van sluiting van kolencentrales zonder de buitenland-effecten in de buurt van de bovenmarge ligt. De ondermarge in de quickscan correspondeerde met extra emissiereducties bij de kolencentrales zelf.

Figuur 4 en Figuur 5 geven het effect weer op de gewogen en ongewogen gemiddelde elektriciteitsprijs. De gewogen prijs geeft de gemiddelde uursprijs gewogen met de binnenlandse vraag naar elektriciteit in het betreffende uur, en de ongewogen prijs is het gemiddelde van alle uursprijzen. De toename is beperkt, 2 à 4 €/MWh, oftewel ruim 0,3 cent per kWh. Op de totale prijs voor consumenten, die grotendeels bestaat uit netwerktarieven, belastingen en opslagen, is dit een miniem effect.

Figuur 4: Effect van de vervroegde sluiting van Nederlandse kolencentrales op de gemiddelde gewogen elektriciteitsprijs (euro/MWh)



Figuur 5: Effect van de vervroegde sluiting van Nederlandse kolencentrales op de gemiddelde ongewogen elektriciteitsprijs (euro/MWh)



De uitgaven voor de SDE+ nemen af door het wegvallen van de biomassa meestook en door de stijging van de elektriciteitsprijs. Tabel 4 laat het effect zien op de kasuitgaven van de SDE+, die maximaal bijna een half miljard lager uitvallen. De lagere kasuitgaven maakt het ook mogelijk om de toeslag voor duurzame energie (ODE) te verlagen, waardoor de beperkte stijging van de elektriciteitsprijs weer teniet kan worden gedaan. Het budget kan echter ook gebruikt worden om andere vormen van hernieuwbare energie te stimuleren, om daarmee de afname van het aandeel hernieuwbaar (deels) te compenseren.

Tabel 4: Kasuitgaven SDE+

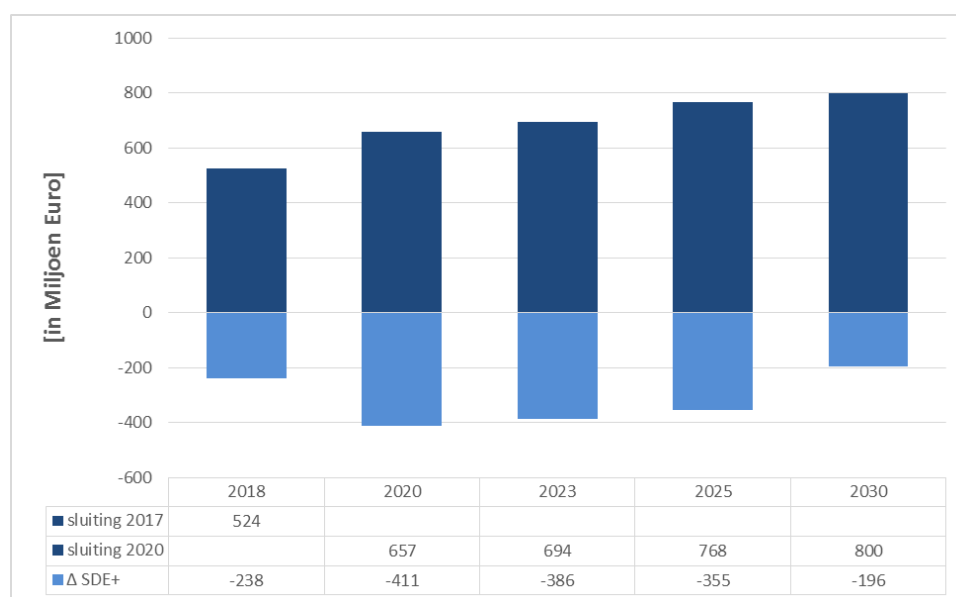
Mln €/jaar	2018	2020	2023	2025	2030
Sluiting 2017	-264	-477	-451	-456	-286
Sluiting 2020		-478	-451	-455	-286

2.5 Kosten elektriciteitsproductie en kosteneffectiviteit CO₂-emissiereductie

Kosten

Door de sluiting van de kolencentrales zullen de kosten van de elektriciteitsproductie stijgen. De kosten van elektriciteitsproductie door gasgestookte eenheden zijn gemiddeld genomen hoger, gegeven de gas- en kolenprijzen. Er is echter ook een verlagend effect op de kosten: gaseenheden zijn meer flexibel, de kosten van op- en afschakelen zijn lager en er is minder wind curtailment met meer gascentrales in de productiemix. Hierdoor geldt voor sommige uren dat de kosten van elektriciteitsproductie lager uitvallen in vergelijking tot NEV 2015. In zijn totaliteit zullen de kosten echter hoger zijn.

Daarnaast wordt er netto meer geïmporteerd, dit leidt ook tot hogere kosten. Import zal duurder zijn dan de elektriciteit die eerst door de kolencentrales werd opgewekt, anders zou ook zonder sluiting eerder elektriciteit zijn geïmporteerd dan dat de kolencentrales stroom zouden opwekken.

Figuur 6: Verschil in productiekosten en SDE+ budget

Figuur 6 geeft de meerkosten voor de elektriciteitsvoorziening in Nederland. Hierbij zijn de kosten en opbrengsten meegenomen van de gehele elektriciteitsproductie in Nederland, dus inclusief de kosten en opbrengsten van de export van elektriciteit én de kosten van de import van elektriciteit. In de jaren vanaf 2023 neemt het verlies aan netto opbrengsten toe vanwege de netto export in die jaren vanuit Nederland in de NEV 2015. Met het sluiten van de kolencentrales neemt de export af waardoor er minder verdiend wordt met de export, dit leidt tot een toename van de meerkosten. De toename is echter beperkt, dit komt door de grotere flexibiliteit van gascentrales.

De opbrengsten van de verkoop binnen én buiten Nederland van elektriciteit zullen weliswaar afnemen, maar buiten Nederland nemen ze toe door de toenemende netto export naar Nederland vanuit die landen. In de berekening van de kosten is hier geen rekening mee gehouden, aangezien de kosten vanuit nationaal perspectief worden beschouwd. Voor elektriciteitsproducenten die productiecapaciteit in verschillende landen hebben betekent dit dat het verlies aan opbrengsten binnen Nederland in meer of mindere mate gecompenseerd zal worden door een toename van het surplus in het buitenland. Hoe dit voor individuele bedrijven uitpakt hangt af van het aandeel kolen- en gascentrales in hun portefeuille en van de landen waar de eenheden staan.

Figuur 6 geeft ook de daling weer van de kasuitgaven van de SDE+ als gevolg van de afname van de biomassa meestook. Doordat er geen biomassa meer wordt ingezet voor meestook wordt daar ook geen CO₂-reductie meer mee gerealiseerd. Daardoor valt de reductie in CO₂-emissies lager uit, vergeleken met een situatie waarin er alleen kolen zou zijn verstoekt. De kosten die voor de meestook werden gemaakt komen dan ook te vervallen.⁴

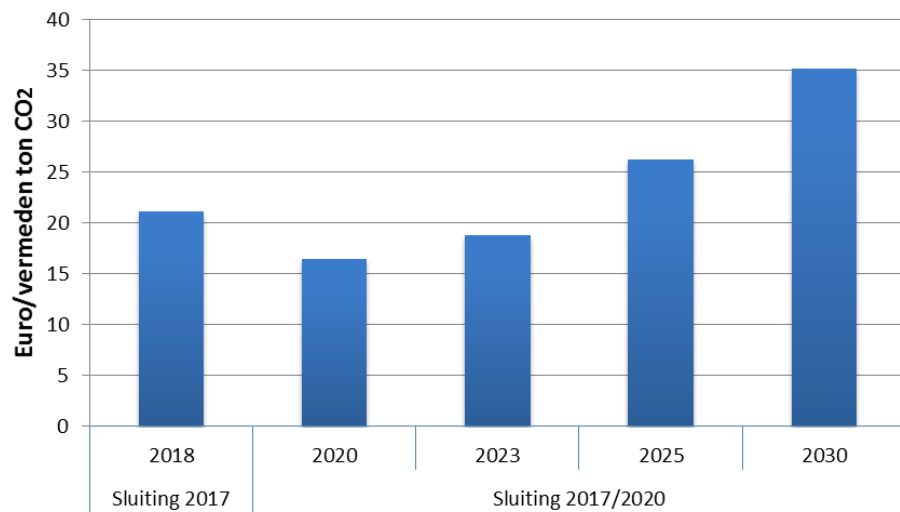
Een kostenpost die niet is meegenomen zal ontstaan bij de kolencentrales die ook warmte leveren voor stadverwarming. Hier zijn bij sluiting alternatieve warmtebronnen voor nodig, de kosten van deze alternatieven zijn niet berekend. Warmtelevering door kolencentrales in de Rijnmond wordt in de toekomst voorzien, daar zijn naar verwachting alternatieven voor beschikbaar. Voor de warmtelevering door de Amercentrale (Amer 9) zal geïnvesteerd moeten worden in alternatieve warmtebronnen.

Kosteneffectiviteit CO₂-emissiereductie

Met deze kosten voor de elektriciteitsproductie (zie 2.3) en de cijfers voor de CO₂-emissiereductie (zie 2.3) kan worden berekend wat de kosten zijn voor de Nederlandse maatschappij per ton vermeden CO₂.

⁴ Een alternatief is om de vrijgevallen SDE+-middelen in te zetten voor andere hernieuwbare energiebronnen. Daardoor stijgt het aandeel hernieuwbaar weer en resulteert het in additionele CO₂-emissiereducties. Zowel die reducties als de inzet van de bestede SDE+-middelen zouden dan beiden meegenomen moeten worden in de berekening van de kosteneffectiviteit. Naar verwachting zal de kosteneffectiviteit dan iets lager worden, maar zal het effect niet groot zijn. De verslechtering van kosteneffectiviteit zal mede afhangen van de keuze voor de technologie waarop het vrijgevallen SDE+ budget wordt ingezet. Voor een precieze berekening van het effect op het aandeel hernieuwbaar en de kosteneffectiviteit van de CO₂-emissiereductie zijn aanvullende berekeningen nodig.

Figuur 7: Kosten per vermeden ton CO₂



Figuur 7 geeft de resulterende kosten per ton CO₂. In 2020 zijn de kosten 16 €/ton vermeden CO₂. Daarna nemen de kosten toe. Dit komt doordat de meerkosten van de elektriciteitsproductie na sluiting van de kolencentrales toenemen en omdat de vrijval van SDE+ middelen voor biomassa meestook afneemt.

De kosten zijn relatief laag, onder andere omdat de CO₂-emissies deels naar het buitenland worden verplaatst en omdat fuel-switching, van kolen naar gas, een goedkope optie voor broeikasgas emissiereductie, te meer daar gascentrales die in de mottenballen staan tegen relatief lage kosten weer in bedrijf kunnen worden genomen⁵.

De hier gepresenteerde kosten geven een schatting van de kosten voor de maatschappij als geheel, vergeleken met het NEV-scenario zonder de sluiting van de kolencentrales. Ze geven geen beeld van de verdelingseffecten over producenten en consumenten.

⁵ Deze kosten van het uit de mottenballen halen van gascentrales zijn niet meegenomen in de analyse.



Referenties

ENTSO-E TYNDP (2014), *10-Year Network Development Plan 2014*. European Network of Transmission System Operators for Electricity. Brussels, Belgium.

K. Schoots en P. Hammingh (2015), *Nationale Energieverkenning (2015)*. ECN-O--15-033. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Schure, K.M.; Daniëls, B.W.; Ros, J.; Koelemeijer, R., *Quick scan mogelijke aanvullende maatregelen emissiereductie 2020 ten behoeve van Urgenda klimaatzaak*, ECN en PBL, ECN-O--15-038. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.



ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 ZG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl