



## Emissiereductie: welke gassen en sectoren?

**Auteur(s):**

Harmelink, M.  
Blok, K.  
Jager, D., de  
Hendriks, C.

\* De auteurs zijn werkzaam bij *ecofys Energy and Environment*.

**Verschenen in:**

ESB, 86e jaargang, nr. 4328, pagina D9, 11 oktober 2001

**Rubriek:**

Dossier: Klimaatbeleid

**Trefwoord(en):**

opties

Met momenteel beschikbare technieken kunnen binnen de Europese Unie aanzienlijke emissiereducties worden gerealiseerd tegen relatief lage kosten. Hiervoor moeten zowel reductiemogelijkheden voor kooldioxide als voor de andere broeikasgassen worden geïmplementeerd. De opties moeten worden geïmplementeerd in die lidstaten en sectoren waar de kosten het laagst zijn.

Tijdens de klimaatconferentie in Kyoto in december 1997 is afgesproken dat de lidstaten van de Europese Unie hun gezamenlijke jaarlijkse uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 verminderen tot acht procent onder het niveau van 1990/1995. De reducties hebben betrekking op een zestal gassen: kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en een drietal categorieën fluorverbindingen (hfk's, pfk's en SF<sub>6</sub>).

De gassen verschillen in hun bijdrage aan het broeikaseffect. Dit wordt aangeduid met het *global warming potential* (gwp). Het gwp geeft aan wat de bijdrage is van de verschillende broeikasgassen aan het broeikaseffect in verhouding tot CO<sub>2</sub>. Methaan heeft bijvoorbeeld een gwp van 21. Dit betekent dat de emissie van één kilogram methaan een bijdrage heeft aan het broeikaseffect die gelijk staat aan de emissie van 21 kilogram CO<sub>2</sub>. Door middel van de gwp kan de emissie van een broeikasgas worden omgerekend naar zogenaamde CO<sub>2</sub>-equivalenten.

In de Europese Milieuraad van juni 1998 zijn de lidstaten overeengekomen om de taakstelling van minus acht procent te verdelen (*burden sharing agreement*). In deze overeenkomst hebben sommige lidstaten zich geïmplementeerd aan een emissiereductie boven de acht procent, waardoor andere lidstaten in staat zijn hun emissies te laten groeien tot de periode 2008-2012 (zie [tabel 1](#)).

**Tabel 1. Verdeling van emissiereducties en marginale kosten per EU-lidstaat voor twee situaties: implementatie van reductieopties met laagste kosten binnen de landsgrenzen van de individuele lidstaten volgens de lastenverdelingsovereenkomst en EU-brede implementatie van reductieopties met de laagste kosten.**

	implementatie van opties met laagste kosten op lidstaatniveau (lastenverdelingsovereenkomst)		EU-brede implementatie van opties met laagste kosten
	reductie 1990-2010 %	marginale kosten € / ton CO <sub>2</sub> -eq.	marginale kosten € / ton CO <sub>2</sub> -eq.
Oostenrijk	-13	53	20
België	-8	92	20
Denemarken	-21	53	20
Finland	0	53	20
Frankrijk	0	1	20
Duitsland	-21	12	20
Griekenland	25	11	20
Ierland	13	32	20
Italië	-6,5	35	20
Luxemburg	-28	-	-
Nederland	-6	106	20
Portugal	27	23	20
Spanje	15	12	20
Zweden	4	41	20
Verenigd Koninkrijk	-12,5	12	20
<b>EU-15</b>	<b>-8</b>	<b>42</b>	<b>20</b>

Bron: I Capros, P. Capros, N. Kouvaritakis and L. Mantzos, *Economic evaluation of sectoral emission reduction objectives for*

De lidstaten van de Europese Unie emitteerden in 1990/1995 <sup>1</sup> totaal 4138 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten broeikasgassen. In 1998 lagen de emissies in de Europese Unie op ongeveer hetzelfde niveau als in 1990 <sup>2</sup>. De emissies van broeikasgassen zullen in de periode 1990-2010 naar verwachting marginaal toenemen met één procent indien geen extra beleidsmaatregelen worden genomen (zie [tabel 2](#)). Recent is een onderzoek uitgevoerd naar de goedkoopste combinatie van reductiemaatregelen voor de Europese Unie. Daarbij is gekeken naar alle sectoren en alle broeikasgassen en is onderzocht in welke mate de verschillende sectoren en gassen per lidstaat kunnen bijdragen aan het realiseren van de Kyoto-doelstelling <sup>3</sup>.

**Tabel 2. Emissie(reducties) uitgesplitst naar gas en naar sector bij een EU-brede implementatie van reductieopties met de laagste kosten voor het bereiken van de Kyoto-doelstelling (in megaton respectievelijk procenten).**

	emissie 1990/95	ijkpunt- emissie (2010)	kosten- effectieve allocatie (2010)	verandering t.o.v. 1990/1995
<b>gas</b>				
kooldioxide (CO <sub>2</sub> )	3232	3376	3104	-4
methaan (CH <sub>4</sub> )	462	380	345	-25
lachgas (N <sub>2</sub> O)	376	317	282	-25
hfk's	52	84	54	4
pfk's	10	25	19	90
SF <sub>6</sub>	5	7	3	-40
<b>totaal</b>	<b>4138</b>	<b>4190</b>	<b>3807</b>	<b>-8</b>
<b>sector</b>				
energieaanboda	1190	1206	1054	-11
niet- CO <sub>2</sub> fossiele				
brandstoffenp	95	61	51	-46
industrie	894	759	665	-26
transport	753	984	946	26
huishoudens	447	445	420	-6
diensten	176	200	170	-3
landbouw	417	398	382	-8
afval	166	137	119	-28
<b>totaal</b>	<b>4138</b>	<b>4190</b>	<b>3807</b>	<b>-8</b>

a. Energieaanbod omvat elektriciteit- en stoomproductie en de raffinaderijen.

b. Niet- CO<sub>2</sub>-broeikasgassen bij de winning, de productie en het transport van fossiele energiedragers.

Bron: K. Blok, D de Jager and C Hendriks, *Economic evaluation of sectoral emission reduction objectives*; summary report for policy makers, Ecofys, The Netherlands, AEA Technology, United Kingdom, NTUA, Greece, 2001.

De studie combineerde een 'top-down'- en een 'bottom-up'-benadering voor het in kaart brengen van de reductiemogelijkheden. In de 'bottom-up' benadering zijn per sector de technologische opties voor emissiereductie met de bijkomende kosten geïnventariseerd <sup>4</sup>. De resultaten van de 'bottom-up' benadering vormden belangrijke input voor de discussies in het kader van het European Climate Change Programme (ECCP), waarin de sectoren voorstellen hebben geformuleerd voor concrete maatregelen en beleidsinstrumenten voor het realiseren van de Kyoto-doelstelling (zie [tabel 3](#)). De resultaten van de 'top-down'-benadering geven een goed inzicht in de totale kosten op EU-niveau en worden verder in dit artikel besproken.

**Tabel 3. Overzicht van technische reductieopties per sector volgens de 'bottom-up'-analyse en de voorgestelde maatregelen in het kader van het ECCP.**

mogelijke ingang- datum	technische reductieoptie (ECCP-maatregel) CO <sub>2</sub> -eq.)	reductie (Mton)	jaarlijkse kosten <sub>a</sub> EU (mld.euro)
2000	vermindering van methaan-emissies (vrijwillige maatregel ter vermindering van de emissies bij de winning en het transport van aardgas en olie)	34	1,4
2002	energie-efficiënte elektromotoren in de industrie (motor challenge programme)	30	0
	vervanging van hfk's in de koelsector en de productie van schuimen en vermindering van de pfk-emissies bij de aluminiumproductie (framework directive on fluorinated gases)	20	0,1
2003	energie-efficiënte verlichting en elektrische apparaten in huishoudens (overeenkomst met lampproducenten, energy star programme)	20	0
2004	verdubbeling van het marktaandeel van duurzame energie van 6% in 2001 naar 12% in 2010 (directive on promotion of renewable energies)	126	1,3

	energiebesparing in de gebouwde omgeving door middel van onder andere betere isolatie (directive on the energy performance of buildings)	35	0
	verdubbeling van het aandeel warmte/kracht-koppeling van 9% in 2001 naar 18% in 2010 (directive on combined heat and power)	126	1,3
2005	verschuiving van het gebruik van kolen naar aardgas voor de elektriciteitsproductie	88	0
	energie-efficiënte inkoop van overheidsproducten (directive on energy-efficient public procurement)	25	0
	optimalisatie van verkeerssystemen	40	0
	vernieuwing van verouderde en inefficiënte productie-installaties in de energie-intensieve industrie	40	0
	ontwikkeling van energie-diensten (directive on energy services)	40	0

a. Jaarlijkse reductiekosten zijn berekend door de investeringskosten per reductieoptie annuïtair af te schrijven over de levensduur van de optie met een rentepercentage van 4 procent, de overige jaarlijkse kosten daar bij op te tellen en deze te verminderen met de jaarlijkse kostenbesparingen op het energiegebruik.

## Mogelijkheden voor emissiereducties

De inventarisatie van technische potentiëlen voor reductie laat zien dat binnen de EU forse emissiereducties mogelijk zijn: tot twintig procent reductie in 2010 ten opzichte van het emissieniveau van 1990/1995 is haalbaar met technieken die momenteel reeds beschikbaar zijn. Voor het bereiken van de Kyoto-doelstelling van minus acht procent tegen zo laag mogelijke kosten op EU-niveau, zouden vooral reducties bij de energiesector en de industrie moeten worden geïmplementeerd (zie [tabel 2](#)).

Emissies in de energiesector betreffen met name CO<sub>2</sub> bij de productie van elektriciteit. De belangrijkste optie voor emissiereducties in deze sector is een verdere verschuiving van de inzet van kolen naar aardgas voor de elektriciteitsproductie. De kosten voor de inzet van extra aardgas zijn sterk afhankelijk van de lokale marktomstandigheden en de effecten van verdergaande liberalisatie van de energiesector. In de studie is berekend dat een volledige implementatie van het reductiepotentieel voor het behalen van de Europese Kyoto-doelstelling tot een gemiddelde stijging van de elektriciteitsprijs voor de eindgebruikers van circa vijf procent leidt. Het ECCP ziet deze verschuiving ook als een belangrijke mogelijkheid om de emissies verder te reduceren, samen met de verdere implementatie van duurzame energieopties en extra inzet van warmte-krachtkoppeling (zie [tabel 3](#)).

Mogelijkheden voor reducties bij de industrie zijn een verdere verbetering van de energie-efficiëntie van industriële productieprocessen, waardoor de emissies van CO<sub>2</sub> verminderen. Daarnaast zijn aanzienlijke reducties te bereiken bij de industriële emissies van N<sub>2</sub>O, pfk's en hfk's.

## De rol van niet- CO<sub>2</sub>-broeikasgassen

Het Kyoto-protocol geeft de mogelijkheid om de afgesproken reducties te realiseren door het verminderen van de emissies van de CO<sub>2</sub>- en de niet- CO<sub>2</sub>-broeikasgassen CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, hfk's, pfk's en SF<sub>6</sub>. Ten opzichte van de reductieopties voor CO<sub>2</sub> zijn de kosten per verminderen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten voor reductieopties voor de niet- CO<sub>2</sub>-broeikasgassen binnen de EU relatief laag. Bij de implementatie van de meest kosten-effectieve reductieopties op EU-niveau dalen de emissies van de niet- CO<sub>2</sub>-broeikasgassen met 22 procent ten opzichte van het emissieniveau in 1990/1995 terwijl de emissiereductie van CO<sub>2</sub> 'slechts' vier procent is (zie [tabel 2](#)). Naast de al genoemde reductiemogelijkheden bij de industriële sectoren, is een belangrijke bron van reductiemogelijkheden een vermindering van de methaanemissies bij de winning van kolen, olie en aardgas en een vermindering van de emissies van hfk's bij gebruik als koelmiddel en bij de productie van schuimen.

## Kosten

Bij implementatie van de meest kosten-effectieve reductieopties op EU-niveau zullen alle reductieopties met kosten lager dan 20 €/ton CO<sub>2</sub>-equivalent moeten worden ingezet om de Kyotodoelstelling van minus acht procent te bereiken (zie [tabel 1](#)). Hierbij is verondersteld dat geen gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden die het Kyoto-protocol biedt om emissiereducties te realiseren buiten de landsgrenzen van de EU door middel van *joint implementation* (JI) of het *clean development mechanism* (CDM). De jaarlijkse kosten voor de Europese Unie bedragen in dit geval € 3,7 miljard, hetgeen overeenkomt met 0,06 procent van het bnp van de EU in 2010.

De kosten van de implementatie van de meest kosten-effectieve reductieopties op EU-niveau zijn vergeleken met de situatie waarin de meest kosten-effectieve reductieopties op het niveau van de individuele EU-lidstaten worden geïmplementeerd. In die situatie moeten de lidstaten reductieopties implementeren met marginale kosten die variëren van één euro per ton CO<sub>2</sub>-equivalenten voor Frankrijk tot € 106 per ton CO<sub>2</sub>-equivalenten voor Nederland om hun taakstelling uit het lastenverdelingsakkoord te realiseren. De gewogen gemiddelde marginale kosten komen in dit geval voor de EU of 42 €/ton CO<sub>2</sub>-equivalenten (zie [tabel 1](#)). De jaarlijkse kosten bedragen in dit geval 7,5 miljard euro: een verdubbeling ten opzichte van de situatie waarin de meest kosten-effectieve reductieopties op EU-niveau worden geïmplementeerd.

## Reducties buiten de EU

Inzet van de mogelijkheden om emissiereducties buiten de landsgrenzen van de EU te realiseren door middel van *joint implementation* (JI) en het *clean development mechanism* (CDM) kunnen de kosten van het EU-klimaatbeleid verder verlagen. JI en CDM bieden de mogelijkheid om CO<sub>2</sub>-reducties te kopen, die zijn gerealiseerd door de implementatie van projecten buiten de eigen landsgrenzen. Op het moment dat de marginale reductiekosten van binnenlandse maatregelen hoger zijn dan de prijs van een eenheid CO<sub>2</sub>-reductie die

voorkomt uit een JI- of CDM-project, wordt het vanuit kosten oogpunt interessant om reducties buiten de Europese landgrenzen te realiseren. Op de huidige (beperkte) markt in CO<sub>2</sub>-reducties bedraagt de prijs tussen de vijf en de tien euro per ton CO<sub>2</sub>. Van het reductiepotentieel dat zou moeten worden geïmplementeerd om de Kyotodoelstelling voor de EU te halen, heeft 75 procent een kosteneffectiviteit die lager is dan tien euro per ton CO<sub>2</sub>-equivalent bij een kostenoptimale implementatie op EU-niveau, waaruit kan worden geconcludeerd dat de focus in eerste instantie op de binnenlandse maatregelen binnen de EU kan komen te liggen.

## Conclusie

Door de emissies van broeikasgassen EU-breed aan te pakken, kunnen aanzienlijke kostenbesparingen worden gerealiseerd. Sommige landen en sectoren zullen in dat geval meer bijdragen dan anderen, maar de totale kosten zijn voor de EU ongeveer twee keer zo laag als een situatie waarin iedere lidstaat zijn nationale doelstelling uitsluitend in eigen land wil realiseren. Voor Nederland zijn de marginale kosten zelfs vijf keer zo laag. De conclusie is dat een Europees systeem van emissiehandel waarin naast kooldioxide (CO<sub>2</sub>) ook de niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen (methaan, lachgas en drie groepen van fluorverbindingen) worden ondergebracht, de totale kosten van 'Kyoto' aanzienlijk kan terugdringen.

---

## Dossier Klimaatbeleid

J.P. Pronk: [Klimaatbeleid na Bonn](#)

A.M. Gielen, H.L.F. de Groot, P.R. Koutstaal en P.J.G. Tang: [Klimaat en economie](#)

---

E.C. van Ierland en R.S.J. Tol: [Aanpassen of reduceren](#)

T. Wams en J. Korff: [Doorstoken en dijken bouwen is geen optie](#)

M. Harmelink, K. Blok, D. de Jager en C. Hendriks: [Emissiereductie: welke gassen en sectoren?](#)

H.L.F. de Groot en P.J.G. Tang: [Klimaatbeleid: nu of later?](#)

J.C. Bollen en A. Manders: [Klimaatbeleid: hier of daar?](#)

A.M. Gielen en P.R. Koutstaal: [Over het kind en het badwater](#)

T. Hoff: [Interne emissiehandel: bedrijven en het klimaatprobleem](#)

M. Mulder: [Klimaatbeleid in Nederland](#)

H.R.J. Vollebergh: [Van de regen in de drup](#)

B. Metz: [Wie gaan reduceren](#)

H. Bersee: [Internationale klimaatonderhandelingen](#)

A.J. de Zeeuw: [Klimaatonderhandelingen vanuit speltheoretisch perspectief](#)

M. Davidson en J.P. van Soest: [Het klimaat van de economie](#)

---

<sup>1</sup> In Kyoto is overeengekomen dat 1990 het basisjaar is voor de emissies van CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O, terwijl het voor de fluorgassen is toegestaan om 1995 als basisjaar te gebruiken.

<sup>2</sup> M. Ritter, B. Gugele, *Annual community greenhouse gas inventory 1990-1998*; submission to the secretary of the UNFCCC: European environment agency, Kopenhagen, mei 2000.

<sup>3</sup> K. Blok, D. de Jager and C. Hendriks, *Economic evaluation of sectoral emission reduction objectives*; summary report for policy makers, ECOFYS, The Netherlands, AEA Technology, United Kingdom en NTUA, Greece, 2001.

<sup>4</sup> Voor meer informatie over beschikbare 'bottom-up'-data zie: [http://www.ecofys.com/climate/datasale\\_en.html](http://www.ecofys.com/climate/datasale_en.html) .