

## **CE Delft**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

# **Maatschappelijke effecten vermindering luchtverontreiniging**

**MKBA van mogelijke  
NEC-plafonds**

## **Rapport**

Delft, juli 2008

Opgesteld door:

C.E.P (Ewout) Dönszelmann

S.M. (Sander) de Bruyn

M.H. (Marisa) Korteland

F. (Femke) de Jong

M.N. (Maartje) Sevenster

M. (Michel) Briene (Ecorys)

M. (Manfred) Wienhoven (Ecorys)

J. (Jaap) Bovens (Ecorys)



# Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

C.E.P (Ewout) Dönszelmann, S.M. (Sander) de Bruyn, M.H. (Marisa) Korteland,  
F. (Femke) de Jong, M.N. (Maartje) Sevenster, M. (Michel) Briene (Ecorys),  
M. (Manfred) Wienhoven (Ecorys), J. (Jaap) Bovens (Ecorys)  
Maatschappelijke effecten vermindering luchtverontreiniging  
MKBA van mogelijke NEC-plafonds  
Delft, CE Delft, 2008

Luchtverontreiniging / Emissies / EG / Richtlijnen / Grenswaarde / Analyse /  
Maatschappelijke factoren / Economische factoren / Effecten / Gezondheid /  
Natuur

Publicatienummer: 08.7.642.34

Alle CE Delft publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken  
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Ewout  
Dönszelmann

© copyright, CE Delft, Delft

## **CE Delft**

### **Oplossingen voor milieu, economie en technologie**

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

De meest actuele informatie van CE Delft is te vinden op de website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl).

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

## Voorwoord

Dit jaar komt de Europese Commissie met voorstellen voor de herziening van de NEC-Richtlijn (2001/81/EG) waarin nieuwe emissieplafonds worden opgenomen voor het jaar 2020. Ten behoeve van de standpuntbepaling over de positie die Nederland moet innemen tijdens die onderhandelingen heeft het ministerie van Economische Zaken, mede namens het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid aan CE Delft en Ecorys gevraagd om in samenwerking met het Milieu- en Natuurplanbureau een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) uit te voeren.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de MKBA van twee alternatieve NEC-doelen voor 2020. Bij het opstellen van deze MKBA heeft de projectgroep dankbaar gebruik gemaakt van de adviezen vanuit de NEC-werkgroepen die door het ministerie van VROM zijn ingesteld.

Vanuit Milieu- en Natuurplanbureau, tegenwoordig Planbureau voor de Leefomgeving, hebben Benno Jimmink, Marjet Visser, Pieter Hammingh, Jan Aben waardevolle ondersteuning geleverd bij het bepalen van de effecten van emissies op gezondheid en natuur.

De effecten van het Nederlandse klimaatbeleid op de emissies van de NEC-stoffen zijn in beeld gebracht door Bert Daniëls van ECN.

Het project is begeleid door een interdepartementale begeleidingscommissie. De eindverantwoordelijkheid voor dit rapport ligt uiteraard bij CE Delft en Ecorys.



# Inhoud

Conclusies en samenvatting	1
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond en doel	5
1.2 Methode van aanpak en opbouw van het rapport	5
1.2.1 Wat is een MKBA?	5
1.2.2 Beleidsinterventie NEC: instrumentatie en maatregelen	6
1.2.3 Effecten van projectalternatieven	7
1.2.4 Randvoorwaarden en uitgangspunten	7
2 NEC-doelen, instrumenten en maatregelen	9
2.1 Introductie	9
2.2 Nulalternatief (de autonome ontwikkeling)	9
2.3 Projectalternatief (beleidsdoelen en instrumenten)	11
2.4 Maatregelen	12
2.4.1 Soorten maatregelen	12
2.4.2 Fasering	15
3 Economische effecten	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Methode van aanpak	17
3.3 Geprijsde welvaartseffecten	19
3.3.1 Kosten van maatregelen	19
3.3.2 'Deadweight loss'	21
3.3.3 Indirecte effecten	22
3.3.4 Totaal geprijsde welvaartseffecten	25
4 Externe effecten	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Methodologisch kader voor waardering van externe effecten	27
4.3 Gevolgde aanpak in deze studie	29
4.3.1 Aanpak in deze studie op hoofdlijnen	29
4.3.2 Het bepalen van de fysieke effecten in 2020	29
4.3.3 Het waarderen van de fysieke effecten	33
4.3.4 Gebruik van schadekostenkentalen	36
4.4 Resultaten	37
4.4.1 Fysieke effecten gezondheid in 2020	38
4.4.2 Baten van het projectalternatief in 2020	40
4.4.3 Ontwikkelingen door de tijd heen (2010-2040)	41
5 Resultaten	43
5.1 Inleiding	43
5.2 Maatschappelijke kosten- en baten van aanscherping NEC-plafonds	43
5.2.1 Geprijsde effecten	43
5.2.2 Externe effecten	43
5.2.3 Totale welvaartseffecten	44

5.2.4	Verdeling baten en lasten	45
5.3	Gevoeligheidsanalyses	45
5.3.1	Lagere WTP-bepaling	46
5.3.2	De ontwikkeling van de baten indien natuur gewaardeerd zou kunnen worden	46
5.3.3	Het loslaten van het inwonerprincipe	48
5.3.4	Andere NEC-plafonds	48
5.4	Factsheet	51
6	Literatuur	53
A	Begrippen en afkortingenlijst	63
B	REMI-Model (Ecorys)	67
C	Sectoral Welfare Model, bepaling welvaartseffecten (Ecorys)	73
D	Toelichting bij berekening mortaliteit en morbiditeit	79
E	Capita selecta	81
F	Waardering van externe effecten	85
G	Waardering effecten op de natuur	87

## Conclusies en samenvatting

De NEC-richtlijn, de Europese richtlijn waarin voor alle lidstaten een emissieplafond voor verschillende luchtverontreinigende stoffen worden gesteld, staat op het punt om aangepast te worden. In dit rapport beschrijven we de resultaten van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van mogelijke nieuwe NEC-doelen voor 2020. In deze studie wordt rekening gehouden met de gevolgen van het intensiveren van het Nederlandse klimaatbeleid voor de emissies van NEC-stoffen. Reeds vastgestelde beleidsmaatregelen worden in het nulalternatief meegenomen. Dit onderzoek is bedoeld als nadere input bij het bepalen van de Nederlandse positie in de onderhandelingen binnen de EU over de hoogte van de plafonds.

In de MKBA onderzoeken we een projectalternatief ten opzichte van het nulalternatief. Het nulalternatief is de autonome ontwikkeling in emissies als er geen nieuwe doelstellingen voor de NEC-stoffen worden vastgesteld. Het nulalternatief bestaat uit de door het MNP berekende verwachte emissies van NEC-stoffen in 2020, de verdere vermindering daarvan door het invoeren van EURO 6-maatregelen en het verlagen van het zwavelgehalte in brandstoffen. In het nulalternatief zijn verder de emissiereducties van de NEC-stoffen als gevolg van het programma Schoon en Zuinig (voor het klimaatbeleid) meegenomen. Deze emissiereducties zijn door ECN vastgesteld (ECN, 2008). Het geheel aan dan geschatte emissies van NEC-stoffen geldt als nulalternatief. Al deze maatregelen die in het nulalternatief zijn opgenomen kennen hun maatschappelijke kosten en baten. Zij worden in deze studie echter als een gegeven ijkpunt gehanteerd. De studie gaat in op wat er verder nog nodig is en wat daar de maatschappelijke kosten en baten van zijn.

Het projectalternatief bestaat uit de verwachte invulling van de nieuwe NEC-richtlijn en is in deze studie mede gebaseerd op de inzichten uit de contacten met de vertegenwoordigers van de Europese Commissie van begin 2008. De verwachte doelstellingen zijn vervolgens ingevuld met technische maatregelen die de doelgroepen kunnen nemen om hun emissies te reduceren. De in dit onderzoek gekozen maatregelen zijn afgeleid van het Optiedocument (ECN/MNP, 2006) en aangevuld met de zienswijzen van de door het ministerie van VROM ingestelde NEC-werkgroepen. De maatregelen zijn opgenomen in volgorde van toenemende kosten per emissiereductie en weergegeven per stof. Dat betekent dat eerst die maatregelen worden genomen die tegen de laagste kosten leiden tot een bepaalde emissiereductie. De meeste maatregelen zijn bestaande technieken die zich in de praktijk al hebben bewezen. Optimalisatie van deze technieken kan nog tot een beter reductierendement leiden, maar grote innovaties worden voor deze technieken niet verwacht, aldus het Optiedocument.

We veronderstellen in deze MKBA dat de overheid zodanige beleidsinstrumenten weet in te zetten dat de gewenste NEC-doelen op de meest kosteneffectieve wijze gerealiseerd worden. Eventuele economische inefficiënties van het beleid -

bijvoorbeeld omdat de overheid besluit vanuit concurrentie- of rechtvaardigheidsoverwegingen besluit om bepaalde doelgroepen te ontzien - zijn als PM-post meegenomen. Omdat het beleid niet is ingevuld in deze MKBA worden ook de beleidskosten op PM gezet. Een en ander betekent dat de direct te kwantificeren kosten van deze maatregelenpakketten volledig bestaan uit de kosten van de maatregelen zelf.

Als welvaartseffecten onderscheiden we geprijsde effecten en externe effecten. De *geprijsde* effecten bestaan uit de kosten van de maatregelen, verlies aan consumentensurplus (door vermindering van consumptievolume omdat de kosten in de prijzen zullen worden doorberekend), arbeidsmarkteffecten (werkloosheid) en effecten vanuit het buitenland (d.w.z. dat Nederlanders betalen voor maatregelen die elders genomen worden). De externe effecten zijn de impacts op gezondheid, natuur, gebouwen, materialen en landbouw.

De contante waarde van alle geprijsde effecten bedraagt circa 1,7 miljard Euro negatief. Bij de verdiscontering van de geraamde geprijsde effecten is uitgegaan van het door het ministerie van Financiën vastgestelde percentage van 2,5%.

Tabel 1 Contante waarde van geprijsde welvaartseffecten, voor het projectalternatief x mln. Euro, 2010-2040 ten opzichte van het nulalternatief

	Directe geprijsde effecten		Indirecte geprijsde (negatieve) effecten		Totaal welvaartseffect
	Kosten van maatregelen	'Deadweight loss'	Arbeidsmarkt	Buitenland	
Landbouw	233	1,2	42	127	403
Voedings- en genotmiddelen industrie	23	0,0	6	11	40
Chemie	122	0,0	27	6	153
Metaal	146	0,0	34	11	191
Aardolie-industrie	290	0,1	67	9	366
Elektriciteit	73	0,0	3	1	77
Overige industrie	47	0,0	8	7	62
Bouwnijverheid	188	0,0	17	2	207
Diensten	165	0,1	21	49	235
<b>Totaal welvaartseffect</b>	<b>1.287</b>	<b>1,5</b>	<b>225</b>	<b>223</b>	<b>1.734<sup>1</sup></b>

De contante waarde van de externe effecten is 5,2 miljard Euro in het projectalternatief (wederom bij een disconteringsvoet van 2,5%), waarbij de natuurbaten op PM zijn gezet. De voornaamste bijdrage aan de batens wordt gevormd door afnemende mortaliteit door blootstelling aan fijn stof. Het gaat om zowel primair fijn stof als om secundair fijn stof, hetgeen impliceert dat deze batens ook afhankelijk zijn van de emissiereducties van NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>. Ook chronische bronchitis en ziekte-dagen (dagen met beperkte activiteit) als gevolg van fijn stof speelt een rol van betekenis bij de MKBA. De overige effecten dragen in slechts zeer beperkte mate bij aan de resultaten van de MKBA.

<sup>1</sup> Afronding van getallen heeft plaatsgevonden.





Tabel 2 Totale verdisconteerde milieubaten van het beleid, 2010-2040, mln. Euro, prijzen 2005 en fysieke effecten in 2020

	Projectalternatief	
	Fysieke effecten 2020	In mln. €
Mortaliteit PM/SIA	-6.218 YOLL	3.700
Mortaliteit O3/SOA	-196 YOLL	80
Morbiditeit PM/SIA		1.200
Morbiditeit O3/SOA		100
Landbouwgewassen		40
Gebouwen/materialen		60
Natuur/Ecosystemen	-12 AAE (eq ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> ) voor verzuring -17 AAE (eq ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> ) voor eutrofiering	PM
<b>Totaal</b>		<b>5.200</b>

Noot: Totalen afgerond op honderd miljoenen Euro's voor PM/SIA en tientallen miljoenen Euro's voor de andere effecten. Fysieke effecten uitsluitend voor mortaliteit weergegeven. YOLL= Years of life lost. AAE = Average Accumulated Exceedance, een maatstaf voor overschrijding van de 'critical loads'.

Een vergelijking van de verdisconteerde kosten met de baten laat zien dat aanscherping van de NEC-doelen een efficiënt beleid is: de baten zijn met 3,5 miljard Euro beduidend groter dan de kosten. Deze conclusie blijft overeind als we de waardering van gezondheidseffecten door verbetering van de luchtkwaliteit lager inschatten (dan gebruikelijk is). De baten pakken nog positiever uit als ook de impacts op natuur en ecosystemen worden meegenomen. In een tentatieve analyse laten we zien dat in deze studie de natuurbaten kunnen oplopen tot ongeveer 20% van de gezondheidsbaten.

De kosten van aanscherping van de NEC-doelen zijn verdeeld over de verschillende sectoren, maar lijken maatschappelijk gedragen te kunnen worden. Voor het grootste deel kunnen de kosten uiteindelijk worden doorberekend aan de burger. De baten van de NEC-doelen slaan neer bij alle burgers die profiteren van een schonere lucht. De baten in Nederland komen voor een belangrijk deel door maatregelen in de Nederlandse landbouwsector die NH<sub>3</sub> en tegelijkertijd primair fijn stof reduceren, alsmede de maatregelen die in het buitenland worden getroffen ter vermindering van fijn stof.



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en doel

De onderhandelingen over de herziening van de NEC-Richtlijn (2001/81/EG) waarin nieuwe emissieplafonds worden opgenomen voor het jaar 2020 zijn momenteel gaande. Door IIASA is een studie uitgevoerd van de kosten en baten op landniveau waarbij de doelstellingen uit de Thematische Strategie Luchtkwaliteit (SEC2005/1132) worden gehaald<sup>2</sup>. Op basis daarvan en op basis van een inschatting van de positieve effecten die het Europese Klimaatbeleid zal hebben, wordt momenteel door de Europese Commissie een kostenoptimale verdeling van de emissieplafonds voorbereid die onderwerp zal worden van de onderhandelingen.

Om zich te beraden op de positie die Nederland moet innemen tijdens die onderhandelingen hebben de ministeries van Economische Zaken en van Landbouw, Voedselkwaliteit en Natuur aan CE Delft en ECORYS gevraagd een studie te doen naar de maatschappelijke kosten en baten van mogelijke nieuwe NEC-plafonds.

In dit rapport beschrijven we de resultaten van een MKBA van mogelijke nieuwe NEC-doelen. Dit onderzoek is bedoeld om de Nederlandse positie te bepalen in de onderhandelingen in de EU over de hoogte van de plafonds. Het doel van het onderzoek is primair om aan te geven welke maatschappelijke gevolgen er voor Nederland zijn bij een streng NEC-plafond, rekening houdend met de effecten van het Nederlandse Klimaatbeleid.

## 1.2 Methode van aanpak en opbouw van het rapport

### 1.2.1 Wat is een MKBA?

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) is een beslissings-ondersteunend instrument bij het analyseren en beoordelen van beleidsvoornemens - in de literatuur meestal *beleidsinterventies* genoemd. Het woord 'maatschappelijk' betekent hier dat alle kosten en baten onderdeel zijn van de MKBA, niet alleen financiële kosten en baten. Een MKBA geeft daarmee zicht op alle relevante effecten van beleid.

Alle voor- en nadelen voor de maatschappij van een nieuwe beleidsinterventie (of mix van interventies) worden in een MKBA in principe in geld gewaardeerd, ook sociale effecten en milieueffecten. Door een goed inzicht in de effecten van voorgesteld beleid kan de afweging omtrent doorgang van nieuw beleid en de vormgeving daarvan zorgvuldig plaatsvinden. Bovendien verschaft een MKBA inzicht aan wie voor- en nadelen van voorgesteld beleid toevallen (de zogenaamde verdelingseffecten). Deze effecten zijn van belang in verband met

<sup>2</sup> Zie: [http://www.iiasa.ac.at/rains/CAFE\\_files/NEC2full.pdf](http://www.iiasa.ac.at/rains/CAFE_files/NEC2full.pdf).

de diverse belangen van verschillende partijen en het uiteindelijke draagvlak voor beleid. Tenslotte kan een MKBA informatie geven over mogelijke alternatieven en alternatieven die kunnen leiden tot een betere vormgeving van het voorgestelde beleid. Te denken is aan een betere omvang, samenstelling, uitwerking of timing en fasering van maatregelen. In deze studie onderzoeken we de welvaartseffecten van alternatieve doelstellingen, waarbij we veronderstellen dat deze doelstellingen op een vergelijkbare wijze worden geïnstrumenteerd.

Een MKBA maakt altijd een vergelijking tussen een nulalternatief en een projectalternatief. Het nulalternatief is de meest waarschijnlijk te achten economische ontwikkeling die zal plaatsvinden in geval de beleidsinterventie niet plaatsvindt. Het projectalternatief is dan de ontwikkeling waarbij de beleidsinterventie wel wordt uitgevoerd.

### 1.2.2 Beleidsinterventie NEC: instrumentatie en maatregelen

De beleidsinterventie bestaat in deze studie uit het halen van nieuwe NEC-doelstellingen. Voordat de MKBA kan worden berekend dienen een aantal zaken nader gepreciseerd te worden:

- a Het bepalen van hoe de NEC-emittenten zich zonder nieuw NEC-beleid zouden ontwikkelen (nulalternatief).
- b De hoogte van de doelstellingen die het nieuwe NEC-beleid vormen (projectalternatief).
- c De instrumentatie waarmee deze doelstellingen moeten worden gehaald (detaillering van het projectalternatief).

De eerste twee stappen zullen in hoofdstuk 2 worden toegelicht. De derde stap is cruciaal in een MKBA. In de praktijk is deze stap ex-ante echter vaak ingewikkeld om in te vullen. We weten nu nog niet hoe de overheid technische maatregelen en gedragsveranderingen bij de doelgroepen gaat bevorderen die nodig zijn om de doelstellingen te halen. We weten wel uit diverse studies (bijvoorbeeld het *Optiedocument*) welke technische maatregelen en andere opties kunnen worden genomen om emissies in de toekomst te reduceren.

In dit onderzoek veronderstellen we daarom dat de overheid nieuw beleid op dusdanige manier weet vorm te geven dat de gegeven doelstellingen op de meest kosteneffectieve manier worden gehaald. De manier waarop dat gebeurt wordt hier niet nader toegelicht. Eventuele inefficiënties die de overheid met suboptimale regelgeving in de economie introduceert worden in deze MKBA als PM-post meegenomen.

In hoofdstuk 2 definiëren we het projectalternatief, dat wil zeggen een pakket aan maatregelen dat gericht is op het bereiken van de gekozen NEC-doelen.



### 1.2.3 Effecten van projectalternatieven

Conform de *Leidraad MKBA in het milieubeleid* (CE, 2007) onderscheiden we economische effecten en externe effecten. De economische effecten bestaan uit de geprijsde effecten die zich deels direct voordoen, bijvoorbeeld via het doen van investeringen, en deels indirect van aard zijn, omdat ze bijvoorbeeld deels aan de buitenlandse afnemers worden doorberekend. De economische effecten worden geanalyseerd in hoofdstuk 3.

De externe effecten bestaan uit de ongeprijsde effecten van de beleidsinterventie. Deze effecten bestaan onder andere uit effecten van emissies op gezondheid van mensen en effecten op biodiversiteit. Deze effecten worden in hoofdstuk 4 geanalyseerd.

### 1.2.4 Randvoorwaarden en uitgangspunten

De NEC-plafonds gelden per lidstaat. Het ligt daarom voor de hand om de kosten en effecten voor Nederland in beeld te brengen. Wij analyseren de effecten van de NEC-plafonds die voor Nederland gelden. Daarbij houden wij wel rekening met de weglekeffecten van de maatregelen. We houden bijvoorbeeld rekening met het weglekken van kosten naar het buitenland (wanneer bedrijven de kosten van de maatregelen kunnen doorberekenen in de exportprijzen) en met 'importeren' van buitenlandse kosten voor maatregelen die bedrijven in andere landen nemen. We veronderstellen hierbij dat het beleid in andere Europese landen beantwoordt aan dezelfde ambitie van de Commissie, zoals beschreven in het werk van IIASA<sup>3</sup>.

Voor het vaststellen van de tijdshorizon die in beschouwing wordt genomen is het van belang dat de emissieplafonds voor het jaar 2020 moeten zijn gerealiseerd. Omdat de kosten voor uitvoering van de maatregelen grotendeels voor deze periode worden gemaakt, en de baten ook na deze periode doorlopen, nemen we een langere tijdshorizon in beschouwing, namelijk tot en met 2040. Voor kosten en effecten die mogelijk ook na deze periode doorlopen is de restwaarde bepaald.

Wij drukken de kosten van alle maatregelen uit in prijzen van 2005.

Voor het verdisconteren van de kosten en baten gaan we uit van het onlangs door het ministerie van Financiën vastgestelde percentage van 2,5%.

---

<sup>3</sup> Zie: [http://www.iiasa.ac.at/rains/CAFE\\_files/NEC2full.pdf](http://www.iiasa.ac.at/rains/CAFE_files/NEC2full.pdf).



## 2 NEC-doelen, instrumenten en maatregelen

### 2.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de contouren van de uitgevoerde MKBA. Paragraaf 2.2 geeft allereerst een beschrijving van het nulalternatief: de situatie zoals die zich zou voordoen indien er geen aanvullende NEC-doelstellingen zouden worden geformuleerd. Vervolgens wordt in paragraaf 2.3 nader ingegaan op het projectalternatief: de situatie die zich zou voordoen indien er nieuwe NEC-plafonds zouden worden afgesproken. Paragraaf 2.4 beschrijft de technische maatregelen die genomen gaan worden bij de doelgroepen indien de overheid de beleidsvoornemens uit het projectalternatief ten uitvoering brengt.

### 2.2 Nulalternatief (de autonome ontwikkeling)

Hoe zouden de emissies zich in 2020 ontwikkelen als al het huidige beleid verder wordt doorgevoerd maar er geen nieuw beleid wordt ontwikkeld?

Het startpunt is de door MNP aangegeven verwachte emissie in 2020, zoals opgenomen in NEC-revision interim report 1 (MNP, 2007) op basis van het GE-scenario<sup>4</sup>. Het MNP beschrijft daarin welke emissies verwacht worden voor 2020, wanneer de nu reeds ingezette instrumenten hun werk doen. Verdisconteerd hierin zijn ook bijvoorbeeld het doorwerken van de emissie-eisen (Euro 5) in de transportsector wat effect heeft op de NO<sub>x</sub>- en PM<sub>2,5</sub>-emissies. Ook heeft het MNP aannames gemaakt met betrekking tot de geprojecteerde emissies. Voor NH<sub>3</sub> is bijvoorbeeld aangenomen dat de melkquota verdwijnen, waardoor de veestapel zal groeien en de NH<sub>3</sub>-emissie zal toenemen. Deze aannames zijn in deze MKBA niet ter discussie gesteld, zij dienen als uitgangspunt.

De door het MNP verwachte emissies worden weergegeven in Tabel 3 waarin tevens de onderverdeling van de ontwikkelingen voor de sectoren is gegeven.

---

<sup>4</sup> GE-scenario is het *Global Economy*-scenario uit de studie *Welvaart en leefomgeving* (CPB/MNP/RPB/ECN, 2006) waarin een toename van de wereldhandel en grotere economische groei voor Nederland wordt voorspeld en de emissies meer toenemen dan in andere scenario's.

Tabel 3 Geschatte emissies in 2020 zonder aanvullend beleid (MNP, 2008)

<i>Emissie inschatting MNP 2008 (GE-beeld 2020)</i>								
(kton/j)	BKG (Mton/j)	CO <sub>2</sub> (Mton/j)	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM10 <sup>5</sup>	PM <sub>2,5</sub>
Industrie	48,3	36,9	31,9	19,3	46,1	4	9,9	4,3
Raffinaderijen	13,9	13,9	7,3	16	14,6		0,6	0,5
Energie	83,8	81,4	48,3	15,3	9,5		1,2	0,9
Afval								
Verkeer	47,7	47	106,7	4,1	20,8	2,1	7,8	3,9
Landbouw	26	6,8	9,7	0	1	128,2	10,3	2,1
Huishoudens	17,5	17,1	7,6	0,5	35,7	8	3,5	3,3
HDO-bouw	10,7	10,4	6,9	1,8	37,5	0,6	3,1	0,7
Totaal	247,9	213,5	218,4	57,0	165,2	142,8	36,3	15,8

Op deze emissiecijfers zijn vervolgens correcties aangebracht ten gevolge van de verwachte effecten van de invoering en stimulering van EURO 6 voor vrachtverkeer en anders betalen voor mobiliteit. Bovendien is gecorrigeerd voor het verlagen van het zwavelgehalte van rode diesel voor mobiele werktuigen, binnenvaart en visserij. Dat levert een verwachte besparing op van ongeveer 13kton NO<sub>x</sub> en bijna 3 kton SO<sub>2</sub>.

Daarnaast kan men er inmiddels vanuit gaan dat het klimaatbeleid tussen nu en 2020 verder wordt aangescherpt. Maatregelen ter reductie van broeikasgassen kunnen een synergetisch effect hebben op de NEC-stoffen. Om deze effecten mee te nemen hebben wij de cijfers van ECN voor Schoon en Zuinig (ECN, 2008) genomen om de emissiereductie als gevolg van Schoon en Zuinig voor de NEC-stoffen in de baseline te bepalen. Dit hebben wij gedaan door het gemiddelde te nemen van de EU-laag en EU-hoog scenario's<sup>6</sup>. Dit levert voor NO<sub>x</sub> 2,6 kton additionele reductie per jaar op; voor SO<sub>2</sub> 3 kton/jr; voor NMVOS 0,4 kton/jr en voor PM<sub>10</sub> 0,25 kton/jr. In Tabel 4 zijn de aangebrachte correcties op de bovenstaande tabel samengevat om de autonome ontwikkeling in de emissies van de NEC-stoffen te bepalen

Tabel 4 Emissieontwikkeling verkeerssector en Nederland ten gevolge van aanvullende maatregelen bestaand beleid voor de verkeerssector en de uitvoering van het klimaatbeleid tot 2020

(kton/j)	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM10 <sup>7</sup>	PM <sub>2,5</sub>
Nieuwe verkeeremissies	93,3	1,3	20,8	2,1	7,8	3,9
Totaal zonder klimaatbeleid	205	54,2	165,2	142,8	36,3	15,8
Totaal met klimaatbeleid	202,4	51,2	164,8	142,8	36,1	15,7

De emissieontwikkelingen in het nulalternatief zijn vervolgens door het MNP doorgerekend op de verwachte effecten die dat zou hebben op de depositie en concentratie van emissies. Daarbij moet ook een inschatting worden gemaakt

<sup>5</sup> Uit tabel ECN Schoon en Zuinig, geen PM<sub>2,5</sub> genoemd.

<sup>6</sup> Geleverd door ECN op 13 maart 2008.

<sup>7</sup> Uit tabel ECN Schoon en Zuinig, geen PM<sub>2,5</sub> genoemd.





van de autonome beleidsontwikkelingen in het buitenland. Voor het nulalternatief zijn door het MNP voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>2.5</sub> de emissies bepaald volgens de Coherent benchmark baseline van IASA report # 4. Voor NH<sub>3</sub> en NMVOS zijn de nationale benchmark baselines van IASA report # 4 genomen.

### 2.3 Projectalternatief (beleidsdoelen en instrumenten)

De doelstellingen voor 2020 zijn gebaseerd op de laatste stand van discussies over de gewenste ontwikkeling van emissies in de EU en de bijdrage van de individuele lidstaten daarin. In vergelijking met eerdere documenten van de Commissie omtrent de CAFE-doelstellingen zijn de doelstellingen voor NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en NMVOS aangescherpt. De doelstelling voor NH<sub>3</sub> is echter minder ambitieus

Tabel 5 Doelstellingen en benodigde reducties

	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NMVOS	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Doel	186	35	143	119	16
Baseline	202,4	51,2	164,8	142,8	15,7
Benodigde reductie	16,4	16,2	21,8	23,8	0

In de berekeningen gaan wij uit van de gemiddelde emissiereductie-doelstellingen. Wij maken geen onderscheid naar regionale verschillen in emissiedoelstellingen om, bijvoorbeeld, te voldoen aan lokale luchtkwaliteits-eisen.

De maatregelen die nodig zijn om de genoemde reducties te halen worden niet zomaar genomen. Verschillende bestaande instrumenten worden ingezet, vaak in aangescherpte vorm.

De volgende instrumenten worden verondersteld te worden ingezet:

- aanscherping van emissie-eisen in verschillende besluiten zoals BEES, Besluit verbranding afvalstoffen, de PSR-normen in de NO<sub>x</sub>-emissiehandel, vergunningen voor bedrijven, AMvB's in de landbouwsector;
- verlagen van de normen voor het zwavelgehalte in brandstoffen;
- accijnsverlaging voor zwavelarme brandstoffen;
- tijdelijke stimuleringsregeling voor zwavelarme brandstof voor de binnenvaart;
- eisen aan producten;
- voorlichting voor voeding van rundvee.

In deze studie wordt er van uitgegaan dat het beleid en de ingezette instrumenten ook daadwerkelijk leiden tot de meest kosteneffectieve reductie van de emissies per stof. Eventuele inefficiënties die ontstaan bij de uitvoering van het beleid, alsmede de kosten van het voeren van het beleid, worden in deze MKBA als PM-post meegenomen.

Om de verwachte emissies te vertalen naar de effecten op het milieu moet ook een inschatting worden gemaakt van de beleidsontwikkeling in het project-alternatief voor het buitenland. Voor het buitenland heeft het MNP voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>2.5</sub> de emissies genomen volgens de Coherent TSAP ceilings van IASA

report #5. Voor NH<sub>3</sub> en NMVOS zijn de nationale TSAP ceilings van IIASA report #5 als uitgangspunt genomen.

## 2.4 Maatregelen

### 2.4.1 Soorten maatregelen

De genoemde instrumenten leiden tot het treffen van maatregelen. Deze maatregelen komen bovenop de maatregelen die al in het nulalternatief zijn meegenomen en waar ook kosten voor gemaakt worden.

- voor SO<sub>2</sub> zijn veel maatregelen gekoppeld aan de rookgasreiniging en aan het zwavelgehalte van de brandstoffen;
- voor NO<sub>x</sub> zijn de maatregelen het gevolg van het toepassen van Low-NO<sub>x</sub>-branders voor diverse ketels en een aanscherping van de PSR-normen binnen het systeem van de emissiehandel;
- voor NH<sub>3</sub> worden de maatregelen voorzien bij de landbouw, met name gekoppeld aan het aanwenden van mest, het stikstofgehalte van het voer en emissiebeperkingen voor stallen;
- voor NMVOS geldt dat de maatregelen gezocht moeten worden bij de chemische wasserijen (zijn zelfs al direct rendabel) bij producteisen voor industriële verven en diverse bronnen in de raffinagesector;
- voor PM<sub>2.5</sub> liggen de maatregelen in de luchtbehandeling bij de veehouderij, industrie en op- en overslag.

De in dit onderzoek gekozen maatregelen zijn afgeleid van het Optiedocument (ECN/MNP, 2006) en de op basis daarvan uitgevoerde evaluaties door de NEC-werkgroepen. Uitgaande van een te behalen reductie per stof zijn maatregelen opgenomen in volgorde van toenemende kosten per emissiereductie en weergegeven per stof. Dat betekent dat eerst die maatregelen worden genomen die tegen de laagste kosten leiden tot een emissiereductie voor die bepaalde stof. De meeste maatregelen zijn overigens bestaande technieken die zich in de praktijk al hebben bewezen. Optimalisatie van deze technieken kan nog tot een beter reductierendement leiden, maar grote innovaties worden voor deze technieken niet verwacht, aldus het Optiedocument. Uitzondering hierop vormen de emissie arme stallen voor rundvee. Deze stallen zijn nog verder te ontwikkelen.

In Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8 en Tabel 9 is per stof het pakket aan maatregelen opgenomen dat leidt tot het realiseren van de doelen in het projectalternatief. De kosteneffectiviteit van de maatregel is in de laatste kolom opgenomen. Meer informatie over de kosten van de maatregelen wordt gegeven in hoofdstuk 3. Overigens dient hier nog vermeld te worden dat ook in het nulalternatief aanzienlijke kosten verbonden zijn aan uitvoering van het bestaande beleid (zoals de EURO 6-normen). Deze worden in deze MKBA evenwel niet meegenomen.



Tabel 6 Maatregelen SO<sub>2</sub>

Measure	Sector	Subsector	Emission reduction	Total Costs in M€	Costs €/kg
Measures new power plants + covenant	Power plants		2,2	0	0
Fuel switch chemistry	Industry	Chemistry	0,5	0,5	1
Optimalisation step 1 at coal-fired power plants	Power plants	Coal-fired power plant	1,5	1,5	1
Iron and steel, lye shrubbers	Industry	Iron and steel industry	0,2	0,4	2
Melting furnace aluminium	Industry	Aluminium industry	2,7	10,8	4
Fluegas purification other industry	Industry	Other	0,5	1	2
Soot factories	Industry	Chemistry	1,2	3,6	3
Refineries step 1	Refinery		2,6	9,1	3,5
Refineries step 2	Refinery		0,8	3,2	4
Optimalisation step 2 at coal-fired power plants	Power plants	Coal-fired power plant	2	8	4
Measures glas factories	Industry	Glas	0,2	1	5
Measures green crop drying house	Industry	Drying house	0,5	6	12
BEES B extra measures	Power plants		0,1	1	10
Sharpening bubble refineries	Refinery		1,2	14,4	12
Total			16,2	60,5	
Goal			16,2		

Tabel 7 Maatregelen NO<sub>x</sub>

Measure	Sector	Sub-sector	Emission reduction	Total costs in M€	Costs €/kg
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	HDO		1,9	0,95	0,5
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	Households		0,1	0,05	0,5
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	Industry		0,3	0,15	0,5
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	Agriculture		0,5	0,3	0,6
Sharpen standards within the Dutch NO <sub>x</sub> emission trade system PSR 32 g/GJ	Refineries		1,52	1,064	0,8
Sharpen standards within the Dutch NO <sub>x</sub> emission trade system PSR 32 g/GJ	Industry		5,36	3,752	0,8
Sharpen standards within the Dutch NO <sub>x</sub> emission trade system PSR 32 g/GJ	Power plants		8,4	5,88	0,8
Total			18,1 <sup>8</sup>	12,1	
Goal			16,4		

Tabel 8 Maatregelen NH<sub>3</sub>

Measure	Sector	Subsector	Emission reduction	Total Costs in M€	Costs €/kg
Sharpen low emission application pastures	Agriculture		8	18,4	2,3
Adjustment food dairy cattle	Agriculture	Dairy cattle	8,2	24,6	3
Wet air shrubbers on large stables pigs/poultry <sup>9</sup>	Agriculture	Pigs and poultry	7,1	26,27	3,7
Wet air shrubbers on smaller stables pigs/poultry <sup>10</sup>	Agriculture	Pigs and poultry	0,5	3,85	7,7
Total			23,8	73,1	
Goal			23,8		

NB: Bijkomende emissiereductie voor fijn stof, zie voetnoten.

<sup>8</sup> Gerealiseerde reductie hoger dan doel in verband met gestelde PSR op 32 g/GJ.

<sup>9</sup> Tevens reductie PM<sub>2.5</sub> 0,86 kton/j en PM<sub>10</sub> 4,3 kton/j.

<sup>10</sup> Tevens reductie PM<sub>2.5</sub> 0,06 kton/j en PM<sub>10</sub> 0,3 kton/j.



Tabel 9 Maatregelen NMVOS

Measure	Sector	Subsector	Emission reduction	Total Costs in M€	Costs €/kg
CO <sub>2</sub> textile cleaning instead of PER cleaning	HDO	Chemical laundry	1	0	0
Applying new/better paintsprayingtechniques	Industry	Metalelektro and construction companies	2	6	3
Extending using high-solid and water based varnish, powdercoating etc.	Industry	Metal, furniture and construction sectors	2	6	3
Measuring tankemissions and leakages	HDO and chemistry		1,5	4,5	3
Controlling torchsystems, handling switchload, more measuring leakages	Refinery		2	10	5
Further reducing VOS containing cleaners and processors	Industry	Metal industry	1,5	7,5	5
Applying uncertain NRP-VOS measures	Industry	Graphic and packaging industry	1	5	5
Sharpening EU product directive building, damagerecovery, HDO	Industry and HDO		6	30	5
Applying uncertain NRP-VOS measures	HDO and chemistry		0,5	3	6
Extending EU product directive traffic, consumers, HDO	HDO, transport and households		3	18	6
Applying BBT measures	Industry	EPS and polyester industry	0,5	5	10
Lowering treshold of 1 kPa for NeR measures	HDO, petroleumchain and chemistry		0,8	8	10
Total			21,8	103	
Goal			21,8		

## 2.4.2 Fasering

Naast de keuze van de te treffen maatregelen is het voor de MKBA ook nodig om te weten *wanneer* de maatregelen worden uitgevoerd. Hiervoor is verondersteld dat de maatregelen in principe gelijkelijk verdeeld over 10 jaar worden getroffen zodat in 2020 de maatregelen volledig zijn genomen. Hierop is een uitzondering. Het gaat dan om het aanpassen van het rantsoen voor melkvee dat pas in de laatste drie jaar zal plaatsvinden (dat wil zeggen 2018 t/m 2020).

Bij het bepalen van het effect van een maatregel moet er van worden uitgegaan dat de emissiereductie effectief is vanaf het jaar na het treffen van de maatregel.

We veronderstellen verder dat na 2020 de maatregelen langzamerhand weer verdwijnen<sup>11</sup>. Dat wil zeggen: bedrijven zullen eenmaal verrichtte investeringen handhaven totdat deze volledig zijn afgeschreven. Dit betekent dat na 2020 de kapitaalskosten en operationele kosten zullen aflopen naar nul. We veronderstellen dat de installaties in 2030 volledig verdwenen zijn en worden vervangen door dezelfde installaties als in het nulalternatief.

De externe effecten zullen na 2020 ook geleidelijk aan minder worden: deels omdat de installaties verdwijnen, maar vooral ook omdat bijvoorbeeld gezondheidseffecten na-ijlen op veranderingen in emissies<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> In werkelijkheid is het aannemelijk dat maatregelen ook na 2020 verplicht blijven, tenzij activiteiten veranderen en er meer of minder end of pipe maatregelen nodig zijn.

<sup>12</sup> Bij de berekening van de externe effecten worden overigens alle effecten toegerekend naar het jaar dat de emissies geëmitteerd worden. (zie meer hierover in hoofdstuk 4).



## 3 Economische effecten

### 3.1 Inleiding

De resultaten van de uitgevoerde economische effectenanalyse en de daaruit af te leiden (geprijsde) welvaartseffecten worden in dit hoofdstuk gepresenteerd. In paragraaf 3.2 wordt nader ingegaan op de gekozen methodiek en de daarbij gemaakte veronderstellingen. In paragraaf 3.3 worden de feitelijke resultaten gepresenteerd. Achtergrondinformatie (onder andere over de gevolgde werkwijze en de gebruikte modellen) is opgenomen in de bijlage.

### 3.2 Methode van aanpak

#### *Uitgangspunten*

Voor de raming van de economische effecten en daaruit af te leiden welvaartseffecten is het maatregelenpakket zoals benoemd in het vorige hoofdstuk uitgangspunt. Voor de uitvoering van deze maatregelen wordt verondersteld dat de overheid zodanige beleidsinstrumenten weet in te zetten dat de desbetreffende bedrijven en sectoren de genoemde maatregelen volgens de aangegeven fasering zullen treffen, zodat de overheid de gewenste NEC-doelen realiseert. Eventuele inefficiënties van het beleid zijn in de ramingen niet verder uitgewerkt. Deze zijn in de uiteindelijke resultaten als PM-post meegenomen. Omdat het beleid niet is ingevuld in deze MKBA worden de beleidskosten ook als PM-post meegenomen<sup>13</sup>. Een en ander betekent dat de directe te kwantificeren kosten van dit maatregelenpakket volledig bestaan uit de kosten van de maatregelen zelf<sup>14</sup>.

We gaan er hierbij vanuit dat bedrijven die in eerste instantie maatregelen treffen, de extra kosten van deze maatregelen uiteindelijk volledig zullen doorberekenen in de prijzen<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> De beleidskosten zijn de uitvoeringskosten van de maatregelen voor de overheid. Het gaat hier bijvoorbeeld om de kosten voor beleidsvoorbereiding, maar ook om uitgaven aan controle en handhaving. Omdat het beleid niet is ingevuld is niet duidelijk of er - ten opzichte van het nulalternatief - extra uitvoeringskosten zijn. Niet ondenkbaar daarbij is overigens dat het beleid budgettair neutraal uitpakt en per saldo uitsluitend sprake is van een verschuiving van de middelen (herschikking).

<sup>14</sup> In de Leidraad MKBA in het milieubeleid, wordt de voorkeur uitgesproken om concrete beleidsinstrumenten aan een MKBA te onderwerpen in plaats van maatregelenpakketten. Indien dit niet mogelijk is kan men de posten beleidskosten en beleidsinefficiënties op PM zetten.

<sup>15</sup> In principe heeft een bedrijf ook de mogelijkheid om genoeg te nemen met een lagere winst. Een lagere winst betekent echter dat de kosten voor het aantrekken van kapitaal voor dit bedrijf zullen toenemen. Vanwege de winstdaling neemt het eigen vermogen immers af, waardoor men in sterkere mate is aangewezen op externe financiering. Een en ander zal zich daarom op de langere termijn toch vertalen in hogere prijzen en een vermindering van de concurrentiepositie van de bedrijven.

### **Type effecten**

De kosten voor uitvoering van de maatregelen vormen een belangrijk onderdeel van de geprijsde effecten van de projectalternatieven, maar vormen doorgaans niet het volledige geprijsde welvaartseffect. Andere onderdelen van het totale geprijsde welvaartseffect zijn de zogenaamde 'deadweight loss', de indirecte geprijsde effecten en het buitenlandeffect. Per post geven we nu een korte toelichting.

- Zoals in de het vorige hoofdstuk beschreven hebben de *kosten van maatregelen* in belangrijke mate betrekking op het uitvoeren van fysieke maatregelen.
- De *'deadweight loss'* is de derving van welvaart door consumenten en producenten als zij minder gaan consumeren, respectievelijk produceren als gevolg van hogere prijzen van producten. Dit welvaartsverlies treedt op omdat de maatregelen leiden tot een minder optimale allocatie van productie-factoren in vergelijking met een situatie waarbij geen sprake is van interventies. Consumenten en producenten genieten daardoor beide niet langer hun maximale surplus (inefficiëntie).
- *Indirecte geprijsde welvaartseffecten* bestaan uit welvaartseffecten op afgeleide markten. Deze effecten ontstaan als deze markten niet volledig competitief zijn, waardoor de productprijzen niet goed de marginale kosten weergeven (marktimperfectie). Een voorbeeld hiervan zijn indirecte effecten op de arbeidsmarkt.
- Het *buitenlandeffect*, ten slotte, bestaat uit de kosten van maatregelen die worden afgewenteld op Nederlandse afnemers en uit kosten van binnenlandse maatregelen die op buitenlandse afnemers worden afgewenteld.

### **Methodiek**

Voor het in beeld brengen van de effecten is op hoofdlijnen dezelfde methodiek gevolgd als in de eerder uitgevoerde MKBA naar de effecten van mogelijke nieuwe NEC-plafonds. Om de 'deadweight loss' en het buitenlandeffect te bepalen is gebruik gemaakt van het door Ecorys ontwikkelde Sectoraal Welvaarts Model (SWM). In bijlage C wordt dit model nader toegelicht. Voor de analyse van de indirecte geprijsde (arbeidsmarkt)effecten is gebruik gemaakt van het REMI-model van Ecorys. Met dit model analyseren we de doorwerking van de kosten van de maatregelen op de werkgelegenheid<sup>16</sup>. Deze doorwerking van de kosten op de rest van de economie verloopt via de afzetprijzen. Door verhoging van afzetprijzen van de relevante sectoren wordt marktaandeel en daarmee afzet verloren.

---

<sup>16</sup> We gebruiken hiervoor de kosten volgens de 'nationale kosten' methode, hoewel het REMI-model eigenlijk de kosten volgens de eindgebruikersbenadering nodig heeft. Immers, economische agenten reageren op de kosten inclusief het effect van belastingen en subsidies. Doordat wij de exacte omvang van deze grootheden niet weten, is deze methode niet goed uitvoerbaar. Omdat het hier vooral gaat om technische maatregelen en nauwelijks om prijsmaatregelen, zoals heffingen en subsidies, is het verantwoord de nationale-kostenmethode te gebruiken. Verondersteld wordt dus dat de maatregelen tot stand komen via directe regelgeving.





Dit verlies aan afzet leidt vervolgens tot vermindering van de arbeidsvraag (werkgelegenheid)<sup>17</sup>. Daartegenover staat echter dat de maatregelen ook tot extra economische activiteit zullen leiden bij de toe-leveranciers van installaties en dergelijke, althans voor zover deze toe-leveranciers zich in Nederland bevinden. We veronderstellen dat de investeringen die door de agrarische sector worden getroffen, volledig worden uitgezet bij de Nederlandse bouw- en installatiesector, terwijl de investeringen in de industrie voor de helft in Nederland terecht komen.

### 3.3 Geprijsde welvaartseffecten

De geprijsde welvaartseffecten bestaan, zoals hierboven uiteengezet, uit de volgende categorieën:

- kosten van maatregelen;
- 'deadweight loss' (oftewel welvaartsverlies vanwege allocatieve inefficiëntie als gevolg van invoering van de maatregelen);
- indirecte effecten op afgeleide markten;
- buitenlandeffect vanwege afwenteling.

#### 3.3.1 Kosten van maatregelen

De kosten van de maatregelen bestaan grotendeels uit fysieke maatregelen en nauwelijks uit prijsmaatregelen als heffingen. Om die reden kunnen de kosten van deze maatregelen volledig worden opgevoerd als maatschappelijke kosten<sup>18</sup>.

Uitgangspunt voor het bepalen van de maatschappelijke kosten zijn de uit het Optiedocument afgeleide (en de door de NEC-werkgroepen aangerekte) jaarlijkse kosten per maatregel. Op basis van informatie uit de achterliggende factsheets over de opbouw van deze kosten, is in eerste instantie per maatregel een onderscheid gemaakt in operationele kosten en kapitaalkosten. Vervolgens is voor de jaarlijkse kapitaalkosten de initiële investeringsom bepaald. Daarna zijn de operationele kosten daar weer aan toegevoegd. Deze bewerkingen zijn vooral noodzakelijk om de kosten op de juiste manier in de tijd uiteen te kunnen zetten. Ten slotte zijn de kosten toegedeeld naar economische sectoren. Daarbij is wederom gebruik gemaakt van informatie uit de factsheets die soms heel sectorspecifiek is. Daar waar bijvoorbeeld verschillende industriële activiteiten te maken krijgen met maatregelen, is een toedeling gemaakt naar sectoren op basis van het aandeel van deze sectoren in de totale emissies.

---

<sup>17</sup> Het geraamde verlies dient vervolgens nog (buiten het model om) te worden gecorrigeerd voor de mate van verdringing. Vrijkomende productiemiddelen (waaronder arbeid) kunnen immers ook alternatief worden aangewend. De mate van verdringing is afhankelijk van het type arbeid dat vrijkomt en de vraag/aanbod-verhoudingen op de arbeidsmarkt. Vanwege demografische ontwikkelingen zal in de nabije toekomst in toenemende mate sprake zijn van tekorten op de arbeidsmarkt, waardoor mogelijk indirect geprijsde effecten vanwege de NEC-maatregelen worden genivelleerd.

<sup>18</sup> Indien sprake zou zijn van bijvoorbeeld een heffing worden bepaalde partijen weliswaar geconfronteerd met een kostenstijging, maar zien andere partijen (de overheid) hun inkomsten als gevolg van de heffing toenemen. Tegenover extra kosten voor de ene partij staan derhalve inkomsten voor een andere partij waardoor het netto-welvaartseffect (althans voor een deel) kan worden geneutraliseerd.

Op basis van de hierboven beschreven bewerkingen kunnen de kosten per sector en per maatregel worden vastgesteld. Deze kunnen vervolgens in de tijd uiteengezet worden op de manier zoals beschreven in paragraaf 2.4.2. Een deel van deze kosten zal echter weglekken naar buitenlandse afnemers. Omdat de kosten en effecten in deze MKBA vanuit nationaal perspectief worden bekeken dient hiervoor nog gecorrigeerd te worden. Om het weglekeffect te kunnen bepalen is gebruik gemaakt van het SWM-model, waarbij op basis van specifieke informatie over de prijselasticiteit van de uitvoer en de exportoriëntatie per sector grofweg is bepaald welk deel van de kosten zal worden afgewenteld op in het buitenland gevestigde (eind)verbruikers. De aan buitenlandse partijen berekende kosten zijn vervolgens in mindering gebracht op de totale hiervoor beschreven jaarlijkse kosten.

In Tabel 10 wordt (de ontwikkeling van) de totale maatschappelijke kosten zichtbaar gemaakt, uitgesplitst per sector. Tabel 10 laat zien dat veruit het merendeel van de kosten valt in de periode 2016-2025. In de aanloop hier naartoe en nadien worden verhoudingsgewijs veel minder kosten gemaakt. Dat na 2020 nog effecten optreden heeft ermee te maken dat na 2020 weliswaar geen nieuwe maatregelen meer worden genomen, maar dat de voor 2020 verrichtte investeringen gehandhaafd blijven tot deze volledig zijn afgeschreven.

Een substantieel deel van de kosten komt voor rekening van de aardolie-industrie. De kosten voor de landbouw worden in belangrijke mate bepaald door het feit dat Nederland haar NH<sub>3</sub>-emissies in 2020 fors moet reduceren en de landbouw verantwoordelijk is voor nagenoeg alle NH<sub>3</sub>-emissies. Andere sectoren die te maken zullen krijgen met hogere kosten zijn de metaalindustrie, de bouwnijverheid en de diensten. Voor het bepalen van deze kosten is overigens al rekening gehouden met mogelijke afwenteling van kosten naar het buitenland. Voor een toelichting van de wijze waarop de afwentelingsfracties zijn bepaald (inclusief bronvermelding) wordt verwezen naar bijlage B.



Tabel 10 Maatschappelijke kosten van maatregelen per sector (vijfjaargemiddelden, mln. Euro), jaarkosten in prijzen van 2005

	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Landbouw	7,5	25,1	26,5	7,6	0,0	0,0
Voedings- en genotmiddelen industrie	1,0	2,6	2,3	0,7	0,0	0,0
Chemie	5,1	13,7	12,0	3,4	0,0	0,0
Metaal	6,2	16,4	14,4	4,1	0,0	0,0
Aardolie-industrie	12,2	32,6	28,5	8,2	0,0	0,0
Elektriciteit	3,1	8,2	7,2	2,1	0,0	0,0
Overige industrie	2,0	5,3	4,6	1,3	0,0	0,0
Bouwnijverheid	7,9	21,2	18,5	5,3	0,0	0,0
Diensten	7,0	18,6	16,3	4,6	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	<b>51,9</b>	<b>143,7</b>	<b>130,2</b>	<b>37,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

### 3.3.2 'Deadweight loss'

De mate waarin de maatregelen leiden tot 'deadweight loss' (oftewel welvaartsverlies vanwege allocatieve inefficiëntie) hangt onder meer af van het verloop van de vraag- en aanbodcurven, en dus van de mate van concurrentie op de markten. In een zeer competitieve markt verloopt de aanbodcurve horizontaal en bestaat er geen producentensurplus en kan er alleen 'deadweight loss' ontstaan doordat consumenten minder surplus krijgen<sup>19</sup>.

Door de relatief geringe omvang van de kosten van de maatregelen (ten opzichte van de totale kosten in een bedrijfstak), hebben de maatregelen een beperkt effect op de afzetprijs. De omvang van de 'deadweight loss' is hierdoor zeer gering (Tabel 11). Een uitzondering hierop is de agrarische sector (in het bijzonder de veehouderij) die in verhouding met de omzet in deze sector te maken krijgt met relatief omvangrijke investeringen. Ook in deze sector is het uiteindelijke effect overigens marginaal.

<sup>19</sup> We veronderstellen hier overigens dat de marktstructuur gedurende de gehele scenario periode constant is, zoals dat in de achterliggende scenario's is vastgelegd. Het GE-scenario, dat hier als achtergrond wordt gebruikt, kenmerkt zich onder andere door competitieve markten.

Tabel 11 'Deadweight loss' per sector (vijfjaargemiddelden, mln. Euro), jaarkosten in prijzen van 2005<sup>20</sup>

	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Landbouw	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Voedings- en genotmiddelen industrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chemie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metaal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aardolie-industrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elektriciteit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Overige industrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bouwnijverheid	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diensten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

### 3.3.3 Indirecte effecten

Er kan sprake zijn van indirecte effecten als de prijzen die de bedrijven moeten betalen voor het treffen van de maatregelen, afwijken van de (marginale) kosten. In het licht van de voorliggende maatregelenpakketten kan zich dit bijvoorbeeld voordoen wanneer de prijzen van de geleverde installaties hoger zijn dan de kosten van de toeleverancier, waardoor die prijzen de werkelijke kosten overschatten. Voor deze aanpalende markt voor installaties wordt net als vaak in andere MKBA's (en ook gezien de beperkt beschikbare tijd) verondersteld dat deze competitief is, zodat de prijzen de marginale kosten weerspiegelen en er dus geen sprake is van indirecte welvaartseffecten.

Een andere afgeleide markt waar welvaartseffecten kunnen optreden is de arbeidsmarkt. Hiervan kan sprake zijn wanneer ten gevolge van de maatregelen onvrijwillige werkloosheid c.q. een werkgelegenheidsverlies optreedt. De doorwerkingen van de directe effecten (kostentoeename) op de arbeidsmarkt zijn in deze MKBA (met behulp van het REMI-model) wel in beeld gebracht.

#### Toelichting REMI-model

Het REMI-model is een regionaal economisch model voor acht regio's in Nederland dat ontwikkeld is door ECORYS in combinatie met REMI Inc. Het model is een macro-economisch regionaal model met enkele kenmerken van een evenwichtsmodel en bevat inzichten uit de nieuwe economische geografie. Het model bevat een aantal blokken (arbeidsmarkt, goederenmarkt, kosten en prijzen) en is onder andere gebaseerd op geregionaliseerde input-outputtabellen. Het model bevat een groot aantal vergelijkingen die het gedrag van consumenten en bedrijven weerspiegelen. In de bijlage wordt uitgebreid ingegaan op het model.

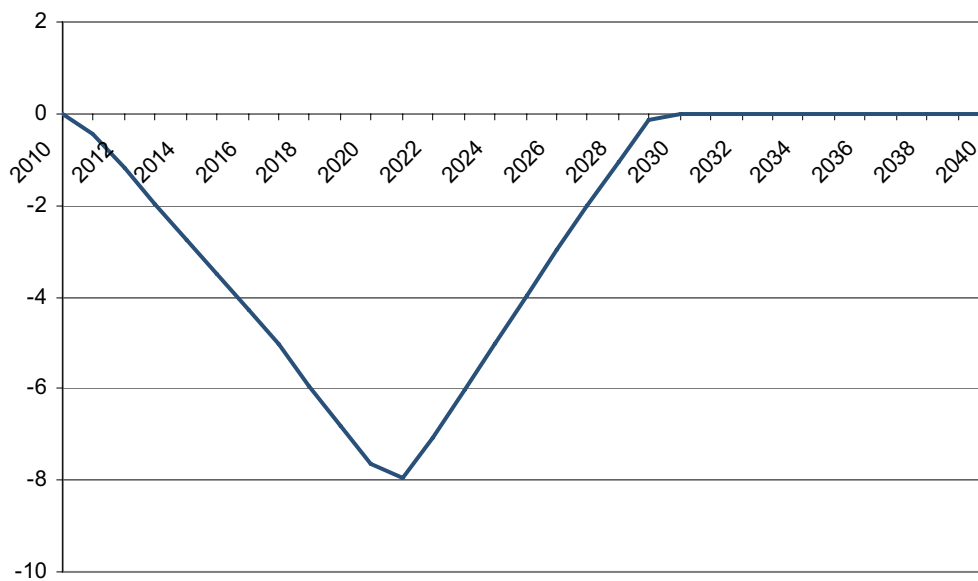
De invoer in het model bestaat uit de directe effecten: in dit geval een toename van de (productie)kosten in sectoren die te maken krijgen met de maatregelen, alsmede de potentieel extra omzet bij in Nederland gevestigde toeleveranciers van installaties e.d. Het REMI-model berekent de doorwerking van deze hogere productiekosten enerzijds en vraagtoename anderzijds op productie en werkgelegenheid, etc. Vervolgens wordt (buiten het model om) bepaald wat het welvaartseffect van deze doorwerkingen is.

<sup>20</sup> Door de in de meeste gevallen relatieve geringe 'deadweight loss', valt deze weg in de afronding.



In Figuur 1 is de met het REMI-model berekende arbeidsvraag afgezet tegen de werkgelegenheidsontwikkeling in het GE-referentiescenario (de 0-lijn in Figuur 1). Daaruit is op te maken dat vanwege uitvoering van de maatregelen in de periode 2010-2020 de werkgelegenheid mogelijk achterblijft bij het GE-scenario. Dit mogelijke verschil is overigens beperkt. Daarbij treedt in 2020 wanneer het effect maximaal is, een verlies in termen van arbeidsvraag op van circa 8.000 voltijdbanen. Dit verlies is overigens maar een fractie van de totale werkgelegenheid (respectievelijk ca. 0,1 %). Voor een nadere detaillering van de ontwikkeling van de arbeidsvraag per sector wordt verwezen naar paragraaf B.3.

Figuur 1 Werkgelegenheidseffect NEC 2010-2040 t.o.v. GE-scenario (arbeidsvraag x 1.000 fte)



### **Verdringing en verplaatsing**

Het REMI-model houdt geen rekening met beperkingen in het aanbod van arbeid. Door diverse instituten (o.a. CPB) wordt verwacht dat de arbeidsmarkt in Nederland in de (nabije) toekomst krap zal zijn. Als gevolg van dergelijke beperkingen kan een door het model geraamde verandering in de vraag naar arbeid in geval van een overspannen arbeidsmarkt niet volledig worden gerealiseerd. Er kan bij een dergelijke beperking in het aanbod sprake zijn van verdringing bij het creëren van werkgelegenheid en verplaatsing bij een afname in werkgelegenheid. De mate van verdringing, dan wel verplaatsing kan bovendien verschillen per bedrijfstak.

Vanwege de schaarste aan hoogopgeleiden en de (te verwachten) schaarste aan middelbaar opgeleiden zal er vooral in deze segmenten op de arbeidsmarkt naar verwachting verdringing/verplaatsing plaatsvinden. Zeker voor de toekomst is te verwachten dat de schaarste aan deze groepen nog meer gaat toenemen. Om deze reden is in de ramingen (die uitgaan van een afnemende arbeidsvraag) aangenomen dat er voor hoogopgeleiden volledige verplaatsing is te verwachten en dat 50% van het middelbaar opgeleid personeel direct elders in de economie

een baan vindt. Daarmee komt het feitelijke werkgelegenheidseffect waarmee in de KBA rekening is gehouden dus lager uit dan het op basis van het REMI-model berekende arbeidsverlies (bijna 50% lager). Voor het bepalen van de opleidingsniveaus is overigens gebruik gemaakt van sectorspecifieke CBS-cijfers over het opleidingspeil van de werkzame beroepsbevolking.

### **Bepaling indirecte geprijsde arbeidsmarkteffecten**

Ofschoon bij een goedwerkende arbeidsmarkt door omscholing en aanpassing van de prijs van arbeid vanzelf een nieuw evenwicht ontstaat, zal het in de praktijk enkele jaren duren voordat dit nieuwe evenwicht is bereikt. In de MKBA is uitgegaan van tijdelijk negatieve arbeidsmarkteffecten. Als veronderstelling is een aanpassingsperiode verondersteld van vijf jaar. Deze additionele verandering in werkgelegenheid is vervolgens gemonetariseerd volgens de in KBA's gangbare waarderingmethode. Concreet betekent dit dat alleen rekening is gehouden met het effect op de overheidsuitgaven (loonbelastinginkomsten en werkloosheidsuitkeringen) van deze verandering. In de berekening van de welvaartsbaten is voorts uitgegaan van een stijging van de reële lonen en werkloosheidsuitkeringen, conform het GE-scenario. Hierdoor komt het totale effect uit op gemiddeld 17 miljoen Euro in de periode 2011-2015, aflopend naar nul na 2025 (Tabel 12).

Tabel 12 Indirecte arbeidsmarkteffecten (vijfjaargemiddelden, mln. Euro), jaarkosten in prijzen van 2005

	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Totale indirecte arbeidsmarkteffecten	17,0	30,1	11,5	0,0	0,0	0,0

### **Buitenland**

Wanneer bedrijven de kosten van de maatregelen (deels) kunnen doorberekenen in de exportprijs, betalen buitenlanders een deel van die kosten. Dit deel van de kosten die Nederlanders dus niet hoeven te betalen, is al verrekend in het bedrag aan kosten dat in Tabel 10 (paragraaf 3.3.1) is opgenomen. Anderzijds betalen Nederlanders een deel van de kosten van maatregelen die in het buitenland worden getroffen, waar immers (bij veronderstelling) een min of meer vergelijkbaar beleid wordt gevoerd.

Tabel 13 bevat een grove raming van de kosten die in rekening worden gebracht van Nederlandse (eind)verbruikers door maatregelen die in het buitenland worden getroffen. Daarbij is verondersteld dat in vergelijkbare sectoren in het buitenland een zelfde mate van inspanning nodig is om een vergelijkbaar beleidsdoel te bereiken. Voor wat betreft de afwentelingfractie op Nederland is vervolgens verondersteld dat toeleveranciers uit het buitenland verhoudingsgewijs evenveel via de exportprijzen zullen (en kunnen) doorberekenen aan Nederlandse eindverbruikers en vice versa. Daarbij is overigens rekening gehouden met de verhouding tussen invoer en uitvoer tussen Nederland en het buitenland voor verschillende productgroepen.



Tabel 13 Buitenlandeffect per sector (vijfjaargemiddelden, mln. Euro, jaarkosten in prijzen van 2005)

	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Totaal buitenland-effect	8,1	24,5	23,9	6,8	0,0	0,0

### 3.3.4 Totaal geprijsde welvaartseffecten

Tabel 14 geeft inzicht in de totale omvang en rangorde van de geprijsde effecten. Uitgaande van het voorliggende pakket aan maatregelen worden de geprijsde effecten gepresenteerd in vijfjaargemiddelden. De tabel laat zien dat het effect grotendeels bestaat uit de kosten van de maatregelen. Het welvaartsverlies dat optreedt omdat consumenten minder consumeren als gevolg van hogere prijzen is verwaarloosbaar. Wel betalen Nederlanders mee aan maatregelen die in andere landen worden getroffen en is sprake van een indirect effect op de afgeleide arbeidsmarkt.

Tabel 14 Totaaloverzicht geprijsde welvaartseffecten (vijfjaargemiddelden, mln. Euro, jaarkosten in prijzen van 2005)

	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Kosten	51,9	143,7	130,2	37,2	0,0	0,0
'Deadweight loss'	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
Indirecte (arbeidsmarkt) effecten	17,0	30,1	11,5	0,0	0,0	0,0
Buitenland	8,1	24,5	23,9	6,8	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	<b>77,1</b>	<b>198,4</b>	<b>165,7</b>	<b>44,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>





## 4 Externe effecten

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komt de waardering van de externe effecten aan bod. In paragraaf 4.2 geven we de methodologie weer op hoofdlijnen bij het bepalen van de externe effecten. In paragraaf 4.3 tot en met 4.6 komen dan achtereenvolgens de waarderingen voor gezondheidsschade, schade aan natuur en ecosystemen, schade aan gebouwen en schade aan landbouwgewassen aan bod.

### 4.2 Methodologisch kader voor waardering van externe effecten

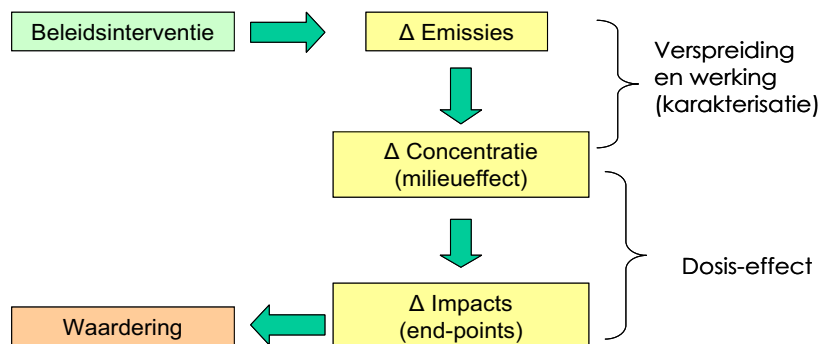
Waardering van externe effecten in een MKBA dient volgens de *Leidraad MKBA in het milieubeleid* (CE, 2007) te gebeuren op basis van de waardering die inwoners van Nederland toekennen aan een reductie van emissies. Emissies zelf zijn echter een abstract gegeven voor de meeste mensen en in een enquête is het moeilijk om te vragen hoeveel men overheeft voor 1 kg minder SO<sub>2</sub>-emissie in Nederland. Daarom wordt meestal gekeken naar de schade die ontstaat ten gevolge van emissies. Deze schade wordt dan beschouwd als een proxy voor de mate van betalingsbereidheid van mensen om de emissies te reduceren. Een vermindering van emissies resulteert dan in netto-welvaartsbatan door een vermindering van de schade.

De schades die ontstaan ten gevolge van emissies worden in de LCA-terminologie (zie bijvoorbeeld Goedkoop and Spriensma, 2001) ook wel impacts op *end-point-niveau* genoemd. Er wordt in de literatuur niet een eenduidige definitie van het soort end-points gehanteerd, maar over het algemeen kunnen de volgende effecten worden onderscheiden:

- schade aan menselijke gezondheid, inclusief voortijdig overlijden (mortaliteit) of een aantasting van de gezondheid (morbiditeit) en schade aan de productiefactor arbeid;
- schade aan gebouwen inclusief cultureel erfgoed;
- schade aan de biotische en abiotische voorraden van natuurlijke hulpbronnen die direct worden gebruikt in productie (meestal visvoorraden en landbouwgewassen);
- overige schade aan ecosystemen en natuur.

Om een relatie te kunnen leggen tussen de verandering in emissies en de impacts op de end-points is een aantal tussenliggende stappen nodig (zie Figuur 2).

Figuur 2 Relatie tussen beleidsinterventie en waardering van de verandering in emissies



De beleidsinterventie heeft effecten op het niveau van de emissies - deze zullen over het algemeen dalen. De daling in emissies resulteert in een verlaagde concentratie van deze emissies en daarmee in een verandering in het milieueffect (bijvoorbeeld verzuring) dat die emissies tot gevolg hebben. De relatie tussen emissies en het milieueffect dat die emissies veroorzaken wordt weergegeven door een samenspel van chemische en klimatologische omstandigheden. In de milieukunde worden deze effecten hetzij gemodelleerd of weergegeven door zogeheten karakterisatiefactoren.

Deze milieueffecten zorgen op hun beurt weer voor een verandering in impacts op eindpuntniveau: de concrete schade als gevolg van de milieuvervuiling. Dit speelt zich af op het niveau van de menselijke gezondheid (dood en ziekte), natuur en ecosystemen en de impact op productiefactoren zoals grond (voor de landbouw) en gebouwen. De schade die een verlaagde productiviteit in de landbouw tot gevolg heeft is in principe met marktprijzen te bepalen. Voor de andere posten zijn geen marktprijzen voorhanden. Voor de directe waardering van de impacts op eindpuntniveau staan daarom een aantal methoden ter beschikking. Men onderscheidt daarbij wel *Stated-preference*-onderzoek en *Revealed-preference*-onderzoek. Hierover bestaat een zeer uitgebreide literatuur met voors en tegens van de belangrijkste onderzoeksmethodes.

Directe waardering van de impacts op end-point-niveau vereist dus dat zowel de relatie tussen emissies en milieueffecten als de relatie tussen milieueffecten en impacts bepaald worden. Indien beide relaties, of een van beide, niet bepaald kan worden werkt men ook wel met zogeheten *schadekostenkentalen* werken waarin middels aannames een directe link wordt geboden tussen emissies en waardering van impacts op eindpuntniveau. In deze schadekostenkentalen zit dus alle informatie over verspreiding, dosis-effectrelaties en waardering vervat in één getal. Nadeel van het werken met schadekostenkentalen is dat het slechts een grovere benadering geeft van de schades. Omdat de verspreiding en dosis-effectrelaties niet worden gemodelleerd, moet men met gemiddelden voor Nederland werken. Regionale verschillen, die van belang kunnen zijn voor de totale uitkomsten (vervuiling in dichtbevolkte gebieden is bijvoorbeeld veel kostbaarder dan vervuiling in dun bevolkte gebieden) worden daarmee genegeerd.



## 4.3 Gevolgde aanpak in deze studie

### 4.3.1 Aanpak in deze studie op hoofdlijnen

In deze studie is de volgende aanpak gekozen: voor het jaar 2020, als alle maatregelen in de sectoren zijn getroffen, is berekend wat de milieueffecten, de impacts en de waardering van die impacts zijn. Op basis daarvan zijn er schadekostenkentalen berekend door de waardering van de impacts te delen door de bereikte emissiereductie. Die schadekostenkentalen zijn vervolgens gebruikt om de effecten in de jaren 2010-2019 en na 2020 te berekenen. Daarbij wordt gecorrigeerd voor een verandering in de bevolkingssamenstelling en het inkomensniveau in de tussenliggende jaren, maar *niet* voor een verandering in het niveau van achtergrondconcentraties (zie ook paragraaf E.1)<sup>21</sup>.

Hieronder wordt nader ingegaan op de twee belangrijkste componenten van de berekeningen van de schadekosten in 2020 (die gebruikt worden als basis voor de schadekostenkentalen): het bepalen van de fysieke effecten (paragraaf 4.3.2) en het bepalen van de waardering van die fysieke effecten (paragraaf 4.3.3). In paragraaf 4.3.4 gaan we vervolgens in op de noodzakelijke omrekeningen die zijn gedaan om de berekende schadekostenkentalen uit het jaar 2020 van toepassing te verklaren op andere, tussenliggende, jaren.

### 4.3.2 Het bepalen van de fysieke effecten in 2020

We beperken ons bij de aanpak in deze studie tot de vier belangrijkste directe milieueffecten die de vijf emittenten veroorzaken: verzuring, eutrofiëring, concentraties van fijn stof en ozon op leefniveau. Daarnaast kunnen de beleidsinterventies ook onbedoelde gevolgen hebben op andere milieueffecten zoals klimaatverandering. Deze zijn niet meegenomen in de waardering en zijn derhalve op PM gesteld.

De relatie tussen de vijf emittenten en de milieueffecten wordt weergegeven in Tabel 15. Een aangevinkte cel in Tabel 15 staat voor een relatie tussen de emittent en het milieueffect die in deze studie is meegenomen.

---

<sup>21</sup> Hoewel het beter is om voor elk jaar te berekenen wat de schades zijn tengevolge van de verandering in emissies zou dit in het kader van dit project een te arbeidsintensief traject opleveren. Daarom is er gewerkt met schadekostenkentalen die kunnen worden gebruikt voor de tussenliggende jaren. Een noodzakelijke veronderstelling is dan dat de relatie tussen emissies en waardering lineair is. In de praktijk is dat uiteraard niet het geval (maar er bestaat geen beter alternatief). Allereerst bestaan er drempelwaarden en onomkeerbaarheden in ecosystemen en menselijke gezondheid. In de marge kan emissiereductie soms nauwelijks gezondheidsbaten opleveren, pas bij een forse reductie treedt de voorspelde gezondheidswinst op. Daarnaast kan milieukwaliteit worden gezien als een normaal economisch goed dat onderworpen is aan de wet van afnemend grensnut. Mensen in dichtbeboste gebieden waarderen extra bos veel lager dan mensen in gebieden waar al het bos is gekapt. Het eerste effect kan tot gevolg hebben dat de baten in tussenliggende jaren wordt onderschat, het tweede effect kan tot gevolg hebben dat de baten in tussenliggende jaren worden overschat. Het totale effect is daarmee onzeker.

Tabel 15 Relatie tussen emissies en milieueffecten

	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	NMVOS
Verzuring		√	√	√	
Eutrofiering		√		√	
Fijn stof	√	√*	√*	√*	√*
Ozon op leefniveau		√			√

Noot: \*NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en NMVOS resulteren in secundaire aërosolen.

De milieueffecten zijn in principe bepaald voor Nederland. Een aanzienlijk deel van de Nederlandse milieueffecten wordt veroorzaakt door emissies van buitenlandse oorsprong. Zoals in hoofdstuk 2 vermeld is in deze studie verondersteld dat het buitenland vergelijkbare beleidsdoelen heeft als Nederland.

De milieueffecten in Nederland resulteren in impacts op eindpuntniveau. Voor deze studie hebben we de volgende effecten op eindpuntniveau onderscheiden:

- gezondheid (mortaliteit en morbiditeit);
- natuur en ecosystemen (effecten onderverdeeld in verzuring, eutrofiering en ozongerelateerde effecten);
- productiviteit landbouw;
- gebouwen en cultureel erfgoed.

Tabel 16 geeft de relatie weer tussen de milieueffecten en de impacts op eindpuntniveau. Alle aangevinkte relaties zijn relevant voor deze studie, de lege cellen geven geen relevante combinaties (verzuring resulteert bijvoorbeeld niet of nauwelijks in gezondheidseffecten).

Tabel 16 Relatie tussen milieueffecten en impacts

Impacts	Verzuring	Eutrofiering	Fijn stof	Ozon op leefniveau
Gezondheid (Mortaliteit)			√*	√
Gezondheid (Morbiditeit)			√*	√
Natuur en ecosystemen	√	√		√
Productiviteit landbouw	√	√		√
Gebouwen/cult. erfgoed	√		√	

Noot: \*MNP bepaalt de effecten ten gevolge van de uitstoot van PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>. Secundaire organische aerosolen (veroorzaakt door NMVOS) zijn in deze studie niet door het MNP bepaald maar door CE Delft ingeschat.

In deze studie is de link tussen milieueffecten en impacts gelegd door het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) voor de groen (of licht) gekleurde relaties in Tabel 16. Over het algemeen mag men echter aannemen dat hiermee het leeuwendeel van de externe kosten en baten is gedekt, omdat de voornaamste gezondheidsbaten toch via reducties in primair en secundair fijn stof te verwachten zijn. In MNP (2007) is achtergrondinformatie te vinden over de modelberekeningen voor de milieueffecten van een reductie van emissies en, in sommige gevallen,



de impacts op eindpuntniveau voor een aantal scenario's, die evenwel afwijken van de hier in deze MKBA gehanteerde uitgangspunten<sup>22</sup>.

Alle oranje (of donkerder) gekleurde cellen geven de milieuproblemen weer waarvoor de impacts zijn bepaald door CE Delft in deze studie. Dit is gebeurd aan de hand van het model EcoSense Light. Dit model legt een relatie tussen emissies en waardering op basis van ExternE (ExternE, 2005). De aanvulling ten opzichte van de data uit ExternE bestaat uit het leggen van een relatie tussen de emissies en de impacts op eindpuntniveau. Informatie over verspreidingsmodellen en dosis-effectrelaties is derhalve in EcoSense (EcoSense 2008) verwerkt<sup>23</sup>. Daarnaast zijn de emissies gedifferentieerd naar hoge bronnen (schoorstenen) en lage bronnen (uitlaatgassen uit auto's) om zo de verspreiding van de emissies beter in kaart te brengen. Tot slot is er gecorrigeerd voor emissies die in het buitenland terechtkomen. In bijlage E gaan we nader in op de berekeningen die zijn uitgevoerd door CE Delft en de gevolgen daarvan op de betrouwbaarheid en spreiding van de baten.

Samenvattend geeft Tabel 17 weer hoe de relaties tussen de emissies en de fysieke effecten zijn gelegd in deze studie en de verantwoordelijkheden zijn afgebakend. De in lichtgroen weergegeven waarden geven de modelberekeningen van het MNP weer. De in lichtoranje aangegeven waarden geven de modelberekeningen via EcoSense weer.

---

<sup>22</sup> De relatie tussen de emissies en milieueffecten wordt door het MNP ruimtelijk inzichtelijk gemaakt in een 5x5 km grid. Dit is hier niet overgenomen maar de effectberekeningen zijn deels wel ruimtelijk bepaald.

<sup>23</sup> Hiervoor zijn populatiedichtheden en achtergrondconcentraties in EcoSense opgenomen. Die achtergrondconcentraties zijn gebaseerd op gegevens voor 1998. Hierin is inmiddels uiteraard het een en ander veranderd. Er is niet getracht om hiervoor te corrigeren. Dit kan potentieel resulteren in een overschatting van de schadekosten (Zie bijlage B).

Tabel 17 Soorten van fysieke effecten (impacts) in deze studie en verantwoordelijkheid voor de berekeningen

	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	NMVOS
Gezondheid (Mortaliteit)					
Primair PM	Chronic YOLL (MNP)				
SIA		Chronic YOLL	Chronic YOLL	Chronic YOLL	
SOA					Chronic YOLL
O <sub>3</sub>		Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar		Acute YOLL
Gezondheid (Morbiditeit)					
Primair PM	Diverse Effecten				
SIA		Diverse effecten	Diverse effecten	Diverse effecten	
SOA					% van mortaliteit
O <sub>3</sub>					Diverse effecten
Natuur en ecosystemen		Ha unprotected, exceedence	Ha unprotected, exceedence	Ha unprotected, exceedence	
Productiviteit landbouw		Productieschade	Productieschade	Productieschade	Productieschade
Gebouwen/cult. erfgoed		Zuurdepositie	Zuurdepositie	Zuurdepositie	

Noot: SOA = secondary organic aerosols, SIA = secondary inorganic aerosols, O<sub>3</sub> = ozon, YOLL = years of life lost; groen gekleurde cellen geven berekeningen van het MNP weer, oranje gekleurde cellen geven berekeningen van CE Delft weer.

De fysieke effecten worden door het MNP, in navolging van AEAT (2005), vastgesteld op basis van bevolkingsgegevens van de World Population Prospects van de VN uit het jaar 2000<sup>24</sup>. De bevolkingstoename daarin is geringer dan die in het GE-scenario van het CPB. Derhalve is ervoor gekozen om de gegevens van het MNP op te schalen met een correctiefactor voor de bevolkingsomvang. Er wordt niet gecorrigeerd voor de bevolkingssamenstelling (de zogeheten *Life Tables*)<sup>25</sup>.

### 4.3.3 Het waarderen van de fysieke effecten

Uiteindelijk dienen de impacts te worden vertaald naar kosten voor de Nederlandse samenleving. Omdat externe effecten geen marktprijzen kennen, dient hierbij gebruik te worden gemaakt van methoden die de milieubaten benaderen *alsof ze op de markt gekocht zouden kunnen worden*. Hierbij wordt meestal gebruik gemaakt van onderzoek gebaseerd op een mix van 'stated-preferences' en 'revealed-preferences'. In Europa is het gebruikelijk om de waardering van impacts op eindpuntniveau te laten aansluiten bij ExternE<sup>26</sup>. In deze studie hebben we gebruik gemaakt van de recentste versie uit 2005 (ExternE, 2005) die ondermeer gebruik maakt van de gegevens die in het NewExt-programma (NewExt, 2004) zijn verzameld. Ook AEAT (2005) heeft de NewExt-data met enige aanpassingen toegepast op de Europese doelstellingen luchtkwaliteit.

#### **Gezondheidseffecten**

Gezondheidseffecten zijn in elke MKBA van luchtverontreiniging veruit de grootste batenposten. Veel stoffen kunnen leiden tot gezondheidseffecten, voornamelijk doordat ze ingeademd worden (luchtvervuiling). Er wordt in de literatuur veelal onderscheid gemaakt naar twee soorten gezondheidseffecten<sup>27</sup>:

- 1 **Mortaliteit** (= sterfte). Hierbij gaat het om ziekte die daadwerkelijk tot voortijdig overlijden leidt; dit kan acuut zijn of op termijn ('chronisch'). Mortaliteit is de meest frequent gebruikte indicator voor volksgezondheid en wordt uitgedrukt in sterftecijfers. De geldigheid van sterfte als indicator zal onder meer afhangen van de categorie gezondheidsproblemen waarop men zich richt. Aandoeningen die niet vaak dodelijk zijn, maar een aanzienlijke en langdurige beperking en handicap ten gevolg kunnen hebben, zijn met deze indicator niet goed te karakteriseren.
- 2 **Morbiditeit** (= ziekte). Hierbij gaat het om kortdurende of langdurige ziekte die het functioneren en welbevinden van de zieke beïnvloedt. Ziekte is, vergeleken met sterfte, een meer directe indicator van gezondheid. Deze wordt binnen de gezondheidsstatistiek op diverse wijzen benaderd zoals incidentie en prevalentie.

<sup>24</sup> Zie: <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2000/annex-tables.pdf>.

<sup>25</sup> De hogere bevolkingsgroei in het GE-scenario komt vooral door een relatief grotere toename van jongvolwassenen door immigratie. De gezondheidseffecten treden evenwel vooral voor ouderen op. De hier gehanteerde aanname resulteert dus in een lichte overschatting van de daadwerkelijke baten. Deze overschatting is echter minimaal en ligt onder de 1% van de totale baten.

<sup>26</sup> ExternE is een langdurig project dat voor een aantal veel voorkomende effecten van milieuvuiling waarderingen heeft bepaald.

<sup>27</sup> In praktijk met name hart- en longziekten en kanker.

Chronische **mortaliteit** wordt meestal uitgedrukt in verloren levensjaren (YOLL) met een daarbij behorende 'value of life year' (VOLY)<sup>28</sup>. De hoogte van de betalingsbereidheid ('willingness to pay', WTP) voor een verloren levensjaar kan sterk afhangen van (a) het soort ziekte dat voorafgaat aan de sterfte (waarbij kanker tot een hogere VOLY resulteert dan andere ziektes); (b) de vraag of er een langdurige kleine blootstelling aan vooraf is gegaan of dat er gedurende een kortere periode een grote mate van blootstelling is geweest. Het laatste resulteert in een hogere VOLY. In NewExt (2004) is voorgesteld om een standaardwaarde te hanteren van 50.000 Euro per jaar voor chronische mortaliteit. Uitgaande van het feit dat de meeste ziektegevallen zich 5-7 jaar openbaren nadat de receptor is blootgesteld aan de schadelijke stof, wordt hieruit een waarde voor acute mortaliteit berekend van ongeveer 75.000 Euro per jaar<sup>29</sup>. Deze schattingen zijn conservatieve aannames en kunnen veel hoger uitpakken indien andere studies worden genomen (zie bijlage F).

In ExternE wordt een tabel, hier Tabel 18, gegeven waarin de NewExt-schatting wordt vergeleken met andere bronnen.

Tabel 18 Waardering van een mensenleven volgens drie schattingen, prijzen 2000

€ per jaar	VOLY (mid)=NewExt	VOLY (laag)	VOLY (hoog)
Chronic YOLL	50.000	18.000	150.000
Acute YOLL	75.000	27.000	225.000

NB: VOLY = Value Of Life Year. YOLL = Years of Life Lost.

Hieruit blijkt dat de spreiding enorm is voor de waardering van een mensenleven. De hoge schatting is ongeveer negen maal zo hoog als de lage schatting. Dit onderstreept dat de resultaten uit een MKBA volledig afhankelijk zijn van het soort VOLY-schatting dat wordt gekozen. In de praktijk rekenen veruit de meeste MKBA's evenwel met de middenschattingen<sup>30</sup>. Wij werken daarom ook met de middenschatting van 50.000 voor chronische YOLL. Omdat de MKBA is gesteld in prijzen van 2005 geldt hierbij dat de chronische YOLL-waarde gelijk is aan 57.430 Euro en de acute YOLL-waarde gelijk is aan 86.150 Euro in Nederland<sup>31</sup>.

<sup>28</sup> Een andere benadering is om uit te gaan van een waarde voor het leven zelf, de zogenoemde 'value of statistical life' of 'value of prevented fatality' (VSL of VPF). Een vaak gebruikte waarde hiervoor is 1 miljoen Euro (bepaling van de 'willingness to pay', WTP). Een uitgebreide meta-analyse van De Blaeij (2003), waarbij op basis van verschillende studies is bekeken welke waarde voor een statistisch leven is gehanteerd, komt evenwel tot hogere waarden. Zie ook bijlage C.

<sup>29</sup> Hierbij is gebruik gemaakt van een discontovoet van 3%. Dit is een beetje hoger dan de gehanteerde 2,5% in de MKBA. Daarvoor is niet gecorrigeerd om de resultaten vergelijkbaar te houden met AEAT (2005), hetgeen resulteert in een kleine onderschatting van de baten.

<sup>30</sup> De hogere schatting in Tabel 18 is bijvoorbeeld gebaseerd op actueel waargenomen uitgaven om een mensenleven te redden in het verkeersbeleid. Dit is echter niet 1 op 1 te vertalen naar waardering van milieueffecten vanwege onder andere de gemiddelde leeftijd van de slachtoffers, het onvrijwillige karakter van blootstelling aan luchtkwaliteit in vergelijking met blootstelling aan risico's in het verkeer en het feit dat mensen die eerder overlijden door luchtverontreiniging vaak al ziek zijn.

<sup>31</sup> Prijzen gedeflateerd op basis van de Harmonized Consumer Price Indices van Eurostat voor Nederland.





Voor **morbiditeit** worden een aantal verschillende kostenposten samen genomen. In grote lijn gaat het om:

- *resource costs*: ziektekosten, al dan niet door verzekering betaald, en andere directe kosten, op basis van marktprijzen;
- *opportunity costs*: schade van verminderde productiviteit en vrijetijdsbesteding, op basis van marktprijzen;
- *disutility costs*: schade door pijn, zorgen, trauma van betrokkenen, op basis van WTP/WTA.

In ExternE (2005) wordt een gedetailleerde lijst gegeven van de verschillende externe kosten per effect (ziekenhuisbezoek, beperkte activiteit, etc.) die worden aanbevolen. In deze studie gebruiken we gegevens van AEAT (2005) die hun analyse baseert op Ready et al. (2004). Het is van belang om hierbij te benadrukken dat deze gegevens voor het tijdvak 1998-2000 gelden. In Tabel 19 staan de gegevens die in AEAT (2005) zijn gebruikt in prijzen van 2000 en de prijzen in 2005 die in de huidige MKBA zijn gebruikt. De prijzen zijn tegen factorkosten<sup>32</sup>.

Tabel 19 Waardering van gezondheidsbaten volgens AEAT (2005) en gehanteerde prijzen (Euro, 2005) in deze studie

	Eenheid	Euro (2000 prijzen)	Euro (2005 prijzen)
Chronische Bronchitis (27 jaar en ouder)	Per geval	190.000	218.200
Ziekenhuisopname wegens luchtwegklachten (alle leeftijden)	Per opname	2.000	2.300
Ziekenhuisopname wegens hartklachten (alle leeftijden)	Per opname	2.000	2.300
Dagen met beperkte activiteiten (15-64 jarigen) <sup>33</sup>	Per dag	83	95
Medicatiegebruik tegen luchtwegklachten (20 jaar en ouder)	Per dag	1	1
Chronische lagere luchtwegklachten (15 jaar en ouder)	Per dag	38	44

### **Waardering van effecten op gebouwen, productie en natuur**

Daar waar de waardering van gezondheid veelal op de 'Willingness to Pay' (WTP) gebaseerd is, is deze benadering voor de andere effecten niet mogelijk of niet gewenst. Voor de impacts op gebouwen en cultureel erfgoed wordt in ExternE gekeken naar de herstelkosten om de negatieve impacts ongedaan te maken. De schade aan de landbouw wordt meestal ingeschat aan de hand van marktprijzen.

<sup>32</sup> AEAT (2005) merkt daarover het volgende op: 'Since this data is based on public health care provision it is exempted from indirect taxes and is therefore expressed at factor cost. It has not been possible to derive unit cost data for all EU countries, but mean values calculated from the available data are presented and can be used as a first proxy for EU countries that currently do not report such values. Generic hospital costs are the average costs of a wide variety of specialist treatments, for use when precise information about the nature of the individuals hospital contact is not known'.

<sup>33</sup> Days spent in bed, missed from work, and days when activities are partially restricted due to illness.

Waardering van effecten op natuur en ecosystemen blijkt niet mogelijk te zijn niet in ExternE maar ook niet in andere waarderingsstudies. Er bestaan relatief veel waarderingsstudies rondom natuur maar die bekijken allemaal kwantitatieve veranderingen in het areaal natuuroppervlakte. De waardering van kwalitatieve veranderingen ten gevolge van, bijvoorbeeld, verzuring zijn evenwel zeer moeilijk te bepalen. In de internationale literatuur zijn hier (vrijwel) geen waarden voor gevonden. Daarom nemen we de effecten op natuur en ecosystemen als PM-post mee in de berekening. In paragraaf 4.5 voeren we een gevoeligheidsanalyse uit wat de waarde voor natuur zou kunnen zijn als we die (gebruik makend van de meest recente studies op dit gebied) wel zouden kunnen waarderen.

#### ***Correcties op de waarderings***

De waardering van de externe effecten worden berekend op basis van WTP-onderzoek uit 2000. De resultaten van dit WTP-onderzoek kunnen niet zondermeer vertaald worden naar 2020. In principe zullen inwoners van 2020 namelijk rijker zijn. Over het algemeen wordt ervan uitgegaan dat de waardering voor milieu toeneemt met de groei van het inkomen. Dat is helemaal het geval voor gezondheid. Als mensen meer verdienen spenderen ze, gemiddeld genomen, een groter deel van hun inkomen aan producten en diensten die de gezondheid bevorderen.

In deze MKBA hebben we een inkomenselasticiteit van afgerond 1 voor milieukwaliteit voorgesteld. Deze inkomenselasticiteit ligt aan de bovenkant van een aantal studies die op dit terrein zijn uitgevoerd (Kristrom and Riera, 1996; Ready et al., 2002; Hökby and Söderqvist, 2003; Basali et al., 2006) in Europese landen die keken naar de (*overheids-)*uitgaven voor milieugoederen. Op basis van deze preventiekostenbenaderingen zou men kunnen veronderstellen dat de inkomenselasticiteit kleiner dan 1 is. Dit is evenwel niet synoniem met de vraag naar milieukwaliteit en gezondheid. Het vermoeden bestaat dat de inkomenselasticiteit voor gezondheid hoger is dan 1.

#### **4.3.4 Gebruik van schadekostenkentalen**

Op basis van de fysieke effecten en de waardering wordt vervolgens de totale reductie in schade in 2020 berekend voor beide beleidsvarianten. Deze reductie in schade zijn de baten van de beleidsalternatieven. Deze baten bevatten alle effecten die in 2020 en daarna optreden en zijn toe te rekenen aan de concentratie van emissies in 2020. Voortijdige sterfte die bijvoorbeeld in 2025 optreedt als gevolg van de emissies in 2020 wordt derhalve toegerekend aan 2020.

De totale schade wordt vervolgens teruggerekend naar de emissies die schade hebben doen ontstaan om op die manier schadekostenkentalen te verkrijgen die kunnen worden gebruikt voor het berekenen van baten in andere jaren dan



2020<sup>34</sup>. Door het verloop in emissies, als gevolg van de ingezette technologie, te vermenigvuldigen met de schadekostenkentalen verkrijgt men waarden voor tussenliggende jaren.

In lijn met het bovenstaande worden de schadekostenkentalen telkens gecorrigeerd voor het inkomensniveau en de bevolkingsomvang in de tussenliggende jaren. Het bleek in het kader van dit project niet mogelijk te zijn om ook te corrigeren voor andere niveaus van achtergrondconcentraties (zie besprekingen in Bijlage E voor de gevolgen daarvan).

**Algemene uitgangspunten bij berekening externe effecten:**

- Prijzen 2005; alle prijzen zijn omgerekend met consumentenprijsindices (HCIP van Eurostat voor Nederland).
- Bevolkingsgroei en BBP-ontwikkelingen komen uit het GE-Scenario (CPB, 2004). We hebben de groeivoeten uit het GE-scenario van toepassing verklaard op de periode 2005-2040 (en niet 2000-2040 zoals in het Optiedocument). Omdat het GE-scenario een fors grotere groei veronderstelt in de immigratie groeit de Nederlandse bevolking tot 17,7 miljard in 2020. Dit is hoger dan de 16,5 miljard waar AEAT (2005) vanuit is gegaan. De baten die door het MNP zijn bepaald zijn derhalve omgeschaald met een correctiefactor voor de grotere bevolkingsgroei in het CPB-scenario (de correctiefactor bedraagt 1,076). We hebben ervoor gekozen om dit alleen bij de monetaire waardering van de effecten te doen en de fysieke effecten niet bij te schalen omdat deze door het MNP nauwkeuriger zijn bepaald aan de hand van de relevante LifeTables<sup>35</sup>.
- Inkomenselasticiteit voor milieukwaliteit is op 1 gesteld wat wil zeggen dat de waardering van externe effecten meegroeit met het inkomen.
- Waardering YOLL met een VOLY gebaseerd op ExternE (2005), dezelfde als in de gehanteerde waarderingen in AEAT (2005).
- Reductiemaatregelen worden tussen 2010 en 2020 in principe lineair geïntroduceerd met een paar uitzonderingen (zie hoofdstuk 2). De reducties in emissies verlopen dan ook grotendeels lineair.
- Na 2020 worden de technieken en maatregelen geleidelijk vervangen door de minder milieuvriendelijke technieken uit het nulalternatief. Technieken hebben een levensduur van tien jaar.

#### 4.4 Resultaten

In deze paragraaf presenteren we de resultaten van de analyse volgens drie verschillende zienswijzen. Allereerst wordt in paragraaf 4.4.1 een overzicht gegeven van de fysieke effecten op de gezondheid in 2020 bepaald. De monetaire waardering daarvan levert de baten op die in 2020 zijn te verwachten ten gevolge van de beleidspakketten. Deze worden in paragraaf 4.4.2 gegeven. Op basis van deze gegevens zijn schadekostenkentalen berekend die gebruikt zijn om de milieubaten in te schatten door de tijd heen. Deze informatie wordt gegeven in paragraaf 4.4.3. De getallen in deze paragraaf bevatten de niet-verdisconteerde baten. Verdisconteerde baten komen in hoofdstuk 5 aan bod.

<sup>34</sup> Voor de fysieke effecten die het MNP heeft bepaald is in principe geen toewijzing naar emissies mogelijk. Op basis van modelberekeningen met EcoSense hebben we een verdeelsleutel gemaakt (zie overzichtstabel in bijlage D).

<sup>35</sup> Zie opmerkingen bij voetnoot 13.

#### 4.4.1 Fysieke effecten gezondheid in 2020

De fysieke effecten op de gezondheid, uitgesplitst in verscheidene gezondheidscategorieën zijn weergegeven in Tabel 20.

Deze tabel combineert de berekeningen die door het MNP en CE Delft zijn uitgevoerd en geeft een overzicht van de effecten van de emissies uit 2020 voor de projectvariant.



Tabel 20 Fysieke gezondheidseffecten ten gevolge van de concentratie van emissies in 2020 voor het nul- en projectalternatief in Nederland

Voornaamste effect	Specificering	Eenheid	Fysiek effect in 2020		Vershil in 2020
			Nul-alternatief	Project-alternatief	Resultaat MKBA
Mortaliteit (chronisch, PM zonder SOA)*	YOLL	Jaren	70.835		-6.218
Morbiditeit (PM zonder SOA)*	Chronische Bronchitis (27 jaar en ouder)	Per geval	3.316		-291
	Ziekenhuisopname wegens luchtwegklachten (alle leeftijden)	Per opname	1173		-103
	Ziekenhuisopname wegens hartklachten (alle leeftijden)	Per opname	721		-63
	Dagen met beperkte activiteiten (15-64 jarigen)	Per 1.000 dagen	6.101		-536
	Medicatiegebruik tegen luchtwegklachten (20 jaar en ouder)	Per 1.000 dagen	555		-49
	Chronische lagere luchtwegklachten (15 jaar en ouder)	Per 1.000 dagen	5.674		-498
Mortaliteit (chronisch SOA)	YOLL	Jaren	795		-105
Morbiditeit (SOA)	Niet bepaald, meegenomen als 50% van de kosten van mortaliteit				
Mortaliteit O <sub>3</sub> (acute)	YOLL	Jaren	124		-16
Morbiditeit O <sub>3</sub>	Dagen met beperkte activiteiten (15-64 jarigen)	In 1000 dagen	158		-21
	Astma aanval	In 1.000 dagen	4,3		-0,6
	Ziekenhuisopname wegens luchtwegklachten (alle leeftijden)	In gevallen	102		-13
	Dagen met verergerde astma symptomen	In 1.000 dagen	951		-126

Noot: \*Gespecificeerd door MNP, zie voor aanpak bijlage D. De fysieke effecten betreffen een geschatte bevolkingsomvang in 2020 van 16,5 miljoen Nederlanders. Op basis van de bevolkingsgroei uit het GE-scenario wordt er een bevolking van 17,7 miljoen in 2020 verondersteld. Voor de fysieke effecten hebben we dit niet gecorrigeerd, wel voor de monetaire waardering.

#### 4.4.2 Baten van het projectalternatief in 2020

De waardering van Tabel 21 geeft inzage in de gewaardeerde milieueffecten in 2020. Deze gewaardeerde milieueffecten zijn verkregen door de waarderingen uit Bijlage F voor 2005 te corrigeren voor de positieve inkomenselasticiteiten. Op die manier wordt een waardering in het jaar 2020 verkregen. Zo valt bijvoorbeeld te berekenen dat de waarde voor een YOLL in 2020 zal zijn opgelopen tot 109.850 Euro voor acute YOLL en 73.230 Euro voor chronische YOLL<sup>36</sup>.

Tabel 21 Externe baten van het projectalternatieven in 2020 (x miljoen Euro)

Voornaamste effect	Specificering	Project-alternatief
Mortaliteit PM/SIA	Chronisch, PM zonder SOA	550
Morbiditeit PM/SIA	Chronische Bronchitis	90
	Ziekenhuisopname wegens luchtwegklachten	0,3
	Ziekenhuisopname wegens hartklachten	0,2
	Dagen met beperkte activiteiten	70
	Medicatiegebruik tegen luchtwegklachten	0,1
	Chronische lagere luchtwegklachten	30
Mortaliteit SOA	Chronisch zonder SOA	10
Morbiditeit SOA		5
Mortaliteit O <sub>3</sub> (acuut)	Acute mortaliteit	2,2
Morbiditeit O <sub>3</sub>	Dagen met beperkte activiteiten (15-64 jarigen)	1,5
	Astma aanval	0,1
	Ziekenhuisopname wegens luchtwegklachten	0,1
	Dagen met verergerde astma symptomen	9
Gewassen	Euro's	6
Materialen/gebouwen	Euro's	10
<i>Neveneffecten op andere emissies</i>		PM
<i>Natuur en ecosystemen</i>		PM
<b>Totaal</b>		<b>780</b>

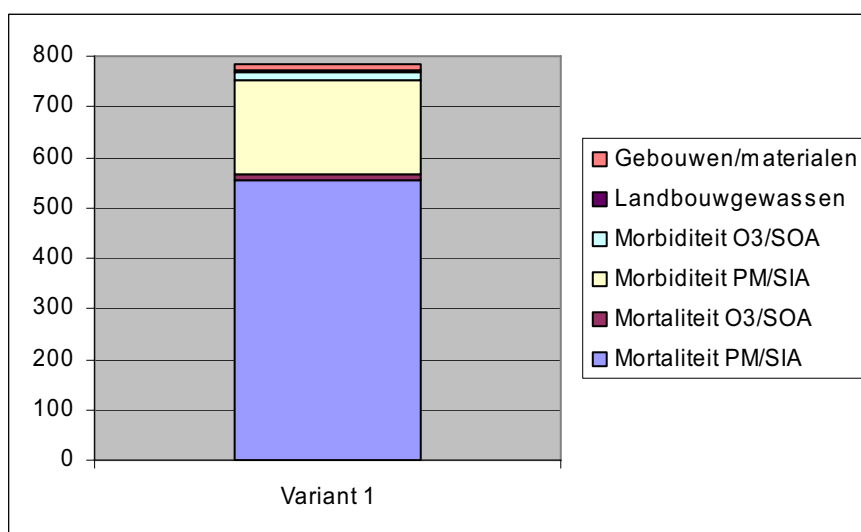
Noot: Prijzen 2005 rekening houdend met bevolkingsomvang en inkomensgroei 2020. Bedragen van grote posten en de totalen zijn afgerond op tientallen miljoenen Euro's.

Uit Tabel 21 blijkt dat in 2020 de baten van het NEC-beleid 780 miljoen Euro bedragen ten opzichte van de autonome ontwikkeling in het nulalternatief. De voornaamste bijdrage aan de baten wordt gevormd door de afname in mortaliteit als gevolg van primair en secundair anorganisch fijn stof (PM), zoals in Figuur 3 wordt weergegeven. Ook chronische bronchitis en ziektedagen (dagen met beperkte activiteit) als gevolg van fijn stof speelt een rol van betekenis. De overige effecten dragen in slechts zeer beperkte mate bij aan de baten van deze MKBA.

<sup>36</sup> Deze waarderingen worden dan vermenigvuldigd met de fysieke effecten waarbij de fysieke effecten ook nog een factor 1,076 opgeschaald zijn om zo te corrigeren voor het verschil in bevolkingsomvang tussen de MNP-berekeningen en het GE-scenario.



Figuur 3 Externe baten in 2020 (niet verdisconteerde prijzen 2005) voor het projectalternatief



Noot: SOA = secondary organic aerosols, SIA = secondary inorganic aerosols, O<sub>3</sub> = ozon, PM = fijn stof.

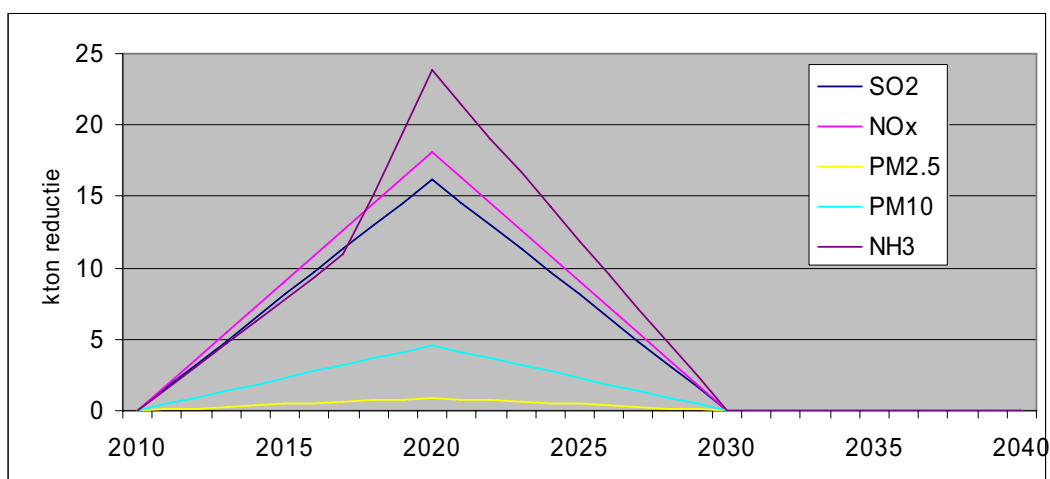
Hierbij moet de opmerking worden gemaakt dat deze berekeningen vrij sterk beïnvloed zijn door de groei van de bevolking en het inkomen. Door de groeiende bevolking, een toenemende welvaart en de positieve prijselasticiteit voor milieukwaliteit, pakken de milieubaten in 2020 ruim 50% hoger uit dan in een scenario waarin er geen groei van inkomen of de bevolking had plaatsgevonden (zie paragraaf 5.2).

#### 4.4.3 Ontwikkelingen door de tijd heen (2010-2040)

Op basis van de bepaling van de externe baten in 2020 zijn schadekostenkennallen bepaald die vervolgens aan de ontwikkelingen in emissies zijn gekoppeld.

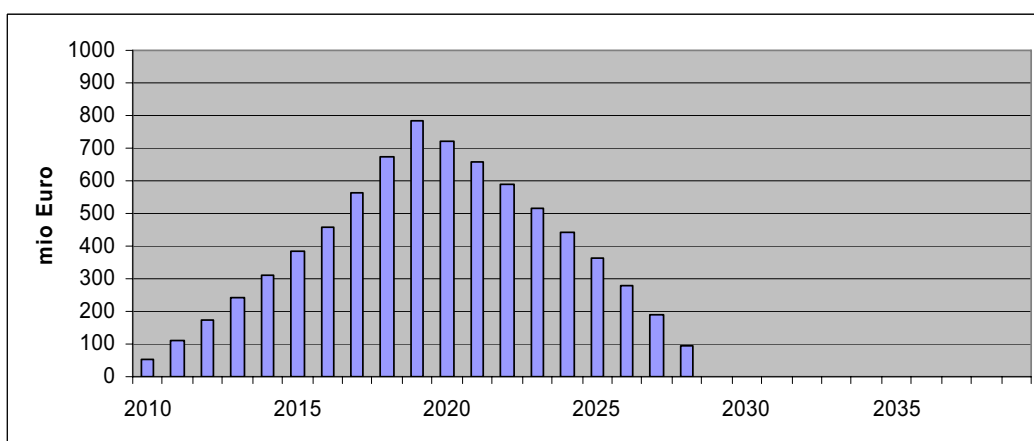
Figuur 4 geeft de afwijkende ontwikkeling in emissies van het projectalternatief door de tijd heen weer ten opzichte van het nulalternatief. Het afwijkende verloop van de NH<sub>3</sub>-emissies is in hoofdstuk 2 toegelicht.

Figuur 4 Reductie in emissies per stof gedurende 2010-2040, Projectalternatief



De jaarlijkse baten die worden toegerekend aan die emissiereducties worden weergegeven in Figuur 5<sup>37</sup>.

Figuur 5 Jaarlijkse milieubaten als gevolg van reducties in emissies in prijzen van 2005, Projectalternatief



Deze jaarlijkse baten zijn vooral veroorzaakt door de reducties in PM<sub>2.5</sub>.

<sup>37</sup> Overigens wordt hierbij onder 'jaarlijkse baten' verstaan de baten die worden toegerekend aan een bepaald niveau van concentratie van emissies in het jaar. De baten kunnen zich evengoed voordoen in andere jaren.





## 5 Resultaten

### 5.1 Inleiding

In paragraaf 5.2 worden de resultaten van de MKBA gepresenteerd. Paragraaf 5.3 gaat nader in op de uitkomsten van de uitgevoerde gevoeligheidsanalyses. Een factsheet van de uitgevoerde MKBA is te vinden in paragraaf 5.4.

### 5.2 Maatschappelijke kosten- en baten van aanscherping NEC-plafonds

#### 5.2.1 Geprijsde effecten

Voor het verdisconteren van de geraamde geprijsde effecten is uitgegaan van het onlangs door het ministerie van Financiën vastgestelde percentage van 2,5%. Uitgaande van dit percentage bedraagt de contante waarde van alle geprijsde effecten circa 1,7 miljard Euro negatief. (zie Tabel 22).

Tabel 22 Contante waarde van geprijsde welvaartseffecten, per projectalternatief x mln. Euro

	Directe geprijsde effecten		Indirecte geprijsde (negatieve) effecten		Totaal welvaartseffect
	Kosten van maatregelen	'Deadweight loss'	Arbeidsmarkt	Buitenland	
Landbouw	233,2	1,2	41,8	126,8	403,1
Voedings- en genotmiddelen industrie	23,1	0,0	6,1	11,4	40,6
Chemie	121,6	0,0	26,9	5,8	154,3
Metaal	145,8	0,0	34,4	11,3	191,6
Aardolie-industrie	290,0	0,1	67,4	8,7	366,2
Elektriciteit	73,3	0,0	3,2	0,6	77,1
Overige industrie	47,1	0,0	7,7	7,4	62,2
Bouwnijverheid	188,4	0,0	16,6	2,1	207,1
Diensten	165,2	0,1	21,0	49,1	235,5
Totaal welvaartseffect	1.287,8	1,5	225,1	223,3	1.737,6

#### 5.2.2 Externe effecten

Tabel 23 laat zien dat de totale verdisconteerde baten van de externe effecten over de periode 2010-2040 zo'n 5,2 miljard Euro bedragen. Conform de Leidraad MKBA in het milieubeleid zijn in deze tabel zowel de fysieke effecten in een zichtjaar (2020) en de monetaire effecten over de gehele looptijd weergegeven.

Tabel 23 Totale verdisconteerde milieubaten van het beleid, 2010-2040, miljoenen Euro's, prijzen 2005 en fysieke effecten in 2020

	Projectalternatief	
	Fysieke effecten 2020	
Mortaliteit PM/SIA	-6.218 YOLL	3.700
Mortaliteit O3/SOA	-196 YOLL	80
Morbiditeit PM/SIA		1.200
Morbiditeit O3/SOA		100
Landbouwgewassen		40
Gebouwen/materialen		60
Natuur/Ecosystemen	-12 AAE (eq ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> ) voor verzuring -17 AAE (eq ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> ) voor eutrofiering	PM
<b>Totaal</b>		<b>5.200</b>

Noot: Totalen afgerond op tientallen miljoenen Euro's. Fysieke effecten uitsluitend voor mortaliteit weergegeven.

### 5.2.3 Totale welvaartseffecten

Voor het projectalternatief is het totale welvaartseffect positief. Het effect voor het projectalternatief heft een saldo 3,4 miljard Euro (+/- PM) (zie Tabel 24). Het uitvoeren van de striktere NEC-plafonds levert derhalve een welvaartswinst op van 3,4 miljard Euro (+/- PM).

Tabel 24 Resultaten van MKBA NEC 2020 (x miljoen Euro, contante waarde bij 2,5%)

	Projectalternatief
<b>Directe effecten</b>	
- directe kosten maatregelen	1.300
- 'deadweight loss'	1,5
- beleidskosten - en inefficiënties	PM
<b>Indirecte effecten</b>	
- arbeidsmarkt	230
- buitenland	220
<b>Externe effecten</b>	
- gezondheid	5.200
- natuur/ecosystemen	PM
- landbouw	0
- gebouwen/materialen	0
<b>Totaal welvaartseffect</b>	<b>3.500</b>

De niet meegenomen PM-posten bevatten aan de kostenkant de kosten van het maken van het beleid en eventuele inefficiënties die het beleid introduceert (doordat niet de goedkoopste set van maatregelen wordt afgedwongen bij de doelgroepen). Daardoor kunnen de kosten hoger uitvallen. Maar zelfs als het beleid resulteert in twee maal zo hoge kosten van maatregelen, zou het saldo van de MKBA nog steeds positief zijn. Aan de batenkant kunnen de baten hoger zijn als rekening wordt gehouden met de baten voor de natuur. Hiertoe doen we in paragraaf 5.3 een separate analyse.



#### 5.2.4 Verdeling baten en lasten

Voor een goede beoordeling van de uitkomsten van de MKBA is het noodzakelijk om ook te kijken naar de uiteindelijke verdeling van de baten en lasten. Relevante actoren hierbij zijn de economische sectoren die in eerste instantie de kosten van de maatregelen zullen dragen, alsmede de overheid en de consument.

##### **Economische sectoren**

Economische sectoren die in eerste instantie verantwoordelijk zullen zijn voor de kosten van de maatregelen hoeven deze uiteindelijk niet (in zijn geheel) te dragen. Voor deze sectoren geldt dat de initiële kosten vanwege de uitvoering van de maatregelen in eerste instantie weliswaar door de betreffende sectoren worden gedragen, maar dat vervolgens sprake kan zijn van afwenteling naar toenemende bedrijven en uiteindelijk op de eindgebruiker. De kostenverdeling naar sector zoals gepresenteerd in hoofdstuk 3 zal er uiteindelijk anders uitzien afhankelijk van de mogelijkheden van afwenteling. Voor zover er sprake is van afwenteling op het buitenland is deze overigens al in de kosten verdisconteerd. De mate van afwenteling hangt onder af van de concurrentiepositie, maar ook van de inzet van beleidsinstrumenten. Omdat op dit moment niet duidelijk is voor welke instrumenten wordt gekozen kan de mate van afwenteling niet worden bepaald. Zo kan sprake zijn van subsidiering van de overheid waardoor de betreffende sector (in zijn geheel of gedeeltelijk) wordt gecompenseerd en de lasten uiteindelijk toevallen aan alle (belastingplichtige) burgers en bedrijven.

##### **Burger**

Bij de burgers komen alle baten terecht in de vorm van met name een betere gezondheid en langere levensduur. Aan de andere kant dragen burgers als consument ook bij via afgewentelde kosten.

##### **Overheid**

De overheid zal te maken kunnen krijgen met (aanvullende) beleidskosten. Indien dit leidt tot hogere uitgaven zal de rekening uiteindelijk ook komen te liggen bij alle (belastingplichtige) burgers en bedrijven.

#### 5.3 Gevoeligheidsanalyses

In deze paragraaf worden een paar gevoeligheidsanalyses uitgevoerd naar de robuustheid van de resultaten. Vier soorten gevoeligheidsanalyses worden hier gepresenteerd:

- a De ontwikkeling van de baten indien men een waarde zou kunnen toekennen aan de vermindering van de impacts op natuur en ecosystemen.
- b De ontwikkeling van de baten indien niet het inwonerprincipe maar het uitstootprincipe wordt gekozen voor de analyse.
- c De ontwikkeling van de kosten en baten indien andere NEC-doelen worden gesteld.

### 5.3.1 Lagere WTP-bepaling

Een vaak gehoorde kritiek op het bepalen van de betalingsbereidheid ('willingness to pay', WTP) voor gezondheid is dat deze in feite hoger is dan het totaal inkomen dat kan worden verdiend in een land<sup>38</sup>. Een alternatief zou dus zijn om een WTP-bepaling door te rekenen met het gemiddelde inkomen dat in Nederland wordt verdiend (27.000 Euro voor YOLL acute sterfte).

In dat geval zouden de baten minder hoog worden. Tabel 25 geeft een overzicht van de baten in 2020 in dat geval. Deze zijn ongeveer 40% lager dan die met een hogere YOLL.

Tabel 25 Totaal verdisconteerde baten, 2010-2040, lage waardering van YOLL, mln. Euro's (afgerond op tientallen)

	Variant 1
Mortaliteit PM/SIA	1.330
Mortaliteit O3/SOA	30
Morbiditeit PM/SIA	1.230
Morbiditeit O3/SOA	80
Landbouwgewassen	40
Gebouwen/materialen	60
Natuur en Ecosystemen	PM
<b>Totaal</b>	<b>2.770</b>

Deze lagere waardering van een mensenleven heeft echter geen invloed op de uitkomsten van de MKBA: die blijft nog steeds een positief saldo opleveren van ongeveer 1 miljard Euro.

### 5.3.2 De ontwikkeling van de baten indien natuur gewaardeerd zou kunnen worden

Momenteel is er volop discussie over de omvang van de bijdrage die natuur aan de Nederlandse maatschappij levert. Men geeft aan dat de natuurbaten van emissiebeleid hoog zouden kunnen zijn (EC, 2005; AEAT, 2005b), maar bruikbare gegevens hierover ontbreken. Om toch enige indicatie van natuurbaten te kunnen geven, en zodoende een bijdrage te kunnen leveren aan de lopende discussie, hebben wij op alternatieve wijze een ruwe inschatting gemaakt van de waarde van kwaliteitsveranderingen in natuur. Stel dat natuurwaardering in Nederland in een verder gevorderd stadium zou zijn, zou je dan a priori verwachten dat natuur een grote batenpost vormt?

<sup>38</sup> Dit is uiteraard niet onomstreden. Een tegenargument wordt gevormd door het feit dat het inkomen een stroomgrootheid is en betalingen ook kunnen plaatsvinden door onttrekkingen aan het vermogen. Het is dus zeer wel mogelijk om (eenmalig) een hoger bedrag uit te trekken voor gezondheid dan wat verdiend wordt.



Twee methodieken zijn toegepast om de natuurbaten in de MKBA te bepalen:

- 1 Waardering op basis van de *totale waarde van de aanwezige natuur* in Nederland. Deze wordt geschat op 8,8 miljoen Euro. Luchtvervuiling heeft een impact op deze waarde. Het effect is echter beperkt, omdat natuurgebieden er niet door verdwijnen. Ervan uitgaande dat verzuring en eutrofiering 2,5% van de totale natuurwaarde in Nederland beschadigen, komt er een baat naar voren van 4 miljoen Euro per jaar in 2020. De verdisconteerde waarde is 42 miljoen Euro. Dit is een conservatieve inschatting, zowel qua percentage aantasting als qua totale natuurwaarde. Stel dat de impact van verzuring en eutrofiering 10% zou zijn, dan stijgt de natuurbaat naar 17 miljoen Euro per jaar, ofwel naar een verdisconteerde waarde van 177 miljoen Euro.
- 2 Waardering op basis van *herstelkosten*. In Econcept (2008) worden de externe kosten van biodiversiteitsverlies als gevolg van de depositie van SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> berekend. De natuurbaat zou dan jaarlijks 95 miljoen Euro bedragen (in 2020), oftewel 987 miljoen Euro verdisconteerd.

De uitkomsten zijn opgenomen in Tabel 26.

Tabel 26 Natuurbaten onder drie scenario's van natuurwaardering

Scenario's	Jaarlijkse natuurbaat in 2020 (mln. €)	Verdisconteerde natuurbaat (mln. €)
Totale natuurwaarde methodiek: impact 2,5%	4	42
Totale natuurwaarde: impact 10%	17	177
Herstelkostenmethodiek	95	987

Uit de analyse blijkt dat de natuurbaten kunnen oplopen tot circa 1 miljard Euro, maar ook dat natuur een relatief kleine batenpost is. Natuur representeert maximaal zo'n 20% van de totale verdisconteerde gezondheidsbaten in de huidige MKBA (zie sectie 5.2.2). Er moet dan ook worden geconcludeerd dat natuurwaardering nauwelijks effect zou hebben gehad op de uitkomst van de huidige MKBA.

Het is hierbij echter wel van belang op te merken dat dit *niet* komt omdat natuur onbelangrijk zou zijn, maar omdat ook in het nulalternatief de effecten op natuur en ecosystemen al fors afnemen t.o.v. de huidige situatie. Daarnaast hangt de relevantie van natuurwaardering voor het eindresultaat van een MKBA vanzelfsprekend af van de omvang van de overige baten (zie sectie 5.3.4). Wanneer deze relatieve laag uitvallen, kunnen de berekende natuurbaten toch cruciaal zijn. Tenslotte vormen de gepresenteerde resultaten slechts een indicatie van de natuurbaten van emissiereductie. Het is goed mogelijk dat deze een onderschatting vormt van de werkelijke natuurbaat. Een uitgebreide beschrijving van analyse en resultaten is opgenomen in bijlage G.

### 5.3.3 Het loslaten van het inwonerprincipe

De baten zijn tot nu toe berekend als baten voor Nederland. Daarbij wordt gesteld dat de inwoners van een land de relevante receptoren zijn: de baten zijn alleen van belang indien ze zich binnen het Nederlandse grondgebied manifesteren. Dit impliceert dat enerzijds de emissiereducties die in het buitenland ontstaan en in Nederland neerslaan wel als 'baat' worden meegenomen en anderzijds dat de effecten die buiten de landsgrenzen ontstaan ten gevolge van de emissies die Nederland uitstoot juist niet worden gewaardeerd.

Een ander principe zou zijn om de emissies in de MKBA toe te rekenen aan het land waar ze veroorzaakt worden. Omdat Nederland netto meer emissies exporteert dan importeert, zou dit kunnen betekenen de baten hoger zullen worden. Aan de andere kant is het ook zo dat de import van emissies die in Nederland neerslaan terechtkomen in één van de meest dichtstbevolkte gebieden van Europa terwijl de export van emissies vanuit Nederland vaak terechtkomt in meer dunbevolkte gebieden. Dit impliceert dat de baten juist lager worden.

Er is in het kader van deze MKBA geen modelmatige exercitie uitgevoerd naar deze aanname door het MNP. Gegeven het feit dat de voornaamste baten gezondheidsbaten gerelateerd aan PM<sub>2,5</sub> zijn en deze gezondheidsbaten zich vooral voordoen bij de lage bronnen waarvan relatief veel emissies binnen Nederland neerslaan, zullen de verschillen niet groot zijn met de hier berekende baten. Naar alle waarschijnlijkheid zullen de totale baten van het luchtbeleid iets lager zijn dan de hier berekende baten indien men het 'veroorzakersprincipe' hanteert. Een gedetailleerde analyse op dit punt was in het kader van deze studie niet mogelijk.

### 5.3.4 Andere NEC-plafonds

In deze studie is voor het projectalternatief een keuze gemaakt van doelstellingen die op dat moment het meest waarschijnlijk zouden zijn, gebaseerd op informatie die in gesprekken met onder andere vertegenwoordigers van de Europese Commissie is verkregen.

Om te voorkomen dat deze aanname allesbepalend is voor het eindresultaat is in overleg met de begeleidingscommissie besloten om een analyse te doen van de verschillend die zouden optreden wanneer andere NEC-plafonds zouden worden gehanteerd.

Tabel 27 Aangenomen NEC-doelen gevoeligheidsanalyse

In kton/jr	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NMVOS
Nulalternatief	202,4	51,2	142,8	16	164,8
Projectalternatief	186	35	119	16	143
Reductiedoel	16,4	16,2	23,8	0	23,8
Analyse doelen	175	45	125	16	160
Reductiedoel	27,4	6,2	17,8	0	4,8



Uit Tabel 27 blijkt dat alleen voor NO<sub>x</sub> extra maatregelen moeten worden getroffen en dat voor SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en NMVOS minder maatregelen nodig zijn ten opzichte van het projectalternatief. De maatregelen die in deze analyse zijn gebruikt, zijn opgenomen in Tabel 28 tot en met Tabel 31.

Tabel 28 Maatregelen SO<sub>2</sub>

Measure	Sector	Subsector	Emission reduction	Total Costs in M€	Costs €/kg
Measures new power plants + covenant	Power plants		2,2	0	0
Fuel switch chemistry	Industry	Chemistry	0,5	0,5	1
Optimisation step 1 at coal-fired power plants	Power plants	Coal-fired power plant	1,5	1,5	1
Iron and steel, lye shrubbers	Industry	Iron and steel industry	0,2	0,4	2
Melting furnace aluminium	Industry	Aluminium industry	1,8	7,2	4
Total			6,2	9,6	
Goal			6,2		

Tabel 29 Maatregelen NO<sub>x</sub>

Measure	Sector	Sub-sector	Emission reduction	Total costs in M€	Costs €/kg
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	HDO		1,9	0,95	0,5
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	Households		0,1	0,05	0,5
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	Industry		0,3	0,15	0,5
Low NO <sub>x</sub> burner for boilers > 100 kW (50 mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> )	Agriculture		0,5	0,3	0,6
Sharpen standards within the Dutch NO <sub>x</sub> emission trade system PSR 27 g/GJ	Power plants		13,975	36,33	2,6
Sharpen standards within the Dutch NO <sub>x</sub> emission trade system PSR 27 g/GJ	Industry		8,905	23,15	2,6
Sharpen standards within the Dutch NO <sub>x</sub> emission trade system PSR 27 g/GJ	Refineries		2,535	6,59	2,6
Total			27,4	67,5	
Goal			27,4		

Tabel 30 Maatregelen NH<sub>3</sub>

Measure	Sector	Subsector	Emission reduction	Total Costs in M€	Costs €/kg
Sharpen low emission application pastures	Agriculture		8	18,4	2,3
Adjustment food diary cattle	Agriculture	Dairy cattle	8,2	24,6	3
Wet air shrubbers on large stables pigs/poultry <sup>39</sup>	Agriculture	Pigs and poultry	1,6	5,92	3,7
Total			17,8	48,9	
Goal			17,8		

NB: Bijkomende emissiereductie voor fijn stof, zie voetnoten.

Tabel 31 Maatregelen NMVOS

Measure	Sector	Subsector	Emission reduction	Total Costs in M€	Costs €/kg
CO <sub>2</sub> textile cleaning instead of PER cleaning	HDO	Chemical laundry	1	0	0
Applying new/better paintsprayingtechniques	Industry	Metalelectro and construction companies	2	6	3
Extending using high-solid and water based varnish, powdercoating etc.	Industry	Metal, furniture and construction sectors	2	6	3
Total			5	12	
Goal			4,8		

De directe kosten van de te treffen maatregelen bij deze andere NEC-doelen bedragen gecumuleerd circa 145 miljoen Euro. De directe kosten bij het beoordeelde projectalternatief bedragen circa 250 miljoen Euro. Er is dus sprake van een daling van de directe kosten van circa 40%.

De verandering van de te treffen maatregelen heeft ook gevolg op de externe effecten. Met name de maatregelen voor bij de veehouderij leiden ertoe dat de emissiereductie van fijn stof minder groot wordt dan in het projectalternatief. Dit leidt ertoe dat de gezondheidsbaten ook dalen. In vergelijking met de in paragraaf 4.4.2 genoemde baten treedt er een daling op van circa 60%.

De balans tussen kosten en baten blijft nog steeds positief.

De natuurbaten blijven bij de reductiedoelen voor deze analyse gelijk, omdat de effecten van de verandering in de emissies van NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> elkaar nagenoeg opheffen voor wat betreft verzuring en vermesting.

Het belang van de natuurbaten wordt overigens bij de dalende gezondheidsbaten groter. Zeker als de waardering van de natuur (zie 5.3.3) aan de hoogste kant van de range wordt gekozen.

<sup>39</sup> Tevens reductie PM<sub>2,5</sub> 0,19 kton/j en PM<sub>10</sub> 0,96 kton/j





## 5.4 Factsheet

De factsheet in Tabel 32 geeft de uitgangspunten van deze MKBA weer. Een dergelijke factsheet wordt aangeraden in de Leidraad MKBA in het milieubeleid (CE, 2007).

Tabel 32 Totale verdisconteerde milieubaten van het beleid, 2010-2040, prijzen 2005 in variant met lage WTP voor gezondheid, per projectalternatief

<b>MKBA NEC Plafonds</b>			
<b>Uitgangspunten</b>			
Schaal	<i>Nederlands</i>	Tijdshorizon	<i>2010-2040</i>
Prijsniveau	<i>2005</i>	Discontovoet	<i>2,5%, geen risico-opslag voor kosten bij sectoren</i>
Omgevingsscenario's	<i>GE (CPB)</i>		
Beschouwde interventie(s)	<i>N.v.t.</i>		
Verdelingseffecten	<i>Sectoren</i>	Keteneffecten	<i>N.v.t.</i>
<b>Fysieke effectbepaling (methodiek)</b>			
Beleidskosten	<i>Niet meegenomen (op pM gesteld)</i>		
Effectiviteit van beleid	<i>Niet meegenomen (op PM gesteld)</i>		
<i>Directe effecten</i>	<i>Investeringsomvang, operationele kosten, welvaartseffecten via REMI-model</i>		
<i>Indirecte effecten</i>	<i>REMI-model</i>		
<i>Externe effecten</i>	<i>Impacts op end-point-niveau,</i>		
<b>Waardering</b>			
Methodiek impactsbepaling	<i>MNP bepaling en via model EcoSense Light</i>		
Waarderingsmethodiek	<i>Waardering via schadekosten (ExternE)</i>		
<b>Gevoeligheidsanalyses en onzekerheden</b>			
Kritische factoren	<i>De constatering dat de baten de kosten overstijgen wordt niet in gevaar gebracht door inwonersprincipe of lagere WTP-bepalingen</i>		
Belangrijkste onzekerheden en behandeling	<i>Waardering van voortijdige sterfte en ziekte, meegenomen in gevoeligheidsanalyse</i>		



## 6 Literatuur

### **AEAT, 2004**

M. Holland, A. Hunt, F. Hurley, S. Navrud, P. Watkiss  
Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFÉ, Volume 1: Overview of Methodology  
Service Contract for carrying out Cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the Clean Air For Europe (CAFE) programme  
Didcot : AEA Technology Environment, 2004

### **AEAT, 2005**

Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Volume 2: Health Impact Assessment  
AEA Technology Environment, UK  
[www.cafe-cba.org](http://www.cafe-cba.org)

### **AEAT, 2005**

Fintan Hurley, Alistair Hunt, Hilary Cowie, Mike Holland, Brian Miller, Stephen Pye, Paul Watkiss  
Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Volume 2: Health Impact Assessment  
Service Contract for carrying out Cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the Clean Air For Europe (CAFE) programme  
Didcot : AEA Technology Environment, 2005

### **AEAT, 2005**

P. Watkiss, S. Pye en M. Holland  
Baseline Scenarios  
Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the Clean Air For Europe (CAFE) programme  
Didcot : AEA Technology Environment, 2005

### **AEAT, 2005**

M. Holland, P. Watkiss, S. Pye, A. de Oliveira, D. Van Regemorter  
Cost-benefit analysis of policy option scenarios for the Clean Air for Europe programme  
Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the Clean Air For Europe (CAFE) programme  
Didcot : AEA, Technology Environment, 2005

### **AEAT, 2006**

M. Holland, S. Pye  
An update on cost-benefit analysis of the CAFÉ programme  
Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the Clean Air For Europe (CAFE) programme  
Didcot : AEA Technology Environment, 2006

**AEAT, 2007**

Persoonlijke communicatie met Paul Watkiss

**Basali et al., 2006**

M. Basali, M. Di Matteo, S. Ferrini

Analysing demand for environmental quality : A willingness to pay/accept study in the province of Siena (Italy)

In : Waste management, Vol. 26 Nr.3,(2006); p. 209-219

**Bos, 2007**

E. Bos

De (on) betrouwbaarheid van groene kengetallen

In : ESB, Vol. 92 No. 4508, (20 april 2007); p. 252

**CE, 2007**

Machiel Mulder, Ewout Dönszelmann, Sander de Bruyn, Marisa Korteland, Maartje Sevenster ; Michel Briene, Manfred Wienhoven (Ecorys)

Welvaartseffecten van verbetering luchtkwaliteit : een maatschappelijke kosten-batenanalyse van NEC-beleid voor 2020

Delft : CE Delft, 2007

**CE, 2007**

S.M. de Bruyn, M.J. Blom, A. Schroten, M. Mulder, Jeroen Klooster

Leidraad MKBA in milieubeleid : versie 1.0

Delft : CE Delft, 2007

**CBS, 2008**

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Stateline database

Bodemgebruik in Nederland vanaf 1996

Website: <http://statline.cbs.nl>

Bezocht: februari 2008

**CPB, 2004**

F. Huizinga, B. Smid

Vier vergezichten op Nederland; productie, arbeid en sectorstructuur in vier scenario's tot 2040

Den Haag : Centraal Planbureau (CPB), 2004

**CPB, 2006**

Peter van Puijenbroek (MNP), Rijk van Oostenbrugge (MNP), Nico Pieterse (RPB) en Herman Stolwijk (CPB)

Hoofdstuk 8 : Natuur

In: Welvaart en Leefomgeving, een scenariostudie voor Nederland in 2040, achtergronddocument, p. 375-417

Den Haag ; Bilthoven: Centraal Planbureau ; Milieu- en Natuurplanbureau ; Ruimtelijk Planbureau, 2006



**CPB, 2006**

Nico Pieterse (RPB), Peter van Puijenbroek (MNP) en Herman Stolwijk (CPB)  
Hoofdstuk 9 : Recreatie

In: Welvaart en Leefomgeving, een scenariostudie voor Nederland in 2040  
achtergronddocument, p. 419-433

Den Haag ; Bilthoven: Centraal Planbureau ; Milieu- en Natuurplanbureau ;  
Ruimtelijk Planbureau, 2006

**Dionne, 2004**

G. Dionne, P. Lanoie

Public choice about the value of a statistical life for Cost-Benefit analyses : The  
case of Road safety

In : Journal of transport economics and policy. Vol. 38 part 2, (2004); p. 247-274

**EC, 2005**

Thematic Strategy on air pollution incl. Annex

Communication from the Commission to the Council and the European  
Parliament, staff working paper 446 final, SEC(2005) 1132

Brussels : European Commission, 2005

**ECN, 2008**

B.W. Daniëls, A.J. Seebregts, P. Kroon

Trendanalyse luchtverontreiniging. De effecten van het werkprogramma Schoon  
en Zuinig op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen

Petten : Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), 2008

**ECN/ MNP, 2006**

B.W. Daniëls, J.C.M. Farla

Optiedocument energie en emissies 2010/2020

Petten ; Bilthoven : Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) ; Milieu en  
Natuur Planbureau (MNP), 2006

**Ecorys-NEI, 2002**

T. Botterweg, M. Briene

De verscholen baten van natuur

Rotterdam : Ecorys-NEI, 2002

**EcoSense, 2008**

<http://ecosenseweb.ier.uni-stuttgart.de/>

Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung - IER

Stuttgart : Universität Stuttgart, 2008

**ExternE, 2005**

Peter Bicke, Rainer Friedrich (eds.)

Externalities of Energy: Methodology 2005 Update

Stuttgart : Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung - IER

Universität Stuttgart, 2005

**Goedkoop, 2001**

M. Goedkoop, R. Spriensma

The Eco-indicator 99 : A damage oriented method for Life Cycle Impact

Assessment : Methodology Report

Amersfoort : PRé Consultants B.V., 2001

**Hökby , 2003**

S. Hökby, T. Söderqvist

Elasticities of Demand and Willingness to Pay for Environmental Services in Sweden

In : Environmental and Resource Economics, Vol. 26 Nr. 3, (2003); p. 361-383

**IIASA, 2005**

CAFE Scenario Analysis Report Nr. 6, 'A final set of scenarios for the Clean Air For Europe (CAFE) programme'

IIASA, Laxenburg

**IVM, 2006**

O. Kuik, L. Brander, M. Schaafsma

Globale Batenraming van Natura 2000 gebieden

Amsterdam : Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM), 2006

**Karlsson, 2005**

P.E. Karlsson, H. Pleijel, M. Belhaj, H. Danielsson B. Dahlin, M. Andersson, M. Hansson, J. Munthe, P. Grennfelt

An economic assessment of the negative impacts of ozone on crop yield and forest production at the estate Ostad Sateri in south-west Sweden

In : Journal of the Human Environment, Vol. 34 No. 1, (2005), p. 32-40

**Kristrom, 1996**

B. Kristrom, P. Riera

Is the income elasticity of environmental improvements less than one?

In : Environmental and Resource Economics, Vol. 7 Nr.1, (1996); p. 45-55

**LEI, 2002**

W. Wijnen, H. Hofsink, E. Bos, C. van der Hamsvoort, L. de Savornin Lohman

Baten en kosten van natuur; een regionale analyse van het roerdal

Den Haag : Landbouw Economisch Instituut (LEI), 2002

**LNV, 2006**

Natura 2000 doelendocument : Samenvatting, versie 1

Den Haag : Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), 2006



**MacMillan, 2001**

D. MacMillan, B. Ferrier, N. Hanley

Valuation of Air Pollution Effects on Ecosystems: A Scoping Study : A Report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs  
Aberdeen : University of Aberdeen, 2001

**MNP, 2006**

J.C. Bollen, C. Brink, H. Eerens, B. van der Zwaan

Local Air Pollution and Global Climate Change: A Cost-Benefit Analysis  
Presentation, J.C. Bollen, 2006

**MNP, 2006**

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) en Wageningen Universiteit en Researchcentrum (WUR).

Inleiding biodiversiteit, actuele versie 30 maart 2006

<http://www.milieuennatuurcompendium.nl/indicatoren/nl1083-Inleiding-biodiversiteit.html?i=2-1>

Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), 2006

**MNP, 2006**

Milieu- en Natuurplanbureau, met medewerking van:  
Wageningen Universiteit & Researchcentrum (WUR)

Natuurbalans 2006

Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), 2006

**MNP, 2006**

M.M. Berk, J.C. Bollen, H.C. Eerens, A.J.G. Manders, D.P. van Vuuren  
Sustainable energy: trade-offs and synergies between energy security, competitiveness, and environment

Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), 2006

**MNP, 2007**

A.P. van Wezel, R.O.G. Franken, E. Drissen, C.W. Versluijs, R. van den Berg  
Maatschappelijke Kosten-BatenAnalyse van de Nederlandse

bodemsaneringsoperatie, Herziene versie

Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), 2007

**MNP, 2007**

Milieu en Natuur Planbureau (MNP)

Consequences for the Netherlands of preliminary national emissions ceilings that meet the ambition of the Thematic Strategy on Air Pollution for 2020

NEC-revision interim report I, Draft Report 50009200X/2007

Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), 2007

**Navrud, 2001**

S. Navrud

Economic valuation of inland recreational fisheries: empirical studies and their policy use in Norway

In : Fisheries Management and Ecology, Vol. 8 Issue 4-5, (2001) p. 369-382

**NewExt, 2004**

New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies (NewExt), Final Report to the European Commission, DG Research, Technological Development and Demonstration (RTD), Stuttgart : University of Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung - IER, 2004

**Ready , 2002**

R.C. Ready, J. Malzubris, S. Senkane  
The relationship between environmental values and income in a transition economy surface water quality in Latvia  
In : Environment and Development Economics, Nr. 7, (2002) p. 147-156

**Ready , 2004**

R. Ready, S. Navrud, B. Day, R. Dubourg, F. Machado, S. Mourato, F. Spanninks, M. Rodriquez  
Benefit Transfer in Europe: How Reliable Are Transfers Across Countries?  
In : Environmental & Resource Economics No. 29, (2004) p. 67-82

**RIVM, 2001**

J. Melse, A. de Hollander  
Environment and health within the OECD region: lost health, lost money : Background document to the OECD Environmental outlook  
Bilthoven : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en milieu (RIVM), 2001

**RIVM, 2001**

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en milieu (RIVM), Economist for the Environment (EFTEC), National Technical University of Athens (NTUA) en International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)  
European Environmental Priorities: an integrated economic and environmental assessment, Main report  
Bilthoven : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en milieu (RIVM), 2001

**Ruijgrok, 2000**

E.C.M. Ruijgrok  
Valuation of nature in coastal zones, Academisch proefschrift  
Amsterdam : Vrije Universiteit, 2000

**Ruijgrok, 2004**

E.C.M. Ruijgrok  
Reducing Acidification: The Benefits of Increased Nature Quality. Investigating the Possibilities of the Contingent Valuation Method  
Amsterdam : Vrije Universiteit Amsterdam, 2004





**Ruijgrok et al., 2006**

E.C.M. Ruijgrok, A.J. Smale, R. Zijlstra et al.  
Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap Hulpmiddel bij  
MKBA's : Eerste editie  
Rotterdam : Witteveen + Bos, 2006

**RVZ, 2006**

Zinnige en duurzame zorg  
Zoetermeer : Raad voor de Volksgezondheid en Zorg (RVZ), 2006

**SEO, 1998**

A.W.M. de Groot, K.H.S. van Buiren, I.W.D. Overtoom, M. Zijl  
Natuurlijk vermogen: een empirische studie naar de economische waardering  
van natuurgebieden in het algemeen en de Oostvaardersplassen in het bijzonder  
Amsterdam : Stichting voor Economisch onderzoek (SEO), 1998

**Vermoote, 2003**

S. Vermoote, L. de Nocker  
Valuation of environmental impacts of acidification and eutrophication base don  
the standard-price approach  
Mol : Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek (VITO NV), 2003

**Viscusi, 2003**

W. Viscusi, J. Aldy  
The value of a statistical life : a critical review of market estimates throughout the  
world  
In : Journal of risk and uncertainty 27, (2003)p. 5-76

**Velde , 2005**

R.T. Velde, P.J. Stuyfzand, E.C.M. Ruijgrok, P. Hiemstra, J. W. Kooiman en  
G. Mesman  
Benefits of air pollution control to water supply in the Netherlands  
In : Water Environment, No. 21, (2005); p. 48-50

**Wesemann, 2005**

P. Wesemann, A. de Baeij, P. Rietveld  
De waardering van bespaarde verkeersdoden  
Leidschendam : Stichting Wetenschappelijk onderzoek Verkeersveidligheid  
(SWOV), 2005

**WUR, 2007**

J. de Jong, I. Bouma, M. van Wijk  
Beheerskosten van Natura 2000-gebieden : Wettelijke Onderzoekstaken Natuur  
& Milieu  
Wageningen : WUR, 2007



## **CE Delft**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

# **Maatschappelijke effecten vermindering luchtverontreiniging**

**MKBA van mogelijke  
NEC-plafonds**

**Bijlagen**

## **Rapport**

Delft, juli 2008

Opgesteld door:

C.E.P (Ewout) Dönszelmann

S.M. (Sander) de Bruyn

M.H. (Marisa) Korteland

F. (Femke) de Jong

M.N. (Maartje) Sevenster

M. (Michel) Briene (Ecorys)

M. (Manfred) Wienhoven (Ecorys)

J. (Jaap) Bovens (Ecorys)





# A Begrippen en afkortingenlijst

## A.1 Begrippenlijst

Acceptatiebereidheid (ook: 'willingness to accept', WTA)	Minimum bedrag dat een persoon wil ontvangen in ruil voor het afstaan van een goed of dienst of voor het aanvaarden van een nadeel (bijvoorbeeld schade of hinder). <i>Zie ook betalingsbereidheid.</i>
Base case	<i>Zie Nultarief.</i>
Beleidsmaatregel	Een interventie die de overheid pleegt in het marktproces met als doel om de milieuvervuiling terug te dringen.
Beleidsinstrument	Een specifieke beleidsmaatregel die leidt tot de inzet van bestrijdingsmaatregelen in de doelgroepen. Voorbeelden zijn: normering, heffing, fiscale vrijstelling, emissiebeleid, etc.
Beleidskosten	Alle kosten die het beleid moet maken om een interventie te plegen. Deze vallen uiteen in kosten van beleidsvoorbereiding, kosten van beleidsuitvoering en kosten van verantwoording van het beleid.
Betalingsbereidheid (ook: 'Willingness to Pay' or (WTP)	Maximum bedrag dat een persoon bereid is te betalen om te kunnen beschikken over een goed of dienst of om een nadeel (bijvoorbeeld schade of hinder) te vermijden.
CAFE	Clean air For Europe, Europees programma ter ondersteuning van de Europese Commissie bij de bestrijding van luchtverontreiniging.
Consumentensurplus (CS)	(Benadering voor) het maximumbedrag dat iemand (de consument) bereid is te betalen voor een goed of dienst, verminderd met het werkelijk te betalen bedrag.
Cumulatieve kosten en effecten	Optelsom van de jaarlijkse effecten en/of jaarkosten over de beschouwde periode.
DALY (disability adjusted life year)	Aantal gezonde levensjaren die een populatie verliest door ziekte.
Direct effect	Welvaartseffect van milieubeleid op de doelgroepen die het milieubeleid moeten treffen ( <i>zie ook Indirect effect</i> ).
Discontovoet	Rentevoet waarmee de contante waarde wordt berekend van geldsommen die in de toekomst betaald moeten worden of ontvangen zullen worden ( <i>zie ook Maatschappelijke discontovoet</i> ).
Dosis-effectrelaties	Principe uit de toxicologie dat stelt dat de kans op een schadelijk effect toeneemt naarmate er meer van een schadelijke stof wordt toegediend.
Dosis-responserelaties	<i>Zie Dosis-effectrelaties.</i>
Economies of scale	<i>Zie Schaaleffect.</i>
Effectiviteit van het beleid	De mate waarin het beleid ook daadwerkelijk tot de beoogde effecten resulteert. Free-riders, rebound effecten en het Baumol-effect ( <i>zie aldaar</i> ) kunnen de effectiviteit van het beleid doen afnemen, evenals een onvoorziene stapeling van het beleid waardoor niet alle effecten van het beleid kunnen worden toegeschreven aan de interventie.
Eindverbruiker	Ondernemer of een consument die bestrijdingsmaatregelen toepast en die hiervoor kosten maakt.
End-point	Het uiteindelijke niveau van impacts van milieuvervuiling. Meestal wordt onderscheiden effecten op gezondheid, op natuur en ecosystemen, gebouwen en productie.
Ex-ante	Vooraf.
Ex-post	Achteraf.

Extern effect	Onbedoelde welvaartsveranderingen voor derden waarvoor geen compensatie wordt geboden. In formele zin: 'Een extern effect bestaat als de nuts- of productiefunctie van een economische actor (de 'ontvanger' van het effect) een reële variabele bevat waarvan de waarde afhangt van het gedrag van een andere economische actor (de 'veroorzaker' van het effect), die dit effect niet meeneemt in zijn of haar beslissingsproces.'
ExternE	Externalities of Energy. Europees onderzoeksproject dat de impact op de gezondheid en het leefmilieu kwantificeert door vervuilende stoffen te volgen vanaf de bron tot aan de impact.
Gebleken voorkeur Herstelkosten	Zie <i>Revealed-preference</i> . Alle kosten die de samenleving moet maken om de veroorzaakte schade te herstellen.
Inkomenselasticiteit	De inkomenselasticiteit van de vraag geeft de mate weer waarin de vraag naar een bepaald goed verandert als het inkomen verandert.
Indirect effect (ook: Afgeleid effect)	Effect van het milieubeleid dat niet tot de directe effecten behoort (zie <i>Direct effect</i> ).
Kosten-batenanalyse (KBA) (ook: maatschappelijke KBA, MKBA)	Opstelling van de geldwaarde van alle voor- en nadelen die alle partijen in de (nationale) samenleving ondervinden van de uitvoering van een project, aangevuld met (bij voorkeur kwantitatieve) informatie over effecten die zich niet op verantwoorde wijze in geld laten uitdrukken.
Kosteneffectiviteit	De kosteneffectiviteit is gedefinieerd als de verhouding tussen kosten en gerealiseerde effecten van de verschillende instrumenten van de overheid. Kosteneffectiviteit kan worden onderscheiden naar overheid, eindverbruikers en de maatschappij als geheel.
Maatschappelijke kosten- batenanalyse	Zie <i>Kosten-batenanalyse</i> .
Markt-extern effect	Zie <i>Extern effect</i> .
Markt-intern effect	Zie <i>Intern effect</i> .
Marktverstoring	De afwijking van een marktsituatie met volledige concurrentie en zonder transactiekosten (ofwel: een evenwichtige marktsituatie) die optreedt ten gevolge van de invoering van belastingen en subsidies, transactiekosten, monopolioïde marktposities, wisselkoersverstoringen, enz. De marktverstoring komt tot uitdrukking in prijzen die afwijken van de evenwichtsprijzen die behoren bij de evenwichtige marktsituatie.
Mid-point	Impactcategorieën waarbij de analyse op het niveau van milieuthema's plaatsvindt. Voorbeelden van milieuthema's zijn broeikasgassen, verzuring, vermesting, verdroging, etc.
Nationaal inkomen	Som van de inkomens van alle inwoners van een land verkregen uit economische activiteiten (vooral arbeid en ondernemerschap).
Netto Contante Waarde (NCW) (ook: Net Present Value, NPV)	Rentabiliteits- of besliscriterium bij kosten-batenanalyse. Het bedrag dat men verkrijgt door de contante waarde van de verwachte kosten van een investering af te trekken van de contante waarde van de verwachte opbrengsten. In een KBA wordt de NCW berekend met behulp van de maatschappelijke discontovoet. Als de NCW positief is, komt het project op economische grond voor uitvoering in aanmerking.
Nultarief (ook: 'base case')	De meest waarschijnlijk te achten economische ontwikkeling die zal plaatsvinden in geval het te beoordelen project niet wordt uitgevoerd. Het verschil van de ontwikkeling met project en het nulalternatief (de ontwikkeling zonder het project) vormt het uitgangspunt voor iedere rendementsanalyse en dus ook van een KBA (zie ook <i>Projectalternatief</i> ).
Nut	Economisch theoretisch begrip waarmee men keuzen modelmatig kan beschrijven. Nut is datgene wat individuen ervaren bij het gebruik van goederen en diensten, en wat ze proberen te maximaliseren.
Preventiekosten	Alle kosten die de samenleving moet maken om de gestelde milieubeleidsdoelen te halen. Het gaat hierbij meestal om investeringskosten.
Probleemanalyse	Stappen die genomen worden tijdens het voorbereidingsproces voor het oplossen van een beleidsvraagstuk. De probleemanalyse bestaat uit de volgende stappen: bepalen fasering, bepalen doel besluitvorming, bepalen van type MKBA en bepalen definitie milieuprobleem.



Producentensurplus (ook: Economische 'rent')	(Benadering voor) het maximumbedrag dat een producent bereid is te betalen voor een productiefactor verminderd met wat hij in werkelijkheid moet betalen.
Projectalternatief	De verwachte ontwikkeling van de (nationale) samenleving in de situatie dat het project of beleid wordt uitgevoerd (in enigerlei variant) (zie ook <i>Nulalternatief</i> ). Dit wordt ook wel <i>beleidsalternatief</i> genoemd.
RAINS	Rekenmodel ontwikkeld op het IIASA in Oostenrijk om emissiereductiestrategieën te analyseren en optimaliseren naar kosteneffectiviteit
Reductiekosten	Zie <i>Preventiekosten</i> .
Revealed-preference (ook: revealed-behaviour of gebleken voorkeur)	Een raming van de vraag die uitsluitend gebaseerd is op feitelijke waarnemingen van de wijze waarop consumenten reageren op veranderingen in prijzen en/of inkomen (zie ook <i>Stated-preference</i> ).
Schaaleffect	Vermindering in de gemiddelde productiekosten die op lange termijn optreedt bij schaalvergroting van de productie (bijvoorbeeld als gevolg van spillover effecten of van een betere bezetting van productiemiddelen). Schaalvoordelen zijn een belangrijke oorzaak van het bestaan van natuurlijke monopolies (economische activiteiten die het efficiëntst kunnen worden uitgevoerd door een of slechts enkele producenten).
Schadekosten	Alle schade die individuen ervaren ten gevolge van de milieuvervuiling.
Schadekostenkentallen	Kengetallen waarbij direct een link wordt gelegd tussen emissies en de bijbehorende schadekosten. In de schadekostenkentallen zit algemene informatie over verspreiding en dosis-responserelaties.
Stated-preference (ook: stated-behaviour of verklaarde voorkeur)	Methode om de vraag naar een goed of dienst te rammen die gebaseerd is op antwoorden van consumenten op vragen naar hoe ze zouden reageren in een hypothetische situatie van veranderingen in prijzen en/of inkomen (zie ook <i>Revealed-preference</i> ).
Terugverdientijd	De tijd benodigd voor een project om voldoende kasstromen te genereren om alle tot dan toe verrichte uitgaven (inclusief de investering) terug te verdienen. Hierbij kan al dan niet rekening worden gehouden met discontering.
Toegevoegde waarde	De waarde van de productie van een bedrijf verminderd met de waarde van de inputs die het bedrijf betreft van buiten; deze waarde komt neer op de som van de beloningen van de productiefactoren (arbeid, kapitaal) van het bedrijf.
Verklaarde voorkeur	Zie <i>Stated-preference</i> .
Verspreidingsmodel	Een model dat aan de hand van ondermeer klimatologische gegevens een relatie legt tussen de emissies en de immissies (concentratie van milieuvervuiling, ook wel <i>dosis</i> genoemd). Met een verspreidingsmodel kunnen immissies worden berekend met behulp van emissiefactoren (of kentallen), bepaald uit emissiemetingen.
VOLY	VOLY = value of a life year: Waarde voor een gemist levensjaar.
Welvaart	Zie <i>Nut</i> .
'Willingness to Pay' (WTP)	Zie <i>Betalingsbereidheid</i> .
YOLL	Yoll = years of life lost: het aantal verloren levensjaren in een populatie.





## B REMI-Model (Ecorys)

Deze bijlage bevat een nadere beschrijving van (de aard, kenmerken, structuur en toepassingsmogelijkheden van) het REMI-model van Ecorys. Daarnaast is een nadere toelichting opgenomen over de wijze waarop het REMI-model is toegepast in deze studie.

### B.1 Beschrijving model

#### ***Waar komt het vandaan?***

Het REMI-model is een regionaal economisch model met input-outputrelaties tussen sectoren voor landen of regio's. Het model is ontwikkeld door professor George Treyz van Regional Economic Models Inc. (REMI) en wordt sinds de jaren zeventig in de VS door veel universiteiten, onderzoeksbureaus en regionale overheden gebruikt om de effecten van regionaal beleid op de regionale economie (BBP, werkgelegenheid, bevolking, etc.) aan te geven. Het model heeft in de VS een goede status bij Universiteiten en overheden, waarvan vele tot de gebruikers van het model behoren. Het model wordt in Europa landenspecifiek toegepast door de Europese Commissie, in de UK (door Ecotec), Schotland, Duitsland (RWI), Spanje, Noord-Italië (IRPET), België (Planbureau Wallonië) en Nederland (ECORYS). In principe is ontwikkeling van het model op elk regionaal schaalniveau mogelijk mits de relevante data beschikbaar zijn (of in sommige gevallen geconstrueerd kunnen worden).

#### ***Aard van het model***

Het REMI-model voor Nederland is een regionaal economisch model dat berekeningen kan uitvoeren op regio niveau en is ontwikkeld door ECORYS in combinatie met REMI Inc. Het model is een economisch model gebaseerd op geregionaliseerde input-outputtabellen. Het model kent doorwerkingen tussen regio's via de handel tussen regio's (interregionaal model). Het model bevat een groot aantal vergelijkingen die het gedrag van consumenten en bedrijven weerspiegelen.

#### ***Kenmerken van het REMI-model***

REMI wordt gekenmerkt door:

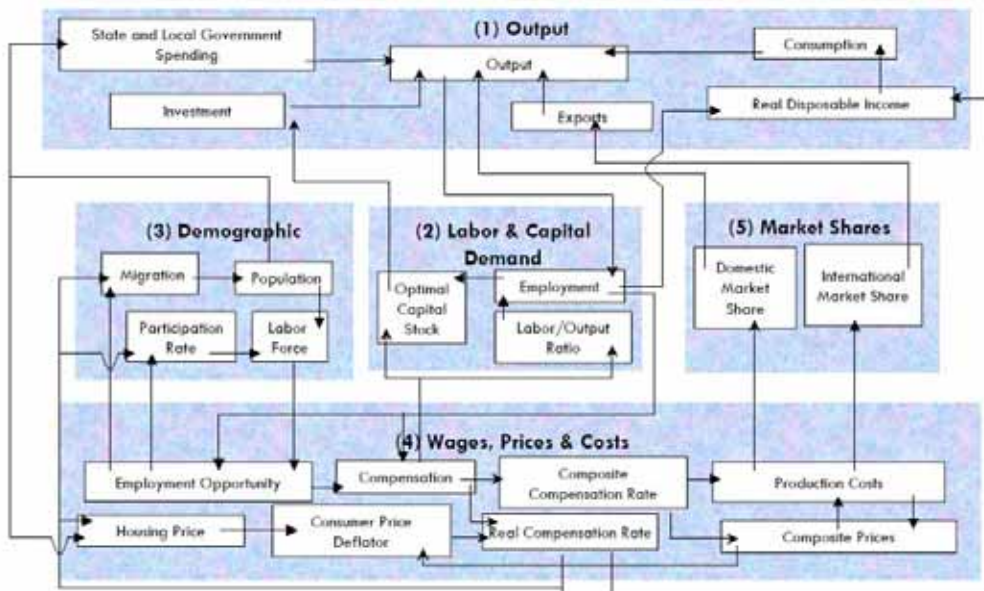
- State-of-the-Art regionaal-economisch model met microfundering (kostenfunctie bedrijven, consumptiefunctie).
- Het is volledig specifiek gemaakt voor de Nederlandse situatie (Nederlandse data, arbeidsparticipatie, migratie, etc.).
- Het rekent effecten op COROP-niveau door voor 24 verschillende economische sectoren.
- Bevat economische causale relaties die sporen met economisch theoretische inzichten. Deze relaties zijn in veel gevallen econometrisch geschat in sommige gevallen zijn ze gekalibreerd op Nederlandse data.

- Gebaseerd op nationale input-outputtabellen en consumptie-sectortabellen van het CBS (interacties tussen sectoren en tussen consumenten en sectoren) en andere belangrijke Nederlandse data.
- Bevat in enige mate New Economic Geography-inzichten (agglomeratie voor- en nadelen).
- Een arbeidsmarkt en bevolkingsblok zodat ook nationale of regionale bevolkingsprognoses opgesteld kunnen worden.

**Structuur en werking van het model**

REMI-model kent een aantal blokken. In het outputblok wordt op basis van de finale vraag van consumenten en het marktaandeel en de afzet van bedrijven in de regio de regionale productie bepaald. In het arbeidsvraag en kapitaal blok hebben de regionale output en lonen invloed op de regionale vraag naar arbeid en vraag naar kapitaalgoederen (investerings). Het regionale arbeidsaanbod wordt in het demografieblok bepaald op basis van de bevolking naar leeftijd en interregionale migratie. In het lonen- en prijzenblok vindt de loonvorming plaats onder invloed van vraag en aanbod op de regionale arbeidsmarkt en komen prijzen tot stand onder invloed van productiekosten. Deze lonen, productiekosten en afzetprijzen werken vervolgens door op de marktaandelen van de regio in binnen- en buitenland. Hoe groter het kostenvoordeel van de regio ten opzichte van de andere regio's en het buitenland des te meer de regio marktaandeel kan behalen en daarmee kan produceren. In Figuur 6 wordt de structuur en de relaties tussen de verschillende blokken van het REMI weergegeven.

Figuur 6 Structuur en relaties REMI-model



REMI-NEI bevat de volgende economische sectoren:

- 1 Agriculture, forestry and fishing.
- 2 Mining.
- 3 Food industry.
- 4 Textile and leather industry.
- 5 Publishers, printers and paper industry.
- 6 Petroleum industry.
- 7 Chemical industry.
- 8 Rubber and plastic industry.
- 9 Metal industry.
- 10 Machine Industry.
- 11 Electrotechnical industry.
- 12 Transport equipment industry.
- 13 Wood, wood prod, furn, jewelry, games, toys industry.
- 14 Electricity, gas and water supply.
- 15 Construction.
- 16 Trade and repairs.
- 17 Transport, storage and communication.
- 18 Hotels, cafés and restaurants.
- 19 Financial institutions.
- 20 Rental and trade of real estate.
- 21 Commercial services and rental of movable properties.
- 22 Health and welfare.
- 23 Services.
- 24 General government.

### ***Toepassing van REMI***

Het model kan de effecten van beleid aangeven op bijvoorbeeld BBP, werkgelegenheid, werkloosheid, prijzen, productiviteit, binnenlandse migratie en bevolking. Het model onderscheidt hiertoe een autonome voorspelling en een beleidsscenario. De gebruiker van het model dient dan een verandering aan te geven van een van de beleidsvariabelen in het model. De beleidsvariabelen betreffen de directe effecten van beleidsmaatregelen. Daarbij kan gedacht worden aan effecten van transportinfrastructuur op transportkosten of reistijdwinsten of effecten van milieumaatregelen op kosten voor bedrijven. De gebruiker moet dus in alle gevallen beschikken over een kwantificering van de directe effecten van beleid.

Belangrijke beleidsvariabelen in het model zijn:

- kosten voor bedrijven (bijv. transportkostenverlagingen bij infrastructuur, kosten van milieumaatregelen voor bedrijven);
- exogene werkgelegenheidsimpuls (bijv. bij vestiging van een bedrijf in de regio);
- reistijdwinsten voor burgers of bedrijven (bijv. bij nieuwe infrastructuur);
- exogene productiviteitsgroei (bijv. bij onderwijs of scholingsmaatregelen).

Het model berekent vervolgens de indirecte effecten (economische doorwerking) van beleid op productie, werkgelegenheid, bevolking, etc.

### ***Inhoudelijke meerwaarde van REMI***

De meerwaarde van REMI ten opzichte van bestaande methoden om regionale effecten te onderbouwen ligt op een aantal punten:

- een betere analytisch causale onderbouwing van economische effecten (werkgelegenheid of productie);
- veelheid aan outputvariabelen: ook werkloosheid, bevolking, investeringen en lonen en prijzen;
- beschikking over een forecasting model voor economische groei en bevolking (en binnenlandse migratie);
- een instrument om uitkomsten van andere modellen mee te vergelijken (KBA's, effecten beleid, etc.).

Voor meer informatie over REMI kan op verzoek een uitgebreide modelbeschrijving toegestuurd worden.

## **B.2 Illustratie REMI-toepassing MKBA NEC**

Om de werking van het model te illustreren is hieronder een praktisch voorbeeld opgenomen, waarbij tevens inzicht wordt gegeven in de belangrijkste bewerkingsstappen die zijn doorlopen om tot voor REMI geschikte input te komen. Als voorbeeld wordt gekeken naar het effect van een investering in een emissiereducerende maatregel in de industrie.

### **– Directe effecten**

De eerste stap die nodig is om te komen tot voor REMI geschikte input, is het kwantificeren van de directe effecten van het beleid. In dit voorbeeld zijn dit de gemiddelde jaarkosten van de maatregelen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de aangeleverde uit het optiedocument afgeleide jaarkosten. Op basis van informatie uit de achterliggende factsheets over de opbouw van deze kosten, is vervolgens een onderscheid aangebracht in operationele kosten en kapitaalkosten. Vervolgens is voor de jaarlijkse kapitaalkosten de initiële investeringsom bepaald. Deze bewerkingen zijn vooral noodzakelijk om de kosten op de juiste manier in de tijd uiteen te kunnen zetten, waarbij voor wat betreft het moment waarop de sector te maken krijgt met additionele kosten de uitgangspunten zijn gehanteerd zoals beschreven in paragraaf 2.3 van het hoofdrapport.

### **– Toedeling naar sectoren en regio's**

De volgende stap is het toedelen van de jaarlijkse kosten naar REMI-sectoren en -regio's. Daartoe is een koppeling gemaakt tussen de in de bij het optiedocument behorende factsheets en de in het REMI-model gehanteerde sectorindeling. Daar waar bijvoorbeeld verschillende industriële activiteiten te maken krijgen met maatregelen, is een toedeling gemaakt naar sectoren op basis van het aandeel van deze sectoren in de totale (industriële) emissies. Vervolgens zijn de sectorkosten van jaar tot jaar toegedeeld naar REMI-gebieden/regio's. Daarbij zijn de kosten toegedeeld op basis van de relatieve vertegenwoordiging van deze sectoren in de betreffende regio's in



termen van productieaandeel. Verondersteld derhalve wordt dat emissies en economische activiteit gelijkelijk verspreid zijn.

– **Invoer in REMI-model**

De berekende jaarkosten per sector en per regio kunnen vervolgens in het REMI-model ingevoerd worden in het (productie)kostenblok. Daartoe zijn allereerst nog de kosten per sector gerelateerd aan de totale productiekosten van de betreffende sector. Resultaat is het directe effect van de maatregelen in termen van een procentuele verandering in de productiekosten per sector en regio, welk percentage vervolgens ingevoerd kan worden in het model.

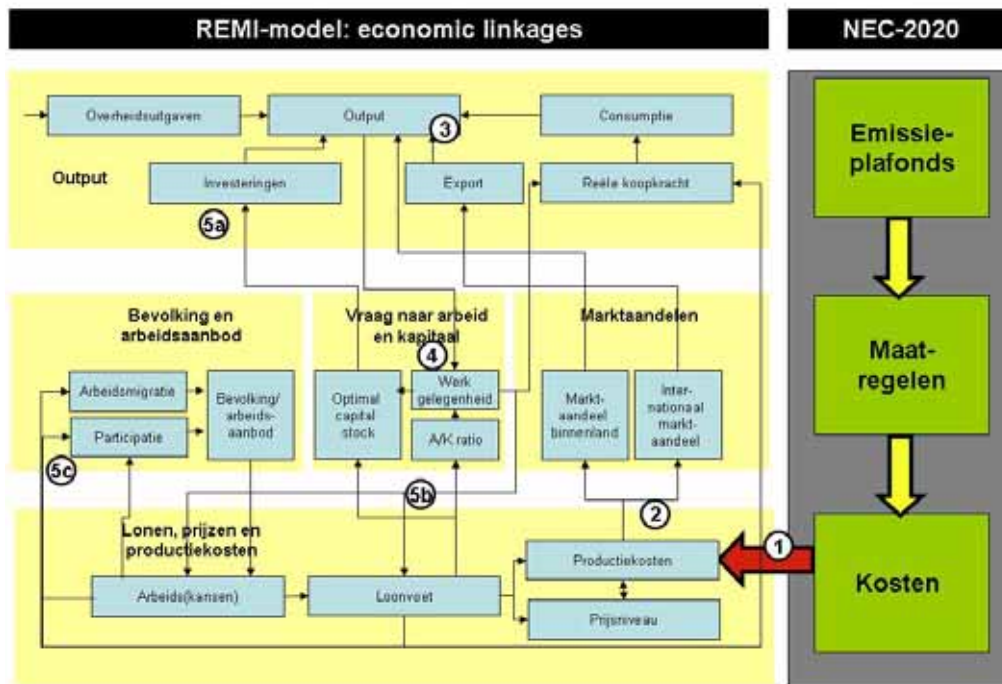
– **Resultaat REMI-run**

Het modelresultaat zijn de effecten van de kostenverhogingen op werkgelegenheid, koopkracht en BBP. Dergelijke kostenverhogingen kennen doorwerkingen op winsten of afzetprijzen van bedrijven en daarmee op omzet, productie en werkgelegenheid.

Figuur 7 illustreert de werking van het model:

- Figuur 7 laat zien dat de kosten van de maatregelen in het REMI-model worden ingevoerd als een toename van de productiekosten (1).
- Voor de sectoren die met deze kosten te maken krijgen, nemen de relatieve kosten voor productie toe. Ten opzichte van andere aanbieders/producten verslechtert hierdoor de concurrentiepositie en gaat uiteindelijk marktaandeel in binnen- en/of buitenland verloren (2).
- Gevolg is een (deels door een dalende export veroorzaakte) verminderde vraag naar de door de betreffende sectoren geleverde producten (3) en afgeleid hiervan naar arbeid (4), hetgeen via de input/outputrelaties overigens ook in andere sectoren zal doorwerken.
- Naast een daling van de vraag naar arbeid, zal ook een optimale productiecapaciteit en de vraag naar kapitaal veranderen. Dit heeft weer gevolgen voor het tempo waarmee investeringen worden gepleegd (5a) en uiteindelijk voor de via de investeringen geïnduceerde vraag naar producten en/of diensten.
- Een ander belangrijk effect, is het effect op de lonen (5b). Een afname van de vraag naar arbeid, zal bij een gelijkblijvend aanbod de lonen doen dalen. Dit heeft onder meer gevolgen voor het (voor consumptie) beschikbare inkomen (koopkracht), maar zal er via het effect op migratie en participatie (5c) ook toe leiden dat het arbeidsaanbod zich aanpast en op termijn een nieuwe evenwichtsloon tot stand zal komen.

Figuur 7 Illustratie werking REMI-NEI model



### B.3 REMI-output arbeidsvraag

Nadere detaillering van de ontwikkeling van de arbeidsvraag per sector.

Tabel 33 Werkgelegenheidseffect NEC 2010-2040 t.o.v. GE-scenario voor beide projectalternatieven

Sector	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Landbouw	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0
Industrie	-0,2	-0,8	-1,0	-0,2	0,0	0,0
Energie	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0
Bouw	-0,2	-0,9	-1,0	-0,1	0,0	0,0
Transport	-0,1	-0,3	-0,3	-0,1	0,0	0,0
Diensten	-1,3	-3,7	-3,4	-0,7	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	<b>-2,0</b>	<b>-5,9</b>	<b>-6,0</b>	<b>-1,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Arbeidsvraag \* 1.000 fte, vijfjaarsgemiddelden.

Legenda

Landbouw: Landbouw en visserij.

Industrie: V&G-industrie, chemische-, rubber- en kunststofverwerkende industrie, metalelectro-, overige industrie.

Energie: Delfstofwinning, aardolie-industrie, openbare nutsbedrijven.

Bouw: Bouwnijverheid en -installatiebedrijven.

Transport: Transport- en opslagbedrijven.

Diensten: Handel en reparatie, horeca, financiële- en zakelijke dienstverlening, zorg, overheid, overige dienstverlening n.e.g.



## C Sectoral Welfare Model, bepaling welvaartseffecten (Ecorys)

### C.1 Inleiding

Gewoonlijk wordt in een MKBA de verandering in het consumenten- en producentensurplus gehanteerd als theoretische maatstaf voor de welvaartsverandering die ten gevolge van een beleidsinterventie optreedt. Het consumentensurplus kan daarbij worden gedefinieerd als het totale voordeel dat de consumenten halen uit het feit dat ze minder moeten betalen voor een goed of dienst dan ze bereid zouden zijn ervoor te betalen. Het producentensurplus is het totale voordeel dat producenten halen uit het feit dat ze meer krijgen voor een goed of dienst dan ze ervoor minimaal zouden accepteren.

Om de welvaartseffecten van de NEC-maatregelen zichtbaar te maken is in deze studie gebruik gemaakt van het door Ecorys ontwikkelde Sectoral Welfare Model (SWM). In het navolgende wordt nader ingegaan op de werking en toepassing van dit model. Daartoe wordt allereerst het micro-economische verhaal achter het SWM in grafische vorm weergegeven. Dit is de basis gedachte achter het SWM-model. Aansluitend wordt meer specifiek ingegaan op de methodiek van het SWM, de input en output variabelen, de gevoeligheid van de analyse en de beperkingen van het model.

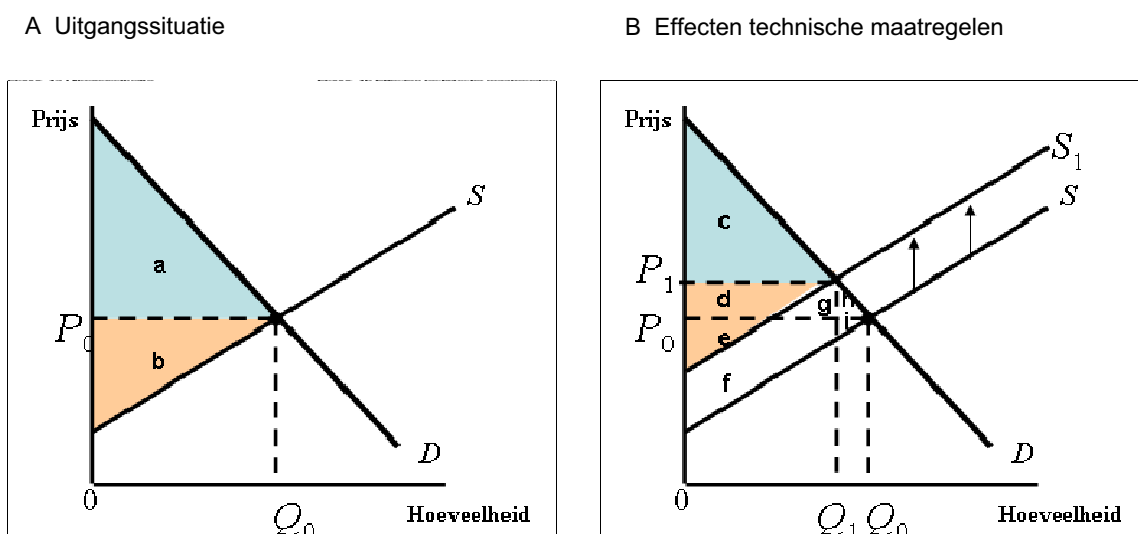
#### ***Micro-economische basis van het Sectoral Welfare Model***

De welvaartseffecten, waaronder het consumenten- en producentensurplus wordt vastgesteld met behulp van het 'Sectoral Welfare Model'. Het SWM berekent de welvaartseffecten van een kostenverhogende maatregel op basis van het theoretisch raamwerk, algemeen geaccepteerd binnen de micro-economie, zoals grafisch weergegeven in Figuur 8.

#### ***Uitgangssituatie***

De omvang van het consumenten- en producentensurplus kan worden geïllustreerd aan de hand van een fictieve vraag- (D) en aanbodcurve (S). Uitgaande van deze fictieve curven zal een evenwichtsprijs van ( $P_0$ ) tot stand komen bij een gevraagde hoeveelheid van  $Q_0$ . Het consumentensurplus is dan gelijk aan de oppervlakte van driehoek a in Figuur 8A, terwijl het producenten surplus gelijk is aan de oppervlakte van driehoek B.

Figuur 8 Uitgangssituatie (A) en effecten technische maatregelen (B)



### Effecten van technische maatregelen

Vanwege de noodzaak tot het uitvoeren van technische maatregelen schuift de aanbodcurve naar boven. De kosten per product nemen immers toe, waardoor er een hogere prijs betaald moet worden om dezelfde hoeveelheid te produceren. De nieuwe aanbodcurve ( $S_1$ ) in Figuur 8B leidt tot een nieuwe evenwichtsprijs ( $P_1$ ) en een nieuwe evenwichtshoeveelheid ( $Q_1$ ). Het nieuwe evenwicht leidt in vergelijking met het oude evenwicht tot een verandering van zowel het producenten- en consumentensurplus, als tot een welvaartsverlies.

De veranderingen van het zowel welvaartsverlies, als het producenten- en consumentensurplus zijn weergegeven in Tabel 34. Het consumentensurplus is in de nieuwe situatie gelijk aan de oppervlakte c. Ten opzichte van de uitgangssituatie wordt het verlies voor de consumenten weergegeven door oppervlakte (d+g+h). Het producentensurplus is in de nieuwe situatie gelijk aan oppervlakte (d+e). Ten opzichte van de uitgangssituatie bedraagt de verandering van het producenten surplus (d-f-i). Het totale marktverlies staat gelijk aan de oppervlakte van (f+g+h+i). De oppervlakte (f+g) geeft de kosten van de beleidsinterventie weer, terwijl (h+i) doorgaans aangeduid wordt als de 'deadweight loss', die de inefficiëntie aangeeft van de beleidsinterventie.

Tabel 34 Welvaartseffecten van technische maatregelen

	Oud evenwicht	Nieuwe evenwicht	Verandering
Consumentensurplus	c + d + g + h	c	- d - g - h
Producentensurplus	e + f + i	d + e	d - f - i
Beleidsinterventie kosten	-	f + g	f + g
'Deadweight loss'	-	h + i	h + i





## C.2 Methodiek Sectoral Welfare Model

Hieronder volgt een meer specifieke uitleg van het Sectoral Welfare Model. Eerst wordt de gevolgde methode stapsgewijs uitgelegd, gevolgd door een overzicht van betrokken bedrijfstakken. Daarna worden de in- en outputvariabelen, de gevoeligheid van de analyse en de beperkingen van het model beschreven.

### **Methodie**

Het SWM geeft de welvaartsconsequenties van een beleidsinterventie aan voor consumenten, producenten en de maatschappij in zijn geheel. Cruciaal hierin is de mate waarin de kosten verhoging voor de producent afgewenteld worden op de consument. Met behulp van de prijselasticiteit, de afwentelingsfractie en de grote van de beleidsinterventie kan vervolgens het nieuwe evenwicht worden berekend. Door het nieuwe evenwicht te vergelijken met het oude evenwicht ontstaat er inzicht in de welvaartseffecten van de beleidsinterventie.

#### – *Stap 1: Scheiding van afzetmarkten*

Het is belangrijk een onderscheid te maken tussen de nationale en de internationale afzetmarkt. Er is meer concurrentie op de internationale markt, waardoor de prijsgevoeligheid van de vraag groter is dan op de nationale markt. Daarnaast zijn sommige bedrijfstakken meer internationaal georiënteerd dan andere bedrijfstakken. Om dit te ondervangen berekent dit model de welvaartseffecten separaat voor de nationale- en internationale markt. De relatieve grootte van de internationale afzetmarkt wordt berekend op basis van de uitvoer ten opzicht van productie.

#### – *Stap 2: Afwentelingsfractie*

De mate van afwenteling wordt bepaald door de relatieve verhouding van prijsgevoeligheid tussen de consument en de producent. De prijsgevoeligheid van de consument wordt bepaald door de hellingshoek van de vraagcurve, beter bekend als de prijselasticiteit van de vraag. De prijsgevoeligheid van de producent wordt bepaald door de hellingshoek van aanbodcurve, die weergegeven wordt door de prijselasticiteit van het aanbod. In formule 1 is aangegeven hoe afwentelingsfractie wordt bepaald met behulp van de prijselasticiteit van de vraag ( $E_D$ ) en de prijselasticiteit van het aanbod ( $E_S$ ).

### **Formule 1: Afwentelingsfractie**

$$\text{Afwentelingsfractie} = \frac{E_S}{(E_S - E_D)}$$

Om rekening te houden met de prijsgevoeligheidsverschillen tussen de nationale en internationale markt wordt voor beide markten een individuele prijselasticiteit van de vraag gebruikt. Voor de binnenlandse markt wordt de prijselasticiteit van consumptie gebruikt, terwijl de prijselasticiteit van de uitvoer gebruikt wordt voor de internationale markt.

- *Stap 3: Nieuw evenwicht*  
De afwentelingsfractie geeft aan welk deel van de interventiekosten afgewenteld wordt op de consument en welk deel gedragen wordt door de producent zelf. Het model berekent het nieuwe markt evenwicht, de nieuwe verkoopprijs en de nieuwe afzet, door de interventiekosten te combineren met de afwentelingsfractie en de prijselasticiteit.
- *Stap 4: Welvaartseffecten*  
De welvaartseffecten, zoals weergegeven in Tabel 34, worden door het model uitgerekend door het nieuwe evenwicht te vergelijken met het oude evenwicht. De uitkomsten van het model bevatten de verandering van het consumentensurplus, de verandering van het producentensurplus, de totale beleidsinterventiekosten en het 'deadweight loss'.

### **Bedrijfstakingen**

De huidige versie van het SWM is uitgespecificeerd naar 17 basis bedrijfstakingen van de Nederlandse economie, zoals weergegeven in Tabel 35. Het is mogelijk het model te verbreden naar meer specifieke bedrijfstakingen. Daartoe dient de hiervoor benodigde informatie over de inputvariabelen dan wel beschikbaar te zijn.

Tabel 35 Bedrijfstakingen SWM

A: Agricultuur	(1) Agricultuur
B: Industrie	(2) Voeding en genotsmiddelen industrie
	(3) Chemie, rubber en kunststof industrie
	(4) Metaal- en elektrotechnische industrie
	(5) Aardolie industrie
	(6) Delfstoffen winning
	(7) Gas, elektriciteit en water
	(8) Overige industrie
C: Bouwnijverheid	(9) Bouwnijverheid
D: Commerciële Dienstverlening	(10) Onroerend goed
	(11) Groot- en detail handel, reparatie bedrijven
	(12) Transport
	(13) Communicatie
	(14) Financiële dienstverlening
	(15) Overige dienstverlening
E: Gezondheidszorg	(16) Gezondheidszorg en sociale dienstverlening
F: Overheid	(17) Overheid

### **Variabelen**

Het SWM-model draait op de in Tabel 36 opgesomde inputvariabelen. In Tabel 36 zijn tevens de bronnen aangegeven om deze data te verzamelen. De beleidsinterventiekosten, uitgedrukt als percentage van de verkoopprijs zijn afhankelijk van de precieze onderzoeksvraag (case studie). De prijselasticiteit van het aanbod, is gebaseerd op expert judgement. Deze elasticiteit geeft aan in welke mate een bedrijfstaking in staat is haar productie aan te passen aan veranderingen in de vraag. De prijselasticiteiten voor consumptie en uitvoer zijn in grote mate



afgeleid van het Athena-model van het Centraal Plan Bureau (CPB). Hetzelfde geldt voor de productie- en de uitvoerdata.

Tabel 36 Inputvariabelen

	<b>Inputvariabelen</b>	<b>Bronnen</b>
Productie	Gemiddelde productie afgelopen 5 jaar	CPB
Uitvoer	Gemiddelde uitvoer afgelopen 5 jaar	CPB
BK	Beleidsinterventie kosten (% verkoopprijs)	Case studie
PE-aanbod	Prijselasticiteit van het aanbod	Expert judgment
PE-consumptie	Prijselasticiteit van de consumptie	CPB, Athena model
PE-uitvoer	Prijselasticiteit van de uitvoer	CPB, Athena model

Tabel 37 Outputvariabelen

	<b>Outputvariabelen</b>
AF	Afwentelingsfractie
$\Delta P$	Verandering van de prijs
$\Delta Q$	Verandering van de afzet
$\Delta CS$	Verandering consumenten surplus
$\Delta PS$	Verandering producenten surplus
TBK	Totale beleidsinterventie kosten
DWL	'Deadweight loss'

### **Beperkingen**

Het SWM bepaalt de vraag- en aanbodcurve op basis van de prijselasticiteit van de vraag en de prijselasticiteit van het aanbod. Deze lineaire benadering van de vraag- en aanbodcurve is alleen betrouwbaar bij relatief geringe prijsstijgingen, aangezien de prijselasticiteit de hellingshoek weergeeft van de curve gegeven het huidige marktevenwicht. De prijselasticiteit geeft geen informatie over de vorm van de vraag- en aanbodcurve, waardoor de betrouwbaarheid van de analyse afneemt naarmate de beleidsinterventie substantiële kosten met zich meeneemt.

De mate van afwenteling is gebaseerd op de huidige lange termijn prijselasticiteiten. Deze kunnen echter veranderen over tijd door veranderingen in substitutiemogelijkheden en kostprijsgedreven technologische vooruitgang.

Het SWM is beperkt in haar bereik, het maakt alleen onderscheid tussen de binnenlandse en de internationale markt. Een Europese markt zou een waardevolle toevoeging kunnen zijn voor bepaalde case studies. Tevens is het model niet uitgespecificeerd naar alle specifieke bedrijfstakken (17 basis bedrijfstakken), een meer gerichte bedrijfstakanalyse is mogelijk, indien de benodigde input data beschikbaar is.



## D Toelichting bij berekening mortaliteit en morbiditeit

### **Mortaliteit**

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft voor de luchtmaatregelenpakketten in deze MKBA met het GAINS-NL-model de gezondheidseffecten berekend. Het toegepaste GAINS-NL-model drukt deze effecten uit in het verlies in statistische levensverwachting *per capita*. Het is niet mogelijk om met GAINS-NL het aantal verloren levensjaren voor de *hele populatie*, de Years of Life Lost (YOLL), te berekenen. Wel kan de output van GAINS-NL worden geschaald op basis van effectcijfers van AEAT (AEAT, 2007), uitgedrukt in zowel levensverlies per capita als YOLL .

Omdat in de wetenschappelijke literatuur wordt aangenomen dat sterfte en ziekte als gevolg van fijn stof lineair toe- of afneemt met de concentratie fijn stof waaraan men is blootgesteld (AEAT, 2005), wordt deze lineariteit ook aangenomen voor de relatie tussen het verlies in statistische levensverwachting per capita (in maanden) en de YOLL (voor de hele populatie).

Hierdoor kunnen de resultaten van het PBL omgerekend worden naar Years of Life Lost. Als het verlies per capita berekend door GAINS-NL bijvoorbeeld 30% lager is dan het verlies per capita volgens AEAT, is het aantal YOLL ook 30% lager.

### **Morbiditeit**

Eenzelfde methode is gevolgd voor het bepalen van morbiditeit. Door de veronderstelde lineaire relatie tussen het verlies in statistische levensverwachting per capita, het aantal jaren levensverlies en het aantal ziektegevallen, kunnen de resultaten van het PBL worden vertaald in een aantal ziektegevallen op basis van gegevens van eerder gepubliceerde cijfers van AEA Technology (AEAT, 2005) en IIASA (IIASA, 2005). De resultaten zijn op dezelfde manier geschaald als voor mortaliteit, alleen is hier een extra tussenstap gemaakt omdat er uit de cijfers over ziektelast uit AEAT (2005) geen relatie met het verlies in statistische levensverwachting per capita was af te leiden. Deze relatie tussen verlies in levensverwachting per capita en het aantal ziektegevallen is bepaald op basis van de relatie tussen cijfers van AEAT (2005) en cijfers uit een eerder gepubliceerd rapport van IIASA (2005). In dit rapport werd hetzelfde maatregelenpakket doorgerekend; de cijfers van IIASA en AEAT hebben, hoewel uitgedrukt in andere grootheden, dus betrekking op dezelfde maatregelenpakketten.

AEAT berekent de ziektelast als gevolg van fijn stof met behulp van impactfuncties uit diverse studies, waaronder bijvoorbeeld de APHEIS-3-studie (AEAT, 2005). Met een impactfunctie kan het aantal ziektegevallen per aantal mensen per eenheid blootstelling ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) berekend worden.

In deze berekeningen is de ziektelast berekend door het aantal gevallen van elk van de ziektebeelden te vermenigvuldigen met de correctiefactor. De volgende ziektebeelden worden meegenomen bij het bepalen van de gezondheidsschade:

- 1 Chronische Bronchitis (27 jaar en ouder).
- 2 Ziekenhuisopname wegens luchtwegklachten (alle leeftijden).
- 3 Ziekenhuisopname wegens hartklachten (alle leeftijden).
- 4 Dagen met beperkte activiteiten (15-64 jarigen).
- 5 Medicatiegebruik tegen luchtwegklachten (20 jaar en ouder).
- 6 Chronische lagere luchtwegklachten (15 jaar en ouder).

Andere posten, zoals kindersterfte, medicatiegebruik en chronische klachten aan de lagere luchtwegen bij kinderen, zijn buiten beschouwing gelaten omdat GAINS-NL mortaliteit alleen berekent voor personen ouder dan 30.

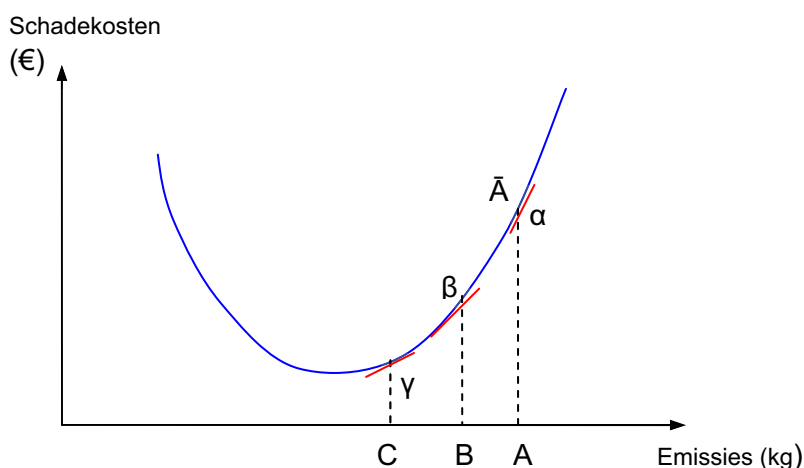


## E Capita selecta

### E.1 Relatie tussen concentratiegegevens en schadeschattingen

Er bestaat een relatie tussen de schadeschattingen en de gevolgen die dat heeft voor de concentratie. Eén en ander wordt duidelijk in Figuur 9. De blauwe curve in Figuur 9 toont de totale schadekosten bij elke hoeveelheid concentratie van emissies in een fictieve situatie voor de impacts van eutrofiëring op de landbouw<sup>40</sup>. De curve heeft een U-vormig verloop omdat eutrofiëring in de landbouw ook tot baten kan leiden. De marginale kosten worden berekend door de eerste afgeleide van deze schadekostenfunctie te nemen. Schematisch worden ze weergegeven door de helling van de curve in ieder punt (rode lijnen).

Figuur 9 Totale schadekosten bij fictieve situatie



Stel dat wij ons op dit moment qua landelijk emissieniveau (=concentratie) in punt A bevinden. De bijbehorende marginale schadekosten per kg emissie ( $\alpha$ ) worden weergegeven door de helling bij punt A. Uit de relatief steile helling valt op te maken dat de marginale kosten per kg emissie vrij hoog zijn. Wanneer door emissiereductie onder NEC-richtlijnen punt C in 2020 bereikt wordt, kunnen de opbrengsten van het NEC-beleid worden berekend door uit te gaan van:

$$1 \text{ Baten} = (A-C) \cdot \alpha$$

Deze simpele methode overschat echter de baten. Er wordt geen rekening gehouden met de autonome ontwikkeling in emissies tussen nu en 2020. Stel dat onder het 'Business As Usual'-scenario een niveau B tot stand komt in 2020, met

<sup>40</sup> De vorm van de curve en aangegeven punten zijn arbitrair gekozen.

marginale kosten  $\beta$ . Dan zijn de baten van emissiereductie minder groot dan in eerste instantie gedacht.

Een vergelijking tussen situatie B en C zou opleveren:

$$2 \quad \text{Baten} = (B-C) * \beta$$

Deze schatting zou echter een onderschatting van de baten kunnen betekenen omdat die baten immers tijdens de looptijd van het beleid reeds minder worden. In 2020 zijn ze immers gedaald tot  $\gamma$ .

De correcte methode voor het inschatten van de baten zou derhalve zijn:

$$3 \quad \text{Baten} = B * \beta - C * \gamma$$

De berekende waarde ligt waarschijnlijk tussen de voorgaande twee alternatieven in. Het is niet precies te zeggen omdat zowel  $\beta$  als  $\gamma$  niet bekend zijn.

Wij rekenen met methode 1 en geven dus waarschijnlijk een (lichte) overschatting van de baten. Dit geldt echter niet voor de YOLL-berekeningen van MNP, die op methode 3 gebaseerd zijn.

## **E.2 Import en export van milieuvervuiling**

De berekeningen die met EcoSense zijn gedaan leveren in principe een waardering op voor een kg emissie, ongeacht waar die terecht komt. In deze MKBA is gerekend met het inwonerprincipe, waarbij alleen de effecten worden gewaardeerd op de inwoners van Nederland. Derhalve dienen de EcoSense berekeningen te worden gecorrigeerd voor import van vervuiling uit andere landen naar Nederland en de export van vervuiling van Nederland naar andere landen.

Uit EcoSense kan wel informatie worden gehaald welk deel van de vervuiling zal neerslaan buiten Nederland. Op basis van de EMEP-landenrapporten en informatie van het MNP hebben we de gegevens over de import van vervuiling naar Nederland gekalibreerd. De aangenomen waarden worden weergegeven in Tabel 38





Tabel 38 Overzicht van aangenomen waardes omtrent import- en export van vervuiling voor de door CE Delft berekende schadecategorieën

	Export		Import	
	Receptor areas from NL		Deposition in NL contributed by	
	NL	Buitenland	NL	Buitenland
Gewasschade NMVOS	6%	94%	12%	88%
Materiaalschade SO <sub>2</sub>	26%	74%	26%	74%
Materiaalschade NO <sub>x</sub>	10%	90%	39%	61%
Morb/mort ozon (NMVOS)	9%	91%	18%	82%
Morb/mort SOA (NMVOS)	9%	91%	14%	86%

Zoals uit Tabel 38 valt af te lezen is Nederland over het algemeen een netto exporteur van milieuvuiling.



## F Waardering van externe effecten

### F.1 Basis van waardering in ExternE

Wat betreft de effecten in deze studie valt het volgende uit ExternE (2005) op te maken: voor gezondheid wordt meestal gebruik gemaakt van waardes voor een mensenleven die voortkomen uit een combinatie van vragenlijsten en/of ervaringsgegevens uit aanpalende beleidsterreinen zoals gezondheidszorg of beleid rond het voorkomen van verkeersslachtoffers. Voor ziekte wordt uitsluitend gebruik gemaakt van informatie uit vragenlijsten. Voor de impacts op gebouwen en cultureel erfgoed wordt meestal gekeken naar de herstelkosten om de negatieve impacts ongedaan te maken. De schade aan de landbouw wordt meestal ingeschat aan de hand van marktprijzen.

Tabel 39 geeft de relatie tussen de impacts en de waardering die in deze studie gevolgd is.

Tabel 39 Relatie tussen impacts en waarderingmethodiek

Impacts	Waardering
Gezondheid (Mortaliteit)	WTP, Revealed-preference, meta-analysis
Gezondheid (Morbiditeit)	WTP (vragenlijst)
Natuur en ecosystemen	Niet mogelijk
Productiviteit landbouw	Marktprijzen
Gebouwen/cult. erfgoed	Herstelkosten

### F.2 Gezondheidseffecten

Years of life lost (YOLL) wordt uitgedrukt in jaar per ton (emissie), maar er is een gevarieerde terminologie inzake de waardering van mensenlevens. Disability adjusted life years (DALY), Quality adjusted life years (QALY), value of life year (VOLY) en value of statistical life (VOSL of VSL). De DALY en QALY worden gebruikt in studies waarin morbiditeit en mortaliteit onder een noemer worden gebracht. Hoewel VOLY en DALY/QALY in principe vergelijkbaar zijn, ze geven immers allen de waarde van een 'verloren' levensjaar, maakt deze veelzijdigheid maakt onderling vergelijk lastig. Gelukkig blijken de meeste elementen afgeleid te zijn van een waarde van VOSL, zodat toch een beeld van onderlinge overeenkomsten en verschillen gevormd kan worden.

In de MKBA Bodemsanering rekent MNP met 70.000 Euro per verloren levensjaar in termen van DALY (MNP, 2007). De Raad voor de Volksgezondheid en Zorg beveelt een overeenkomstig bedrag aan, te weten 80.000 Euro per gezond levensjaar (RVZ, 2006). Beide bedragen zijn gebaseerd op een studie van Viscusy en Aldy (2003) waarin de VOSL op 7 miljoen US Dollars (circa 5,6 miljoen Euro) wordt geschat. Dionne en Lanoie (2004) evalueren 85 studies rondom verkeersongevallen en concluderen dat 5 miljoen Canadese Dollars de meest acceptabele waardering is. In Nederland bestaat nog geen officiële

waardering, maar er wordt in adviezen aan de overheid, door bijvoorbeeld SWOV, CPB en OEI, wel gebruik gemaakt van een VOSL. Deze varieert van 0,9 tot 1,5 miljoen Euro (prijsspeil 1997/1998) (Wesemann, 2005). MNP (2006) hanteert 1 miljoen Euro, terwijl Wesemann et al. (2005) tot een VOSL aanbeveling van 2,2 miljoen Euro  $\pm$  0,3 miljoen Euro komen (prijsspeil 2001)<sup>41</sup>. Uit internationale analyses voor Europese landen, volgt een VOSL voor Nederland tussen de 1 en 3 miljoen Euro. Met het oog op deze studies kan desgewenst een nog ruimere marge worden gebruikt: van 1,6 tot 3,0 miljoen Euro (Wesemann et al., 2005). De VOLY waarmee wij rekenen is gebaseerd op een VOSL van 1,05 miljoen Euro (ExternE, 2005). Dit impliceert dat wij in onze MKBA een zeer voorzichtige monetaire inschatting maken van de gezondheidsbaten.

Verder blijkt dat RIVM (2001) rekent met een VOLY van 0,2 miljoen US Dollars, terwijl MNP (2006) 125.000/jaar gebruikt als waarde voor vermeden doden in de EU door klimaat beleid. Ook hieruit komt naar voren dat wij de waarde van een mensenleven eerder onderschatten dan overschatten.

Voor **morbiditeit** is de Disability Adjusted Life Years of (DALY's) een veel gebruikte indicator om het verlies aan levenskwaliteit van een populatie door milieufactoren weer te geven. DALY's zijn gedefinieerd als de verloren gezonde levensjaren: het aantal voor 'ziekte' gecorrigeerde levensjaren die een populatie verliest door ziekte of vroegtijdige sterfte (een gewogen YOLL). De aldus berekende DALY's worden vervolgens gemonetariseerd met minimaal 70.000 Euro/DALY. Het genoemde bedrag van 70.000 Euro/DALY is gebaseerd op een review studie naar monetaire benaderingen van 'de waarde van een mensenleven' (Viscusi en Aldy, 2003) en heeft dezelfde orde van grootte als de 80.000 Euro per gezond levensjaar die de Raad voor de Volksgezondheid en Zorg aanbeveelt als grens voor medische interventies bij ziekte (RVZ, 2006). Aangezien een DALY per definitie lager is dan een VOLY lijkt de VOLY-waarde van ExternE een conservatieve schatting.

Uiteraard zijn er vele ethische kanttekeningen te plaatsen bij het monetariseren van leven en gezondheid (zoals de vraag of een mensenleven wel in geld is uit te drukken)<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Dit bedrag bevat voornamelijk immaterieel schade van een verkeersdode, maar ook een materiële component: de waardering van het niet meer kunnen consumeren in de verloren levensjaren. Op basis van alleen de immateriële schade heeft VOSL een waarde van 18 +/- 0,3 miljoen Euro.

<sup>42</sup> Er bestaan ook praktische bezwaren zoals het feit dat de waardering van mortaliteit nauwelijks empirisch valt waar te nemen, de schadeschattingen een lineair verband veronderstellen tussen risico's en waardering, dat risico-aversie tot grotere waarden kan leiden en het feit dat de WTP-studies waarden geven voor volwassenen terwijl de effecten meestal ingrijpen op ouderen en zieken die wellicht een andere waardering geven voor hun toch al niet zo gezonde levensjaren.



## G Waardering effecten op de natuur

### G.1 Inleiding

In de MKBA hebben wij de effecten op natuur en ecosystemen alleen in fysieke termen weergegeven. Verbinding met monetaire waarden achtten wij niet mogelijk. De voornaamste oorzaak hiervoor is dat bestaande studies naar natuurwaardering kwantitatieve veranderingen natuuroppervlakte beschouwen, terwijl luchtvervuiling (vooral via verzuring en eutrofiering) tot kwalitatieve wijzigingen leidt. Natuur staat dan ook als PM-post in de MKBA.

Dit resultaat is onbevredigend, te meer daar diverse instituten hebben aangegeven dat de te verwachten natuurbaten van emissiebeleid hoog kunnen zijn (EC, 2005; AEAT, 2005b). Er is een betere indicatie nodig van orde van grote van de bijdrage die natuur aan de Nederlandse maatschappij levert. In deze bijlage zullen wij daarom op alternatieve wijze proberen een ruwe inschatting te maken van de waarde van kwaliteitsveranderingen in natuur en kijken in hoeverre dit de resultaten van de huidige MKBA zou beïnvloeden. Stel dat natuurwaardering in Nederland in een verder gevorderd stadium was, zou je dan a priori verwachten dat natuur een grote batenpost vormt?

Er wordt voor twee aanliegroutes gekozen. Enerzijds wordt op basis van de totale waarde van de aanwezige natuur in Nederland een inschatting gemaakt van de natuurbaten door NEC-beleid. Verzuring en eutrofiering zullen een impact hebben op deze waarde, zij het beperkt omdat natuurgebieden niet verdwijnen als gevolg van luchtvervuiling. Anderzijds biedt Econcept (2008) een handvat voor de waardering van natuurbaten als gevolg van een afname in emissies. De externe kosten van biodiversiteitsverlies als gevolg van de depositie van SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> worden hier berekend.

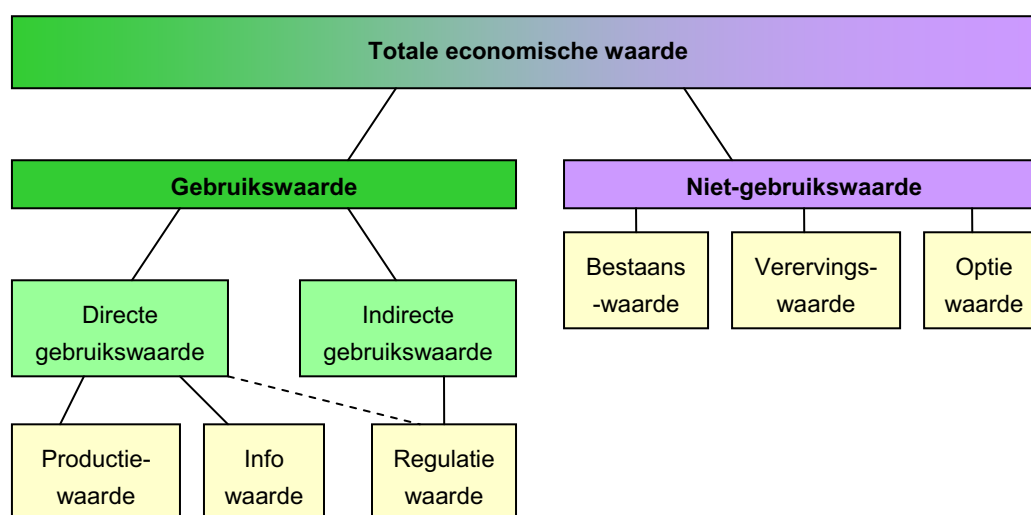
De opbouw van deze bijlage is als volgt. Sectie G.2 bepaalt de natuurbaat van emissiebeleid op basis van de totale natuurwaarde in Nederland. Hiertoe start sectie G.2.1 met een overzicht van de diverse functies van natuur, waarna in sectie G.2.2 de hoeveelheid natuur in Nederland aan bod komt. Sectie G.2.3 beschouwt dan de op dit moment beschikbare ramingen van de totale waarde van de Nederlandse natuur. Op basis van deze totale waarde zal vervolgens, in sectie G.2.4, de impact van verzuring en eutrofiering worden ingeschat. Sectie G.2.5 geeft tenslotte een inschatting van de monetair natuurbaten onder het nulalternatief (CLE 2020) en projectalternatief (TSAP 2020). In sectie G.3. zullen de fysieke effecten op natuur gewaardeerd worden met behulp van de resultaten van Econcept (2008). Sectie G.4 vormt de conclusie.

## G.2 Natuurbaten op basis van totale natuurwaarde in Nederland

### G.2.1 Natuurfuncties

Natuur genereert op diverse manieren welvaart voor de maatschappij. Figuur 10 toont een vaak gehanteerde classificatie. Allereerst zijn er waarden die samenhangen met het gebruik van de natuur, te weten directe en indirecte gebruikswaarden. Bij directe gebruikswaarde gaat het erom dat ecosystemen goederen leveren, zoals hout, vis en drinkwater (productiewaarde) en recreanten de mogelijkheid bieden natuurschoon te aanschouwen (informatiewaarde). Ook reguleert de natuur het milieu door bijv. CO<sub>2</sub> vast te leggen, fijn stof te filteren en geluid te dempen (regulatiewaarde). Ecosystemen hebben hierdoor een indirect gebruikswaarde en geven bovendien ondersteuning aan directe gebruiksfuncties door bijv. klimaatbeheersing.

Figuur 10 Economische waardering van natuur; classificatie



Bron: Naar Ruijgrok (2000).

Daarnaast kan waarde aan natuur worden toegekend die niet samenhangt met het gebruik ervan. Er bestaat een optiewaarde, waarbij mensen waarde hechten aan natuur omdat ze haar mogelijk in de toekomst nog zullen gebruiken. Ook is er een verervingswaarde. Deze reflecteert de waardering van mensen die natuur willen veiligstellen voor toekomstige generaties. Tenslotte is er ook nog een bestaanswaarde. Hier gaat het erom dat mensen gewoonweg willen dat bepaalde ecosystemen voortbestaan, ongeacht of ze deze wel of niet zullen gebruiken.

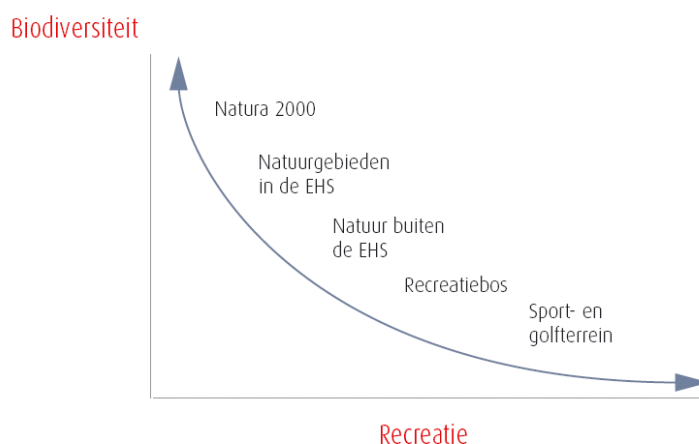


## G.2.2 Hoeveelheid natuur in Nederland

Nederland kent diverse typen landnatuur, variërend van loof- en naaldbos tot heiden en duinen. Circa 14% van het totale landoppervlakte van Nederland bestaat momenteel uit natuurterrein, waarvan het grootste deel uit bos bestaat (MNP, 2006). Dit komt overeen met ongeveer 0,5 miljoen ha (CBS, 2008)<sup>43</sup>. Deze gebieden vallen binnen Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en beslaan ook de op het land aangewezen 'Natura 2000-gebieden'<sup>44</sup>. Daarnaast heeft Nederland veel natte natuur zoals meren, rivieren en grote wetlands zoals de Waddenzee (MNP, 2006b). Dit oppervlaktewater bestrijkt ongeveer 0,75 miljoen ha<sup>45</sup>. In totaal zou de Nederlandse natuur dus een oppervlakte van 1,25 miljoen hectare beslaan.

Er zijn echter gebieden die niet officieel aangemerkt zijn als natuur (bijvoorbeeld in de EHS), maar die mogelijk wel relevant zijn voor natuurwaardering. Hieronder vallen 'groene natuur' zones; een verzameling van recreatiebossen, defensie-terreinen, drinkwaterbedrijven en bijvoorbeeld bos rond golfbanen (CPB, 2006a). Recreatiegebieden zullen iets lager scoren qua milieuregulering- en niet gebruikswaarden, maar zij hebben vermoedelijk weer een hogere waarde qua recreatie en toerisme. Figuur 11 toont de (afruïl tussen) recreatieve waarde en biodiversiteitwaarde van bepaalde gebieden.

Figuur 11 Relatie tussen recreatiewaarde en waarde voor biodiversiteit van diverse gebieden



<sup>43</sup> Ook op basis van huidige stand van Ecologische Hoofdstructuur (EHS) komt men op een huidige natuuroppervlakte van 0,5 miljoen ha. Zowel CPB (2006a) als WUR (2007) gaan uit van 515.000 ha natuur. De EHS doelstelling voor 2018 is 7.28.500 ha landnatuur.

<sup>44</sup> Op initiatief van de Europese Unie zijn gebieden aangewezen die speciale bescherming zullen krijgen om zo Europa's rijke en gevarieerde natuur te behouden. Hoewel alle natuur in Nederland feitelijk is aangelegd, kent zij een behoorlijke biodiversiteit; ruim 24.000 diersoorten en ruim 10.000 plantensoorten. Dit is ongeveer 2% van het totaal aantal soorten dat op de wereld bekend is (MNP, 2006a). In Nederland zijn er in totaal 162 Natura 2000 gebieden, met een totale oppervlakte van 1,1 miljoen ha. Hiervan bestaat 1/3 deel uit land en 2/3 deel uit oppervlaktewater, waaronder de Waddenzee, Noordzee en Delta (LNV, 2006).

<sup>45</sup> Volgens gegevens van CBS (2008) is de oppervlakte van binnenwater en buitenwater samen zo'n 0,77 miljoen ha. De aangewezen Natura 2000 gebieden op water beslaan circa 0,73 miljoen ha (LNV, 2006).

Bron: CPB, 2006b.

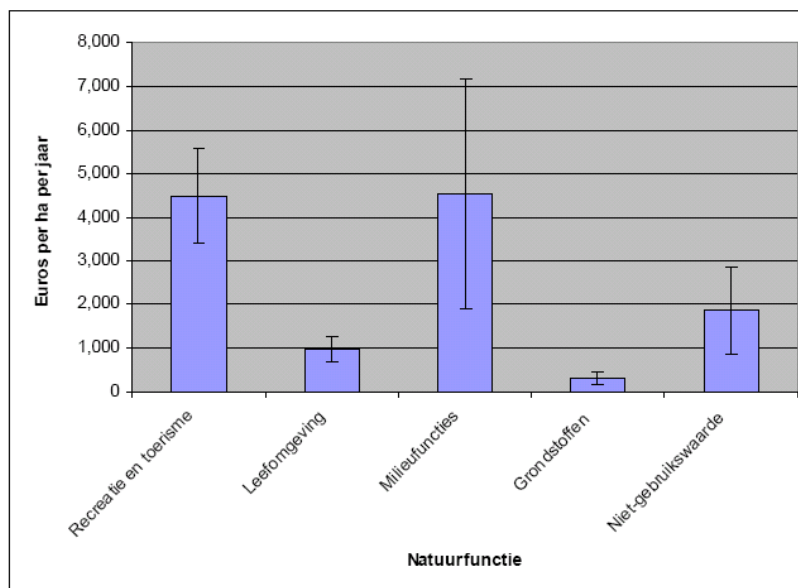
Per saldo zou de waardering van recreatiegebieden gelijk kunnen zijn aan de waardering van 'officiële' natuur. In onze analyse zullen dergelijke gebieden dan ook worden meegenomen. De omvang van het totale recreatieterrein in Nederland wordt geschat op bijna 0,95 miljoen ha (CBS, 2008)<sup>46</sup>. De totale oppervlakte natuur is in onze analyse op 2,2 miljoen ha gesteld, onderverdeeld naar 1,45 miljoen ha land (66%) en 0,75 miljoen ha water (34%).

### G.2.3 Waardering natuur in Nederland

Nu er een raming is van de totale hoeveelheid natuur in Nederland is het van belang te kijken naar de monetaire waarde die deze aanwezige natuur vertegenwoordigd. Dit is moeilijk te bepalen en hangt af van het natuurtipe en de natuurfunctie(s).

In een meta-analyse heeft het Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM, 2006) diverse Nederlands waarderingstudies beschouwd. Zij schat de bruto bijdrage van de natuur aan de welvaart in op (gemiddeld) zo'n 4.000 Euro per hectare per jaar, rekening houdend met de diverse functies van natuur. De meest waardevolle functies blijken hier recreatie en milieuregulatie te zijn (zie Figuur 12)<sup>47</sup>. Uitgaande van 2,2 miljoen ha natuurgebied in Nederland, zou de bijdrage van natuur op 8,8 miljard Euro per jaar liggen.

Figuur 12 Gemiddelde baten per hectare per jaar per natuurfunctie



Bron: IVM, 2006.

<sup>46</sup> Bestaande uit de categorieën 'park en plantsoen', 'sportterrein', 'volkstuin', 'dagrecreatief terrein' en 'verblijfsrecreatief terrein' (CBS, 2008).

<sup>47</sup> NB. De totalen per natuurfunctie tellen niet op i.v.m. methodologische verschillen tussen de beschouwde waarderingstudies.





Ecorys-NEI (2002) komt tot een aanzienlijk hogere waarde. Zij concluderen dat de Nederlandse natuur een bijdrage levert van 13 tot 21 miljard Euro per jaar. Hierbij is gekeken naar diverse natuurwaarden; gezondheid, toerisme, productie (hout en biomassa), woon- en werkbeleving, milieukwaliteit door natuur en niet-gebruikswaarde.

Uit de gevarieerde uitkomsten blijkt dat er een slag om de arm gehouden moet worden wat betreft de totale waarde van natuur in Nederland. Deze zal vermoedelijk tussen de 8,8 en 21 miljard Euro liggen. In deze gevoeligheidsanalyse wordt uitgegaan van de meest conservatieve inschatting, zijnde een natuurwaarde van 8,8 miljard Euro per jaar. Op deze manier zullen de *minimale* natuurbaten als gevolg van emissiebeleid in kaart worden gebracht.

#### G.2.4 Effect luchtvervuiling op natuurwaarde

Als gevolg van luchtvervuiling zal de natuurkwaliteit en bijbehorende welvaartsbijdrage worden aangetast. Eutrofiering en verzuring brengen immers schade toe aan ecosystemen. De fysieke effecten zijn gekwantificeerd in termen van 'average accumulated exceedance of critical loads (AAE, in  $\text{eq ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ )' en 'unprotected ecosystem area (UES, in %)'. Indien er totale verwoesting zou plaatsvinden, zou de derving (minimaal) 8,8 miljard Euro per jaar zijn. Echter, bij verzuring en eutrofiering blijft een zekere natuurwaarde bestaan; niet alle natuurfuncties worden aangetast. Mensen zullen nog steeds waarde toekennen aan de bestaande natuur en bijvoorbeeld in natuurgebieden blijven recreëren. Hoe groot is dan de waardedaling als gevolg van luchtvervuiling?

Wat betreft van niet-gebruikswaarden is een voorzichtige inschatting te maken. Uit een eerste verkenning van Ruijgrok (2004) komt een betalingsbereidheid voor een verbeterde natuurkwaliteit via verzuringbeleid naar voren van 30 Euro per huishouden per jaar<sup>48</sup>. Uitgaande van 7,2 miljoen particuliere huishoudens (CBS, 2008), zou dit op nationaal niveau overeenkomen met 216 miljoen Euro per jaar. Wij veronderstellen dat deze betalingsbereidheid zowel geldt voor verzuring, die vooral aangrijpt op landnatuur, als voor eutrofiering, dat met name gevolgen heeft voor de waternatuur.

Dit zou inhouden dat, als gevolg van verzuring en eutrofiering, bijna 2,5% van de huidige totale natuurwaarde per jaar wordt opgeofferd, oftewel dat een afname in deze effecten tot een 2,5% hogere waarde zou leiden. Deze inschatting is a priori niet zo vreemd. Er wordt immers wel waarde vernietigd door kwalitatieve veranderingen in ecosystemen, maar deze veranderingen zijn nauwelijks merkbaar en zullen dus door burgers niet zo hoog gewaardeerd worden.

---

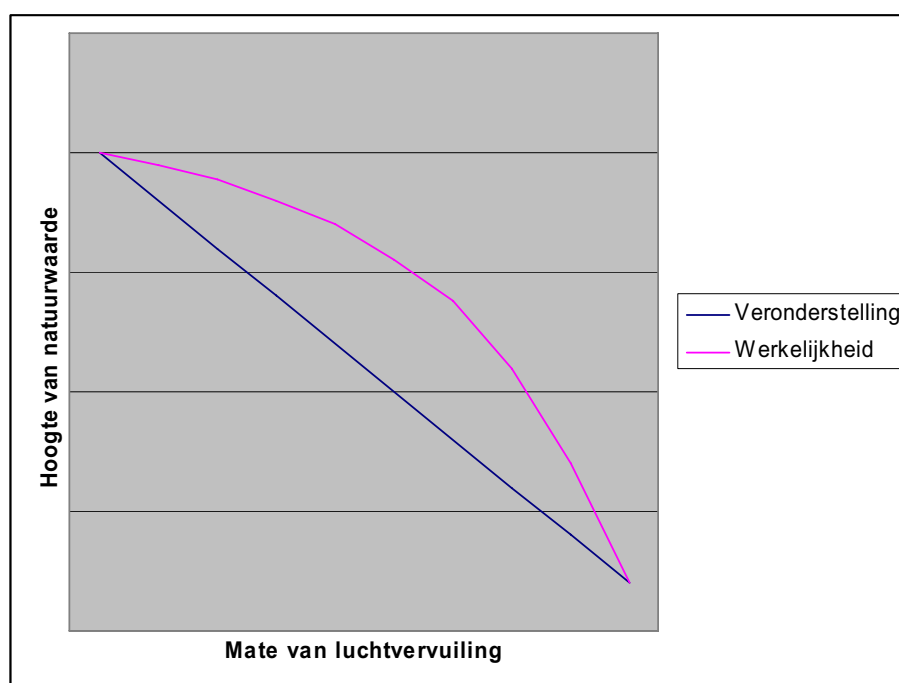
<sup>48</sup> Op basis van 20 respondenten, waarden varieerden tussen 0 en 100 Euro met gemiddelde van 30 Euro. Er is gevraagd naar hun betalingsbereidheid om een goede natuurkwaliteit te realiseren in 2030 (dus dat de depositiewaarden de critical loads niet overschrijden) of om een verslechtering van de huidige situatie tegen te gaan (Ruijgrok, 2004).

## G.2.5 Natuurbaten in MKBA NEC

Nu het effect van verzuring en eutrofiering op de monetaire natuurwaarde is ingeschat, moet de natuurbaat van emissiebeleid gerelateerd worden aan de alternatieve scenario's in de MKBA. In de uitgangssituatie bedraagt de derving in natuurwaarde circa 2,5% van de totale waarde, zijnde 216 miljoen Euro per jaar<sup>49</sup>. Dit is dus bij een AAE van 651 eq ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> voor eutrofiering en 779 eq ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> voor verzuring.

Vervolgens nemen wij aan dat veranderingen in natuurwaarde evenredig zijn met veranderingen in AAE, alhoewel deze relatie vermoedelijk niet lineair is omdat de eerste verbeterstappen meer natuurwaarde zullen opleveren dan de latere verbeteringen. Figuur 13 toont het verschil tussen onze veronderstelling (de lineaire grafiek) en de werkelijkheid (concave grafiek).

Figuur 13 Relatie tussen verandering in luchtvervuiling en natuurwaarde



Uitgaande van een lineaire relatie, is de derving in natuurwaarde door verzuring en eutrofiering onder de verschillende scenario's beschouwd. Tabel 40 laat dan zien dat bij het nulalternatief in 2020 de waardederving 25 miljoen Euro per jaar zou zijn. Dit is een stuk lager dan in de huidige situatie. Als gevolg van emissiebeleid wordt de AAE gereduceerd met 80% wat betreft eutrofiering en

<sup>49</sup> Wanneer wordt aangenomen dat bijna 2,5% van de totale waarde door verzuring verloren gaat, houdt dit in dat de schattingen van de totale natuurwaarde in Nederland (de genoemde € 8,8 en € 21 miljard) iets meer dan 97,5% van de potentiële waarde vertegenwoordigen. Immers, deze schattingen kijken naar de huidige situatie (2000) waarin reeds verzuring optreedt. Daar eutrofiering vooral gevolgen zal hebben voor de waternatuur (0,75 miljoen ha, oftewel 34% van het totale natuuroppervlak) wordt 34% aan eutrofiering toegerekend. Aan verzuring wordt 76% toegerekend omdat het hier met name gaat om landnatuur (1,45 miljoen ha, oftewel 76% van totale natuuroppervlak in Nederland).



93% voor verzuring. Hierdoor treedt een totale natuurbaat op van circa 192 miljoen Euro per jaar .

Tabel 40 Fysieke effecten op natuur en gevolgen voor natuurwaarde

Milieu-effect	Uitgangssituatie (2000)		Nulalternatief (CLE 2020)			Projectalternatief (TSAP 2020)		
	AAE (eq ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	Derving natuurwaarde (mln. € per jaar)	AAE (eq ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	Derving natuurwaarde (mln. € per jaar)	Natuurbaat (mln. € per jaar)	AAE (eq ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	Derving natuurwaarde (mln. € per jaar)	Natuurbaat (mln. € per jaar)
Eutrofiering	651	74	131	15	59	114 (-17)	12 (-2)	61 (+2)
Verzuring	779	142	53	10	133	41 (-12)	8 (-2)	135 (+2)
<b>Totaal</b>		<b>216</b>		<b>25</b>	<b>192</b>		<b>21</b>	<b>196 (+4)</b>

Noot: Verschil in natuureffect tussen het nulalternatief en projectalternatief 1 wordt cursief weergegeven.

Het projectalternatief resulteert in grotere fysieke verbeteringen voor natuur en ecosystemen. Voor verzuring en eutrofiering vindt overschrijding van de 'critical loads' duidelijk minder plaats (82% resp. 95% reductie in AAE). De derving in natuurwaarde als gevolg van de in 2020 nog aanwezige luchtvervuiling is 21 miljoen Euro per jaar. Ten opzichte van de huidige situatie is dit een winst van 196 miljoen Euro per jaar. Vergeleken met het nulalternatief, wordt een winst geboekt van 4 miljoen Euro per jaar in 2020. Dit is de jaarlijkse natuurbaat die opgenomen kan worden in de MKBA. De verdisconteerde natuurbaat bedraagt 42 miljoen Euro.

Het resultaat is echter sterk afhankelijk van gehanteerde aannames, met name van de veronderstelling dat verzuring en eutrofiering ervoor zorgen dat 2,5% van de totale natuurwaarde (ofwel 216 miljoen Euro per jaar) verloren gaat. De invloed zou groter kunnen zijn. De betalingsbereidheid van 30 Euro betreft alleen niet-gebruikswaarden en is bovendien een eerste inschatting van Ruijgrok (2004). Stel dat, alle natuurfuncties meegenomen, er door luchtvervuiling een aantasting van 10% van de totale natuurwaarde zou zijn<sup>50</sup>. De natuurbaat in deze MKBA zou dan oplopen tot bijna 17 miljoen Euro per jaar oftewel 177 miljoen Euro verdisconteerd<sup>51</sup>.

<sup>50</sup> Op basis van IVM (2006) kan een percentage van ruim 8% al worden verdedigd. De niet gebruikswaarde in deze studie is 1.183 Euro per ha per jaar. Voor heel Nederland is dit een bedrag van 2,6 miljard Euro. De betalingsbereidheid van Ruijgrok (216 miljoen Euro per jaar) vertegenwoordigt dan 8,3 procent van de totale niet gebruikswaarde.

<sup>51</sup> De hoogte van de totale natuurwaarde in Nederland speelt natuurlijk ook een rol. Zoals reeds in sectie 1.2.3 aangegeven, gaan wij uit van een conservatieve inschatting van 8,8 miljard Euro. Wanneer gerekend zou worden met een waarde van 21 miljard Euro zou de jaarlijkse natuurbaat oplopen tot 10 miljoen Euro, ceteris paribus (de impact van verzuring en eutrofiering op de totale natuurwaarde wordt op 2,5% gehouden).

Daarnaast is het mogelijk dat de Contingent Valuation Methode (CVM) niet de meest geschikte methode is om de impact van luchtvervuiling op natuur te bepalen. De effecten ervan zijn voor burgers amper merkbaar, waardoor de betalingsbereidheid (en dus de daarvan afgeleide monetaire waarde) beperkt is. In de volgende sectie wordt een waardeschatting gemaakt op basis van herstelkosten.

### G.3 Natuurbaten op basis van herstelkosten

Econcept (2008) beschouwt de externe kosten van biodiversiteitsverlies als gevolg van emissies naar lucht (door eutrofiering en verzuring). Per kilogram depositie van een bepaalde stof is de verandering in de zogenaamde 'Potentially Disappeared Fraction (PDF)' ingeschat. Daaraan is vervolgens een kostenplaatje gehangen, uitgaande van de kosten om veroorzaakte schade te herstellen<sup>52</sup>. De minimale kosten voor verbetering van biodiversiteit in Duitsland (0,49 Euro/PDF) zijn hierbij als grondslag genomen. Dit gegeven is voor de overige EU landen gecorrigeerd voor koopkracht en het percentage natuurland. Voor Nederland zijn de externe kosten als volgt vastgesteld (zie Tabel 41).

Tabel 41 Externe kosten van biodiversiteitsverlies op land door depositie van emissies naar lucht

Emissie	Externe kosten (mln. €/ kton)
SO <sub>x</sub>	0,21
NO <sub>x</sub>	1,15
NH <sub>3</sub>	3,14

Bron: Econcept, 2008.

Op basis van deze kosten is een inschatting gemaakt van de totale externe kosten onder het nulalternatief en het projectalternatief. Tabel 42 laat zien dat de natuurbaat ruim 95 miljoen Euro per jaar zal bedragen in 2020. Wanneer deze baat wordt meegenomen in de MKBA zullen de verdisconteerde baten toenemen met 987 miljoen Euro. Hierbij gaat het overigens alleen om natuur op land.

<sup>52</sup> Alleen sterk aangetaste gebieden zijn hierin meegenomen, gedefinieerd als een verandering in PDF van meer van 20% (Econcept, 2008). Ook zijn enkel effecten op land in de analyse opgenomen, effecten op water zijn niet berekend.



Tabel 42 Depositie en externe natuurkosten

Stof	Nulalternatief (CLE 2020)		Project-alternatief 1 (TSAP 2020)		
	Depositie (kton per jaar)	Externe kosten (mln. € per jaar)	Depositie (kton per jaar)	Externe kosten (mln. € per jaar)	Externe kosten t.o.v. nulalternatief (mln. € per jaar)
SO <sub>x</sub>	51,2	10,8	35	7,4	-3,4
NO <sub>x</sub>	200,9	231,0	186	213,9	-17,1
NH <sub>3</sub>	142,8	448,4	119	373,7	-74,7
<b>Totaal</b>		<b>690,2</b>		<b>594,9</b>	<b>-95,3</b>

## G.4 Conclusie natuurbaten

Op basis van twee methodieken is er een inschatting gemaakt van de natuurbaten in deze MKBA. Dit heeft geleid tot drie waarderingsscenario's en dus tot drie mogelijke natuurbaten. De uitkomsten zijn opgenomen in Tabel 43.

Tabel 43 Natuurbaten onder drie scenario's van natuurwaardering

Scenario's	Jaarlijkse natuurbaat in 2020 (mln. €)	Verdisconteerde natuurbaat (mln. €)
Totale natuurwaarde methodiek: impact 2,5%	4	42
Totale natuurwaarde: impact 10%	17	177
Herstelkostenmethodiek	95	987

In eerste instantie is gekeken naar de waarde van de totale natuur in Nederland en de mogelijke impact die luchtvervuiling daarop heeft. Ervan uitgaande dat verzuring en eutrofiering 2,5% van de totale natuurwaarde in Nederland (8,8 miljoen Euro per jaar) beschadigen, komt er een baat naar voren van 4 miljoen Euro per jaar in 2020. De verdisconteerde waarde is 42 miljoen Euro. Dit is een conservatieve inschatting, zowel qua percentage aantasting als qua totale natuurwaarde. Wanneer bijvoorbeeld een impact van 10% op de totale natuurwaarde wordt verondersteld, stijgt de natuurbaat naar 17 miljoen Euro per jaar ofwel naar een verdisconteerde waarde van 177 miljoen Euro. In tweede instantie is de natuurbaat berekend op basis van herstelkosten. Deze zou dan jaarlijks 95 miljoen Euro bedragen (in 2020), oftewel 987 miljoen Euro.

Wat betekent dit voor de MKBA NEC? Natuur blijkt een relatief kleine batenpost te zijn, zelfs als de hoogst ingeschatte natuurbaat van bijna 1 miljard Euro wordt beschouwd. De totale verdisconteerde baten in de MKBA bedragen namelijk zo'n 5 miljard Euro (zie sectie 5.2.2). Natuur representeert slechts 20% van deze baten, die met name gerelateerd zijn aan gezondheid. Op basis hiervan moet dan ook worden geconcludeerd dat natuurwaardering nauwelijks effect zou hebben gehad op de uitkomst van de huidige MKBA.

Deze conclusie komt echter *niet* voort uit het feit dat natuur onbelangrijk zou zijn, maar omdat ook in het nulalternatief de effecten op natuur al fors afnemen t.o.v. de huidige situatie. Daarnaast hangt de relatieve belangrijkheid van natuurwaardering in een MKBA af van de gehanteerde doelstellingen. Wanneer, bijvoorbeeld, de gezondheidsbaten afnemen (zie sectie 5.3.5) en de natuurbaten min of meer gelijk blijven, zal natuurwaardering een grotere rol spelen en van invloed kunnen zijn op het eindresultaat van de MKBA.

Tenslotte dient (nogmaals) opgemerkt te worden dat de aangegeven natuurbaten onzeker zijn en nader onderzoek op het gebied van natuurwaardering noodzakelijk is. Zoals Tabel 43 laat zien, leiden de twee routes om tot een waardering te komen tot uiteenlopende resultaten. Tussen de hoogste en de laagste jaarlijkse natuurbaat zit ruim een factor 20 verschil. Dit is lastig te verklaren. Enerzijds is het logisch dat waardering op basis van betalingsbereidheid tot een lagere waarde leidt omdat de effecten van luchtvervuiling op natuur slecht waarneembaar zijn, waardoor mensen minder over hebben voor een reductie in emissies. Anderzijds, kan worden beargumenteerd dat herstelkosten laag zullen zijn t.o.v. de totale economische waarde van natuur omdat de niet-gebruikswaarde hierin niet kan worden meegenomen<sup>53</sup>. Dit zou inhouden dat de natuurbaat op basis van de herstelkostenmethodiek, de hoogste schatting in deze analyse, een onderschatting is van de werkelijke natuurbaat van emissiereductie.

---

<sup>53</sup> Op basis van SEO (1998), een studie naar de economische waarde van de Oostvaardersplassen, kan worden verondersteld dat van de totale natuurwaarde 35% niet gebruikswaarde is en 65% gebruikswaarde.

