



Energy research Centre of the Netherlands

# **Trendanalyse Luchtverontreiniging**

**De effecten van het werkprogramma  
Schoon en Zuinig op de uitstoot van  
luchtverontreinigende stoffen**

**B.W. Daniëls**

**A.J. Seebregts**

**P. Kroon**

ECN-E--08-002

Mei 2008

## Verantwoording

Dit rapport is geschreven voor het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Het project is bij ECN geregistreerd onder nummer 77902. Behalve door de auteurs is een bijdrage geleverd door H.E. Elzenga, C.J. Peek en M van Schijndel (MNP) en L.W.M. Beurskens, A.W.N. van Dril, S.M. Lensink, J.R. Pels en H.P.J de Wilde (ECN). Contactpersoon voor dit project is B.W. Daniëls (tel. +31-224-564426, e-mail: daniels@ecn.nl).

## Abstract

This report explores the effects of the Dutch Climate Programme 'Clean and Efficient - Opportunities for Tomorrow' on the emissions of air pollutants, as included in the National Emissions Ceilings. The starting point for the analysis is the ex ante evaluation of Clean and Efficient as published in September 2007.

On the national level, the relative effects on air pollutant emissions are invariably much smaller than those on domestic greenhouse gas emissions. With a 1% decrease in domestic greenhouse emissions, SO<sub>2</sub> emission decrease between 0.3 and 0.5%, NO<sub>x</sub> emissions between 0.1 and 0.2%, NMVOC emissions decrease about 0.02 % and PM<sub>10</sub> emissions decrease about 0.1%. Some general causes explain the differences between the effects on GHG emissions and NEC-emissions. Only part of both the NEC-emissions and the GHG-emissions is linked to energy use. Further, replacement of fossil fuels by biomass results in lower fossil CO<sub>2</sub> emissions, but NEC-emissions remain roughly the same. Finally, emission factors of NEC-emissions vary strongly with energy carriers and processes, and reduction of energy use is unevenly divided among energy carriers and processes.

Specifically for the Netherlands, the role of electricity exports is important. Strong climate policies and high CO<sub>2</sub> prices are likely to result in lower electricity demand, more renewable electricity generation and more cogeneration. However, they are likely to improve the international competitiveness of the Dutch electricity generation as well. As a result, electricity exports rise and part of the emission reductions materialize outside the Netherlands, rather than within its borders. In the case of GHG-emissions, burden sharing mechanisms and trade in emission right make sure that this is not a real problem. As comparable mechanisms for NEC-emissions do not exist, the GHG burden sharing and emission trading pose a risk for the attainment of Dutch NEC-targets.

# Inhoud

Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	6
Samenvatting	7
Executive summary	11
1. Inleiding	14
1.1 Achtergrond	14
2. Aanpak	16
2.1 Uitgangspunten en voorgeschiedenis	16
2.2 Werkwijze	17
2.3 Status resultaten	18
2.4 Berekeningen NEC-effecten elektriciteit	18
2.5 Presentatie resultaten	19
3. Totaalresultaten	20
3.1 Emissies in het achtergrondscenario	20
3.2 Overzicht actualisaties	20
3.3 Emissieoverzichten	21
3.4 Synergie tussen klimaatbeleid en emissie van NEC-stoffen	23
3.5 Emissiehandel en burdensharing	24
3.6 Onzekerheden en belangrijkste niet-gekwantificeerde effecten	25
4. Elektriciteitsopwekking	27
4.1 Overzicht	27
4.2 Risico's op stijging van emissies door toename elektriciteitsexport	30
4.3 Elektriciteitsvraagvermindering	31
4.4 Nieuwbouwplannen elektriciteitscentrales	32
4.5 WKK	35
4.6 Hernieuwbare elektriciteit	36
4.7 Duitse elektriciteitsmarkt	38
4.8 Afdanking bestaand vermogen	40
4.9 CO <sub>2</sub> -afvang en -opslag	41
5. Industrie en raffinaderijen	44
5.1 Overzicht	44
5.2 WKK	44
5.3 Verbrandingsemissies overige Industrie Energie Raffinage	45
6. Verkeer	47
6.1 Overzicht	47
6.2 Biobrandstoffen en andere alternatieve brandstoffen	49
6.3 Besparingen en mobiliteitsvraag	50
7. Landbouw	52
7.1 Overzicht	52
7.2 Ammoniakemissies	52
7.3 WKK	53
8. Overige sectoren	54
8.1 Overzicht	54
8.2 Warmtevraagvermindering	54
8.3 Elektriciteitsvraag gebouwde omgeving	55
Referenties	56

Afkortingen		59
Bijlage A	Effecten per maatregel 2020	60
Bijlage B	Sectorale emissies en emissiereducties van NEC-stoffen in 2015	64

## Lijst van tabellen

Tabel 3.1	<i>Emissies 2020 achtergrondscenario 's, GEHP(broeikasgassen) /GE (NEC-stoffen)</i>	20
Tabel 3.2	<i>Overzicht effecten binnenlandse broeikasgasemissies</i>	21
Tabel 3.3	<i>Bandbreedtes EU-laag 2020</i>	21
Tabel 3.4	<i>Bandbreedtes EU-hoog 2020</i>	22
Tabel 3.5	<i>Synergiefactoren voor reductie van NEC-stoffenemissies in relatie tot reducties van broeikasgasemissies</i>	24
Tabel 3.6	<i>Belangrijke onzekerheden buiten de getoonde bandbreedtes</i>	25
Tabel 4.1	<i>Effecten op elektriciteitsgebruik en productie in 2020 t.o.v. GEHP</i>	29
Tabel 4.2	<i>Emissie-effecten binnen de energiesector, EU-laag, in 2020 t.o.v. GEHP</i>	30
Tabel 4.3	<i>Emissie-effecten binnen de energiesector, EU-hoog, in 2020 t.o.v. GEHP</i>	30
Tabel 4.4	<i>Emissie-effecten binnen de energiesector door de belangrijkste veranderingen buiten de sector, EU-laag, in 2020 t.o.v. GEHP</i>	30
Tabel 4.5	<i>Emissie-effecten bij de elektriciteitsopwekking door de belangrijkste veranderingen buiten de sector, EU-hoog, in 2020 t.o.v. GEHP</i>	30
Tabel 4.6	<i>Indicatie vereiste afdanking centrales voor netto afname emissies, jaar 2020</i>	31
Tabel 4.7	<i>Emissie-effecten belangrijkste maatregelen elektriciteitsvraagvermindering, EU-laag</i>	32
Tabel 4.8	<i>Emissie-effecten belangrijkste maatregelen elektriciteitsvraagvermindering, EU-hoog</i>	32
Tabel 4.9	<i>Overzicht nieuwbouwplannen</i>	33
Tabel 4.10	<i>Aanname nieuwbouwplannen elektriciteitscentrales</i>	34
Tabel 4.11	<i>Karakteristieken emissies (deels) kolengestookte ontwerpen voor nieuwe centrales</i>	34
Tabel 4.12	<i>SO<sub>2</sub> -Emissies voor bestaand en nieuw kolenvermogen</i>	35
Tabel 4.13	<i>Emissie-effecten WKK, EU-laag, 2020 t.o.v. GEHP</i>	36
Tabel 4.14	<i>Emissie-effecten WKK, EU-hoog</i>	36
Tabel 4.15	<i>Indicatieve emissiefactoren kleinschalig biomassa zonder aanvullende emissie-eisen</i>	37
Tabel 4.16	<i>Emissie-effecten hernieuwbare elektriciteit, EU-laag</i>	37
Tabel 4.17	<i>Emissie-effecten hernieuwbare elektriciteit, EU-hoog</i>	38
Tabel 4.18	<i>Emissie-effecten additionele elektriciteitsexport</i>	40
Tabel 4.19	<i>Veronderstellingen afdanking bestaand centraal fossiel vermogen, 2020</i>	40
Tabel 4.20	<i>Gemiddelde emissiefactoren voor het afgedankte vermogen</i>	40
Tabel 4.21	<i>Emissie-effecten afdanking bestaande centrales</i>	41
Tabel 4.22	<i>Emissie-effecten CCS in de elektriciteitsopwekking, EU-hoog, t.o.v. GEHP</i>	42
Tabel 5.1	<i>Emissie-effecten maatregelen industrie en raffinage, EU-laag</i>	44
Tabel 5.2	<i>Emissie-effecten maatregelen industrie en raffinage, EU-hoog</i>	44
Tabel 6.1	<i>CO<sub>2</sub>-reductie in beoordeling</i>	47
Tabel 6.2	<i>Effecten van het werkprogramma in 2020, EU-laag</i>	48
Tabel 6.3	<i>Effecten van het werkprogramma in 2020, EU-hoog</i>	48
Tabel 6.4	<i>Effecten van maatregelen die niet meetellen voor de binnenlandse broeikasgasdoelen</i>	48
Tabel 7.1	<i>Emissie-effecten maatregelen landbouw, EU-laag</i>	52
Tabel 7.2	<i>Emissie-effecten maatregelen landbouw, EU-hoog</i>	52
Tabel 8.1	<i>Emissie-effecten maatregelen gebouwde omgeving, EU-laag</i>	54
Tabel 8.2	<i>Emissie-effecten maatregelen gebouwde omgeving, EU-hoog</i>	54

## Lijst van figuren

Figuur 2.1	<i>Voorgeschiedenis trendanalyse</i>	16
Figuur 4.1	<i>Effecten op de elektriciteitsmarkt van klimaatbeleid en actualisaties</i>	27

## Samenvatting

### S.1 Achtergrond

De uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen hangen beide voor een belangrijk deel samen met energiegebruik. Het ligt dus voor de hand dat maatregelen gericht op broeikasgassen ook invloed zullen hebben op luchtverontreiniging. Met de huidige ambitieuze klimaat- en energiedoelen staan de effecten van klimaatbeleid op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen dan ook volop in de belangstelling. Binnen Europa loopt er een discussie over de mate waarin de vermindering van de emissies van de zogenaamde NEC-stoffen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NMVOS, NH<sub>3</sub> en fijn stof) meelift op de vermindering van broeikasgasemissies.

De Nederlandse regering heeft voor energie- en klimaat ambitieuze doelen vastgesteld: het verminderen van de broeikasgasemissies met 30% in 2020 t.o.v. 1990, het verhogen van het energiebesparingstempo naar 2% per jaar, en het vergroten van het aandeel hernieuwbare energie in 2020 naar 20%. Het werkprogramma Schoon en Zuinig beschrijft de instrumenten die deze doelen dichterbij moeten brengen. In september 2007 heeft ECN een beoordeling opgesteld van het werkprogramma, met daarin een inschatting van de effecten van het werkprogramma op broeikasgasemissies, energiebesparing en hernieuwbare energie.

### S.2 Vraagstelling en aanpak

Het ministerie van VROM heeft ECN gevraagd om de effecten van Schoon en Zuinig op de uitstoot van de NEC-stoffen te bepalen. Ook is gevraagd om actuele ontwikkelingen te verwerken en om kennishiaten in kaart te brengen.

Het Optiedocument 2010-2020 bevat uitgebreide informatie over de effecten van allerlei maatregelen op de emissies van broeikasgassen en NEC-stoffen. Om de effecten van het werkprogramma Schoon en Zuinig op de NEC-stoffen te kunnen bepalen, heeft ECN de effecten van het werkprogramma vertaald naar de opties uit het Optiedocument. Hierbij is ook een aantal ontwikkelingen nader tegen het licht gehouden, vooral met betrekking tot de elektriciteitsopwekking.

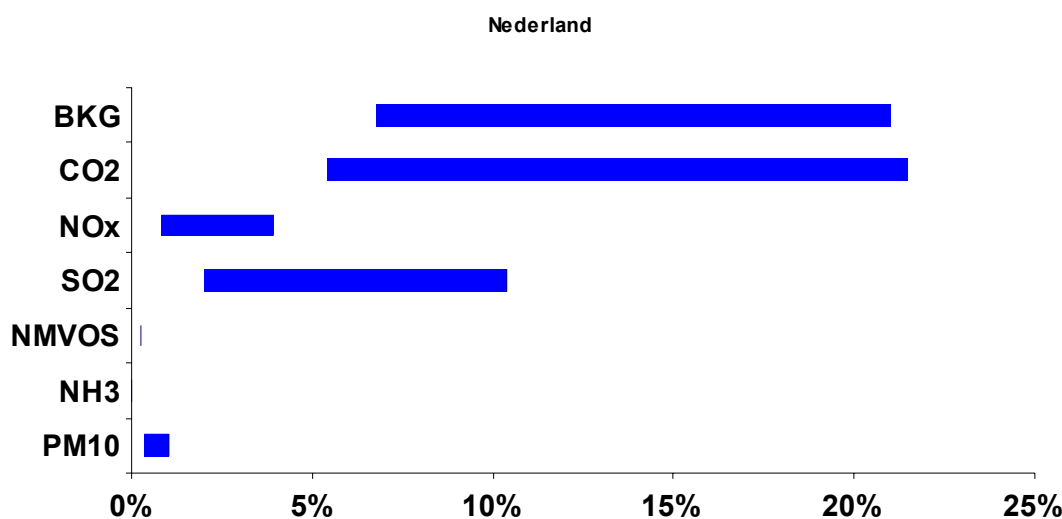
Evenals in de beoordeling van het werkprogramma vindt de effectschatting plaats tegen de achtergrond van twee Europese beelden, een met minder sterk EU-beleid en lagere CO<sub>2</sub>-prijzen (20 €/ton CO<sub>2</sub>) en een met sterker EU-beleid en hogere CO<sub>2</sub>-prijzen (50 €/ton CO<sub>2</sub>). Voor beide beelden worden bandbreedtes voor de effecten gepresenteerd. De beleidseffecten van het werkprogramma zijn niet opnieuw geschat, maar wel zijn de effecten preciezer ingevuld. Vanwege de grote rol voor de emissies van broeikasgassen en NEC-stoffen in combinatie met de grote onzekerheden zijn de ontwikkelingen op de elektriciteitsmarkt nader bekeken en geactualiseerd. Dit heeft geleid tot nieuwe schattingen voor nieuwbouw en afdanking van elektriciteitscentrales.

### S.3 Resultaten NEC-stoffen

#### *NEC-stoffen effecten Nederland*

De vermindering van de emissies van NEC-stoffen blijkt geen gelijke tred te houden met de vermindering van de binnenlandse broeikasgasemissies. SO<sub>2</sub> komt nog het dichtst bij: per procent vermindering van de broeikasemissies verminderen de SO<sub>2</sub>-emissies met 0,3 tot 0,5%. Voor NO<sub>x</sub> ligt dit tussen 0,1 en 0,2%, voor NMVOS met 0,01 tot 0,04% en voor fijn stof (PM<sub>10</sub>) rond de 0,1%. Zoals Figuur A.1 laat zien bedraagt de maximale reductie van de NEC-stoffen emis-

sies 10% voor SO<sub>2</sub>, 4% voor NO<sub>x</sub>, 0,3% voor NMVOS en 1% voor PM<sub>10</sub>, bij een maximale binnenlandse broeikasgasemissiereductie van zo'n 21%, alles ten opzichte van de niveaus in het achtergrondscenario in 2020. Voor NH<sub>3</sub> zijn de effecten onduidelijk, maar in elk geval relatief klein.



Figuur S.1 *Bandbreedte relatieve emissiereducties broeikasgassen en NEC-stoffen door klimaatbeleid. De figuur toont de minimale en maximale vermindering van broeikasgasemissies en NEC-stoffen t.o.v. de emissies in het achtergrondscenario*

#### *Oorzaken achterblijven effecten NEC-stoffen*

De uitstoot van broeikasgassen en de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen hangen beide voor een belangrijk deel samen met energiegebruik. Het zou dus voor de hand lijken te liggen dat de vermindering van NEC-stoffen-emissies ongeveer gelijk opgaat met die van de broeikasgassen. Toch blijven de effecten van klimaatbeleid op NEC-stoffen dus fors achter bij de effecten op broeikasgassen. De verschillen zijn grotendeels terug te voeren op de volgende generieke oorzaken, die niet specifiek zijn voor de Nederlandse situatie:

- Niet alle NEC-stoffen emissies worden veroorzaakt door verbrandingsprocessen en energiegebruik.
- Niet alle reducties van broeikasgasemissies hangen samen met verbrandingsprocessen en energiegebruik.
- Gebruik van biomassa in plaats van fossiele brandstoffen vermindert wel de CO<sub>2</sub>-emissies, maar niet noodzakelijk de NEC-stoffen emissies die samenhangen met verbrandingsprocessen en energiegebruik.
- Energiegerelateerde emissiefactoren van NEC-stoffen verschillen per energiedrager, installatie en sector, en de veranderingen in het energiegebruik zijn ongelijk verdeeld over energiedragers, installaties en sectoren<sup>1</sup>.

Op enkele uitzonderingen na dragen alleen maatregelen die leiden tot een vermindering van verbrandingsprocessen bij aan de vermindering van de NEC-emissies, voor zover deze laatste tenminste samenhangen met het energiegebruik. De vermindering van de vraag naar elektriciteit, warmte en brandstoffen, en meer opwekking van elektriciteit met wind en zonne-energie zijn daarvoor gunstig. In al deze gevallen vermindert de inzet van energiedragers in verbrandingsprocessen. Verder is er nog een aantal speciale gevallen, zoals CCS, waarin broeikasgasmaatregelen hele specifieke effecten op de NEC-emissies kunnen hebben. De inzet van biomassa in plaats van fossiele brandstoffen pakt meestal ongeveer neutraal uit op de NEC-emissies.

<sup>1</sup> Als bijvoorbeeld het energiegebruik vooral lager wordt in sectoren met lage emissiefactoren voor NEC-stoffen, blijven de effecten op de NEC-emissies dus relatief beperkt.



Een uitzondering hierop is de inzet van biomassa in plaats van kolen in de elektriciteitsopwekking: hierbij dalen de SO<sub>2</sub>-emissies.

De invloed van klimaatmaatregelen op de NEC-emissies kan nog wel sterk afhangen van het beleid voor de NEC-stoffen. Bij absolute plafonds voor de uitstoot van NEC-stoffen, of bij normering die niet gekoppeld is aan energiegebruik, leidt vermindering van het brandstofgebruik niet automatisch tot lagere NEC-emissies<sup>2</sup>. Als voor kleinschalige opwekking minder strenge normen gelden en klimaatbeleid per saldo leidt tot een verschuiving van grootschalige opwekking naar kleinschalige opwekking kunnen NEC-emissies zelfs toenemen.

### *Elektriciteitsexport*

Bovenop de algemene factoren die de synergie tussen broeikasgassen en NEC-stoffen verminderen speelt voor Nederland ook de elektriciteitsexport een belangrijke rol. De verwachting is namelijk dat extra klimaatbeleid leidt tot een forse toename van de elektriciteitsexport vanuit Nederland. Er komt meer elektriciteitsproductie bij, en de afdanking van bestaande installaties houdt hiermee waarschijnlijk geen gelijke tred. Juist in de elektriciteitsopwekking is de synergie tussen vermindering van de emissies van SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> en die van broeikasgassen relatief groot. Voor NMVOS en PM<sub>10</sub> is ook hier de synergie zeer klein.

Zonder extra export zou de vermindering van de SO<sub>2</sub>-emissie in Nederland bijna gelijk op gaan met de vermindering van de broeikasgasemissies. Dit is dan overigens wel onder de aanname dat ook dan voornamelijk kolenvermogen afgedankt zou worden. Voor de NO<sub>x</sub> uitstoot is de synergie kleiner. Als er geen export zou zijn, dan zou de daling ongeveer 0,3%, per procent daling van de broeikasgasemissies bedragen. De prognoses wijzen echter op een toename van de elektriciteitsproductie, leidend tot een netto elektriciteitsexport.

### *Burden-sharing en ETS*

Voor de broeikasgasemissies voor de Nederlandse doelstelling, dus inclusief de buitenlandse reducties via ETS, JI en CDM, is de relatie tussen broeikasgasemissies en NEC-stoffen uiteraard nog zwakker. Vermindering van broeikasgasemissies in het buitenland heeft immers geen enkele invloed op de Nederlandse NEC-stoffenemissies.

## S.4 Conclusies

- De effecten op de NEC-stoffen emissies van het klimaatbeleid blijven duidelijk achter bij de effecten op de binnenlandse broeikasgasemissies, hoewel de effecten op SO<sub>2</sub> en in mindere mate NO<sub>x</sub> wel aanwezig zijn. Maar vooral waar het grootste deel van de NEC-stoffenemissies niet gerelateerd is aan energie, zoals bij NMVOS en fijn stof, hebben reducties van de binnenlandse broeikasgasemissies nauwelijks invloed op de NEC-stoffen emissies. In een aantal gevallen is het gunstige effect op de NEC-emissies zeer klein en bestaat er zelfs een kans op een toename van de NEC-emissies.
- Burden-sharing mechanismen voor broeikasgassen kunnen voor Nederland haalbaarheidsproblemen veroorzaken bij de NEC-doelen. Dit geldt vooral wanneer de verdeling van emissierechten in het Europese handelssysteem plaatsvindt via veiling of op basis van Europese benchmarks. Voor het halen van de broeikasgasdoelen doet de locatie van een activiteit onder het emissiehandelssysteem er dan niet meer toe, terwijl deze er voor de NEC-stoffen emissies uiteraard wel toe doet. Nederland biedt in een aantal opzichten relatief gunstige omstandigheden voor elektriciteitsproductie en bij hoge CO<sub>2</sub>-prijzen kunnen deze locatievoordelen nog groter zijn. Dit kan betekenen dat juist bij een ambitieus Europees klimaatbeleid en navenant hoge CO<sub>2</sub>-prijzen de haalbaarheidsrisico's bij de NEC-doelen het grootst zijn.

---

<sup>2</sup> Een lager energiegebruik geeft dan ruimte voor een hogere emissiefactor van NEC-stoffen.

- Meestal gunstig voor de NEC-emissies zijn vermindering van de vraag naar elektriciteit, warmte en transportbrandstoffen en meer opwekking van elektriciteit met wind en zonne-energie.
- In een aantal gevallen kan het werkprogramma leiden tot een verschuiving van grootschalige opwekking naar kleinschalige opwekking van elektriciteit, onder meer bij hernieuwbare elektriciteit en WKK. Omdat momenteel voor kleinschalige opwekking minder strenge emissie-eisen gelden dan voor grootschalige opwekking, kan dit tot een toename van de NEC-emissies leiden.

## Executive summary

### E.1 Background

The main share of both greenhouse gas emissions and air pollutants emissions can be traced back to energy use. Obviously, measures directed at greenhouse gas emissions are very likely to have an impact on air pollutants emissions as well. The current ambitious climate and energy targets have resulted in increased interest in the effects of climate policies on the emissions of air pollutants. Within the European Union there is an ongoing debate on the extent to which air pollutants emissions under the National Emissions Ceilings (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NMVOS, NH<sub>3</sub> and particulate matter) will decrease as a side-effect of declining greenhouse gas emissions.

The Dutch government has decided on ambitious targets with regard to climate and energy: a greenhouse gas emissions reduction of 30% in 2020 compared to 1990, an increase of annual energy savings to 2%, and an increase of the renewable energy share to 20% in 2020. The Dutch Climate Programme 'Clean and Efficient - Opportunities for Tomorrow (Schoon en Zuinig)' describes policies designed to accomplish these targets. In September 2007, ECN has made an evaluation of the Clean and Efficient programme, including estimates of the effects on greenhouse gas emissions, energy savings and renewable energy.

### E.2 Approach

The Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) has requested ECN to determine the effects of Clean and Efficient on the emissions of NEC air pollutants, incorporating new relevant developments.

Extensive information on the effects of various measures regarding greenhouse gases and air pollutants is contained in the Dutch Options Document 2010-2020, an inventory of measures aimed at emissions reduction of greenhouse gases and air pollutants. To determine the effects of Clean and Efficient on air pollutants, ECN has projected the evaluation of Clean and Efficient onto measures in the Options Document. In addition, ECN has explored new developments with regard to power generation.

As in the evaluation of Clean and Efficient, effects on air pollutants are established against the background of two sets of assumptions on European policies. One assumes less stringent European policies and CO<sub>2</sub> prices around € 20/tonne CO<sub>2</sub>, the other assumes stronger European policies and CO<sub>2</sub> prices around € 50/tonne CO<sub>2</sub>. For both sets of assumptions, ranges of the emissions effects are defined. Because of the importance of power generation with regard to both greenhouse gas and air pollutants emissions, combined with higher than average uncertainties, the analysis includes a closer look on actual developments on the power market. This has resulted in new estimates for the construction of new power plants and the decommissioning of old ones.

### E.3 Results

#### *Effect on air pollutants in the Netherlands*

It appears that the decrease of air pollutants emissions is much smaller than the decrease of domestic greenhouse gas emissions. The synergy is highest in case of SO<sub>2</sub>: Each percent decrease of greenhouse gas emissions results in a 0.3 to 0.5% decrease of SO<sub>2</sub> emissions. As regards NO<sub>x</sub>, these numbers are between 0.1 and 0.2%, for NMVOC between 0.01 and 0.04%, and for

particulate matter (PM<sub>10</sub>) around 0.1%. As represented in Figure A1, the maximal reduction of emissions by climate policies relative to the 2020 emissions in the background scenario is approximately 10% for SO<sub>2</sub>, 4% for NO<sub>x</sub>, 0.3% for NMVOC, and 1% for PM<sub>10</sub>, as compared to a maximal reduction of 21% for greenhouse gas emissions. The effects on NH<sub>3</sub> emissions are unclear, however, they are small.

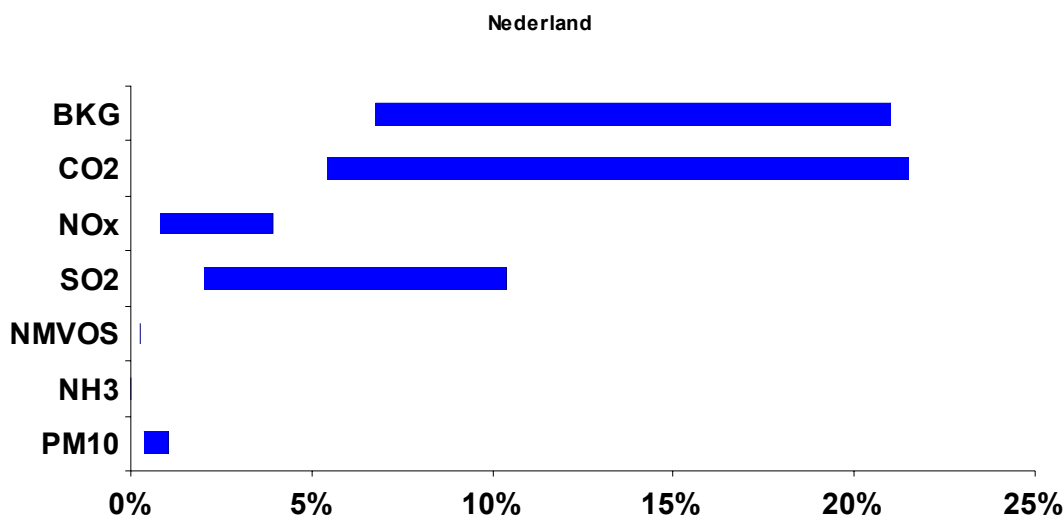


Figure E.1 *Range of relative emissions reductions greenhouse gases and NEC-agents by climate policy. The figure represents the minimal and maximal decrease of greenhouse gas emissions and NEC-agents with regard to the emissions in the background scenario.*

### *Underlying causes*

As emissions of both greenhouse gases and air pollutants mainly originate from energy use, it would seem evident that the effects on air pollutants more or less approach the effects on greenhouse gases. However, the reductions of air pollutants considerably lag behind those of greenhouse gases. The major share of the differences can be traced back to the following four reasons, which nevertheless are not unique for the Dutch situation:

- Not all air pollutants emissions are caused by combustion processes and energy use.
- Not all reductions of greenhouse gas emissions relate to combustion processes and energy use.
- The application of biomass instead of fossil fuels results in reduced (fossil) CO<sub>2</sub> emissions, but usually not in a reduction of air pollutants emissions.
- Energy-related emission factors of air pollutants vary with energy carriers, installations and sectors, and the changes in energy use are unevenly distributed over energy carriers, installations and sectors<sup>3</sup>.

With some exceptions, only climate measures that result in a decreased fuel combustion contribute to lower air pollutants emissions (related to energy use). Lower electricity, heat and fuel demand as well as increased wind-based and solar-based electricity generation result in lower fuel use in combustion processes. In addition, there are some special cases that can have very specific effects on air pollutants emissions, such as carbon capture and storage. Biomass use instead of fossil fuel use generally does not result in a reduction of air pollutants emissions, with the major exception of use of biomass as a substitute for coal, which results in lower SO<sub>2</sub> emissions.

<sup>3</sup> For example, if energy use mainly decreases in sectors with lower emission factors for air pollutants, effects on air pollutants will be relatively small.

The impact of climate measures on air pollutants emissions may strongly depend on air pollutants policy. In case of fixed emission ceilings for air pollutants, or emissions standards that are not connected with energy use, a reduction of fuel consumption does not necessarily lead to a reduction in air pollutants emissions<sup>4</sup>. If climate policies result in a shift from large-scale power generation to small-scale power generation, less stringent emission standards for small-scale generation may result in an increase in air-pollutant emissions.

#### *Electricity export*

In addition to the generic factors resulting in lower synergy between domestic emissions reductions of greenhouse gases and air pollutants, electricity exports are also significant for the Netherlands. That is, climate policies are expected to result in a considerable increase of electricity exports by the Netherlands, due to increased electricity production combined with a disproportionate decommissioning of existing plants. Especially in the power generation, the synergy between greenhouse gases and the air pollutants SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> is relatively strong.

Without additional electricity exports, the decline in SO<sub>2</sub> emissions would almost keep pace with the decrease of greenhouse gas emissions, provided that most of the decommissioned power plants are coal-fired plants. As for NO<sub>x</sub>, the synergy is smaller, but higher than with exports: 0.3% for each percent reduction of greenhouse gas emissions. However, as pointed out, an increase of electricity production resulting in net electricity exports is more likely.

#### *Burden sharing and ETS*

In case of the Dutch targets on greenhouse gas emissions, which include foreign reductions by way of ETS, JI and CDM, the coupling between greenhouse gas emissions and domestic air pollutants emissions is even weaker. After all, a decrease of foreign greenhouse gas emissions has no consequences whatsoever for domestic air pollutants emissions.

## E.4 Conclusions

- The effects of the Climate Change policies on air pollutants emissions evidently lag behind the effects on domestic greenhouse gas emissions, though effects on SO<sub>2</sub> and, to a lesser extent, NO<sub>x</sub>, do occur. Especially when the major part of air pollutants emissions does not relate to energy use, as in the case of NMVOC and particulate matter, reductions of domestic greenhouse gas emissions hardly affect air pollutants emissions. In a number of cases, the beneficial effects are very small, and there is even a chance on an increase of air pollutants emissions.
- Burden sharing mechanisms for greenhouse gases make the attainment of air pollutant targets more uncertain. This is especially the case when the distribution of emission rights in the ETS is based on auctions, or on European benchmarks. In these cases, the location of greenhouse gas emissions under the ETS is no longer important, while the location of air pollutants emissions remains as important as it is currently. The Netherlands offer favourable circumstances for electricity production, which are likely to be even more favourable in case of higher CO<sub>2</sub> prices. This may imply that especially in the case of ambitious European climate policies, the risks involved in achieving the air pollutant targets are largest.
- Usually, lower electricity heat and fuel demand are beneficial for air pollutants emissions, as are more wind-based and solar-based electricity generation.
- Climate policies may lead to a shift from large-scale to small-scale power generation. As currently less strict emission standards apply for the latter, this may result in an increase in air-pollutant emissions.

---

<sup>4</sup> In such cases, lower energy use provides room for a higher emission factor.

# 1. Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Nederland moet in het kader van de Europese ‘National Emission Ceilings’ (NEC-) richtlijn voldoen aan maximale emissieplafonds voor een aantal luchtverontreinigende stoffen<sup>5, 6</sup>. Momenteel loopt het proces naar de onderhandelingen voor de NEC-plafonds voor 2020. De te verwachten ontwikkeling van de NEC-emissies is onder meer belangrijk in de onderhandelingen over de ontwerp-EU-richtlijn over luchtkwaliteit.

In mei 2007 heeft het MNP de laatste actualisatie uitgevoerd voor de te verwachten NEC-emissies in 2020, voor de hoge-olieprijsvariant van het WLO-GE-scenario (CPB/MNP/RPB, 2006). Deze actualisatie ging uit van het beleid zoals dat op dat moment vastgesteld was, voor zowel de NEC-stoffen als de energie- en klimaatdoelen. In september 2007 heeft het kabinet Balkenende 4 in het werkprogramma Schoon en Zuinig de beleidsplannen ontvouwd voor het realiseren van de ambitieuze doelen voor broeikasgasemissies, energiebesparing en hernieuwbare energie. Deze plannen zullen in de periode tot 2020 grote consequenties hebben voor de ontwikkeling van het Nederlandse energiegebruik, en daarmee ook voor de ontwikkeling van de NEC-stoffenemissies. Ook een aantal andere nieuwe ontwikkelingen zal belangrijke effecten hebben.

Dit rapport beschrijft de effecten op de NEC-stoffenemissies van de beleidsmaatregelen uit het werkprogramma Schoon en Zuinig, en van de meest bepalende andere ontwikkelingen. Het sluit aan bij de effectschatting van het werkprogramma (Menkveld et al, 2007b). Omdat dat rapport al beschrijft op basis waarvan de effectschatting tot stand gekomen is, gebeurt dat hier in principe niet nogmaals.

Hoofdstuk 2 beschrijft de gevolgde aanpak en de status van de resultaten. Hoofdstuk 3 geeft het totaaloverzicht van NEC-emissies en -emissiefactoren, en geeft een overzicht van onzekerheden en wel gesignaleerde, maar niet in de emissieverwachting verwerkte effecten. De Hoofdstukken 4 tot en met 8 beschrijven emissie-effecten en de hieraan ten grondslag liggende ontwikkelingen voor de verschillende sectoren. Hoofdstuk 4 beschrijft de elektriciteitsopwekking, hoofdstuk 5 de industrie en raffinaderijen, Hoofdstuk 6 de transportsector, Hoofdstuk 7 de landbouw en Hoofdstuk 8 de gebouwde omgeving. De sectorhoofdstukken geven een algemeen overzicht van de effecten op NEC-stoffenemissies; daarnaast geven ze speciale aandacht aan ontwikkelingen binnen de sector die van groot belang zijn voor de NEC-emissies. In een aantal gevallen heeft een specifieke ontwikkeling effecten op de emissies in meerdere sectoren. In dergelijke gevallen wordt de betreffende ontwikkeling uitgebreid besproken in een van de betreffende sectoren, en staat bij de andere sector of sectoren een verwijzing.

De beoordeling van het werkprogramma Schoon en Zuinig (Menkveld et al, 2007b) beschrijft de te verwachten effecten, en geeft ook aan waarop deze verwachtingen gebaseerd zijn. In een aantal gevallen moet het beeld dat in de beoordeling wordt geschetst hier nader ingevuld worden om de effecten op de NEC-stoffen te kunnen bepalen. Het is daarbij niet altijd mogelijk om enige overlap te voorkomen. Omdat de hier uitgevoerde nadere analyse in een aantal gevallen ook consequenties heeft voor de inschatting van broeikasgasemissies, zullen de effecten hierop ook vermeld worden. Dit maakt zichtbaar waar actuele ontwikkelingen gevolgen hebben. Vooral in

---

<sup>5</sup> Voor fijn stof is er (nog) geen emissieplafond internationaal vastgesteld. Wel gelden er grenswaarden voor luchtkwaliteit. Fijn stof zal in de herziening van de NEC-richtlijn (met plafonds voor 2020) wel worden meegenomen.

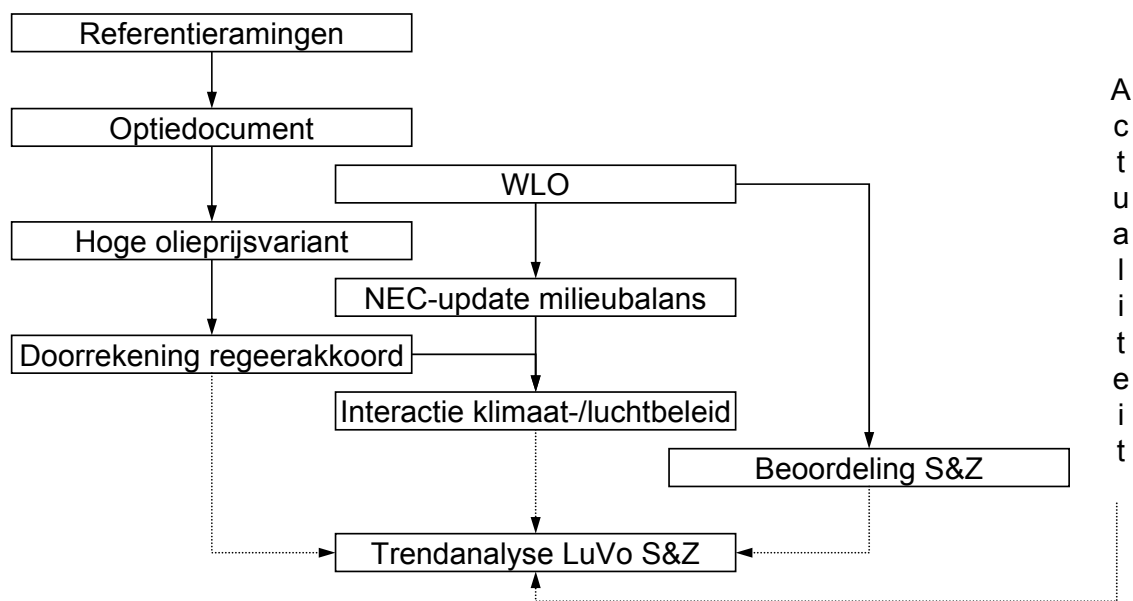
<sup>6</sup> Het ‘Gotenburg-protocol’ (UN/ECE; Conventie voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand) kent vergelijkbare, maar lagere plafonds.

de elektriciteitssector waren de nieuwe inzichten aanleiding tot een nadere bestudering. Deze bestudering leidt tot een uitgebreidere beschrijving van de effecten in de elektriciteitssector en hun oorzaken.

## 2. Aanpak

### 2.1 Uitgangspunten en voorgeschiedenis

De hier beschreven trendanalyse is een nieuwe stap in een traject van ramingen en potentieel-verkenningen dat in 2003 begon met de referentieramingen en de WLO-scenario's, en waarvan de beoordeling Schoon en Zuinig de voorlaatste schakel is. Figuur 2.1 laat zien hoe de verschillende tussenstappen een rol spelen voor de inschattingen van de effecten op de NEC-stoffen. De huidige studie combineert twee verschillende trajecten, en dit heeft belangrijke gevolgen voor de resultaten.



Figuur 2.1 *Voorgeschiedenis trendanalyse*

De Referentieramingen 2005 (Van Dril et al, 2005) geven een projectie van energiegebruik en emissies zoals dat bij het lopende en voorgenomen beleid te verwachten is in de WLO-scenario's Global Economy en Strong Europe, maar zonder een geactualiseerd beeld voor de transportsector. Het Optiedocument 2010-2020 (Daniels, Farla, 2006 a,b) brengt in kaart welke mogelijkheden er zijn om ten opzichte van Global Economy in 2020 emissies en energiegebruik te verminderen. In het linkertraject in de figuur 2.1 zijn alle tussentijdse wijzigingen in het achtergrondscenario ook verwerkt in de potentiëlen in het Optiedocument. Dit betekent dat het Optiedocument binnen dit traject steeds gebruikt kon worden voor kwantitatieve analyses. Dit geldt ook voor de hoge-olieprijsvariant, die uitgangspunt was voor de doorrekening van het regeerakkoord, begin 2007 (Menkveld et al, 2007a), en voor de toegevoegde maatregelen voor verkeer (Daniëls et al, 2006c, 2007).

In mei 2006 kwam de WLO (CPB/MNP/RPB, 2006) uit, met een geactualiseerd beeld voor de transportsector (CPB, 2006, Hoen, 2006). In mei 2007 zijn voor het GE-scenario de emissies van de NEC-stoffen in 2020 geactualiseerd (MNP, 2007). Deze actualisatie is voor 2020 gebaseerd op het lage-olieprijsscenario, en omvat dus niet eventuele effecten van hogere olieprijsen. In de zomer van 2007 is in kaart gebracht hoe de actualisatie van de NEC-stoffen doorwerkt op de emissie-effecten van de opties in het Optiedocument (Kroon et al, 2007). Deze effecten zijn echter niet verwerkt in de potentiëlen van het Optiedocument. Voor potentieelverkenningen op basis van de WLO, met de geactualiseerde NEC-emissies, kan dus niet zonder meer gebruik worden gemaakt van het Optiedocument.



De inschatting van de effecten van het werkprogramma S&Z (Menkveld, 2007) is ten opzichte van het WLO-achtergrondbeeld Global Economy met hogere olieprijs, maar wel met correcties voor belangrijke actuele ontwikkelingen die afwijken van het in de WLO geschetste beeld<sup>7</sup>. De schattingen zijn indertijd los van opties uit het Optiedocument opgesteld en hebben alleen betrekking op energie en broeikasgassen. Het betreft relatief grove partiële effectschattingen, met grote bandbreedtes vanwege de onzekerheden. Voor de huidige analyse zijn de geschatte effecten van het werkprogramma in veel gevallen in meer detail ingevuld om de effecten op de NEC-stoffen te kunnen bepalen.

Voor de huidige studie moeten elementen uit de verschillende trajecten gecombineerd worden, om de effecten op de NEC-stoffen van het werkprogramma S&Z te bepalen. Hiervoor moeten ook het geactualiseerde transportbeeld uit de WLO en de NEC-stoffen-bijstelling verwerkt worden.

## 2.2 Werkwijze

De vertaling van Schoon en Zuinig naar de NEC-stoffen-effecten vindt plaats door de effecten zoals indertijd geschat in de beoordeling bij benadering te vertalen naar toepassing van de opties zoals die in het Optiedocument zijn vastgelegd. Ook moet de NEC-bijstelling van de milieubalans 2007 vertaald worden naar aanpassingen van de emissiefactoren in het Optiedocument. Verder wordt een aantal inschattingen uit de beoordeling bijgesteld. Met het analysetool van het Optiedocument kunnen vervolgens de NEC-emissie-effecten van Schoon en Zuinig berekend worden, en kunnen ook de bijgestelde CO<sub>2</sub>-emissies berekend worden.

Deze vertaalslag naar het Optiedocument legt wel extra onzekerheden bloot: er is vaak een aanzienlijke vrijheid in de analyse t.a.v. de in te zetten maatregelen, doordat de omschrijving van het beleid in het werkprogramma op dit punt vaak weinig specifiek is. Voor de NEC-stoffen-effecten is deze onzekerheid meestal niet zo belangrijk omdat de emissiefactoren voor de verschillende alternatieven niet zoveel uiteenlopen<sup>8</sup>.

Een andere onzekerheid komt voort uit de beschikbaarheid van gegevens voor het achtergrondscenario. Uitgangspunt voor Schoon en Zuinig is de hoge-olieprijsvariant van GE, maar voor de NEC-stoffenemissies in 2020 zijn voor deze variant geen schattingen beschikbaar. Om deze reden moet voor de NEC-stoffenemissies aangesloten worden bij de emissie-inschatting voor de lageprijsvariant, zoals die in 2007 door het MNP is opgesteld. Naar verwachting heeft de overgang van de lage- naar de hoge-olieprijsvariant weinig consequenties voor de NEC-stoffenemissies, mogelijk met uitzondering van de transportsector.

De beoordeling van Schoon en Zuinig presenteert de geschatte effecten grotendeels als bandbreedtes. Daarom zullen ook bandbreedtes gespecificeerd worden voor de effecten op de NEC-stoffenemissies. Dat betekent dat voor elke combinatie van sector en NEC-stof vier getallen resulteren die horen bij de onder- en bovenwaardes uit de bandbreedtes voor het EU-laag en het EU-hoog beeld. De vertaling naar de NEC-stoffen-effecten is voor deze vier waarden meestal gebaseerd op dezelfde emissiefactor. Dat betekent dat onzekerheid in de emissiefactoren niet in de bandbreedtes is verwerkt. Wel is aangegeven wat consequenties van afwijkende aannames kunnen zijn.

De vertaling van de effecten van Schoon en Zuinig naar opties op een manier die voor de NEC-stoffen relevant is, vergt in een aantal gevallen een gedetailleerdere uitwerking van de effecten dan in de beoordeling. Zoals eerder aangegeven zijn er soms meerdere keuzemogelijkheden bij

---

<sup>7</sup> Een voorbeeld is de grotere groei van WKK in de glastuinbouw dan voorzien in de WLO.

<sup>8</sup> Voor de kosten zijn de onzekerheden echter juist weer wel erg groot: opties verschillen vaak vooral op dit punt sterk. De kostencijfers zijn daarmee mogelijk te onzeker om ze verder te kunnen gebruiken in vervolgstudies.

de vertaling naar de opties uit het Optiedocument. Daarom wordt duidelijk aangegeven welke keuzes gemaakt zijn, en wat de effecten van alternatieve keuzes zouden zijn geweest. Deze benadering wordt ook toegepast bij andere specifieke aannames.

## 2.3 Status resultaten

De voorgeschiedenis betekent dat elementen uit de verschillende trajecten gecombineerd moeten worden om de effecten van Schoon en Zuinig op de NEC-stoffen emissies zo consistent mogelijk in kaart te brengen. Idealiter gebeurt dit via een volledige actualisatie van alle opties, maar dit is binnen de beschikbare tijd niet mogelijk. De huidige studie beperkt zich dan ook tot de aanpassingen die voor de NEC-stoffen van belang zijn. De resultaten van de huidige studie hebben daarmee belangrijke beperkingen voor andere toepassingen, zoals ook de effectschattingen van Schoon en Zuinig die hebben. De onzekerheden zijn relatief groot, en de resultaten zijn als zodanig niet zonder meer geschikt voor verdere kwantitatieve studies. Wel geeft de huidige studie een robuust beeld van de effecten van het Nederlandse klimaatbeleid op de NEC-stof-emissies.

De resultaten voor 2020 zijn rechtstreeks gebaseerd op de beoordeling van Schoon en Zuinig en ondersteunende berekeningen met het Analysemodel van het Optiedocument. De resultaten voor 2015 zijn gebaseerd op inschattingen van de relatieve voortgang bij de verschillende onderdelen uit het werkprogramma. De onzekerheid voor 2015 is daarmee op onderdelen groter dan die voor 2020, ook is de mate van detail kleiner.

## 2.4 Berekeningen NEC-effecten elektriciteit

Bij alle maatregelen die de elektriciteitsvraag of -productie veranderen vinden de bijbehorende effecten op de emissies van NEC-stoffen (deels) niet plaats op de locatie waar de maatregel toegepast wordt, maar treden de effecten op in de centrale elektriciteitsopwekking. Alternatieve opwekking of vraagvermindering kan hier namelijk tot afdanking van bestaand vermogen in Nederland leiden. Dit hoeft echter niet het geval te zijn: de extra productie kan (deels) ook resulteren in extra export van elektriciteit.

In beide gevallen leiden alternatieve opwekking en vraagvermindering op de ene locatie tot vermindering van emissies van broeikasgassen en NEC-stoffen op andere locaties. Bij afdanking in Nederland treedt deze vermindering op binnen Nederland, maar in het geval van extra export vindt deze emissiereductie niet in maar mogelijk buiten Nederland plaats<sup>9</sup>. De directe emissies plus de effecten elders tellen op tot de totale emissie-effecten. Voor alle maatregelen wordt zowel het directe emissie-effect als het totale emissie-effect berekend. Het totale emissie-effect is het emissie-effect met inbegrip van afdanking van bestaand vermogen. Ten behoeve van de transparantie en eenduidigheid worden hier de totale emissie-effecten berekend op basis van de emissiefactoren van het in Nederland afgedankte vermogen. Dat een deel van de emissiereductie mogelijk in het buitenland plaatsvindt, wordt niet per optie gecorrigeerd, maar apart verrekend onder de post extra export. Omdat in het buitenland andere emissiefactoren kunnen gelden voor afgedankt vermogen, is deze post slechts een indicatie van de emissiereductie die in het buitenland plaatsvindt door maatregelen in Nederland. Dit stemt overeen met de gevolgde aanpak in de beoordeling van het werkprogramma Schoon en Zuinig. Hoofdstuk 3, over de elektriciteitsopwekking, gaat inhoudelijk nader in op de balans tussen afdanking en meer export.

Een verschil met de beoordeling van het werkprogramma is dat de huidige berekening van de emissie-effecten specifieke veronderstellingen doet over afgedankt vermogen. Het is daarmee een verfijning van de benadering die bij de beoordeling van het werkprogramma is toegepast,

---

<sup>9</sup> Dit is onder de veronderstelling dat in het buitenland vergelijkbare emissiefactoren gelden.

waarbij gerekend is op basis van het parkgemiddelde. Hierdoor vallen ook de emissies van CO<sub>2</sub> iets anders uit.

## 2.5 Presentatie resultaten

De resultaten worden per sector gepresenteerd, beginnend met een overzichtsparagraaf. Hierin staat een korte beschrijving van de relevante ontwikkelingen binnen de sector, en een overzicht van de emissie-effecten. Deze worden weergegeven als vier sets van getallen, behorend bij de onder- en bovengrenzen van de bandbreedtes voor de EU-hoog- en de EU-laag-beelden uit de beoordeling van het werkprogramma Schoon en Zuinig. De onder- en bovenwaarde voor de bandbreedtes horen consequent bij de laagste en hoogste te verwachten emissiereducties van broeikasgassen, ook als dit wat betreft de directe emissie in de betreffende sector zelf afwijkend is. Na de overzichtsparagraaf volgt een selectie van onderwerpen in aparte paragrafen. Als een bepaalde ontwikkeling een belangrijke rol speelt in meerdere sectoren, is de uitgebreide bespreking in een van de relevante hoofdstukken opgenomen, en wordt in de andere hoofdstukken hiernaar verwezen.

Bij maatregelen die alleen het lokale gebruik van brandstoffen beïnvloeden zijn de emissie-effecten voor Nederland (vrijwel) gelijk aan die voor de sector. Bij maatregelen die de elektriciteitsvraag en -productie beïnvloeden is dit niet zo. Daarom worden niet alleen de directe (lokale) emissie-effecten getoond, maar ook de emissie-effecten elders, als deze substantieel zijn. Opgeteld vormen beide de totale effecten. Zoals aangegeven worden per maatregel de totale effecten en de effecten elders berekend op basis van de emissiefactoren van het in Nederland afgedankte vermogen. Het deel van de effecten dat niet in Nederland maar in het buitenland optreedt wordt niet per optie verrekend, maar ondergebracht bij de post extra export.

Ook wordt kort weergegeven wat de onderliggende veronderstellingen zijn, en indien relevant wat effecten van afwijkende aannames zijn die niet in de bandbreedtes zijn opgenomen. De gerapporteerde emissie-effecten zijn ten opzichte van de NEC-update van de Milieubalans 2007.

De huidige analyse heeft in een aantal gevallen ook geleid tot een bijstelling van effecten op broeikasgasemissies. Om deze reden presenteren alle hoofdstukken ook de relevante effecten op de broeikasgasemissies. Dit maakt ook zichtbaar in hoeverre er synergie tussen broeikasgas-effecten en NEC-stoffen-effecten is bij de afzonderlijke sectoren. Bij alle maatregelen worden zowel de directe emissie-effecten (binnen de betreffende sector) als de effecten op de totale emissies van Nederland (dus met inbegrip van effecten in andere sectoren) gepresenteerd.

Het beleid is nog volop in ontwikkeling, en dat betekent dat de effecten op zowel de broeikasgasemissies als de NEC-stoffen-emissies nog niet definitief geschat kunnen worden. Ook andere actuele ontwikkelingen kunnen aanleiding geven tot afwijkende emissieschattingen. In alle gevallen is de rapportage zo expliciet mogelijk over de aannames die aan de getoonde resultaten ten grondslag liggen. Waar het zinvol is om ook inzicht te geven in de effecten van andere aannames, worden deze apart vermeld.

### 3. Totaalresultaten

#### 3.1 Emissies in het achtergrondscenario

Tabel 3.1 toont de emissies per sector in het achtergrondscenario van broeikasgassen, CO<sub>2</sub> en NEC-stoffen. Deze emissies zijn voor de broeikasgassen gebaseerd op een actualisatie van het GE-scenario met hoge olieprijsen. Voor de NEC-stoffen is alleen een actualisatie van het GE-scenario met lage olieprijsen beschikbaar. Omdat op basis van het energiegebruik slechts kleine verschillen in de NEC-stoffen uitstoot te verwachten zijn tussen de lage- en hoge olieprijsvarianten, is besloten om de NEC-emissies in het achtergrondscenario hiervoor niet te corrigeren.

Tabel 3.1 *Emissies 2020 achtergrondscenario's, GEHP(broeikasgassen) /GE (NEC-stoffen)*

	BKG [Mton/jr]	CO <sub>2</sub> [Mton/jr]	NO <sub>x</sub> [kton/jr]	SO <sub>2</sub> [kton/jr]	NMVOS [kton/jr]	NH <sub>3</sub> [kton/jr]	PM <sub>10</sub> [kton/jr]
Industrie	48	37	31,9	19,3	51	4	11,7
Raffinaderijen	14	14	7,3	16	8		0,6
Energie	82	79	48,2	15,3	10		1,2
Afval							
Verkeer	46	45	108	4	22,4	2,1	8
Landbouw	28	8	9,7	0	1	130	11
Huishoudens	18	17	7,6	0,5	38		3
HDO bouw	11	10	5,5	1,8	32	8,6	3
Totaal	246	211	218,2	56,9	162,4	144,7	38,5

#### 3.2 Overzicht actualisaties

De nadere analyse heeft geleid tot bijstellingen van binnenlandse broeikasgasemissies ten opzichte van de inschatting in september 2007 (Menkveld et al, 2007). Dit komt niet door andere inschattingen van het effect van het werkprogramma, maar door bijgestelde schattingen voor nieuwbouw en afdanking van elektriciteitscentrales, en de hiermee samenhangende effecten op de elektriciteitsexport. Maatregelen die leiden tot vermindering van de elektriciteitsvraag of tot een andere vorm van elektriciteitsopwekking, resulteren pas in de vermindering van de Nederlandse broeikasgasemissies als bestaande Nederlandse centrales afgedankt worden. Naar verwachting is dit niet volledig het geval: een deel van het effect gaat voor Nederland verloren doordat de elektriciteitsexport toeneemt. Voor het aandeel hernieuwbaar en het energiebesparingstempo zijn deze ontwikkelingen niet of minder van belang. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de broeikasgasemissies voor onder- en bovenbandbreedte van de EU-laag- en EU-hoogbeelden, na verwerking van de actualisaties uit de huidige studie.

Tabel 3.2 *Overzicht effecten binnenlandse broeikasgasemissies*

	2020 Referentie scenario [Mton CO <sub>2</sub> ]	EU-laag 2020 met Schoon en Zuinig [Mton CO <sub>2</sub> ]	EU-laag 2020 emissie- reducties t.o.v. referentie [Mton CO <sub>2</sub> ]	EU-hoog 2020 met Schoon en Zuinig [Mton CO <sub>2</sub> ]	EU-hoog 2020 emissie- reducties t.o.v. referentie [Mton CO <sub>2</sub> ]
Gebouwde omgeving	26	23 - 21	7 - 10	23 - 21	11 - 14
Industrie/energie	131	132 - 130	7 - 10	124 - 109	23 - 30
Verkeer	47	38 - 33	9 - 14	34 - 30	13 - 17
Landbouw	7	6 - 6	1 - 2	6 - 5	1 - 2
Overige gassen	35	30 - 29	6 - 7	30 - 29	6 - 7
<i>Totaal binnenland</i>	0	216 - 203	30 - 43	191 - 176	55 - 70
Exporteffect elektriciteit			-13 - -15		-26 - -18
<i>Totaal binnenland (incl. exporteffect)</i>	246	229 - 218	17 - 28	217 - 194	29 - 52

### 3.3 Emissieoverzichten

De tabellen tonen de absolute en relatieve emissiereducties in 2020 ten opzichte van het achtergrondscenario, en de emissieniveaus in 2020. Zowel de broeikasgasemissies als de NEC-stoffenemissies worden getoond, om de verschillen in effecten op broeikasgassen en NEC-stoffen inzichtelijk te maken. De indicatieve emissies en emissiereducties van de NEC-stoffen in 2015 zijn opgenomen in Bijlage B.

De getoonde onder- en bovenwaarden van de bandbreedtes moeten gelezen worden als onderling bij elkaar horende resultaten: voor de onderbandbreedtes zijn alle relatief ongunstige mogelijke situaties - gemeten naar broeikasgasemissie - bij elkaar gezet, en voor de bovenbandbreedtes alle relatief gunstige.

Tabel 3.3 *Bandbreedtes EU-laag 2020*

	Reductie t.o.v. GEHP, absoluut						
	BKG [Mton/jr]	CO <sub>2</sub> [Mton/jr]	NO <sub>x</sub> [kton/jr]	SO <sub>2</sub> [kton/jr]	NMVOS [kton/jr]	NH <sub>3</sub> [kton/jr]	PM <sub>10</sub> [kton/jr]
Industrie	4,2 - 4,3	0,2 - -0,3	0,2 - -0,2	0 - 0,1	0,0	0,0	0,0
Raffinaderijen	0,3 - -0,1	0,3 - -0,1	0,2 - -0,1	0,0	0,0		0,0
Energie	-1,8 - 2	-1,9 - 1,4	-1,9 - -0,1	1,3 - 2,8	0,0		0,1
Afval							
Verkeer	9,3 - 13,7	9,3 - 13,7	2 - 2,1	0,0	0,4 - 0,5	0,0	0,1
Landbouw	2,1 - 2,5	1,1 - 1,5	0 - 0,3		0,0	0,0	0,0
Huishoudens	1,6 - 3,8	1,6 - 3,8	0,6 - 1,4	0,0	0,0		0,0
HDO bouw	1 - 1,7	1 - 1,7	0,7 - 1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	<b>16,8 - 27,9</b>	<b>11,6 - 21,6</b>	<b>1,8 - 4,5</b>	<b>1,1 - 2,7</b>	<b>0,4 - 0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1 - 0,3</b>

Reductie, relatief

	BKG [%]	CO <sub>2</sub> [%]	NO <sub>x</sub> [%]	SO <sub>2</sub> [%]	NMVOS [%]	NH <sub>3</sub> [%]	PM <sub>10</sub> [%]
Industrie	9	1 - -1	1 - -1	0 - 1	0	0	0
Raffinaderijen	2 - -1	2 - -1	3 - -1	0	0	0	0
Energie	-2 - 2	-2 - 2	-4 - 0	9 - 18	0	0	5 - 11
Afval	0	0	0	0	0	0	0
Verkeer	20 - 30	20 - 30	2	0	2	0	1
Landbouw	7 - 9	13 - 18	0 - 4		-1	0	0
Huishoudens	9 - 22	9 - 22	8 - 18	0	0	0	0
HDO bouw	10 - 16	10 - 16	12 - 19	0	0	0	0
Totaal	7 - 11	6 - 10	1 - 2	2 - 5	0	0	0 - 1

Emissie, totaal inclusief reductie

	BKG [Mton/jr]	CO <sub>2</sub> [Mton/jr]	NO <sub>x</sub> [kton/jr]	SO <sub>2</sub> [kton/jr]	NMVOS [kton/jr]	NH <sub>3</sub> [kton/jr]	PM <sub>10</sub> [kton/jr]
Industrie	43,5 - 43,3	36,6 - 37,2	31,7 - 32,1	19,3 - 19,2	51,0	4,0	~11,7
Raffinaderijen	13,6 - 14,1	13,6 - 14,1	7,1 - 7,4	16,0	8,0		0,6
Energie	83,7 - 80,0	81,2 - 77,9	50,1 - 48,3	14,0 - 12,5	10,0		~1,1
Afval	0,0	0,0					
Verkeer	36,8 - 32,4	36,1 - 31,7	106,0 - 105,9	4,0	22,0 - 21,9	2,1	~7,9
Landbouw	26,1 - 25,7	7,3 - 6,9	9,7 - 9,4	0,2	1,0	130,0	11,0
Huishoudens	15,9 - 13,7	15,5 - 13,3	7,0 - 6,2	0,5	38,0		3,0
HDO bouw	9,7 - 9,0	9,4 - 8,7	4,8 - 4,4	1,8	32,0	8,6	3,0
Totaal	229,3 - 218,2	199,7 - 189,7	216,4 - 213,7	55,8 - 54,2	162,0 - 161,9	144,7	38,4 - 38,2

Een belangrijke kanttekening is dat de getoonde bandbreedtes niet het hele scala aan onzekerheden omvatten. Onzekerheden in de emissiefactoren zijn niet in de bandbreedtes opgenomen, evenmin als afwijkende aannames t.a.v. economische groei. In Paragraaf 3.6 wordt een aantal belangrijke onzekerheden buiten de getoonde bandbreedtes in kaart gebracht

De bandbreedtes hebben betrekking op de inschattingen van de beleidseffecten zoals opgesteld in september 2007, en gaan dus grotendeels voorbij aan actuele ontwikkelingen in het beleid. Voor de elektriciteitssector is wel een gedeeltelijke actualisatie van de marktontwikkelingen opgenomen. Deze leidt tot afwijkende resultaten t.a.v. afdanking van centrales en het effect op de elektriciteitsexport.

Tabel 3.4 *Bandbreedtes EU-hoog 2020*

Reductie t.o.v. GEHP, absoluut							
	BKG [Mton/jr]	CO <sub>2</sub> [Mton/jr]	NO <sub>x</sub> [kton/jr]	SO <sub>2</sub> [kton/jr]	NMVOS [kton/jr]	NH <sub>3</sub> [kton/jr]	PM <sub>10</sub> [kton/jr]
Industrie	3,5 - 4,6	-0,5 - -0,1	-0,3 - 0	0,1	0,0	0,0	0,0
Raffinaderijen	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0 - 0,4	0,0	0,0		0,0
Energie	7,4 - 21,7	7,2 - 21,1	-1,3 - 3,1	2,5 - 6	0,0		0,1 - 0,3
Afval							
Verkeer	13 - 17	13 - 17	2 - 2,1	0,0	0,4 - 0,5	0,0	0,1
Landbouw	2,3 - 2,9	1,3 - 1,9	0,2 - 0,6		0,0	0,0	0,0
Huishoudens	1,8 - 3,8	1,8 - 3,8	0,7 - 1,4	0,0	0,0		0,0
HDO bouw	1,1 - 1,7	1,1 - 1,7	0,7 - 1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	29,1 - 52,1	24 - 45,8	1,9 - 8,6	2,5 - 5,9	0,4	0,0	0,2 - 0,4

### Reductie, relatief

	BKG [%]	CO <sub>2</sub> [%]	NO <sub>x</sub> [%]	SO <sub>2</sub> [%]	NMVOS [%]	NH <sub>3</sub> [%]	PM <sub>10</sub> [%]
Industrie	7 - 10	-1 - 0	-1 - 0	1	0	0	0
Raffinaderijen	0 - 4	0 - 4	1 - 5	0	0	0	0
Energie	9 - 26	9 - 27	-3 - 6	16 - 39	0	0	9 - 22
Afval	0	0	0	0	0	0	0
Verkeer	28 - 37	29 - 37	2	0	2	0	1
Landbouw	8 - 10	16 - 22	2 - 6		-1	0	0
Huishoudens	10 - 22	10 - 22	9 - 18	0	0	0	0
HDO bouw	10 - 16	10 - 16	12 - 19	0	0	0	0
Totaal	12 - 21	11 - 22	1 - 4	4 - 10	0	0	1

### Emissie, totaal inclusief reductie

	BKG [Mton/jr]	CO <sub>2</sub> [Mton/jr]	NO <sub>x</sub> [kton/jr]	SO <sub>2</sub> [kton/jr]	NMVOS [kton/jr]	NH <sub>3</sub> [kton/jr]	PM <sub>10</sub> [kton/jr]
Industrie	44,2 - 43,1	37,4 - 37,0	32,2 - 31,9	19,2	51,0	4,0	11,7
Raffinaderijen	13,9 - 13,4	13,9 - 13,4	7,3 - 6,9	16,0	8,0		0,6
Energie	74,6 - 60,3	72,0 - 58,2	49,5 - 45,1	12,8 - 9,3	10,0		1,1 - 0,9
Afval	0,0	0,0					
Verkeer	33,1 - 29,1	32,4 - 28,4	106,0 - 105,9	4,0	22,0 - 21,9	2,1	~7,9
Landbouw	25,9 - 25,3	7,1 - 6,5	9,5 - 9,1	0,2	1,0	130,0	11,0
Huishoudens	15,7 - 13,7	15,3 - 13,3	6,9 - 6,2	0,5	38,0		3,0
HDO bouw	9,6 - 9,0	9,3 - 8,7	4,8 - 4,4	1,8	32,0	8,6	3,0
Totaal	216,9 - 193,9	187,4 - 165,5	216,3 - 209,6	54,4 - 51,0	~162,0	144,7	38,3 - 38,1

## 3.4 Synergie tussen klimaatbeleid en emissie van NEC-stoffen

Uit de resultaten blijkt dat de synergie tussen broeikasgasemissiereductie en de reductie van NEC-stoffenemissies over het algemeen beperkt is. Dit geldt in termen van de relatieve reductie ten opzichte van de totale emissies (bijvoorbeeld % reductie NO<sub>x</sub> per % reductie CO<sub>2</sub>-eq). De synergiefactor zoals hier gedefinieerd geeft de verhouding aan tussen de procentuele verandering van de NEC-stoffenemissies en de broeikasgasemissies<sup>10</sup>. Tabel 3.5 geeft een overzicht van de bandbreedte van de synergiefactoren voor verschillende categorieën van maatregelen. De synergiefactoren zijn gespecificeerd per sector en per instrumentenpakket uit het werkpakket Schoon en Zuinig.

De gemiddelde synergie is het grootst bij SO<sub>2</sub> (tot 0,5), gevolgd door NO<sub>x</sub> (0,2). Voor NMVOS en fijn stof is de synergie minder dan 0,1; dit houdt verband met het lage aandeel van energiegeërelateerde emissies bij deze stoffen. De relatief hoge synergie bij SO<sub>2</sub> wordt overigens vrijwel geheel bepaald door de toerekening van het uit productie nemen van bestaande kolencentrales aan elektriciteitsbesparing en alternatieve opwekking. Als vooral gasvermogen uit productie zou worden genomen resulteren veel lagere SO<sub>2</sub>-effecten.

<sup>10</sup> Een waarde van 1 betekent dat de procentuele verandering van de NEC-stoffenemissies even groot is als die van de broeikasgasemissies. Een waarde groter dan 1 betekent dat de NEC-emissies meer veranderen, een waarde kleiner dan nul dat de NEC-emissies toenemen bij een afname van de BKG-emissies.

Tabel 3.5 Synergiefactoren voor reductie van NEC-stoffenemissies in relatie tot reducties van broeikasgasemissies

		NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	PM <sub>10</sub>
Industrie	MJA	0,8 - 0,9	0,1 - 0,8	0,0	0,0 - 0,1
Industrie	BM	~0,9	0,1 - 1,3	0,0	0,0 - 0,6
Industrie	WKK	~0,5	2,3 - 2,8	0,0	~0,2
Raffinaderijen	BM	~0,8	0,0	0,0	0,0
Raffinaderijen	WKK	~0,5	2,6 - 3,2	0,0	~0,2
Elektriciteitsopwekking	Export	0,6 - 0,7	1,4 - 1,9	0,0	~0,1
Elektriciteitsopwekking	Gascentrales	~0,4	3,4 - 3,8	0,0	0,2 - 0,3
Elektriciteitsopwekking	CCS	~0,0	~0,8	0,0	~0,0
Elektriciteitsopwekking	SDE (HE)	0,4 - 0,6	1,0 - 1,9	~0,0	~0,1
Transport	Biobrandstoffen	~0,0	~0,0	0,0	~0,0
Transport	Rekeningrijden	0,9	0,0	0,3	0,3
Transport	Efficiency	0,0 - 0,1	~0,0	0,0	~0,0
Transport	Gedrag	0,7	0,0	0,0	0,0
Landbouw	CO <sub>2</sub> -levering	~0,8	~0,1	0,0	~0,0
Landbouw	WKK	0,5 - 0,6	2,4 - 3,0	0,0	~0,2
Landbouw	Co-vergisting	~0,1	0,1 - 0,4	~0,0	~0,0
Landbouw	MEI, IRE etc	~0,8	0,0	0,0	0,0
Huishoudens	SDE	0,6 - 0,7	1,4 - 1,9	0,0	~0,1
Huishoudens	Bestaand	~0,4	0,0	0,0	0,0
Huishoudens	Nieuwbouw	~0,4	-0,7 - 0,0	0,0	~0,0
Huishoudens	Ecodesign	0,6 - 0,7	1,4 - 1,9	0,0	~0,1
HDO	Bestaand	~0,7	0,3 - 0,4	0,0	~0,0
HDO	Nieuwbouw	0,7 - 0,8	-1,7 - -0,1	0,0	-0,1 - 0,0
HDO	Bestaand	0,6 - 0,7	1,4 - 1,9	0,0	~0,1
Totaal		0,1 - 0,2	0,3 - 0,5	~0,0	0,0 - 0,1
Export		0,6 - 0,7	1,4 - 1,9	0,0	~0,1
Totaal zonder export		~0,3	0,7 - 1,0	~0,0	~0,1

De synergie bij NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> is vooral groot bij maatregelen die de elektriciteitsopwekking of -vraag beïnvloeden. Het weglekken van een deel van de emissie-effecten naar het buitenland via de toename van de elektriciteitsexport heeft dan ook een negatieve invloed op de gemiddelde synergie. Zonder extra export zou de synergiefactor voor NO<sub>x</sub> ca. 0,3 zijn, en voor SO<sub>2</sub> 0,7 tot 1.

### 3.5 Emissiehandel en burdensharing

Voor de emissiereductie van broeikasgassen zijn er diverse mogelijkheden om fysieke emissiereducties in het buitenland mee te laten tellen voor de binnenlandse doelstellingen. Bedrijven die deelnemen aan de emissiehandel kunnen met de aankoop van emissierechten aan hun doelstelling voldoen, en bedrijven en de nationale overheden hebben de mogelijkheid om een deel van de emissiereductie te realiseren via Joint Implementation en Clean Development Mechanism. Dergelijke mogelijkheden ontbreken bij NEC-stoffen. Door de mogelijkheden om buitenlandse emissiereducties mee te tellen voor de doelstelling ontbreekt een harde koppeling tussen de doelstelling en de binnenlandse emissiereductie van broeikasgassen, en kan niet zomaar vooruitgelopen worden op meelift-effecten bij de NEC-stoffen.

De koppeling tussen reductiedoelstellingen en de werkelijke binnenlandse reductie wordt bovendien nog verder verzwakt, aangezien emissierechten in het ETS in de toekomst zeer waarschijnlijk niet meer vanuit een nationale ruimte emissierechten gealloceerd zullen worden, maar Europees geveild of gealloceerd zullen worden. In de huidige situatie zal de groei van emitterende activiteiten nog geremd worden als een land een tekort aan emissieruimte heeft, en dus



minder rechten kan uitdelen aan de bedrijven binnen haar grenzen. Bij een Europese verdeling van rechten valt echter elk verband met nationale doelstellingen weg (zie ook de tekstbox op pagina 28).

### 3.6 Onzekerheden en belangrijkste niet-gekwantificeerde effecten

Hoewel de resultaten in de vorm van bandbreedtes gepresenteerd worden, betekent dat niet dat alle relevante onzekerheden in de resultaten verwerkt zijn.

Zo zijn onzekerheden in de emissiefactoren niet opgenomen in de bandbreedtes. Wel worden waar relevant, de onzekerheden in de emissiefactoren vermeld en wordt de impact ingeschat. Ook zijn afwijkingen buiten beschouwing gelaten die buiten de context van het achtergrondscenario en het werkprogramma S&Z vallen. Voorbeelden zijn een afwijkende economische groei, afwijkende CO<sub>2</sub>-prijzen en afwijkende brandstofprijzen. Ook heeft sinds de inschatting van september 2007 de beleidsontwikkeling niet stilgestaan. Waar dit aanleiding zou kunnen vormen tot afwijkende inschattingen voor de effecten op de broeikasgasemissie, en daarmee wellicht op de NEC-stoffen, wordt dit wel vermeld, maar niet vertaald in nieuwe inschattingen.

Bij de beschouwing van de impact van onzekerheden is het van belang om onderscheid te maken tussen de totale emissie-effecten, en de gevonden synergiefactoren voor BKG- en NEC-emissies. De totale emissie-effecten zoals gepresenteerd zijn specifiek voor de huidige inschattingen van het werkprogramma, terwijl de synergiefactoren naar verwachting ook buiten deze context geldigheid hebben. Dat betekent dat nieuwe inschattingen voor het effect van klimaatbeleid zich meestal relatief gemakkelijk laten vertalen naar bijgestelde effecten op de NEC-emissies.

Tabel 3.6 noemt een aantal onzekerheden, met een kwalitatieve beschrijving van aard en mogelijke impact.

Tabel 3.6 *Belangrijke onzekerheden buiten de getoonde bandbreedtes*

Onzekerheid	Beschrijving
NEC-eisen zeescheepvaart	Stijging CO <sub>2</sub> -emissies van de raffinaderijen (tot +4 Mton) door vereiste verdere ontzwaveling.
Emissie-eisen kleinschalige opwekking	Nu is vooruitgelopen op eisen in SDE en BEES-B. De precieze emissie-eisen voor NEC-stoffen staan echter nog niet vast. De emissie-eisen hebben niet alleen een directe invloed op de te verwachten emissies, maar ook op de realisatie van nieuw biomassavermogen en WKK-vermogen. Strengere eisen betekenen hogere kosten, en dat betekent dat SDE-budgetten voor minder vermogen toereikend zijn. De groei bij biomassa en kleinschalige WKK zou hiermee lager uit kunnen vallen.
SDE hernieuwbaar	In september is uitgegaan van wat indertijd bekend was over de SDE-regeling, en over kostenfactoren voor hernieuwbaar. De regeling is nu gepubliceerd, en gaat in per 1 april (EZ, 2008a,b; Tilburg, 2008 a,b). De huidige regeling en afwijkingen in de kostenfactoren zouden zeer waarschijnlijk tot afwijkende realisaties leiden
Economische groei	Er is uitgegaan van de veronderstelde groei in het GE-scenario. Een hogere of lagere economische groei leidt zeer waarschijnlijk tot afwijkende ontwikkelingen bij de elektriciteitsvraag en de transportsector.

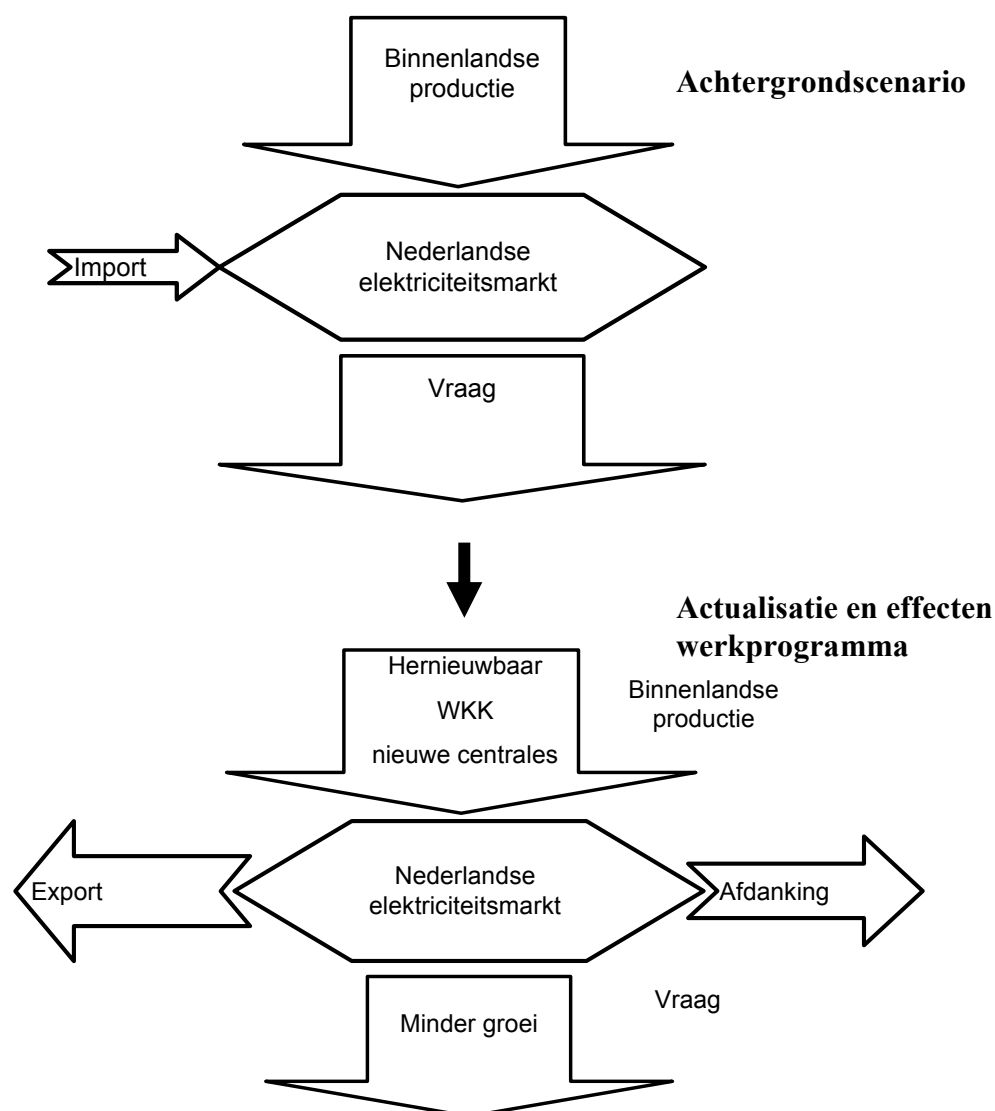
Onzekerheid	Beschrijving
Productie biobrandstoffen en raffinage-capaciteit	Bij de emissie-effecten is uitgegaan van buitenlandse productie van biobrandstoffen. Productie in Nederland (zowel teelt als bioraffinage) zou hier tot hogere emissies leiden. Hier staat tegenover dat de in GE veronderstelde uitbreiding van de raffinagecapaciteit minder waarschijnlijk wordt geacht.
Interacties met NEC-beleid: SO <sub>2</sub> -plafond centrales	Bij de centrale elektriciteitsopwekking geldt een vast plafond voor SO <sub>2</sub> (in de vorm van een nog niet getekend convenant). De ruimte die onder het plafond ontstaat door maatregelen die tot vermindering van de SO <sub>2</sub> -emissies leiden, kan door de producenten weer benut worden om elders meer uit te stoten. In de huidige analyse is hier niet van uitgegaan, omdat hier mee de in een aantal gevallen substantiële synergie gemaskeerd zou worden.
Interacties met NEC-beleid: kilometernorm NO <sub>x</sub> transport	Bij het personenvervoer gelden Europese normen voor NO <sub>x</sub> -uitstoot per kilometer. Een lager brandstofverbruik per kilometer leidt dus niet tot een lagere NO <sub>x</sub> -uitstoot, in tegenstelling tot een lager kilometrage.
Ontwikkelingen in het buitenland	Het betreft hier vooral de ontwikkelingen in Duitsland als het belangrijkste land voor import van elektriciteit, en op termijn voor netto export. Voor Duitsland is in deze studie uitgegaan van bestaande Duitse referentieramingen. Die zouden - net als de Nederlandse referentieramingen - substantieel kunnen veranderen. Niet alle onzekerheden die hiermee samenhangen zijn in de quickscan van de Duitse elektriciteitsmarkt geïdentificeerd en geanalyseerd. Voorbeeld daarvan is het mogelijk niet of later uitfasen van het nucleaire vermogen in Duitsland, indien de politieke constellatie zou veranderen. In dat geval is minder fossiel vermogen nodig voor vervanging van nucleair vermogen. Het Duitse elektriciteitspark blijft dan concurrerender, ook bij hogere CO <sub>2</sub> -prijzen.
Brandstofprijzen	Uitgangspunt voor de analyses zijn olieprijs van omgerekend ongeveer 75\$ per vat <sup>11</sup> . Afwijkende olie-, aardgas- en steenkoolprijzen kunnen tot een andere toepassing van energiebesparing en andere maatregelen leiden, en tot andere concurrentieverhoudingen met het buitenland.
CO <sub>2</sub> -prijzen	De CO <sub>2</sub> -prijzen bij EU-laag en EU-hoog zijn respectievelijk 20 en 50 €/ton CO <sub>2</sub> . CO <sub>2</sub> -prijzen buiten deze bandbreedte zullen tot andere binnenlandse emissiereducties leiden, en tot andere concurrentieverhoudingen met het buitenland.
Nieuwbouwplannen centrales	Het totaal aan nieuwbouwplannen over de periode tot 2015 bedraagt 15 GW (exclusief hernieuwbaar en WKK). Voor de huidige analyse is aangenomen dat tot 2020 circa 7 GW geplaatst wordt. Gegeven de onzekerheden kan dit dus ook meer of minder worden.

<sup>11</sup> De olieprijs in 2020 is in GEHP ongeveer 40\$/barrel, in \$2000. Dit is indertijd naar energieprijzen in euro's vertaald op basis van een waarde van een euro(2000) van 0,9 \$ (2000). Met 16% inflatie van de euro sinds 2000 en de huidige wisselkoers (€ 1 = 1,55\$) zijn de olieprijs in GEHP in euro's ongeveer gelijk aan 76 \$ (2008) per vat.

## 4. Elektriciteitsopwekking

### 4.1 Overzicht

Het werkprogramma Schoon en Zuinig en het Europese beleid resulteren ten opzichte van GEHP in vermindering van de elektriciteitsvraag, en in extra elektriciteitsproductie uit WKK en hernieuwbare opwekking. Verder is de huidige verwachting dat er ten opzichte van GEHP extra vermogen aan nieuwe gascentrales bijkomt; dit staat los van het beleid in het werkprogramma. Deze ontwikkelingen resulteren in een potentieel overschot aan elektriciteit in Nederland. Voor de Nederlandse emissie van zowel CO<sub>2</sub> als NEC-stoffen is cruciaal in hoeverre dit 'overschot' leidt tot (extra) afdanking van bestaand vermogen, dan wel tot meer export van elektriciteit. Extra export van elektriciteit leidt weliswaar tot minder emissies buiten Nederland, maar draagt niet bij aan het halen van de Nederlandse doelen. Figuur 4.1 geeft schematisch weer wat de impact is van de actualisatie en van het werkprogramma Schoon en Zuinig. De ontwikkelingen in de elektriciteitssector worden uitgebreid beschreven in Seebregts et al., 2008.



Figuur 4.1 *Effecten op de elektriciteitsmarkt van klimaatbeleid en actualisaties*

Het netto-effect op emissies van broeikasgassen en NEC-stoffen in Nederland bestaat uit de extra emissies van het nieuwe vermogen minus de vermeden emissies door afdanking van bestaand vermogen. Een extra complicatie hierbij is dat de realisatie van de Europese broeikasgasdoelen waarschijnlijk steeds meer los komt te staan van de doelen per lidstaat (zie box). Dat betekent dat de locatie waar de broeikasgasemissies vrijkomen minder belangrijk wordt, terwijl voor de NEC-stoffen de lokale emissies onveranderd belangrijk blijven.

#### Box 4.1 *Toekomstig EU CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem*

De verdeling van emissierechten voor het CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem zal naar verwachting in de toekomst meer op basis van veiling en Europese normen plaatsvinden (EC, 2008). Hiermee komt de fysieke emissie van de bedrijven die deelnemen aan het emissiehandelssysteem steeds meer los te staan van de plafonds per lidstaat. Een lidstaat hoeft dan immers niet meer vanuit de totale emissieruimte rechten te verdelen onder de bedrijven die onder het ETS vallen. De rol van BKG-emissies van ETS-bedrijven voor het doelbereik van individuele lidstaten wordt hiermee onduidelijk.

Een belangrijke consequentie is dat de groei van emissies in een lidstaat en de onderliggende groei van een activiteit niet geremd worden door het emissieplafond van die individuele lidstaat. Voor de BKG-emissies is dit immers door de handel in emissierechten geen probleem. Voor de NEC-emissies kan dit wel problemen opleveren, omdat hier geen mogelijkheden zijn om emissierechten in het buitenland te kopen. Bovendien zijn voor de lokale luchtkwaliteit voornamelijk de lokale emissies van belang.

Voor Nederland zijn de consequenties hiervan het grootst bij de elektriciteitsproductie. Nederland biedt diverse locatievoordelen voor elektriciteitsopwekking, die naar verwachting toenemen naarmate klimaatbeleid sterker en CO<sub>2</sub>-prijzen hoger worden.

Elektriciteitsvraagvermindering (Paragraaf 4.3) en alternatieve opwekking zoals efficiëntere nieuwe centrales (zie Paragraaf 4.4), WKK (4.5), en meer hernieuwbare elektriciteit (4.6) kunnen dus weliswaar tot binnenlandse vermindering van NEC-stoffenemissies leiden, maar alleen als dit gepaard gaat met voldoende afdanking van ouder vermogen. Het netto effect hangt dus af van de balans tussen extra afdanking (4.8) en extra export, en deze balans kan sterk variëren. Zoals in hoofdstuk twee is aangegeven, worden de totale emissie-effecten van maatregelen berekend op basis van de emissiefactoren van het afgedankte vermogen in Nederland. In werkelijkheid zullen maatregelen niet volledig ten koste gaan van bestaand vermogen in Nederland. Het verschil met de werkelijk te verwachten emissie-effecten in Nederland wordt daarom geboekt onder de post extra export<sup>12</sup>. Deze post is tevens een indicatie van de emissiereductie die in het buitenland plaatsvindt door maatregelen in Nederland, hoewel in het buitenland andere emissiefactoren kunnen gelden. De eventuele export hangt sterk samen met ontwikkelingen op de Duitse elektriciteitsmarkt, die daarom apart geanalyseerd is (4.7).

#### *Omgang met vaste emissieplafonds voor SO<sub>2</sub>*

Voor de SO<sub>2</sub>-emissies in de elektriciteitsopwekking zal waarschijnlijk een vast plafond gaan gelden van 13,5 kton in 2020<sup>13</sup>. Dit kan als consequentie hebben dat eventuele neveneffecten van klimaatmaatregelen op de SO<sub>2</sub>-emissies teniet gedaan worden. Als afdanking van centrales of toepassing van CCS tot lagere emissies leidt, kunnen producenten immers besluiten om, waar mogelijk en financieel aantrekkelijk, minder te gaan ontzwavelen totdat het plafond opgevuld is. Bij de berekening en presentatie van de emissie-effecten op SO<sub>2</sub> is hier niet van uit gegaan, om-

<sup>12</sup> In (Menkveld et al, 2007) is overal gerekend met de parkgemiddelde emissiefactoren, ook voor de export effecten. Omdat hier wel rekening gehouden wordt met de afwijkende emissies van de afgedankte centrales resulteren licht afwijkende CO<sub>2</sub>-emissies.

<sup>13</sup> Het betreffende convenant is nog niet getekend.

dat dit potentiële emissie-effecten zou maskeren. Op deze manier zou immers ook niet zichtbaar zijn hoeveel een plafond eventueel bijgesteld zou kunnen worden naar aanleiding van de effecten van klimaatmaatregelen.

#### *Omgang met relatieve normen voor NO<sub>x</sub>*

Grootschalige verbrandingsprocessen vallen voor de NO<sub>x</sub>-emissies onder een Nederlands emissiehandelsstelsel. De beschikbare emissierechten zijn gebaseerd op een performance standard rate (PSR) van 40 g/GJ. Dit betekent dat de totale NO<sub>x</sub>-emissies onder het handelssysteem meebewegen met de totale brandstofinzet. Voor de berekening van emissie-effecten is dan ook uitgegaan van een vaste emissiefactor van 40g/GJ. Kleine bronnen vallen niet onder het handelssysteem, en vervanging van grootschalige opwekking door kleinschalige opwekking (WKK, biomassa) kan nadelige effecten hebben voor de NO<sub>x</sub>-emissies als voor kleine bronnen minder strenge normen gelden. Hoewel dit momenteel inderdaad het geval is, lopen de berekeningen vooruit op de verwachte aanscherping van de normen onder de BEES-B. Ook voor kleinschalige opwekking is uitgegaan van 40g/GJ.

#### *Mutaties verbruik en productie*

Tabel 4.1 toont de geschatte effecten op elektriciteitsverbruik en -productie voor het jaar 2020.

Tabel 4.1 *Effecten op elektriciteitsgebruik en productie in 2020 t.o.v. GEHP*

Mutaties	[PJ <sub>e</sub> ]	EU laag		EU hoog	
		L	H	L	H
Bestaand gas		0	0	-16	-37
Nieuw gas		51	51	51	51
Bestaand kolen		-16	-34	-34	-62
Nieuw kolen		0	0	0	0
Mutatie Gas en kolen centraal totaal		35	18	2	-48
Extra Hernieuwbaar		13	13	74	74
Extra WKK decentraal		0	24	27	34
Netto effect productie		48	54	103	60
Minder Vraag		22	24	50	52
Netto effect productie/vraag mutaties		70	78	153	112
Import GEHP		12	12	12	12
Resultierend exportsaldo	[PJ <sub>e</sub> ]	58	66	141	100
Resultierend exportsaldo	[TWh]	16	18	39	28

#### *Emissie-effecten*

De tabellen tonen zowel de totale (nationale) effecten als de directe (lokale) effecten. Een belangrijke kanttekening bij extra export is dat export geen op zichzelf staande ontwikkeling is, maar de restpost van extra productie, minder vraag en afdanking van bestaand vermogen<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> De getoonde getallen vormen voor export dan ook niet een echte bandbreedte. De getallen horen bij de situaties waarin voor de andere ontwikkelingen alle voor de emissies respectievelijk gunstige dan wel ongunstige varianten naast elkaar gezet zijn. Een mix van deels gunstige, deels ongunstige ontwikkelingen kan dan ook tot een hoger of lager exportsaldo leiden. Zo zal bijvoorbeeld een situatie met forse vraagvermindering en veel extra WKK, maar een tegenvallende afdanking van bestaand vermogen tot een hogere export leiden.

Tabel 4.2 *Emissie-effecten binnen de energiesector, EU-laag, in 2020 t.o.v. GEHP*

	Nationaal effect			Lokaal effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
Extra gascentrales (E-opw)	~4,8	~1,7	~4,2	~5,0	~3,5	0,0
CCS-stimulering + ETS (E-opw)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MEP/SDE Hernieuwbaar (E-opw)	1,5	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0
Afdanking bestaande centrales (E-opw)	0,0	0,0	0,0	3,1 - 6,4	1,7 - 3,4	1,3 - 2,8
Extra export elektriciteit (E-opw)	-13,4 - -14,9	-7,2 - -7,9	-5,7 - -6,4	0,0	0,0	0,0
	-7,1 - -8,6	-4,7 - -5,4	-0,9 - -1,5	-1,9 - 1,4	-1,9 - -0,1	1,3 - 2,8

Tabel 4.3 *Emissie-effecten binnen de energiesector, EU-hoog, in 2020 t.o.v. GEHP*

	Nationaal effect			Lokaal effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
Extra gascentrales (E-opw)	3,6 - 3,3	1,4 - 1,3	2,9 - 2,6	~5,0	~3,5	0,0
CCS-stimulering + ETS (E-opw)	4,0 - 10,0	-0,2 - -0,4	0,8 - 1,9	4,0 - 10,0	-0,2 - -0,4	0,8 - 1,9
MEP/SDE Hernieuwbaar (E-opw)	11,5 - 11,2	4,3 - 4,2	2,8 - 2,5	0,0	-2,3	-1,0
Afdanking bestaande centrales (E-opw)	0,0	0,0	0,0	8,3 - 16,1	4,7 - 9,3	2,8 - 5,0
Extra export elektriciteit (E-opw)	-25,7 - -18,2	-14,6 - -10,6	-8,5 - -5,7	0,0	0,0	0,0
	-6,6 - 6,3	-9,2 - -5,5	-2,1 - 1,4	7,2 - 21,1	-1,3 - 3,1	2,5 - 6,0

Tabel 4.4 *Emissie-effecten binnen de energiesector door de belangrijkste veranderingen buiten de sector, EU-laag, in 2020 t.o.v. GEHP*

	Via elektriciteit		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
WKK-stimulering + ETS (In)	0,0 - 2,6	0,0 - 1,4	0,0 - 1,1
WKK-stimulering + ETS (Rf)	0,0 - 1,5	0,0 - 0,8	0,0 - 0,6
Aardgas WKK (ETS, SDE)(L&T)	0,0 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2
Co-vergisting mest (L&T)	0,9	0,5	0,4
Ecodesign-richtlijn (HH)	2,2	1,2	0,9
Ecodesign-richtlijn (HDO)	1,9 - 2,0	1,0 - 1,1	0,8 - 0,9
	5,0 - 9,6	2,7 - 5,1	2,1 - 4,1

Tabel 4.5 *Emissie-effecten bij de elektriciteitsopwekking door de belangrijkste veranderingen buiten de sector, EU-hoog, in 2020 t.o.v. GEHP*

	Via elektriciteit		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
WKK-stimulering + ETS(In)	2,9 - 3,3	1,7 - 1,9	~1,0
WKK-stimulering + ETS(Rf)	1,6 - 1,8	0,9 - 1,0	0,5 - 0,6
Aardgas WKK (ETS, SDE)(L&T)	0,0 - 0,4	0,0 - 0,3	0,0 - 0,1
Co-vergisting mest(L&T)	~0,8	~0,5	0,3 - 0,2
Ecodesign-richtlijn(HH)	4,3 - 4,2	2,5 - 2,4	1,4 - 1,3
Ecodesign-richtlijn(HDO)	~3,6	~2,1	1,2 - 1,1
	13,3 - 14,1	7,6 - 8,2	~4,4

## 4.2 Risico's op stijging van emissies door toename elektriciteitsexport

Vermindering van de elektriciteitsvraag en de toename van alternatieve elektriciteitsopwekking leiden tot vermindering van de elektriciteitsproductie elders. De locatie van deze vermindering

bepaalt de grootte van de emissiereducties, en of deze bijdragen aan vermindering van de Nederlandse emissies. Het is onzeker in hoeverre de emissiereducties in Nederland plaatsvinden. Dit maakt de directe emissies van dergelijke maatregelen des te relevanter voor de nationale emissiedoelen. Als er te weinig vermogen binnen de Nederlandse grenzen afgedankt wordt, en maatregelen zelf ook emissies veroorzaken, resulteert voor Nederland netto een toename van de emissies.

Hoewel van vermindering van de elektriciteitsvraag en van meer emissievrije opwekking zoals windenergie het onzeker is in hoeverre ze in Nederland tot afdanking van bestaand vermogen en daarmee tot binnenlandse emissiereducties leiden, is in elk geval zeker dat ze niet tot een toename van de binnenlandse emissies leiden.

Dit ligt anders bij maatregelen als (aardgasgestookte) WKK en elektriciteitsopwekking op basis van biomassa. Deze hebben emissies van NEC-stoffen, en WKK bovendien ook van broeikasgassen. Als dergelijke maatregelen in onvoldoende mate gepaard gaan met afdanking van bestaand (relatief oud en/of minder efficiënt) Nederlands vermogen, resulteren ze per saldo in een toename van de emissies in Nederland. Tabel 4.6 laat voor verschillende maatregelen zien voor welk deel de uitgespaarde of extra opgewekte elektriciteit tot afdanking van vermogen in Nederland moet leiden om emissies in Nederland niet netto op te laten lopen. De getallen zijn overigens indicatief, zo kan een relatief kleine bijstelling van de emissiefactoren tot een relatief grote verandering leiden. Een getal tussen 0 en 100% betekent dat de betreffende maatregel een lagere emissiefactor heeft dan het verdrongen vermogen, een getal boven de 100% betekent een hogere emissiefactor. Bij emissievrije opwekking of elektriciteitsvraagvermindering is de waarde vanzelfsprekend nul, maar bij opwekking op basis van biomassa of aardgas is dit niet het geval. De getallen in de tabel horen bij een situatie waarbij het grootste deel van de verdrongen centrale opwekking uit (oud) kolenvermogen bestaat. Als in plaats van dit kolenvermogen meer gasvermogen afgedankt wordt, zijn de cijfers vooral voor SO<sub>2</sub> minder gunstig. Opvallend is dat bij biomassa (alleen stand-alone, geen meestook) voor NO<sub>x</sub> en fijn stof de vereiste productieverlaging bij het centraal vermogen meer dan 100% is. Dit geldt ook bij een gelijke emissiefactor. Dit komt doordat opwekking op basis van biomassa een lager rendement heeft dan de kolencentrales.

Tabel 4.6 *Indicatie vereiste afdanking centrales voor netto afname emissies, jaar 2020*

[%]	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Fijn stof PM <sub>10</sub>
Elektriciteitsbesparing	0	0	0	0
Hernieuwbaar wind, zon	0	0	0	0
Hernieuwbaar biomassa (excl. meestook)	0	120 - 121	90 - 98	103 - 113
WKK	24 - 49	35 - 60	0	0
Nieuwe gascentrales	51 - 60	68 - 73	0	0

De tabel laat voor verschillende maatregelen zien voor welk deel de uitgespaarde of extra opgewekte elektriciteit tot afdanking van vermogen in Nederland moet leiden om emissies in Nederland niet netto op te laten lopen. Zo moet bijvoorbeeld voor elke extra door WKK geproduceerde kWh minimaal 0,24 tot 0,49 kWh minder geproduceerd worden door bestaande centrales, om te voorkomen dat de Nederlandse CO<sub>2</sub>-emissies toenemen.

### 4.3 Elektriciteitsvraagvermindering

Elektriciteitsvraagvermindering heeft in de betrokken sectoren geen effect op de NEC-emissies, maar biedt alleen ruimte voor afdanking van bestaand opwekkingsvermogen. Het grootste deel van de extra elektriciteitsvraagvermindering wordt gerealiseerd in de gebouwde omgeving: bij de huishoudens en de dienstensector. De elektriciteitsvraagvermindering bij andere sectoren is in totaal goed voor reducties van circa 4 tot 8 Mton CO<sub>2</sub>, 2-5 kton NO<sub>x</sub>, en 2-3 kton SO<sub>2</sub>. De effecten op PM<sub>10</sub> lopen op tot maximaal 0,2 kton.

Tabel 4.7 *Emissie-effecten belangrijkste maatregelen elektriciteitsvraagvermindering, EU-laag*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Ecodesign-richtlijn (HH) Nationaal=Indirect	2,2	1,2	0,9	0,0	0,0
Ecodesign-richtlijn (HDO) Nationaal=Indirect	1,9 - 2,0	1,0 - 1,1	0,8 - 0,9	0,0	~0,0

Tabel 4.8 *Emissie-effecten belangrijkste maatregelen elektriciteitsvraagvermindering, EU-hoog*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Ecodesign-richtlijn (HH) Nationaal=Indirect	4,3 - 4,2	2,5 - 2,4	1,4 - 1,3	0,0	~0,1
Ecodesign-richtlijn (HDO) Nationaal=Indirect	~3,6	~2,1	1,2 - 1,1	0,0	~0,1

#### 4.4 Nieuwbouwplannen elektriciteitscentrales

T.a.v. de nieuwbouwplannen is deze studie een actualisatie van (Seebregts, 2007). In onderstaande tabel staan de diverse nieuwbouwplannen samengevat. De informatie is gebaseerd op openbare bronnen. Het totaal van de plannen komt uit op een omvang tussen de 10 en 15 GW. TenneT heeft onlangs in het Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2008-2014 een lijst gepubliceerd, die opgeteld tot bijna 15 GW aan nieuwbouwplannen komt voor de periode tot en met 2015. Een aantal van deze plannen is enkel bij TenneT bekend, en niet uit andere openbare bronnen te halen. Details zijn dan ook niet beschikbaar. Van de 10 GW aan meer concrete plannen heeft ca. 90% een aansluitcontract met TenneT gesloten<sup>15</sup>. Tot en met 2014 staan vijf kolen/biomassa (incl. de multi-fuel Magnum van Nuon) eenheden met een totale omvang van meer dan 5,5 GW gepland.

<sup>15</sup> TenneT (2008): Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2008-2014, Deel I, Arnhem, in maart 2008 op [www.tennet.org](http://www.tennet.org) gepubliceerd. Informatie van TenneT is gebaseerd op een enquête die in februari 2007 is uitgezet. In de loop van 2007 is er voor sommige plannen andere of aanvullende informatie - vaak via persberichten van de bedrijven zelf - beschikbaar gekomen. Voorbeeld hiervan is het plan van Nuon om bij Corus nieuwe productiecapaciteit te gaan bouwen (200-500 MW).



Tabel 4.9 *Overzicht nieuwbouwplannen*

Locatie	Bedrijf	Grootte [MW]	In bedrijf	Primaire brandstof	Aansluit-contract
Eemshaven	Electrabel	125	2008 (?)	gas	
	Nuon (in 2 fases)	1200-1400	2011-2014	kolen	Ja
	RWE (eerste eenheid)	800	2011	kolen	Ja
	RWE (tweede eenheid)	800	2012	kolen	Ja
	Electrabel	800	2012	kolen	
Bergum	Advanced Power	1200	2011	gas	
	Electrabel	454	2014	gas	
Delfzijl	Aldel	115	2014	biomassa/afval	
Lelystad	Electrabel	900	2009	gas	Ja
Maasvlakte	E.ON	1050	2012	kolen	Ja
	Intergen	419	2010	gas	Ja
	Enecogen	840	2010	gas	Ja
	n.n.	600	2011	gas	
	Electrabel	800	2012	kolen	Ja
Geertruidenberg	Essent	800	2014	kolen	Ja
Moerdijk	Essent	430	2011	gas	
Schoonebeek	NAM	130	2011	gas	
Borssele	Delta	870	2009	gas	Ja
Sas van Gent	Delta	82	2010	biomassa/gas	
Maasbracht	Essent	220 - 650	2011	gas	Ja
Velsen	Nuon	200 - 500	?	HO-gas/gas	
	Totaal t/m 2014, laag	12835			
	Totaal t/m 2014, hoog	13765			
Onbekend	Onbekend	1600	2015	Kolen	
	Totaal t/m 2015, hoog	15365			

Bron: TenneT, 2008; E-bedrijven.

Op basis van de huidige nieuwbouwplannen lijkt het zeker dat er 1200 MW aan extra nieuw gasvermogen komt, bovenop de verwachting in GEHP. Het nieuwe gasvermogen in GEHP bestond uit enkel de al lang geplande nieuwe Sloecentrale (870 MW) en nieuwe decentrale WKK.<sup>16</sup> Inmiddels zijn of lijken de plannen voor een nieuwe Flevocentrale, Enecogen en Intergen-II een feit. De overige nieuwbouwplannen voor gascentrales zijn meer onzeker. Op basis van de zekere plannen en een kansverwachting voor de minder zekere plannen is uitgegaan van in totaal 2350 MW extra gasvermogen. Voor de NO<sub>x</sub> emissies van dit gasvermogen is uitgegaan van de PSR van 40 g/GJ.

De actualisatie leidt niet tot een bijstelling van de omvang van het nieuwe kolenvermogen (4000 MW). De afwijkingen ten opzichte van het achtergrondscenario GEHP zijn daarmee beperkt tot nieuwe gascentrales. Wel lijken de nieuwe kolencentrales gemiddeld belangrijk lagere emissiefactoren voor SO<sub>2</sub> te hebben dan het huidige kolenvermogen. Dit betekent dat de SO<sub>2</sub>-emissies wat lager zouden kunnen uitkomen dan in het achtergrondscenario is verondersteld, maar dat ook het reductie-effect van CCS op de SO<sub>2</sub>-emissies beperkter is. Hier wordt verderop in deze Paragraaf in meer detail ingegaan.

<sup>16</sup> Ca. 2300 MWe.extra in 2020 t.o.v. 2005. De WKK in de glastuinbouw is eind 2006 al gegroeid naar 2000 MWe.

Tabel 4.10 *Aanname nieuwbouwplannen elektriciteitscentrales*

	GEHP	EU laag		EU hoog	
		L	H	L	H
Nieuw 'centraal' gas (excl. decentrale WKK)	Sloecentrale: 870 MW	Alles wat 'nu' als zeker geldt: Nieuwe Flevocentrale, Intergen-II: in totaal 1200 MW Plus circa de helft van alle andere bekende extra nieuwbouwplannen: ruim 1100 MW			
Nieuw kolen	4000 MW	als in GEHP	als in GEHP	4000 MW met 4 Mton CO <sub>2</sub> -reductie door CCS	4000 MW met 10 Mton CO <sub>2</sub> -reductie door CCS

De emissie-effecten van het nieuwe gasvermogen zijn evenals bij de andere maatregelen berekend op basis van volledige afdanking van bestaand vermogen. Omdat het afgedankte bestaande vermogen een lager rendement heeft en (soms deels) uit kolen bestaat, resulteert nieuw extra gasvermogen in een reductie van de broeikasgasemissies, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>.

Milieujaarverslagen (MJV's) voor bestaande centrales en Milieueffectrapportages (MER's) voor nieuwbouwplannen zijn gebruikt als basis voor schattingen voor de emissiefactoren van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en fijn stof op g/GJ basis. Voor de nieuwe kolencentrales staan deze cijfers samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 4.11 *Karakteristieke emissies (deels) kolengestookte ontwerpen voor nieuwe centrales*

		E.ON	Electrabel	RWE	Nuon, Magnum	
		Maasvlakte	Maasvlakte	Eemshaven	Eemshaven kolen/BM	aardgas
Bruto vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	1100		1630		
Netto vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	1055	750	1560	840	360
Max. inzet biomassa (energie)	[%]	20 (massa)	60	10	30	-
Emissiefactoren, 100% kolen en met deel biomassa voor zover getallen beschikbaar						
NO <sub>x</sub>	[g/GJ]	22,8	16,6	26,3		
<i>Met deel biomassa</i>	[g/GJ]	23,0		26,4	16,1	
SO <sub>2</sub>	[g/GJ]	13,8	13,2	18,7		
<i>Met deel biomassa</i>	[g/GJ]	12,5		17,3	10,5	
Fijn stof	[g/GJ]	1,4	1,0	1,8		
<i>Met deel biomassa</i>	[g/GJ]	1,4		1,8	0,3	

Tabel 4.12 toont de uiteindelijk resulterende emissies van SO<sub>2</sub> voor bestaande en nieuwe kolencentrales. Voor bestaande kolencentrales is uitgegaan van een gemiddelde emissiefactor van 37 g/GJ, op basis van recente Milieujaarverslagen. Belangrijke kanttekening hierbij is wel dat de gegevens voor bestaand vermogen ook stortingsemissies omvatten, terwijl de emissiefactor voor nieuw vermogen, afkomstig uit MER's, waarschijnlijk exclusief stortingsemissies zijn. Dit betekent dat de werkelijke emissies hoger uit kunnen vallen. In GEHP was oorspronkelijk door MNP een emissiefactor van 65 g/GJ gehanteerd, voor zowel bestaande als nieuwe kolencentrales. Voor de nieuwbouw is net als in GEHP verondersteld dat het poederkoolcentrales betreft, met dezelfde vollasturen, maar wel met een hoger netto omzettingsrendement (46% in plaats van 45%). De inzet van biomassa heeft een gunstige invloed op de SO<sub>2</sub>-emissies. In GEHP is uitgegaan van een percentage van 20% biomassa op energiebasis. In de actuele nieuwbouwplannen verschillen deze percentages, en variëren van 10% (RWE) tot 60% (Electrabel). In de praktijk zullen de biomassapercentages sterk afhankelijk zijn van (wisselende en volatiele) marktomstandigheden, dat wil zeggen van de verhoudingen in de brandstofprijzen van kolen, biomassa en van de CO<sub>2</sub>-prijs. Bij een relatief hoge biomassaprijs en een lage CO<sub>2</sub>-prijs, ligt 100% koleninzet voor de hand. De SO<sub>2</sub>-emissiefactor varieert dan tussen de 13 en 19 g/GJ (bij

46% rendement en 100% kolen). Het (rekenkundig) gemiddelde voor de drie nieuwe kolencentrales van E.ON, Electrabel en RWE, is 15,2 g/GJ. Voor de huidige analyse is onder meer vanwege de IPPC-LCP BAT-grenzen uitgegaan van een hogere waarde, 20 g/GJ. Voor het biomassa deel is een emissiefactor van 10 g/GJ gehanteerd. Een range van 100% kolen tot 80% kolen/20% biomassa resulteert dan in emissies variërend van 15,8 tot 13,7 kton SO<sub>2</sub>.

Tabel 4.12 SO<sub>2</sub>-Emissies voor bestaand en nieuw kolenvermogen

	EF SO <sub>2</sub>	Efficiency	Vollasturen	Vermogen	Productie	Brandstof	SO <sub>2</sub>	
	[g/GJ]	[%]	[MW]	[TWh]	[PJ]	[kton]	kton, met 20% BM	
Bestaand	12-50	36-43	~7500	4173	31,3	292,5	11,1	9,4
Nieuw, drietal MER's	13-19							
<i>Totaal Nieuw, conservatieve EF</i>	20	46	7500	4000	30,0	234,8	4,7	4,2
<b>Totaal</b>						<b>527,3</b>	<b>15,8</b>	<b>13,7</b>

Zonder biomassa-meestook en zonder afdanking van bestaande kolencentrales komen de totale SO<sub>2</sub>-emissies dus boven het plafond van 13,5 kton in 2020. Er zijn dan aanvullende maatregelen bij een of meerdere eenheden nodig.

## 4.5 WKK

Voor WKK waren in september 2007 nog geen details bekend over de nieuwe steunregeling voor WKK onder de SDE. Ook nu<sup>17</sup> zijn dergelijke details nog niet bekend; wel is inmiddels duidelijk dat WKK voor 2008 niet in aanmerking komt voor ondersteuning vanuit de SDE of de MEP (persbericht EZ 15 feb).

### *Industrie en raffinaderijen*

Naar verwachting zal vooral de WKK in de industrie en raffinaderijen profiteren van het beleid uit het werkprogramma en van hogere CO<sub>2</sub>-prijzen<sup>18</sup>. Dit betreft vrijwel uitsluitend grootschalige WKK op aardgas. Deze valt wat betreft de directe emissies van NO<sub>x</sub> onder de PSR van 40g/GJ; SO<sub>2</sub> en fijn stof spelen voor directe emissies van aardgas-WKK geen rol van betekenis. Op de locatie waar WKK toegepast wordt zullen de NO<sub>x</sub>-emissies weliswaar toenemen door de hogere brandstofinzet, maar daar staat tegenover dat centraal vermogen uit gebruik genomen kan worden en de emissies daar dalen. Aangezien grootschalige WKK en centraal vermogen onder dezelfde PSR vallen, en WKK per saldo leidt tot een lagere brandstofinzet, zullen nationaal de NO<sub>x</sub>-emissies dalen bij extra WKK.

### *Landbouw*

De verwachte toename van WKK in de landbouw is zeer gering, onder meer doordat in het achtergrondscenario al een forse toename van de WKK in de landbouw voorzien is. Het werkprogramma lijkt in de glastuinbouw vooral andere maatregelen te bevorderen, waardoor ook bij hogere CO<sub>2</sub>-prijzen er niet of nauwelijks een extra toename van de WKK in de landbouw te verwachten is. Voor de berekening van de emissie-effecten is uitgegaan van ongeveer dezelfde NO<sub>x</sub>-emissie-eisen voor nieuwe kleinschalige WKK als dat er in de grootschalige opwekking gelden. Via de verhoging van de energie-efficiëntie zou ook de WKK in de landbouw daarmee tot een verlaging van de NO<sub>x</sub>-emissies leiden. Dit staat echter zeker niet vast. Er is bij de berekening van de effecten uitgegaan van 100% warmtebenutting; ook is ervan uitgegaan dat WKK niet leidt tot andere temperatuurinstellingen in kassen. De WKK in de glastuinbouw kan echter

<sup>17</sup> Per 1 maart 2008.

<sup>18</sup> In de landbouw en gebouwde omgeving zullen andere technieken meer profiteren dan WKK, waardoor WKK hier ondanks de gunstiger financiële positie nauwelijks extra reductie realiseert.

zo winstgevend zijn dat een deel van de tijd de warmte niet gebruikt wordt. Als dit het geval is, kunnen besparingen en emissiereducties veel kleiner worden of zelfs negatief uitpakken. De effecten van WKK in de landbouw worden uitgebreider besproken in Paragraaf 7.3.

Tabel 4.13 *Emissie-effecten WKK, EU-laag, 2020 t.o.v. GEHP*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
<b>WKK-stimulering + ETS(In)</b>					
<i>Nationaal</i>	0,0 - 1,7	0,0 - 0,7	0,0 - 1,1	0,0	0,0 - 0,1
<i>Direct</i>	0,0 - -0,9	0,0 - -0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	0,0 - 2,6	0,0 - 1,4	0,0 - 1,1	0,0	0,0 - 0,1
<b>WKK-stimulering + ETS(Rf)</b>					
<i>Nationaal</i>	0,0 - 0,9	0,0 - 0,4	0,0 - 0,6	0,0	~0,0
<i>Direct</i>	0,0 - -0,6	0,0 - -0,4	0,0	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	0,0 - 1,5	0,0 - 0,8	0,0 - 0,6	0,0	~0,0
<b>Aardgas-WKK (ETS, SDE)(L&amp;T)</b>					
<i>Nationaal</i>	0,0 - 0,3	0,0 - 0,1	0,0 - 0,2	0,0	~0,0
<i>Direct</i>	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	0,0 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0	~0,0

Tabel 4.14 *Emissie-effecten WKK, EU-hoog*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
<b>WKK-stimulering + ETS(In)</b>					
<i>Nationaal</i>	1,8 - 2,0	0,8 - 0,9	~1,0	0,0	0,0 - 0,1
<i>Direct</i>	-1,1 - -1,3	-0,9 - -1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	2,9 - 3,3	1,7 - 1,9	~1,0	0,0	0,0 - 0,1
<b>WKK-stimulering + ETS(Rf)</b>					
<i>Nationaal</i>	~0,9	~0,4	0,5 - 0,6	0,0	~0,0
<i>Direct</i>	-0,8 - -0,9	-0,5 - -0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	1,6 - 1,8	0,9 - 1,0	0,5 - 0,6	0,0	~0,0
<b>Aardgas-WKK (ETS, SDE)(L&amp;T)</b>					
<i>Nationaal</i>	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0	~0,0
<i>Direct</i>	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	0,0 - 0,4	0,0 - 0,3	0,0 - 0,1	0,0	~0,0

## 4.6 Hernieuwbare elektriciteit

Het belangrijkste beleid voor hernieuwbare elektriciteit is het besluit Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE). In september 2007 waren er nog grote onduidelijkheden t.a.v. de precieze invulling. Inmiddels is de uitwerking van de regeling in concept aan de Tweede Kamer aangeboden, voor zover het althans het deel betreft dat op hernieuwbare elektriciteit betrekking heeft. De huidige informatie vormt voldoende aanleiding voor een nieuwe inschatting van het effect van de SDE op de hernieuwbare elektriciteitsproductie, maar dit is voor deze studie niet gedaan. Wel is rekening gehouden met de emissie-eisen voor NEC-stoffen in de SDE. Hierbij is wel uitgegaan van de effecten op de emissiefactoren, maar is geen rekening gehouden met een eventueel kostprijsverhogend effect van de emissie-eisen.

Bij hernieuwbare elektriciteit is voor de NEC-effecten het onderscheid tussen hernieuwbare energie op basis van biomassa enerzijds en op basis van wind en zon anderzijds van belang. Bij biomassa is verder het onderscheid tussen groot- en kleinschalige opwekking mogelijk belangrijk, maar dit hangt af van de geldende NEC-stofnormen.

### *Biomassa*

De inzet van biomassa betekent dat brandstoffen waarvan de CO<sub>2</sub>-emissies bij verbranding wel meetellen, worden verdrongen door brandstoffen waarvan de CO<sub>2</sub>-emissies niet meetellen. NEC-stoffenemissies blijven echter in alle gevallen meetellen. De effecten op de NEC-emissies hangen af van de specifieke brandstof- of techniekgerelateerde emissiefactoren en van de gerealiseerde omzettingsrendementen. Bij grootschalige toepassingen zal verdringing van aardgas door biomassa, vanwege de lagere rendementen bij biomassa, meestal tot een kleine toename van de emissies leiden. Verdringing van kolen zal voor NO<sub>x</sub> ongeveer neutraal uitpakken, en voor SO<sub>2</sub> mogelijk positief. Bij kleinschalige inzet van biomassa zijn de emissiefactoren voor NO<sub>x</sub> meestal hoger, tenzij aanvullende emissie-eisen worden gesteld. Hier is ervan uitgegaan dat dergelijke aanvullende emissie-eisen in de praktijk betekenen dat de NO<sub>x</sub>- en fijnstofemissies niet toenemen bij een toename van kleinschalige biomassa. Zonder dergelijke aanvullende eisen is in aantal gevallen een forse toename van de NO<sub>x</sub>- en fijnstofemissies mogelijk.

Tabel 4.15 *Indicatieve emissiefactoren kleinschalig biomassa zonder aanvullende emissie-eisen*

	NO <sub>x</sub> [g/GJ]	SO <sub>2</sub> [g/GJ]	PM <sub>10</sub> [g/GJ]
Biomassa WKK <50MW vaste biomassa	67	50	5
Biomassa dieselmotor <50MW bio-olie	130	0	25
Biogas in gasmotoren	140	0,5	0,5

In een aantal gevallen kunnen de emissie-eisen tot forse extra kosten leiden. Waarschijnlijk zijn met de emissie-eisen uit de SDE de inschattingen uit de beoordeling (waarbij indertijd geen rekening is gehouden met extra emissie-eisen en bijbehorende kosten) dan ook achterhaald.

Een deel van de PM<sub>10</sub>-emissies is afkomstig van de op- en overslag van droge bulk. Bij de referentie-PM<sub>10</sub>-emissies in 2020 is nog geen rekening gehouden met de eventuele uitbreiding van op- en overslag van droge bulk in de vorm van biomassa. Omdat binnen het werkprogramma alleen een uitbreiding is voorzien van biomassa in de vorm van houtpellets (meestook in kolen centrales) en aangevoerde palmolie (meestook in gascentrales) zal de referentie-emissie van PM<sub>10</sub> in 2020 van de op- en overslag van droge (agro)bulk niet veranderen.

### *Wind en Zon*

Opwekking van elektriciteit uit wind- en zonne-energie is emissievrij, en bij verdringing van fossiele opwekking leidt dit dus altijd tot een afname van de NEC-emissies. In dit opzicht zijn windenergie en zonne-energie te vergelijken met een vermindering van de elektriciteitsvraag.

Tabel 4.16 *Emissie-effecten hernieuwbare elektriciteit, EU-laag*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
MEP/SDE Hernieuwbaar(E-opw)					
<i>Nationaal</i>	1,5	0,8	0,6	0,0	0,0
<i>Direct</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	1,5	0,8	0,6	0,0	0,0
Co-vergisting mest (L&T)					
<i>Nationaal</i>	2,1	-0,1	0,2	0,0	0,0
<i>Direct</i>	1,1	-0,6	-0,2	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	0,9	0,5	0,4	0,0	0,0

Tabel 4.17 *Emissie-effecten hernieuwbare elektriciteit, EU-hoog*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
<b>MEP/SDE Hernieuwbaar(E-opw)</b>					
<i>Nationaal</i>	11,5 - 11,2	4,3 - 4,2	2,8 - 2,5	0,0	~0,1
<i>Direct</i>	0,0	-2,3	-1,0	0,0	-0,1
<i>Indirect</i>	11,5 - 11,2	6,6 - 6,5	3,8 - 3,5	0,0	~0,2
<b>Co-vergisting mest(L&amp;T)</b>					
<i>Nationaal</i>	~1,9	~-0,1	~-0,1	0,0	~0,0
<i>Direct</i>	1,1	-0,6	-0,2	0,0	0,0
<i>Indirect</i>	~0,8	~-0,5	0,3 - 0,2	0,0	~0,0

## 4.7 Duitse elektriciteitsmarkt

Op basis van enerzijds recente ramingen voor Duitsland en anderzijds de stand van zaken ten aanzien van nieuwbouwplannen in Nederland (Paragraaf 4.3), kunnen de volgende indicatieve conclusies worden getrokken ten aanzien van de onderlinge concurrentieverhoudingen tussen het Nederlandse en Duitse elektriciteitspark:

### *Kolencentrales in Nederland gunstiger dan in Duitsland*

Een nieuwe kolencentrale aan een kustlocatie in Nederland biedt voordelen voor de elektriciteitsproducent qua kosten. De producent heeft zeer waarschijnlijk lagere brandstofkosten dan een producent met dezelfde kolencentrale in Duitsland.

De van oorsprong Duitse bedrijven EON en RWE, plannen in Nederland en in Duitsland dezelfde typen nieuwe en moderne poederkoolcentrales. E.ON hanteert een 1100 MW type, terwijl RWE lijkt in te steken op eenheden van 800 MW. Het betreft in beide gevallen poederkoolcentrales met superkritische stoomcondities, en een omzettingsrendement van ca. 46%.

### *Nederland: voordeel van kustlocaties*

In Nederland zijn de meeste nieuwe kolencentrales aan de kust gelegen. Deze ligging heeft twee voordelen:

1. Koeling door zeewater. Dit is gunstig voor het netto omzettingsrendement, zeker in vergelijking met (extra) koeling door een koeltoren. In Duitsland worden relatief vaak koeltorens gebruikt (EZ/DHV, 2004). Het nadeel bij het inzetten van de koeltorens kan daarbij oplopen tot ca. 2-4% verlaging van het netto omzettingsrendement. Dit leidt tot hogere brandstofkosten.
2. Aanvoer van steenkool. Aan kustlocaties kunnen steenkolen relatief goedkoop worden aangevoerd. Men spaart mogelijk extra transportkosten uit ten opzichte van centrales die verder landinwaarts liggen. Het is niet duidelijk in hoeverre de Duitse subsidies voor de eigen steenkolenwinning dit voordeel wegnemen. Deze subsidies worden richting 2016 afgebouwd. In dat geval kan dit voordeel niet gecompenseerd worden.

### *Allocatie van CO<sub>2</sub>-rechten voor nieuwe centrales: Nederland niet anders dan Duitsland*

In de Nationale Allocatieplannen (NAP's) voor de 2e fase van het ETS zijn er geen essentiële verschillen tussen Nederland en Duitsland als het gaat om de behandeling van nieuwe centrales. De bestaande Nederlandse elektriciteitsproducenten worden in de 2e periode 2008-2012 15% gekort op hun rechten. Nieuwe centrales krijgen rechten toegewezen op basis van de beste commercieel opererende vergelijkbare centrale wereldwijd. Ze krijgen daardoor in verhouding minder rechten dan een efficiënte bestaande centrale. In het Duitse NAP 2008-2012 geldt voor nieuwe centrales eenzelfde soort regel.

Aangezien echter de meeste plannen uitgaan van eerste productie in 2011 of 2012, is vooral de wijze van toewijzen (of veilen) van CO<sub>2</sub>-emissierechten voor de periode na 2012 van belang. De huidige verwachting is dat door de eisen en regels die de Europese Commissie voor die periode gaat stellen, de eventuele onderlinge verschillen verder zullen verminderen of zelfs verdwijnen.

*Nederland: voorlopig hogere marktprijs dan in Duitsland, vooral in piekuren*

De groothandelsmarktprijs voor Nederland ligt momenteel hoger dan in Duitsland. Dit wordt vooral veroorzaakt door het relatief grote aandeel van aardgas in de Nederlandse elektriciteitsproductie en de invloed die de prijs van aardgas heeft op de elektriciteitsprijs. Vooral in de piekuren zijn de marktprijzen in Nederland relatief hoog.

Basislastproductie door een kolencentrale in Nederland levert daarom een hogere opbrengst op dan productie door een soortgelijke kolencentrale in Duitsland. Door beperkte transportcapaciteit is de uitwisseling tussen beide markten vooral in de piekuren gelimiteerd. Indien de kolencentrale in Duitsland staat, kan deze alleen aan de Nederlandse markt leveren wanneer de producent over interconnectiecapaciteit beschikt. Deze capaciteit wordt gevraagd (dagelijks, maandelijks, jaarlijks). De veilingprijs is doorgaans gelijk aan het prijsverschil tussen beide markten. De extra opbrengst valt dus weg tegen de extra kosten. Bovendien heeft de producent een zekerheid over het verwerven van de transmissiecapaciteit. Hij kan ook geen contracten sluiten met een looptijd langer dan een jaar. Er bestaan plannen om de interconnectiecapaciteit in de nabije toekomst verder uit te breiden (medio 2013 een uitbreiding van 1000 tot 2000 MW, bron: TenneT). Bovendien zal de manier van allocatie van de interconnectiecapaciteit mogelijk worden gewijzigd. Hierdoor vindt de allocatie plaats via de gekoppelde spotmarkten in Nederland en Duitsland (marktkoppeling). Een Duitse elektriciteitsproducent kan zijn stroom dan niet langer rechtstreeks op de Nederlandse markt afzetten.

*MEP/SDE-regeling in Nederland een voordeel?*

In Duitsland krijgen alleen kleinschalige biomassaïnstallaties (<20 MW) subsidie via het feed-in-tarief (IEA, 2007). Nederland kende tot voor kort een subsidieregeling (MEP) voor het meestoken van vaste biomassa in kolencentrales, waarvan in 2008 de eerste beschikkingen aflopen. Vooralsnog is voor de opvolger van de MEP, de SDE-regeling, geen SDE-subsidie voor meestoken van biomassa voorzien, hoewel dit binnen de SDE wel mogelijk is. Er is daarmee geen nieuwe stimuleringsregeling voor het stoken van biomassa in kolencentrales. Als meestook van biomassa opnieuw via de SDE-regeling zou worden gestimuleerd, maakt dit een kolencentrale in Nederland aantrekkelijker dan in Duitsland. De CO<sub>2</sub>-emissies kunnen dan namelijk op een voordeliger manier via het meestoken van biomassa worden gereduceerd dan in een vergelijkbare kolencentrale in Duitsland.

*CCS*

In Nederland zijn relatief veel locaties voor de opslag van CO<sub>2</sub>, en er is een grote concentratie van puntbronnen die geschikt zijn voor CCS. Als de CO<sub>2</sub>-prijzen voldoende hoog zijn, en CCS rendabel wordt, is de kans groot dat Nederlandse elektriciteitsproducenten daarmee in een relatief gunstiger positie komen, doordat ze goedkoper toegang hebben tot CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit dan buitenlandse concurrenten.

*Verwachtingen over import- of exportsaldi*

De hierboven geschetste verwachtingen over de concurrentieverhoudingen tussen het Nederlandse en Duitse productiepark leiden tot een ontwikkeling van het import- of exportsaldo van Nederland zoals in het begin van dit hoofdstuk geschetst in Tabel 4.1. Tabel 4.18 maakt inzichtelijk hoeveel de emissies van Nederland bij benadering lager zouden zijn geweest als er in plaats van extra export meer afdanking van centrales zou plaatsvinden.

Tabel 4.18 *Emissie-effecten additionele elektriciteitsexport*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Extra export elektriciteit(E-opw)EU-laag	-13,4 - -14,9	-7,2 - -7,9	-5,7 - -6,4	0,0	~0,3
Extra export elektriciteit(E-opw)EU-hoog	-25,7 - -18,2	-14,6 - -10,6	-8,5 - -5,7	0,0	-0,4 - -0,3

#### 4.8 Afdanking bestaand vermogen

De toevoeging van nieuw vermogen en vermindering van de elektriciteitsvraag, onder meer onder invloed van het klimaatbeleid, betekenen dat er ruimte is voor afdanking van bestaand vermogen. Wat er afgedankt gaat worden, en waar, hangt onder meer af van de concurrentiepositie van Nederlandse centrales ten opzichte van buitenlandse, van de CO<sub>2</sub>-prijzen en mogelijk van het milieubeleid.

Tabel 4.19 *Veronderstellingen afdanking bestaand centraal fossiel vermogen, 2020*

	GEHP	EU laag		EU hoog	
		L	H	L	H
Bestaand gas	als in GEHP	als in GEHP	Conv. Ketels eruit	Conv. Ketels + Combi's eruit	
			2900 MW	4900 MW	
Bestaand kolen	4175 MW	1 eruit, 600 MW	2 eruit, 1250 MW	2 eruit, 1250 MW	4 eruit, 2300 MW

Voor de onder- (L) en bovengrenzen (H) is in elk van de beide Schoon & Zuinig EU-laag en EU-hoog beelden, een aparte inschatting gemaakt. Die inschatting is tevens gekoppeld aan het eerder uit bedrijf nemen van bestaand vermogen. Dat betreft zowel bestaande kolencentrales als de wat oudere gasgestookte centrales. Het GEHP-scenario gaat uit van maximale levensduurverlenging, hierin is al het bestaande vermogen in 2020 nog in bedrijf.

De emissiefactoren voor de bestaande centrales lopen uiteen, maar in de berekening van de emissie-effecten is uitgegaan van de gemiddelde emissiefactoren voor de NEC-stoffen, maar wel afzonderlijk voor kolen- en gascentrales. Op deze manier worden de emissiefactoren niet sterk afhankelijk van individuele kenmerken van de bestaande centrale en de keuze voor de individuele afdankingen.

Op basis van o.a. bronnen als MJV's en MER's van nieuwbouwplannen zijn schattingen te geven van emissiefactoren op g/GJ basis.

Tabel 4.20 laat zien met welke gemiddelde emissiefactoren per kWh gerekend is voor de afdanking van bestaand vermogen. Bij verdergaande afdanking neemt het aandeel aardgas in de afdanking toe, waardoor de gemiddelde emissiefactoren van alle stoffen, maar vooral die van SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>, lager worden.

Tabel 4.20 *Gemiddelde emissiefactoren voor het afgedankte vermogen*

		EU-laag		EU-hoog	
		L	H	L	H
CO <sub>2</sub>	[kg/kWh]	0,688	0,688	0,602	0,586
NO <sub>x</sub>	[g/kWh]	0,37	0,37	0,34	0,34
SO <sub>2</sub>	[g/kWh]	0,29	0,29	0,20	0,18
Fijn stof PM <sub>10</sub>	[g/kWh]	0,015	0,015	0,010	0,009



Tabel 4.21 *Emissie-effecten afdanking bestaande centrales*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Afdanking bestaande centrales(E-opw)EU-laag	3,1 - 6,4	1,7 - 3,4	1,3 - 2,8	0,0	~0,1
Afdanking bestaande centrales(E-opw)EU-hoog	8,3 - 16,1	4,7 - 9,3	2,8 - 5,0	0,0	0,1 - 0,3

## 4.9 CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag

In lijn met de beoordeling S&Z is in het EU-laag-beeld CCS slechts verondersteld bij een beperkt aantal pilots, van beperkte omvang en met beperkte duur. In 2015 is er geen effect aan toegekend. In 2020 is verondersteld dat zowel de CO<sub>2</sub>-emissieprijs als het overige EU-beleid te beperkt is voor (grootschalige) toepassing van CCS.

In het EU-hoog-beeld zullen er minimaal twee grootschalige demo's worden gerealiseerd (onderkant bandbreedte van 4 Mton CO<sub>2</sub>-reductie t.o.v. GEHP), echter nog niet in 2015. Aan de bovenkant van de bandbreedte wordt rekening gehouden met ca. 10 Mton CO<sub>2</sub>-reductie door CCS bij (nieuwe) elektriciteitscentrales.

In een EU-laag-beeld is het denkbaar dat er een beperkte CO<sub>2</sub>-reductie wordt gerealiseerd door toepassing van CCS in de vorm van een of twee beperkte pilots bij nieuwe centrales. Omdat niet duidelijk is hoeveel financiële middelen beschikbaar zullen worden gesteld na 2011, is in het EU-laag-beeld geen reductie door CCS verondersteld.

Voor het jaar 2015/EU-laag/EU-hoog kan als bovengrens rekening worden gehouden met de beperkte CCS bij een aantal proefprojecten (Enecogen, Nuon's KV STEG Buggenum, een van de E.ON Maasvlakte centrales, Electrabel Gelderland centrale), echter mits de afgevangen CO<sub>2</sub> ook daadwerkelijk wordt opgeslagen en/of wordt benut. Voor het jaar 2020 is financiering van deze proefprojecten niet meer geregeld. Tegen die tijd zal CCS op andere wijzen gesubsidieerd, verplicht of rendabel moeten zijn om toegepast te worden.

In een EU-hoog-beeld met honorering van CCS binnen het ETS lijkt in 2020 een CO<sub>2</sub>-reductie door CCS van ca. 9 a 10 Mton haalbaar, hoewel de S&Z-streefdatum van 2019 voor grootschalige afvang te optimistisch kan blijken. Het toepassen van CCS bij twee demo's rond 2015 is in dit geval een opmaat naar de meer grootschalige toepassing van CCS. De CO<sub>2</sub>-prijs van 50 €/ton CO<sub>2</sub> is voldoende om niet alleen centrales met CO<sub>2</sub>-afvang uit te rusten, maar tevens om de benodigde CO<sub>2</sub>-infrastructuur voor transport en opslag te realiseren en daarbij een aantal institutionele barrières te nemen. In dit beeld zou de onrendabele top tot nul gereduceerd kunnen worden, indien wordt uitgegaan van de integrale kosten van afvang, transport en opslag, zoals in de recente studie (Vosbeek et al, 2007) is bepaald. Die kosten komen op ca. 30 en 40 €/ton CO<sub>2</sub> uit voor resp. een nieuwe kolenvergassingscentrale en een nieuwe poederkoolcentrale<sup>19</sup>.

De effecten van CO<sub>2</sub>-afvang op NEC-emissies in de elektriciteitsopwekking hangen onder meer af van de toegepaste techniek, de bron van CO<sub>2</sub> en de resulterende afname van het opwekkingsrendement. Verder is van belang wat de NEC-emissiefactoren zijn zonder toepassing van CCS. Voor de NEC-emissies is van belang in hoeverre de CO<sub>2</sub>-afvangtechnologie een verdere verwijdering van de NEC-stoffen noodzakelijk maakt, en of de vereiste processtappen neveneffecten op de NEC-gehalten hebben. Verder is van belang of de resterende NEC-stoffen uiteindelijk met de CO<sub>2</sub> in de opslag terechtkomen of in de lucht vrijkomen. Als de CO<sub>2</sub>-afvangtechnologie een

<sup>19</sup> Opgemerkt dient te worden dat de aangehaalde schattingen uit (Vosbeek et al., 2007) geen rekening houden met de kostenstijgingen die de laatste 3 tot 4 jaren zijn opgetreden voor nieuwe centrales. Deze stijgingen zijn te wijten aan enerzijds de gestegen kosten van materialen zoals staal en anderzijds door krapte in de markt voor nieuwe centrales en andere procesinstallaties. Die krapte wordt veroorzaakt door een wereldwijde hausse aan nieuwbouwplannen. Het is nog onduidelijk in hoeverre deze kostenstijgende factoren blijvend zijn.

verdere verwijdering van de NEC-stoffen noodzakelijk maakt, is dit veelal omdat deze stoffen reageren met het oplosmiddel voor de CO<sub>2</sub>. Dit betekent dat in deze gevallen ook de achtergebleven NEC-stoffen grotendeels niet in de lucht vrijkomen.

Tabel 4.22 *Emissie-effecten CCS in de elektriciteitsopwekking, EU-hoog, t.o.v. GEHP*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
CCS stimulering + ETS(E-opw) Nationaal=Direct	4,0 - 10,0	0,2 - -0,4	0,8 - 1,9	0,0	0,0 - 0,1

Voor Nederland zijn op de termijn tot 2020 alleen post-combustion-capture, en mogelijk pre-combustion-capture relevant. De technologie voor oxy-fuel-combustion is de komende tien jaar nog niet beschikbaar. Voor de elektriciteitsopwekking is tot 2020 CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag bij kolencentrales het meest waarschijnlijk, zo is verondersteld. De effecten van CCS op NEC-stoffenemissies worden uitgebreid beschreven in (Kroon et al, 2007), hier volgt alleen beschrijving op hoofdlijnen voor de tot 2020 relevante technieken.

Bestaande en nieuwe poederkoolcentrales kunnen wastorens (scrubbers) toepassen die CO<sub>2</sub> met een wasvloeistof uit het rookgas halen. Een tweede stap, de recyclingstap, haalt CO<sub>2</sub> uit de wasvloeistof door deze te verwarmen. De CO<sub>2</sub> komt dan als pure stroom vrij. Bij kolenvergassing kan de gevormde CO in CO<sub>2</sub> omgezet worden, waarbij meer waterstof vrijkomt. De CO<sub>2</sub> wordt voor de verbranding in de gasturbine verwijderd, dit is de zogenaamde precombustion-capture-technologie.

#### *SO<sub>2</sub>-effecten scrubbers*

Bij de huidige wasvloeistoffen op amine-basis zijn juist de meest energie-efficiënte erg gevoelig voor zwavel. De zuinigste vergt minder dan 2 ppm SO<sub>2</sub>, ofwel een SO<sub>2</sub>-verwijdering van meer dan 99,9%. Voor de huidige rookgasontzwavelingsinstallaties is dit niet realistisch. Meer realistisch is een maximaal gehalte van 10 ppm SO<sub>2</sub>, ofwel 99% ontzwaveling. Ook een recente studie van de IEA (Irons, 2007) noemt dergelijke concentraties (10 tot 30 mg/nm<sup>3</sup> droog bij 6% O<sub>2</sub>). Volgens deze studie is dit bovendien haalbaar met commercieel verkrijgbare FGD-installaties. Ook worden andere opties genoemd om het FGD-rendement te verhogen (extra sproeiers, chemicaliën, en het plaatsen van een tweede (kleinere) wastoren (Irons 2007, p 34)). Ongeacht het ontzwavelingsrendement voor CO<sub>2</sub>-afvang zal de achterblijvende SO<sub>2</sub> naar verwachting vrijwel volledig reageren met de wasvloeistoffen, en dus niet in de lucht vrijkomen. Er kan dus van worden uitgegaan dat door CCS vrijwel alle SO<sub>2</sub>-emissies bij normaal bedrijf, dus exclusief de storingsemisies, vermeden worden.

#### *NO<sub>2</sub>-effecten scrubbers*

Volgens (Ploumen, 2006, pag. 17) wordt bij het gebruik van scrubbers ook voor NO<sub>x</sub> gestreefd naar een zo hoog mogelijke verwijderingsgraad. (Irons, 2007, pag. 33) geeft aan dat NO geen probleem is voor amine wassers, maar NO<sub>2</sub> wel; hierbij wordt aangegeven dat de NO<sub>x</sub> in de rookgassen van de centrales slechts voor 5% uit NO<sub>2</sub> bestaat. Een NO<sub>2</sub> concentratie van 40 mg/nm<sup>3</sup> wordt acceptabel gevonden. Bij toepassing van SCR of NSCR blijft de NO<sub>x</sub>-emissie beneden de 200 mg/nm<sup>3</sup> (droog bij 6% O<sub>2</sub>) en NO<sub>2</sub> beneden de 25 tot 30 mg/nm<sup>3</sup>.

#### *Stof-effecten scrubbers*

Voor stof wordt er na een natte wasser om SO<sub>2</sub> te verwijderen<sup>20</sup> een emissie verwacht van circa 5 mg/nm<sup>3</sup> (kleiner dan 2 g/GJ). Dit lijkt voor de producenten van aminewassers geen probleem te zijn.

<sup>20</sup> Om de temperatuur voor CO<sub>2</sub>-scrubber voldoende terug te brengen moet er na de rookgasontzwaveling ook nog een rookgas koeler gebouwd worden.

### *Rendementseffecten substantieel*

Voor de recyclingstap is stoom nodig. De huidige technieken vragen 50 tot 70% van de beschikbare lagedrukstoom, en hebben zo forse consequenties voor het rendement van de centrale. Voor een nieuwe centrale (capture ready) gaat het ten koste van 15 tot 20% van het vermogen<sup>21</sup>, voor een bestaande is dit 22 tot 32%<sup>22</sup>. Volgens (Pouwen, 2005) wordt een opbouw gegeven van het energieverlies: 31% voor CO<sub>2</sub>-compressie en -transport, 6,5% voor de afvang en 62,5% voor de regeneratie.

### *Uitgangswaarden emissiefactoren SO<sub>2</sub>*

Naar verwachting wordt alle SO<sub>2</sub> verwijderd bij toepassing van CCS. Dit geldt uiteraard niet wanneer er storingen in de ontzwavelingsinstallatie zijn, maar op die momenten kan ook de CO<sub>2</sub>-niet worden afgevangen. Er is van uitgegaan dat de emissiefactoren volgens de MER's van de nieuwe kolencentrales geen betrekking hebben op de storingsemissies; voor de emissie-effecten op SO<sub>2</sub> is daarmee uitgegaan van een gemiddelde emissiefactor voor nieuwe kolencentrales van 20 g/GJ. Per Mton afgevangen CO<sub>2</sub> betekent dit dat er gemiddeld 0,21 kton SO<sub>2</sub>-emissie vermeden wordt. Gezien de spreiding in de emissiefactoren van nieuwe kolencentrales kan dit effect uiteenlopen van 0,1 tot 0,3 kton SO<sub>2</sub> per Mton CO<sub>2</sub>.

### *Samenvatting*

Bij het verwijderen van CO<sub>2</sub> uit rookgassen is het bij de huidige oplosmiddelen noodzakelijk om ook vergaand te ontzwellen en/of SO<sub>2</sub> te verwijderen. Toepassing van CCS bij kolencentrales zal, bij de huidige technologie, dan ook tot een vrijwel volledige reductie van de SO<sub>2</sub>-uitstoot leiden. Doordat CCS waarschijnlijk uitsluitend toegepast gaat worden bij de nieuw te bouwen kolencentrales, en deze al belangrijk lagere emissiefactoren voor SO<sub>2</sub> hebben dan het huidige park, blijven de effecten uiteindelijk toch beperkt.

Waarschijnlijk neemt door de extra wasstappen tevens de emissie van fijn stof af. Voor NO<sub>x</sub> is de belangrijkste beperking voor de oplosmiddelen dat de concentraties niet te hoog mogen zijn. Gezien de huidige concentraties zal dit per saldo weinig beperkingen opleveren. In de praktijk zal de NO<sub>x</sub>-uitstoot waarschijnlijk toenemen als gevolg van de rendementsdaling; deze leidt tot een hogere brandstofinzet.

---

<sup>21</sup> Voor een KV-STEG eenheid, die capture-ready moet worden gebouwd, kan het vermogensverlies opgevangen worden door of een grotere vergasser en gaswasinstallatie te bouwen, of later een extra vergasser bij te plaatsen. Dit kost wel extra kolen, maar het STEG-gedeelte van de centrale kan hierdoor op vermogen blijven.

<sup>22</sup> Probleem bij bestaande eenheden is de lagere restlevensduur, waardoor de complete investering over een kortere periode moet worden afgeschreven.

## 5. Industrie en raffinaderijen

### 5.1 Overzicht

De directe effecten in de industrie en raffinaderijen zijn deels tegengesteld: vermindering van de warmtevraag leidt tot lagere emissies van broeikasgassen en NO<sub>x</sub>, maar WKK leidt juist tot hogere directe emissies. De balans varieert: netto kan er zowel een toename als afname van de directe emissies zijn. De sector draagt nationaal wel in alle gevallen bij aan de afname van de NEC-emissies. Behalve voor WKK biedt het Nederlandse beleid voor industrie en raffinaderijen nauwelijks economische prikkels voor vermindering van de broeikasgasemissies. De totale emissie-effecten voor broeikasgassen en NEC-stoffen hangen daarmee sterk af van de gerealiseerde CO<sub>2</sub>-prijs, terwijl voor de niet-ETS bedrijven geen vergelijkbare prijsprikkel is voorzien.

Tabel 5.1 *Emissie-effecten maatregelen industrie en raffinage, EU-laag*

	Nationaal effect			Lokaal effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
Intensivering MJA, inclusief intensivering handhaving WBM, excl. WKK(In)	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	~0,0	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, excl. WKK(In)	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4	0,0 - 0,1	0,2 - 0,4	0,2 - 0,3	0,0 - 0,1
WKK-stimulering + ETS(In)	0,0 - 1,7	0,0 - 0,7	0,0 - 1,1	0,0 - -0,9	0,0 - -0,7	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, excl. WKK(Rf)	0,3 - 0,5	0,2 - 0,3	0,0	0,3 - 0,5	0,2 - 0,3	0,0
WKK-stimulering + ETS(Rf)	0,0 - 0,9 0,6 - 3,8	0,0 - 0,4 0,4 - 1,9	0,0 - 0,6 0,0 - 1,9	0,0 - -0,6 0,6 - -0,5	0,0 - -0,4 0,4 - -0,3	0,0 0,0 - 0,1

Tabel 5.2 *Emissie-effecten maatregelen industrie en raffinage, EU-hoog*

	Nationaal effect			Lokaal effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
Intensivering MJA, inclusief intensivering handhaving WBM, excl. WKK(In)	0,1 - 0,4	0,0 - 0,3	~0,0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, excl. WKK(In)	0,7 - 1,1	0,5 - 0,8	0,1 - 0,2	0,6 - 1,0	0,5 - 0,8	0,1
WKK-stimulering + ETS(In)	1,8 - 2,0	0,8 - 0,9	~1,0	-1,1 - -1,3	-0,9 - -1,0	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, excl. WKK(Rf)	0,8 - 1,4	0,6 - 1,0	0,0	0,8 - 1,4	0,6 - 1,0	0,0
WKK-stimulering + ETS(Rf)	~0,9 4,2 - 5,8	~0,4 2,4 - 3,4	0,5 - 0,6 1,7 - 1,8	-0,8 - -0,9 -0,4 - 0,4	-0,5 - -0,6 -0,3 - 0,3	0,0 0,1

### 5.2 WKK

Het werkprogramma geeft aan dat er financiële steun komt voor WKK. De resulterende toename van de WKK-productie hangt sterk af van de mate waarin het beleid erin slaagt om de beschikbare middelen terecht te laten komen bij die investeerders die het echt nodig hebben. Het Nederlandse beleid is vooral van belang bij lage CO<sub>2</sub>-prijzen, bij hogere CO<sub>2</sub>-prijzen domineert de invloed van het emissiehandelssysteem.

Grootschalige WKK valt onder de PSR voor NO<sub>x</sub>, en toename van WKK leidt in de sector tot een hoger brandstofverbruik. Binnen de sector nemen daardoor de NO<sub>x</sub>-emissies toe als gevolg van een groei van het WKK-vermogen. Voor Nederland als geheel leidt toename van grootschalige WKK tot een afname van de NO<sub>x</sub>-emissies, door het lagere brandstofverbruik in de centrale elektriciteitsopwekking. Ook de SO<sub>2</sub>-emissies nemen nationaal af, door de verdringing van ouder kolenvermogen.

### 5.3 Verbrandingsemissies overige Industrie Energie Raffinage

#### *Algemeen*

De MJA en de vernieuwde Benchmark, maar vooral de hogere CO<sub>2</sub>-prijzen leiden naar verwachting tot een afname van de finale vraag naar warmte en elektriciteit. Het verwachte effect op de elektriciteitsvraag is vrij gering, en leidt via in de elektriciteitsopwekking tot wat lagere NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en fijnstofemissies. De lagere warmtevraag in de industrie en raffinage leidt tot een verminderde brandstofinzet in de sector zelf, en leidt hier ook tot lagere NO<sub>x</sub>-emissies.

#### *Effect van Werkprogramma op SO<sub>2</sub>-emissies in 2020*

SO<sub>2</sub>-emissies spelen in de industrie en raffinaderijen alleen een belangrijke rol in een aantal specifieke subsectoren die kolen of olieproducten verstoffen.

#### *Raffinaderijen*

SO<sub>2</sub> komt bij raffinaderijen vrij bij de ondervuring van fornuizen en ketels met residuale olie en raffinaderijgas, bij de regeneratie van catcrackers, bij de Claus-units (S-terugwinning) en bij het affakkelen van restgassen. Het klimaatbeleid (werkprogramma en Europees beleid, met name ETS) zal alleen mogelijk enige invloed hebben op de verbrandingsemissies van SO<sub>2</sub>, aangezien de emissies van de andere bronnen geen directe relatie hebben met energiegebruik. Van een CO<sub>2</sub>-prijs van 20 €/ton (EU-laag) wordt nauwelijks effect verwacht. De hoge CO<sub>2</sub>-prijs van 50 €/ton (EU-hoog) kan er voor zorgen dat gasstook vanwege de lagere emissiefactor kosteneffectiever wordt dan oliestook, zeker is dit niet. Drie raffinaderijen (Shell, Total en Kuwait) zijn al van plan om over te schakelen op gas, en de overige twee raffinaderijen nemen in het kader van het convenant met VROM waarschijnlijk andere reductiemaatregelen. Daarom zal een hoge CO<sub>2</sub>-prijs bij raffinaderijen waarschijnlijk niet of nauwelijks tot extra reductie ten opzichte van genoemde 16 kton leiden. Waarschijnlijk zullen de raffinaderijen hun emissieruimte in de vergunning volledig benutten (tenzij deze op installatieniveau is vastgelegd), en zullen ze eventuele extra reductie van verbrandingsemissies compenseren door de emissies bij andere installaties minder vergaand te reduceren.

PM<sub>10</sub> komt bij raffinaderijen komt voornamelijk vrij bij de ondervuring van fornuizen en ketels met residuale olie. Er wordt van uitgegaan dat het klimaatbeleid alleen mogelijk enige invloed zal hebben op de verbrandingsemissies van PM<sub>10</sub>, aangezien de emissies van de andere bronnen geen directe relatie hebben met energiegebruik. Vanwege de genoemde overschakeling van oliestook naar gasstook zullen de emissies in 2020 al gereduceerd worden tot 0,6 kton. Klimaatbeleid zal daarom niet of nauwelijks tot extra reductie van de PM<sub>10</sub>-emissie leiden.

#### *Basismetalaal*

De SO<sub>2</sub>-emissie in de basismetalaal komt voor ongeveer de helft vrij bij de productie van staal en voor de andere helft bij de productie van aluminium. In beide gevallen zijn grondstoffen de bron van de zwavel: bij de staalproductie zijn dat de steenkolen die in de hoogovens worden ingezet, bij de aluminiumproductie de anodes die bij het elektrolyseproces worden verbruikt. Naar verwachting zal het klimaatbeleid hier weinig invloed op hebben. Dat betekent dat de emissieraming uit de tabel nauwelijks verandert onder invloed van het Werkprogramma of het ETS.

### *Chemie*

Binnen de chemie is een beperkt aantal bedrijven verantwoordelijk voor de SO<sub>2</sub>-emissie: twee roetproducenten, een siliciumcarbideproducent, een anodeproducent, een aromatenproducent en een etheenproducent. Alleen bij de twee laatstgenoemde producenten komt SO<sub>2</sub> als verbrandingsemissie vrij (in totaal ruim 1 kton, door inzet van respectievelijk raffinaderijgas en stookolie), bij de overige producenten zijn grondstoffen de bron van de zwavel. Het is niet waarschijnlijk dat een CO<sub>2</sub>-prijs van € 50 per ton overschakelen naar gasstook voor deze twee producenten rendabel maakt: het betreft de stook van al aanwezige ‘gratis’ restproducten.

### *Overige industrie*

In de overige industrie komt SO<sub>2</sub> bij een beperkt aantal sectoren vrij, te weten de productie van glas, bakstenen en overige bouwmaterialen, het drogen van groenvoer, en de opwekking van warmte uit afval of biomassa. In de bouwmaterialenindustrie zijn grondstoffen de bron van de zwavel, en zal klimaatbeleid geen invloed hebben op de emissies.

Groenvoerdrogerijen zetten kolen in om warmte voor het droogproces te produceren. Voor zover bekend vallen groenvoerdrogerijen niet onder de CO<sub>2</sub>-emissiehandel. Het Werkprogramma voorziet wel in energiebesparingsbeleid voor niet-deelnemers, maar geeft geen prikkels om over te schakelen op andere brandstoffen. Een eventuele emissiereductie als gevolg van klimaatbeleid zal daarom maar zeer beperkt zijn .

### *PM<sub>10</sub> industrie*

De PM<sub>10</sub>-emissie in de industrie bestaat voor het overgrote deel uit procesemissies. Zoals beschreven, wordt ervan uitgegaan dat klimaatbeleid alleen invloed zal hebben op de verbrandingsemissies, aangezien de emissies van de andere bronnen geen directe relatie hebben met energiegebruik. Klimaatbeleid zal hier geen invloed op hebben. Dat betekent dat de emissieraming uit de tabel niet verandert onder invloed van het Werkprogramma of het ETS-systeem.

## 6. Verkeer

### 6.1 Overzicht

Het werkprogramma Schoon en Zuinig (VROM, 2007) bevat een viertal bouwstenen voor de transportsector: biobrandstoffen, invoeren kilometerprijs, Europese normering voertuigen en innovatie. In de beoordeling door ECN is gekeken naar een situatie waarin de Europese Unie een weinig actieve rol speelt en een situatie waarbij de Europese Unie een ambitieus klimaatbeleid met EU-maatregelen ondersteund. Ook is nog gerekend met een boven- en ondermarge. De resultaten hiervan voor de reductie van de Nederlandse CO<sub>2</sub>-emissie staan in Tabel 6.1. Het werkprogramma kan in 2020 een reductie van 9 tot 13 Mton opleveren. Indien ook de onderdelen die betrekking hebben op Europees beleid gerealiseerd worden kan dit oplopen naar 13 tot 17 Mton. Hierin zit wel 1,6 Mton bestaand beleid, dat nog niet in de gebruikte hoge-olieprijsvariant was verwerkt. Het gaat vooral om het effect van de ophoging van het aandeel biobrandstoffen van 2% naar 5,75%. Ook zit er nog een klein effect in van de BPM-differentiatie.

Het effect van het werkprogramma is echter breder. De vliegticketheffing beïnvloedt namelijk de bunkering van vliegtuigbrandstof (zie Tabel 6.4). In de Nederlandse Kyoto-emissie (IPCC definitie) telt de CO<sub>2</sub>-emissie van internationaal vliegverkeer niet mee maar alleen binnenlandse overlandvluchten en terreinvluchten (Klein, 2007). Bij de luchtvaart wordt in het kader van NEC wel gerekend met andere vliegtuigemissies, en wel die van de Landing and Take-off Cycles (LTO). Hier zitten internationale vluchten wel bij.

Tabel 6.1 *CO<sub>2</sub>-reductie in beoordeling*

	CO <sub>2</sub> -reductie volgens beoordeling [Mton]	Reductie buiten Nederlandse Kyoto emissie (bunkering) [Mton]
Weinig EU beleid		
Ondermarge (S&Z 20 L)	9	1
Bovenmarge (S&Z 20 H)	14	2
Veel EU beleid		
Ondermarge (S&Z 50 L)	13	1
Bovenmarge (S&Z 50 H)	17	2

#### *Verandering in emissie-eisen*

In de WLO wordt voor nieuwe personenauto's en bestelauto's nog gerekend met het commissievoorstel voor Euro 5. In juni 2007 zijn de definitieve cijfers bekend geworden, en is ook in Euro 6 een verdere aanscherping per september 2014 vastgelegd<sup>23</sup>. Voor benzinepersonenauto's levert dit geen verschillen op. Bij dieselpersonenauto's is de NO<sub>x</sub> emissie-eis in 2009 10% scherper: 180 mg/km in plaats van 200. Bovendien vindt in 2014 een aanscherping naar 80 mg/km plaats. Ook bij dieselbestelauto's is de uiteindelijke NO<sub>x</sub>-eis 10% scherper. En ook hier vindt er in 2014 nog een verdere aanscherping met circa 55% plaats.

Voor vrachtwagen (en bussen) heeft de WLO wel de volledige huidige wetgeving tot Euro V<sup>24</sup> opgenomen. Wel ligt er inmiddels een commissievoorstel (versie december 2007; Euro VI) waarin de eis in 2013 voor NO<sub>x</sub> met 80% wordt aangescherpt, voor vluchtige koolwaterstoffen (VOS) met 72% en voor fijn stof (PM<sub>10</sub>) met 50%. Deze voorgenoemen aanscherping kan de

<sup>23</sup> Nieuwe emissie-eisen aan voertuigen betekent ook dat de NEC-effecten van opties in de transportsector, zoals vastgelegd in het optiedocument (Daniëls, 2006), wijzigen en hier opnieuw berekend zijn.

<sup>24</sup> Voor het goedertransport is de conventie om Romeinse cijfers te gebruiken i.t.t. bij personentransport.

NO<sub>x</sub>-uitstoot in 2020 met 10 of meer kton verminderen, wat veel meer is dan het potentiële effect van het werkprogramma in deze sector.

Tabel 6.2 en Tabel 6.3 geven het totale effect van het werkprogramma voor de transportsector. Het gaat hierbij om de lokale effecten. De nationale effecten zijn hier vrijwel gelijk aan. De marge rond de kilometerprijs is groter dan hier aangegeven. Omdat de verschillen in de BKG-effecten van de beoordeling vooral voortkomen uit het aandeel biobrandstoffen en de efficiency-eisen aan nieuwe voertuigen, zijn de NEC-effecten in de diverse beelden eigenlijk hetzelfde. In de onderste regel van de tabellen is aangegeven wat het effect is ten opzichte van de totale emissie van de sector. De reductie blijft belangrijk achter bij de reductie van broeikasgasemissies, doordat biobrandstoffen niet tot een significante daling van de NEC-emissies leiden. Dit geldt ook voor zuinigere personen- en bestelauto's, omdat de emissie-eisen per kilometer zijn uitgedrukt. Daarnaast ontbreken in het werkprogramma maatregelen bij binnenvaartschepen en mobiele werktuigen, die juist wel een hoge NEC-emissie hebben. Tabel 6.4 toont de effecten van de heffing op vliegtickets. De BKG-effecten hiervan tellen (grotendeels) niet mee voor de binnenlandse broeikasgasdoelen. Van de NEC-effecten is alleen het NO<sub>x</sub>-effect substantieel. Het effect van deze maatregel is niet opgenomen in de overzichtstabellen.

Tabel 6.2 *Effecten van het werkprogramma in 2020, EU-laag*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Alternatieve brandstoffen	2,9 - 6,7	~0,0	~0,0	0,0	~0,0
Beprijzen/volumebeleid	1,9 - 2,1	1,5 - 1,7	0,0	0,4 - 0,5	~0,1
Energie-efficiency voertuigen	4,2 - 4,6	0,2	0,0	0,0	0,0
Gedrag	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	9,3 - 13,7	2,0 - 2,1	~0,0	0,4 - 0,5	~0,1

Tabel 6.3 *Effecten van het werkprogramma in 2020, EU-hoog*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Alternatieve brandstoffen	2,7 - 6,1	~0,0	~0,0	0,0	~0,0
Beprijzen/volumebeleid	1,9 - 2,1	1,5 - 1,7	0,0	0,4 - 0,5	~0,1
Energie-efficiency voertuigen	8,1 - 8,5	0,2	0,0	0,0	0,0
Gedrag	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	13,0 - 17,0	2,0 - 2,1	~0,0	0,4 - 0,5	~0,1

Tabel 6.4 *Effecten van maatregelen die niet meetellen voor de binnenlandse broeikasgasdoelen*

	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Heffing vliegtickets (bunkering)	1-2	0,3 - 0,7	0,03-0,05	0,07 - 0,15	0,01 - 0,03

Bij het totaal zijn nog de volgende opmerkingen te maken:

- Een forse reductie van het brandstofverbruik van de transportsector heeft effect op de emissie van de Europese raffinaderijen. In het GE-scenario is in Nederland tussen 2015 en 2020 nog een uitbreiding van de raffinagecapaciteit verondersteld. Deze uitbreiding veroorzaakt in het scenariobeeld een extra CO<sub>2</sub>-emissie van bijna 2 Mton en een NO<sub>x</sub>-emissie (in het handelssysteem) van circa 1 tot 1,5 kton. Met de reductie van het brandstofverbruik wordt de kans op uitbreiding van de raffinagecapaciteit in Nederland kleiner. In de berekening van de emissie-effecten is wel uitgegaan van de uitbreiding overeenkomstig het GE-scenario.



- De fabrieken die biograndstoffen in biobrandstoffen omzetten kunnen een additionele emissie in Nederland veroorzaken die niet in het GE-scenario zit. De ordegrrootte is 0,5 tot 1 Mton CO<sub>2</sub> en 0,3 tot 0,47 kton NO<sub>x</sub>. Dit kan nog hoger of lager uitvallen afhankelijk van de positie die Nederlandse bedrijven op deze markt weet te verwerven. De eventuele additionele emissies zijn niet opgenomen in de totale emissie-effecten.
- Aanscherping van emissie-eisen, zoals de EURO VI-eisen aan vrachtauto's hebben een groter effect op de NEC-emissies dan het werkprogramma.

## 6.2 Biobrandstoffen en andere alternatieve brandstoffen

Het werkprogramma streeft naar 10% biobrandstoffen in de transportsector. Een aandeel van 20% wordt onderzocht, en is in de beoordeling als bovengrens gebruikt. Een deel van dit percentage kan ingevuld worden door het bijmengen van biobrandstoffen als biodiesel bij diesel of ethanol bij benzine<sup>25</sup>. Een percentage van 20%, waarbij de rest van de EU nog op 10% zit, zal alleen gerealiseerd kunnen worden door ook brandstoffen met hoge percentages biobrandstof te verkopen, bijvoorbeeld brandstof met 85% ethanol (E85) of 100% biodiesel.

Het effect van biobrandstoffen op de NEC-emissies van voertuigen is erg onzeker. De metingen aan lichte voertuigen hebben vaak betrekking op het voldoen aan Euro 3-normen en soms Euro 4 maar niet op voertuigen die aan Euro 5 of Euro 6 voldoen<sup>26</sup>.

De indruk is dat biodiesel ten opzichte van diesel voor NO<sub>x</sub> licht ongunstig uitpakt, maar literatuurbronnen spreken elkaar op dit punt tegen. De indruk is dat bio-ethanol ten opzichte van benzine een lagere NO<sub>x</sub>-emissie oplevert, maar ook hier spreken de bronnen elkaar tegen<sup>27</sup>. Voor biodiesel worden licht positieve effecten genoemd voor SO<sub>2</sub>, maar het is de vraag of dit nog opgaat voor de huidige laagzwavelige diesel (maximaal 10 ppm zwavel)<sup>28</sup>. Ook wordt gesproken over iets minder fijn stof (0 % tot 10% bij 100% biodiesel). Hierbij wordt weer opgemerkt dat roetfilters dit beeld veranderen.

Wat betreft NEC-effecten zal de tweede generatie bio-ethanol waarschijnlijk geen verschil maken met eerste generatie bio-ethanol. Tot de tweede generatie biobrandstoffen wordt bij diesel ook synthetische biobrandstof, aangeduid als BtL (Biomass to Liquid), gerekend. In principe is dit net als ethanol een zeer zuivere brandstof, zodat gunstige effecten voor NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> (voor zover in diesel nog aanwezig) en fijn stof verwacht worden. Wat het aandeel van BtL ten opzichte van gewone biodiesel in de afzet in 2020 is, is nog niet te zeggen. Bovendien is niet bekend wat BtL uiteindelijk betekent bij de Euro 6 eisen voor lichte voertuigen en de nog vast te stellen Euro VI eisen voor vrachtwagens.

<sup>25</sup> Aan benzine wordt, om de kwaliteit te verbeteren, MTBE toegevoegd. Door dit te vervangen door ETBE, deels gemaakt uit bio-ethanol, kan ook het aandeel biobrandstoffen worden verhoogd. Het effect hiervan op emissies is bij ECN niet bekend, maar is waarschijnlijk wel zeer beperkt.

<sup>26</sup> Daar kan nog bij vermeld worden dat voor de typekeuring van voertuigen op dit moment standaardbrandstoffen gebruik worden waarin geen toenemend aandeel biobrandstoffen is verwerkt. Het is dus niet zeker dat een goed-gekeurde auto, bij diesel of benzine met meer biobrandstof, nog steeds aan de Euro-eisen voldoet.

<sup>27</sup> Een ander effect van ethanoltoevoeging is dat het de vluchtigheid van benzine verhoogd. Dit betekent dat, om binnen de kwaliteitseisen te blijven, de hoeveelheid butaan (een LPG-component) moet worden verminderd. Zolang de maximale vluchtigheid van benzine niet opgerekt wordt, is er dan ook toename van de VOS-emissie. Over verdampingemissies bij gebruik in voertuigen van E85 (een brandstof bijna volledig op basis van ethanol) zijn bij ECN geen gegevens bekend.

<sup>28</sup> Literatuurbronnen spreken rond biodiesel van 'geen zwavel' (maar dan vaak in relatie met oude diesel), 3 ppm (<http://greengoldbiodiesel.co.uk/sulphur.htm>), 9 tot 15 ppm en 80 ppm (Wilde, 2006; Tabel 4.5). Aangezien in de UK een eis aan koolzaadolie ([http://www.crudecountrybiofuels.ca/docs/Crude\\_Country\\_PPO\\_review\\_generic.pdf](http://www.crudecountrybiofuels.ca/docs/Crude_Country_PPO_review_generic.pdf)) van 20 ppm gesteld wordt, ligt het gehalte hier waarschijnlijk onder.

Gezien de diverse onzekerheden, en de relatief beperkte effecten, wordt geen verandering in NEC-emissies gekoppeld aan het gebruik van biobrandstoffen in voertuigen<sup>29</sup>.

In het kader van 'de Auto van de Toekomst', een programma dat zich op de langere termijn richt, vindt er ook in 2020 naar verwachting al een beperkte CO<sub>2</sub>-reductie plaats. Gezien de onzekerheden, zowel wat betreft de uiteindelijke invloed van het programma in 2020 als de emissies van de voertuigen op alternatieve brandstoffen, zijn hier geen NEC-effecten aan gekoppeld.

### 6.3 Besparingen en mobiliteitsvraag

**Beprijzen/volumebeleid waaronder invoeren kilometerprijs**

Het invoeren van een kilometerprijs leidt tot vermindering van het aantal kilometers en heeft hierbij een evenredig effect op de emissies van de betreffende voertuigcategorie.

In recente berekeningen van het MNP (Brink, 2007) is aan de effecten van enkele varianten van de kilometerheffing gerekend. Hierbij is wel een ander scenario gebruikt (SE) en is nog gerekend met een gefaseerde invoering die in 2011 begint met een heffing op alleen hoofdwegen en overgaat in een volledige heffing in 2016. Voor 2020 worden in de rapportage de volgende emissiedalingen genoemd: CO<sub>2</sub> 2,5 tot 3,2 Mton, NO<sub>x</sub> 1,8 tot 2,8 kton, PM<sub>10</sub> 0,11 tot 0,15 kton. Wat emissiewetgeving betreft is in dit rapport gerekend met euro 6 voor personenauto's en EURO V voor vrachtauto's.

In de beoordeling is voor de kilometerheffing een stelpost opgenomen van 1,9 tot 2,1 kton. Omgerekend naar de door MNP berekend effecten komt dit neer op een daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot van 1,6 kton (marge 1,2 tot 1,9) en PM<sub>10</sub>-uitstoot van 0,09 (marge 0,08 tot 0,1). Afgaande op de afname van het aantal voertuigkilometers is het effect voor NMVOS circa 0,5 kton en voor SO<sub>2</sub> 0,01 kton.

**Energie-efficiency voertuigen waaronder Europese normering voertuigen**

Omdat de Europese normstelling voor NEC stoffen (uitgezonderd de SO<sub>2</sub>-uitstoot) bij personenauto's en bestelauto's geformuleerd is in een emissie per km, is er theoretisch vanuit de regelgeving geen verband tussen het brandstofverbruik en de emissies. In de praktijk betekent dit dat voertuigproducenten van voertuigen met een hoog brandstofverbruik per kilometer een grotere inspanning moeten plegen om de emissie van NEC stoffen per kilometer (testrit) voldoende laag te houden.

Een energie-efficiency maatregel die wel effect heeft op de emissies is het gebruik van hybride bussen in het openbaar vervoer. Deze bussen gebruiken onder andere opgeslagen remenergie voor de aandrijving, wat vanzelfsprekend tot een daling van de emissie leidt.

#### *Gedrag*

Het programma 'Het nieuwe Rijden' (HNR) richt zich onder ander op het leren van autobestuurders hoe ze door een betere rijstijl brandstof en autokosten kunnen besparen. Ook bestuurders van bestelauto's en vrachtwagens behoren hierbij uitdrukkelijk tot de doelgroep. Vermindering van het brandstofverbruik leidt direct tot een daling van NEC emissies. Om met het optiedocument met de NEC effecten goed aan te sluiten bij de laatste inzichten is een mix gemaakt van twee opties (HNR en de optie lagere maximumsnelheid van bestelauto's)

#### *Effecten buiten de transportsector*

In het GE scenario zit nog een forse uitbreiding met circa 10% van de raffinagecapaciteit in Nederland tussen 2015 en 2020. Omdat het transporteren van ruwe olie, door de grote volumina,

<sup>29</sup> In het Optiedocument zit wel een klein effect opgenomen, voor als het toenemende gebruik van biobrandstoffen de doorzet van de raffinaderijen vermindert. De vraag is echter of dit uiteindelijk in Nederland gebeurt. In de berekening van de emissie-effecten is hiermee geen rekening GEHPuden.

goedkoper is dan dat van eindproducten is de Europese raffinagecapaciteit per regio in een zekere balans met de totale lokale regionale vraag. Omdat het raffinageproces van nature altijd meerdere producten tegelijk maakt sluit de productie nooit precies op de lokale vraag aan. In de EU betekent dit dat er nog diesel vanuit Rusland en Oost Europa wordt aangevoerd en kerosine uit het Midden Oosten. Het overschot aan benzine wordt geëxporteerd naar de VS. Als er in Europa een veel lagere groei is van het brandstofverbruik van de transportsector door Europese normering en er bovendien veel meer biobrandstoffen gebruikt gaan worden, zal de noodzaak tot capaciteitsuitbreiding in de Europese Unie lager zijn. De kans dat dan in Nederland uitbreiding van de raffinagecapaciteit plaatsvindt, wordt dan kleiner.

Als de productie van deze brandstoffen uit biograndstoffen in Nederland zou plaatsvinden, levert dit een extra (hier niet meegetelde) industriële emissie op van 0,5 tot 1 Mton. Wat NO<sub>x</sub> betreft kan die, binnen het NO<sub>x</sub> handelssysteem een additionele emissie van 0,4 tot 0,7 kton veroorzaken.

## 7. Landbouw

### 7.1 Overzicht

In de landbouw is het beleid sterk gericht op innovatieve maatregelen, zoals nieuwe kasconcepten en benutting van aardwarmte. Dergelijke maatregelen leiden tot afname van de directe emissies in de sector. Alleen WKK leidt in de sector tot een toename van de emissies. De maatregel CO<sub>2</sub>-levering is afhankelijk van samenwerking met grootschalige bronnen van CO<sub>2</sub> (industrie/raffinaderijen). Omdat de emissie-effecten in de glastuinbouw optreden, en niet bij de bron van de CO<sub>2</sub>, wordt deze maatregel bij de landbouw ondergebracht. Meer informatie over de plannen van de glastuinbouw staat in (LTO, 2007).

Tabel 7.1 *Emissie-effecten maatregelen landbouw, EU-laag*

	Nationaal effect			Lokaal -effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
Aardgas WKK (ETS, SDE)	0,0 - 0,3	0,0 - 0,1	0,0 - 0,2	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0
CO <sub>2</sub> -levering (ETS)	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	~0,0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0
Co-vergisting mest	2,1	-0,1	0,2	1,1	-0,6	-0,2
MEI, IRE, MIA (+ ETS)	1,0 - 1,4	0,7 - 0,9	0,0	1,0 - 1,4	0,7 - 0,9	0,0
	3,0 - 3,8	0,5 - 1,1	0,2 - 0,4	2,1 - 2,5	0,0 - 0,3	-0,2

Tabel 7.2 *Emissie-effecten maatregelen landbouw, EU-hoog*

	Nationaal effect			Lokaal -effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
Aardgas WKK (ETS, SDE)	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0
CO <sub>2</sub> -levering (ETS)	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	~0,0	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0
Co-vergisting mest	~1,9	~-0,1	~0,1	1,1	-0,6	-0,2
MEI, IRE, MIA (+ ETS)	1,2 - 1,9	0,8 - 1,3	0,0	1,2 - 1,9	0,8 - 1,3	0,0
	3,1 - 4,1	0,7 - 1,3	0,1 - 0,2	2,3 - 2,9	0,2 - 0,6	-0,2

### 7.2 Ammoniakemissies

De factsheets van het Optiedocument geven aan dat mestvergisting en co-vergisting mogelijk ook effecten hebben op NH<sub>3</sub> en N<sub>2</sub>O, maar dat de precieze effecten onbekend zijn. Er zijn risico's op extra uitstoot van NH<sub>3</sub> en N<sub>2</sub>O vanuit de (na-)opslag en aanwending van het digestaat (de meststof die overblijft na vergisting). Dit als gevolg van een relatief hoger aandeel minerale stikstof die kan vervluchtigen als NH<sub>3</sub> en N<sub>2</sub>O. Op dit moment is bij MNP nog niet bekend wat het effect is. Bij enkele proeven die zijn gedaan met aanwending van digestaat is geen extra NH<sub>3</sub>-emissie waargenomen omdat het digestaat snel in de bodem werd opgenomen. Omdat dit mogelijk erg afhankelijk is van grondsoort en weersomstandigheden, kunnen hier nog geen algemene conclusies aan verbonden worden. Over de risico's op verhoogde N<sub>2</sub>O-emissie is nog niets bekend.

Bij toevoeging van co-substraat (zoals snijmaïs) zijn de risico's op extra emissies mogelijk groter. Dit komt door de extra toename van minerale stikstof in het digestaat, maar vooral doordat er bij de teelt van energiegewassen extra N<sub>2</sub>O-emissies a.g.v. bemesting optreden. Eerste berekeningen laten zien dat dit effect substantieel kan zijn, mede afhankelijk van het bemestingsni-

veau. De netto broeikasgasemissiereductie door inzet van energiegewassen kan hierdoor kleiner worden.

### 7.3 WKK

Het verwachte effect van het werkprogramma op additionele WKK in de glastuinbouw is beperkt. Ook zonder beleid vindt al een forse uitbreiding van de WKK-capaciteit plaats. Het werkprogramma richt zich bovendien in de eerste plaats op innovatieve maatregelen zoals nieuwe kasconcepten, die naar verwachting de mogelijkheden voor WKK zullen beperken.

Bij de inschatting van de NEC-emissie-effecten van de WKK in de glastuinbouw is uitgegaan van aanscherping van de NO<sub>x</sub>-emissienormen naar 40g/GJ, waarmee de gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissiefactor ongeveer gelijk wordt aan die van grootschalige elektriciteitsopwekking. Hier geldt overigens een forse onzekerheid: de gemiddelde emissiefactor voor gasmotoren in de glastuinbouw is momenteel zo'n 60 g/GJ, maar bij een groot deel van de gasmotoren wordt vanwege CO<sub>2</sub>-bemesting al SCR toegepast en is de emissiefactor zo'n 20 g/GJ. Als emissienormen de emissiefactor maximeren op bijvoorbeeld 40 g/GJ, zal de gemiddelde emissiefactor een stuk lager kunnen liggen. Dergelijke emissienormen kunnen voor het deel van de gasmotoren waar nog geen SCR wordt toegepast bovendien sterk kostenverhogend werken. Hierdoor zou de inzet van gasmotoren zonder CO<sub>2</sub>-bemesting minder rendabel worden. Dergelijke ontwikkelingen zijn overigens niet in de eerste plaats relevant voor de geringe hoeveelheid additionele WKK, maar vooral voor de WKK die al in het achtergrondbeeld voorzien is. Ook de emissies hiervan zouden met de strengere normen lager uit kunnen vallen.

In de berekeningen is uitgegaan van emissiefactoren die gemiddeld gelijk zijn aan die van grootschalige opwekking. In dit geval kan de WKK door de hogere efficiëntie nationaal leiden tot een afname van de emissies, met de kanttekening dat tegenover de toename van WKK wel voldoende afdanking van bestaande elektriciteitscentrales moet staan. Een andere kanttekening is dat de warmtebenutting van glastuinbouw WKK waarschijnlijk geen 100% is, terwijl de berekende emissie-effecten wel uitgaan van 100% warmtebenutting.

## 8. Overige sectoren

### 8.1 Overzicht

Tabel 8.1 en Tabel 8.2 geven een indicatief overzicht van de emissie-effecten die samenhangen met de maatregelen in de gebouwde omgeving. Een belangrijk voorbehoud bij de getoonde cijfers is dat de verdeling van de emissiereducties tussen HDO en huishoudens zeer onzeker is. De verdeling van de effecten over de maatregelen en subsectoren kan ook anders uitpakken, maar voor de totale emissie-effecten is dit minder belangrijk.

Tabel 8.1 *Emissie-effecten maatregelen gebouwde omgeving, EU-laag*

	Nationaal effect			Lokaal -effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
MEP/SDE Hernieuwbaar (HH)	0,0	0,0	~0,0	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw (HH)	1,5 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0	1,5 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0
Pakket Nieuwbouw (HH)	0,0 - 0,4	0,0 - 0,1	0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,1	0,0
Ecodesign-richtlijn (HH)	0	1,2	0,9	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw (HDO)	1,2 - 1,6	0,8 - 1,0	~0,1	1,0 - 1,3	0,6 - 0,8	0,0
Pakket Nieuwbouw (HDO)	0,0 - 0,3	0,0 - 0,2	0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0
Ecodesign-richtlijn (HDO)	1,9 - 2,0	1,0 - 1,1	0,8 - 0,9	0,0	0,0	0,0
	6,9 - 9,9	3,5 - 4,8	1,8 - 1,9	2,6 - 5,5	1,2 - 2,5	0,0

Tabel 8.2 *Emissie-effecten maatregelen gebouwde omgeving, EU-hoog*

	Nationaal effect			Lokaal -effect		
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]
MEP/SDE Hernieuwbaar (HH)	~0,0	~0,0	~0,0	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw (HH)	1,7 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0	1,7 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0
Pakket Nieuwbouw (HH)	0,0 - 0,4	0,0 - 0,1	~0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,1	0,0
Ecodesign-richtlijn (HH)	4,3 - 4,2	2,5 - 2,4	1,4 - 1,3	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw (HDO)	1,4 - 1,7	0,9 - 1,1	~0,1	1,0 - 1,3	0,6 - 0,8	0,0
Pakket Nieuwbouw (HDO)	0,0 - 0,3	0,0 - 0,2	~0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0
Ecodesign-richtlijn (HDO)	~3,6	~2,1	1,2 - 1,1	0,0	0,0	0,0
	11,2 - 13,6	6,1 - 7,2	2,8 - 2,6	2,8 - 5,5	1,3 - 2,5	0,0

Een aantal maatregelen in de gebouwde omgeving kan tot een geringe verhoging van de elektriciteitsvraag leiden (bijv. elektrische warmtepompen). In die gevallen is er klein verhogend effect op de SO<sub>2</sub>-emissies.

### 8.2 Warmtevraagvermindering

In de gebouwde omgeving (HDO, huishoudens) zijn directe effecten op de NO<sub>x</sub>-emissies te verwachten door de vermindering van de warmtevraag. Het werkprogramma richt zich op zowel de bestaande bouw als de nieuwbouw, en zal leiden tot zowel een vermindering van de warmtevraag als tot extra warmteopwekking uit hernieuwbare bronnen.

Ook is het mogelijk dat er extra WKK wordt toegepast. In de HDO lijkt het aannemelijk dat andere technieken dan WKK zoals warmte-koude-opslag meer zullen profiteren van het beleid dan

WKK, en dat daarmee de toepassing van WKK niet of nauwelijks zal groeien, en zelfs kan afnemen. In de huishoudens is geen extra micro-WKK verondersteld ten opzichte van het achtergrondscenario. Als in HDO en huishoudens wel extra WKK zou komen, leidt dit tot een toename van de NO<sub>x</sub>-emissies in de sector door de hogere brandstofinzet. Of extra WKK ook nationaal tot een toename van de NO<sub>x</sub>-emissies leidt, hangt af van de emissiefactoren. Voor de huidige kleinschalige WKK's gelden minder strenge emissie-eisen dan voor grootschalige opwekking (die onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem valt), maar aanscherping wordt voorzien. Extra kleinschalige WKK zou daarmee nationaal niet tot een toename van de emissies leiden, zonder even strenge eisen echter wel.

### 8.3 Elektriciteitsvraag gebouwde omgeving

Het werkprogramma en de hogere CO<sub>2</sub>-prijzen leiden in diverse sectoren tot een afname van de elektriciteitsvraag, maar de verwachte afname in de huishoudens en de HDO is verreweg het grootst. Dit komt door de ECodesign-richtlijn van de EU, die het elektriciteitsgebruik van allerlei elektrische apparaten normeert. Een vermindering van het elektriciteitsgebruik leidt niet tot lagere emissies in de betrokken sectoren zelf, maar wel in de elektriciteitsopwekking.

## Referenties

- Brink, R.M.M. van den, K.T. Geurs (2007): *Milieueffecten Eerste Stap Anders Betalen voor Mobiliteit*. MNP Rapport 500076007, Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven, december 2007
- BMWA (2005): *EWI/Prognos - Studie - Energiereport IV - Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Energiewirtschaftliche Referenzprognose*, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Referat Kommunikation und Internet/LP4, Berlin, Mai 2005.
- CPB (2006): *WLO mobiliteitsscenario's met prijsbeleid*. Centraal Planbureau, Den Haag. 29 september 2006.
- CPB/ECN (2005): *Windenergie op de Noordzee - Een maatschappelijke kosten-batenanalyse*, Lijesen, Centraal Planbureau/Energieonderzoekcentrum Nederland, September 2005.
- CPB/MNP/RPB (2006): *Welvaart en leefomgeving, incl. achtergronddocument*. Centraal Planbureau/Milieu- en Natuurplanbureau/Ruimtelijk Planbureau, Den Haag/Bilthoven.
- Cramer (2006): *Criteria voor duurzame biomassa productie*. Eindrapport van de projectgroep 'Duurzame productie van biomassa' Task Force Energietransitie, 14 juli 2006
- Daniëls, B.W. & J.C.M. Farla (coörd.) (2006a): *Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020. Analyses met het Optiedocument energie en emissies 2010/2020*. ECN/MNP, ECN-C--05-106/MNP-773001039, Petten/Bilthoven, januari 2006.
- Daniëls, B.W. & J.C.M. Farla (coörd.) (2006b): *Optiedocument energie en emissies 2010/2020*. ECN-C--05-105/MNP 7730001038, Petten/Bilthoven, maart 2006.
- Daniëls, B.W. et al. (2006): *Instrumenten voor energiebesparing; Instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar*. ECN-E--06-057, Petten, december 2006.
- Daniëls, B.W. et al. (2007): *Instrumenten voor Energiebesparing - Achtergronddocument bij de instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar*. ECN-E-07-037, Petten 2007.
- Dril, A.W.N. en H.E. Elzinga (2005): *Referentieramingen energie en emissies 2005-2020*. ECN-C--05-018/MNP-773001031, Petten/Bilthoven, mei 2004.
- EWI/Prognos (2005): *Energiereport IV - Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030*
- EZ/DHV (2004): *Koelwaterstudie - Inventarisatie van technische mogelijkheden in om elektriciteitsproductie in Nederland op korte en lange termijn minder afhankelijk te maken van de beschikbaarheid van voldoende (koud) koelwater - Quick Scan*
- EZ, (2008a) *Aanbieding concept ministeriële regelingen Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE)*, 31 januari 2008
- EZ, (2008b): *Ontwerp Algemene uitvoeringsregeling SDE*, 30 januari 2008
- Hoen, A, et al. (2007): *Beoordeling Milieupakket Belastingplan 2008*. MNP, 2007.
- Hoen, A., et al. (2006): *Verkeer en vervoer in de Welvaart en Leefomgeving; Achtergronddocument bij Emissieprognoses Verkeer en Vervoer*. MNP rapport 500076002/2006, Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), Bilthoven, 2006.
- <http://greengoldbiodiesel.co.uk/sulphur.htm>  
[http://www.crudecountrybiofuels.ca/docs/Crude\\_Country\\_PPO\\_review\\_generic.pdf](http://www.crudecountrybiofuels.ca/docs/Crude_Country_PPO_review_generic.pdf)



- [http://www.crudecountrybiofuels.ca/docs/Crude\\_Country\\_PPO\\_review\\_generic.pdf](http://www.crudecountrybiofuels.ca/docs/Crude_Country_PPO_review_generic.pdf)
- IEA (2004): *Prospects for CO<sub>2</sub> Capture and Storage*. Energy Technology Analysis, International Energy Agency, OECD/IEA, Parijs, 2004.
- IEA (2007): *Energy Policies of IEA Countries - Germany 2007 Review*
- Irons, R. et. al. (2007): *CO<sub>2</sub> Capture Ready Plants*. Technical Study, Number 2007-4 IEA Greenhouse Gas R&D Programme, Paris, 2007.
- Klein, J. (2007): *Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland*. Taakgroep Verkeer en Vervoer van het project Emissieregistratie, CBS, Voorburg/Herlen, oktober 2007
- Kroon, P, M. Londo, B.W. Daniëls (2007): *Notitie Interactie klimaat- en luchtbeleid*. ECN-BS--07-018; 3 juli 2007.
- Kroon, P. (2006): *Gasturbine of brandstofcel i.p.v. gasmotor landbouw*. Bijlage bij Optiedocument 2010/2020. Petten, ECN, maart 2006.
- Kroon, P. (2007): *Update NO<sub>x</sub>-emissies en reductieopties van kleine bronnen in het SE- en GE-scenario*. ECN-E--07-027, Petten, ECN, januari 2007.
- Kroon, P., S.J.A. Bakker, H.P.J. de Wilde (2005): *NO<sub>x</sub>-uitstoot van kleine bronnen. Update van de uitstoot in 2000 en 2010*. ECN-C--05-015, Petten, ECN, februari 2005.
- Londo, H.M., H.J. de Vries (2006): *Groen gas uit stortgas, RWZI's*. Bijlage bij Optiedocument 2010/2020. Petten, ECN, maart 2006.
- LTO (2007): *LTO-schets 'Energie-verduurzamingsplan glastuinbouw 2020'* mei 2007
- Menkveld, M., A.W.N. van Dril, B.W. Daniëls, X. van Tilburg, S.M. Lensink, A.J. Seebregts, P. Kroon, M.A. Uytterlinde, Y.H.A. Boerakker, C. Tigchelaar, H. van Zeijts, C.J. Peek (2007): *Beoordeling werkprogramma Schoon en Zuinig*. ECN-E--07-067 september 2007
- MNP (2007): *Milieu en duurzaamheid in Regeerakkoord 2007*. MNP Rapport 500085003/2007, Bilthoven, Milieu- en Natuurplanbureau, februari 2007.
- Ploumen, P.J., H. Koetzier, F. Turpin, R.D. Smeets (2007): *Investigations to CO<sub>2</sub> storage: strategies for CO<sub>2</sub> capture*, KEMA Consulting, 30620089-Consulting 06-1064, Arnhem, 15 March 2007. (appendix report of Vosbeek et al., Ecofys, 2007).
- Seebregts, A.J. (2007): *Beoordeling nieuwbouwplannen elektriciteitscentrales in relatie tot de WLO SE- en GE-scenario's: een quickscan*. ECN-E--07-014, ECN, Petten, februari 2007.
- Seebregts, A.J., B.W. Daniëls (2008): *Nederland exportland elektriciteit? Nieuwe ontwikkelingen elektriciteitscentrales en effect Schoon & Zuinig*. ECN-E--08-026, ECN, Petten, nog te publiceren.
- TenneT (2008): *Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2008-2014*, Deel I, TenneT, Arnhem, in maart 2008 op [www.tennet.org](http://www.tennet.org) gepubliceerd.
- Tilburg, X. van, H. Cleijne, E.A. Pfeiffer, S.M. Lensink, M. Mozaffarian, A. Wakker (2008b): *Technisch-economische parameters van hernieuwbare elektriciteitsopties in 2008-2009*. Eindadvies ten behoeve van de SDE regeling. ECN-E--08-003 februari 2008
- Tilburg, X. van, H.M. Londo, M. Mozaffarian, E.A. Pfeiffer (2008a): *Technisch-economische parameters van hernieuwbare gasopties in 2008-2009*. Eindadvies ten behoeve van de SDE regeling. ECN-E--08-004 februari 2008
- Vosbeek et al. (2007): *Making large-scale Carbon Capture and Storage (CCS) in the Netherlands work - An agenda for 2007-2020*, Ecofys, Utrecht, 2007

Wilde, H.P.J. de, et. al. (2006): *Effect biobrandstoffen op fijn stof in de buitenlucht*. ECN-C--06-010, Petten, ECN, juni 2006.

## Afkortingen

BKG	Broeikasgassen
BM	Benchmarkconvenant
CCS	Carbon dioxide Capture and Storage, afvang en opslag van CO <sub>2</sub>
ETS	Emission trading system, Europees CO <sub>2</sub> -emissiehandelssysteem
FGD	Flue gas desulphurisation, rookgasontzwaveling
GE	Global Economy, een van de vier lange-termijnsenario's uit de WLO-studie
GEHP	Global Economy, variant met een hoge energieprijis
HDO	Handel, diensten en overheid
MEP	Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie
MER	Milieueffectrapportage
MJA	Meerjareafspraken energie-efficiëntie
MJV	Milieujaarverslag
NAP	Nationale allocatieplannen, voor CO <sub>2</sub> -rechten onder het ETS
NEC	National Emission Ceilings, nationaal emissieplafond
NMVOS	Niet-methaan vluchtige organische stoffen (Eng: NMVOC)
OBG	Overige broeikasgassen (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , F-gassen)
PM <sub>10</sub>	Particulate matter, fijn stof met deeltjes tot 10 micrometer
PM <sub>2,5</sub>	Particulate matter, fijn stof met deeltjes tot 2,5 micrometer
Ppm	Parts per million, delen per miljoen (0,001‰)
PSR	Performance standard rate, onder het NO <sub>x</sub> -emissiehandelssysteem worden emissierechten bepaald op basis van een vaste emissiefactor, de PSR, per GJ brandstofinzet
S&Z	Werkprogramma Schoon en Zuinig
SCR	Selectieve catalytische reductie, techniek voor NO <sub>x</sub> -verwijdering uit verbrandingsgassen
SDE	Stimuleringsregeling Duurzame Energie
WKK	Warmtekrachtkoppeling, gecombineerde opwekking van warmte (of koude) en elektriciteit
WLO	Welvaart en leefomgeving
IPPC-LCP	Integrated Pollution Prevention and Control- Large Combustion Plants
BAT	Best Available Technology

## Bijlage A Effecten per maatregel 2020

Tabel A.1 *EU-laag*

	Nationaal effect					Lokaal -effect				
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Extra gascentrales (E-opw)	~4,8	~1,7	~4,2	0,0	~0,2	~-5,0	~-3,5	0,0	0,0	0,0
CCS stimulering + ETS (E-opw)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MEP/SDE Hernieuwbaar (E-opw)	1,5	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Afdanking bestaande centrales (E-opw)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1 - 6,4	1,7 - 3,4	1,3 - 2,8	0,0	~0,1
Extra export elektriciteit (E-opw)	-13,4 - -14,9	-7,2 - -7,9	-5,7 - -6,4	0,0	~-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	-7,1 - -8,6	-4,7 - -5,4	-0,9 - -1,5	0,0	0,0 - -0,1	-1,9 - 1,4	-1,9 - -0,1	1,3 - 2,8	0,0	~0,1
WKK stimulering + ETS(In)	0,0 - 1,7	0,0 - 0,7	0,0 - 1,1	0,0	0,0 - 0,1	0,0 - -0,9	0,0 - -0,7	0,0	0,0	0,0
WKK stimulering + ETS(Rf)	0,0 - 0,9	0,0 - 0,4	0,0 - 0,6	0,0	~0,0	0,0 - -0,6	0,0 - -0,4	0,0	0,0	0,0
Aardgas WKK (ETS, SDE)(L&T)	0,0 - 0,3	0,0 - 0,1	0,0 - 0,2	0,0	~0,0	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0	0,0	0,0
Co-vergisting mest(L&T)	2,1	-0,1	0,2	0,0	0,0	1,1	-0,6	-0,2	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HH)	2,2	1,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HDO)	1,9 - 2,0	1,0 - 1,1	0,8 - 0,9	0,0	~0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,1 - 9,1	2,1 - 3,3	2,0 - 3,9	0,0	0,1 - 0,2	1,1 - -0,5	-0,6 - -1,8	-0,2	0,0	0,0
Intensivering MJA, inclusief intensive- ring handhaving WBM, excl. WKK(In)	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	~0,0	0,0	~0,0	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0	0,0	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, ex- cl. WKK(In)	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4	0,0 - 0,1	0,0	~0,0	0,2 - 0,4	0,2 - 0,3	0,0 - 0,1	0,0	~0,0
WKK stimulering + ETS(In)	0,0 - 1,7	0,0 - 0,7	0,0 - 1,1	0,0	0,0 - 0,1	0,0 - -0,9	0,0 - -0,7	0,0	0,0	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, ex- cl. WKK(Rf)	0,3 - 0,5	0,2 - 0,3	0,0	0,0	0,0	0,3 - 0,5	0,2 - 0,3	0,0	0,0	0,0
WKK stimulering + ETS(Rf)	0,0 - 0,9	0,0 - 0,4	0,0 - 0,6	0,0	~0,0	0,0 - -0,6	0,0 - -0,4	0,0	0,0	0,0

	Nationaal effect					Lokaal -effect				
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
	0,6 - 3,8	0,4 - 1,9	0,0 - 1,9	0,0	0,0 - 0,1	0,6 - -0,5	0,4 - -0,3	0,0 - 0,1	0,0	~0,0
Alternatieve brandstoffen(Trans)	2,9 - 6,7	~0,0	~0,0	0,0	~0,0	2,9 - 6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Beprijzen/volumebeleid(Trans)	1,9 - 2,1	1,5 - 1,7	0,0	0,4 - 0,5	~0,1	1,9 - 2,1	1,5 - 1,7	0,0	0,4 - 0,5	~0,1
Energie-efficiency voertuigen(Trans)	4,2 - 4,6	0,2	0,0	0,0	0,0	4,2 - 4,6	0,2	0,0	0,0	0,0
Gedrag(Trans)	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	9,3 - 13,7	2,0 - 2,1	~0,0	0,4 - 0,5	~0,1	9,3 - 13,7	2,0 - 2,1	0,0	0,4 - 0,5	~0,1
Aardgas WKK (ETS, SDE)(L&T)	0,0 - 0,3	0,0 - 0,1	0,0 - 0,2	0,0	~0,0	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0	0,0	0,0
CO <sub>2</sub> -levering (ETS)(L&T)	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	~0,0	0,0	~0,0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0	0,0	0,0
Co-vergisting mest(L&T)	2,1	-0,1	0,2	0,0	0,0	1,1	-0,6	-0,2	0,0	0,0
MEI, IRE, MIA (+ ETS)(L&T)	1,0 - 1,4	0,7 - 0,9	0,0	0,0	0,0	1,0 - 1,4	0,7 - 0,9	0,0	0,0	0,0
	3,0 - 3,8	0,5 - 1,1	0,2 - 0,4	0,0	~0,0	2,1 - 2,5	0,0 - 0,3	-0,2	0,0	0,0
MEP/SDE Hernieuwbaar(HH)	0,0	0,0	~0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw(HH)	1,5 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0	0,0	0,0	1,5 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0	0,0	0,0
Pakket Nieuwbouw(HH)	0,0 - 0,4	0,0 - 0,1	0,0	0,0	0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,1	0,0	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HH)	2,2	1,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw(HDO)	1,2 - 1,6	0,8 - 1,0	~0,1	0,0	~0,0	1,0 - 1,3	0,6 - 0,8	0,0	0,0	0,0
Pakket Nieuwbouw(HDO)	0,0 - 0,3	0,0 - 0,2	0,0	0,0	0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HDO)	1,9 - 2,0	1,0 - 1,1	0,8 - 0,9	0,0	~0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,9 - 9,9	3,5 - 4,8	1,8 - 1,9	0,0	~0,1	2,6 - 5,5	1,2 - 2,5	0,0	0,0	0,0

Tabel A.2 EU-hoog

	Nationaal effect					Lokaal -effect				
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Extra gascentrales(E-opw)	3,6 - 3,3	1,4 - 1,3	2,9 - 2,6	0,0	~0,1	~-5,0	~-3,5	0,0	0,0	0,0
CCS stimulering + ETS(E-opw)	4,0 - 10,0	-0,2 - -0,4	0,8 - 1,9	0,0	0,0 - 0,1	4,0 - 10,0	-0,2 - -0,4	0,8 - 1,9	0,0	0,0 - 0,1
MEP/SDE Hernieuwbaar(E-opw)	11,5 - 11,2	4,3 - 4,2	2,8 - 2,5	0,0	~0,1	0,0	-2,3	-1,0	0,0	-0,1
Afdanking bestaande centrales(E-opw)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3 - 16,1	4,7 - 9,3	2,8 - 5,0	0,0	0,1 - 0,3
		-14,6 - -								
Extra export elektriciteit(E-opw)	-25,7 - -18,2	10,6	-8,5 - -5,7	0,0	-0,4 - -0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	-6,6 - 6,3	-9,2 - -5,5	-2,1 - 1,4	0,0	-0,1 - 0,0	7,2 - 21,1	-1,3 - 3,1	2,5 - 6,0	0,0	0,1 - 0,3
WKK stimulering + ETS(In)	1,8 - 2,0	0,8 - 0,9	~1,0	0,0	0,0 - 0,1	-1,1 - -1,3	-0,9 - -1,0	0,0	0,0	0,0
WKK stimulering + ETS(Rf)	~0,9	~0,4	0,5 - 0,6	0,0	~0,0	-0,8 - -0,9	-0,5 - -0,6	0,0	0,0	0,0
Aardgas WKK (ETS, SDE)(L&T)	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0	~0,0	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0	0,0	0,0
Co-vergisting mest(L&T)	~1,9	~0,1	~0,1	0,0	~0,0	1,1	-0,6	-0,2	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HH)	4,3 - 4,2	2,5 - 2,4	1,4 - 1,3	0,0	~0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HDO)	~3,6	~2,1	1,2 - 1,1	0,0	~0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	12,5 - 12,8	5,6 - 5,8	~4,2	0,0	~0,2	-0,8 - -1,3	-2,0 - -2,3	-0,2	0,0	0,0
Intensivering MJA, inclusief intensive- ring handhaving WBM, excl. WKK(In)	0,1 - 0,4	0,0 - 0,3	~0,0	0,0	~0,0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0	0,0	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, ex- cl.WKK(In)	0,7 - 1,1	0,5 - 0,8	0,1 - 0,2	0,0	~0,0	0,6 - 1,0	0,5 - 0,8	0,1	0,0	0,0
WKK stimulering + ETS(In)	1,8 - 2,0	0,8 - 0,9	~1,0	0,0	0,0 - 0,1	-1,1 - -1,3	-0,9 - -1,0	0,0	0,0	0,0
Doorstart Benchmark + ETS, ex- cl.WKK(Rf)	0,8 - 1,4	0,6 - 1,0	0,0	0,0	0,0	0,8 - 1,4	0,6 - 1,0	0,0	0,0	0,0
WKK stimulering + ETS(Rf)	~0,9	~0,4	0,5 - 0,6	0,0	~0,0	-0,8 - -0,9	-0,5 - -0,6	0,0	0,0	0,0
	4,2 - 5,8	2,4 - 3,4	1,7 - 1,8	0,0	~0,1	-0,4 - 0,4	-0,3 - 0,3	0,1	0,0	0,0

	Nationaal effect					Lokaal -effect				
	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]	BKG [Mton]	NO <sub>x</sub> [kton]	SO <sub>2</sub> [kton]	NMVOS [kton]	PM <sub>10</sub> [kton]
Alternatieve brandstoffen(Trans)	2,7 - 6,1	~0,0	~0,0	0,0	~0,0	2,7 - 6,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Beprijzen/volumebeleid(Trans)	1,9 - 2,1	1,5 - 1,7	0,0	0,4 - 0,5	~0,1	1,9 - 2,1	1,5 - 1,7	0,0	0,4 - 0,5	~0,1
Energie-efficiency voertuigen(Trans)	8,1 - 8,5	0,2	0,0	0,0	0,0	8,1 - 8,5	0,2	0,0	0,0	0,0
Gedrag(Trans)	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	13,0 - 17,0	2,0 - 2,1	~0,0	0,4 - 0,5	~0,1	13,0 - 17,0	2,0 - 2,1	0,0	0,4 - 0,5	~0,1
Aardgas WKK (ETS, SDE)(L&T)	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0	~0,0	0,0 - -0,2	0,0 - -0,1	0,0	0,0	0,0
CO <sub>2</sub> -levering (ETS)(L&T)	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	~0,0	0,0	~0,0	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0	0,0	0,0
Co-vergisting mest(L&T)	~1,9	~0,1	~0,1	0,0	~0,0	1,1	-0,6	-0,2	0,0	0,0
MEI, IRE, MIA (+ ETS)(L&T)	1,2 - 1,9	0,8 - 1,3	0,0	0,0	0,0	1,2 - 1,9	0,8 - 1,3	0,0	0,0	0,0
	3,1 - 4,1	0,7 - 1,3	0,1 - 0,2	0,0	~0,0	2,3 - 2,9	0,2 - 0,6	-0,2	0,0	0,0
MEP/SDE Hernieuwbaar(HH)	~0,0	~0,0	~0,0	0,0	~0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw(HH)	1,7 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0	0,0	0,0	1,7 - 3,4	0,6 - 1,3	0,0	0,0	0,0
Pakket Nieuwbouw(HH)	0,0 - 0,4	0,0 - 0,1	~0,0	0,0	~0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,1	0,0	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HH)	4,3 - 4,2	2,5 - 2,4	1,4 - 1,3	0,0	~0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pakket bestaande bouw(HDO)	1,4 - 1,7	0,9 - 1,1	~0,1	0,0	~0,0	1,0 - 1,3	0,6 - 0,8	0,0	0,0	0,0
Pakket Nieuwbouw(HDO)	0,0 - 0,3	0,0 - 0,2	~0,0	0,0	~0,0	0,1 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0	0,0	0,0
Ecodesign richtlijn(HDO)	~3,6	~2,1	1,2 - 1,1	0,0	~0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	11,2 - 13,6	6,1 - 7,2	2,8 - 2,6	0,0	~0,1	2,8 - 5,5	1,3 - 2,5	0,0	0,0	0,0

## Bijlage B Sectorale emissies en emissiereducties van NEC-stoffen in 2015

De hier getoonde emissiegegevens voor 2015 komen voort uit een relatief grove inschatting van de mate waarin de maatregelen van Schoon en Zuinig in 2015 gerealiseerd zullen zijn. Deze inschatting is gecombineerd met de inschatting van de NEC-effecten in 2020, om zodoende tot een ruwe inschatting voor 2015 te komen. Grote onzekerheden komen voort uit de fasering van ontwikkelingen waarbinnen afzonderlijke gebeurtenissen of ingrepen een groot effect hebben: zo kan de sluiting of bouw van een kolencentrale net voor of net na 2015 een grote impact op de emissies in 2015 hebben.

Tabel B.1 *EU-laag*

Reductie2015 [kton/j]	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
Industrie	0,1 - -0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Raffinaderijen	0,1 - 0	0,0	0,0		0,0
Energie	-0,8 - 0	0,5 - 1,1	0,0		0 - 0,1
Afval					
Verkeer	1,5 - 1,6	0,0	0,3 - 0,4	0,0	0,1
Landbouw	0 - 0,1		0,0	0,0	0,0
Huishoudens	0,3 - 0,6	0,0	0,0		0,0
HDO bouw	0,5 - 0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	1,7 - 2,9	0,5 - 1,1	0,3 - 0,4	0,0	0,1

Reductie2015 [%]	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
Industrie	0	0	0	0	0
Raffinaderijen	1 - -1	0	0	0	0
Energie	-2 - 0	4 - 8	0	0	3 - 6
Afval	0	0	0	0	0
Verkeer	1	0	1	0	1
Landbouw	0 - 1		0	0	0
Huishoudens	3 - 6	0	0	0	0
HDO bouw	8 - 12	0	0	0	0
Totaal	1	1 - 2	0	0	0

Emissie 2015 [kton/j]	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
Industrie	31,2 - 31,4	18,3 - 18,2	47,5	3,5	11,1 - 11,0
Raffinaderijen	7,3 - 7,4	16,0	8,0		0,6
Energie	43,8 - 43,0	14,0 - 13,4	9,0		0,9 - 0,8
Afval					
Verkeer	130,5 - 130,4	4,0	27,3 - 27,2	2,2	~9,4
Landbouw	10,0 - 9,9	0,1	1,0	120,5	10,5
Huishoudens	8,8 - 8,5	0,5	35,5		3,5
HDO bouw	6,0 - 5,7	1,6	29,5	8,6	2,5
Totaal	237,6 - 236,3	54,4 - 53,8	157,8 - 157,7	134,8	~38,4



Tabel B.2 EU-hoog

Reductie 2015					
[kton/j]	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
Industrie	-0,1 - 0	0,0	0,0	0,0	0,0
Raffinaderijen	0 - 0,1	0,0	0,0		0,0
Energie	-0,5 - 1,2	1 - 2,4	0,0		0 - 0,1
Afval					
Verkeer	1,5 - 1,6	0,0	0,3 - 0,4	0,0	0,1
Landbouw	0,1 - 0,2		0,0	0,0	0,0
Huishoudens	0,3 - 0,6	0,0	0,0		0,0
HDO bouw	0,5 - 0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	1,8 - 4,6	1 - 2,4	0,3 - 0,4	0,0	0,1 - 0,2

Reductie 2015					
[%]	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
Industrie	0	0	0	0	0
Raffinaderijen	0 - 2	0	0	0	0
Energie	-1 - 3	7 - 16	0	0	5 - 12
Afval	0	0	0	0	0
Verkeer	1	0	1	0	1
Landbouw	1 - 2		0	0	0
Huishoudens	3 - 6	0	0	0	0
HDO bouw	8 - 12	0	0	0	0
Totaal	1 - 2	2 - 4	0	0	0 - 1

Emissie 2015					
[kton/j]	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
Industrie	31,4 - 31,3	18,2	47,5	3,5	11,0
Raffinaderijen	7,3 - 7,2	16,0	8,0		0,6
Energie	43,5 - 41,8	13,5 - 12,2	9,0		0,9 - 0,8
Afval					
Verkeer	130,5 - 130,4	4,0	27,3 - 27,2	2,2	~9,4
Landbouw	9,9 - 9,8	0,1	1,0	120,5	10,5
Huishoudens	8,8 - 8,5	0,5	35,5		3,5
HDO bouw	6,0 - 5,7	1,6	29,5	8,6	2,5
Totaal	237,5 - 234,7	53,9 - 52,5	157,8 - 157,7	134,8	38,4 - 38,3