

## Notitie

Amsterdam, 8 december 2016

**Afdeling** Policy Studies  
**Van** Koen Smekens, Paul Koutstaal  
**Aan** Gijs Zeestraten (Ministerie van Economische Zaken)

ECN-N--16-032

### Kopie

**Onderwerp** Gevolgen van scenario's uitfasering kolencentrales voor de emissies van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, fijn stof en kwik

## 1. Inleiding

Het Ministerie van Economische Zaken heeft door Frontier Economics een studie laten uitvoeren naar de effecten van varianten voor de sluiting van kolencentrales in Nederland (*ref*). Frontier heeft in zijn onderzoek gekeken naar effecten op de elektriciteitsmarkt, zoals elektriciteitsprijzen, de import en export van elektriciteit, het opgestelde vermogen en de elektriciteitsproductie. Frontier heeft ook de gevolgen in kaart gebracht voor de CO<sub>2</sub>-emissies in Nederland en in Europa. Tevens heeft Frontier globaal de uitstoot van overige emissies berekend.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft aan ECN Beleidsstudies gevraagd om eveneens de gevolgen van de emissies van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, fijn stof en kwik in kaart te brengen voor een aantal van de scenario's die door Frontier zijn doorgerekend, zie Tabel 1<sup>1</sup>.

**Tabel 1:** Scenario's kolencentrales

1.	Sluiting van alle kolencentrales per 2020, 2025, 2030 en 2040
2.	Sluiting van de twee oudste kolencentrales (jaren-90) per 2020
3.	CO <sub>2</sub> emissiereductie in de kolencentrales vanaf 2020 tot het maximum van een nieuwe gascentrale, kosten al dan niet voor rekening van de kolenproducenten

### Schadelijkheid bekeken stoffen

De hier bekeken stoffen hebben verschillende nadelige milieueffecten. Zo heeft de uitstoot van SO<sub>2</sub> nadelige gevolgen voor ecosystemen, doordat het bijdraagt aan verzuring van de bodem en van oppervlaktewater. Daarnaast kan SO<sub>2</sub> bijdragen aan de vorming van ozon, wat kan leiden tot tijdelijke luchtwegklachten en verminderde werking van de longen (bron: Compendium voor de Leefomgeving) en kan het bijdragen aan de vorming van fijn stof. Ook de uitstoot van NO<sub>x</sub> draagt bij aan verzuring en aan de ozonvorming.

Fijn stof heeft nadelige gezondheidseffecten. Het Compendium voor de leefomgeving geeft aan dat er gezondheidseffecten zijn als gevolg van langdurende blootstelling aan fijn stof (op een tijdschaal van

<sup>1</sup> Zie verder de studie van Frontier (te verschijnen) voor een omschrijving van de scenario's.

vele jaren), en als gevolg van kortdurende verhoogde blootstelling. Deze effecten treden op als gevolg van verhoogde blootstelling aan fijn stof gedurende een dag tot enkele dagen. Afhankelijk van de duur van de blootstelling en de concentratie leidt blootstelling aan fijn stof tot levensduurverkorting. Daarbij zijn de risico's op levensduurverkorting hoger voor risicogroepen zoals mensen met een hartaandoening (bron: Compendium voor de leefomgeving).

Kwik uit emissies wordt in het water deels omgezet naar methykwik, wat schadelijke effecten heeft op de ontwikkeling van zenuwen en hersenen bij kinderen. Daarnaast kan het bijdragen aan hart- en vaatziekten.<sup>2</sup>

In deze notitie doen we geen uitspraak over de gevolgen van de veranderingen in de emissies die we hebben berekend voor de negatieve milieu- en/of gezondheidseffecten. Dat is niet de expertise van ECN Beleidsstudies en bovendien is de afname van emissies niet eenvoudig te relateren aan negatieve milieu- en/of gezondheidseffecten. Dit komt doordat bij het bepalen van de specifieke effecten ook rekening moet worden gehouden met de locatie (en hoogte) van de uitstoot, de achtergrondconcentraties en de verspreiding van de emissies. Wel laten we zien hoe de berekende veranderingen in de emissies zich verhouden tot de totale emissies in Nederland.

Wanneer er in Nederland kolencentrales gesloten worden, zullen in het buitenland centrales de weggevallen productie uit Nederland deels overnemen. Dit zal zodoende leiden tot meer emissies ter plaatse. Tegenover de positieve milieu- en/of gezondheidseffecten die in Nederland kunnen optreden bij sluiting van centrales, staan negatieve effecten in de landen waar meer productie zou plaatsvinden. Welke centrales de weggevallen productie zouden overnemen (bruinkool, steenkool en/of gas) bepaalt de orde van grootte van de negatieve effecten in andere landen. Daarnaast kan meer elektriciteitsproductie in ons omringende landen ook een effect hebben op de concentraties van de verschillende stoffen in Nederland.

In de volgende paragraaf beschrijven we de aanpak die we hebben gehanteerd voor het berekenen van de emissies. In paragraaf 3 worden de veranderingen in de emissies gepresenteerd. Daarbij geven we ook aan hoe deze zich verhouden tot de landelijke emissies en tot de cijfers zoals gerapporteerd in de studie van Frontier Economics.

## **2. Aanpak**

Voor de berekening van de genoemde emissies is gebruik gemaakt van uitkomsten van de analyses van Frontier Economics. Frontier Economics heeft gegevens aangeleverd over de veranderingen in de elektriciteitsproductie in de verschillende scenario's ten opzichte van het referentiescenario. De data van Frontier zijn geaggregeerde gegevens voor elektriciteitsproductie naar brandstofdrager. ECN heeft op basis hiervan een berekening gemaakt van de benodigde brandstofinzet en vervolgens de daaraan gerelateerde emissies berekend. De resultaten zijn gepresenteerd als de verschillen in emissies met het referentiescenario, de totale emissies voor het referentiescenario en de doorgerekende varianten zijn niet berekend.

---

<sup>2</sup> Vincent, N and A. Rabi, Costs of Health Damage from Atmospheric Emissions of Toxic Metals: Part 2-Analysis for Mercury and Lead, in: *Risk Analysis* · March 2016.

De berekende effecten zijn geaggregeerde effecten voor de verschillende brandstofcategorieën, er is niet gekeken naar individuele centrales. De gerapporteerde effecten op de emissies zijn daarmee ook geaggregeerde effecten gebaseerd op gemiddelden voor de uitstoot van de verschillende stoffen en voor zowel de veranderingen in de emissies van de kolencentrales als van de gascentrales. Hierbij is rekening gehouden met verschillen in emissies tussen de jaren '90 centrales en de nieuwste centrales door per jaar een gemiddelde emissiefactor te berekenen op basis van de inzet van de verschillende centrales in het NEV2015 voorgenomen beleidsscenario.

De berekeningen van de jaarlijkse emissies van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en fijn stof zijn gebaseerd op de data over deze emissies die gebruikt zijn in de rapportage lucht emissies in de Nationale Energieverkenning (NEV) 2015 (referentie). Er is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat er in de toekomst laagzwavelige kolen gestookt zouden kunnen gaan worden. Dat brengt de emissies omlaag en daarmee ook de te realiseren emissiereductie. De berekeningen van de jaarlijkse uitstoot van kwik zijn gebaseerd op gegevens afkomstig uit milieujaarverslagen.

### 3. Gevolgen voor de emissies

#### Verschillen met het referentiescenario

Onderstaande tabellen laten de effecten zien op de jaarlijks cumulatieve emissies van de verschillende scenario's en varianten. Tabellen 2 t/m 5 geven de gevolgen weer voor sluiting van de centrales in de verschillende jaren. De veranderingen in de emissies worden gedreven door de achterliggende veranderingen in de productie van de kolen- en gascentrales zoals gerapporteerd door Frontier Economics. Veranderingen in de NO<sub>x</sub>-emissies kunnen daarbij afwijken van de andere emissies als de productie van gascentrales verandert, gascentrales hebben alleen een impact op de NO<sub>x</sub>-emissies, niet op de andere emissies.

**Tabel 2:** Emissies bij sluiting van alle kolencentrales in 2020

	2020	2025	2030	2035	2040
	1000 kg (kg voor kwik), verschil met het referentiescenario				
SO <sub>2</sub>	-4693	-4567	-4360	-2976	-2526
NO <sub>x</sub>	-3285	-4855	-4006	-2900	-1116
PM <sub>10</sub>	-284	-281	-239	-165	-1594
PM <sub>2,5</sub>	-217	-214	-183	-126	-122
Hg	-110 kg	-110 kg	-90 kg	-70 kg	-60 kg

De reductie van de NO<sub>x</sub>-emissies ten opzichte van het referentiescenario neemt verder toe in 2025, omdat de toename van de productie van gascentrales in 2025 beduidend lager is dan in 2020, zoals gerapporteerd door Frontier Economics. De totale emissiereductie ten opzichte van het referentiescenario wordt weer minder in de loop van de tijd, omdat de bereikte emissiereductie van de kolencentrales ten opzichte van het referentiescenario terugloopt.

**Tabel 3:** Emissies bij sluiting alle kolencentrales in 2025

	2020	2025	2030	2035	2040
	1000 kg (kg voor kwik), verschil met het referentiescenario				
SO <sub>2</sub>	0	-4567	-4360	-2976	-2526
NO <sub>x</sub>	0	-4855	-4006	-2900	-1116
PM <sub>10</sub>	0	-281	-239	-165	-1594
PM <sub>2,5</sub>	0	-214	-183	-126	-122
Hg	0	-110 kg	-90 kg	-70 kg	-60 kg

**Tabel 4:** Emissies bij sluiting alle kolencentrales in 2030

	2020	2025	2030	2035	2040
	1000 kg (kg voor kwik), verschil met het referentiescenario				
SO <sub>2</sub>	0	0	-2542	-1736	-1473
NO <sub>x</sub>	0	-3	-3573	-2603	-821
PM <sub>10</sub>	0	0	-239	-165	-159
PM <sub>2,5</sub>	0	0	-183	-126	-122
Hg	0	0	-90 kg	-70 kg	-60 kg

De cijfers van Frontier Economics laten in 2025 een zeer beperkte toename zien van de gasproductie, vooruitlopend op sluiting van de kolencentrales in 2030, vandaar dat de NO<sub>x</sub>-emissies in 2025 al zeer beperkt afnemen (de elektriciteitsopwekking uit kolen neemt in 2025 licht af).

**Tabel 5:** Emissies bij sluiting alle kolencentrales in 2040

	2020	2025	2030	2035	2040
	1000 kg (kg voor kwik), verschil met het referentiescenario				
SO <sub>2</sub>	0	0	0	0	-1473
NO <sub>x</sub>	0	0	0	0	-636
PM <sub>10</sub>	0	0	0	0	-159
PM <sub>2,5</sub>	0	0	0	0	-122
Hg	0	0	0	0	-60 kg

De gerealiseerde reductie van de NO<sub>x</sub>-emissies in 2040 ligt in dit scenario iets minder hoog dan bij sluiting in 2030 vanwege een iets hogere productie van de gascentrales in dit scenario.

De gevolgen voor de emissies van sluiting van alleen de twee jaren '90 kolencentrales met ingang van 2020 zijn weergegeven in Tabel 6.

**Tabel 6:** Emissies sluiting twee jaren '90 kolencentrales per 2020

	2020	2025	2030	2035	2040
	1000 kg (kg voor kwik), verschil met het referentiescenario				
SO <sub>2</sub>	-1665	-1616	-1557	0	0
NO <sub>x</sub>	-1426	-1664	-1326	0	0
PM <sub>10</sub>	-76	-76	-61	0	0
PM <sub>2,5</sub>	-58	-58	-47	0	0
Hg	-30 kg	-30 kg	-20 kg	0	0

Tot slot zijn de emissies in kaart gebracht indien de kolencentrales hun CO<sub>2</sub>-emissies terugbrengen tot op het niveau van een gascentrale. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen een variant waarin de elektriciteitsproducenten zelf de kosten dragen van de benodigde CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen zoals biomassa meestook of CCS, en een variant waarin de kosten voor die maatregelen door de overheid worden vergoed. De resultaten staan in Tabel 7 en Tabel 8. In beide varianten is er sprake van emissiereducties, al is de emissiereductie beduidend beperkter dan bij sluiting van centrales. Bij SO<sub>2</sub> vindt relatief de grootste emissiereductie plaats ten opzichte van het referentiescenario. Dit komt doordat de SO<sub>2</sub>-emissies door de inzet van biomassa lager zijn dan die bij de inzet van kolen. Door extra biomassa meestook toe te passen om de CO<sub>2</sub> emissies van de kolencentrales per geproduceerde MWh terug te brengen, worden dus tegelijkertijd dus ook de SO<sub>2</sub>-emissies beperkt.

**Tabel 7:** Emissies bij verminderde CO<sub>2</sub> emissies vanaf 2020, kosten voor rekening producenten

	2020	2025	2030	2035	2040
	1000 kg (kg voor kwik), verschil met het referentiescenario				
SO <sub>2</sub>	-1135	-808	-1470	-641	-377
NO <sub>x</sub>	-429	-243	-194	-4	47
PM <sub>10</sub>	-49	-22	-42	-3	-8
PM <sub>2,5</sub>	-38	-17	-32	-2	-6
Hg	-20 kg	-10 kg	-20 kg	0	0

**Tabel 8:** Emissies bij verminderde CO<sub>2</sub> emissies vanaf 2020, kosten NIET voor rekening producenten

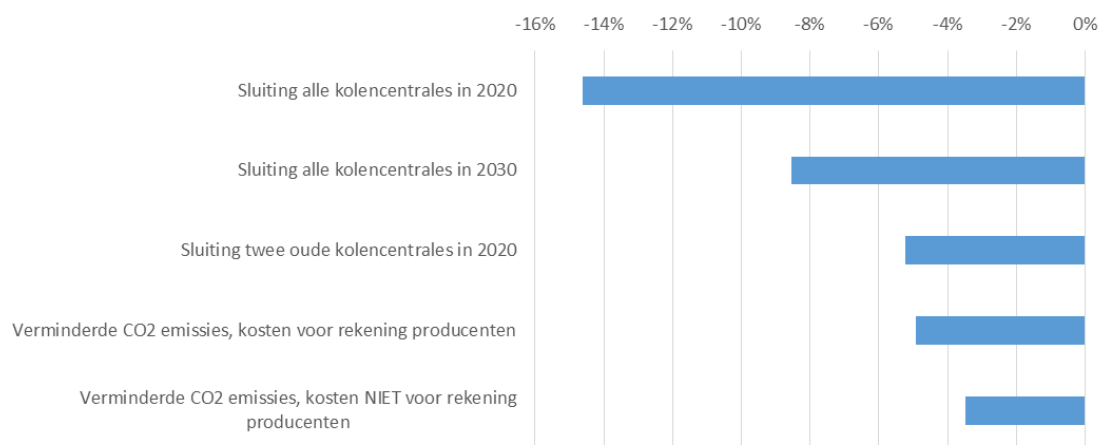
	2020	2025	2030	2035	2040
	1000 kg (kg voor kwik), verschil met het referentiescenario				
SO <sub>2</sub>	-741	-673	-1036	-670	-386
NO <sub>x</sub>	107	44	7	-36	-53
PM <sub>10</sub>	2	1	0	-2	-8
PM <sub>2,5</sub>	2	1	0	-2	-6
Hg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### Emissies in perspectief

Om een idee te geven van de relatieve omvang van de veranderingen in emissies bij het uitschakelen van kolencentrales zijn deze vergeleken met de landelijke emissies in 2013 voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, en PM<sub>2,5</sub> zoals gerapporteerd in de NEV 2015 (Kwik en PM<sub>10</sub> zijn niet opgenomen in de NEV van 2015). Voor SO<sub>2</sub> geldt dat de totale landelijke emissies in 2013 voor ca. 94% afkomstig waren uit de sector Industrie, energie, raffinage en afval. De sector verkeer is de grootste bron voor de emissies van NO<sub>x</sub> (ca. 60% van de totale emissies in 2013) en van PM<sub>2,5</sub> (ca. 40% van de totale emissies in 2013). Van alle emissies van NO<sub>x</sub> en PM<sub>2,5</sub> vindt ruwweg een kwart plaats in de sector Industrie, energie, raffinage en afval (NEV2015).

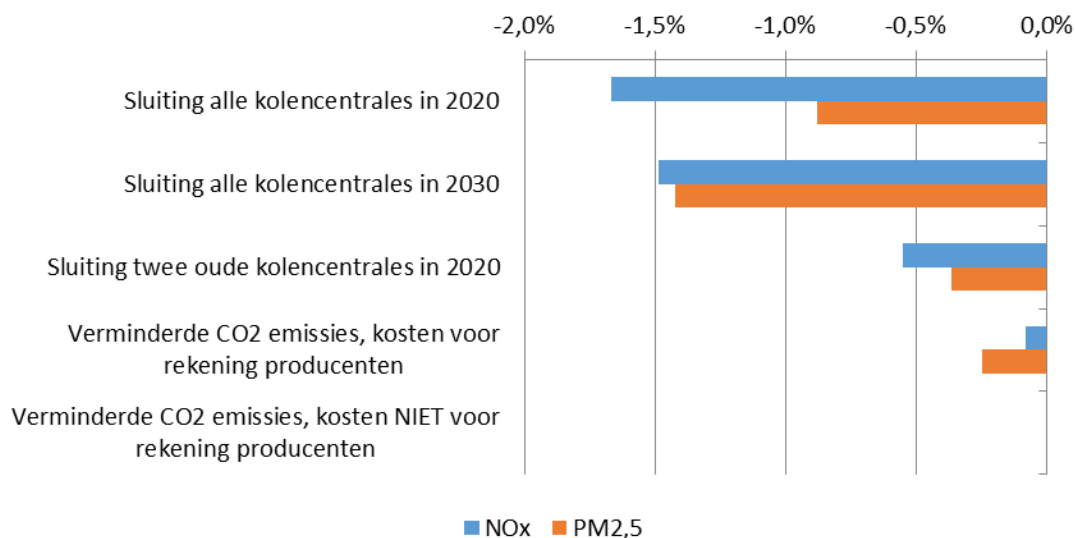
De grootste relatieve effecten doen zich voor bij de uitstoot van SO<sub>2</sub>. Figuur 1 geeft de reductie in SO<sub>2</sub>-emissies als aandeel van de landelijke uitstoot van SO<sub>2</sub> in 2030 voor een aantal scenario's. De effecten in 2030 zijn onderling goed vergelijkbaar voor de weergegeven scenario's, de uitstootreductie is in 2030 bovendien het grootst in de weergegeven scenario's (met uitzondering van sluiting van alle centrales in 2020, waar de jaren 2020 en 2025 een iets hogere SO<sub>2</sub>-emissiereductie laten zien ten opzichte van de totale landelijke uitstoot in 2013 van ruim 15%).

**Figuur 1:** SO<sub>2</sub> emissiereductie in 2030 als percentage van de landelijke uitstoot in 2013



Voor NO<sub>x</sub> en fijn stof geldt in alle geanalyseerde scenario's en jaren dat de emissiereductie op zijn hoogst 2 procent is van de nationale emissies, zie Figuur 2.

**Figuur 2:** NO<sub>x</sub> en PM<sub>2,5</sub> emissiereductie in 2030 als percentage van de landelijke uitstoot in 2013



De gerealiseerde emissiereducties zijn hier vergeleken met de nationale emissies. Zoals al aangegeven in de introductie worden de negatieve milieueffecten die samenhangen met de emissies van de hier geanalyseerde luchtverontreinigende stoffen veroorzaakt door concentraties van deze stoffen in de lucht. Lokale concentraties kunnen sterk verschillen, afhankelijk van de lokale uitstoot en van de achtergrondconcentratie. In het kader van de analyses voor deze notitie hebben we niet gekeken naar het effect van de emissiereducties op de verspreiding van deze emissies en op de lokale concentraties van de onderzochte emissies. De gevolgen voor de omvang van de milieueffecten van de geschatte emissiereducties zijn dan ook niet één-op-één af te leiden uit de relatieve omvang van de afname van de emissies.

### Disclaimer

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.