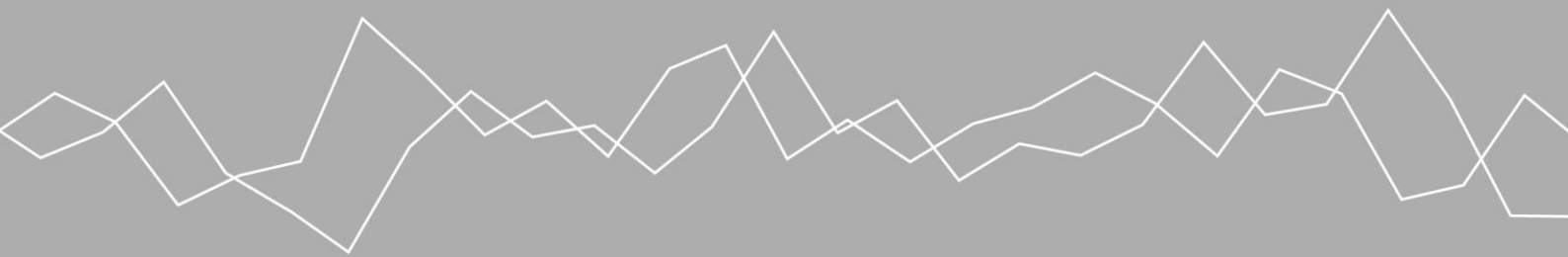


Sluiting kolencentrales



Amsterdam, april 2016
In opdracht van Natuur & Milieu

Sluiting kolencentrales

Analyse van de maatschappelijke kosten en baten

Eelco Buunk
Bert Hof
Bert Tieben



seo economisch onderzoek

“De wetenschap dat het goed is”

SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winstoogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.

SEO-rapport nr. 2016-18

ISBN 978-90-6733-807-3

Copyright ©2016 SEO Amsterdam. Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit dit rapport mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl

Samenvatting

De vervroegde sluiting van de vijf resterende kolencentrales in ons land in 2020 heeft een positief effect op de welvaart van in totaal € 4,7 miljard. Dit bedrag is de som van de maatschappelijke kosten en baten die aan de sluiting kunnen worden toegerekend. Het belangrijkste effect is het verminderen van de uitstoot van CO₂ en overige emissies zoals NO_x en fijnstof. De vermeden emissies vertegenwoordigen een maatschappelijke baat met een waarde van in totaal € 9,8 miljard.

Aanleiding en doel

Nederland heeft de komende jaren een forse opgave voor CO₂-reductie, voortvloeiend uit de afspraken in het Energieakkoord, de uitspraak in de Klimaatzaak van Urgenda en onze toezeggingen bij de Klimaatop in Parijs. Tegen deze achtergrond heeft Natuur & Milieu aan SEO Economisch Onderzoek de opdracht gegeven om te onderzoeken:

- wat de maatschappelijke kosten en baten zijn van het sluiten van de vijf laatste kolencentrales in 2020;
- wat de verdelingseffecten zijn met betrekking tot subsidies voor duurzame energie, CO₂-afvang en –opslag en toekomstige warmteplannen.

Maatschappelijke kosten en baten

Dit rapport onderzoekt de impact van de sluiting van alle kolencentrales in Nederland op de welvaart. Hiervoor worden de maatschappelijke kosten en baten van de sluiting in kaart gebracht. Deze kengetallen-kosten-batenanalyse veronderstelt dat de vijf resterende kolencentrales in ons land in 2020 stoppen met produceren en worden ontmanteld. Gebaseerd op eerdere modelexercities wordt aangenomen dat de productie uit deze centrales wordt opgevangen door de extra inzet van gascentrales en door extra import van elektriciteit. Het (versneld) sluiten van kolencentrales leidt binnen deze berekeningen dus niet tot meer productie van elektriciteit uit duurzame energiebronnen in Nederland. De sluiting van kolencentrales wordt vergeleken met een scenario waarin de kolencentrales conform hun economische levensduur pas in de periode na 2030 gaan sluiten.

Sluiting van de kolencentrales in 2020 vergroot de welvaart met circa € 4,7 miljard

De sluiting van de kolencentrales in 2020 heeft volgens de berekeningen per saldo een positief effect op de welvaart. De omvang van dit effect is afgerond € 4,7 miljard. Dit bedrag is het saldo van de maatschappelijke baten minus kosten die aan de sluiting kunnen worden toegerekend en in de kengetallenanalyse konden worden berekend.

Tabel S.1 (bovenkant) laat zien dat *energieafnemers* nadeel ondervinden door de sluiting van de centrales, omdat de elektriciteitsprijs hierdoor gaat stijgen. Deze hogere kosten voor energieafnemers vormen een verlies van consumentensurplus. De eigenaren van de kolencentrales verliezen de winst die ze op de productie van elektriciteit maken (producentensurplus). Daar staat tegenover dat de productie van de kolencentrales wordt vervangen door gascentrales die extra winst gaan maken. Deze winst is echter lager doordat gascentrales per eenheid energie minder winst maken. Ook leidt de hogere elektriciteitsprijs tot meer winst voor elektriciteit opgewekt uit zon en wind. Daarnaast verdwijnt een deel van de productie naar het buitenland via extra import. Per saldo

genereren *de energieproducenten* in Nederland minder winst. Dit verlies is per saldo € 1,9 miljard. Dit effect bestaat uit het verlies aan potentiële winst door de eigenaren van de kolencentrales die in 2020 worden gesloten (- € 5,3 mld.). Daar staan winsten tegenover voor de gascentrales die een deel van de productie overnemen (+ € 1,9 mld.). Ook overige producenten van elektriciteit genereren een hogere winst omdat de elektriciteitsprijs stijgt als gevolg van de sluiting van de kolencentrales. Deze winst voor de overige producenten is € 1,5 mld. Bij de berekening is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat er verschil kan zijn in het aandeel dat in buitenlandse handen is tussen kolencentrales enerzijds en gascentrales, windenergie en zonne-energie anderzijds. Dit in verband met de aard van de analyse (kengetallenanalyse) en het gebrek aan direct toepasbare kengetallen (met name betreffende de huidige en toekomstige aandelen van buitenlandse bedrijven in alle Nederlandse centrales). Het berekende verlies aan producentensurplus kan zodoende worden gezien als een maximum.

De *vermeden emissies* zijn de belangrijkste positieve bijdragen aan het saldo. Dit betreft de vermeden emissies van CO₂ en overige emissies zoals NO_x, fijnstof en kwik. Het sluiten van de kolencentrales in 2020 verlaagt de emissies van CO₂ in dat jaar met 16,3 mton. Dit bedraagt circa 11 procent van de totale emissies van CO₂ in dat jaar. De monetaire waardering van deze emissies is verkregen met behulp van de schadekostenmethodiek. Hierbij worden voor de desbetreffende stoffen de schadekosten gebruikt om emissies in monetaire waardes uit te drukken. Schadekosten zijn kosten die gemaakt moeten worden om de effecten van een bepaalde stof op het milieu, de natuur of de volksgezondheid op te vangen.

Tabel S.1 De sluiting van de kolencentrales in 2020 heeft een positief effect op de welvaart

Maatschappelijke kost of baat voor:	Omvang (€ in contante waarde*)
Energieafnemers (effect op consumentensurplus)	-3,1 mld.
Energieproducenten (via de winsten)	-1,9 mld.
Maatschappij als geheel via de CO ₂ -uitstoot	5,6 mld.
overige emissies	4,2 mld.
Saldo	4,7 mld.
Niet-berekende effecten:	(- of +)**
Effect op (kosten) warmteproductie	-PM
Effect op visuele kwaliteit landschap	+PM
Kosten van versnelde ontmanteling	-PM
Effect op piekprijzen, congestie	+PM
Effect op werkgelegenheid (tijdelijk)	-PM

Bron: SEO Economisch Onderzoek.

* Noot: periode 2020-2050, discountvoet 5,5%, behalve op CO₂-uitstoot en overige emissies: 4%.

** PM staat voor 'Pro Memorie'

Ontwikkeling effecten in de tijd

De belangrijkste effecten treden op direct nadat de kolencentrales in 2020 sluiten. Op dat moment is het effect op de kosten voor de energieafnemers door de gestegen prijs het grootst. Dit effect blijft ongeveer constant tot na 2030. Na 2030 neemt de consumptie van elektriciteit af, waardoor energieafnemers het effect van de hogere prijs minder sterk merken. Ook is de relatieve impact van de prijsstijging kleiner doordat na 2034 ook in de uitgangssituatie enkele kolencentrales sluiten.

Voor de winsten van de energieproducten neemt het negatieve effect geleidelijk toe na 2020 doordat de productie stijgt. Na 2034 wordt het negatieve effect kleiner doordat vanaf dat jaar de kolencentrales in de uitgangssituatie – dus zonder vervroegde sluiting in 2020 – gefaseerd zullen sluiten. Het relatieve verlies aan winst neemt dan geleidelijk af tot nul in 2050. De vermeden kosten van CO₂-emissie – een maatschappelijke baat – zijn na 2020 ongeveer constant tot het jaar 2034 waarop in de uitgangssituatie enkele kolencentrales gaan sluiten. Na dit jaar neemt de omvang van de waarde van de vermeden kosten van CO₂-emissies geleidelijk af naar nul in 2050.

Ontbrekende posten hebben waarschijnlijk per saldo een klein effect

Bij het saldo moet rekening worden gehouden met posten waarvan geen waarde of getal is berekend: zogenoemde ‘PM-posten’ (pro memorie). De waarde van deze posten is in het kader van deze kengetallen-analyse niet berekend, vanwege het ontbreken van direct toepasbare kengetallen. Tabel S.1 (onderkant) laat de richting van deze effecten zien. We verwachten dat het totaal aan PM-posten slechts een relatief beperkte invloed heeft op het totaalsaldo.

Op dit moment levert één kolencentrale warmte aan een stadsnetwerk en aan tuinders. Deze levering stopt bij het sluiten van de kolencentrale in 2020. Om deze reden staat in Tabel S.1 bij de kosten van de warmteproductie een ‘min’ omdat het wegvallen van deze kolencentrale betekent dat ook dit deel van de warmteproductie zal wegvallen waarvoor een alternatief gezocht moet worden met waarschijnlijk hogere kosten. Bij visuele kwaliteit landschap staat een ‘plus’ omdat het (vervroegd) sluiten van kolencentrales kan leiden tot een verbetering in de visuele kwaliteit van het landschap, terwijl de capaciteit van gascentrales naar verwachting door de sluiting niet zal worden uitgebreid en geen extra verbindingen (hoogspanningslijnen) met het buitenland nodig zullen zijn. Bij vervroegde sluiting van een kolencentrale staat een ‘min’ omdat naast het verdwijnen van toekomstige winsten waarschijnlijk een extra verliespost optreedt, namelijk de vervroeging van de kosten van de ontmanteling. Deze kosten bestaan eruit dat zonder afgedwongen sluiting de kolencentrales later zouden sluiten en later kosten zouden moeten maken om de centrales te ontmantelen. Dit is dus iets anders dan de misgelopen winsten door sluiting van kolencentrales (zoals berekend in het effect op het producentensurplus). De misgelopen winsten zijn gebaseerd op het verschil in omzet en variabele productiekosten (inclusief aankoop van emissierechten). De kosten van ontmanteling vormen een saldo waarbij rekening is gehouden met inkomsten door verkoop van onderdelen van de centrale. Bij piekprijzen en congestie staat een ‘plus’. Deze aspecten worden alleen beïnvloed als de vervangende energiebron wezenlijk verschilt in de invloed op congestie, benodigde netwerkcapaciteit, benodigde flexibiliteit en piekprijzen. De vervanging van kolen door gas in de productie van elektriciteit betekent op deze punten eerder een maatschappelijke baat dan een negatief effect.

Bij werkgelegenheid staat een ‘min’ omdat de sluiting van kolencentrales tijdelijk leidt tot een beperkt verlies aan banen. In 2020 bedraagt het verlies aan werkgelegenheid circa 220 arbeidsjaren. Dit verlies verdwijnt doordat de arbeidsmarkt zich in een periode van acht jaar aanpast. Dit effect is een vervroeging van het verlies van arbeidsjaren dat anders vanaf 2034 zou plaatsvinden. De sluiting van de kolencentrales in 2020 veroorzaakt dus geen structureel verlies aan werkgelegenheid.

Voorzienings- en leveringszekerheid

Effecten op de voorzienings- en leveringszekerheid zijn alleen van belang als de vervangende energiebron wezenlijk verschilt in termen van de beschikbaarheid en levering van energie.

Leveringszekerheid is bijvoorbeeld in het geding als er een groter risico ontstaat op stroomuitval door de switch naar gas als productiebron. Een gascentrale kan echter sneller af- en bijschakelen dan een kolencentrale. Daardoor kunnen onvoorziene aanpassingen in vraag en aanbod sneller worden opgevangen waardoor het risico op stroomuitval door incidenten eerder af- dan toeneemt. Op dit punt is er een relatie met de het onderdeel flexibiliteit hierboven.

Voorzieningszekerheid heeft betrekking op de langetermijnbeschikbaarheid van energiebronnen om te voorzien aan de vraag naar energie. Voor de analyseperiode van deze kengetallen-KBA (tot 2050) is er qua voorzieningszekerheid weinig verschil tussen gas en kolen als energiebron. Bovendien neemt de afhankelijkheid van fossiele energie in zijn algemeenheid af met de verduurzaming van de energievoorziening richting en vooral na 2050.

Biomassameestook in de kolencentrales valt weg

Met het sluiten van de kolencentrales valt ook de biomassameestook in deze centrales weg. Deze studie veronderstelt dat er geen aanvullende maatregelen worden genomen om het verlies aan productie van duurzame elektriciteit via biomassa te compenseren via andere bronnen van duurzame elektriciteit. De reden hiervoor is dat daarmee de maatschappelijke kosten en baten van het sluiten van de kolencentrales niet worden vermengd met de kosten en baten van compenserende maatregelen. Ook ligt niet vast wat de compenserende maatregelen moeten zijn. Dit kan plaatsvinden via verschillende investeringen in duurzame energie met uiteenlopende effecten qua maatschappelijke kosten en baten. Berekening van de maatschappelijke kosten en baten van deze alternatieven voor de biomassameestook vraagt een aparte studie en is geen onderdeel van deze kengetallen-KBA van de vervroegde sluiting van de kolencentrales in 2020.

Verdelingseffect

Subsidiestromen zijn op zich geen welvaartseffecten, maar geven wel een verdelingseffect weer: het wegvallen van subsidies gaat ten kosten van de subsidie-ontvanger en -via de overheid- ten bate van de rest van de maatschappij.

Het belangrijkste verdelingseffect is het wegvallen van de SDE+-subsidie voor de biomassameestook. Met deze subsidie is in 2020 jaarlijks een bedrag gemoeid van circa € 480 miljoen, welke afneemt tot circa € 290 miljoen in 2030. Het vrijkomen van dit subsidiebedrag is geen welvaartseffect, omdat de kosten van de SDE+-subsidie door de energiegebruikers via een opslag op de energierekening worden betaald. Deze kosten zouden bij een lager subsidiebedrag moeten dalen.

Het ligt in de rede dat het vrijgekomen budget aan SDE+-middelen zal worden benut voor de stimulering van andere bronnen van duurzame elektriciteit. Hoe dit precies uitpakt, is niet bekend en daarom ook niet berekend in deze kengetallen-KBA. Deze stimulering van andere bronnen kan aanleiding geven voor additionele maatschappelijke kosten en baten. Dit is een onderzoek op zich.

Scenario's voor de elektriciteitsmarkt

De maatschappelijke kosten en baten van de sluiting van de kolencentrales zijn berekend tegen de achtergrond van scenario's voor de ontwikkeling van de elektriciteitsmarkt. Deze scenario's nemen tot 2030 het vastgestelde en voorgenomen beleid als uitgangspunt, zoals berekend voor de *Nationale Energieverkenning*. Vanaf 2030 ontstaat er meer ruimte voor aanscherping van het klimaatbeleid

waarbij gestreefd wordt naar lagere emissies van broeikasgassen in 2050 en hogere percentages duurzame energie. Voor deze periode hebben de Planbureaus recentelijk scenario's gemaakt onder de noemer *Welvaart en Leefomgeving* (WLO). Deze scenario's kennen een hoge en een lage variant die verschillen qua economische groei en de bereidheid om via internationale samenwerking effectief klimaatbeleid te voeren. De berekening van dit rapport is gebaseerd op de uitgangspunten van het WLO-laag scenario dat in 2050 een verlaging van de CO₂-emissie realiseert van 45 procent ten opzichte van 1990. De gevoeligheidsanalyse berekent het verschil met WLO-hoog als uitgangspunt. Dit scenario realiseert in 2050 een vermindering van de CO₂-emissies van 65 procent ten opzichte van 1990 onder meer door invoering van een wereldwijd emissiehandelssysteem. Tegen de achtergrond van dit scenario is het saldo van de maatschappelijke kosten en baten van de sluiting van de kolencentrales lager. Dit effect wordt veroorzaakt doordat de hoge CO₂-prijzen in WLO-hoog ervoor zorgen dat de kolencentrales medio 2035 niet langer rendabel zijn en dus als gevolg hiervan niet langer produceren. Het effect van de beleidsmaatregel – sluiting van de centrales in 2020 – is daardoor minder lang voelbaar en genereert per saldo minder voordelen voor de samenleving. Een belangrijk deel van deze voordelen – lagere emissies – komt al tot stand door de maatregelen die onderdeel vormen van het scenario, zoals een wereldwijd emissiehandelssysteem. Per saldo daalt het effect van de sluiting in het WLO-hoog scenario naar € 3,6 miljard. Energieafnemers hebben in dit scenario een lager consumentensurplus (- € 2,8 miljard) en energieproducenten per saldo een lagere winst (- € 1,5 miljard). De maatschappelijke baat van de vermeden CO₂-emissies is € 4,5 miljard en van de overige emissies € 3,4 miljard.

De invloed van de discontovoet is gering

De bedragen in Tabel S.1 zijn opgeteld over de gehele analyseperiode om ze vergelijkbaar te maken. Daarbij is het toepassen van een zogenaamde discontovoet voorgeschreven. Voor deze analyse is de hoogte van de discontovoet 5,5 procent, behalve voor CO₂-emissies en overige emissies, waarvoor een discontovoet van 4 procent is gebruikt. Soms beïnvloedt de vrij technische aanname over de discontovoet de uitkomst van de analyse in belangrijke mate. Daarom is het saldo van de maatschappelijke baten minus kosten ook berekend met een lagere discontovoet van 3 procent voor de effecten op energieafnemers en energieproducenten en 2,75 procent voor de milieueffecten. Deze verlaging van de discontovoet leidt tot een daling van het saldo van maatschappelijke baten minus kosten van ongeveer € 0,5 miljard. Daarmee blijft de uitkomst in kwalitatieve zin gelijk en is de uitkomst robuust voor variaties in de discontovoet.

Conclusies

Het sluiten van alle kolencentrales in 2020 levert een maatschappelijke netto baat op. Tegenover negatieve effecten op de energieafnemers en netto gezien negatieve effecten op de energieproducenten staan voldoende baten van vermeden CO₂- en andere emissies. Deze uitkomsten zijn robuust in termen van de toegepaste discontovoet en het toegepaste toekomstscenario.

Inhoudsopgave

Samenvatting	i
1 Inleiding	1
2 Analyse kader	3
2.1 Vaststelling nul- en beleidsalternatief.....	3
2.2 Identificatie partijen en effecten	4
3 Beschrijving van nul- en beleidsalternatief	9
3.1 Beschrijving nulalternatief.....	9
3.2 Beschrijving beleidsalternatief.....	15
4 Berekening van kosten en baten	17
4.1 Effecten op elektriciteitsproductie, de productiemix en de elektriciteitsprijs	17
4.2 Bepalende effecten	17
4.3 Overige effecten	27
5 Resultaten en conclusies	33
Literatuur	39
Bijlage A Achtergrond gebruikte kengetallen emissies	41
Bijlage B Verschil in emissies tussen beleidsalternatief en nulalternatief	43

1 Inleiding

Aanleiding en doel

Nederland heeft de komende jaren een forse opgave voor CO₂-reductie, voortvloeiend uit de afspraken in het Energieakkoord, de uitspraak in de Klimaatzaak van Urgenda en onze toezeggingen bij de Klimaattop in Parijs.

In het Energieakkoord is in 2013 afgesproken dat hernieuwbare energie steeds meer de plaats moet innemen van fossiele energie: in 2020 moet er 14 procent hernieuwbare energie gerealiseerd zijn in Nederland. Bovendien is er in dit akkoord een afspraak gemaakt om vijf oude kolencentrales te sluiten in 2016/2017. Recent is ook een kamermotie aangenomen om alle Nederlandse kolencentrales uit te faseren en daarvoor een plan op te stellen.

De uitspraak in de Urgenda Klimaatzaak betekent dat Nederland in 2020 ten minste 25 procent CO₂-reductie in 2020 moet realiseren ten opzichte van 1990. Om te kijken hoe dat te realiseren is, is een interdepartementaal beleidsonderzoek uitgevoerd dat in april 2016 gepubliceerd wordt. Verder heeft Nederland zich op de Klimaattop in Parijs, samen met 195 andere landen, gecommitteerd aan een maximale temperatuurstijging van 2 graden, met de ambitie om naar 1,5 graad te streven. Ook deze afspraak vraagt om hogere CO₂-reductiedoelen dan die zijn overeengekomen in het Energieakkoord, en daarmee om extra maatregelen.

Tegen deze achtergrond heeft Natuur & Milieu aan SEO de opdracht gegeven om te onderzoeken:

- wat de maatschappelijke kosten en baten zijn van het sluiten van de vijf laatste kolencentrales in 2020;
- wat de verdelingseffecten zijn met betrekking tot subsidies voor duurzame energie, CO₂-afvang en –opslag en toekomstige warmteplannen.

Maatschappelijke kosten en baten

Dit rapport brengt de werkelijke kosten van kolencentrales voor de maatschappij in kaart door middel van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van het sluiten van in Nederland gevestigde kolencentrales per 2020. Een MKBA is gericht op het meenemen van alle effecten op de maatschappelijke welvaart, zonder effecten dubbel te tellen, met als streven om deze effecten onderling vergelijkbaar te maken (via het uitdrukken van kosten en baten in monetaire eenheden: euro's). Dit omvat ook effecten op de gezondheid, het milieu en de natuur. In een MKBA kunnen tevens verdelingseffecten worden weergegeven: effecten die geen netto welvaartseffect inhouden. Subsidies, claims en dergelijke vallen daar bijvoorbeeld onder.

De analyse heeft het karakter van een kengetallen-KBA. De focus ligt op het kwantificeren van de bepalende effecten van het sluiten van kolencentrales op basis van reeds beschikbare cijfers. Tegelijkertijd is het van essentieel belang om volledig te zijn in het benoemen van effecten.

Leesmijzer

Hoofdstuk 2 bevat het analysekader: de uit te voeren stappen van de kengetallen-KBA, alsmede de vaststelling van het beleidsalternatief (de te onderzoeken maatregel) en het nulalternatief (zonder

te onderzoeken maatregel) en een inventarisatie van effecten. Hoofdstuk 3 beschrijft vervolgens het nul- en beleidsalternatief, op basis waarvan hoofdstuk 4 de maatschappelijke kosten en baten berekent. Hoofdstuk 5 geeft de resultaten.

2 Analyse kader

In een MKBA worden de volgende analysestappen uitgevoerd:

- vaststellen van het nulalternatief: de ontwikkelingen zonder nieuw (overheids-)ingrijpen;
- keuze voor meerdere toekomstscenario's als onzekere toekomstige ontwikkelingen invloed hebben op de uitkomsten;
- vaststellen van het beleidsalternatief: het nieuwe overheidsingrijpen (in dit geval het afdwingen van de sluiting van kolencentrales), mogelijk in verschillende beleidsvarianten;
- identificatie van effecten: inventariseren en indelen van de effecten die zouden kunnen optreden als gevolg van de sluiting van kolencentrales;
- inschatten van effecten: het vaststellen van het verschil in uitkomsten tussen de situatie met afgedwongen sluiting van kolencentrales (beleidsalternatief) versus de situatie zonder die afgedwongen sluiting (nulalternatief); zoveel mogelijk kwantitatief, anders kwalitatief;
- waarderen van effecten: het in welvaartseffecten (en in geldwaarde) uitdrukken van de ingeschatte effecten;
- presenteren en interpreteren van de resultaten: de resultaten worden samengevat in tabellen met waardes per jaar, waardes over de hele analyseperiode en als saldo van baten minus kosten; hierbij speelt het verdisconteren van toekomstige bedragen naar de huidige periode een rol (het berekenen van de contante waarde van toekomstige geldstromen);
- gevoeligheidsanalyses op de resultaten: het in kaart brengen van de mogelijke variatie in uitkomsten, hetzij als integraal onderdeel van de berekeningen (bijvoorbeeld in termen van bandbreedtes), hetzij als een separate analyse op de belangrijkste bepalende factoren.

Dit hoofdstuk stelt het nulalternatief en het beleidsalternatief vast en voert de identificatie van effecten uit. Hoofdstuk 3 beschrijft het nul- en beleidsalternatief, waarop hoofdstuk 4 de kosten en baten inschat en waardeert.

2.1 Vaststelling nul- en beleidsalternatief

Het nulalternatief betreft de ontwikkeling in het aantal kolencentrales op Nederlands grondgebied in de tijd, gegeven het huidige en reeds vastgestelde beleid. Dit is in beginsel het aantal nu minus de verwachte sluitingen in de toekomst plus de eventuele verwachte nieuwe kolencentrales. In het beleidsalternatief dwingt de Nederlandse overheid (bijvoorbeeld via normstelling) het sluiten van in Nederland gevestigde kolencentrales af, in beginsel per 2020. Ook het openen van eventuele nieuwe kolencentrales wordt voorkomen.

De analyseperiode bestrijkt de jaren waarin er een verschil bestaat tussen het nulalternatief en het beleidsalternatief. Om die reden start de analyseperiode in 2020 (sluiting kolencentrales) en loopt deze tot uiterlijk 2054, want dan loopt de technische levensduur van de laatste kolencentrale af. Verder wordt aangesloten bij de analyseperiode en de zichtjaren zoals toegepast in toekomstscenario's (zie hoofdstuk 3). De term zichtjaren duidt aan dat niet voor alle jaren cijfers beschikbaar zijn, maar alleen voor enkele (belangrijke) jaren.

2.2 Identificatie partijen en effecten

Partijen

De belangrijkste te onderscheiden partijen zijn:

- de energieproducenten;
- de afnemers van energie: bedrijven en huishoudens;
- burgers in den brede (gezondheidseffecten, effecten via klimaatsverandering en effecten op natuur en milieu);
- de overheid (als er effecten zijn via de inkomsten en uitgaven van de overheid).

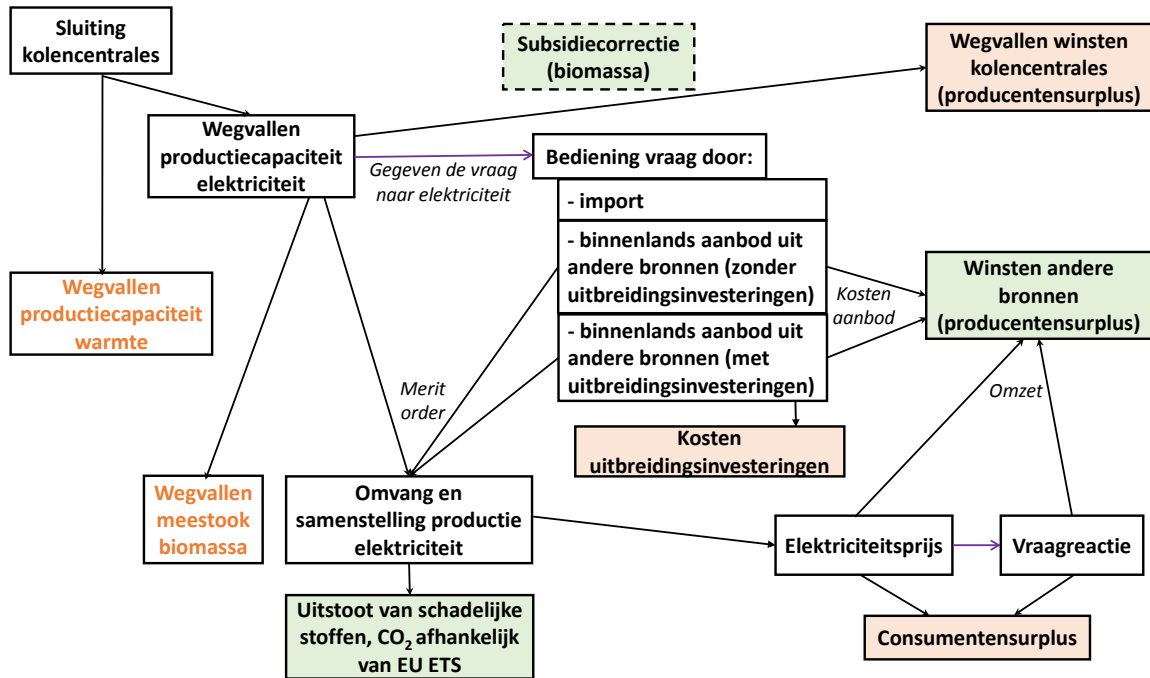
Effectenboom

Het verschil tussen het beleidsalternatief en het nulalternatief bestaat uit het eerder sluiten van bestaande kolencentrales die anders later zouden zijn gesloten.¹ Dit betekent voor de periode tussen eerdere sluiting en oorspronkelijke sluiting in de eerste plaats het verlies aan productiecapaciteit voor elektriciteit en voor warmte.

Figuur 2.1 geeft schematisch de belangrijkste effecten van de sluiting van kolencentrales weer. De welvaartseffecten zijn hierin met de groene (positieve effecten) en oranje (negatieve effecten) vlakken aangegeven. Het vlak met onderbroken lijnen geeft aan dat hier mogelijk een welvaartseffect is: indien er productiesubsidies bestaan dient het effect op het producentensurplus daarop te worden gecorrigeerd (zie ook verderop). Oranje letters geven aan dat er waarschijnlijk in eerste instantie een negatief effect plaatsvindt (zie verderop). Paarse pijlen geven in het bijzonder gedragsreacties weer. Effecten op het wel of niet behalen van klimaatdoelen (of het makkelijker of minder makkelijk behalen van klimaatdoelen) zijn in de figuur niet separaat weergegeven. In de berekening van maatschappelijke baten en kosten speelt dit geen rol: het gaat daarbij met name om de verandering in de uitstoot van broeikasgassen en schadelijke stoffen.

¹ In theorie zouden er nieuwe kolencentrales kunnen worden geopend (of investeringen kunnen plaatsvinden ter uitbreiding van de capaciteit van bestaande kolencentrales). In het nulalternatief vindt dit evenwel niet plaats. Dit is consistent met een toekomstscenario waarin het oprichten van nieuwe kolencentrales én niet financieel aantrekkelijk én politiek niet haalbaar is.

Figuur 2.1 Gestileerde weergave van de bepalende effecten van sluiting van kolencentrales



Bron: SEO.

De sluiting van kolencentrales betekent in ieder geval het wegvallen van de daarmee gepaard gaande *productiecapaciteit voor elektriciteit* (linksboven in de figuur). Dit houdt een verlies aan producentensurplus (winst: omzet minus kosten) in (rechtsboven in de figuur). Dat verlies dient wel te worden gecorrigeerd voor eventuele toegekende subsidies, want deze mogen een opbrengst voor de producent zijn, ze vormen slechts een overdracht van middelen voor de maatschappij als geheel (midden boven in de figuur). Gegeven de vraag in Nederland (en het buitenland) zal het weggevalen aanbod van elektriciteit door kolencentrales *productie uit andere bronnen* uitlokken. Dit levert uit die bronnen weer producentensurplus op, dat wil zeggen voor zover het geen vervanging door import betreft (rechts midden in de figuur). Als een toename in de binnenlandse productie *uitbreidingsinvesteringen* vereist, leidt dat tot kosten van die investeringen (in de figuur is verondersteld dat het producentensurplus betrekking heeft op het verschil tussen omzet en variabele kosten).

De verschuiving van kolen naar andere bronnen verandert aldus de *samenstelling van de productie van elektriciteit* en mogelijk ook de *omvang* van de binnenlandse productie (midden onder in de figuur). Dit heeft consequenties voor de uitstoot van stoffen en gassen die schadelijk zijn voor de gezondheid en het milieu (eveneens midden onder in de figuur).

Eenvoudig gesteld zullen er onder een goed werkend EU ETS (met een knellend plafond) geen baten zijn van *verminderde CO₂-uitstoot*, onder een slecht functionerend EU ETS (zonder een knellend plafond) juist wel. Het ETS is het Europese emissiehandelssysteem voor CO₂. Dit systeem houdt in dat bedrijven rechten moeten kopen voor de uitstoot van CO₂. De totale uitstoot van CO₂ is aan een plafond gebonden. Niet alle sectoren vallen echter onder de werking van het ETS. Onder het EU ETS worden bij sluiting van kolencentrales in ieder geval *emissierechten* uitgespaard. Dit is in beginsel onderdeel van de (variabele) productiekosten (en daarmee het producentensurplus). CO₂-uitstoot heeft als broeikasgas een relatie tot klimaatverandering en de

daarmee gepaard gaande maatschappelijke kosten. In subparagraaf 4.2.4 gaan we nader in op het belang van de werking van het EU ETS.

De veranderde samenstelling van de productie van elektriciteit kan invloed hebben op de *elektriciteitsprijs* (rechts onder in de figuur). Dit kan consequenties hebben voor de winst van energieproducenten: het beïnvloedt immers de omzet via de prijs. Ook kan dit een vraagreactie uitlokken. Deze vraagreactie tezamen met de verandering in de elektriciteitsprijs bepaalt de verandering in het consumentensurplus (nog steeds rechts onder in de figuur). Tevens kan er via deze weg (via de afzet) een invloed zijn op de winst van energieproducenten.

De in Figuur 2.1 weergegeven welvaartseffecten zijn de volgende. Er treedt een verschuiving op van *producentensurplus* bij kolencentrales naar andere bronnen. Het netto effect hiervan wordt in belangrijke mate bepaald door de mate waarin binnenlandse productie vervangen wordt door *import*. Een verandering in de elektriciteitsprijs beïnvloedt het *consumentensurplus*. Dit is in de figuur als een negatief effect opgevat, in de veronderstelling dat de elektriciteitsprijs zal stijgen. De *vermindering van de uitstoot* levert positieve effecten op.

In de figuur genoemd, maar omwille van de overzichtelijkheid daarin niet uitgewerkt, zijn het effect op *warmteproductie* en de *meestook van biomassa*. De Amercentrale is de enige kolencentrale met een aansluiting op een warmtenetwerk. De warmteproductie door deze kolencentrale valt weg en het is de vraag hoe deze door andere bronnen (met name gas) wordt opgevangen. Daarvoor zouden aansluitingen op warmtenetten nodig zijn. Als elektriciteitsproductie door kolencentrales wegvault, valt tevens de biomassameestook hierin weg. Dit zou bijvoorbeeld kunnen leiden tot een beleidswijziging om duurzaamheidsdoelen te behalen.

Indeling in effecten

We hanteren een praktisch onderscheid in effecten:

- bepalende effecten en overige effecten. De bepalende effecten betreffen de naar verwachting meest omvangrijke effecten.
- te kwantificeren en niet te kwantificeren effecten. De niet te kwantificeren effecten worden benoemd en kwalitatief geduid.

Het streven is om de bepalende effecten zoveel en zo goed mogelijk te kwantificeren, op basis van reeds beschikbaar cijfermateriaal. Als kwantitatieve inschatting binnen dit onderzoek niet mogelijk is, worden de effecten kwalitatief geduid.

De *bepalende effecten* lopen via investeringen en via de elektriciteitsproductie:

- mogelijke effecten op *investeringen* (mogelijke capaciteitsuitbreidingen bij andere bronnen dan kolen);
- het effect via (variabele) productiekosten en de elektriciteitsprijs op het *producentensurplus* van energieproducenten;
- het effect via de elektriciteitsprijs op het *consumentensurplus* van de afnemers van elektriciteit;
- het effect via *CO₂-emissies of CO₂-emissierechten*² (zie verderop);
- het effect op gezondheid en natuur via de *uitstoot van schadelijke stoffen*;

² Een effect op CO₂-emissierechten is alleen additioneel als het niet al is meegenomen in de productiekosten en de elektriciteitsprijs.

- effecten via *warmteproductie*;
- effecten via *biomassameestook*.

De *overige effecten* zijn:

- effecten op de visuele kwaliteit van het landschap;
- de kosten van versnelde sluiting (ontmanteling);
- effecten op variabelen als piekprijzen, netwerkcapaciteit, congestie en flexibiliteit;
- effecten op de voorzienings- en leveringszekerheid;
- werkgelegenheidseffecten;
- effecten op financiële stromen via de overheid (belastingen en subsidies). Dit kan deels ter correctie zijn op bepalende effecten, deels een kwestie van verdeling van effecten.

Het kwantificeren van de overige effecten gebeurt als deze naar verwachting duidelijk van nul afwijken en als de omvang met beschikbare cijfers is in te schatten.

Effecten op warmteproductie en biomassameestook worden in de analyse wel gekwantificeerd, maar het uiteindelijke welvaartseffect hiervan kan binnen dit onderzoek niet worden vastgesteld.

3 Beschrijving van nul- en beleidsalternatief

Hoofdstuk 2 maakt duidelijk dat voor de berekening van maatschappelijke kosten en baten van sluiting van kolencentrales in ieder geval nodig is:

- de elektriciteitsproductie inclusief de verdeling hiervan over de verschillende productiebronnen (kolen, gas, zon, wind, ...) in het nulalternatief en het beleidsalternatief;
- de bijbehorende productiekosten en de resulterende elektriciteitsprijs in het nulalternatief en het beleidsalternatief;
- de binnenlandse vraag in nul- en beleidsalternatief.

Bij voorkeur zijn deze (en andere) variabelen onderdeel van consistente sets van variabelen in de vorm van scenario's voor de elektriciteitsmarkt of modeldoorrekeningen. Hiervoor worden in dit rapport beschikbare scenario's en modeldoorrekeningen gebruikt, waar nodig aangevuld met eigen inschattingen. In dit hoofdstuk lichten we het belangrijkste bronnenmateriaal hiervoor toe. We sluiten tot en met 2030 aan bij door ECN ontwikkelde scenario's en modeldoorrekeningen voor de elektriciteitsmarkt. Voor het nulalternatief betreft dit het scenario vastgesteld&voorgenomen beleid uit de *Nationale Energieverkenning 2015* van ECN, PBL, CBS & RVO (2015) (verder: v&v NEV2015)³. Voor het beleidsalternatief maken we gebruik van de analyses van Van Hout & Koutstaal (2015), *Effecten van het vervroegd sluiten van de Nederlandse kolencentrales*. Na 2030 tot en met 2050 gebruiken we variabelen uit het toekomstscenario WLO-Laag uit Matthijsen et al. (2015) en Matthijsen et al. (2016), zijnde het onderdeel klimaat en energie in de Toekomstverkenning welvaart en leefomgeving (WLO)⁴.

De reden dat we deze scenario's gebruiken is dat we hierdoor tot en met 2030 gebruik kunnen maken van de modelberekeningen van het sluiten van kolencentrales onder een consistente verzameling van economische marktvariabelen. Na 2030 kunnen we geen gebruikmaken van het scenario vastgesteld&voorgenomen beleid uit de Nationale Energieverkenning 2015, omdat het betreffende scenario niet doorloopt tot na 2030. Vandaar dat we voor de periode na 2030 gebruikmaken van het toekomstscenario WLO-Laag, dat van de toekomstscenario's in de WLO het meest aansluit bij het scenario vastgesteld&voorgenomen beleid tot en met 2030. De scenario's sluiten niet naadloos op elkaar aan, zodat we enige aanpassingen hebben verricht op variabelen uit WLO-Laag.

Paragraaf 3.1 beschrijft het nulalternatief, paragraaf 3.2 het beleidsalternatief.

3.1 Beschrijving nulalternatief

Het nulalternatief gaat uit van een ontwikkeling in het aantal kolencentrales op Nederlands grondgebied gegeven het huidige en reeds vastgestelde beleid, dus zonder nu nog niet afgesproken

³ Zie: <https://www.ecn.nl/nl/energieverkenning/>

⁴ Zie: www.wlo2015.nl/

sluitingen in de toekomst. Deze paragraaf beschrijft de relevante kernvariabelen die worden gehanteerd in dit toekomstscenario. De belangrijkste aannames van het nulalternatief tot en met 2030 (uit het scenario vastgesteld & voorgenomen beleid uit de Nationale Energieverkenning 2015) staan samengevat in Tekstvak 3.1.

Tekstvak 3.1 Belangrijkste beleidsaannames v&v NEV2015

Er wordt aangenomen dat de ETS niet perfect gewerkt heeft, maar dat het systeem effectiever wordt door aanscherping van de reductiefactor, waarmee het aanbod van emissierechten elk jaar wordt verlaagd, en de instelling van de marktstabiliteitsreserve, waardoor het aanbod van rechten meer in overeenstemming met de vraag kan worden gebracht. Hierdoor zal de CO₂-prijs naar verwachting tot € 20,1 per ton toenemen in 2030.

Van het SDE+-budget wordt aangenomen dat het wordt doorgetrokken richting 2030. Hierbij worden dalende prijzen voor biomassa verwacht vanaf 2025, waardoor de subsidies voor kolencentrales die biomassa meestoken zullen dalen (zie ook Van Hout en Koutstaal, 2015).⁵

In de Energieverkenning wordt tevens uitgegaan van de sluiting van vijf oude kolencentrales. Het kolenverbruik zal dalen tot 2020, ondanks de ingebruikname van de MPP3, Rotterdam-1 en de Eemshaven-12 centrales. Er wordt verwacht dat het kolenverbruik na 2020 stabiel zal blijven tot 2030 en er dus geen capaciteitsuitbreiding zal plaatsvinden.

De doelen uit het Energieakkoord zijn in de NEV opgenomen. In de variant ‘voorgenomen beleid’ worden maatregelen die nog niet officieel zijn vastgesteld, maar wel concreet genoeg om in berekeningen te verwerken, meegenomen. Hiermee wordt de voortgang van het Energieakkoord in kaart gebracht.

Van de economische groei wordt verwacht dat deze tot 2020 1,8 procent per jaar zal bedragen en na 2020 tot 2025 jaarlijks 2,0 procent, waarna er een afvlakking plaatsvindt tot 1,4 procent per jaar tot 2030.

Bron: ECN, PBL, CBS & RVO (2015).

Voor de jaren na 2030 tot en met 2050 gebruiken we als uitgangspunt het scenario WLO-Laag uit Matthijsen et al. (2015) en uit Matthijsen et al. (2016). De belangrijkste aannames in dit scenario staan samengevat in Tekstvak 3.2.

Tekstvak 3.2 Belangrijkste beleidsaannames WLO-Laag

In het WLO-laag scenario wordt aangenomen dat de Europese emissiehandel niet toeneemt in effectiviteit. Derhalve blijven de CO₂-prijzen laag. Hierbij wordt ook het reductiedoel bijgesteld van -40 naar -30 procent. Door de moeizame internationale samenwerking blijft er sprake van aanvullend nationaal klimaatbeleid, zoals subsidies.

De kolenprijs zal stijgen volgens dit scenario. Het aandeel kolen zal dan ook afnemen; het totaal door fossiele brandstof opgewekte deel van de elektriciteitsproductie zal in 2030 40 procent zijn en tot 2050 dalen tot 25 procent.

⁵ SDE+ is de belangrijkste subsidieregeling voor de productie van duurzame energie (Stimulering Duurzame Energieproductie). De subsidie is gelijk aan het verschil tussen de productiekosten van verschillende vormen van duurzame energie en de marktprijs. Daardoor is duurzame energie commercieel te exploiteren. De subsidie wordt alleen uitgekeerd voor energie die ook daadwerkelijk de markt bereikt en bevordert zo de exploitatie.

In het scenario laag wordt uitgegaan van een lage economische groei van 1 procent. Deze economische groei zal, in combinatie met energie-efficiëntie, leiden tot een afname in de vraag naar energie.

Bron: Matthijsen et al. (2015)

Aantal kolencentrales en capaciteit

In de NEV en WLO worden geen expliciete uitspraken gedaan over (de capaciteit van) het aantal kolencentrales. De kolencentrales, het vermogen en de periode waarin ze actief zijn als we uitgaan van de technische levensduur staan vermeld in de eerste drie kolommen van Tabel 3.3.1. Er wordt aangenomen dat kolencentrales een technische levensduur hebben van 40 jaar, conform IEA, NAE & OECD (2015). Dit leidt tot de aanname dat de Amer-91 en Hemweg-8 centrale sluiten in 2034. De Rotterdam-1 centrale sluit in 2053. De MPP3 en de Eemshaven 1-2 sluiten in 2054. Om aan te sluiten bij de gehanteerde toekomstscenario's en omdat de technische levensduur niet allesbepalend is, geeft de vierde kolom onze veronderstellingen over de sluiting van de kolencentrales in het nulalternatief.

Tabel 3.1 Sluiting en uitsfasering van kolencentrales in het nulalternatief

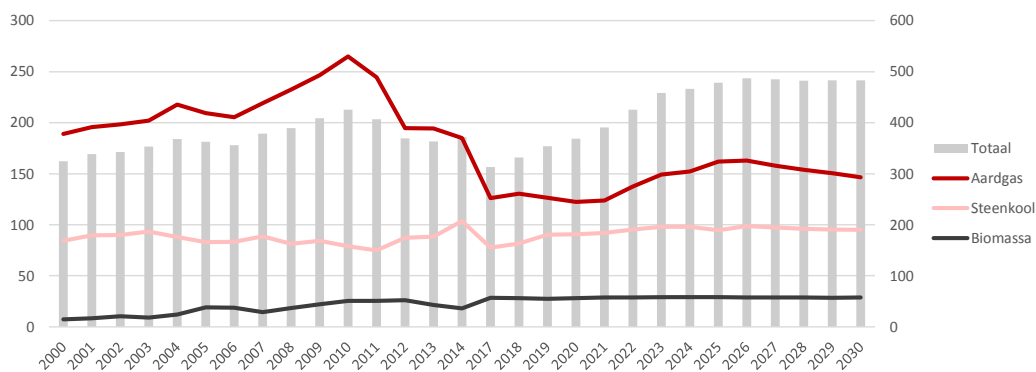
Naam	Vermogen (MW)	Volgens technische levensduur in bedrijf tot:	Veronderstelde sluiting nulalternatief
MPP3	1.070	2054	Uitgefaseerd tussen 2034 en 2050
Rotterdam-1	750	2053	Uitgefaseerd tussen 2034 en 2050
Amer-91	600	2034	2034
RWE-Eemshaven1-2	1.560	2054	Uitgefaseerd tussen 2034 en 2050
Hemweg-8	630	2034	2034

Bron: eon.nl (22-2-2016); Van Hout & Koutstaal (2015).

Elektriciteitsproductie en verdeling over productiebronnen

De elektriciteitsproductie vanaf 2000 tot 2030 is weergegeven in Figuur 3.1. Zoals te zien is daalde de totale productie vanaf 2010 (rechteras). Deze daling zal naar verwachting vanaf 2017 omslaan in een stijging, waarna rond 2026 een afvlakking wordt verwacht. Deze daling lijkt veroorzaakt door een afname in elektriciteitsproductie door gascentrales. De verwachte stijging vanaf 2017 lijkt voornamelijk veroorzaakt door een toename van het aandeel windenergie. Het aandeel kolen kende een korte piek, gevolgd door een daling tussen 2011 en 2017. De verwachting is dat het aandeel kolen tot 2020 licht zal stijgen, door het openen van de MPP3, Rotterdam-1 en Eemshaven1-2 centrales, en vervolgens stabiel zal blijven. Opvallend is ook het aandeel biomassa, dat sinds 2000 sterk is toegenomen. Tussen 2014 en 2017 is er een stijging te zien, welke veroorzaakt wordt door de toename van biomassameestook in kolencentrales.

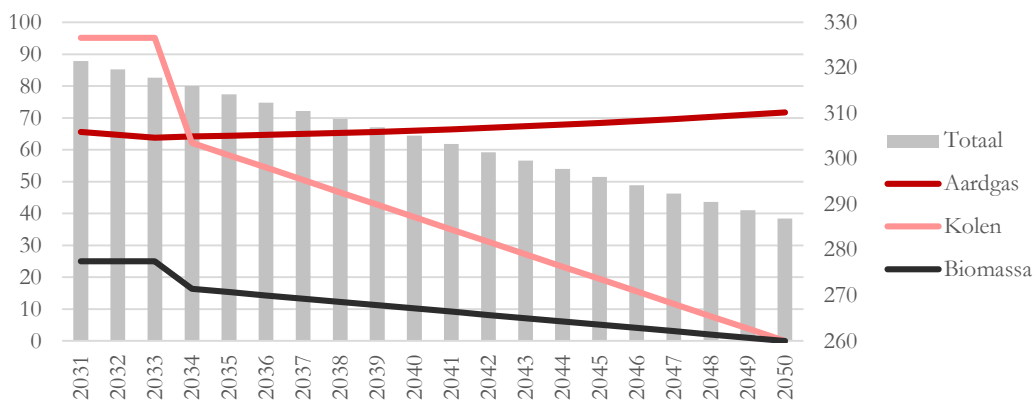
Figuur 3.1 Het aandeel gas is afgelopen jaren sterk afgenomen en blijft in het nulalternatief redelijk stabiel tot 2030



Bron: CBS (2015) & Van Hout & Koutstaal (2015)

De elektriciteitsproductie vanaf 2031 tot en met 2050 is weergegeven in Figuur 3.2. Deze figuur is gebaseerd op het WLO-scenario Laag. Hierbij nemen wij aan dat er in 2034 twee kolencentrales sluiten (Amer-91 en Hemweg-8). Hierdoor is er een sterke daling te zien in zowel de productie uit kolen als biomassa. De totale productie in deze figuur is afgeleid uit de vraag uit het WLO-scenario laag. Hiernaast is aangenomen dat tussen 2030 en 2034 50 procent van de elektriciteit door gas- en kolencentrales wordt geproduceerd. Na 2034 zal dit aandeel 40 procent bedragen en, in lijn met het WLO-scenario laag, dalen tot 25 procent in 2050. Hierbij is de aanname gemaakt dat in 2034 alle kolencentrales volledig draaien en dat deze tot 2050 worden uitgefaseerd, middels een lineaire trend.

Figuur 3.2 De totale elektriciteitsproductie daalt in het nulalternatief, de dalende elektriciteitsproductie door kolen wordt opgevangen door aardgas

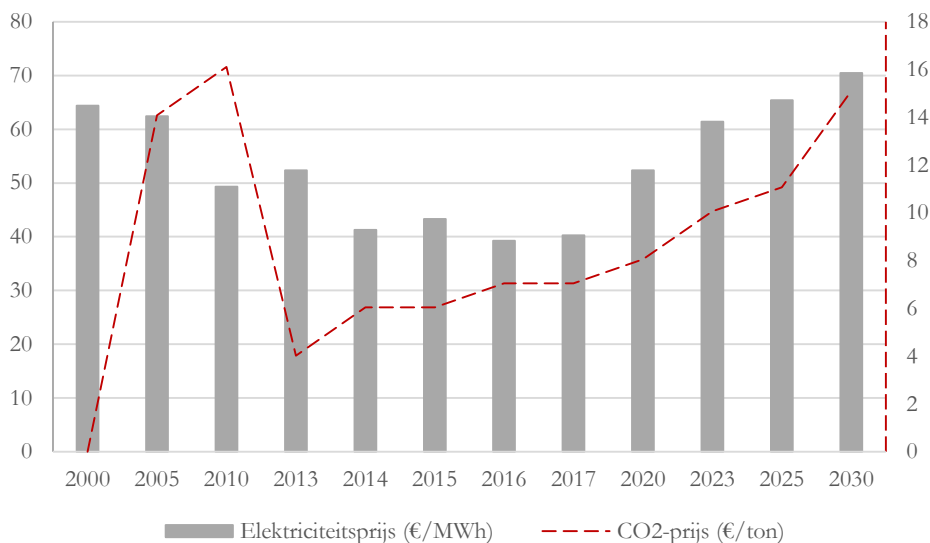


Bron: Matthijssen et al. (2016). Productie in PJ. Totale productie op de rechteras.

Electriciteitsprijs, productiekosten en emissieprijs

In de NEV wordt er uitgegaan van een scenario waarin de elektriciteitsprijs(€/MWh) zal gaan stijgen vanaf 2017 totaan 2030 (Figuur 3.3). Ook zijn de CO₂-prijzen zoals gebruikt in de NEV in deze figuur weergegeven (rode lijn; rechteras). Deze stijgen, na sterk gedaald te zijn, sinds 2013. De productiekosten (brandstof en 'operation and maintenance') zijn verkregen uit de 'projected costs of generating electricity' (IEA, NEA & OECD, 2015). Deze komen dus niet specifiek uit het toekomstscenario uit de NEV. Zie hoofdstuk 4 voor een inschatting van de productiekosten.

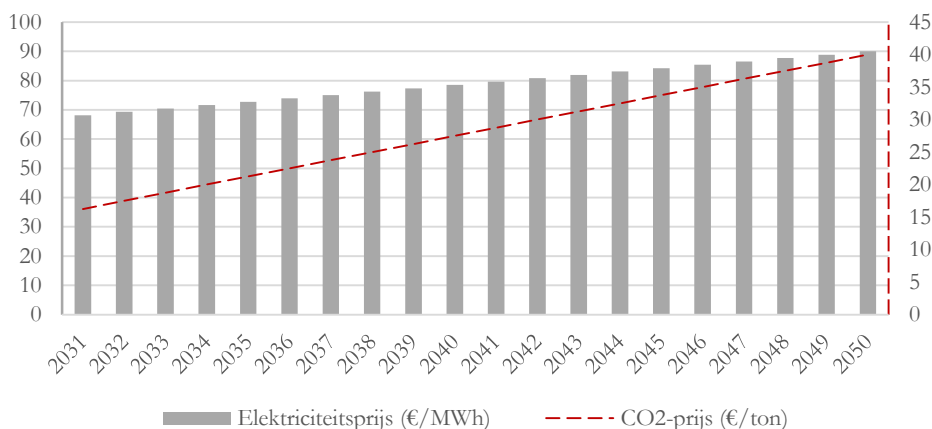
Figuur 3.3 De elektriciteitsprijs (€/MWh) stijgt vanaf 2017 tot aan 2030, de CO₂-prijs (€/ton) stijgt vanaf 2013 tot aan 2030 (rechteras) in het nulalternatief



Bron: ECN, PBL, CBS & RVO (2015).

Bron:

Figuur 3.4 Electriciteitsprijs en CO₂-prijs (rechteras) stijgen tot 2050 in het nulalternatief



Bron: Matthijsen et al. (2016)

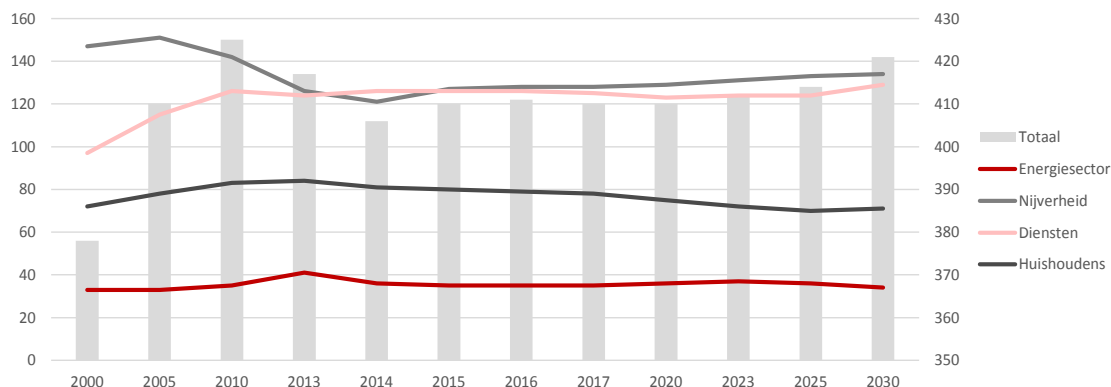
Om het bovenstaande NEV-scenario te laten aansluiten bij het WLO-scenario, hanteren wij in 2030 het gemiddelde van de elektriciteitsprijs van 2030 uit NEV en 2030 uit WLO-Laag. Hetzelfde doen wij voor de CO₂-prijs. Na 2031 tot en met 2050 nemen we de elektriciteitsprijzen en de prijzen van emissierechten over uit WLO-Laag. In Figuur 3.4 worden de data van het WLO-scenario laag voor de jaren tussen 2030 en 2050 lineair geïnterpoleerd.

Binnenlandse vraag

De binnenlandse vraag naar elektriciteit is na 2010 sterk gedaald (zie Figuur 3.5; PJ). De vraag van de nijverheidssector maakte de sterkste daling door (al ingezet na 2005), terwijl de vraag uit de andere sectoren niet of nauwelijks is gedaald. Na 2014 tot 2030 zal er over de hele periode voor de

totale vraag een lichte toename zijn. De vraag vanuit huishoudens daalt juist (ECN, PBL, CBS & RVO, 2015).

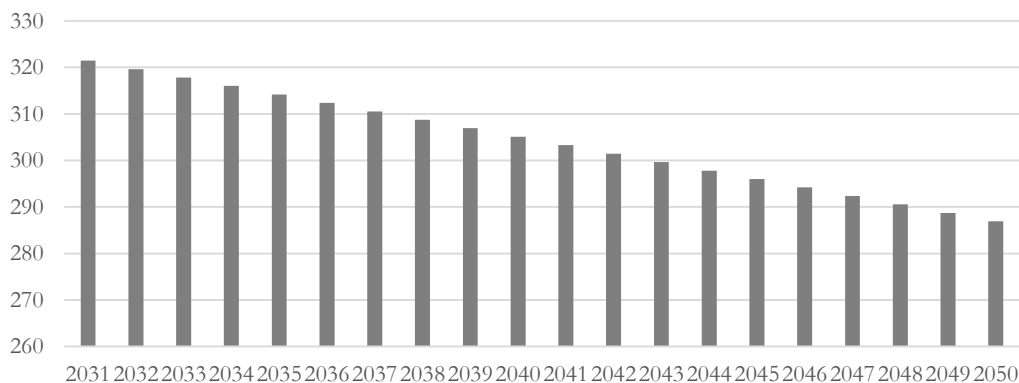
Figuur 3.5 Finale binnenlandse vraag (PJ; totaal rechteras, per sector linkeras) blijft relatief stabiel tot 2025 in het nulalternatief, waarna er een lichte stijging plaatsvindt



Bron: ECN, PBL, CBS & RVO (2015).

Na 2030 is de vraag verkregen uit het scenario WLO-laag. Het jaar 2030 is hierin wederom als overgangsjaar gekozen, waarbij het gemiddelde tussen de vraag uit het NEV-scenario voorgenomen en vastgesteld beleid, en het WLO-laag scenario is gebruikt. De jaren tussen 2030 en 2050 zijn wederom door lineaire interpolatie bepaald (Figuur 3.6).

Figuur 3.6 De vraag neemt af tot circa 287 PJ in 2050 in het nulalternatief



Bron: SEO Economisch Onderzoek op basis van Matthijsen e.a. (2016)

Warmte en biomassa

De warmteproductie en meestook in kolencentrales zijn niet beschikbaar in de NEV. De warmteproductie tot 2014 is verkregen van CBS Statline (CBS, 2015). De meestook van biomassa is verkregen uit de studie van Van Hout & Koutstaal (2015). Zie verder hoofdstuk 4.

Emissies

De emissies zijn verkregen van emissieregistratie.nl. Op de berekeningen wordt in hoofdstuk 4 verder ingegaan.

3.2 Beschrijving beleidsalternatief

Het beleidsalternatief gaat uit van afgedwongen sluiting van in Nederland gevestigde kolencentrales per 2020. Voor de berekening van welvaartseffecten zijn alleen die variabelen van belang die verschillen geven ten opzichte van het nulalternatief (paragraaf 3.1) en die welvaartseffecten veroorzaken. We focussen in deze paragraaf daarom alléén op de variabelen die een verschil te zien geven ten opzichte van het nulalternatief en tot welvaartseffecten leiden. Deze welvaartseffecten berekenen we in hoofdstuk 4.

Voor het beleidsalternatief maken we gebruik van de analyses van Van Hout & Koutstaal (2015). De belangrijkste aannames en uitkomsten van die analyse staan samengevat in Tekstvak 3.3. Deze analyses beslaan de periode tot en met 2030, zodat we in hoofdstuk 4 over de periode daarna additionele berekeningen moeten maken.

Tekstvak 3.3 Belangrijkste aannames en resultaten sluiting kolencentrales

In dit alternatief wordt uitgegaan van de sluiting van alle kolencentrales per 1-1-2020. Er wordt aangenomen dat een deel van de weggevallen elektriciteitsproductie wordt opgevangen door gascentrales opnieuw op te starten. Een ander deel wordt door een toename van import opgevangen. Verder worden de aannames van Tekstvak 3.1 en 3.2 gebruikt.

Bron: Van Hout & Koutstaal (2015).

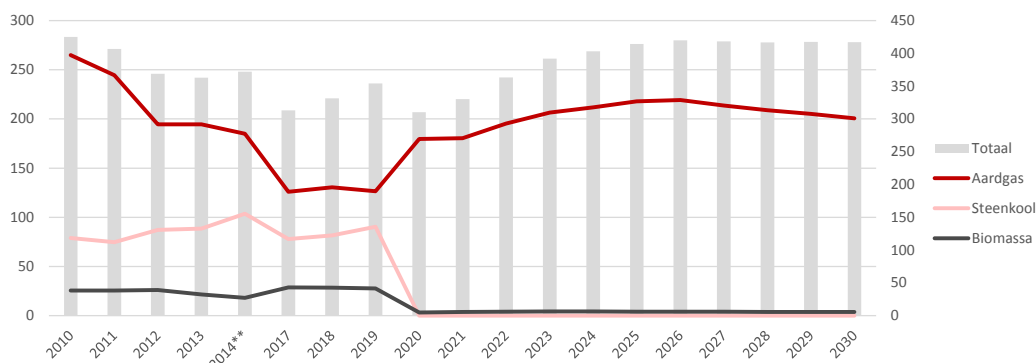
Aantal kolencentrales en capaciteit

Tabel 3.1 in het vorige hoofdstuk toont de veronderstelde sluiting van kolencentrales in het nulalternatief. Het beleidsalternatief houdt in dat al deze centrales per 2020 sluiten. Hiermee valt in dat jaar 4.610 MW aan productie weg.

Effect op elektriciteitsproductie en op de verdeling over productiebronnen

Figuur 3.7 geeft de productiemix van energie weer tot aan 2030 bij de sluiting van kolencentrales in 2020. De totale productie in PJ (rechteras) is lager dan in het nulalternatief. Het verloren vermogen wordt voor een deel opgevangen door het opnieuw opstarten van gesloten gascentrales. Deze zijn door de afname van het aandeel gas in de elektriciteitsproductie stil komen te liggen. Om het weggevallen vermogen deels op te vangen zullen ze weer worden opgestart. Een ander, kleiner, deel van de weggevallen elektriciteitsproductie zal door import worden vervangen (Van Hout en Koutstaal, 2015). Het effect op de elektriciteitsproductie en op de verdeling over productiebronnen na 2030 behandelen we in hoofdstuk 4.

Figuur 3.7 Door de sluiting van alle kolencentrales neemt de productie (PJ; per bron linker-as, totaal rechter-as) van elektriciteit uit aardgas sterk toe



Bron: CBS (2015) & van Hout & Koutstaal (2015)

Effect op elektriciteitsprijs

De sluiting van de kolencentrales in 2020 zal de groothandelsprijs van elektriciteit verhogen. Dit effect wordt veroorzaakt doordat de productie van elektriciteit wordt overgenomen door centrales die met hogere marginale kosten produceren: deze centrales staan hoger in de merit order.⁶ Van Hout en Koutstaal (2015) hebben berekend dat de sluiting van de kolencentrales de elektriciteitsprijs zal verhogen met circa € 2 tot € 4 per MWh. Hierop wordt in hoofdstuk 4 verder ingegaan.

Effect op de binnenlandse vraag

De effecten op de binnenlandse vraag worden in hoofdstuk 4 benaderd.

Effect op emissies

De CO₂-emissie zal dalen doordat kolen worden vervangen door gas. Ook zal een deel van de CO₂-emissies worden verplaatst naar het buitenland doordat er elektriciteit wordt geïmporteerd. De daling van CO₂-emissies in Nederland bedraagt ongeveer 16 Mton in 2020 (Van Hout & Koutstaal, 2015). Zie verder hoofdstuk 4.

⁶ De merit order is de volgorde van de centrales en andere installaties voor de productie van elektriciteit gerangschikt op basis van de marginale kosten. De centrales met de laagste marginale kosten kunnen hun productie in principe altijd afzetten op de elektriciteitsmarkt. Bij toename van de vraag kunnen eenheden met hogere marginale kosten ook gaan produceren. De marktprijs wordt bepaald door de marginale kosten van de laatste centrale in deze rangschikking waarvoor dus net voldoende vraag is voor het maken van (enkele) draaiuren.

4 Berekening van kosten en baten

Essentieel in de analyses is wat er met de elektriciteitsproductie, de productiemix en de elektriciteitsprijs gebeurt. Paragraaf 4.1 gaat hier op in. Paragraaf 4.2 berekent vervolgens de bepalende effecten, paragraaf 4.3 gaat in op de overige effecten. Effecten worden in dit hoofdstuk berekend per jaar in 2030-2050 (tegen reële prijzen). Verdisconteren en het berekenen van contante waardes gebeurt in hoofdstuk 5.

4.1 Effecten op elektriciteitsproductie, de productiemix en de elektriciteitsprijs

De elektriciteitsproductie en de verdeling daarvan over productiebronnen tot 2030 is weergegeven in paragraaf 3.2. Dit is gebaseerd op Van Hout & Koutstaal (2015). Voor de jaren na 2030 tot en met 2050 maken we de volgende aannames:

- de oorspronkelijke productie van elektriciteit door kolencentrales komt uit het nulalternatief (zie hoofdstuk 3), ten dele gebaseerd op WLO-Laag;
- de aandelen vervanging door gascentrales en vervanging door import leiden wij af uit Van Hout & Koutstaal in het jaar 2030.

Wat er met de elektriciteitsprijs gebeurt, is eveneens gebaseerd op Van Hout & Koutstaal (2015) voor de jaren 2020-2030. Hierin wordt uitgegaan dat de weggevalen elektriciteitsproductie leidt tot een stijging in de elektriciteitsprijs van tussen de € 2 en de € 4 per MWh. Hiervan is het gemiddelde van € 3 per MWh genomen. Voor de jaren 2031-2050 maken wij de volgende berekening:

- uitgangspunt is het effect in het jaar 2030 uit Van Hout en Koutstaal (2015);
- voor de jaren na 2030 tot en met 2050 vermenigvuldigen wij dat effect met de factor (daling productie door kolen in het betreffende jaar ten opzichte van nulalternatief/daling productie door kolen in jaar 2030 uit Van Hout & Koutstaal, 2015).

4.2 Bepalende effecten

De bepalende effecten zijn de effecten op het producentensurplus (subparagraaf 4.2.1), op het consumentensurplus (subparagraaf 4.2.2), op de uitstoot van schadelijke stoffen en gassen (subparagraaf 4.2.3), op CO₂-emissies en CO₂-emissierechten (subparagraaf 4.2.4), op warmteproductie (subparagraaf 4.2.5) en op biomassameestook (subparagraaf 4.2.6).

4.2.1 Effect op producentensurplus

Berekeningswijze

Als er geen capaciteitsuitbreidingen nodig zijn bij andere bronnen dan kolen, is de totale verandering in het producentensurplus zonder subsidies gelijk aan:

- de omzet (de elektriciteitsprijs maal de productie) minus de variabele productiekosten van de in Nederland geproduceerde elektriciteit (geaggregeerd over alle bronnen) in het beleidsalternatief, minus
- de omzet minus de variabele productiekosten van elektriciteit (geaggregeerd over alle bronnen) in het nulalternatief.

Kortom: het effect op de winsten van elektriciteitsproducenten in Nederland.

De bepalende variabelen zijn derhalve:

- wat er met de elektriciteitsprijs gebeurt;
- wat er met de Nederlandse elektriciteitsproductie gebeurt;
- hoe de (variabele) productiekosten verschillen tussen kolen en andere bronnen.

Op gesloten kolencentrales wordt per definitie geen winst meer gemaakt. Andere bronnen (met name gas) zullen het aanbod overnemen en winst gaan maken. Hoeveel, dat hangt af van de variabele productiekosten, de (nieuwe) elektriciteitsprijs en de concurrentie via import. Bij de variabele productiekosten is van belang dat ook de benodigde emissierechten daarin zijn verwerkt, behorende bij de werking van het ETS (zie subparagraaf 4.2.4). Ook andere bronnen die niet specifiek het aanbod van vervallen productie via kolen opvangen, zullen een effect kennen op het producentensurplus, namelijk via een verandering van de elektriciteitsprijs. De berekeningswijze staat concreet vermeld in Tekstvak 4.1.

Tekstvak 4.1 Berekeningswijze effecten op producentensurplus

<p>Effect op producentensurplus kolencentrales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • negatief: alle toekomstige winsten vallen weg door sluiting. Dit bestaat uit de toekomstige productie in het nulalternatief maal de elektriciteitsprijs in het nulalternatief (de omzet) minus de daarvoor benodigde (variabele) productiekosten inclusief aankoop emissierechten. <p>Effect op producentensurplus bij overnemende bronnen (productietoename), hier gascentrales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • positief: deel extra productie beleidsalternatief ten opzichte van nulalternatief: extra winst over deze productie: omvang extra productie maal elektriciteitsprijs in het beleidsalternatief (omzet) minus daarvoor benodigde (variabele) productiekosten inclusief aankoop emissierechten; • positief: bij stijging elektriciteitsprijs: toekomstige productie in het nulalternatief maal de verandering in de elektriciteitsprijs. <p>Effect op producentensurplus alle andere bronnen (geen productietoename):</p> <ul style="list-style-type: none"> • positief: bij stijging elektriciteitsprijs: toekomstige productie (nulalternatief is gelijk aan beleidsalternatief) maal de verandering in de elektriciteitsprijs.
--

Bron: SEO.

Electriciteitsproducenten in Nederland die volledig ‘in buitenlandse handen’ zijn (geen Nederlandse aandeelhouders hebben), zouden niet meetellen voor het Nederlandse producentensurplus, behalve voor de belastingen die ze in Nederland betalen. Dit geldt zowel voor de kolencentrales waarvan het producentensurplus wegvalt, als voor de gascentrales die meer gaan produceren en meer winst gaan maken en de andere bronnen waarvan het producentensurplus wijzigt. Vanwege het kengetallenkarakter van de analyse nemen we aan dat alle centrales en andere bronnen (kolen, gas, wind, zon) in Nederlandse handen zijn. Voor correcties op buitenlands bezit

zouden onder meer de verschillen in de aandelen die in buitenlandse handen zijn tussen de bronnen ingeschat moeten worden, ook voor de toekomst tot en met 2050. Het negatieve effect op het producentensurplus kan zodoende als een maximum worden gezien.⁷

Als er wél (productie-)subsidies bestaan, zijn deze onderdeel van het producentensurplus, maar op het niveau van de maatschappij dient daarvoor te worden gecorrigeerd, omdat de winst van de producent in dat geval wordt betaald door de burgers via de subsidies van de overheid. Er zijn twee manieren om hiermee om te gaan:

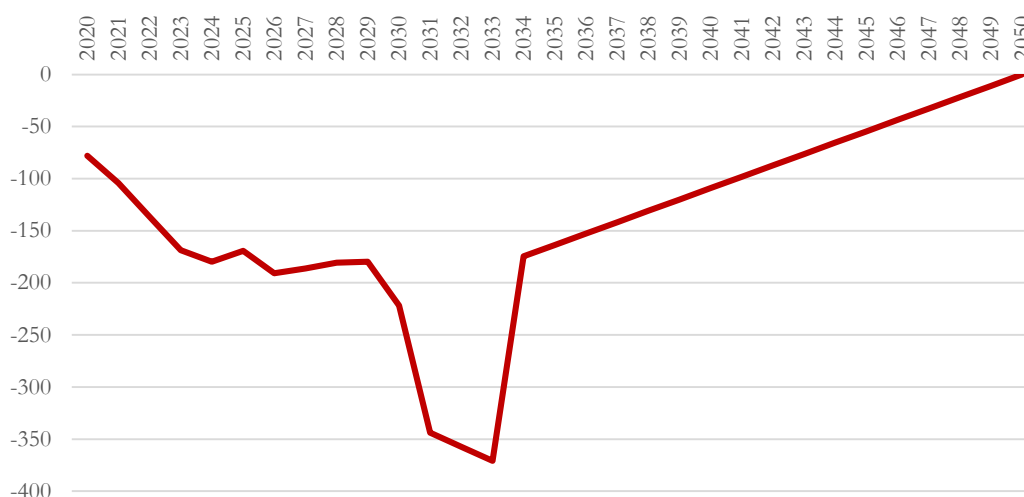
- subsidies niet meenemen in het producentensurplus, maar alleen de ‘echte’ (variabele) productiekosten (inclusief emissierechten);
- subsidies meenemen in het producentensurplus, maar deze elders weer corrigeren.

In deze kengetallen-KBA is de eerstgenoemde methode toegepast.

Resultaten

Figuur 4.1 illustreert dat het effect op het producentensurplus in de eerste 15 jaar na sluiting negatief is, waarbij dit negatieve effect toeneemt tot 2034 (onder meer doordat de productie in het nulalternatief zou zijn toegenomen) en afneemt na 2034 (onder meer doordat dan ook in het nulalternatief kolencentrales zullen sluiten).

Figuur 4.1 Het effect op het producentensurplus (mln. €) is negatief



Bron: SEO ECONOMISCH ONDERZOEK

Bronmateriaal

De productiekosten zijn verkregen uit IEA, NAE & OECD (2015). Hierbij is het gemiddelde genomen van de kosten van de drie gegeven kolencentrales. Uit het vermogen gegeven in IEA, NAE & OECD (2015) valt af te leiden dat dit drie nieuwe kolencentrales betreft. Door hier het gemiddelde van te nemen kan dit leiden tot een onderschatting van de daadwerkelijke productiekosten, aangezien oudere centrales minder efficiënt zijn en derhalve meer kosten maken. De CO₂-prijzen in de berekening van de productiekosten in IEA, NAE & OECD (2015) zijn vervangen door de CO₂-prijzen uit de NEV (2015). Voor biomassa zijn de CO₂-kosten genegeerd,

⁷ Dit is het geval indien het aandeel kolencentrales dat in buitenlandse handen is substantieel hoger ligt dan het aandeel in buitenlandse handen bij de andere bronnen (gas, wind en zon).

aangezien dit hernieuwbare energie betreft waarvan de emissie CO₂-neutraal is. De productie van energie is overgenomen van Van Hout & Koutstaal (2015). Alle variabelen zijn omgerekend naar MWh. Alle prijzen (zowel uit de IEA, NAE & OECD, 2015 als uit de NEV, 2015) zijn gegeven in €, prijspeil 2014. Deze zijn omgerekend naar het prijspeil 2015 op basis van de CPI (CBS, 2015). Op basis van de kosten, de productie en de elektriciteitsprijs is het producentensurplus voor het beleidsalternatief en het nulalternatief berekend.

Voor de periode na 2030 zijn gegevens uit het WLO-laag scenario gebruikt. Hierbij zijn de data van de vraag gebruikt van 2030 en 2050 als indicatie voor het aanbod (de productie van elektriciteit). De gegevens van deze twee jaartallen is gebruikt om voor de tussenliggende jaren de waardes te vinden door middel van lineaire interpolatie.

4.2.2 Effect op consumentensurplus

Berekeningswijze

De verandering in het consumentensurplus hangt af van de verandering in de elektriciteitsprijs en van de (eventuele verandering in de) binnenlandse vraag. De verandering in het consumentensurplus kan als volgt worden benaderd:

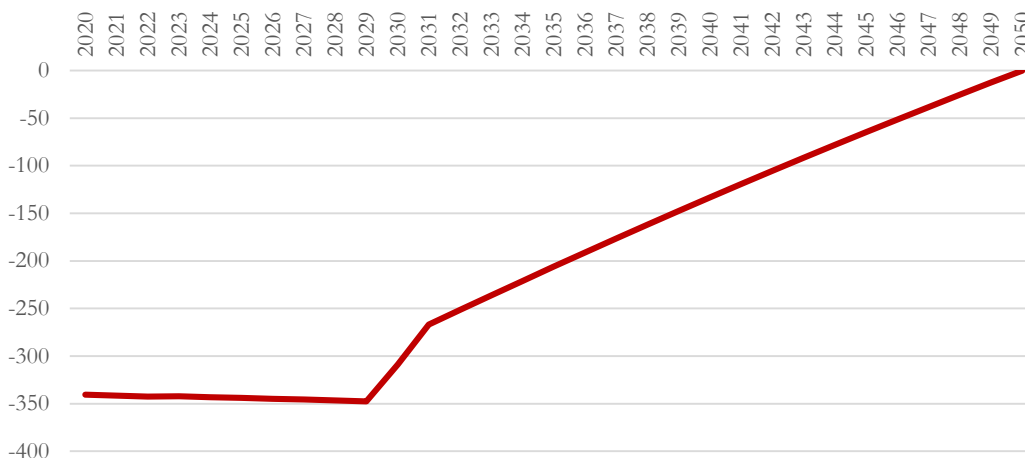
- bij een gelijkblijvende Nederlandse vraag (volledig prijsinelastische vraag): door de verandering in de elektriciteitsprijs maal die vraag te nemen;
- bij een verandering in Nederlandse vraag (verschil tussen beleids- en nulalternatief):⁸
 - bij een prijsstijging: daling van surplus: -1 maal (de stijging in elektriciteitsprijs maal de nieuwe vraag) plus (de stijging in elektriciteitsprijs maal de daling in de vraag maal 1/2).
 - bij een prijsdaling: stijging van surplus: -1 maal (de daling in elektriciteitsprijs maal de oude vraag) plus -1 maal (de daling in elektriciteitsprijs maal de stijging in de vraag maal 1/2).

Resultaten

Het effect op het consumentensurplus is in de eerste jaren na sluiting negatief. Dit geldt als een afname van de welvaart. De reden voor het negatieve consumentensurplus is de stijging in de energieprijzen. Figuur 4.2 laat zien dat het negatieve effect op het consumentensurplus ligt stijgt tot aan 2030 (onder meer vanwege een toenemende vraagreactie) en daarna afneemt (onder meer doordat ook in het nulalternatief kolencentrales sluiten).

⁸ Deze benadering gaat uit van een lineair verlopende vraagcurve.

Figuur 4.2 Het effect op het consumentensurplus (mln. €) is het meest negatief in de eerste jaren na sluiting



Bron: SEO ECONOMISCH ONDERZOEK

Bronmateriaal

De vraag naar elektriciteit is uit de NEV verkregen. Alle prijzen (zowel uit de IEA, NAE & OECD, 2015 als uit de NEV, 2015) zijn gegeven in €, prijspeil 2014. Deze zijn omgerekend naar het prijspeil 2015 op basis van de CPI (CBS, 2015). Voor de vraag is uitgegaan een gemiddelde prijsstijging van € 3 per MWh uit Van Hout & Koutstaal (2015), waarin de elektriciteitsprijs tussen de € 2 en € 4 per MWh stijgt. De vraag in het nulalternatief is overgenomen uit de NEV. De effecten van de prijsstijging op de vraag zijn berekend op basis van Leguijt et al. (2012), waarin de prijselasticiteiten worden gegeven voor de lange en de korte termijn. Deze zijn lineair gemaakt, zodat de effecten van de korte termijn naar de effecten van de lange termijn bewegen over de periode 2020 tot 2030. De gegevens van de vraag na 2030 zijn verkregen uit het WLO-scenario Laag. Hierbij is de vraag voor de jaren tussen 2030 en 2050 verkregen door lineaire interpolatie.

4.2.3 Effect op schadelijke stoffen en gassen

Berekeningswijze

Veranderingen in de uitstoot van schadelijke stoffen volgen uit:

- de verschuiving van productiebronnen, gegeven de verschillen in uitstoot tussen die bronnen;
- de verandering in de totale hoeveelheid geproduceerde elektriciteit in Nederland voor de stoffen en gassen die alleen binnen de landsgrenzen effecten hebben;
- een correctie indien de import toeneemt en daardoor elders uitstoot plaatsvindt die ook voor Nederland consequenties heeft.

Wat dat laatste betreft, zodra elektriciteit geproduceerd uit kolen wordt vervangen door import, is de vraag wat de productiemix is van die import. Voor zover de import gepaard gaat met uitstoot van schadelijke stoffen die consequenties hebben (ook) voor Nederland, gaat het positieve effect vanuit Nederland weer deels teniet. Deze stoffen zijn voornamelijk CO₂ en kwik. Deze correctie passen wij als volgt toe. Door de elektriciteitsmix van de EU-28 op de importcijfers te projecteren, kan het deel import dat toe is te schrijven aan de productie door kolen en gascentrales worden verkregen. Hierbij worden de volgende percentages gebruikt: 16 procent import van elektriciteit

opgewekt door gascentrales, 24 procent opgewekt door kolencentrales en 33 procent opgewekt door duurzame bronnen.

Waardering vindt plaats op basis van De Bruyn et al. (2010). Dit betreft onder andere gezondheidskosten en milieukosten voor NO_x, SO₂, CH₄ en PM10. Voor kwik zijn alleen de gezondheidskosten voorhanden. De schatting van de schadekosten per kg is weergegeven in Tabel 4.1. Hierin staan tevens de gebruikte emissiewaardes per MWh voor kolen- en gascentrales. De berekeningswijze staat toegelicht in *bronmateriaal* hieronder.

Tabel 4.1 Schadekosten van de stoffen, weergegeven in prijspeil 2015

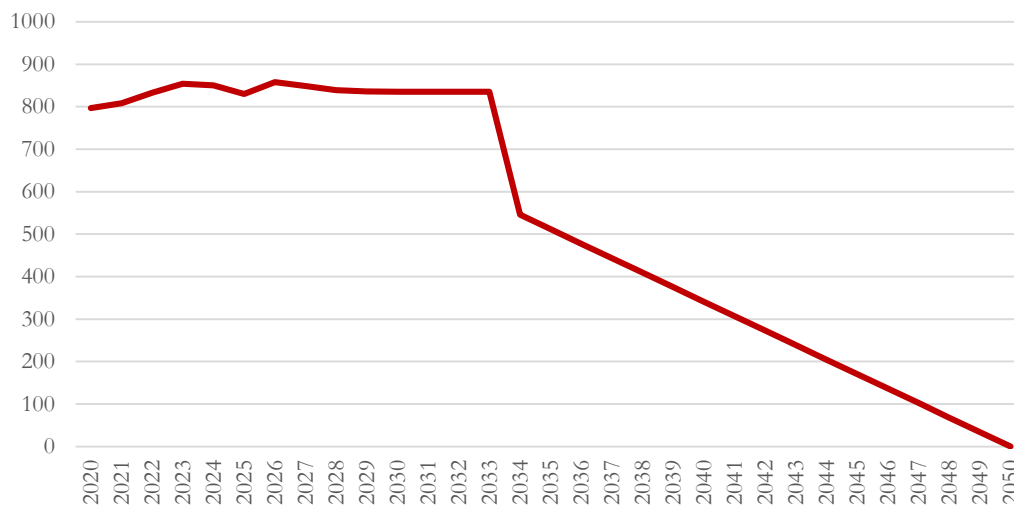
Stof	€/kg	Emissie per MWh (kolen)	Emissie per MWh (gas)
Fijnstof PM10	72,54065681	8,8 g	0,7 g
Koolstofdioxide	0,027986365	777 kg	298 kg
Kwik	12314,00038	4,8 mg	0,45 mg
Methaan	0,699659113	9,7 g	16 g
Stikstofoxides	11,86621855	640 g	155 g
Zwavel dioxide	12,31400038	269 g	105 g

Bron: de Bruyn et al., (2010); SEO Economisch Onderzoek

Resultaten

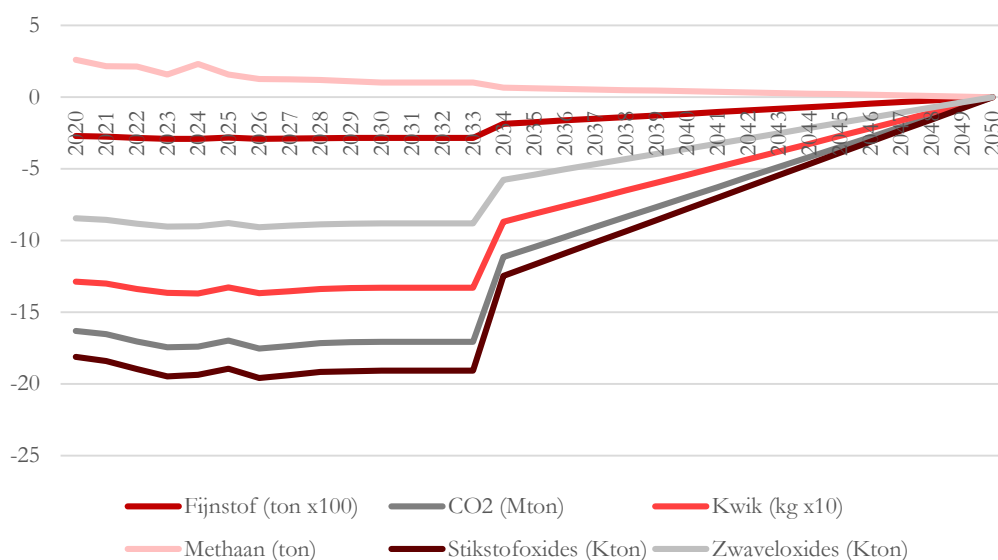
De maatschappelijke kosten van de emissies liggen in het beleidsalternatief lager dan in het nulalternatief. Deze afname in de maatschappelijke kosten (berekend op basis van vermeden schadekosten) kan gezien worden als een toename van de welvaart. In Figuur 4.3 is te zien hoe de welvaartsbaat door vermeden emissies tot 2050 verloopt. Deze blijft tot 2034 redelijk stabiel. De afname daarna komt onder meer doordat ook in het nulalternatief kolencentrales sluiten. Het verschil in uitstoot tussen het beleidsalternatief en het nulalternatief is weergegeven in Figuur 4.4. Het verschil is voor alle emissies behalve methaan negatief, wat inhoudt dat er minder van deze stoffen wordt uitgestoten in het beleidsalternatief dan in het nulalternatief. De emissies van methaan nemen licht toe door de hogere methaanuitstoot per MWh door gascentrales (zie Tabel 4.1). In de figuur is te zien dat het verschil tot 2050 terugloopt. In Bijlage B staat het verloop voor elke stof apart weergegeven.

Figuur 4.3 De waarde van vermeden emissies (mln. €) blijft vrijwel stabiel tussen 2020 en 2034, om vervolgens te dalen



Bron: SEO Economisch Onderzoek

Figuur 4.4 Voor alle emissies loopt het verschil tussen het nulalternatief en beleidsalternatief terug naar nul in 2050



Bron: SEO Economisch Onderzoek

Bronmateriaal

Emissies zijn verkregen via www.emissieregistratie.nl (1-2-2016). Voor kolen zijn de emissies van de volgende centrales meegenomen: Amer-91 en Hemweg-8 centrale⁹. Hiervan zijn de emissies van PM10, CO₂, Hg, CH₄, NO_x en SO₂ genomen voor de jaren 2000, 2005, 2010 en 2012. Deze emissies zijn bij elkaar opgeteld en gemiddeldes per jaar zijn berekend. De verkregen waarden zijn

⁹ Dit zijn de meest moderne centrales waarvoor emissiegegevens beschikbaar zijn. Voor de Amercentrale is een centrale vergelijkbaar met Amer 8 van de totale emissiecijfers afgetrokken om de cijfers voor de Amer-91 centrale te krijgen. Voor de Hemweg lijken de cijfers in overeenstemming met de centrale Hemweg-8.

gebruikt om voor elke stof de emissie per MWh te berekenen. Hiertoe is de jaarlijkse elektriciteitsproductie berekend. Dit is gedaan door het vermogen van de desbetreffende centrales maal het aantal uur per jaar te nemen. Dit product is met een productiefactor van 0,85 vermenigvuldigd, in overeenstemming met het IEA (2015). Om onderschatting door missende waarden tegen te gaan is voor alle stoffen de proportie beschikbare datapunten berekend ten opzichte van het totale mogelijke datapunten (voor zes stoffen en vijf jaar). De totale elektriciteitsproductie is met deze proportie vermenigvuldigd¹⁰. Vervolgens is hiermee de uitstoot (kg) per MWh elektriciteit berekend voor alle stoffen. Het is belangrijk hierbij op te merken dat de emissies van de nieuwere centrales (MPP3, Rotterdam-1 en Eemshaven 1-2) overschat kan zijn doordat is gewerkt met uitstootcijfers van iets oudere centrales (Amer-91 en Hemweg-8).

Voor gascentrales zijn de emissies (kg) per MWh ook verkregen via emissieregistratie.nl, waar emissies van 63 gascentrales zijn opgevraagd. Emissies van PM10, Hg en SO₂ ontbreken vrij vaak, maar door deze proportioneel te berekenen komt er een gemiddelde waarde uit voor emissies (kg) per MWh. Deze is echter gebaseerd op emissies uit een beperkt aantal centrales. Voor de stoffen CO₂, NO_x en CH₄ zijn data voor meer centrales beschikbaar. Om onderschatting door missende data tegen te gaan is wederom de totale output van gascentrales met de proportie valide data vermenigvuldigd. De uitkomst is gedeeld door de totale elektriciteitsproductie door gascentrales in de betreffende jaren, waarmee per stof de emissie (kg) per MWh is berekend. Om overschatting tegen te gaan is gecorrigeerd voor warmteproductie. Door het proportie elektriciteit van de totale productie (warmte en elektriciteit) te berekenen en dit te vermenigvuldigen met de uitstoot per MWh wordt de uitstoot als gevolg van de elektriciteitsproductie berekend.

Ter verificatie van de verkregen waarden is gekeken naar de emissie van CO₂ per MWh. Deze is vergeleken met de waarden uit IEA (2015), waarin de emissie van CO₂ per kWh voor verschillende productiemethodes is gegeven voor diverse landen. De berekende CO₂-emissie per MWh voor gascentrales ligt zeer dicht in de buurt van de waarden uit IEA (2015): 298 kg per MWh tegenover 303 kg per MWh¹¹. De CO₂-emissie voor kolencentrales ligt lager dan de gemiddelde emissie uit IEA (2015): 777 kg per MWh tegenover 957 kg per MWh. Dit valt te verklaren door het feit dat in de berekende emissies alleen de uitstoot door nieuwere kolencentrales is meegenomen; het verschil kan verklaard worden door verschillen in efficiëntie¹².

De schaduwrijzen zijn verkregen uit De Bruyn et al. (2010). Hiervoor zijn de schadekosten genomen. Met behulp van de prognose van de elektriciteitsproductie is de emissie per jaar per stof berekend. Deze is voor elke stof vermenigvuldigd met de schaduwprijs.

4.2.4 Effect op CO₂-emissies en CO₂-emissierechten

Berekeningswijze

De veronderstelde werking van het EU ETS in het nulalternatief bepaalt of er effecten dienen te worden meegenomen op CO₂-emissies of op (de aankoop van) CO₂-emissierechten. Twee mogelijke scenario's zijn:

¹⁰ Bijvoorbeeld: bij 80 procent beschikbare datapunten is 80 procent van het totale vermogen gebruikt om de emissies per MWh te berekenen.

¹¹ Waarde voor Nederland in het laatst beschikbare jaar, 2013.

¹² Ter controle is de berekende emissie voor alle kolencentrales gesommeerd. De totale emissie is 948 kg per MWh. Deze waarde komt vrijwel overeen met de 957 kg per MWh uit IEA (2015).

1. er is geen ETS of het ETS werkt niet effectief, dat wil zeggen het bedoelde plafond aan emissierechten is niet knellend (met prijzen van emissierechten (bijna) gelijk aan nul); in dat geval kan er een effect zijn op totale *CO₂-emissies*;
2. er is een goed werkend ETS, met een knellend plafond, zodat er geen effect zal zijn op totale *CO₂-emissies* (want die liggen op het niveau van het plafond), maar er kan wel een besparing zijn op de Nederlandse aankoop van *emissierechten*.

In het nulalternatief bestaat het EU ETS, maar wel met tamelijk lage emissieprijzen (zie hoofdstuk 3). De besparing op de Nederlandse aankoop van emissierechten kan in dat geval worden meegenomen. Dit is al meegenomen bij de berekening van het effect op het producentensurplus (zie subparagraaf 4.2.1). In situatie 2 hierboven zou er dan geen effect zijn op de totale *CO₂-uitstoot*. Er zijn evenwel aanwijzingen dat er geen sprake is van een daadwerkelijk knellend plafond.¹³ In dat geval doet een afwijkende situatie zich voor:

3. er is een ETS met lage emissieprijzen, maar het bedoelde plafond aan emissierechten is in de praktijk niet effectief knellend; in dat geval kan er zowel een besparing zijn op de Nederlandse aankoop van (goedkope) *emissierechten* als een effect op totale *CO₂-emissies*.

We gaan uit van deze situatie (3). Veranderingen in de *CO₂-uitstoot* volgen uit:

- de verschuiving van productiebronnen, gegeven de verschillen in uitstoot tussen die bronnen;
- de veranderingen in de totale hoeveelheid geproduceerde elektriciteit in Nederland;
- de eerder besproken importcorrectie (zie subparagraaf 4.2.3).

Waardering vindt plaats op basis van De Bruyn et al. (2010), zie Tabel 4.1.¹⁴

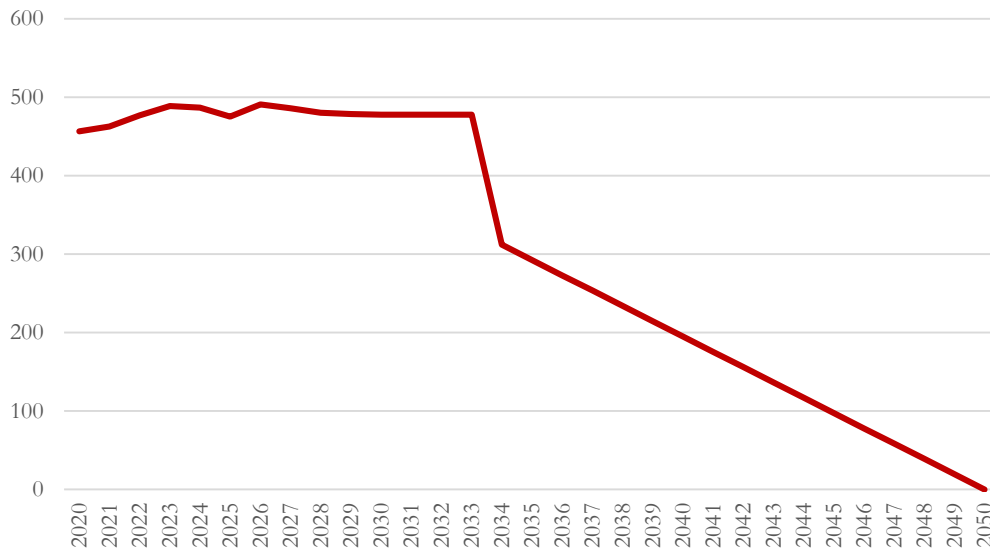
Resultaten CO₂-uitstoot

Door de sluiting van de kolencentrales zal er extra elektriciteit moeten worden opgewekt door gascentrales. Het verschil tussen de totale emissies van gascentrales in het beleidsalternatief en de totale emissies van kolen- en gascentrales in het nulalternatief is weergegeven in Figuur 4.5. De sluiting van kolencentrales zal leiden tot een afname van ongeveer 16 Mton *CO₂* per jaar tot ongeveer 2033. Hierna wordt de daling minder groot. De waarde van de vermeden *CO₂-emissies* als gevolg van sluiting van de kolencentrales is opgenomen in Figuur 4.5. Deze baten nemen af na 2034 onder meer omdat dan ook in het nulalternatief kolencentrales zullen sluiten.

¹³ In het WLO-scenario Laag wordt bijvoorbeeld gesproken over een overschot aan emissierechten (Matthijssen et al. (2015), blz. 29). De Bruyn et al. (2016) berekenen de overallocatie van emissierechten. Verdonk et al. (2013) verklaren de lage ETS prijs uit het overschot aan rechten. Dit overschot zal verminderen doordat het totaal volume aan rechten tot 2020 verminderd zal worden. Dit vooruitzicht verklaart mede waarom de ETS prijs positief is ondanks het overschot.

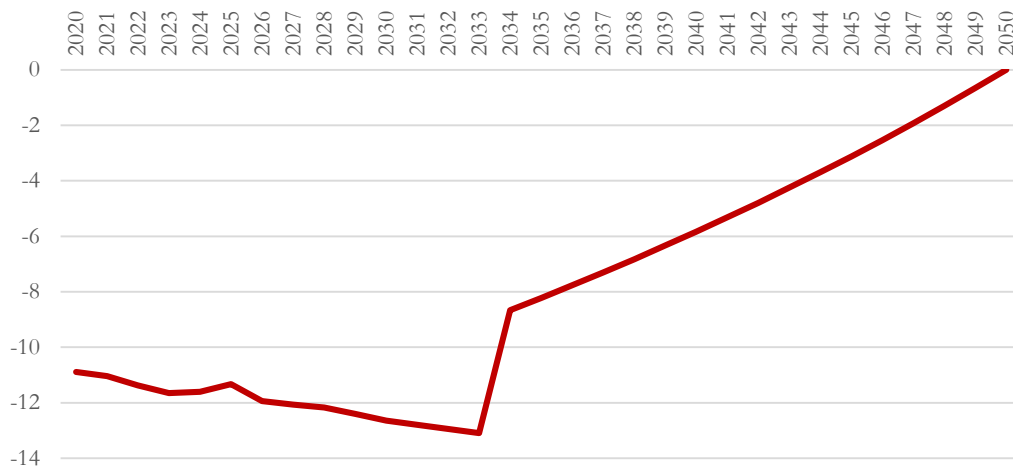
¹⁴ Op basis van de schadekostenmethode. Een alternatief zou zijn de preventiekostenmethode.

Figuur 4.5 De baat door vermeden CO₂-uitstoot (mln. €) bedraagt ongeveer €460 miljoen per jaar in de periode tot 2033



Bron: SEO ECONOMISCH ONDERZOEK. Baten in € mln.

Figuur 4.6 De afname van CO₂-uitstoot per jaar (als percentage van de totale CO₂-uitstoot) bedraagt maximaal 13 procent in 2033



Bron: SEO ECONOMISCH ONDERZOEK. Uitstoot in procenten (%)

Bronmateriaal

De emissies CO₂ zijn berekend op basis gegevens verkregen via www.emissieregistratie.nl (1-2-2016). Zie 4.2.3 voor de rekenmethode, onder bronmateriaal. Bij de berekening van broeikasemissies is rekening gehouden met de uitstoot van methaan, maar deze uitstoot is zeer beperkt in vergelijking met de uitstoot van CO₂.

4.2.5 Effecten op warmteproductie

Het wegvallen van kolencentrales betekent ook het wegvallen van een deel van de warmteproductie. De Amercentrale is de enige kolencentrale die warmte levert aan een netwerk voor stadsverwarming en tuinders. Bij sluiting van de centrale vervalt deze levering. Het welvaartseffect hiervan hangt onder andere af van alternatieven voor de warmteproductie en de mogelijkheid tot aansluiting op warmtenetten.

De warmteproductie zal bij het sluiten van deze kolencentrale dus door andere aanbieders worden verzorgd. Zo zal er tussen 2020 en 2030 ongeveer 3,1 PJ per jaar aan warmteproductie op een andere manier opgewekt dienen te worden (Van Hout & Koutstaal, 2015). Het ligt voor de hand dat dit eerder tot hogere kosten (lager consumentensurplus) zal leiden dan tot lagere. Dat effect kan binnen het bestek van deze kengetallenanalyse niet nader worden gekwantificeerd. Er resulteert een negatieve PM-post.

4.2.6 Effecten op biomassameestook

Het wegvallen van kolencentrales betekent ook het wegvallen van een deel van de biomassameestook. Het welvaartseffect hiervan hangt onder andere af van alternatieven voor de biomassameestook en de politieke reactie om duurzame doelen te halen.

Er valt 25 PJ aan duurzame energie weg doordat er geen biomassa meer wordt meegestookt (Warringa et al., 2016). De doelen uit het Energieakkoord zullen dan op een andere manier moeten worden behaald.

4.3 Overige effecten

Subparagraaf 4.3.1 gaat in op de effecten via de visuele kwaliteit van het landschap. Subparagraaf 4.3.2 behandelt kosten van vervroegde sluiting (ontmanteling). Subparagraaf 4.3.3 besteedt aandacht aan piekprijzen en congestie, subparagraaf 4.3.4 aan leverings- en voorzieningszekerheid. Subparagraaf 4.3.5 gaat in op werkgelegenheidseffecten. Subparagraaf 4.3.6 sluit af met de effecten op financiële stromen van de Rijksoverheid (met name subsidies).

4.3.1 Effect op visuele kwaliteit landschap

Het sluiten van een kolencentrale zou kunnen leiden tot een verbetering in de visuele kwaliteit van het landschap als de centrale zichtbaar was voor bewoners en passanten. In het beleidsalternatief wordt de productie van de kolencentrales overgenomen door gascentrales en extra import. Gascentrales zijn industriële installaties met een visuele kwaliteit die zal overeenkomen met kolencentrales. Van de substitutie van kolen naar gas is een maatschappelijk effect te verwachten als -zoals verondersteld- kolencentrales worden afgebroken, terwijl de capaciteit van gascentrales niet hoeft te worden uitgebreid. Waar de productie wordt vervangen door extra import is van belang of hiervoor capaciteitsuitbreiding van de interconnectie noodzakelijk is. Extra hoogspanningslijnen hebben een negatief effect op de visuele kwaliteit van het landschap.

De vraag is of in het beleidsalternatief extra verbindingen met het buitenland noodzakelijk zijn. De WLO-scenario's gaan niet expliciet in op de uitbreidingen van het hoogspanningsnet en de interconnectie.¹⁵ Deze gevolgen zijn wel berekend in de scenario's van de beheerder van het hoogspanningsnet, TenneT, voor 2030 (TenneT 2010). Deze scenario's beschrijven verschillende mogelijkheden voor vergroening van de elektriciteitsproductie. Het scenario 'groene revolutie' en het scenario 'duurzame transitie' vormen het beste vergelijkingsmateriaal voor het beleidsalternatief vanwege de afname van fossiele geproduceerde elektriciteit en toename van zon- en windvermogen.¹⁶ Deze scenario's veronderstellen nieuwe verbindingen met Noorwegen en Denemarken met een totaal vermogen van 3,3 GW. De verbinding met Denemarken wordt inmiddels gerealiseerd en zal rond 2019 in bedrijf komen met een vermogen van 700 MW. Ook is volgens TenneT in de groene scenario's een nieuwe verbinding met Duitsland noodzakelijk, Doetinchem-Niederrhein. Deze verbinding heeft een capaciteit van 1500 MW en komt eind 2016 op de markt. Deze verbindingen komen met andere woorden al tot stand in het nulalternatief waaruit wij concluderen dat er voldoende capaciteit is om de extra import in het beleidsalternatief te realiseren.¹⁷

De kolencentrales worden afgebroken en deels vervangen door al bestaande gascentrales, die momenteel zijn stilgezet vanwege de slechte marktcondities. Dit betekent dat per saldo een positief effect mogelijk is op de omgevingskwaliteit (PM+).

4.3.2 Kosten van versnelde sluiting

Vervroegde sluiting van een kolencentrale betekent naast het verdwijnen van toekomstige winsten (zie producentensurplus) waarschijnlijk een extra verliespost, namelijk de *vervroeging* van de kosten van de ontmanteling, waarbij rekening moet worden gehouden met de opbrengst van de verkoop van restmateriaal. De waarde van het restmateriaal kan aanzienlijk zijn. Centrales die voor Nederlandse begrippen relatief verouderd zijn, vormen voor partijen in andere landen vaak nog een interessante koop. Volgens specialistisch sloop- en ontmantelbedrijf DDM kunnen kopers van de oude centraleonderdelen overal ter wereld te vinden zijn. "Het kan ook zomaar zijn dat iemand nog geïnteresseerd is in de hele centrale. In dat geval wordt hij op een andere plek dus weer helemaal opgebouwd. Alleen het gebouw zelf verkoop je niet mee." Volgens het bedrijf kan 99 procent van de materialen van de oude centrale wel ergens hergebruikt worden.¹⁸

Binnen het bestek van deze kengetallenanalyse was het niet mogelijk deze vervroegingskosten te kwantificeren. Een negatieve PM-post resteert.

¹⁵ Interconnectie verwijst naar het aanleggen van verbindingen tussen de hoogspanningsnetten in buurlanden, noodzakelijk voor het transport van elektriciteit tussen landen.

¹⁶ Deze scenario's zijn gebaseerd op andere veronderstellingen dan WLO-Laag. We verwijzen hier naar de TenneT-scenario's omdat andere informatie over de impact van verduurzaming op de interconnectie ontbreekt. Het gaat bovendien om een kwalitatief argument: we ontlene geen cijfers aan de TenneT-scenario's.

¹⁷ Zie ook het Rapport Monitoring Leveringszekerheid 2014-2030, waarin TenneT constateert dat de importafhankelijkheid toeneemt, maar geen aanleiding vormt tot het overwegen van nieuwe interconnectiecapaciteit (TenneT 2015).

¹⁸ Geciteerd in 'Nuon vindt koper voor oude gascentrale Hemweg 7', *Energieia*, 27 maart 2013.

4.3.3 Effect op piekprijzen, netwerkcapaciteit, congestie en flexibiliteit

Deze effecten zijn alleen van belang als de vervangende energiebron wezenlijk verschilt in de invloed op congestie, benodigde netwerkcapaciteit, benodigde flexibiliteit, piekprijzen en dergelijke. Kolen levert basislastvermogen aan de elektriciteitsmarkt. Bij het vervangen van kolenvermogen door gascentrales kan de markt per saldo sneller reageren op wijzigingen in de vraag naar en aanbod van elektriciteit. Dit geldt mogelijk ook voor extra import. Er is daarom geen negatief effect van de sluiting van de kolencentrales te verwachten op de piekprijzen. Deze zullen eerder dalen dan stijgen (Van Hout & Koutstaal 2015). Ook congestie in het net kan door de extra flexibiliteit beter worden opgevangen. We noteren een positieve PM-post.

4.3.4 Effect op voorzienings- en leveringszekerheid

Effecten op de voorzienings- en leveringszekerheid zijn alleen van belang als de vervangende energiebron wezenlijk verschilt in termen van de beschikbaarheid en levering van energie. Leveringszekerheid is bijvoorbeeld in het geding als er een groter risico ontstaat op stroomuitval door de switch naar gas als productiebron. Een gascentrale kan echter sneller af- en bijschakelen dan een kolencentrale. Daardoor kunnen onvoorziene aanpassingen in vraag en aanbod sneller worden opgevangen waardoor het risico op stroomuitval door incidenten eerder af- dan toeneemt. Op dit punt is er een relatie met de het onderdeel flexibiliteit hierboven.

Voorzieningszekerheid heeft betrekking op de langetermijnbeschikbaarheid van energiebronnen om te voorzien aan de vraag naar energie. Voor de analyseperiode van deze kengetallen-KBA (tot 2050) is er qua voorzieningszekerheid weinig verschil tussen gas en kolen als energiebron. Bovendien neemt de afhankelijkheid van fossiele energie in zijn algemeenheid af met de verduurzaming van de energievoorziening richting en vooral na 2050.

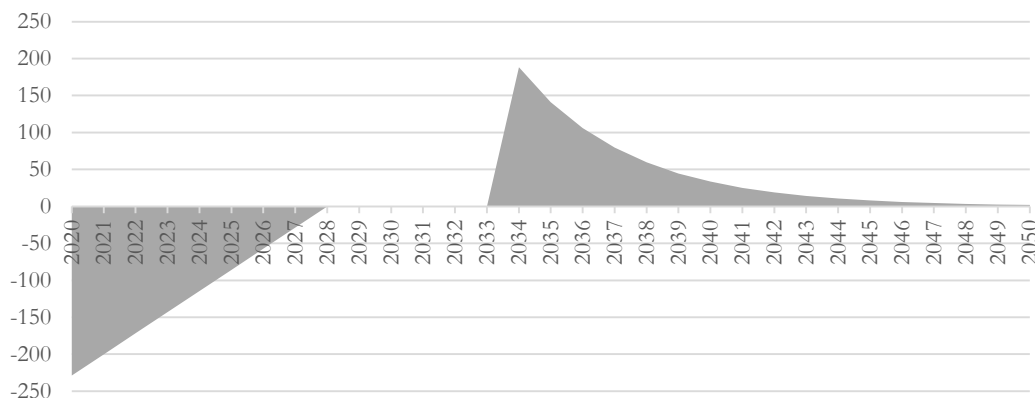
4.3.5 Werkgelegenheidseffecten

Het beleidsalternatief vervangt de productie van elektriciteit in kolencentrales door import en productie van elektriciteit in gascentrales. Deze aanpassing veroorzaakt tijdelijke en beperkte effecten op de werkgelegenheid. Deze effecten ontstaan doordat de centrales eerder dan thans gepland gesloten worden. De arbeidsmarkteffecten van de sluiting vinden daardoor ook eerder plaats. De economische modellen veronderstellen dat de arbeidsmarkt verlies aan werkgelegenheid op langere termijn zal oplossen waardoor er geen structureel effect op de werkgelegenheid is (Koopmans en Volkering 2014). De arbeidsmarkt accommodeert een positieve of negatieve impuls voor de werkgelegenheid door loonaanpassing in een termijn van circa acht jaar.

Het bruto effect op de werkgelegenheid is berekend in Figuur 4.6. De figuur geeft het verschil weer in arbeidsjaren tussen het nulalternatief en het beleidsalternatief waarin de kolencentrales in 2020 sluiten. In 2020 krijgt de arbeidsmarkt een negatieve impuls door de sluiting van vijf centrales. Een deel van de productie en dus de werkgelegenheid wordt opgevangen door de extra productie van gascentrales. Import vangt een deel van de productie op waarmee werkgelegenheid verloren gaat. Conform de analyse van Koopmans en Volkering (2014) veronderstelt dit rapport het verlies aan werkgelegenheid in acht jaar gecorrigeerd wordt doordat mensen een andere baan vinden. Per saldo is het effect dus nul; er is alleen een tijdelijk effect.

Figuur 4.7 laat twee pieken zien: één in 2020 (negatieve piek) en één in 2034. De eerste piek verwijst naar de sluiting van de kolencentrales in 2020. De positieve piek in 2034 wordt verklaard doordat er in het nulalternatief ook kolencentrales sluiten; hierdoor verdwijnen er banen die in het beleidsalternatief al eerder verdwenen zijn. Dit verklaart dat het positieve effect voor de werkgelegenheid van het beleidsalternatief in 2034 dat in de jaren daarna ook weer verdwijnt door de aanpassing van de arbeidsmarkt.

Figuur 4.7 Door extra import veroorzaakt vervroegde sluiting van de kolencentrales een tijdelijk verlies aan werkgelegenheid*



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).
* Effect in bruto arbeidsjaren.

De negatieve en positieve impulsen voor de werkgelegenheid zijn berekend via de arbeidsproductiviteit van werknemers in de elektriciteitsopwekking.¹⁹ Door de extra import verdwijnt een deel van de toegevoegde waarde in de elektriciteitssector. Via de arbeidsproductiviteit is het aantal werknemers berekend dat nodig is om deze toegevoegde waarde te produceren. In 2020 betreft dit circa 220 werknemers, een aantal dat in de jaren daarna terugloopt naar nul. Tabel 4.7 illustreert dat het in feite gaat om het vervroegen van een tijdelijk verlies van werkgelegenheid doordat centrales eerder zijn gesloten. Verdisconteerd naar 2015 levert dit een maatschappelijke kostenpost op doordat een baan in 2020 in welvaartstermen positiever wordt gewaardeerd dan een vergelijkbare baan in 2034.²⁰ We noteren een (kleine, tijdelijke) negatieve PM-post.

4.3.6 Effect op financiële stromen via de overheid

Bij de bepalende effecten zijn de verschillen in productiekosten meegenomen. Subsidies mogen onderdeel zijn van het producentensurplus, op het niveau van de maatschappij dient daarvoor te worden gecorrigeerd, omdat de winst van de producent in dat geval wordt betaald door de burger via de subsidies van de overheid.

¹⁹ Deze data zijn afkomstig uit maatwerktabellen van het CBS voor 2009 en 2010, opgesteld voor Sijm e.a. (2013). De arbeidsproductiviteit kent doorgaans een positieve groeivoet. Correcties voor de jaren na 2010 zijn gemaakt op basis van de gemiddelde arbeidsproductiviteitsgroei tot 2016 voor de marktsector in het Centraal Economisch Plan (2016). Voor de periode daarna is de arbeidsproductiviteitsgroei toegepast uit het WLO-Laag scenario. Deze groei bedraagt op jaarbasis 1,2 procent, zie: Matthijsen e.a. (2016).

²⁰ Dit geldt in het algemeen voor de consumptie en productie van alle goederen en wordt veroorzaakt door de tijdsvoorkeur van individuen: men stelt consumptie liever niet uit tot morgen.

Meer in het algemeen vormen subsidies geen additionele kostenposten, maar overdrachten. Eventuele claims van eigenaren van kolencentrales vanwege gemiste toekomstige opbrengsten en dergelijke zijn op dezelfde wijze op zich geen maatschappelijke kosten, maar een overdracht van de overheid naar de eigenaar. De kosten zitten al in de verandering in het producentensurplus en dergelijke.

Tabel 4.5 berekent de besparing op de SDE+ subsidies die gepaard gaat met de biomassameestook in de kolencentrales. De besparingen zijn met een 'min' aangegeven en bedragen maximaal circa € 480 miljoen per jaar.

Tabel 4.5 Verdwijnen van de biomassameestook betekent een besparing op de SDE+-subsidie

Jaar	2020	2023	2025	2030
mln. €/jaar	-478	-451	-455	-286

Bron: Van Hout & Koutstaal (2016).

5 Resultaten en conclusies

Effecten over de hele periode

Hoofdstuk 4 gaf de berekende effecten per jaar over de hele periode. Deze kunnen bij elkaar worden opgeteld nadat de toekomstige bedragen met de juiste discontovoet naar de huidige periode zijn verdisconteerd. Dit is het berekenen van de zogenoemde contante waarde van toekomstige bedragen. Hierbij worden positieve welvaartseffecten met een plus weergegeven en negatieve welvaartseffecten met een min.

Tabel 5.1 geeft in het bovenste deel het resulterende overzicht van naar 2016 verdisconteerde baten minus kosten, alsmede het saldo. Bij de bedragen staan de actoren zoals energieafnemers en energieproducenten tussen haakjes vermeld, zodat duidelijk is hoe de welvaartseffecten verdeeld zijn.

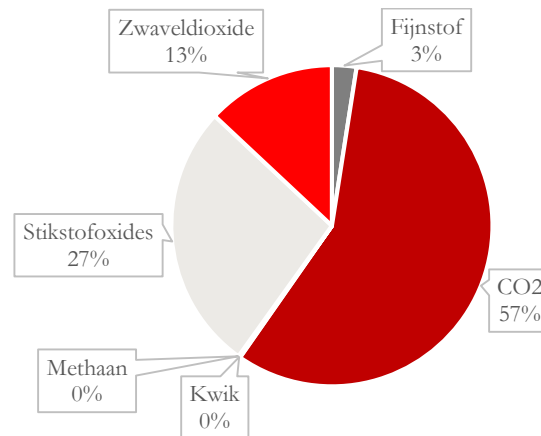
Tabel 5.1 Het sluiten van de kolencentrales in 2020 geeft een positief saldo van € 4,7 mld.

Maatschappelijke kost of baat voor:	<i>Omvang (€ in contante waarde*)</i>
Energieafnemers (effect op consumentensurplus)	-3,1 mld.
Energieproducenten (via de winsten)	
Afname winst door sluiten kolencentrales	-5,3 mld.
Toename winst door inzet extra gascentrales	1,9 mld.
Toename winst overige producenten door hogere prijs	1,5 mld.
Maatschappij als geheel via	
de CO ₂ -uitstoot	5,6 mld.
overige emissies	4,2 mld.
Saldo	4,7 mld.
Niet-berekende effecten:	<i>Richting effect (- of +)</i>
Effect op (kosten) warmteproductie	-PM
Effect op visuele kwaliteit landschap	+PM
Kosten van versnelde ontmanteling	-PM
Effect op piekprijzen, congestie	+PM
Effect op werkgelegenheid (tijdelijk)	-PM

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).

Zoals te zien is het effect op het consumentensurplus met € -3,1 mld. het sterkste negatieve effect. Het effect op het producentensurplus is per saldo € -1,9 mld. Dit effect bestaat uit het verlies aan potentiële winst door de eigenaren van de kolencentrales die in 2020 worden gesloten (- € 5,3 mld.). Daar staan winsten tegenover voor de gascentrales die een deel van de productie overnemen (+ € 1,9 mld). Ook overige producenten van elektriciteit genereren een hogere winst omdat de elektriciteitsprijs stijgt als gevolg van de sluiting van de kolencentrales. Deze winst voor de overige producenten is € 1,5 mld. Hier tegenover staan de baten van vermeden emissies. Voor CO₂ zijn deze ongeveer € 5,6 mld., voor de overige emissies is de baat wat lager, namelijk € 4,2 mld. In Figuur 5.1 staan de baten van de verschillende stoffen als percentages van het totaal weergegeven. Het totaal is per saldo positief: het sluiten van alle kolencentrales in 2020 levert een maatschappelijke netto baat op van € 4,7 mld.

Figuur 5.1 Verdeling van de emissiebaten over de verschillende stoffen



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).

Het onderste deel van Tabel 5.1 geeft posten weer waarvan geen waarde of getal is berekend. Dit noemen we PM-posten ('pro memorie'). De richting van deze posten is aangegeven met + en -. We verwachten dat het totaal aan PM-posten een relatief beperkte invloed heeft op het totaalsaldo.

De Amercentrale is de enige kolencentrale die warmte levert aan een netwerk voor stadsverwarming en tuinders.²¹ Deze warmtelevering zal wegvallen bij sluiting van de centrale. Daarom staat bij *kosten warmteproductie* een 'min' omdat vervangende warmtebronnen waarschijnlijk hogere kosten hebben. Bij *visuele kwaliteit landschap* staat een 'plus' omdat het (vervroegd) sluiten van kolencentrales kan leiden tot een verbetering in de visuele kwaliteit van het landschap, terwijl de capaciteit van gascentrales naar verwachting door de sluiting niet zal worden uitgebreid en geen extra verbindingen (hoogspanningslijnen) met het buitenland nodig zullen zijn. Bij vervroegde sluiting van een kolencentrale staat een 'min' omdat naast het verdwijnen van toekomstige winsten (zie producentensurplus) waarschijnlijk een extra verliespost optreedt, namelijk *de vervroeging van de kosten van de ontmanteling*, waarbij rekening moet worden gehouden met de opbrengst van de verkoop van restmateriaal. Bij *piekprijzen en congestie* staat een 'plus'. Dergelijke effecten zijn alleen van belang als de vervangende energiebron wezenlijk verschilt in de invloed op congestie, benodigde netwerkcapaciteit, benodigde flexibiliteit en piekprijzen. De vervanging van kolen door gas levert eerder een welvaartsbaat dan een negatief effect op.

Bij werkgelegenheid staat een 'min' omdat de sluiting van kolencentrales tijdelijk leidt tot een beperkt verlies aan banen. In 2020 bedraagt het verlies aan werkgelegenheid circa 220 arbeidsjaren. Dit verlies verdwijnt doordat de arbeidsmarkt zich in een periode van acht jaar aanpast. Dit effect is een vervroeging van het verlies van arbeidsjaren dat anders vanaf 2034 zou plaatsvinden. De sluiting van de kolencentrales in 2020 veroorzaakt dus geen structureel verlies aan werkgelegenheid.

Effecten op de voorzienings- en leveringszekerheid zijn alleen van belang als de vervangende energiebron wezenlijk verschilt in termen van de beschikbaarheid en levering van energie. Aangezien kolen door gas (en import) wordt vervangen, ligt dat niet voor de hand.

²¹ Het vermogen van de warmteproductie is 350 Mw.

Het effect op het SDE+-budget is niet meegenomen in de berekening. De reden hiervoor is dat dit een verdelingseffect betreft en netto geen verschil maakt voor de welvaart. Voor de volledigheid is berekend dat het totale verdisconteerde waarde van het SDE+-budget dat in dit scenario vrijkomt door het wegvallen van de biomassameestook neerkomt op € 3,3 mld.

Toegepaste discontovoet bij de verdiscontering

Voor de discontovoet gebruiken we de meest recente voorschriften van het Kabinet: “Het Kabinet schrijft voor dat alle gereedkomende MKBA’s *vanaf 1 april 2016* volgens de nieuwe voorschriften worden uitgevoerd. Voor MKBA’s die uitkomen in de periode *tot 1 april 2016* schrijft het Kabinet voor dat de nieuwe discontovoet [...] in een extra gevoeligheidsanalyse wordt doorerekend.”²²

Dit betekent dat we in de basisanalyses zijn uitgegaan van de voorschriften zoals samengevat in Tekstvak5.1. Dit houdt voor verschillende posten verschillende discontovoeten in:

- effecten op productiekosten en via elektriciteitsprijzen (producentensurplus en consumentensurplus): 5,5 procent;
- effecten op daadwerkelijke uitstoot van CO₂-emissies en van andere schadelijke stoffen: 4 procent. Hierbij is namelijk sprake van negatieve externe effecten met een onomkeerbaar karakter (bij CO₂ via klimaatverandering en bij de overige stoffen via gezondheid en milieu).

Tekstvak5.1 Voorschriften discontovoeten in MKBA's

“De toe te passen risicovrije reële discontovoet is 2,5 procent. Deze discontovoet dient te worden verhoogd met een, zo mogelijk projectspecifieke, opslag voor het macro-economisch risico. Wanneer een projectspecifieke risico-opslag niet wordt berekend conform de leidraad OEI, wordt een algemene risicopremie van 3 procent aanbevolen. Zodoende houdt de huidige systematiek een standaard reële discontovoet van 5,5 procent in.

Op deze standaard zijn in twee situaties uitzonderingen mogelijk. Allereerst kan van de standaard reële discontovoet van 5,5 procent worden afgeweken indien een projectspecifieke risico-opslag wordt berekend conform de leidraad OEI. Een projectspecifieke opslag kan volgens de Aanvulling Risicowaardering op de leidraad OEI onder meer worden bepaald door statistische analyse op basis van historische gegevens, (stochastische) modelsimulaties en ervaringen met vergelijkbare projecten. Zonder degelijke, toetsbare analyses aangaande het projectspecifieke, macro-economische risico bij projecteffecten dient evenwel een discontovoet van 5,5 procent te worden toegepast. Ten tweede, en als uitzondering op de voorgaande zin, kan voor specifieke projecteffecten de standaard risico-opslag van 3 procent worden gehalveerd, namelijk indien gelijktijdig aan de voorwaarden is voldaan dat het negatieve externe effecten betreft die door een project worden ondervangen dan wel veroorzaakt én het externe effecten betreft met een onomkeerbaar karakter. Die projecteffecten kunnen derhalve worden verdisconteerd tegen 4 procent.”

Bron: Citaat uit minister van Financiën (2011), Reële risicovrije discontovoet en risico-opslag in maatschappelijke kosten-batenanalyses, 24 augustus 2011, IRF/2011/605 U.

Gevoeligheidsanalyse op de discontovoet

Als gevoeligheidsanalyse schrijft het huidige voorschrift “de nieuwe discontovoet (en eventuele nieuwe aannames over reële prijsstijgingen)” voor. Deze discontovoet heeft een (lagere) waarde van 3 procent. Hierop gelden mogelijk uitzonderingen als er sprake is van publieke fysieke investeringen met substantiële vaste kosten, reistijd-baten, natuur en milieu, gezondheid, onderwijs,

²² Citaat uit minister van Financiën (2015), Kabinetsreactie bij eindrapport werkgroep discontovoet, 13 november 2015, IRF/2015/866.

marktconforme projecten en kosteneffectiviteitanalyses. Natuur, milieu en gezondheid zijn voor de analyses in dit rapport van belang. Voor milieu en gezondheid wordt een discontovoet van 3 procent aanbevolen, voor natuur (effectief) van 2 procent. Als gevoeligheidsanalyse hanteren wij:

- effecten op producentensurplus en consumentensurplus: 3,0 procent;
- effecten op daadwerkelijke uitstoot van CO₂-emissies: 3,0 procent;
- effecten op uitstoot van andere schadelijke stoffen: 2,75 procent (dit betreft zowel milieu, gezondheid als natuur).

Tabel 5.2 Effect van gevoeligheidsanalyse op de discontovoet is beperkt

Maatschappelijke kost of baat	Omvang (€)
Effect op consumentensurplus	-4,1 mld.
Effect op producentensurplus	-2,8 mld.
Effect op CO ₂ -uitstoot	6,3 mld.
Effect op overige emissies	4,9 mld.
Saldo	4,2 mld.

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).

In Tabel 5.2 staan de effecten voor de gemonetariseerde maatschappelijke kosten en baten bij een gevoeligheidsanalyse waarbij andere discontovoeten worden gebruikt. Zoals te zien is heeft dit een beperkt effect op het saldo: het totale maatschappelijke effect is € 4,2 mld. tegenover € 4,7 mld. in Tabel 5.1.

Gevoeligheidsanalyse met het WLO-hoog scenario

In deze MKBA wordt gebruikgemaakt van het WLO-laag scenario. In deze gevoeligheidsanalyse wordt gekeken naar de verschillen met het WLO-hoog scenario. De voornaamste verschillen in aannames tussen deze scenario's zijn als volgt:

- in het WLO-hoog scenario stijgt de CO₂-prijs veel sterker, van € 40 naar € 160 tussen 2030 en 2050;
- de vraag neemt toe tot 102 TWh in 2050 tegenover 79 TWh in WLO-laag;
- het aandeel fossiel neemt af tot 15 procent in 2050 tegenover 25 procent in het WLO-laag scenario;
- tussen 2030 en 2050 wordt een wereldwijd emissiehandelssysteem in gebruik genomen.

Hiernaast zijn de volgende aannames gemaakt. De afname van fossiele brandstof in de energiemix vindt plaats door de productietechniek met de hoogste productiekosten te schrappen. In het begin zal dit gas zijn, maar naarmate de CO₂-prijs stijgt, wordt productie van elektriciteit in een kolencentrale duurder. Tevens wordt aangenomen dat het mondiale emissiehandelssysteem in werking treedt, op het moment dat de productie van elektriciteit in een kolencentrale duurder wordt dan de productie van elektriciteit in een gascentrale. Tot slot is er aangenomen dat de importmix voor 25 procent uit fossiel blijft bestaan, waarbij het procentuele aandeel gas en kolen gelijk blijft met de importmix uit het WLO-laag scenario.²³

²³ In WLO hoog komt voor 2050 een wereldwijd emissiehandelssysteem tot stand waardoor verondersteld kan worden dat de verduurzaming van de elektriciteitsproductie in omliggende landen ook sneller zal verlopen. Dit heeft gevolgen voor de productiemix van de import. Matthijsen e.a. (2016) beschrijven echter niet duidelijk op welk moment dit systeem in werking treedt.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5.3 voor de eerder gemonetariseerde kosten en effecten. Het consumentensurplus is minder negatief, ondanks de toegenomen vraag. Dit komt doordat er vanaf 2033 geen prijsverschil meer is tussen het nulalternatief en het beleidsalternatief: de kosten van elektriciteitsproductie door kolencentrales zullen vanaf dat jaar hoger liggen dan de kosten voor gascentrales. Hierdoor zullen de kolencentrales buiten gebruik raken, waarmee het prijsverschil tussen het nul- en beleidsalternatief verdwijnt. Ook het producentensurplus is hierdoor minder sterk negatief. Er gaat minder winst verloren met het sluiten van de kolencentrales; de productie is immers door de hogere ETS-prijs duurder geworden. Tevens zal het eerder sluiten van kolencentrales effecten hebben op de vermeden emissies. De baten van de CO₂-uitstoot zijn minder hoog in vergelijking met de basisanalyses²⁴. Hetzelfde geldt voor de overige emissies. Per saldo is er een daling van het effect op de totale welvaart met ongeveer € 1,1 mld., van € 4,7 mld. naar € 3,6 mld.

Tabel 5.3 In het WLO-hoog scenario is het effect van sluiting van de kolencentrales op de welvaart kleiner

Maatschappelijke kost of baat	Omvang (€)
Effect op consumentensurplus	-2,8 mld.
Effect op producentensurplus	-1,5 mld.
Effect op CO ₂ -uitstoot	4,5 mld.
Effect op overige emissies	3,4 mld.
Saldo	3,6 mld.

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).

Conclusies

Het sluiten van alle kolencentrales in 2020 levert een maatschappelijke netto baat op. Tegenover negatieve effecten op de energieafnemers en netto gezien negatieve effecten op de energieproducenten staan voldoende baten van vermeden CO₂- en andere emissies. Deze uitkomsten zijn robuust in termen van de toegepaste discontovoet en het toegepaste toekomstscenario.

²⁴ Als kolencentrales wel in productie zouden zijn gebleven was de CO₂-baat vooralsnog minder hoog doordat door het in werking treden van het mondiale emissiehandelssysteem in de periode 2030-2050 deze baat na 2030 niet meer meegerekend kan worden.

Literatuur

- CPB, 2016, *Centraal Economisch plan – onzekere wereld, Nederlandse economie stabiel*, Den Haag.
- De Bruyn, S., Korteland, M., Markowska, A., Davidson, M., de Jong, F., Bles, M. & Sevenster, M. (2010), *Handboek schadumprijzen*, Delft: CE Delft
- De Bruyn, S., Schep, E. & Cherif, S. (2016), *Calculations of additional profits of sectors and firms from the EU ETS*, Delft: CE Delft
- ECN, PBL, CBS & RVO (2015), *Nationale energieverkenning*, Petten: ECN
- Van Hout, M. & Koutstaal, P. (2015), *Effecten van het vervroegd sluiten van de Nederlandse kolencentrales*, Petten: ECN
- IEA (2015), *CO₂ from fuel combustion*, Parijs.
- IEA, NEA & OECD (2015), *Projected costs of generating electricity*, Parijs.
- Kool, C. & Huizinga, F. (2016), *Toekomstverkenning welvaart en leefomgeving – Cahier macroeconomie*, Den Haag: PBL & CPB
- Koopmans, C. & Volkerink, M. (2014), *Zorgen overheidsbestedingen voor extra banen?*, *Tijdschrift voor arbeidsvraagstukken* (30), 1, p. 40 - 52.
- Leguijt, C., Blom, M.B.J., Scheperz, B.L. & Warringa, G.E.A (2012), *Onderzoek naar het energiebesparingseffect van gedifferentieerde energieprijzen*, Delft: CE Delft
- Matthijssen, J., Aalbers, R. & van den Wijngaart, R. (2015), *Toekomstverkenning welvaart en leefomgeving – Cahier klimaat en energie*, Den Haag: PBL & CPB
- Matthijssen, J., Aalbers, R & van den Wijngaart, R. (2016), *Toekomstverkenning welvaart en leefomgeving – achtergronddocument klimaat en energie*, Den Haag: PBL & CPB
- Sijm, J., van Hout, M., Tieben, B., Hof, B. & Kocsis, V. (2013), *Toegevoegde waarde van elektriciteitssector voor de Nederlandse economie*, Petten, Amsterdam: ECN en SEO Economisch Onderzoek.
- Staatsblad (2015), *Besluit van 13 oktober 2015 tot wijziging van het Activiteitenbesluit milieubeheer (rendementseisen kolencentrale)*, 387.
- TenneT (2010), *Visie 2030*, Arnhem.
- TenneT (2015), *Rapport monitoring leveringszekerheid 2014-2030*, Arnhem: Tennet TSO B.V.

Volkerink M., Rougoor, W., Tieben, B., Blom, M. & Schepers, B. (2012), *Bouwen en banen – werkgelegenheidseffecten van energiebesparing in de gebouwde omgeving*, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.

Warringa, G.E.A., Vergeer, R., Croezen, H.J., Rooijers, F.J. & De Bruyn, S.M. (2016), *Alternatieven voor biomassameestook in kolencentrales*, Delft: CE Delft

Bijlage A Achtergrond gebruikte kengetallen emissies

Om de effecten van verminderde emissies te bepalen zijn kengetallen gebruikt voor de schaduwrijzen van de uitstoot van de stoffen CO₂, NO_x, SO₂, CH₄ (Methaan), Hg (Kwik) en PM10 (fijnstof). Deze kengetallen zijn verkregen uit het handboek schaduwrijzen van CE Delft (2010). Schaduwprijzen zijn de waardes voor goederen of services waarvoor geen markt met vraag en aanbod bestaat. Er zijn verschillende methodes om schaduwrijzen te berekenen²⁵. Hier zijn de schadekosten van deze stoffen gebruikt.

De schadekosten zijn bepaald door de betalingsbereidheid van mensen voor het vermijden van veranderingen in natuurlijk kapitaal te benaderen. Van de genoemde stoffen zijn diverse (milieu)effecten bekend en berekend in het handboek schaduwrijzen (CE Delft, 2010). Deze zijn: klimaatsverandering (CO₂ en CH₄), klassieke luchtvervuiling (verzuring, vorming van foto-oxidanten en fijnstof (SO₂, NO_x, en PM10)) en toxiciteit voor mensen (Hg).

De effecten van klimaatsverandering zijn gebruikt om de schaduwrijzen voor CO₂ te berekenen. Denk hierbij aan schade door stijging van de zeespiegel, effecten op landbouw en waterreserves, effecten op gezondheid door extremere weertypes en effecten op ecosystemen en biodiversiteit. De hiermee gepaard gaande schadekosten zijn een indicatie voor de schaduwrijzen van CO₂. De prijs voor CH₄ is vervolgens berekend op basis van CO₂-equivalentiewaardes.

De kosten van de effecten van klassieke luchtvervuiling zijn samengesteld uit vier categorieën. De kosten van gezondheidseffecten worden bepaald aan de hand van de afname in levensverwachting (years of life lost; YOLL). Daarnaast wordt gekeken naar schade geleden door verlies van landbouwgewassen. Tot de derde categorie behoren herstelkosten van gebouwen die door de genoemde stoffen zijn aangetast. De laatste categorie kijkt naar de effecten op ecosystemen. Hierbij zijn de effecten op het verlies van biodiversiteit van belang en worden schaduwrijzen uitgedrukt als kosten voor herstel.

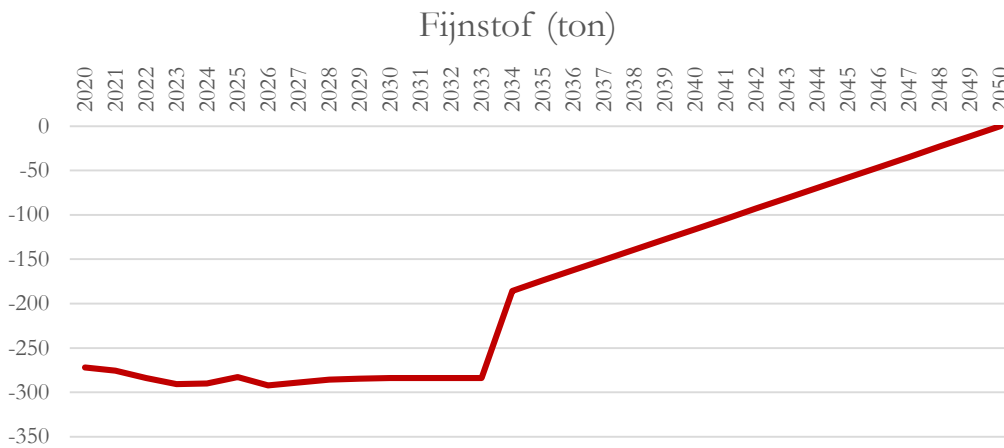
Voor kwik wordt er gekeken naar de toxiciteit voor mensen. Hierbij wordt de schaduwrijzen uitgedrukt in de waarde voor verloren levensjaren (value of a life year lost; VOLY)²⁶. Er wordt in deze kengetallen-KBA geen gebruikgemaakt van schadeprijzen voor schade aan ecosystemen. Deze zijn niet beschikbaar. Dit komt mede doordat kwik een sterk dispenserende stof is. Het verspreidt zich over een groot gebied, waardoor het lastig is om de kosten voor het Nederlandse ecosysteem te duiden. De kwik uit Nederlandse uitstoot verplaatst zich tot buiten de landsgrenzen terwijl er ook kwik uit het buitenland Nederland binnenkomt.

²⁵ Er zijn twee methodes om schaduwrijzen voor milieukwaliteit te berekenen: preventiekosten en schadekosten. Preventiekosten zijn de kosten die gemaakt dienen te worden om beleidsdoelen te halen. Schadekosten worden bepaald door de schade en verandering in natuurlijk kapitaal, veroorzaakt door bijvoorbeeld emissies, te benaderen.

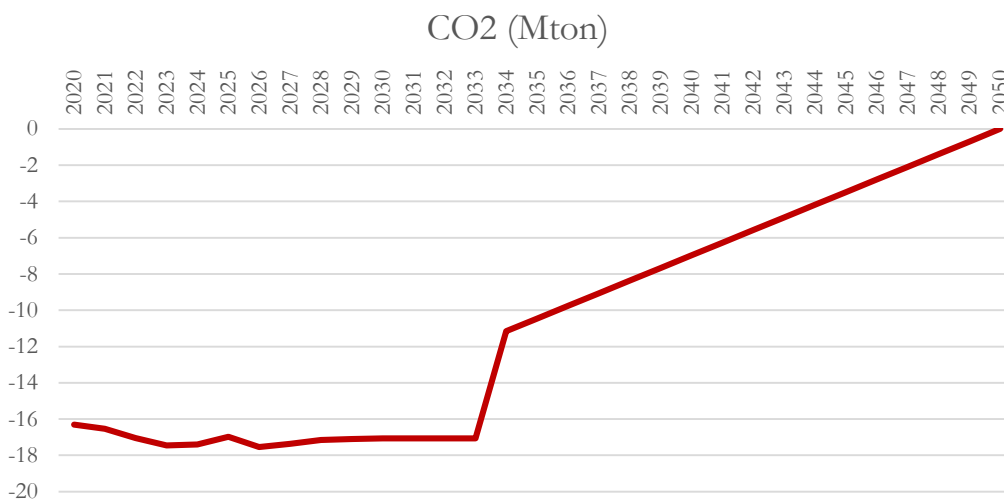
²⁶ De VOLY is samengesteld uit de YOLL en de YLD (years lost due to disability).

Bijlage B Verschil in emissies tussen beleidsalternatief en nulalternatief

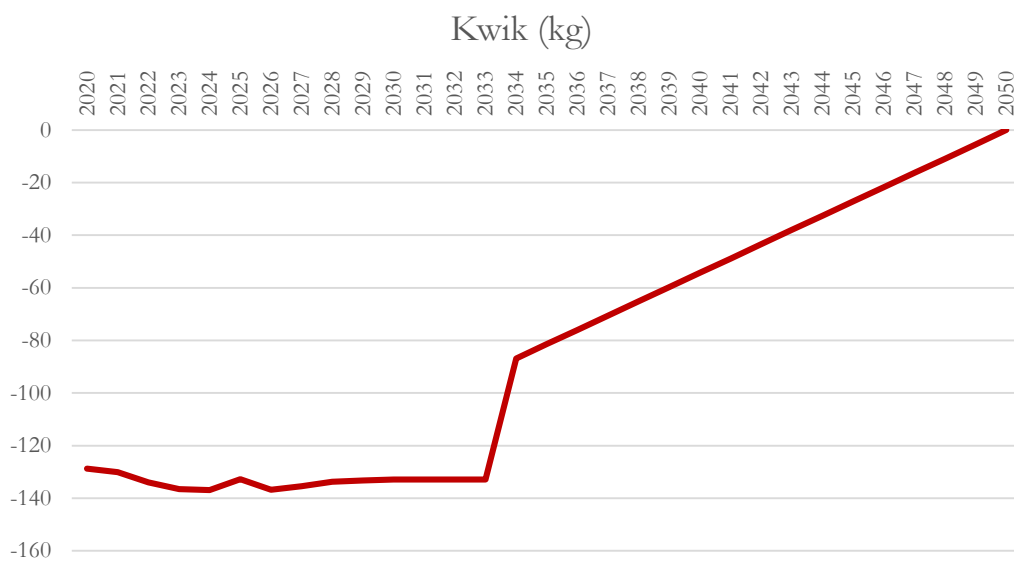
De volgende figuren geven het verschil in emissies weer tussen het beleidsalternatief en het nulalternatief.



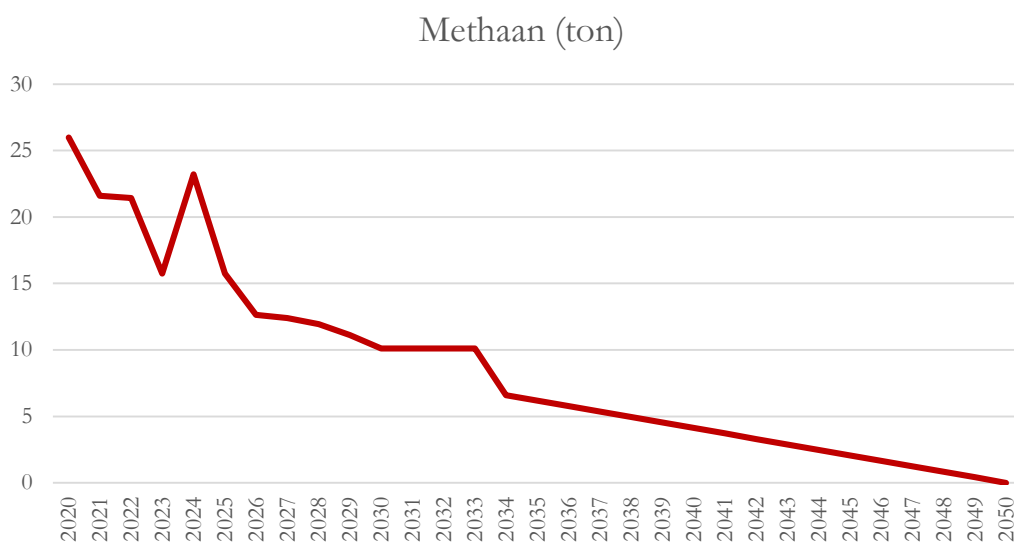
Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).

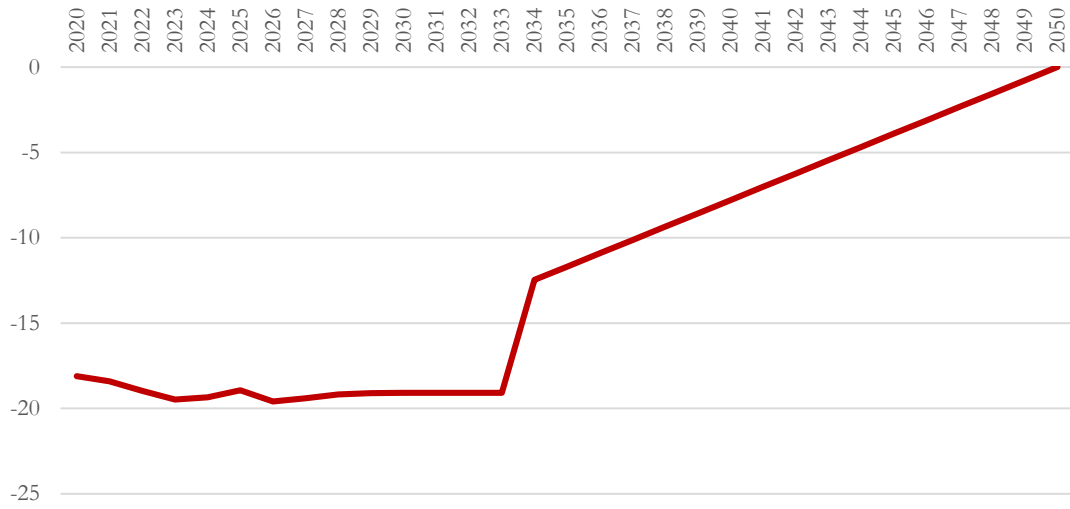


Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).



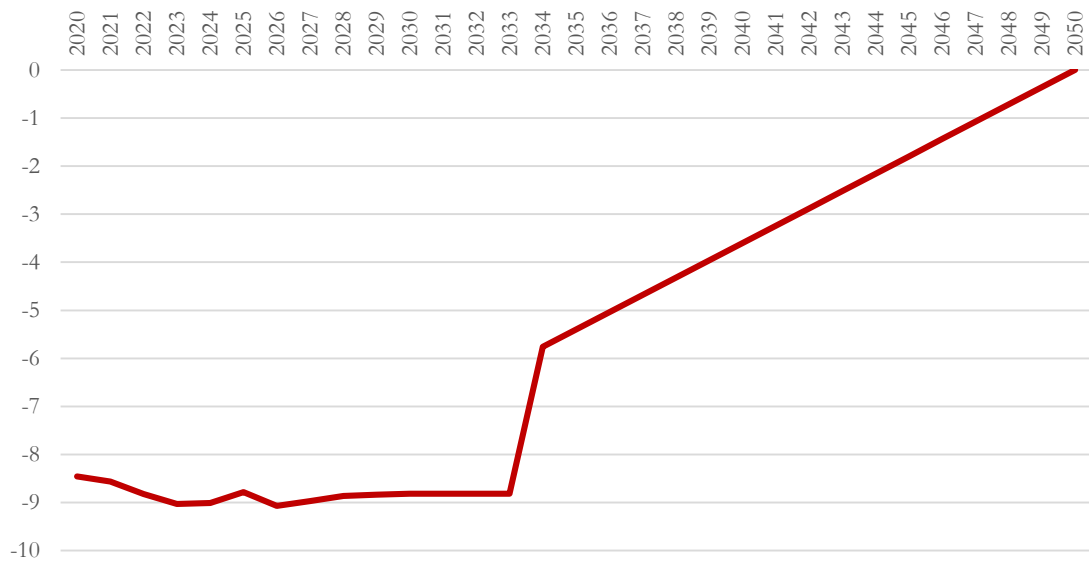
Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).

Stikstofoxides (Kton)



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).

Zwavel dioxide (Kton)



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2016).



seo economisch onderzoek

Roetersstraat 29 . 1018 WB Amsterdam . T (+31) 20 525 16 30 . F (+31) 20 525 16 86 . www.seo.nl