



Energy research Centre of the Netherlands

Actualisatie Optiedocument 2010

RR2010-SV en NREAP

K.E.L. Smekens

P. Kroon

A.J. Plomp

Verantwoording

Dit rapport beschrijft de resultaten, en van de werkzaamheden daartoe leidend, van de actualisatie die in 2010-2011 aan het optiedocument en de Analysetool zijn uitgevoerd. De opdracht werd vergund door PBL, die ook bijdroeg aan de actualisatie van de opties. Het project staat bij ECN Beleidsstudies geregistreerd onder projectnummer 5.0963. Contactpersoon is Koen Smekens (smekens@ecn.nl).

Behalve de auteurs hebben ook Ton van Dril en Bert Daniëls van ECN en Pieter Hammingh, Cees Peek, Marian van Schijndel, Anco Hoen, Gerben Geilenkirchen, Durk Nijdam, Jan van Dam en Winand Smeets van PBL aan dit project bijgedragen.

Abstract

This report describes the results of the calculations performed with the Analysis Tool of the Options' Document. This analysis followed an actualisation of input data of the technical options, in particular regarding NEC (National Emission Ceiling) compounds, the power sector, renewable energy and transport. Moreover, the Analysis Tool itself was further enhanced to meet the requests of the Dutch Environmental Assessment agency (PBL).

Based on this actualisation, an updated potential outlook was performed starting from the latest reference scenario with implemented policy (RR2010-SV), resulting in a maximum possible GHG reduction of 88 Mton CO₂eq by 2020.

The issue that received most attention in this analysis is the estimation of NEC effects from the Dutch National Renewable Energy Action Plan (NREAP) as submitted to the EC in 2010. This plan describes the intended policy regarding renewable electricity and heat and biofuels. The analysis showed that for most NEC pollutants there are some benefits regarding emissions. Furthermore, a cost efficient variant to reach the same objectives of NREAP (expressed as avoided fossil energy) has also been developed and reported. In this variant, sustainable heat provides a larger contribution than in the submitted NREAP plan.

Inhoud

Lijst van tabellen	4
Lijst van figuren	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	8
2. Actualisatie AnalyseTool en Optiedocument	9
3. Scenario's en verkenningen	10
3.1 Vastgesteld beleid: RR2010-SV	10
3.2 Scenario met voorgenomen beleid inzake hernieuwbare energie: NREAP	14
3.2.1 Opbouw	14
3.2.2 Resultaten	17
3.3 Scenario vertrekkende van uitgevoerd NREAP	21
4. Conclusies	24
Referenties	26
Bijlage A Actualisatie AnalyseTool en Optiedocument	28
A.1 Achtergrondwaarden emissies en energieverbruik	28
A.2 Brandstofprijzen	28
A.3 Broeikasgas-optieaanpassingen per sector	29
A.3.1 Elektriciteitsopwekking	29
A.3.2 Duurzaam	30
A.3.3 Industrie, landbouw en WKK	31
A.3.4 Huishoudens en HDO	32
A.3.5 Transport	33
A.3.6 Effect per optie in het wegverkeer	36
A.3.7 Effecten overig verkeer per optie	40
A.4 Overig	41
A.4.1 PBL opties NEC stoffen	41
A.4.2 Stationaire NO _x -opties	42
A.4.3 Export en import elektriciteit	42
Bijlage B Brandstofprijzen 2020 voor RR2010-SV	44

Lijst van tabellen

Tabel S.1	<i>Maximale reducties uit potentieelverkenning op basis van RR2010-SV</i>	6
Tabel S.2	<i>Reducties door NREAP</i>	7
Tabel 3.1	<i>Maximale reducties uit potentieelverkenning op basis van RR2010-SV</i>	13
Tabel 3.2	<i>Finale duurzame elektriciteitsproductie in RR2010-SV en NREAP</i>	15
Tabel 3.3	<i>Finale duurzame warmteproductie in RR2010-SV en NREAP</i>	15
Tabel 3.4	<i>Vermeden fossiel energie in RR2010 en NREAP</i>	18
Tabel 3.5	<i>Reducties door NREAP</i>	18
Tabel 3.6	<i>Emissiereducties indien NREAP stroom behouden blijft</i>	19
Tabel 3.7	<i>Maximale reducties uit potentieelverkenning op basis van RR2010-SV +NREAP</i>	22
Tabel A.1	<i>Achtergrondwaarden voor 2020</i>	28
Tabel A.2	<i>Overzicht centrale elektriciteitsproductie RR2010-SV in 2020</i>	29
Tabel A.3	<i>Overzicht opties elektriciteitsproductie</i>	30
Tabel A.4	<i>Aangepaste parameters van de hernieuwbare energie-opties</i>	30
Tabel A.5	<i>Jaarlijkse groeipercentages in de industrie en landbouwsector</i>	31
Tabel A.6	<i>Schaalfactoren naar energieverbruik</i>	32
Tabel A.7	<i>Emissiefactoren voor WKK</i>	32
Tabel A.8	<i>Schaalfactoren broeikasgasopties naar energieverbruik</i>	32
Tabel A.9	<i>Schaalfactoren broeikasgasopties in de sector HDO</i>	33
Tabel A.10	<i>Overzicht actualistie-acties voor de transportopties</i>	33
Tabel A.11	<i>2020 RR2010-SV</i>	35
Tabel B.1	<i>Nationale brandstofprijzen in 2020 in €₂₀₀₀/GJ</i>	44
Tabel B.2	<i>Sectorale brandstofprijzen in 2020 in €₂₀₀₀/GJ</i>	44

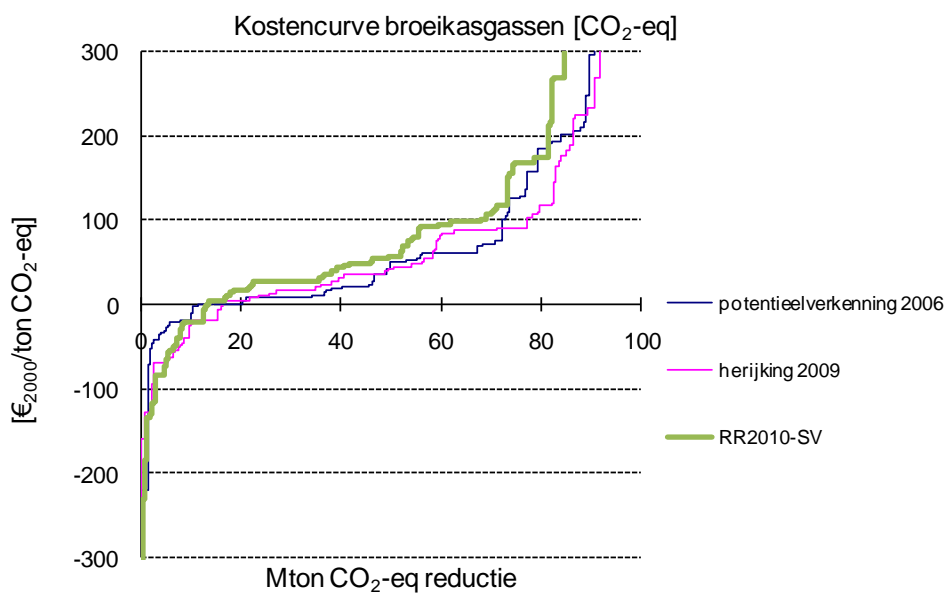
Lijst van figuren

Figuur S.1	<i>Overzicht kostencurve</i>	5
Figuur S.2	<i>Berekende optiebijdrages in NREAP en NREAP 'Opti' die de 14,5% doelstelling realiseren</i>	7
Figuur 3.1	<i>Kostencurves potentieelverkenning broeikasgasreducties</i>	10
Figuur 3.2	<i>Broeikasgasreductie bijdrage per categorie, bovenop RR2010-SV</i>	11
Figuur 3.3	<i>Broeikasgasreductie bijdrage door hernieuwbare energieopties (bijdrage per categorie, bovenop RR2010-SV)</i>	12
Figuur 3.4	<i>Broeikasgasreductie bijdrage naar ETS en niet-ETS sectoren (bijdrage per categorie, bovenop RR2010-SV)</i>	13
Figuur 3.5	<i>Kostencurves voor broeikasgas- en fossiele energie reductie door NREAP</i>	19
Figuur 3.6	<i>Broeikasgasreductie door hernieuwbare energie opties in NREAP</i>	20
Figuur 3.7	<i>Kostencurves broeikasgassen en fossiele energie bij geoptimaliseerd NREAP</i>	21
Figuur 3.8	<i>Broeikasgasreductie bijdrage per categorie bovenop NREAP</i>	22
Figuur 3.9	<i>Broeikasgasreductie en vermeden PJ fossiel bijdrage door hernieuwbare energieopties</i>	23
Figuur 3.10	<i>Kostencurve broeikasgasreductie verkenningsscenario's</i>	23
Figuur 4.1	<i>Broeikasgasemissies 1990-2020</i>	25

Samenvatting

Volgend op de in 2010 gepubliceerde Referentieraming, zijn de beschrijvingen van technische maatregelen die kunnen bijdragen tot emissiereductie (opties) geactualiseerd. Het betrof een actualisatie van het Optiedocument naar potentieel, kosten en effecten. In het bijzonder zijn de elektriciteits- en transportopties herzien, en de effecten naar luchtverontreinigende stoffen (NEC-stoffen). Met de Analysetool van het Optiedocument is het mogelijk om de meest optimale mix van opties te bepalen om verschillende doelstellingen op het gebied van energie en milieubeleid, al dan niet gelijktijdig, te realiseren.

De resultaten geven aan dat in Nederland maximaal 88 Mton broeikasgassen gereduceerd kan worden, zie Tabel S.1. Dit stemt overeen met ongeveer 40% reductie. Vergeleken met de actualisatie uit 2009, waar nog 94 Mton gereduceerd kon worden, is dit nu wat lager (Figuur S.1). Belangrijke veranderingen zijn er door een lagere economische groei wat het potentieel verkleint bij huishoudens, de dienstensector, landbouw, industrie en transport, een andere elektriciteitsparc samenstelling (andere vermeden emissies door verdringing van fossiel gegenereerde elektriciteit), andere potentiële voor biomassa mee- en bijstook, andere potentiële voor de meeste hernieuwbare opties, de toevoeging van een aantal duurzame warmte en groen gas opties (waarvan er een aantal competitief zijn met reeds bestaande duurzame elektriciteitsopties uit dezelfde grondstof). Deze verkenning houdt overigens enkel rekening met reducties die binnen Nederland gehaald kunnen worden; effecten op emissies buiten Nederland zijn niet meegenomen.



Figuur S.1 *Overzicht kostencurve*

De netto emissiereductie-effecten voor een bepaalde doelstof zijn de combinatie van directe reductiemaatregelen (end-of-pipe) en van neveneffecten van andere maatregelen. Zo verdringt bijvoorbeeld hernieuwbare elektriciteit fossiel geproduceerde stroom en levert dus naast broeikasgasreducties onder andere ook reducties voor NO_x, SO₂ en fijn stof.

Tabel S.1 *Maximale reducties uit potentieelverkenning op basis van RR2010-SV*

	Emissies raming	Maximale reductie	Minimaal niveau	Eenheid	Reductie [%]
CO ₂	191,5	83,8	107,7	Mton CO ₂ -eq	44
CH ₄	13,5	4,2	9,3	Mton CO ₂ -eq	31
N ₂ O	11,0	0,5	10,5	Mton CO ₂ -eq	4
F-gassen	2,8	0,5	2,3	Mton CO ₂ -eq	18
OBG	27,3	5,0	22,3	Mton CO ₂ -eq	18
Broeikasgassen	218,8	88,3	130,5	Mton CO ₂ -eq	40
NO _x	184,9	85,7	99,2	kton	46
SO ₂	46,1	34,6	11,5	kton	75
NH ₃	118,4	21,0	97,4	kton	18
Verzuring	12,4	4,4	8,1	mld zuureq.	35
NMVOS	149,3	26,4	122,9	kton	18
Fijn stof PM ₁₀	28,9	7,2	21,7	kton	25
Fijn stof PM _{2,5}	12,7	3,3	9,4	kton	26
Primair verbruik	3394	580	2814	PJ	17
Fossiel verbruik	3172	933	2239	PJ	29

PBL heeft het ECN verzocht om naar aanleiding van het uitkomen van de ReferentieRaming in 2010 meer inzicht te geven in de effecten van voorgenomen beleid op luchtverontreinigende stoffen. Hiermee zou ook een scenario worden verkregen dat in uitgangspunten beter vergelijkbaar is met het GAINS/PRIMES-scenario dat als centraal scenario gebruikt wordt bij onderhandelingen over verdergaande NEC-emissieplafonds (vanaf 2020). Omdat het scenario met voorgenomen beleid uit de raming niet meer kon gebruikt worden (gebaseerd op beleidsvisie van het vorige kabinet), is geopteerd om het Nederlandse actieplan hernieuwbare energie (NREAP, zoals neergelegd bij de Europese Commissie) aan te nemen als te onderzoeken voorgenomen beleidsscenario.

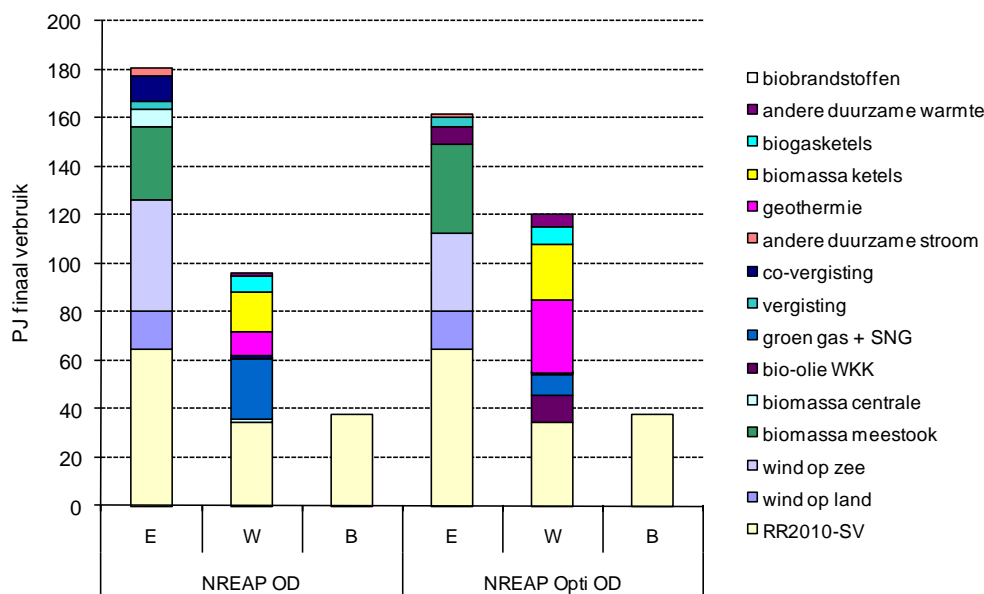
Het NREAP beschrijft hoe Nederland - volgens het in 2010 ingediende plan aan de Europese Commissie - de Europese doelstelling van 14,5% duurzame energie, berekend op basis van finaal verbruik, wil behalen in 2020. Het betreft bijkomende inzet van duurzame elektriciteit en warmte en van biobrandstoffen in het verkeer. De grootste bijdrages aan de doelstelling komen van wind op zee, wind op land, biomassa meestook in kolencentrales, groen gas en biomassaketels voor warmte. Ook het Europese doel voor broeikasgasemissiereductie in de niet-ETS sectoren wordt door de inzet van hernieuwbare technieken bij eindverbruikers gehaald. Dus het NREAP voldoet aan zowel de duurzame energie als de klimaatdoelstelling voor Nederland.

Het verschil in finale energie tussen NREAP en het vastgestelde beleidsscenario (RR2010-SV) is vertaald naar inzet van opties in het Optiedocument. Doorrekening van deze inzet levert de gevraagde effecten, zowel qua broeikasgassen als qua NEC-stoffen, af te zetten tegen het achtergrondniveau van RR2010-SV. Ongeveer 28 Mton broeikasgassen worden gereduceerd, waarvan ruim 24 Mton in de ETS-sectoren. Tevens is er ongeveer 4,5 kton NO_x en SO₂-reductie als de belangrijkste effecten van de implementatie van NREAP. Effecten voor andere stoffen zijn kleiner.

Tabel S.2 *Reducties door NREAP*

Doelstof	Reductie	Eenheid	Reductie % t.o.v. RR2010-SV
CO ₂	25,1	Mton CO ₂ -eq	13
CH ₄	3,4	Mton CO ₂ -eq	25
N ₂ O	-0,2	Mton CO ₂ -eq	-2
OBG	3,2	Mton CO ₂ -eq	12
Broeikasgassen	28,3	Mton CO ₂ -eq	13
NO _x	4,6	kton	2
SO ₂	4,7	kton	10
NH ₃	-0,5	kton	-0
Verzuring	0,2	Mld zuureq.	2
NMVOS	-1,5	kton	-1
Fijn stof PM ₁₀	0,2	kton	1
Fijn stof PM _{2,5}	0,2	kton	1
Primair verbruik	20,8	PJ	1
Fossiel verbruik	316,9	PJ	10

Als bijkomend onderzoek is ook gekeken hoe de doelstelling van NREAP - ten behoeve van het Optiedocument vertaald naar vermeden fossiele energie - gehaald zou kunnen worden op basis van optimale kosteneffectiviteit van maatregelen (de NREAP 'Opti' variant). Deze variant toont een hogere inzet van duurzame warmte, met name diepe geothermie en biomassa ketels in industrie en landbouw ten koste van elektriciteitsopties zoals PV maar ook wind op zee. In Figuur S.2 staan de detailbijdrages voor beide scenario's. Ook is de bijdrage van hernieuwbare energie in achtergrond (RR2010-SV) weergegeven, welke reeds 6,2% bijdraagt aan de 14,5% doelstelling. Met het Optiedocument zijn de extra bijdrages om de 14,5% doelstelling te halen door NREAP en NREAP 'Opti' berekend.



Figuur S.2 *Berekende optiebijdrages in NREAP en NREAP 'Opti' die de 14,5% doelstelling realiseren¹*

De geannualiseerde kosten van NREAP bedragen 2,5 miljard €₂₀₀₀, die van de kostenoptimale variant 1,5 miljard. In deze laatste komen geen opties meer voor met een kosteneffectiviteit van meer dan 120€/ton broeikasgassen.

¹ E=electriciteit; W=warmte; B =biobrandstoffen.

1. Inleiding

Dit rapport beschrijft de wijzigingen die ECN heeft uitgevoerd aan het Optiedocument en de AnalyseTool in 2010. Het zichtjaar van de aanpassingen beperkt zich tot 2020, hoewel de Tool ook 2010 als mogelijkheid biedt. Echter, het gebruik van de Tool om voor 2010 resultaten te genereren wordt niet als wenselijk gezien omdat de Tool geen simulatie van een huidig jaar aanbiedt, maar een inschatting van effecten in een toekomstig jaar onder bepaalde randvoorwaarden en (beleids-)omstandigheden.

De belangrijkste reden voor deze wijzigingen is de publicatie van een nieuwe ReferentieRaming in 2010². Een andere reden is dat tussen de vorige actualisatie van het Optiedocument³ en nu, de resultaten van het BOLK fase II onderzoek⁴ ook verwerkt zijn in factsheets en in de AnalyseTool. Dit betrof voornamelijk een actualisatie van NEC emissie-effecten, CCS en biomassa opties.

In Hoofdstuk 2 is de actualisatie van de tool en het Optiedocument beschreven. In Hoofdstuk 3 wordt dieper ingegaan op de betekenis en effecten van de actualisatie op scenario's en potentiële verkenningen. Met name het door Nederland in 2010 bij de Europese Commissie ingediende plan om de Europese duurzame-energiedoelstelling te halen, NREAP, wordt nader geanalyseerd. In de bijlagen vindt men de gedetailleerde beschrijving van de aanpassingen.

² Daniëls, B, Kruitwagen S., ReferentieRaming Energie en Emissies, ECN-E10-004, april 2010.

³ Smekens K, et al, Actualisatie Optiedocument 2009. Opties voor het verminderen van broeikasgasemissies, energiegebruik en luchtverontreiniging. ECN-E-10-011.

⁴ BOLK II, http://www.pbl.nl/en/dossiers/Transboundaryairpollution/content/Dutch_Policy_Research_Programme_on_Air_and_Climate.

2. Actualisatie AnalyseTool en Optiedocument

Het AnalyseTool Optiedocument is een krachtig rekeninstrument om de optimale mix van opties te bepalen om een of meer doelstellingen op het domein van energie, klimaat en milieubeleid te realiseren. Dit instrument is de afgelopen jaren gebruikt bij verschillende analyses in opdracht van de overheid.

De actualisatie van de AnalyseTool en het Optiedocument betreft in grote lijnen twee uitgevoerde taken. Voor de AnalyseTool betreft het actualiseren van de achtergrondwaarden van het basisscenario, dit is het scenario met vastgesteld beleid uit de ReferentieRaming opgesteld in 2010 (RR2010-SV) en aanpassingen aan de gebruikersinterface ten behoeve van de opdrachtgever en gebruiker (PBL).

De achtergrondwaarden betreffen emissies en energieprijzen. Emissies liggen beduidend lager dan in het vorige achtergrondscenario UR-GE, voor broeikasgassen is dit ruim 13 procent en de emissies bedragen nu in 2020 218,8 Mton, voorheen was dit nog op 254 Mton geschat. Dit komt door de lager economische groei van de meest recente ReferentieRaming. RR2010-SV is dan ook te bezien als een “post-crisis”-scenario, terwijl UR-GE nog een “pre-crisis”-scenario was. Brandstofprijzen daarentegen zijn weinig gewijzigd ten opzichte van UR-GE. Gebruikersaanpassingen zijn gedaan aan de invoer- en uitvoerpagina's en er zijn wat relevante selectiemogelijkheden ingevoerd. Zo is het nu mogelijk om de broeikasgasemissies weer te geven voor de ETS (bedrijven vallend onder de Europese emissiehandel) en niet-ETS sectoren.

De aanpassing aan het Optiedocument betreffen de actualisatie van bestaande factsheets naar potentieel, kosten en onderling verband, en het toevoegen van nieuwe factsheets ter vervanging van verouderde of als geheel nieuwe technische maatregel. Ook de onderlinge verbanden tussen deze nieuwe opties en bestaande werden meegenomen.

Met name het potentieel van veel opties is lager komen te liggen, eveneens door de lagere groeivoorzichten en de verkorte beschikbare periode tot 2020 om het potentieel te realiseren. De grootste wijzigingen aan de factsheets deden zich voor in de elektriciteitsproductie wegens de gewijzigde parksamenstelling, voor duurzame energie met een uitbreiding met een aantal duurzame warmte-opties en in transport waarvan meer dan de helft van de opties herzien is. Voor alle opties is er extra aandacht gegeven aan de emissies van luchtverontreinigende stoffen (NEC-stoffen of stoffen gereguleerd onder de EU National Emission Ceiling directieven en door het UNECE Gothenborg Protocol). Met name opties met betrekking tot reductie van fijn stof en emissies van Particulate Matter < 2,5 µm of PM_{2,5} bij bestaande opties werden toegevoegd.

Door de gevolgde aanpak uit eerder projecten waarbij aanpassingen aan factsheets, die niet via schaalfactoren konden ingevoerd worden, resulteerden in een nieuwe factsheet, bevatte de AnalyseTool een aantal varianten van dezelfde factsheets. Dit maakte de Tool minder overzichtelijk en compliceerde het gebruik van koppelactoren.

Daarom werd besloten om samen met deze actualisatie naar de nieuwe ReferentieRaming, ook de database van de factsheets op te schonen en oudere varianten van factsheets te verwijderen. In een gearchiveerde versie van de AnalyseTool kunnen alle eerdere factsheets nog teruggevonden worden.

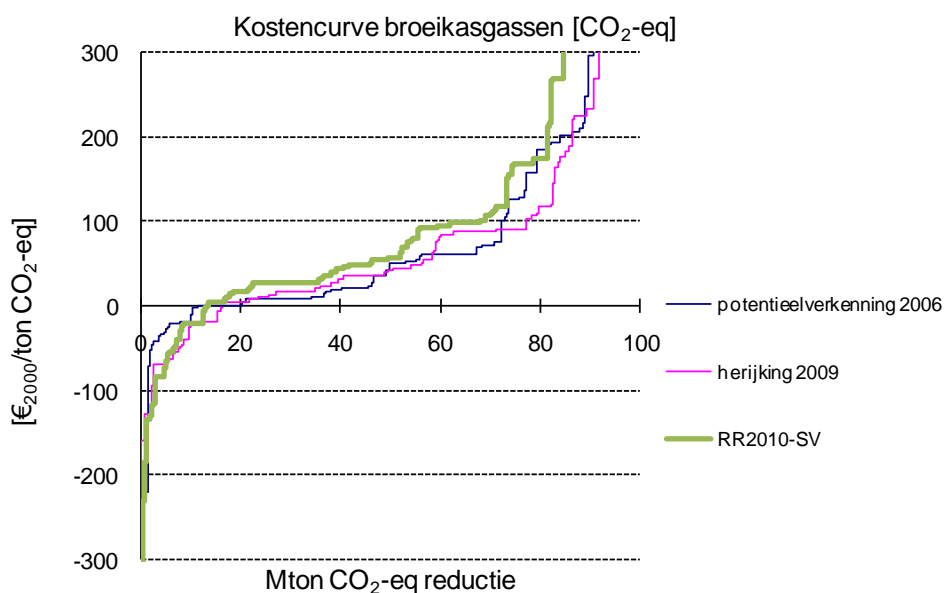
In Bijlage A is de gedetailleerde beschrijving van de actualisatie te vinden.

3. Scenario's en verkenningen

3.1 Vastgesteld beleid: RR2010-SV

Het basis- of achtergrondscenario van deze actualisatie is het vastgesteld beleid zoals bekend in 2010, en gerapporteerd in 'Referentieraming energie en emissies 2010-2020', ECN-C-10-004. Op vraag van de opdrachtgever is er een kleine aanpassing gebeurd, namelijk de vervroegde invoering van de Euro VI norm voor personenauto's is opgenomen in de achtergrond. Deze optie verdwijnt bijgevolg uit het optiepakket. Dit betekent een reductie van de NO_x-emissies met 0,4 kton (184,9 i.p.v. 185,3 kton).

Indien op basis van RR2010-SV een potentieelverkenning wordt uitgevoerd, kan er maximaal 88 Mton CO₂-equivalenten broeikasgassen gereduceerd worden. Vergelijken met de actualisatie uit 2009, waar nog 94 Mton gereduceerd kon worden, is dit nu wat lager, zie Figuur 3.1. Belangrijke veranderingen zijn er door: een lagere economische groei en dus ook potentieel in huishoudens, HDO, LTB, industrie en transport, een andere elektriciteitsparksamenstelling (andere vermeden emissies door verdringing van fossiel gegenereerde elektriciteit), andere potentiële voor biomassa mee- en bijstook, andere kostcijfers voor de meeste hernieuwbare opties, de toevoeging van een aantal duurzame warmte en groen gas opties (waarvan er een aantal competitief zijn met reeds bestaande duurzame elektriciteitsopties die dezelfde grondstof als input gebruiken). Deze verkenning houdt enkel rekening met reducties die binnen Nederland gehaald kunnen worden. De AnalyseTool biedt echter wel de mogelijkheid om international broeikasgaskredieten (flexibele mechanismes JI en CDM) in te zetten, al dan niet in combinatie met verminderde export van elektriciteit naar of de aankoop van 'groene' stroom uit het buitenland.

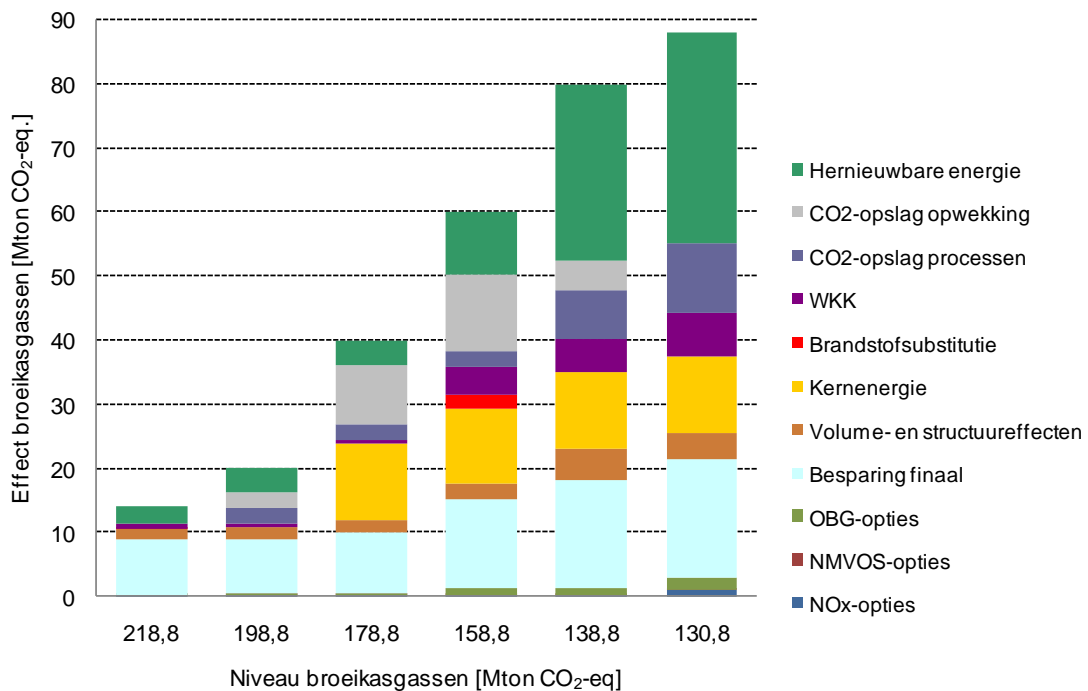


Figuur 3.1 *Kostencurves potentieelverkenning broeikasgasreducties*

Onderstaande Figuur 3.2 geeft weer hoe het broeikasgasreductiepotentieel wordt opgebouwd. De linker kolom geeft aan dat er in de optieportfolio ongeveer 14 Mton CO₂-equivalenten kan gereduceerd worden met negatieve kosten, die reductie verschijnt dan dus ook bij het startniveau op de x-as van de figuur. Dit zijn reducties door opties die uit kostoogpunt reeds kunnen genomen worden, maar waarvoor andere barrières de inzet belemmeren. Het betreft voorname-

lijk besparingsmaatregelen in de eindverbruikersectoren, wat WKK, maar ook duurzame warmte uit vergisting van (voedings)industriële restproductie (hernieuwbare energie).

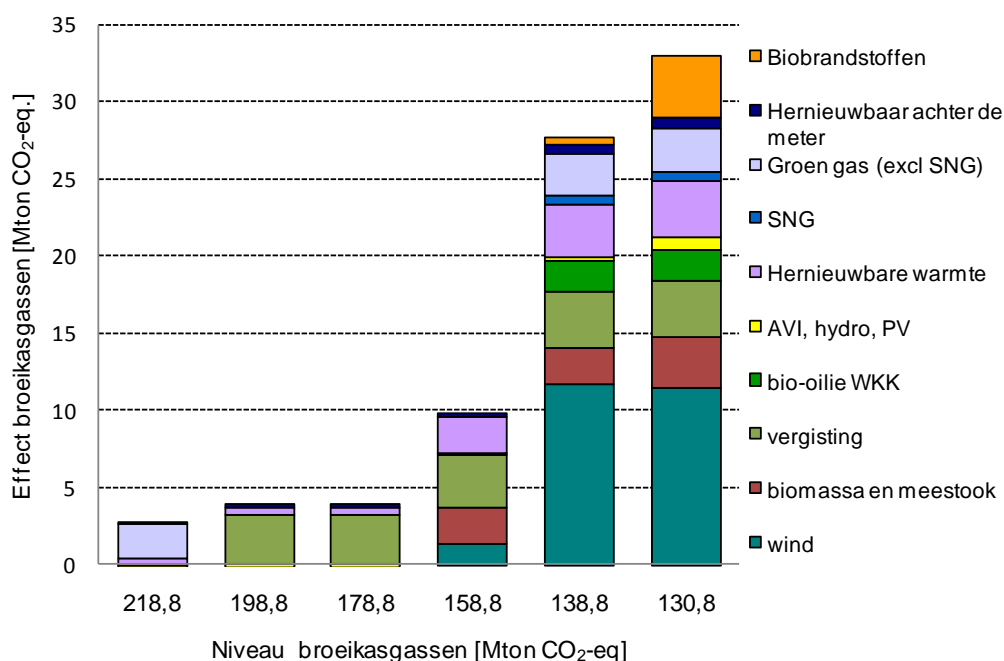
De x-as geeft verder afnemende doelniveaus weer, de y-as de gerealiseerde reductie. Bij afnemende doelniveaus (dit betekent dus bij oplopende emissiereducties) neemt de bijdrage van hernieuwbare energie, besparing en kernenergie beduidend toe. De bijdrage door CCS bij elektriciteitsopwekking (kolenvergassing met biomassa bijstook in de Magnumcentrale) valt weg bij lagere doelniveaus, door de inzet van hernieuwbaar en kernenergie wordt elektriciteitsproductie bijna volledig vrij van fossiele energie. CCS bij industrie blijft echter wel bijdragen.



Figuur 3.2 Broeikasgasreductie bijdrage per categorie, bovenop RR2010-SV

De bijdrage door hernieuwbare energie bestaat op zijn beurt uit een aantal deelbijdrages, Figuur 3.3. Het grootste aandeel wordt geleverd door hernieuwbare elektriciteitsproductie. Daarin leveren met name wind op land en op zee en elektriciteit uit vergisting de grootste bijdrages. Duurzame warmte en biobrandstoffen komen pas bij lagere doelniveaus voor. In vergelijking met eerdere verkenningen is duurzame warmte een nieuwe categorie met nieuwe opties.

Groen gas uit A/RWZI's is een kosteffectieve maatregel bij een meer beperkte emissiereductie. Bij een verdergaande reductieopgave (vanaf doelniveau 199 Mton CO₂-eq.), wordt het kosteneffectiever om met datzelfde gas hernieuwbare elektriciteit te produceren in plaats van het in het gasnet te stoppen. Bij de nog lagere emissiereducties komen er opnieuw groen gas opties voor, maar dan uit mestco-vergisting en uit biomassavergassing (SNG).

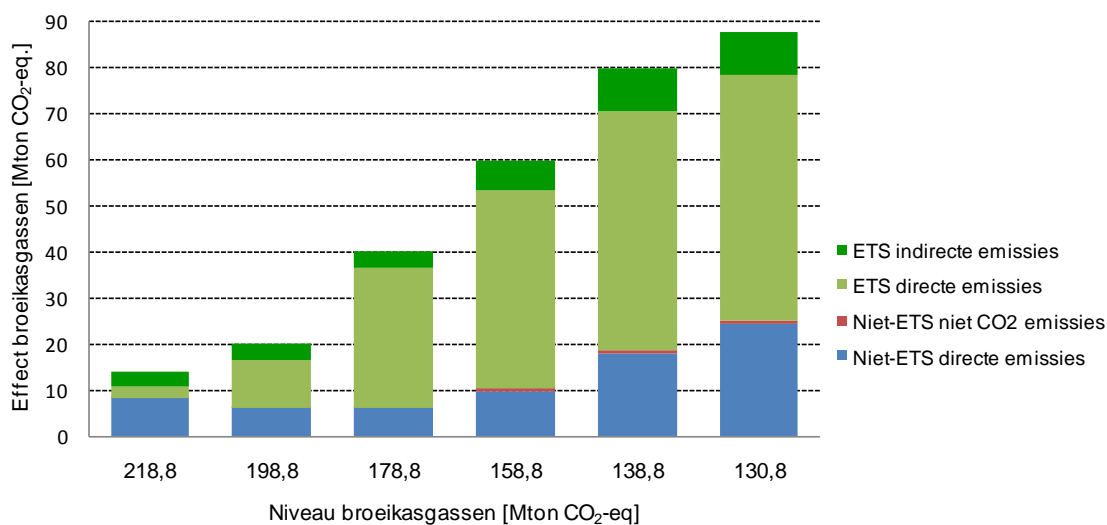


Figuur 3.3 *Broeikasgasreductie bijdrage door hernieuwbare energieopties (bijdrage per categorie, bovenop RR2010-SV)*

Zoals reeds aangegeven kan er nu ook een weergave van de emissiereducties naar ETS en niet ETS sectoren gegeven worden, zie Figuur 3.4. Binnen ETS wordt onderscheid gemaakt tussen directe emissies, d.w.z. reducties door maatregelen in de sector bijvoorbeeld hernieuwbare elektriciteitsproductie ter vervanging van fossiel gestookte centrales, en indirecte emissiereductie door bijvoorbeeld elektriciteitsbesparing bij de eindverbruikers. Zowel hernieuwbare elektriciteitsopwekking als besparing worden door de Analysetool van het Optiedocument gelijkwaardig behandeld: ze verdringen of vervangen beide fossiele stroom uit het referentiepark. Effecten van besparing bovenop een door vergaande inzet van hernieuwbare bronnen bijna emissievrij elektriciteitsproductiepark worden hier dus niet meegenomen.

Broeikasgasemissiereducties door opties zijn toegewezen aan de ETS en niet-ETS sectoren, deze omvatten ook meer dan enkel CO₂. Voor de niet-ETS sectoren is er expliciet een onderscheid gemaakt naar niet-CO₂ emissies, dit betreft dan voornamelijk CH₄ en N₂O emissies in de landbouw en F-gassen in de industrie.

De afname van de niet-ETS directe emissiereductie tussen het niveau van 218,8 en 198,8 Mton is te wijten aan het feit dat bij een niveau van 218,8 Mton, groen gas voor eindverbruik uit afval- en rioolwaterzuiveringstations (A/RWZI) wordt geproduceerd met een negatieve kosteffectiviteit (baat), maar dat bij toenemende doelniveaus er ter plekke elektriciteit mee wordt geproduceerd. Die stroom verdringt fossiele stroom en levert een groter reductie op dan vervangen van fossiel gas door CO₂-emissievrij groen gas. De emissiereductie wordt ook vanaf dan toegekend aan de categorie ETS directe emissies.



Figuur 3.4 *Broeikasgasreductie bijdrage naar ETS en niet-ETS sectoren (bijdrage per categorie, bovenop RR2010-SV)*

Met RR2010-SV als achtergrond en met alle geactualiseerde opties kan er er voor elk van de doelstoffen het volgende bereikt worden, zie Tabel 3.1. De maximale reductie is het totale effect van specifieke op die stof gerichte technische maatregelen, gecombineerd met neveneffecten van het geïnventariseerde potentieel aan andere doelstofmaatregelen. De maximale broeikasgasreductie is 43 procent. Voor de NEC-stoffen varieert dit tussen 18 procent voor ammoniak (NH₃) en 75 procent voor zwaveloxides (SO₂). Bij bijvoorbeeld SO₂ wordt deze reductie voor het grootste deel (22 kton) bereikt door end-of-pipe maatregelen maar deels ook door brandstofmixverschuivingen (11kton) en energiebesparing (2 kton).

Tabel 3.1 *Maximale reducties uit potentieelverkenning op basis van RR2010-SV*

	Emissies raming	Maximale reductie	Minimaal niveau	Eenheid	Reductie [%]
CO ₂	191,5	83,8	107,7	Mton CO ₂ -eq	44
CH ₄	13,5	4,2	9,3	Mton CO ₂ -eq	31
N ₂ O	11,0	0,5	10,5	Mton CO ₂ -eq	4
F-gassen	2,8	0,5	2,3	Mton CO ₂ -eq	18
OBG	27,3	5,0	22,3	Mton CO ₂ -eq	18
Broeikasgassen	218,8	88,3	130,5	Mton CO ₂ -eq	40
NO _x	184,9	85,7	99,2	kton	46
SO ₂	46,1	34,6	11,5	kton	75
NH ₃	118,4	21,0	97,4	kton	18
Verzuring	12,4	4,4	8,1	Mld zuureq.	35
NMVOS	149,3	26,4	122,9	kton	18
Fijn stof PM ₁₀	28,9	7,2	21,7	kton	25
Fijn stof PM _{2,5}	12,7	3,3	9,4	kton	26
Primair verbruik	3394	580	2814	PJ	17
Fossiel verbruik	3172	933	2239	PJ	29

3.2 Scenario met voorgenomen beleid inzake hernieuwbare energie: NREAP

3.2.1 Opbouw

RR2010-SV bevat de achtergrondgegevens voor de berekeningen met de AnalyseTool, maar is op zich geen doorgerekend scenario met de AnalyseTool, het dient als afzetpunt voor verdere berekeningen. Oorspronkelijk was het de bedoeling RR2010-SVV (voorgenomen beleid) door te rekenen om daarvan de effecten op de NEC-stoffen te bepalen. In de ReferentieRaming uit 2010 was dit niet gebeurd, dus inzicht over de NEC-effecten van voorgenomen klimaatbeleid ontbrak. Na overleg met PBL, de opdrachtgever van deze studie, en in het licht van de gewijzigde politieke situatie met het aantreden van het nieuwe kabinet eind 2010, werd besloten om af te stappen van dit scenario uit de raming 2010. Er werd geopteerd om het National Renewable Energy Action Plan (NREAP)⁵ als voorgenomen beleidsscenario te nemen. Het NREAP bevat de plannen van Nederland om de Europese doelstelling rond hernieuwbare energie te halen in 2020, deze bedraagt 14,5% op basis van finale energie. Dit is dus een scenario waarmee de duurzame energiedoelstelling in 2020 binnen bereik wordt gebracht. Zoals uit verdere analyse blijkt, leidt dit scenario ook tot bijkomende emissiereducties in de niet-ETS sectoren. Dit maakt dat dit scenario beschouwd kan worden als een scenario waarmee aan de EU-doelen voor zowel duurzame energie als klimaatemissies wordt voldaan. De onderzoeksvraag werd dus om van dit scenario de NEC- en de broeikasgaseffecten te bepalen.

Voor emissies van luchtverontreinigende stoffen is het NREAP-scenario in uitgangspunten (grotendeels) vergelijkbaar met het zogenaamde internationale GAINS/PRIMES-scenario waarbij het vertrekpunt is dat landen voldoen aan de aan hen opgelegde verplichte klimaat- en duurzame energiedoelen. Het GAINS/PRIMES-scenario wordt als centraal Europees scenario gebruikt bij onderhandelingen over een mogelijke verdere aanscherping van emissieplafonds voor NEC-stoffen (en PM_{2,5}) vanaf het jaar 2020.

Deze opdracht stelde een aantal uitdagingen, te weten de vertaling van de verwachtingen uit het NREAP naar gegevens bruikbaar voor de opties en de AnalyseTool, het verzamelen van gegevens voor nieuwe opties, nagaan of de beleidspotentiëlen in het NREAP aangegeven ook de technische potentiëlen zijn en het modelleren van de NREAP-bijdrages door de verschillende opties door middel van instrumentatie.

Het NREAP omvat drie hoofdthema's die bijdragen tot de 14,5% doelstelling: hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en biobrandstoffen in transport. Een eerste stap was het analyseren van de gegevens van de ze thema's uit het NREAP en die vergelijken met de overeenstemmende in RR2010-SV.

De bijdrage van biobrandstoffen loopt op tot 10.3% van de brandstofbehoefte in transport in het NREAP. Echter, dit percentage wordt reeds gehaald in RR2010-SV en is dus volledig verwerkt in de achtergrondgegevens. Bijkomende inzet van biobrandstofopties is dus niet vereist.

Voor hernieuwbare elektriciteit en warmte is dit niet zo, daar is wel extra inspanning vereist. Onderstaande Tabel 3.2 geeft aan per optie/techniek hoeveel finale elektriciteit en warmte geleverd wordt. Voor elektriciteit is verondersteld dat de in NREAP gehanteerde methode op basis van finaal verbruik, overeenstemt met hernieuwbare productie van dezelfde hoeveelheid stroom.

⁵ Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen, Richtlijn 2009/228/EG.

Tabel 3.2 *Finale duurzame elektriciteitsproductie in RR2010-SV en NREAP*

Elektriciteit [PJ _e]	RR2010-SV	NREAP	Vershil
Waterkracht	0,7	2,6	1,9
Zon-PV	0,7	2,0	1,4
Wind op zee	22,5	68,5	46,0
Wind op land	32,3	48,1	15,8
Vuilverbranding (AVI)	3,8	3,8	0,0
Biomassa kleinschalig	2,0	9,2	7,2
Biomassa grootschalig	0,0		
Bij- en meestook	0,0	30,1	30,1
Biomassa WKK	0,0		
RWZI	0,8	2,2	1,4
Mestvergisting	0,9	11,6	10,7
GFT-vergisting	0,4	1,7	1,3
Afvalwaterzuivering	0,2	1,2	1,0
Totaal	64,4	181,1	116,8

Voor warmte is de overeenstemming minder gelijklopend omdat een aantal opties ontbreken in NREAP of niet in detail zijn uitgesplitst. Tabel 3.3 geeft het overzicht over duurzame warmteproductie in beide gevallen. Zo geeft NREAP enkel warmte uit warmtepompen en koude-warmteopslag (KWO) samen, terwijl in RR2010-SV er onderscheid wordt gemaakt tussen elektrische en gaswarmtepomp en koude-warmteopslag. Bovendien geeft RR2010-SV ook nog koeling uit duurzame bronnen aan (6,9 PJ), terwijl (hernieuwbare) koeling niet in het NREAP voorkomt. Negatieve verschillen zijn niet verder uitgewerkt omdat het niet zeker is dat bestaande inzet zou afnemen. In de Analysetool zijn dus geen bijkomende aannames van de warmtepompopaties gemaakt.

Het negatieve verschil bij houtkachels is ook niet verder uitgewerkt, het zou wat extra gasverbruik en dus CO₂-emissies betekenen, maar gezien de grootte wordt dit verwaarloosbaar geacht.

Tabel 3.3 *Finale duurzame warmteproductie in RR2010-SV en NREAP*

Warmte [PJ]	RR2010-SV	NREAP	Vershil
Zonneboilers	0,3	1,0	0,7
Vuilverbranding	5,3		
Koude-warmteopslag	6,7*	-	
Aardwarmte (diepe geothermie)	1,1	10,8	9,8
Gaswarmtepomp	0,0*	-	
Elektrische warmtepomp	13,5*	15,8*	-4,4*
Biomassa kleinschalig	0,4		
Biomassa grootschalig	0,0		
Bij- en meestook	0,0		
Biomassa WKK	0,0		
Houtkachels	6,9	6,7	-0,2
RWZI	0,3		
Mestvergisting	0,3		
GFT-vergisting	0,1		
Afvalwaterzuivering	0,2		
Uit vaste biomassa, excl. kachels	5,7	20,6	14,9
Uit gasvormige biomassa	0,8	12,1	11,2
Groen gas	0,0	24,4	24,4
Totaal	34,9	91,2	56,3

* Deze getallen zijn gebruikt om het verschil te berekenen.

Waar deze tabellen ook geen inzicht in geven is de hoeveelheid warmte die samen met de hernieuwbare elektriciteit wordt opgewekt. Met name bij biomassa kleinschalig, bij vergisting en bij A/RWZI wordt ook bijkomend warmte gegeneerd uit vaste en gasvormige biomassa, resp. 1,44 en 4,52 PJ warmte. Deze hoeveelheden zijn bepaald uit de productiegegevens uit RR2010-SV en geschaald naar de groottes gegeven in de kolom 'verschil' in de tabel over elektriciteitsopwekking.

Een volgende stap behelste het vertalen van de NREAP doelen voor hernieuwbare elektriciteit en warmte naar inzet van opties.

Beschikbare opties voor elektriciteit waren:

- Zon PV.
- Kleinschalige waterkracht.
- Biomassa centrales.
- Co-vergisting van varkensmest.
- Co-vergisting van rundsmest.
- Biomassa meestoken in bestaande kolencentrales.
- Biomassa meestoken in nieuwe kolencentrales.
- Wind op land.
- Wind op zee.

Voor warmte:

- Zonneboilers huishoudens.
- Zonneboilers HDO.
- Groen gas uit vergassing van biomassa.
- Groen gas uit stortgas, A/RWZI.
- Groen gas uit (co) vergisting van mest.

Deze waren niet voldoende om het NREAP volledig te modelleren. Daartoe werden volgende nieuwe varianten (1) en/of opties (8) gecreëerd en toegevoegd aan de AnalyseTool:

- Biomassa centrale, variant 3 met warmteproductie (WKK).
- Elektriciteit uit A/RWZI.
- Elektriciteit uit GFT vergisting.
- Bio-olie WKK industrie*.
- Bio-olie WKK glastuinbouw*.
- Biomassaketel industrie*.
- Biomassaketel landbouw*.
- Reststroomwarmte industrie.
- Diepe geothermie landbouw.

* Deze opties zijn toegevoegd naar aanleiding van informatie over potentieel vermeld in het rapport 'Aanvullende beleidsopties Schoon en Zuinig', ECN-E-10-015).

De inzet van de elektriciteitsopties kon eenduidig gebaseerd worden op de verwachte finale elektriciteitsproductie uit NREAP. Voor duurzame warmte was dit niet geval, de AnalyseTool bevat immers (nog) niet een warmtebalans vergelijkbaar met de bestaande elektriciteitsbalans. De opties in de warmtesfeer zijn gemodelleerd met 'vermeden PJ aardgas' en niet met 'warmte'. De conversie van warmte naar vermeden aardgas is gebeurd met een aangenomen ketelrendement voor de aardgasketels waarvan de warmteproductie verdrongen wordt door de hernieuwbare warmteopties. Technische en kostdata voor de warmteopties zijn gehaald uit het rapport 'Conceptadvies basisbedragen 2011 voor elektriciteit en groen gas in het kader van de SDE-regeling', ECN-E-10-053.

Met deze opties werden dan de doelen van NREAP ingevuld. Waar meer dan 1 optie beschikbaar bleek, werd het doel evenredig verdeeld over de opties (bijvoorbeeld zonneboilers in huis-

houdens en HDO), of op grond van ander redenen preferentieel aan één optie toegekend waarbij de andere optie(s) het restant - indien aanwezig - toebedeeld kregen (bijvoorbeeld biomassa meestook, preferentieel bij bestaande kolencentrales omdat die 'meestook-ready' zijn, dus minder kosten behoeven dan nieuwe kolencentrales waar nog een biomassa opslag en transportsysteem moet gebouwd worden).

De inzet van opties wordt dus via factoren ingevoerd als instrumentatie in de AnalyseTool. Deze instrumentatie geldt als bepalend voor het doorrekenen van het NREAP-scenario.

3.2.2 Resultaten

Met alle gegevens zoals hierboven beschreven kon dan een nieuw scenario, 'NREAP' genaamd, in de AnalyseTool ingevoerd en uitgerekend worden. Dit is geen potentieelverkenning- of optimalisatiescenario, maar een narekening van de vastgelegde aannames, door middel van instrumentatie. Het model zal dus rekenen naar één oplossingspunt en enkel dat geeft de uiteindelijke effecten van de geïnstrumenteerde opties weer.

De AnalyseTool kan op dit moment echter niet op basis van finaal verbruik rekenen, vandaar dat vermeden fossiel als benadering gebruikt is. Om dit mogelijk te maken, zou er per optie voor de brandstofinzet of productie moeten aangegeven worden of en hoe dit als finaal verbruik meetelt. Voor warmte geldt nog een bijkomende vertaling naar vermeden aardgas.

De resultaten voor vermeden fossiel verbruik die met de AnalyseTool zijn gekomen zijn in onderstaande tabel samengebracht met de resultaten uit de Ramingsscenario's. Het is immers zo dat NREAP heel sterk gebaseerd was op dezelfde aannames rond hernieuwbaar als het scenario met voorgenomen beleid uit de raming (RR2010-SVV). Aangezien voor NREAP ook RR2010-SV als achtergrond gebruikt is, is het verschil tussen RR2010-SVV en RR2010-SV grotendeels vergelijkbaar met NREAP. Kleine verschillen zijn onder meer te wijten aan een iets verschillende rekenmethode voor vermeden fossiel in de raming en in de AnalyseTool. Deze laatste gaat uit van wat er werkelijk verdrongen wordt, inclusief veranderingen in bijvoorbeeld het centrale elektriciteitsproductiepark of effecten door gebruik van elektriciteit door deze hernieuwbare opties. Het meest opmerkelijk verschil is echter terug te vinden in biomassa warmte, hierbij komt 22 PJ verdrongen fossiel meer voor in NREAP. Dit komt omdat in RR2010-SVV warmte minder goed in de beleidsverwachtingen was opgenomen. Ook dient opgemerkt te worden dat in de doorrekeningen met de analysetool geen rekening wordt gehouden met (macro-)economische of andere terugkoppeling door inzet van opties. Daarom komen er in de waarden voor NREAP en NREAP Opti geen negatieve getallen voor zoals in het verschil RR2010SVV-SV.

Tabel 3.4 *Vermeden fossiele energie in RR2010 en NREAP [PJ]*

Opties [PJ]	Vershil RR2010 SVV-SV	NREAP	NREAP opti
Zonneboilers	0,2	1,0	
Zon-PV	3,1	3,0	
Wind op zee	101,2	99,7	72,8
Wind op land	35,6	34,30	35,4
Vuilverbranding	0,1		4,5
Warmte-koudeopslag	-0,2		3,5
Waterkracht	4,1	4,0	
Aardwarmte	9,6	10,8	33,3
Gaswarmtepomp	0,0		
Elektrische warmtepomp	-0,4		
Groen gas	23,4	25,2	10,1
Biomassa kleinschalig	17,3	13,9	
Biomassa grootschalig	0,0		
Bij- en meestook	69,4	72,0	86,3
Biomassa WKK	0,0		29,0
Houtkachels	0,0		
RWZI	0,8	-	-
Mestvergisting	26,3	21,9	
GFT-vergisting	3,3	3,1	3,2
Afvalwaterzuivering	3,6	5,4*	5,6*
Transportbiobrandstoffen	-4,4		
Biomassa warmte		22,6	33,29
Totaal	293,0	316,9	316,9

* Inclusief RWZI.

De derde kolom (NREAP Opti) geeft een andere oplossing weer die dezelfde hoeveelheid fossiele energie verdringt als NREAP, gebruik makend van alle hernieuwbare opties maar nu niet via instrumentatie maar op basis van kostoptimalisatie.

Gebaseerd op doelen qua finaal energieverbruik, levert het NREAP-scenario ook emissiereducties op voor de meeste doelstoffen, zie Tabel 3.5. De reducties van de luchtverontreinigende stoffen door NREAP zijn beperkt of nemen zelfs licht toe. SO₂ is een positieve uitschieter met een reductie van 4 kton of 10 procent door verdringing van kolengebaseerde elektriciteit door biomassa meestook en wind. NO_x reduceert netto licht met 4 kton wat vooral wordt veroorzaakt door de opties windenergie op land en op zee. Biomassa en biogas inzet zorgt echter voor een toename van 1,5 kton NO_x. De toename van NH₃ en NMVOS is te wijten aan de verhoogde inzet van biomassa en aan gas uit vergisting.

Tabel 3.5 *Reducties door NREAP*

Doelstof	Reductie	Eenheid	Reductie % t.o.v. RR2010-SV
CO ₂	25,1	Mton CO ₂ -eq	13
CH ₄	3,4	Mton CO ₂ -eq	25
N ₂ O	-0,2	Mton CO ₂ -eq	-2
OBG	3,2	Mton CO ₂ -eq	12
Broeikasgassen	28,3	Mton CO ₂ -eq	13
NO _x	4,6	kton	2
SO ₂	4,7	kton	10
NH ₃	-0,5	kton	-0

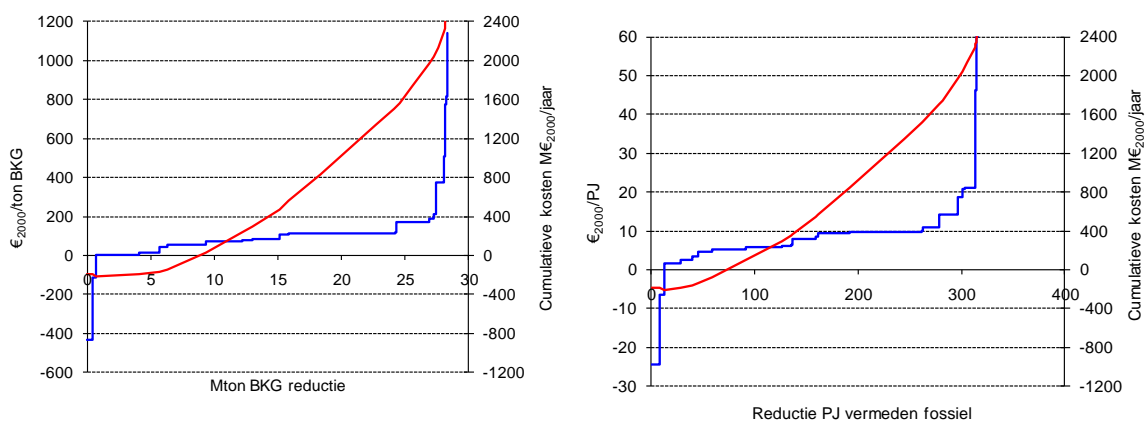
Doelstof	Reductie	Eenheid	Reductie % t.o.v. RR2010-SV
Verzuring	0,2	Mld zuureq,	2
NMVOS	-1,5	kton	-1
Fijn stof PM ₁₀	0,2	kton	1
Fijn stof PM _{2,5}	0,2	kton	1
Primair verbruik	20,8	PJ	1
Fossiel verbruik	316,9	PJ	10

Indien er aangenomen wordt dat de 32 TWh fossiel opgewekte stroom die in NREAP ondersteld is verdrongen te worden door hernieuwbare stroom, toch geproduceerd blijft, bijvoorbeeld als extra export, dan worden de effecten in Tabel 3.5 kleiner. Van de broeikasgasreductie blijft amper 7 Mton over. Voor alle NEC-stoffen is het zelfs zo dat er een toename van emissies plaatsvindt, zie Tabel 3.6. Op het eerste zicht lijkt dit vreemd, behoud van fossiele productie zou niet tot toenames mogen leiden, maar dit geldt enkel indien de vervangende stroom NEC-emissievrij is. Dit is echter niet steeds het geval, wel voor bijvoorbeeld wind en PV, maar niet voor biomassa en biogas. Daarenboven hebben sommige toepassingen in NREAP een hogere NEC-emissiefactor in vergelijking met de centrales waarvan ze de stroom verdringen.

Tabel 3.6 *Emissiereducties indien NREAP stroom behouden blijft*

	BKG Mton CO ₂ -eq	NO _x kton	SO ₂ kton	NH ₃ kton	NMVOS kton	PM ₁₀ kton	PM _{2,5} kton
Netto effect	6,8	-4,8	-1,5	-0,5	-1,8	-0,2	-0,2

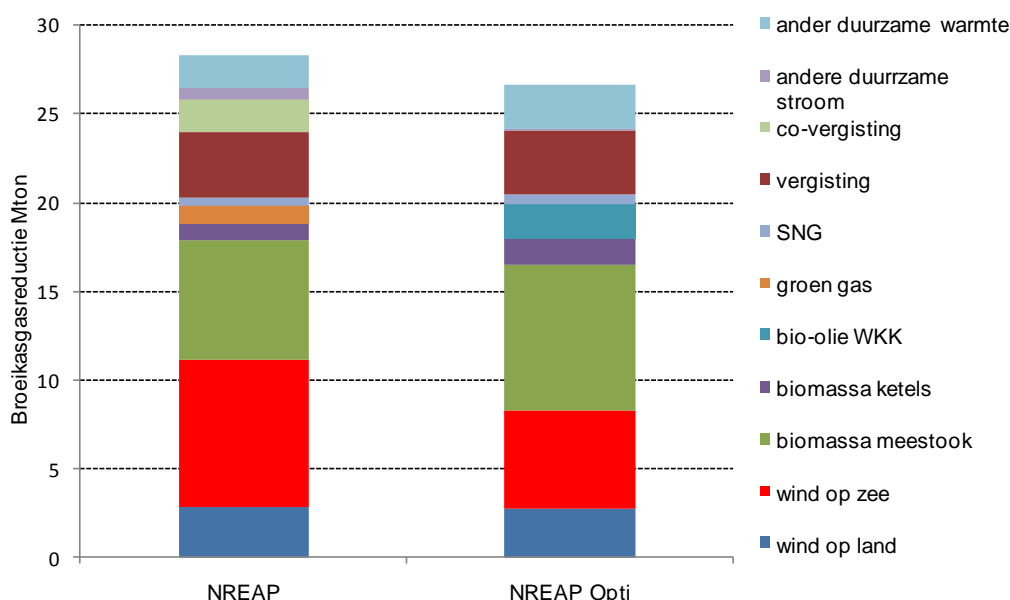
De reducties behaald door NREAP kunnen door een kostencurve per Mton broeikasgas of per PJ vermeden fossiel worden voorgesteld in Figuur 3.5. De kosteneffectiviteit is de geannualiseerde kost van de optie in 2020. Deze kost houdt rekening met investeringskosten, operationele kosten en brandstofkosten. De reductie overeenstemmend met het behalen van de doelstelling van 14,5% duurzame energie bedraagt resp. 28 Mton of 317 PJ. De opties met de negatieve kosteneffectiviteit zijn de warmtewinning uit industriële reststromen en warmteherwinning bij AVI's. Aan het andere eind van de kostencurve (blauwe lijn, linker as) vinden we (duurdere) eindsector opties zoals warmtepompen en PV. De totale, over de opties gesommeerde, jaarlijkse kosten (rode lijn, rechter as) om NREAP te realiseren in 2020 bedragen, volgens de nationale kostenmethodiek, 2,5 mld €₂₀₀₀.



Figuur 3.5 *Kostencurves voor broeikasgas- en fossiele energie reductie door NREAP*

Van de 28 Mton broeikasgasreductie vindt er ook reductie plaats bij niet-ETS sectoren. Deze reductie bedraagt ongeveer 3,5 Mton. Deze hoeveelheid komt ongeveer overeen met het kabinetsdoel voor emissiereductie bij de niet-ETS sectoren (ongeveer 3Mton) waarmee Nederland aan het Europese doel voor BKG in 2020 voldoet. Dit betekent dat met het NREAP-scenario ook voldaan wordt aan het Europese BKG-emissiedoel. NREAP is daarmee een mogelijk scenario waarmee zowel aan de Europese duurzame energiedoelstelling als het klimaatdoel wordt voldaan. Zoals aangegeven is dit scenario daarmee in uitgangspunten vergelijkbaar met het internationale GAINS/PRIMES-scenario, dat eveneens uitgaat van realisatie van klimaat en EU-doelen in de Europese lidstaten

Zoals reeds hierboven vermeld is er ook een variant op NREAP doorgerekend. Deze veronderstelt dat dezelfde hoeveelheid fossiel energie dient vermeden te worden door inzet van enkel hernieuwbare energie-opties. Deze doorrekening gebeurt nu wel op basis van kost-effectiviteit en geeft de optimale oplossing voor het gestelde probleem. Hoewel de hoeveelheid vermeden fossiele energie hetzelfde is gebleven, is de invulling ervan beduidend verschillend (zie ook Tabel 3.4). Duurzame warmte, biomassa WKK en biomassa meestook in kolencentrales dragen meer bij dan in NREAP. Duurdere eindsectoropties, maar ook wind en co-vergisting van mest, zien hun bijdrage verkleinen of verdwijnen. Door de gewijzigde inzet van opties bedraagt de broeikasgasreductie ook wat minder en komt op bijna 27 Mton uit.



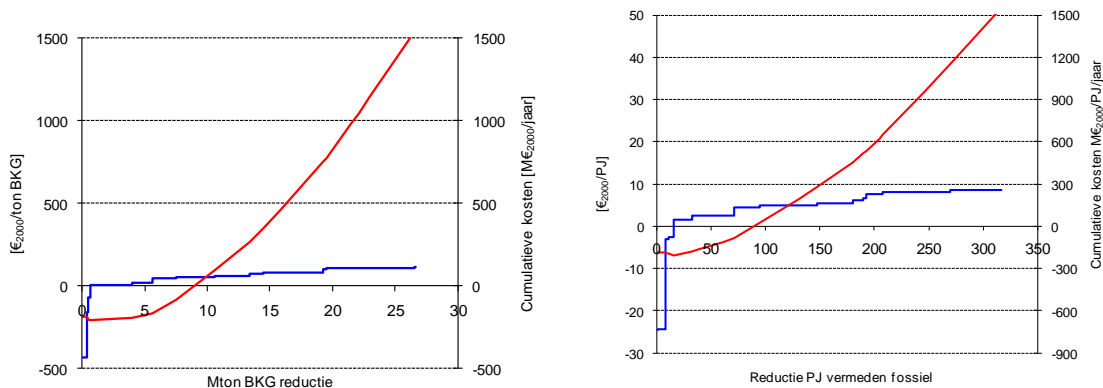
Figuur 3.6 Broeikasgasreductie door hernieuwbare energie opties in NREAP

Ook nu komt de reductie in de niet-ETS sectoren op 3,5 Mton uit, door de inzet van biomassa-WKK en -ketels in industrie en landbouw. In deze sectoren worden de effecten van de opties verdeeld over ETS en niet-ETS bedrijven.

Voor de NEC-stoffen zijn de effecten van een kostenoptimale invulling van de NREAP doelen klein:

- NO_x: 0,9 kton meer reductie.
- SO₂: 0,9 kton minder reductie.
- NH₃: 0,1 kton meer reductie.
- NMVOS: 0,1 kton minder toename.
- PM₁₀ en PM_{2,5}: 0,3 en 0,4 kton toename.

De totale geannualiseerde kosten in 2020 bedragen nu nog 1,5 mld €₂₀₀₀, een besparing met bijna 40% ten opzichte van NREAP, zie Figuur 3.7.



Figuur 3.7 *Kostencurves broeikasgassen en fossiele energie bij geoptimaliseerd NREAP*

3.3 Scenario vertrekkende van uitgevoerd NREAP

Op aanvraag van PBL is er een derde scenario opgesteld. Dit scenario is inclusief de realisaties van het NREAP zoals hiervoor beschreven. Dit stemt overeen met een nieuw achtergrondscenario, zoals RR2010-SV er één was met vastgesteld beleid. Dit nieuwe scenario is dus met voorgenomen beleid zoals geformuleerd in het NREAP. De achtergrondwaarden van dit nieuwe scenario zijn die van RR2010-SV min de effecten van NREAP (zie Tabel 3.5). Het potentieel van de opties wat nog beschikbaar is in dit nieuwe scenario, is verminderd met het aandeel van de optie dat ingezet is in NREAP. Dit slaat dus voornamelijk op de hernieuwbare energieopties.

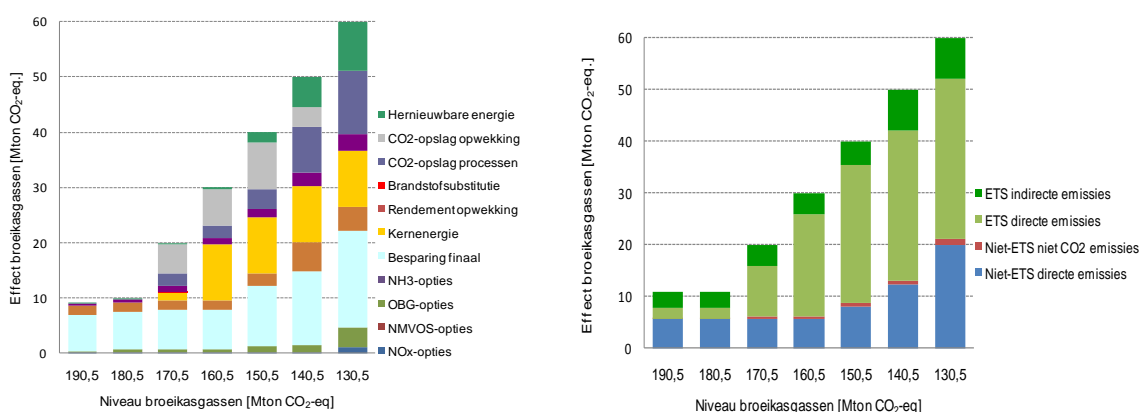
Verder zijn in dit scenario de elektriciteitsprijzen voor de eindverbruikers verhoogd om rekening te houden met de bijkomende SDE-bijdrage voor de extra duurzame elektriciteit zoals voorzien in NREAP. Van SDE voor duurzame warmte is op het moment dat dit rapport is opgesteld wel sprake, maar er zijn daarvoor nog geen bedragen of grootteordes financiering bekend.

Dit scenario kan opnieuw gebruikt worden om een potentieelverkenning uit te voeren naar de verschillende doelstoffen. De effecten zoals vermeld in Tabel 3.6 vallen echter lager uit dan de verkenning vertrekkende van RR2010-SV. Echter, de minimale niveaus zijn, op een paar procent na, dezelfde als die op basis van een verkenning ten opzichte van RR2010-SV (zie Tabel 3.1). De iets andere minimale niveaus zijn toe te schrijven aan de iets andere fossiele elektriciteitsparksamenstelling in dit scenario (meer biomassa meestook vergeleken met RR2010-SV).

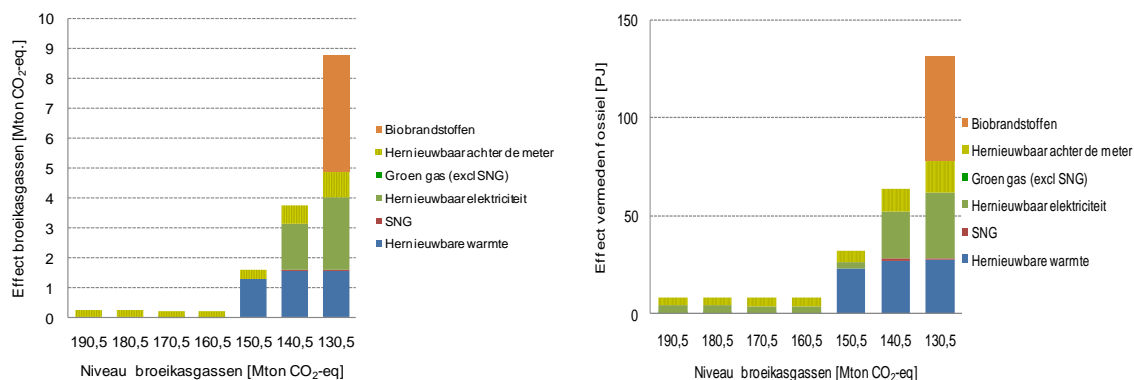
Tabel 3.7 *Maximale reducties uit potentieelverkenning op basis van RR2010-SV + NREAP*

	Emissies raming	Maximale reductie	Minimaal niveau	Eenheid	Reductie [%]
CO ₂	166,4	58,8	107,6	Mton CO ₂ -eq	35
CH ₄	10,1	0,9	9,2	Mton CO ₂ -eq	9
N ₂ O	11,2	0,5	10,8	Mton CO ₂ -eq	4
F-gassen	2,8	0,5	2,3	Mton CO ₂ -eq	18
OBG	24,1	1,7	22,4	Mton CO ₂ -eq	7
Broeikasgassen	190,5	60,0	130,5	Mton CO ₂ -eq	31
NO _x	180,4	79,5	100,8	kton	44
SO ₂	41,4	29,5	12,0	kton	71
NH ₃	118,9	21,4	97,5	kton	18
Verzuring	12,2	3,8	8,4	mld zuureq.	31
NMVOS	150,8	26,3	124,6	kton	17
Fijn stof PM ₁₀	28,7	6,9	21,9	kton	24
Fijn stof PM _{2,5}	12,6	3,1	9,5	kton	24
Primair verbruik	3373	506	2867	PJ	15
Fossiel verbruik	2855	622	2233	PJ	22

Door de implementatie van NREAP, opgenomen in de achtergrondwaarden, is het aandeel dat hernieuwbare energie-opties nog kunnen bijdragen aan verdere reductie beperkt. De grootste bijdrages zijn nu afkomstig van besparing, CO₂-afvang bij industriële processen en van kernenergie. Van het aandeel hernieuwbare energie maakt de inzet van meer dan de momenteel afgesproken 10 procent biobrandstoffen in verkeer bijna de helft uit (Figuur 3.9). In Figuur 3.9 is ook de bijkomende bijdrage aan vermeden fossiel van de hernieuwbare opties uitgezet. Bij de maximale BKG-reductie, wordt er nog 130 PJ vermeden (NREAP leidt tot 317 PJ verdringing). Indien er geen rekening gehouden wordt met vraagvermindering door besparing, stemt deze 130 PJ overeen met 3,4 procent extra finaal verbruik van duurzame energie, wat het totaal op 17,9 procent brengt. Dit is echter een schatting, geen definitief getal, de Analysetool kan immers nog niet ingezet worden om naar de maximale duurzame inzet in finaal verbruik te rekenen.

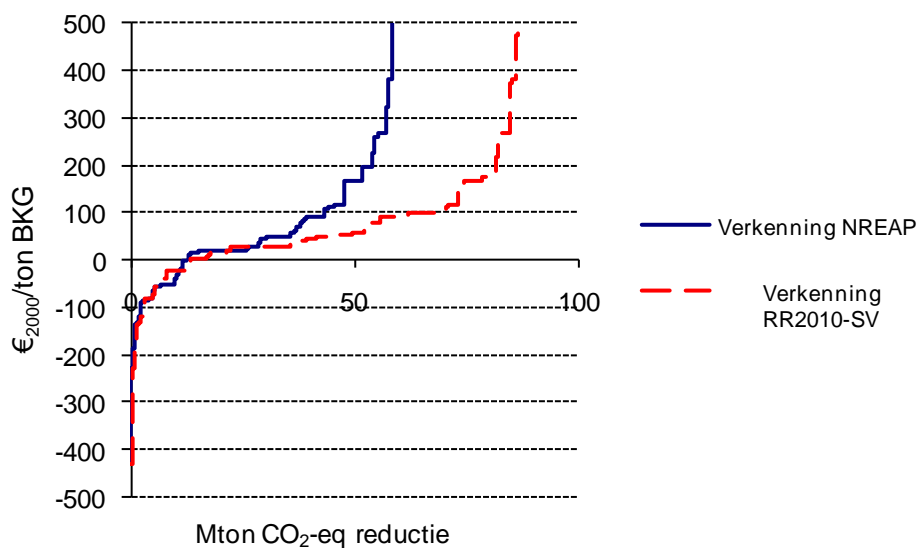


Figuur 3.8 *Broeikasgasreductie bijdrage per categorie bovenop NREAP*



Figuur 3.9 *Broeikasgasreductie en vermeden PJ fossiel bijdrage door hernieuwbare energieopties*

Het verschil in kostencurve van beide verkenningsscenario's is toe te wijzen aan NREAP. Een aantal opties uit de verkenning op basis van RR2010-SV komt niet meer voor in de kostencurve van deze verkenning omdat de opties reeds in het NREAP-scenario verwekt zijn. Uit het verschoven maar parallelle verloop van beide curves blijkt dat dit vooral opties uit het segment 20-150 €/ton CO₂-eq zijn. Het deel van de kostencurve met negatieve kosteneffectiviteit en het deel met hoge kosteneffectiviteit (> 200 €/ton) zijn in beide gevallen nagenoeg hetzelfde.



Figuur 3.10 *Kostencurve broeikasgasreductie verkenningsscenario's*

4. Conclusies

De actualisatie van het optiedocument op basis van het vastgestelde beleid uit de meest recente raming (RR2010-SV) levert de vertrekbasis voor verdere analyses naar emissie- of energiereductie. Technische opties in de elektriciteitssector, voor duurzame energie en in de transportsector zijn in detail herzien of nieuw toegevoegd. Emissie-effecten op luchtverontreinigende stoffen (SO₂, NO_x, NH₃, NMVOS en fijn stof PM₁₀ en PM_{2,5}) van het gehele optiepakket zijn aangepast op basis van de meest recente informatie, o.a. uit het BOLK project. Er moet echter voorbehoud gemaakt worden voor de hier gepresenteerde resultaten. Immers zijn de broeikasgasreductie-opties in een aantal sectoren, met name gebouwde omgeving, landbouw en industrie, niet herzien. Het ontbrak aan de middelen om dit uit te voeren want het betreft ook een herziening van de onderliggende rekentools. Het potentieel van deze opties is echter via schaling in lijn gebracht met het achtergrondscenario RR2010-SV vergeleken met UR-GE uit 2009. Wel zijn in de verkeerssector, de elektriciteitsopwekking en voor duurzame energie, NO_x, SO₂, NH₃, NMVOS en fijn stof de opties volledig herzien en aangevuld. Voor de NEC-stof NMVOS (niet-methaan vluchtige organische stoffen) geldt echter dat de oude opties wel zijn bestudeerd en op onderdelen aangepast (waar nieuwe informatie voorhanden was bij de experts) maar dat er geen uitvoerige studie is uitgevoerd naar verdere mogelijkheden in Nederland om NMVOS te reduceren. Het technisch potentieel aan reductie-opties zou groter kunnen zijn dan nu geïnventariseerd. Daarnaast zijn kosten voor de NMVOS-opties onzeker.

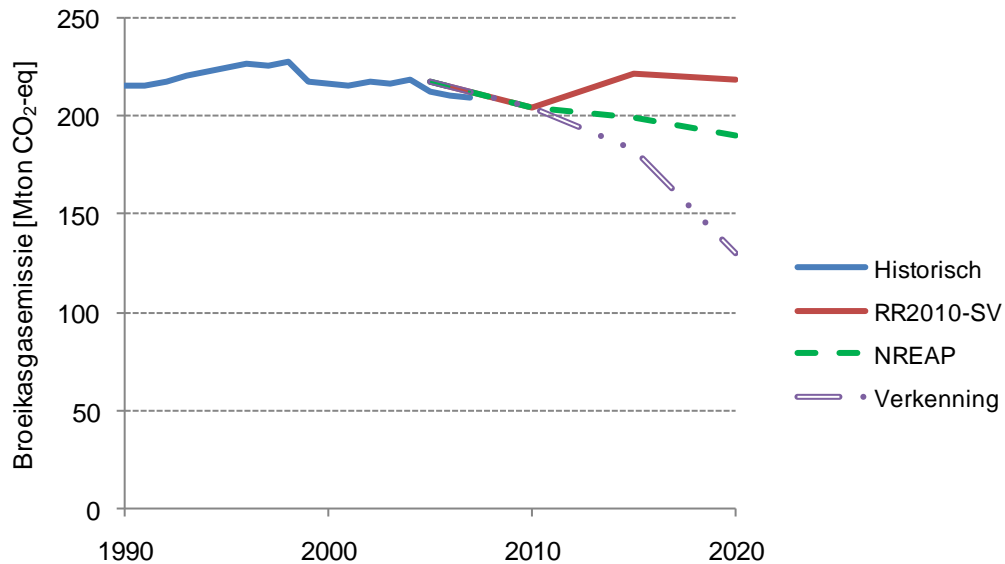
Een van de belangrijkste taken voor de toekomst van het Optiedocument, is om ook voor de sectoren gebouwde omgeving, landbouw en industrie de technische broeikasgasreductiemaatregelen te actualiseren. Die actualisatie betreft dan de maatregel zelf, het potentieel, de kosten en de neveneffecten op energie en emissies.

Op basis van RR2010-SV kan er ruim 88 Mton broeikasgas, of 40 procent, gereduceerd worden met maatregelen binnen Nederland. Door inzet van opties met de flexibele mechanismen (CDM, JI en ETS), aankoop van groene stroom uit het buitenland en wijzigingen in de elektriciteitsexportbalans kan de broeikasgasreductie nog vergroot worden bovenop de binnenlandse reductie. Om dit te realiseren zijn echter beslissingen op beleidsniveau nodig en deze zijn niet meegenomen in de hier gepresenteerde technische verkenning.

Indien het Nationale Actieplan Hernieuwbare Energie, NREAP zoals ingediend bij de Europese Commissie in 2010, uitgevoerd wordt, levert dit niet enkel de geplande 14,5 procent duurzame energie (op basis van finaal verbruik) op, maar ook 28 Mton broeikasgasreductie (13% reductie). Daarvan wordt 24,8 Mton binnen de ETS sectoren gereduceerd en 3,5 in de niet-ETS sectoren. De reducties van de luchtverontreinigende stoffen door NREAP zijn beperkt of nemen zelfs licht toe. De toename van NH₃ en NMVOS is te wijten aan de verhoogde inzet van biomassa en aan gas uit vergisting. SO₂ is een positieve uitschieter met een reductie van 4 kton of 10 procent door verdringing van kolengebaseerde elektriciteit door biomassa meestook en wind. NO_x reduceert netto licht met 4 kt wat vooral wordt veroorzaakt door de opties windenergie op land en op zee. Biomassa en biogas inzet zorgt echter voor een toename van 1,5 kton NO_x.

Hetzelfde doel als NREAP kan ook op een meer kostoptimale manier bereikt worden, de totale geannualiseerde kosten in 2020 bedragen in dat geval 1,6 mld €₂₀₀₀ in plaats van 2,5 mld €₂₀₀₀.

Een potentiëleverkenning bovenop het NREAP niveau geeft aan dat nog 60 Mton broeikasgasreductie technisch mogelijk is. Het grootste aandeel hiervan wordt door besparing gerealiseerd, gevolgd door CO₂-afvang bij industriële processen en de inzet van kernenergie. Er is echter nog weinig bijdrage door duurzame energie-opties, hun inzet in NREAP put het potentieel bijna volledig uit. Biobrandstoffen in het verkeer (>10 procent) levert het grootste aandeel van de duurzame bijdrage.



Figuur 4.1 Broeikasgasemissies 1990-2020⁶

⁶ De waarden voor 2015 zijn niet berekend, maar een schatting.

Referenties

- CBRB (2010): *Walstroom binnenvaart*. CBRB Expres info, nr. 39, 9 april 2010.
- Daniëls, B.W., C.W.M. van der Maas et al. (2009): *Actualisatie referentieramingen energie en emissies 2008-2020*. ECN-E--09-010, ECN/PBL, Petten, augustus 2009.
- Daniëls, B.W., H.E. Elzenga (2010): *Aanvullende beleidsopties Schoon en Zuinig*. ECN-E--10-015, ECN/PBL, Petten, april 2010.
- Daniëls, B.W., S. Kruitwagen (2010): *Referentieraming energie en emissies 2010-2020*. ECN-E--10-004, ECN/PBL, Petten, april 2010.
- Entec (2005): *Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments. Task 2a - Shore-Side Electricity Final Report*. Entec UK Limited, August 2005.
- EU (2009a): *Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en houdende wijziging en intrekking van Richtlijn 2001/77/EG en Richtlijn 2003/30/EG*. L 140/16 NL Publicatieblad van de Europese Unie, 5 juni 2009.
- EU (2009b): *Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and the Council of 23 April 2009 setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles*.
- EU (2009c): *Verordening (EG) Nr. 661/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 13 juli 2009 betreffende typegoedkeuringsvoorschriften voor de algemene veiligheid van motorvoertuigen, aanhangwagens daarvan en daarvoor bestemde systemen, onderdelen en technische eenheden*. Publicatieblad van de Europese Unie L 200/1, 31 Juli 2009.
<http://www.europarl.europa.eu/oeil/FindByProcnum.do?lang=2&procnum=COD/2008/0100>
- EU (2009d): *Verordening (EG) Nr. 1222/2009 van het Europees Parlement en de Raad van van 25 november 2009 inzake de etikettering van banden met betrekking tot hun brandstofefficiëntie en andere essentiële parameters*. (Publicatieblad van de Europese Unie L 342/46, 22 december 2009.
- Hoen, A. et al. (2010): *Verkeer en vervoer in de Referentieraming Energie en Emissies 2010-2020 Broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen*. PBL 500161003, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven, 2010.
- Hulskotte, J.H.J. (2009): *Korte verkenning van enkele opties voor uitstootbeperking in de binnenvaart in de periode 2010-2020*. TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht, november 2009.
- Jansen, J.C. et al. (2011): *Cost-benefit analysis of alternative support schemes for renewable electricity in the Netherlands*. ECN-E-11-003, ECN, Petten, 2011.
- Lensink, S.M. et al. (2010): *Conceptadviesbasisbedragen 2011 voor elektriciteit en groen gas in het kader van de SDE-regeling*. ECN-E10-053, ECN/KEMA, Petten, juli 2010.
- Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen*. Richtlijn 2009/28/EG (2010). Official Journal of the European Union L 140/1, 5 June 2009.
- Otten, M.B.J., H.P. van Essen (2009): *Langzamer is zuiniger, Verkenning van de klimaatwinst van snelheidsverlaging op de snelweg*. CE, Delft, juni 2009.

- Port of Rotterdam (2008): *Stena Line en Havenbedrijf willen walstroom in Hoek van Holland*. Havenbedrijf Rotterdam, 11 december 2008.
- Port of Rotterdam (2010): *Clean ships get discount on sea harbour dues*. Havenbedrijf Rotterdam, 2010.
- Saladas, J., C. van der Tak, J. Hulskotte (2010): *Emissions 2008: Netherlands Continental Shelf, Port Areas and Ostar Region II*. Report No. 23502.620_B/2 1, Marin, Wageningen, 7 June 2010.
- Smekens, K.E.L. et al. (2010): *Actualisatie Optiedocument 2009. Opties voor het verminderen van broeikasgasemissies, energiegebruik en luchtverontreiniging*. ECN-E-10-011, ECN/PBL, Petten, oktober 2010.
- Smekens, K.E.L., A.J. Plomp, B. Sie (2009): *Aanpassing Analysetool van het optiedocument*. ECN-E--09-086, ECN/PBL, Petten, december 2009.
- Verbeek, R. et.al. (2009): *Impact of biofuels on air pollutant emissions from road vehicles, phase 2*. MON-RPT-033-DST-03967, TNO Science and Industrie, Delft, 18 December 2009.
- VNA (2010): *Autoleasemarkt Jaarcijfers 2009*. Vereniging van Nederlandse Autoleasemaatschappijen, Bunnik, 2010.

Bijlage A Actualisatie AnalyseTool en Optiedocument

A.1 Achtergrondwaarden emissies en energieverbruik

Uit de ReferentieRaming 2010 kunnen rechtstreeks de waarden voor de emissieniveaus van broeikasgassen en luchtverontreiniging voor 2020 gehaald worden. Als referentie wordt het scenario met vastgesteld beleid (RR2010-SV) aangehouden. Ook de waarden voor het primaire en fossiele energieverbruik zijn nodig om de achtergrondgegevens te completeren.

In Tabel A.1 zijn de achtergrondwaarden weergegeven. Ter vergelijking zijn ook die van de vorige actualisatie opgenomen waaruit blijkt dat broeikasgasemissies ongeveer 35 Mton CO₂-eq lager uitvallen dan in URGE2009, het energieverbruik, zowel primair als fossiel ligt 600 PJ lager. Het post-crisis scenario en meer opgenomen beleid zijn daar debet aan. Voor een uitgebreidere analyse wordt verwezen naar (Daniëls en Kruitwagen, 2010).

Tabel A.1 Achtergrondwaarden voor 2020

	Emissies RR2010-SV	Emissies URGE 2009	
CO ₂	191,5	224,6	Mton CO ₂ -eq
CH ₄	13,5	14,6	Mton CO ₂ -eq
N ₂ O	11,0	12,1	Mton CO ₂ -eq
F-gassen	2,8	2,7	Mton CO ₂ -eq
OBG	27,3	29,4	Mton CO ₂ -eq
Broeikasgassen	218,8	254,0	Mton CO ₂ -eq
NO _x	185,3	198,5	kton
SO ₂	46,1	48,0	kton
NH ₃	118,4	129,0	kton
Verzuring	12,4	13,4	mld zuurequivalenten
NMVOS	149,3	165,0	kton
Fijn stof PM ₁₀	28,9	35,0	kton
Fijn stof PM _{2,5}	12,7	-	kton
Fijn stof	28,9	35,0	kton
Primair verbruik	3394	3942	PJ
Fossiel verbruik	3172	3730	PJ

A.2 Brandstofprijzen

Net zoals bij de vorige actualisatie vormen ook de vooruitzichten voor de brandstofprijzen een belangrijk gegeven voor de AnalyseTool, immers brandstofprijseffecten worden in de Tool berekend en toegekend aan de ander kosten van een optie.

De methodologie voor het bepalen van de verschillende brandstofprijzen in de Tool, te weten de nationale kosten en de sectorale kosten (voor meer details over kosten, zie [Daniëls en Farla, 2006]), is dezelfde gebleven. Uitgaande van de kale commodityprijs wordt de nationale prijs voor aardgas, kolen en olie bepaald. Voor elektriciteit wordt een gewogen gemiddelde van de dal- en piekprijs genomen, gebaseerd op gewichtsfactoren die ook in eerdere prijsbepalingen werden gebruikt.

Prijzen van afgeleide energiedragers, voornamelijk olieproducten zoals benzine en diesel, worden dezelfde opschaalfactoren bovenop de olieprijs gebruikt als voorheen bepaald. In vergelijking met URGE 2009 zijn de olie- en elektriciteitsprijzen lager geworden, voor gas en kolen is er geen wijziging.

Voor de sectoral prijzen wordt er nog eens onderscheid gemaakt tussen eindverbruikers- en WKK prijzen. De prijzen voor gas en elektriciteit komen rechtsreeks uit de brandstofprijsberekeningen uitgevoerd voor de ReferentieRaming. Voor eindgebruikers geldt de totale prijs, voor WKK enkel het deel commodityprijs en transport. De prijzen voor gas en elektriciteit zijn op (sub)sectorniveau beschikbaar. Voor de andere brandstoffen is een andere methodologie gevolgd: de sectorprijzen voor RR2010-SV zijn bepaald uit de in URGE 2009 sectorprijzen verhoogd met het verschil tussen de nationale prijzen voor die brandstof:

$$\text{sectorprijs}_{\text{RR2010-SV}} = \text{sectorprijs}_{\text{URGE2009}} + (\text{nationale prijs}_{\text{RR2010-SV}} - \text{nationale prijs}_{\text{URGE2009}})$$

In bijlage B is een overzicht van de verschillende brandstofprijzen opgenomen die gebruikt worden in de AnalyseTool voor RR2010-SV.

A.3 Broeikasgas-optieaanpassingen per sector

A.3.1 Elektriciteitsopwekking

De elektriciteitsopwekking in RR2010-SV heeft de volgende kenmerken:

- Hoofdzakelijk kolen gebaseerd qua productie (46 TWh of 54% van de centrale productie).
- Hoofdzakelijk gas (STEG) gebaseerd qua capaciteit (9300 MW_e of 54% van de centrale capaciteit).
- Een export van elektriciteit van 19 TWh.
- 1 demoproject met 1,1 Mton CO₂ CCS bij een kolencentrale.

Ten behoeve van het Optiedocument wordt het centrale fossiel park als volgt onderverdeeld:

Tabel A.2 *Overzicht centrale elektriciteitsproductie RR2010-SV in 2020*

Optie	Vermogen [MW _e]	Productie [TWh]	Brandstofinzet [PJ]	Draaiuren [Uur]
Kolen bestaand	2926	19,6	174,7	6684
Kolen nieuw	3420	26,8	213,6	7836
Gas bestaand	1280	3,7	33,9	2861
Gas nieuw incl. Eems	3810	12,2	76,1	3205
Gas nieuwst incl. Magnum	4240	11,6	74,5	2746
Gemiddelde centrale	15676	73,9	388,3 kolen 184,5 gas	4712
Kern bestaand	484	4,0		8299

In de Referentieraming worden andere capaciteitswaarden gegeven, deze zijn echter inclusief centrales die niet tot de productie in 2020 bijdragen. Indien deze meegerekend worden, komt de capaciteit kolen plus gas op ongeveer 20 GW uit.

In overleg met de sectorexperts zijn volgende opties in de productiesector opgenomen:

- Vervroegde vervanging productie van bestaand kolen door STEG productie.
- Vervroegde vervanging productie van bestaand gas door STEG productie.
- Hoger aantal draaiuren STEG in plaats van bestaand kolen.
- Hoger aantal draaiuren STEG in plaats van nieuw kolen.
- Ombouwen Magnum STEG naar KV-STEAG met CCS en biomassa bijstook (3 varianten).
- CCS bij kolen bestaand.
- CCS bij kolen nieuw.

Een aantal opties zijn niet behouden: overschakelen kolencentrales op aardgas, nieuwe kolencentrales met geïntegreerd post-combustion CCS, Buggenum met CCS.

Tabel A.3 *Overzicht opties elektriciteitsproductie*

Optie	Vermogen [MW _e]	Productie [TWh]	Brandstofinzet [PJ]	
Hoger aantal draaiuren gascentrales in plaats van draaiuren bestaande kolencentrales 2010	1036	1,5	9,2	gas
Hoger aantal draaiuren gascentrales in plaats van draaiuren nieuwe kolencentrales 2010	3220	3,9	24,3	gas
STEG ipv oudere kolen	1036	7,992	50,0	gas
STEG ipv oudere gascentrales	1280	3,7	23,1	gas
Magnum centrale				
Naar KVSTEG met CCS	1300	2,8	26,1	kolen
Naar KVSTEG met CCS	1300	10,0	92,4	kolen
Naar KVSTEG met CCS en biomassa bijstook	1300	10,0	64,7	kolen
			28,8	biomassa
CCS bestaand kolen	1230	9,6	111,3	kolen
CCS nieuw kolen	3220	25,2	259,5	kolen

Een aantal van deze opties sluiten elkaar uit, zoals hogere draaiuren STEG i.p.v. kolen bestaand en vervroegde vervanging kolen bestaand. De omschakeling van de Magnumcentrale naar een KV-STEG eenheid wordt niet als belemmerend gezien voor het opkrikken van de productie door de STEG-eenheden, er is genoeg ruimte in het resterende STEG-park. Er zijn ook biomassa mee- en bijstookopties, die worden in de sectie duurzaam behandeld.

A.3.2 Duurzaam

Nieuwe gegevens ontwikkeld in het kader van studies rond SDE leidden tot aanpassing van de volgende gegevens in de duurzame opties.

Tabel A.4 *Aangepaste parameters van de hernieuwbare energie-opties*

	Varianten en potentiëlen	Kosten
Wind op land	ja	ja
Wind op zee	ja	ja
Zon PV	ja	ja
Kleinschalige waterkracht	ja	ja
Co-vergisting van mest	ja	ja
Biomassa bij- en meestook	ja	ja

Omdat deze aanpassingen niet met schaalfactoren konden uitgevoerd worden, zijn de herberekenende waarden rechtstreeks in de database ingevoerd, de optiebeschrijving is echter niet aangepast.

De biomassa bij- en meestook opties zijn ook grondig aangepast, de oude zijn alle vervallen. Na deze actualisatie blijven over:

- Biomassa meestoken in bestaande kolencentrales, 20% en 30% bij 2926 MW_e,
- Biomassa meestoken in nieuwe kolencentrales, 20% bij 3420 MW_e, twee verschillende biomassakwaliteiten,
- Biomassa bijstoken in gascentrales, geschat op 200 MW_e.

Opties als biomassa bijstoken bij kolencentrales en meestoken bij gascentrales worden niet realistisch geacht, toch niet voor 2020.

Bij deze opties werden niet enkel het potentieel en de investerings- en onderhoudskosten geactualiseerd, maar ook de SDE steunbedragen.

Voor co-vergisting van mets wordt onderscheid gemaakt tussen varkens- en rundermest als feedstock. Co-substraat wordt eveneens toegevoegd, inclusief kosten daarvoor. De afvoer van het digestaat is als extra kostenpost opgenomen. De opties gaan er van uit dat het digestaat kan afgezet als bemesting worden op landbouwgrond. Deze elektriciteitsproducerende co-vergistingsopties zijn competitief met biogasproductie uit co-vergisting.

A.3.3 Industrie, landbouw en WKK

Voor industrie, landbouw (CO₂ en /of energie opties) en WKK is dezelfde aanpak genomen als toegepast bij de vorige actualisatie. Er is enkel gekeken naar schaalfactoren voor potentiëlen. Deze zijn afhankelijk van:

- de resterende tijd tot 2020,
- de gewijzigde economische context (groei),
- het finaal verbruik van warmte en/of elektriciteit.

Er is nu verondersteld dat de opties die bij de vorige actualisatie onderhevig waren aan een schaalfactor, dit nu ook weer zijn.

Voor tijdsbeperking wordt 9/10 gehanteerd (vorige actualisatie in 2010), conservatief wordt er nu uitgegaan van nog 9 jaar te gaan tot 2020. Er wordt nu geen voorziening getroffen van een mogelijke inhaalslag die de tijdsbeperking ongedaan kan maken.

Voor de macro-economische schaling wordt gebruik gemaakt van de onderstaand gegevens:

Tabel A.5 *Jaarlijkse groeipercentages in de industrie en landbouwsector*

%/jaar	URGE2009	RR2010	Schaling
Staal	0,9	1,7	1,082
Chemie	4,1	2,6	0,865
Voeding	3,6	1,3	0,799
Overig	2,4	2,0	0,962
Landbouw	1,3	1,43	1,013
Industrie	2,3	1,64	0,937

Ondanks een geschatte lagere of zelfs negatieve groei in sommige sectoren in 2010, zijn de vooruitzichten na 2010 positief. Zelfs zo positief dat voor de staalsector en voor landbouw de groei hoger uitvalt dan in URGE2009.

Voor energieverbruik, wordt onderscheid gemaakt tussen drie energietypes, fossiel, elektriciteit en warmte. Tabel A.6 geeft de schaalfactoren weer die bovenop die uit URGE2009 komen. De sector industrie is hier de rest van de industrie, zonder de chemie. Fossiel is enkel het energetische deel, dus zonder fossiele brandstoffen die als grondstof gebruikt worden. De toename van het warmteverbruik in de landbouw is opmerkelijk.

Tabel A.6 *Schaalfactoren naar energieverbruik*

	Industrie	Chemie	Landbouw
Fossiel	0,986	1,059	0,819
Elektriciteit	0,912	0,911	0,757
Warmte	0,857	0,985	3,667

Naargelang de optie zal de groei- of energieschaalfactor ingezet worden.

Voor de WKK-opties (in de sectoren industrie, landbouw en HDO) zijn bijkomend de NEC-emissies geactualiseerd op basis van emissiefactoren bepaald in de BOLK fase II studie door ECN BKM. Naar gelang de sector en de schaalgrootte werden emissiefactoren voor gasmotoren of gasturbines gebruikt. Ook werd rekening gehouden met verdrongen warmte die anders door aardgasketels zou worden geproduceerd, via het ketelrendement.

Tabel A.7 *Emissiefactoren voor WKK*

[g/GJ]	Gasmotor	Gasturbine	Ketel
CH ₄	5000	0	0
SO ₂	0,22	0,22	0,22
NO _x	30	37,5	20
NH ₃	0,15	0	0
NMVOS	30	1,4	4
PM ₁₀	0,15	0,15	0,15
PM _{2,5}	0,15	0,15	0,15

Om correct rekening te houden met emissies, meer specifiek NO_x, door verdrongen brandstofverbruik is er ook een nieuwe energiedrager ‘aardgas WKK’ toegevoegd voor de sectoren landbouw en HDO.

A.3.4 Huishoudens en HDO

Voor huishoudens is er gekeken naar veranderingen in de populatie en naar veranderde energiegebruiken. Ging URGE 2009 nog uit van 8.32 miljoen huishoudens, in RR2010-SV is dat nog 7.85 miljoen (factor 0.945), een zelfde trend is merkbaar voor de woningen: 8.08 miljoen in URGE2009, 7.7 miljoen in RR2010-SV (factor 0.953).

Naar energieverbruik is er eveneens een reductie te merken, vrij beperkt voor gas, maar uitgesprokener voor elektriciteit en warmte.

Tabel A.8 *Schaalfactoren broeikasgasopties naar energieverbruik*

	HH
Gas	0,918
Elektriciteit	0,724
Warmte	0,750

Naargelang de optie zal de groei- of energieschaalfactor ingezet worden.

Voor de sector handel, diensten en overheid (HDO) is er geen actualisatie gebeurd bij de update naar URGE2009. Uit RR210-SV en URGE2009 kunnen wel de volgende ratio's afgeleid worden.

Tabel A.9 *Schaalfactoren broeikasgasopties in de sector HDO*

	HDO
Gas	0,925
Elektriciteit	0,813
Groei	0,884 tertiair
Groei	0,926 quartair en overheid

Naargelang de optie is de groei- of energieschaalfactor ingezet. Voor de WKK-opties wordt de elektriciteitsschaalfactor toegepast.

A.3.5 Transport

Van de transportopties zijn er een aantal die enkel via een schaling aan te passen zijn, andere vergen meer werk door een noodzakelijke herberekening.

De emissies tussen URGE en RR2010-V zijn op een aantal punten gewijzigd. Allereerst zijn er een 10% daling bij personen auto's en 18% bij vrachtauto's in 2020 voor wat de volume-effecten betreft. Ook het brandstofvolume voor bunkering is fors lager: van 16% bij vliegtuigen tot 27% bij zeeschepen. Dit betekent dat er in ieder geval een volumecorrectie plaats moet vinden. Ook moet er gekeken worden of er beleid in de Referentieraming is opgenomen dat nog niet in URGE aanwezig was. Dit speelt bijvoorbeeld bij personenauto's waar er een forse efficiencyverbetering (lagere CO₂-uitstoot) heeft plaatsgevonden. Bij personenauto's valt op dat de emissie van methaan (en van NMVOS) nu hoger is. Bij bestelauto's zijn de NO_x-emissies en NMVOS emissies aanzienlijk lager. Bij vrachtauto's is er een forse toename van de NO_x-uitstoot, +2,5 kton, die ook in absolute zin behoorlijk voor het nationale totaal meetelt. Ook SO₂ is hier toegenomen. Deze wijzigingen betekenen dat de opties bij deze voertuigen ook op deze emissies apart bekeken moeten worden. Voor het wegvervoer is ook al 10% biobrandstoffen opgenomen in RR2010-SV. Tenslotte zijn er bij personen en bestelauto's circa 5% andere voertuigbrandstoffen bijgekomen (hybride, plug-in elektrisch en CNG).

Er zijn geen opties op het gebied van fietsen, openbaar vervoer en modal shift of vermindering goederenvraag. Een mogelijkheid die wellicht ontbreekt, is het gebruik van groen gas.

Tabel A.10 *Overzicht actualisatie-acties voor de transportopties*

Nr	Naam optie	Doelstof	Actie voor update
785	CO ₂ -differentiatie fiscale bijtelling auto's van de zaak update '09	CO ₂	Nieuwe CO ₂ -emissiefactoren en, ook beleid aangepast groefactor;
786	Verhoging accijns benzine, diesel, LPG update 2009	CO ₂	Schalen
787	Emissiehandelssysteem brandstoffen update 2009	CO ₂	Schalen
788	Snelheidsbegrenzer bestelauto's (lage olieprijs) update 2009	CO ₂	Schalen
789	CO ₂ -normering voor vrachtauto's update 2009	CO ₂	Schalen
793	Hybride bussen update 2009	CO ₂	Simpel te schalen, nagekeken op nieuwe emissie info
795	Kerosineaccijns update 2009	CO ₂	Schalen
796	Kilometerprijs personen- en bestelauto update 2009	CO ₂	Simpel te schalen. Maar BPM wijziging al aangevangen
797	Kilometerprijs vrachtauto's update 2009	CO ₂	Schalen
802	Snelheidsverlaging op snelwegen update 2009	CO ₂	NO _x en fijn stof emissies. Aannames staan in optie.
806	Sloopregeling met terugkoop zuinige au-	CO ₂	Schalen

Nr	Naam optie	Doelstof	Actie voor update
	to update 2009		
808	Verlaging belastingvrije vergoeding zakelijk verkeer update 2009	CO ₂	Schalen
810	Zuiniger autobanden update 2009	CO ₂	Schalen en nagegaan wat beleidsstatus is. Gaat wel over drie voertuigen
811	CO ₂ -normering bestelwagens 2009	CO ₂	Schalen
812	CO ₂ -normering personenauto's 2009	CO ₂	Wel beleidswijziging; Nakijken hoe de fit is.....?
813	Toepassing > 4% biobrandstoffen in transport 2009	CO ₂	Wel beleidswijziging; Nu geen andere emissie-effecten opgenomen
814	Elektrisch vervoer 2009	CO ₂	Ingewikkelde optie, elektrisch vervoer nu al in scenario
803	Roetfilter voor de binnenvaart update 2009	Fijn stof	In scenario zit nu wel roetbeleid. Nagekeken op overlap
642	Invoering van een HC-meting in APK personenauto's (V2.1)	NMVOS	Checken op nieuw info
643	Invoering APK motorfietsen (V3.3)	NMVOS	Schalen
644	Invoering APK voor snor- en bromfietsen (V5.2)	NMVOS	Schalen
790	Verhoging dieselaccijns wegvoertuigen update 2009	NO _x	Effect bepaald met dynamo. Lastig te updaten en aan te passen?
791	Vervroegde introductie Euro-6 voor personenauto's update 2009	NO _x	Aanpassen aan nieuwe emissies. Geen exacte euro 6 data
792	Vervroegde introductie Euro-VI voor vrachtauto's update 2009	NO _x	Aanpassen aan nieuwe emissies. Geen exacte euro 6 data
794	IMO Tier III voor visserij update 2009	NO _x	Optie overlapt wellicht met IMO-eisen. Nagekeken
798	NO _x gedifferentieerde LTO heffing luchtvaart update 2009	NO _x	Schalen
801	NO _x -heffing binnenvaart in combi met subsidie update 2009	NO _x	Simpel te schalen. Wel checken op emissies
804	Sloopregeling personen- en bestelauto's update 2009	NO _x	Schalen
805	Walstroom binnenvaart update 2009	NO _x	Schalen maar ook aanpassing info van 803 moet gebruikt. Energie mist
807	Walstroom Zee- & specifiek Ferry/RoRo schepen 2009	NO _x	Schalen maar ook aanpassing info van 809 moet gebruikt. Energie mist
809	Differentiatie zeehavengelden NL update 2009	NO _x	In scenario zit nu wel NO _x -beleid. Nagekeken op overlap. Kosten nagekeken

Voor de transportsector is met behulp van detailgegevens van PBL ook een tabel opgesteld met emissiefactoren voor de verschillende NEC-stoffen en transportmodi. Aangezien de Analysetool enkel de CO₂-emissies intern berekent, moeten voor de NEC-stoffen de (netto-) effecten in de optiefactsheets opgenomen worden. Effecten groter dan 0,001 kton worden opgenomen.

Tabel A.11 2020 RR2010-SV

2020 RR2010-SV									
	[kton/PJ]								
	[kg/GJ]								
	CO ₂	NO _x	SO ₂	NH ₃	NMVOS	PM ₁₀	PM _{2.5}	CH ₄	N ₂ O
Weg generiek									
generiek	72,34131	0,104005	0,000453	0,005806	0,039836	0,00948	0,004028	7,82E-05	0,000777
benzine	71,99875	0,028615	0,000432	0,01271	0,094087	0,009297	0,003223	0,000194	0,000849
diesel	73,86942	0,156293	0,000496	0,00064	0,00485	0,00961	0,004653	4,25E-06	0,000733
LPG	66,7	0,153256	0	0,046537	0,060965	0,008551	0,002516	3,96E-05	0,000901
Auto									
generiek	71,66787	0,051117	0,000387	0,010055	0,050304	0,010119	0,003955	0,000122	0,001042
benzine	72	0,025075	0,000432	0,013229	0,070804	0,0091	0,002905	0,000178	0,000871
diesel	74,3	0,107117	0,000356	0,000961	0,004762	0,012446	0,006577	4,17E-06	0,001475
LPG	66,7	0,159656	0	0,047996	0,063521	0,008732	0,002574	4,13E-05	0,000923
Bestelauto									
generiek	72,92487	0,093296	0,000337	0,001045	0,002799	0,008867	0,004715	3E-06	0,000912
benzine	72	0,017701	0,000432	0,006045	0,066152	0,006813	0,001952	5,56E-05	0,000605
diesel	74,3	0,098044	0,000356	0,001	0,002457	0,009013	0,004895	2,15E-06	0,000939
LPG	66,7	0,041129	0	0,020967	0,016187	0,005387	0,001498	1,05E-05	0,000517
Vrachtwagen									
generiek	73,2218	0,21061	0,00071	0,000254	0,005543	0,007727	0,003037	4,85E-06	0,00019
Bus									
generiek	74,21595	0,258593	0,000356	0,000247	0,011102	0,010261	0,005634	9,71E-06	0,000145
Tweewielers									
generiek	72	0,110311	0,000432	0,001078	0,63154	0,013923	0,010556	0,000577	0,000334
Binnenvaart									
generiek	74,3	0,875648	0,000445	0,000234	0,046541	0,034244	0	3,41E-05	0,000558
Zeeschepen									
generiek	77,53644	1,221991	0,050875	0,000235	0,035927	0,055516	0	3,14E-05	0,000604
Luchtvaart									
LTO									
generiek	65,49575	0,327912	0,008289	0,000223	0,037025	0,004524	0	1,99E-05	0,0007
schiphof	65,29141	0,330027	0,008259	0,00023	0,034457	0,004256	0	1,73E-05	0,007232

Bij de schaling van de opties, kwam ook naar voor dat in de optie NO_x gedifferentieerde LTO heffing luchtvaart update 2009 het brandstofeffect te hoog was ingeschat, 10 PJ, terwijl het totale verbruik voor LTO 14 PJ is in URGE en 12 PJ in RR2010-SV, de NO_x-effecten gaven een

correcter beeld, een reductie met 0,35 kton of ongeveer 10% van de emissie in 2020 (4,1 kton). Het brandstofeffect is teruggebracht naar 1 PJ.

Beschrijving wijzigingen per optie-factsheet

In toekomstscenario's wordt vaak het huidige beleid als uitgangpunt genomen. Boven op dit beleid zijn er opties mogelijk om tot verdere reductie van broeikasgassen of luchtverontreinigende stoffen te komen. In de loop van de tijd veranderen de toekomstverwachtingen. Er komen door technische ontwikkelingen nieuwe opties beschikbaar en een deel van de opties wordt vertaald in beleid of achterhaald door ander beleid. Ook worden de toekomstbeelden regelmatig bijgesteld. Met enige regelmaat moet de set met opties dan ook herzien worden.

Een belangrijk doel van de wijzigingen betreft het passend maken van de opties op een nieuw scenario. Van het URGE-scenario in de actualisatie van 2009 (Daniëls, 2009) wordt overgegaan naar het referentiescenario van 2010 met daarin het vastgestelde overheidsbeleid van het 'Schoon en Zuinig' programma (RR2010-V) (Daniëls, 2010).

De emissies van de transportsector zijn tussen URGE en RR2010-V op een aantal punten gewijzigd. Allereerst zijn er in 2020 volume effecten zoals 10% daling bij personenauto's en 18% bij vrachtauto's. Ook het volume bij bunkering is in 2020 fors lager: 16% bij vliegtuigen tot 27% bij zeeschepen. Hierop moeten de opties aangepast worden. Ook is gekeken of er beleid in de Referentieraming is opgenomen dat nog niet in URGE aanwezig was. Dit speelt bijvoorbeeld bij personenauto's waar er nu voor 2020 een forse efficiencyverbetering, en lagere CO₂-uitstoot, wordt verondersteld. Bij personenauto's valt verder op dat de emissie van methaan nu hoger is (en ook van VOS). Bij bestelauto's zijn de NO_x-emissies en VOS-emissies aanzienlijk lager. Bij vrachtauto's is er een forse toename van de NO_x-uitstoot, die ook in absolute zin op het nationale totaal meetelt. Ook SO₂ is hier toegenomen. Deze wijzigingen betekenen dat de opties bij deze voertuigen ook op deze emissies apart bekeken zijn. Tenslotte zijn er bij personen- en bestelauto's circa 5% andere voertuigbrandstoffen bijgekomen (elektrisch via een Plug in hybride, 100% elektrisch en CNG).

In de beschrijving per optie is nog een nadere verdeling gemaakt tussen opties in het wegverkeer en in het overige verkeer.

A.3.6 Effect per optie in het wegverkeer

Hybride bus 2010

De beschrijving van de optie telde 4 varianten waarvan 2 met hogere kosten. Dit is nu tot 2 varianten met gemiddelde prijzen teruggebracht (uitgedrukt in € 2008). Bij de tweede variant, waarbij ook streekbussen en touringcars een hybride uitvoering krijgen is de gemiddelde besparing verlaagd naar 20% (de gemiddelde bus stopt veel minder vaak dan een stadsbus) en is ook de maximale penetratie in 2020 van 100 naar 80% verlaagd. Dit met het ook op de aanwezigheid van oudere bussen. De effecten van de optie zijn opnieuw berekend, maar dan op basis van het RR2010-V scenario.

In tegenstelling tot URGE wordt in de nieuwe raming gewerkt met het nieuwe emissie beleid, namelijk de scherpere EURO VI emissie-eisen, die uitlaatgasreiniging noodzakelijk maken. Dit gaat juist beter als de motor een meer constant toerental heeft. Vandaar dat nu wel is verondersteld dat ook de luchtverontreinigende emissies afnemen.

Vervroegde introductie Euro-VI voor vrachtauto's

Uit de oude beschrijving zijn de penetratiegraden en de kostencijfers per voertuig overgenomen (uitgedrukt in € 2008). Wel is aangenomen dat de optie zowel voor vrachtauto's als voor trekkers geldt, wat zowel de kosten als de effecten verdubbelt. Daarnaast blijkt uit metingen dat de NO_x-emissiereductie van euro V voertuigen met name in het stadsverkeer sterk tegenvalt. De

(historische) emissiefactoren zijn dan ook in de referentieraming 2010 fors naar boven bijgesteld. Er wordt vanuit gegaan dat deze tegenvaller niet bij euro VI vrachtauto's op zal treden. Door de tegenvaller bij euro V wordt het verschil met euro VI groter, en neemt ook het effect van deze optie toe.

Het reductie-effect is opnieuw uitgerekend op basis van de emissies zoals deze uit de referentieraming 2010 naar voren komen. Verder is in de tekst extra aandacht gegeven aan het verschijnsel van free riders. Bedrijven die toch al een euro VI vrachtwagen zouden kopen en nu ook van de subsidie profiteren. Dit kost de overheid wel geld, maar levert geen additionele reductie op.

Biobrandstof in het wegverkeer

De oude optie gaat uit van een percentage biobrandstof in 2020 van 4% die in de optie tot 20% kan worden verhoogd. Inmiddels is er EU regelgeving die een percentage van 10% in 2020 verplicht stelt (EU, 2009a). Door verschillende extra mogelijkheden, waaronder het dubbelstellen van zogenaamde tweede generatie biobrandstoffen kan het werkelijke percentage lager liggen bijvoorbeeld op 8,5%. Er zijn een drietal varianten uitgewerkt waarbij het percentage toeneemt met 4%, 8,5% (verdubbeling t.o.v. de EU verplichting) en 11,5% (naar de oorspronkelijke 20% toe).

In de tekst is nu de nieuwe EU wetgeving verwerkt. De basis van kostencijfers is echter niet gewijzigd. In het kader van het Beleidsgericht Onderzoeksprogramma Lucht en Klimaat (BOLK) is door TNO (Verbeek, 2009) gekeken naar de effecten van biobrandstoffen op de voertuigemissies. Dit levert geen eenduidig beeld op. Met een grote spreiding gaan NO_x en fijn stof emissies soms omhoog en soms omlaag. Het saldo, en dan wel voornamelijk gebaseerd op auto's die aan de oude eisen voldoen (en niet aan de toekomstige), is licht positief (0,2% minder NO_x en fijn stof bij de verplichte 10% in 2020). Om een indicatie af te geven dat er effecten op kunnen treden en wat de grootte ervan kan zijn, is dit, ondanks de zeer grote onzekerheden, in de emissie-effecten verwerkt.

CO₂-normering personenauto's 2010

De oude optie sloot nog aan bij de diverse convenanten met autoproducenten. In de laatste referentieraming is een CO₂-emissienorm van 130 g CO₂/km voor personenauto's opgenomen in het scenario met vaststaand beleid (Daniëls, 2010). Dit is een deel van het pakket met klimaatmaatregelen van de EU van december 2008. Voor 2020 is een norm van 95 g CO₂/km voorzien (EU, 2009b). Omdat hier nog een evaluatiemoment bij zit is deze in de raming opgenomen onder het voorgenomen beleid. Deze 2020 norm is hier opgevoerd als variant 1. De emissie is bepaald uit het 16% verschil tussen beide scenarioberekeningen. Hierbij is wel gecorrigeerd voor de km-heffing die met circa 10% ook in dit verschil zit.

Inmiddels blijkt dat nieuwe voertuigen in 2009 aanzienlijk zuiniger zijn geworden. Het verschil met de 2015 norm is zo beperkt, dat wellicht ook al eerder aan de norm voldaan kan worden. In de tweede variant is gekozen beide normen 1 jaar eerder in te voeren. Dit hoeft niet op EU-niveau maar kan, afgaande op de effecten van Nederlands beleid in de afgelopen jaren, ook met alleen binnenlands beleid. Het effect van deze variant is met een simpel penetratiemodel bepaald. Voor beide varianten zijn per voertuig dezelfde kosten gehanteerd als in de oude optie. Hierbij is wat kosten betreft verder geen aandacht gegeven aan de toename van het aantal elektrische voertuigen. De daling van het brandstofverbruik is ook vertaald in een daling van de SO₂-emissie. Omdat het aantal kilometers verder gelijk is verondersteld zijn de overige emissies niet verlaagd.

Kilometerprijs auto's 2010

De optie beschrijft het omzetten van vaste autobelastingen als de Belasting Personenauto's en Motorrijtuigen (BPM) en de Motorrijtuigenbelasting (MRB) in een prijs per kilometer. Vooruitlopend op de invoering is de BPM al een aantal jaren met 5% verlaagd en de MRB gelijktijdig verhoogd. Inmiddels is het politieke draagvlak voor de invoering weggefallen. In de referentie-

raming van de 2010 is de huidige aanpassing van de MRB opgenomen bij het bestaande beleid. De invoering de kilometerprijs is bij het voorgenomen beleid ondergebracht (Daniëls, 2010). Er vanuit gaande dat het grootste effect bij personenauto's plaatsvindt, is het effect ook terug te vinden in het verschil tussen de twee scenarioberekeningen (met huidige beleid en met voorgenomen beleid). In het verschil is ook de nieuwe emissie-eis voor personenauto's uit 2020 aanwezig. Waardoor dit geen precieze informatie oplevert. Ook bij bestelauto's zit in het verschil een normstelling voor de CO₂-uitstoot.

Uiteindelijk is er voor gekozen om uit de gegevens van de vorige optiebeschrijving de variant 2 over te nemen. Deze levert een reductie van het brandstofverbruik op van 9,2% bij personenauto's en 2,5% bij bestelauto's. Bij de verdeling is verondersteld dat dit vooral vermindering van het aantal kilometers is, en dat de daling evenredig is met de hoogte van de heffing. Vandaar dat bij bestelauto's de daling veel lager is. Deze percentages zijn daarna gebruikt om het effect bij de cijfers uit de referentieraming uit te rekenen. Voor de overige emissies is verondersteld dat deze ook evenredig dalen. De kostencijfers zijn overgenomen uit de vorige optiebeschrijving maar wel aangepast voor het lagere verkeersvolume in de referentieraming van 2010.

Dieselaccijns wegverkeer 2010

Deze optie bevat een totaalstelling van berekeningen aan een drietal verschillende voertuigtypen. Het zou in deze aanpassing te ver voeren om al deze berekeningen hier opnieuw te doen. Vandaar dat is volstaan met een opschaling aan de hand van het relatieve verschil tussen het oude scenario en het nieuwe scenario (Daniëls, 2010). Door de lagere vervoersvraag in de nieuwe referentieraming neemt het absolute effect van de optie enigszins af. Bij NO_x is de daling beperkt doordat nu met een hogere NO_x-emissiefactor gerekend wordt voor vrachtauto's. Bij fijn stof waren de slijtage emissies niet goed verklaarbaar en deze zijn licht opgehoogd. Ook is in de optie opnieuw in twee varianten voorzien.

De invoerdatum is verschoven naar 2012. Omdat de accijnsverhoging ruim voor 2020 compleet is, is aangenomen dat deze verschuiving het effect van de optie in 2020 nauwelijks beïnvloed.

CO₂-differentiatie fiscale bijtelling auto's van de zaak update 2010

Deze optie beschrijft hoe de bijtelling voor leaseauto's in kleine stapjes gerelateerd kan worden aan de CO₂-uitstoot. In de referentieraming van 2010 is het belastingplan van 2008 echter al opgenomen waarin het tarief voor zakenauto's al gesplitst is in een 14% respectievelijk 25% afhankelijk van de CO₂-uitstoot (Daniëls, 2010). Deze belastingwetgeving overlapt fors met de oude beschrijving van de optie. In 2009 is een tussenstap van 20% ingevoerd. Indien meerdere kleine tussenstappen een positief effect zouden hebben, zou deze in 2009 met enige vertraging zichtbaar moeten zijn. De jaarcijfers van de Vereniging van Nederlandse Autoleasemaatschappijen laten tussen 2007 en 2008 een daling in de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's zien, die iets hoger ligt dan het Europese gemiddelde (VNA, 2010). In 2009 daalt de CO₂-emissie wel maar niet meer harder dan het Europese gemiddelde. Op basis van de cijfers uit 2009 kan niet geconcludeerd worden dat een verdere differentiatie positieve effecten heeft. Wellicht dat het effect van een groot verschil positief uitwerkt in de marketing en kleinere verschillen minder. Ook is er geen teruggang zichtbaar in het jaarkilometrage van de leasecontracten. Op basis van de realisaties is daarom besloten om aan de optie op dit moment geen effect meer toe te kennen.

Elektrisch vervoer 2010

De afgelopen jaren lijkt de ontwikkeling van elektrische auto's een steeds breder draagvlak te krijgen. Veel verschillende fabrikanten hebben plannen bekend gemaakt om binnen enkele jaren tot grootschalige productie over te gaan. Europees beleid geeft elektrische voertuigen op verschillende terreinen extra steun in de rug (EU, 2009a) (EU, 2009b). In de referentieraming van 2010 (Daniëls, 2010) is geconstateerd dat dit, samen met het inmiddels geformuleerde nationale beleid, voldoende reden oplevert om ook in het basisscenario al penetratie van elektrische auto's te veronderstellen (Hoen, 2010). Dit in tegenstelling met eerder scenario's.

Als gevolg hiervan is een deel van de oorspronkelijke optie in het basisscenario terecht gekomen. Het effect ten opzichte van eerdere optiebeschrijvingen is nu dan ook lager. De optie is geheel opnieuw doorgerekend waarbij verondersteld is dat aandeel in het wagenpark gelijk is aan het aandeel in de verkeersprestatie. Omdat het vooral om nieuwe voertuigen na 2015 gaat is voor het berekenen van de emissiereductie gerekend met de gemiddelde emissiefactoren uit 2030, die hier een goede indicatie van de uistoot van nieuwe auto's geeft. De kostcijfers die gehanteerd zijn hebben betrekking op voertuigen met hoge prestaties. Elektrische auto's met een range boven de 200 km en plug in hybride voertuigen⁷, waarbij het vermogen van de verbrandingsmotor gelijk is aan wat nu in niet hybride voertuigen gebruikelijk is.

Snelheidsverlaging op snelwegen 2010

Om deze optie aan te passen is het achterliggende rapport van het CE gebruikt (Otten, 2009). De optie kan het beste vergeleken worden met de varianten 1b en 4b in de bijlage van dit rapport. In de eerste variant wordt de maximumsnelheid overal naar 100 km/h teruggebracht. In de tweede wordt deze, op de plekken waar het nu 100 is, verder teruggebracht naar 80 km/h. Volgens de nieuwste inzichten rijden bestelauto's relatief meer op de snelweg dan ten tijde van het opstellen van de vorige optie werd gedacht. De reductie bij bestelauto's is dan ook omhoog bijgesteld en beide effecten (bij personen- en bestelauto's) zijn daarna herberekend met het verkeersvolume van de referentieraming 2010 (Daniëls, 2010). Omdat er geen inventarisaties zijn van de effecten bij voertuigen die aan de Euro 6 eisen voldoen is volstaan met de aanname dat de emissies lineair meedalen met de daling in het brandstofverbruik. Omdat de nieuwe emissie-eisen aan voertuigen die in de referentieraming 2010 zijn opgenomen leiden tot een daling van de niet CO₂-emissies, is ook het effect van snelheidsverlaging op deze emissies lager dan in de vorige versie van deze optie.

Vervroegde introductie Euro 6 personenauto's 2010

In 2014 wordt de huidige Euro 5 emissienorm voor dieselpersonenauto's vervangen door de Euro 6 norm. Met deze norm zal de NO_x-eis met 55% worden aangescherpt. Afgaande op de emissieberekeningen in het referentiescenario zal de emissiedaling in de praktijk wat lager uitvallen. Door stimulering kan de penetratie van de Euro 6 voertuigen wellicht wat sneller plaatsvinden. Hier is aangenomen dat dit met ongeveer 0,5 jaar kan worden versneld. Dit is minder dan bij de vorige optiebeschrijving omdat het inmiddels 2011 is, en de optie dus op zijn vroegst in 2012 kan ingaan. Aan de hand van de cijfers uit de referentieraming is hierna de optie opnieuw doorgerekend.

Zuinige banden 2010

In de referentieraming 2010 is de Europese wetgeving rond zuinige banden meegenomen (EU, 2009c). Een deel van het effect van de oorspronkelijke optie is daarmee in vastgesteld beleid omgezet. Inmiddels is ook een etikettering voor banden vastgelegd (EU, 2009d). Samen met de banden regulering blijkt deze maar weinig effect te hebben (minder dan 1% besparing). In dit verband moet er nog op gewezen worden dat ook de CO₂-normen voor personenauto's (EU, 2009b) een deel van het effect naar bestaand beleid verplaatsen.

Wat opvalt aan de normen van de EU voor 2017 voor personenautobanden is dat deze veel ruimer zijn dan de eisen waaraan de huidige energiezuinige banden kunnen voldoen. Dit verklaart ook het beperkte effect dat de huidige EU-eisen in 2020 zullen hebben. Het resterende potentieel is daarom nog op 3% geschat (was 4%). De kostprijs van banden is afgeleid uit recente prijsinformatie.

⁷ Dit zijn hybride auto's met zowel een elektromotor als een verbrandingsmotor maar met een iets groter accupakket. Deze accu's kunnen (thuis of op het werk) aan het elektriciteitsnet worden opgeladen. Hierdoor wordt het mogelijk om circa 50% van de kilometers op elektriciteit uit het net te rijden.

VOS Invoering HC meting bij APK

In de laatste versie van deze optie wordt gesproken over invoering in 2005 en is het effect berekend voor 2010 (1% reductie van de VOS-emissies). Het effect komt in dat jaar voornamelijk uit personenauto's zonder katalysator. In 2020 zijn deze nagenoeg allemaal verdwenen, waardoor ook er ook nauwelijks nog effect verwacht mag worden. Daar komt nog bij dat er ook al CO gemeten wordt, wat al een goede indicatie oplevert voor problemen met de afstelling of de katalysator. Dus ook bij nieuwere voertuigen levert de VOS meting geen additioneel effect op. Het effect van de optie is dan ook op nul gezet.

A.3.7 Effecten overig verkeer per optie

IMO Tier III voor visserij update 2010

In de referentieraming 2010 (Daniëls, 2010) is wat betreft de emissies door visserij verondersteld dat voor alle stoffen de gemiddelde emissie per kilogram verbruikte brandstof gelijk blijft aan de emissiefactor in 2007. Er zijn dan ook geen veronderstellingen gekoppeld aan de IMO wetgeving. Deze schrijft voor dat in gebieden waarin een emissiebeperking geldt vanaf 2016 nieuwe zeeschepen aan scherpe NO_x-eisen moeten voldoen. Hier vallen ook visserij schepen onder. De Noordzee is wel een gebied waar een SO₂ beperking geldt, maar er zijn nog geen initiatieven om er ook voor NO_x een beperking door te voeren. De optie is inhoudelijk dan ook ongeveer gelijk gebleven.

NO_x-reductie binnenvaart update 2010

De vorige titel van de optie was NO_x-heffing binnenvaart. Hierbij is de optie direct aan een beleidsmatig instrument gekoppeld. Omdat de VERS-subsidieregeling ook tot NO_x-reductie heeft geleid en het effect ook via internationale normstelling bereikt kan worden is de koppeling in de huidige optie losgelaten en de titel aangepast. Hoewel een aantal tekstgedeelten over de heffing nog steeds zijn opgenomen, zijn ook andere mogelijke instrumenten toegevoegd.

De kosten zijn nu gesplitst in een lagere prijs per kW voor nieuwe schepen en een hogere voor retrofit op bestaande schepen. Er zijn nu drie varianten gedefinieerd. Omdat via emissienormstelling op EU-niveau ook buitenlandse schepen bijdragen aan de emissiereductie in Nederland is dit effect ook opgenomen. Voor de Nederlandse schepen is de totale investering aan het Nederlandse deel toegerekend, voor de buitenlandse maar een deel (40%). De tweede variant maakt hierbij duidelijk dat de kosten bij een internationale aanpak, doordat de toerekening kan veranderen, dalen. Ook is er een optie meegenomen die duidelijk gebaseerd is op het aanpassen van bestaande schepen. Bij het formuleren van de opties is onder andere rekening gehouden met een korte TNO verkenning (Hulskotte, 2009). Volgens de verkenning van TNO zouden de emissies bij het huidige beleid iets harder dalen dan in de referentieraming is verondersteld (circa 10% minder in 2020). Omdat dit een discussie over het referentiebeeld (Daniëls, 2010) betreft, wordt hier in de optiebeschrijving niet verder op ingegaan.

Roetfilter binnenvaart 2010

Deze optie had in eerste instantie alleen de variant met 50% penetratie via retrofit bij binnenschepen. Omdat het gebruikelijk is om zowel een SCR als een filter te plaatsen is er voor gekozen om ook de drie varianten van NO_x-reductie binnenvaart aan de optie toe te voegen. De optie heeft daarmee ook een aantal varianten met lagere penetratiegraad erbij gekregen.

Wat kosten betreft is overgeschakeld naar een lager kostenniveau. Doordat gekozen is om uit te gaan van kosten per kW, dalen de kosten van de variant met 50% penetratie ten opzichte van in de vorige versie van deze optie.

Walstroom binnenvaart update 2010

Door een schip dat stil ligt aan te sluiten op het elektriciteitsnet kunnen de emissie worden verminderd (stroom van de wal wordt walstroom genoemd). Op dat moment kan het schip namelijk

zijn eigen dieselaggregaat uitzetten. Werd in de vorige versie van de optie nog voorzichtig over realisatie gedacht, inmiddels zijn er in Rotterdam, Amsterdam en op diverse locaties in Zuid Holland al een groot aantal laadpunten aanwezig. De huidige realisaties en korte termijn plannen tellen op tot 1100 laadpunten (CBRB, 2010). Deze 'realisaties' zijn nu vertaald in een aparte variant. Met behulp van de gegevens uit de diverse projecten kan een goede inschatting van de aanlegkosten gemaakt worden.

Er zijn nog geen openbare gegevens over de elektriciteitsafname. Hier zijn de schattingen dan ook gehandhaafd. Ook is er een grote onzekerheid rond de gemiddelde specifieke emissie van de dieselaggregaten die nu niet gebruikt hoeven te worden. Ten opzichte van de vorige versie zijn nu ook de energie-effecten apart in de optie opgenomen. De emissies van de elektriciteitsvoorziening kunnen nu door het optiedocumentmodel worden toegevoegd.

Walstroom zeeschepen 2010

Op 1 locatie wordt momenteel gewerkt aan de aanleg van een walstroompunt voor zeeschepen. Anders dan bij de binnenvaart wordt op korte termijn geen verdere uitbreiding verwacht (Port of Rotterdam, 2008). Als uitgangspunt voor de omvang van de emissies van stilliggende schepen zijn nu cijfers uit de emissieregistratie gebruikt. Recent zijn de emissies opnieuw in kaart gebracht (Saladas, 2010). Het blijkt dat de cijfers tussen verschillende studies over emissies en verbruik uit elkaar kunnen lopen. De huidige emissies zijn verhoogd met de groeicijfers uit de referentieraming 2010. Ook is er gecorrigeerd voor verwachte wijzigingen in emissiefactoren.

Omdat in de vorige optie bij de in het optiedocumentrekenstelsel in te voeren optie reeds energiekosten in de kostencijfers waren verwerkt en emissies van de elektriciteitsvoorziening in de emissiecijfers heeft een complete herberekening plaatsgevonden op basis van de aangegeven literatuurbronnen (Entec, 2005). Het resultaat komt als rekening gehouden worden met het nieuwe scenario redelijk in de buurt van de vorige optie.

Differentiatie zeehavengelden 2010

In de vorige optiebeschrijving is doorgerekend wat een 10% reductie in havengelden voor schonere schepen kan hebben op de NO_x-emissie. Centrale conclusie was dat er maar een beperkt aantal schepen zijn, die zo vaak een haven aan doen dat dit effect heeft. Inmiddels hebben de Nederlandse havens sinds 2011 een korting van circa 5% (varieert per schip) voor schepen die een schonere motor of brandstof gebruiken dan wettelijk is voorgeschreven (Port of Rotterdam, 2010). Hoewel het nog niet bekend is hoe deze maatregel in de praktijk uitwerkt en of een aantal buitenlandse havens daadwerkelijk ook mee gaat doen, zou het kunnen dat er een gedeeltelijke overlap met de hier beschreven optie gaat plaatsvinden. Hoewel de stimulering kleiner is kan de bredere en meer flexibeler opgezette aanpak, zoals in 2011 aangevangen, wellicht uiteindelijk effectiever zijn.

Inhoudelijk zijn de drie varianten van de optie teruggebracht tot 1 waarin een schip in twee havens korting krijgt. De NO_x-effecten in de vorige versie bleken erg hoog en zijn hier kijkend naar recente cijfers in de emissieregistratie aanzienlijk teruggebracht. Mogelijke effecten die op de Noordzee plaatsvinden, als gevolg van de optie, zijn niet aan het NO_x-effect toegevoegd.

A.4 Overig

A.4.1 PBL opties NEC stoffen

PBL heeft eveneens bijgedragen aan de actualisatie van het Optiedocument. Conform afspraak richtten zij zich meer op de NEC-opties buiten de energiesector. In totaal zijn er 18 nieuwe opties aangeleverd.

Voor NH₃ in de landbouwsector zijn dit:

- Combi-luchtwassers op 'standaard' emissiearme varkensstallen
- Upgrade bestaande 70%- rendement luchtwassers op varkensstallen tot 85%-rendement
- 'Balansbal' voor mestkelders melkveestallen
- 'Balansbal' voor mestkelders varkensstallen
- Gebruik sleepvoetenbemester op grasland alleen na 18:00 h
- Verplichten gebruik bouwlandinjecteur bij toedienen dierlijke mest op onbeteeld bouwland.

Voor fijn stof zijn dit:

In de landbouwsector

- Oliefilmsysteem met drukleidingen vleeskuikens
- Droogfilterwand leghennen
- Biologische luchtwater leghennen
- Biologische luchtwater vleeskuikens
- Negatieve ionisatie vleeskuikens

In de industrie

- PM Actieplan industrie
- PM reductie basismetaleen.

Voor NMVOS zijn de volgende opties toegevoegd:

- Industrieel reinigen en ontvetten
- Industriële verftoepassingen.
- Aanscherpen EU productenrichtlijn 2004/42/EG consumenten - Ökopol voorstel
- Aanscherpen EU productenrichtlijn 2004/42/EG HDO - Ökopol voorstel
- Aanvulling aanscherpen EU productenrichtlijn 2004/42/EG consumenten - Okopol plus - vervanging deospray door deoroller

Waar relevant zijn bestaande oudere opties die dezelfde doelstof en/of sector besloegen verwijderd. Ook zijn de nodige koppelingen aangebracht in het Optiedocument voor elkaar uitsluitende opties.

A.4.2 Stationaire NO_x-opties

Naar aanleiding van de invoeging van de BEMS-regelgeving zijn de NO_x-opties met betrekking tot de effecten van een SCR bij gas- en biogasmotoren in industrie, landbouw en HDO aangepast. Ook de opties waarbij een brandstofcel of gasturbine een gasmotor vervangt in industrie, landbouw en HDO zijn aangepast. Verder zijn de opties rond lage NO_x-branders voor ketels groter dan 100kW in industrie, HDO, landbouw en huishoudens en de NO_x-emissiehandelsopties in de elektriciteitssector, industrie en voor raffinaderijen bijgewerkt.

A.4.3 Export en import elektriciteit

In de ReferentieRaming wordt door de gunstige geografische en uitbatingscondities van Nederlandse centrales een export van elektriciteit naar de buurlanden voorzien, met name naar Duitsland. Deze export bedraagt in RR2010-SV 19 TWh, in UR-GE was dit nog op 10,5 TWh geschat. In het scenario met voorgenomen beleid zou de export nog 16 TWh bedragen. Deze hoeveelheid is ook aangenomen voor het scenario met uitgevoerd NREAP. Voor RR2010-SV wordt met een exportprijs van 4,98 €/kWh gerekend, voor NREAP 5,01 €. De gewijzigde export-saldi en prijzen zijn verrekend met behulp van schaalfactoren voor grootte en kosten

Een toegevoegd optie betreft import van duurzame ('groene') stroom uit Zweden. Hoe dit gemeenschappelijke systeem tussen Nederland en Zweden vorm gegeven kan worden is beschreven in een ECN-studie⁸. Volgens diezelfde bedraagt de mogelijke importhoeveelheid 10 TWh. Voor kosten is gerekend met een productieprijs (in Zweden) van 4,17 €/kWh en een bijkomende certificaatprijs van 2,80 €/kWh. Deze certificaatprijs moet in het licht van de vermeden SDE-kosten gezien worden.

⁸ Jansen, J.C, et al, (2011): *Cost-benefit analysis of alternative support schemes for renewable electricity in the Netherlands*. ECN-E-11-003

Bijlage B Brandstofprijzen 2020 voor RR2010-SV

Tabel B.1 *Nationale brandstofprijzen in 2020 in €₂₀₀₀/GJ*

Nationale brandstofprijzen in 2020 in € ₂₀₀₀ /GJ	RR2010-SV	URGE2009
Aardgas	5,39	5,39
Afval (niet-biogeen)	-9,00	-9,00
Benzine	8,52	9,15
Benzine/diesel	8,52	9,15
Biobrandstof	20,88	20,88
Biomassa	5,00	5,00
Biomassa (afval biogeen)	-9,00	-9,00
Biomassa (coferment)	5,00	5,00
Biomassa (hout)	5,00	5,00
Biomassa (lage kwaliteit)	0,00	0,00
Biomassa (middenkwaliteit)	2,50	2,50
Biomassa (olie)	9,00	9,00
CCF-gas	5,39	5,39
Chemisch restgas	5,39	5,39
Cokes	1,97	1,97
Cokeskolen	1,97	1,97
Cokesovengas	5,39	5,39
Diesel	8,52	9,15
Diesel bv	8,52	9,15
E-inhoud mest	0,00	0,00
Elektriciteit	16,08	17,50
fermentatiegas	0,00	0,00
Hoge druk stoom	5,99	5,99
Hoogovengas	5,39	5,39
Injectiekolen	1,97	1,97
Kerosine bunkers	8,52	9,15
Kolen	1,97	1,97
LPG	8,52	9,15
Olie	7,02	7,53
Overig olie	7,02	7,53
Propaan	7,02	7,53
Stookolie	7,02	7,53
Stoom	5,99	5,99
Warmte	5,99	5,99
Winning	0,00	0,00
Zware stookolie	7,02	7,53

Tabel B.2 *Sectorale brandstofprijzen in 2020 in €₂₀₀₀/GJ*

Sectorale brandstofprijzen in 2020 in € ₂₀₀₀ /GJ	Eindverbruikersprijs	WKK-prijs	
Anorganische basischemie	Aardgas	5,93	5,00
Basismetalaal aluminium	Aardgas	6,25	5,32
Basismetalaal ferro	Aardgas	5,76	4,93
Bouw	Aardgas	6,25	5,32
Elektriciteitsopwekking	Aardgas	5,64	5,04
Gasvoorziening	Aardgas	5,64	5,04
Glastuinbouw	Aardgas	7,42	6,29

Sectorale brandstofprijzen in 2020 in € ₂₀₀₀ /GJ		Eindverbruikersprijs	WKK-prijs
HDO	Aardgas	10,04	6,48
Huishoudens	Aardgas	11,75	7,00
Industrie	Aardgas	6,86	5,64
Kunstmestindustrie	Aardgas	5,76	4,93
Landbouw	Aardgas	7,18	6,08
Overige landbouw	Aardgas	11,50	7,48
Petrochemie	Aardgas	5,93	5,00
Raffinaderijen	Aardgas	5,71	4,81
Verkeer	Aardgas	11,75	7,00
Elektriciteitsopwekking	Afval (niet-biogeen)	-8,00	
Verkeer	Benzine	30,34	
Verkeer	Benzine/diesel	26,34	
Verkeer	Biobrandstof	38,70	
Elektriciteitsopwekking	Biomassa	6,00	
Elektriciteitsopwekking	Biomassa (afval biogeen)	-8,00	
Gasvoorziening	Biomassa (coferment)	3,00	
Gasvoorziening	Biomassa (hout)	6,00	
Elektriciteitsopwekking	Biomassa (lage kwaliteit)	1,00	
Elektriciteitsopwekking	Biomassa (middenkwaliteit)	3,50	
Elektriciteitsopwekking	Biomassa (olie)	10,00	
Basismetale ferro	CCF-gas	7,55	
Anorganische basischemie	Chemisch restgas	6,89	
Anorganische basischemie	Cokes	6,32	
Basismetale ferro	Cokes	5,79	
Basismetale ferro	Cokeskolen	3,35	
Basismetale ferro	Cokesovengas	5,83	
Landbouw	Diesel	11,19	
Verkeer	Diesel	21,03	
Verkeer	Diesel bv	11,19	
Gasvoorziening	E-inhoud mest	0,10	
Anorganische basischemie	Elektriciteit	14,89	14,50
Basismetale aluminium	Elektriciteit	14,89	14,50
Basismetale ferro	Elektriciteit	14,89	14,50
Bouw	Elektriciteit	18,00	15,22
Elektriciteitsopwekking	Elektriciteit	18,72	0,00
Glastuinbouw	Elektriciteit	26,03	16,64
HDO	Elektriciteit	27,86	16,64
Huishoudens	Elektriciteit	50,50	16,64
Industrie	Elektriciteit	25,65	19,08
Kunstmestindustrie	Elektriciteit	14,89	14,50
Landbouw	Elektriciteit	26,03	16,64
Petrochemie	Elektriciteit	14,89	14,50
Raffinaderijen	Elektriciteit	26,90	18,21
Verkeer	Elektriciteit	50,50	16,64
Basismetale aluminium	Fermentatiegas	4,19	
Raffinaderijen	Hoge druk stoom	6,84	
Basismetale ferro	Hoogovengas	7,55	
Basismetale ferro	Injectiekolen	3,35	
Verkeer	Kerosine bunkers	11,19	
Basismetale ferro	Kolen	3,35	
Elektriciteitsopwekking	Kolen	2,44	
Basismetale ferro	LPG	8,87	
Verkeer	LPG	17,29	

Sectorale brandstofprijzen in 2020 in € ₂₀₀₀ /GJ		Eindverbruikersprijs	WKK-prijs
Anorganische basischemie	Olie	8,47	
Basismetmaal aluminium	Olie	8,80	
Basismetmaal ferro	Olie	8,80	
Bouw	Olie	8,80	
Anorganische basischemie	Overig olie	8,47	
Basismetmaal aluminium	Overig olie	8,80	
Landbouw	Propaan	7,63	
Petrochemie	Stookolie	7,02	
Raffinaderijen	Stookolie	7,02	
Verkeer	Stookolie	11,30	
Anorganische basischemie	Stoom	7,65	
Basismetmaal aluminium	Stoom	8,00	
Basismetmaal ferro	Stoom	7,12	
Kunstmestindustrie	Stoom	7,41	
Elektriciteitsopwekking	Warmte	7,07	7,07
HDO	Warmte	13,11	13,11
Industrie	Warmte	9,37	9,37
Landbouw	Warmte	9,15	9,15
Petrochemie	Warmte	6,84	6,84
Raffinaderijen	Warmte	6,84	7,36
Anorganische basischemie	Zware stookolie	8,98	
Kunstmestindustrie	Zware stookolie	9,94	