

Report 500035001/2004 J.C. Bollen, A.J.G. Manders, P.J.J. Veenendaal

Wat kost een emissiereductie van 30% ?

**Macro-economische effecten in 2020
van post-Kyoto klimaatbeleid**

RIVM – Milieu -en NatuurPlanbureau
Antonie van Leeuwenhoeklaan 2
Postbus 1
3720 BA Bilthoven

Telefoon +31 30 274 9111
Telefax +31 30-274 4446
Website www.rivm.nl

Centraal Planbureau
Van Stolkweg 14
Postbus 80510
2508 GM 's-Gravenhage

Telefoon +31 70 338 33 80
Telefax +31 70 338 33 50
Website www.cpb.nl

Korte samenvatting

Deze studie verkent de macro-economische gevolgen van klimaatbeleid, waarbij industrielanden voor 2020 een reductiedoelstelling nastreven die 30% beneden de emissies van 1990 ligt. Een dergelijk regime past bij het uitgangspunt van de Europese Unie, dat de gemiddelde wereldtemperatuur niet meer dan 2 graden Celsius mag stijgen ten opzichte van het preïndustriële niveau. De macro-economische gevolgen kunnen sterk uiteen lopen. Als alle (ontwikkelings)landen meedoen aan het klimaatbeleid en emissiemarkten efficiënt werken, dan worden de kosten in 2020 voor Nederland in een scenario met hoge groei geraamd op 0,8 procent van het reëel Nationaal Inkomen. Als ontwikkelingslanden echter niet meedoen aan klimaatbeleid en alleen de industrielanden beleid voeren, dan kunnen de geschatte kosten oplopen tot 4,8 procent van het Nationaal Inkomen. De kosten van klimaatbeleid zijn ook afhankelijk van toekomstige economische ontwikkelingen. Bij een gematigde economische groei zullen bij een mondiale coalitie de kosten 0.2 procent bedragen.

Abstract

This study analyzes the macro-economic impacts of a climate policy that aims to reduce emissions of greenhouse gases by industrialized countries to 30% below the level of 1990. Such an effort is consistent with the policy target of the European Union to limit the rise of the average world temperature compared to pre-industrialized level to 2 degrees Celsius. The economic consequences of such a climate policy may vary widely. In 2020 the loss to the Netherlands of such a strategy is assessed to be 0.8 percent of National Income, provided all countries will engage in the climate policy and efficient international emissions markets will be in place. However, if the developing countries do not join the abatement coalition, and only industrialized countries are engaged in climate policy, the costs to the Netherlands may rise to 4.8 percent of National Income. The costs also depend on economic growth in the underlying scenario. In a scenario with a global abatement coalition and moderate economic growth the costs will amount to 0.2 percent of National Income.

Inhoudsopgave

Ten geleide

Samenvatting

1	Inleiding	1
2	De basisvariant	4
2.1	post-Kyoto (2020)	4
2.2	Kosten post-Kyoto (2020) versus Kyoto (2010)	10
2.3	Kostenverhogende en kostenverlagende factoren	12
3	Alternatieve varianten	14
4	Conclusies	19
	Referenties	21
	Bijlage A Tabellen	22

Ten geleide

Met de uitvoering van het Kyoto Protocol zet een groot aantal industrielanden een stap op weg naar een wereld met een lagere uitstoot van broeikasgassen. Minder emissies zijn volgens de huidige inzichten noodzakelijk om klimaatverandering te voorkomen. Verdergaande reductieafspraken zijn nodig voor de periode ná Kyoto. De reductiedoelen die in dit verband genoemd worden, leggen industrielanden een gezamenlijk emissieplafond op dat in 2020 30 procent beneden hun uitstoot van 1990 ligt. De Tweede Kamerleden De Krom en Spies hebben in een motie gevraagd om een verkenning van de macro-economische gevolgen van klimaatbeleid met een dergelijke doelstelling.

Dit onderzoek verkent de macro-economische gevolgen van post-Kyoto klimaatbeleid waarmee de reductiedoelstelling kan worden gehaald van 30% minder emissies van de industrielanden in 2020 en geeft daarmee antwoorden op de Kamermotie. Het is een gezamenlijke studie van het Milieu- en Natuurplanbureau en het Centraal Planbureau op verzoek van het ministerie van VROM.

Het onderzoek is uitgevoerd door Johannes Bollen (MNP), Ton Manders en Paul Veenendaal (CPB). De auteurs hebben baat gehad bij de nuttige suggesties en het commentaar van collega's en de leden van de klankbordgroep. In het bijzonder zijn zij dank verschuldigd aan Klaas-Jan Koops (Minez), Paul Koutstaal (Minfin), Frans Vlieg (Minvrom), Ton van Dril (ECN), Machiel Mulder (CPB) en Marcel Berk, Tom Kram en Joop Oude Lohuis (MNP).

N.D. van Egmond
directeur Milieu en Natuur- Planbureau

F.J.H. Don
directeur Centraal Planbureau

Samenvatting

Deze studie verkent de macro-economische gevolgen van klimaatbeleid na de eerste periode van het Kyoto Protocol (2008-2012). Aangenomen is dat de industrielanden voor 2020 een reductiedoelstelling nastreven die 30% beneden de emissies van 1990 ligt. Een dergelijk regime past bij het uitgangspunt van de Europese Unie, dat de gemiddelde wereldtemperatuur niet meer dan 2 graden Celsius mag stijgen ten opzichte van het preïndustriële niveau.

De vormgeving van het klimaatbeleid is sterk bepalend voor de kosten daarvan. In een systeem waarbij landen een emissieplafond krijgen toegewezen en internationale handel in emissierechten mogelijk is, blijken de kosten vooral afhankelijk te zijn van het aantal deelnemende landen. De efficiëntie van klimaatbeleid hangt namelijk af van de mogelijkheid om goedkope opties voor emissiereductie toe te passen. Die zijn vooral te vinden in ontwikkelingslanden. De deelname van ontwikkelingslanden is in dit verband van groot belang om de kosten te beperken.

Als alle (ontwikkelings)landen meedoen aan het klimaatbeleid en emissiemarkten efficiënt werken worden de kosten in 2020 in een scenario met hoge groei voor Nederland geraamd op 0,8 procent van het reëel Nationaal Inkomen¹. Als ontwikkelingslanden echter niet meedoen aan klimaatbeleid en alleen de industrielanden beleid voeren, dan lopen de geschatte kosten op tot 4,8 procent van het Nationaal Inkomen. Tot de industrielanden worden hier ook landen als Australië en de Verenigde Staten gerekend, die nu geen coalitiegenoten zijn bij de uitvoering van het Kyoto Protocol. Ter vergelijking: de kosten van uitvoering van het Kyoto Protocol in het hoge groei scenario worden voor 2010 geraamd op 0,4 procent. De Kyoto reductie-inspanning is slechts 6 procent, maar de coalitie is ook veel kleiner. Wel moet worden bedacht dat om de lange termijn doelstelling (maximaal 2 graden Celsius temperatuurstijging) te kunnen halen, de reductie-inspanningen na 2020 moeten toenemen. Eerder onderzoek op basis van een vergelijkbaar achtergrondscenario laat zien, dat de kosten voor Europa in 2040 dan flink kunnen oplopen.

De kosten van klimaatbeleid voor Nederland en andere industrielanden bestaan vooral uit het opkopen van buitenlandse emissierechten. In het hoge groeiscenario en bij een mondiale klimaatcoalitie bedraagt de prijs van emissierechten 17 euro per ton CO₂. Slechts 18% van de emissiereductie zal in het binnenland geschieden. De binnenlandse emissiereductie wordt voornamelijk gerealiseerd door energiebesparing en een structuurverschuiving van energie-intensieve sectoren naar dienstensectoren. Dit brengt een daling van de energie-intensiteit te wege. Een kleiner deel vindt plaats door de inzet van schonere brandstoffen: gas en groene

¹ Hiermee wordt bedoeld dat het Nederlandse Nationaal Inkomen als gevolg van het klimaatbeleid 0,8% lager ligt dan het niveau dat in 2020 zonder klimaatbeleid in het achtergrondscenario bereikt werd.

energie. De verplaatsing van bedrijvigheid naar het buitenland blijft beperkt, omdat alle energie-intensieve producenten in de wereld te maken krijgen met een kostenstijging.

De kosten van klimaatbeleid zijn ook afhankelijk van de ontwikkelingen in het achterliggende scenario. De eerder genoemde kosten zijn uitkomsten bij een achtergrondscenario met hoge groei en hoge emissies. In een wereld met meer gematigde groei en minder emissies, zijn de kosten om een reductie van 30% ten opzichte van 1990 te realiseren lager. Als in dat geval zowel industrielanden als ontwikkelingslanden meedoen aan klimaatbeleid én als een efficiënte, wereldwijde markt voor emissierechten tot stand komt, kunnen de kosten voor Nederland dalen van 0,8 procent naar 0,2 procent van het reëel Nationaal Inkomen.

De verdeling van de kosten over landen is afhankelijk van de verdeling van emissierechten. Als de allocatie van rechten gebaseerd wordt op gelijke rechten per hoofd van de bevolking zullen ontwikkelingslanden in vergelijking met hun huidige emissies relatief veel rechten krijgen, industrielanden juist minder. In dit geval zullen industrielanden een deel van hun reductiedoelstellingen realiseren door emissierechten in ontwikkelingslanden te kopen. De aankoop van rechten leidt tot inkomensoverdrachten naar deze landen.

De kosten zijn voor Nederland hoger dan het Europese gemiddelde. Dit komt doordat Nederland relatief veel energie gebruikt en de veronderstelde verdeling van gelijke emissierechten per hoofd van de bevolking voor Nederland tot strengere doelstellingen leidt. Een verdeling van emissierechten op basis van historische emissies ('grandfathering') of op basis van een gelijke lastenverdeling binnen Europa ('equal burden sharing') pakt voor Nederland gunstiger uit. De berekeningen laten zien dat de kosten dan 25 procent lager kunnen uitvallen.

Bovenstaande conclusies zijn de uitkomst van een analyse van de macro-economische effecten van klimaatbeleid. Binnen deze analyse zijn vooral de volgende factoren belangrijk: de reductiedoelstelling, de economische ontwikkeling en de daarmee samenhangende emissies in het onderliggende scenario zonder klimaatbeleid en de vormgeving van het klimaatbeleid. Gegeven de reductiedoelstelling, bestaat ten aanzien van de overige genoemde elementen grote onzekerheid. Om deze onzekerheid in kaart te brengen wordt een aantal alternatieve varianten geanalyseerd. De berekeningen zijn uitgevoerd met het werelddekkende, toegepaste algemeen evenwichtsmodel WorldScan. Hiermee zijn de macro-economische gevolgen in 2020 van beleidsvarianten verkend tegen de achtergrond van een tweetal scenario's voor de onderliggende economische ontwikkeling. Deze scenario's sluiten zo goed mogelijk aan bij de toekomstscenario's die momenteel in het kader van de Referentieraming voor Nederland worden uitgewerkt. In geen van beide achtergrondscenario's wordt klimaatbeleid gevoerd.

De zogenaamde basisvariant geeft een analyse tegen de achtergrond van ontwikkelingen in het GLOBAL ECONOMY scenario. Dit scenario kent een relatief hoge economische groei. De beleidsinspanning en de geraamde kosten om een reductie van 30% ten opzichte van 1990 te kunnen realiseren zijn in dit scenario dan ook relatief hoog. Als alternatief pad voor de onderliggende economische ontwikkeling is gekozen voor het STRONG EUROPE scenario, dat gekenmerkt wordt door een lager tempo van economische groei en door beleid gericht op lokale milieuproblemen. In de analyse is geen rekening gehouden met mogelijk kostenverlagende factoren als het gebruik van de reductiemogelijkheden via koolstofopslag. Het effect hiervan is nog niet goed aan te geven. Ook de kosten van economische structuuraanpassingen, de transactie- en handhavingkosten van het klimaatbeleid en emissieprijsverhogend gedrag van aanbieders van emissierechten zijn in de berekeningen buiten beschouwing gebleven. Omdat een aantal factoren in deze studie niet is gekwantificeerd, moeten de resultaten dan ook met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

1 Inleiding

Nederland bereidt zich binnen de Europese Unie voor op zijn positie ten behoeve van de onderhandelingen over een toekomstig klimaatregime. Belangrijk hierbij is het uitgangspunt van de Europese Unie, dat de gemiddelde wereldtemperatuur niet meer dan 2 graden Celsius mag stijgen ten opzichte van pre-industrieel niveau. Volgens klimaatmodellen is hiervoor een begrenzing nodig van de broeikasgasconcentratie tot beneden de 550 ppmv CO₂-equivalent (Criqui *et al.*, 2003). Hierbij wordt uitgegaan van een gemiddelde gevoeligheid van het klimaatsysteem voor een verhoging van de broeikasgasconcentraties in de atmosfeer, zoals aangegeven in studies van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Bij deze gevoeligheid worden met het concentratieplafond belangrijke gevolgen van klimaatverandering vermoedelijk voorkomen. Om te verhinderen dat het plafond wordt overschreden, zijn ambitieuze emissiereductiedoelen noodzakelijk, die alleen in mondiaal verband kunnen worden nagestreefd. De mondiale emissies van broeikasgassen dienen namelijk binnen twee decennia te stabiliseren (Criqui *et al.*, 2003) en moeten vervolgens rond 2035 teruggebracht zijn tot ongeveer het huidige emissieniveau. Rekening houdend met de nog benodigde ruimte voor emissiegroei in ontwikkelingslanden, zijn in dit verband reductiedoelen voor de industrielanden genoemd in een orde van grootte van 30% emissievermindering in 2020 ten opzichte van het jaar 1990. Deze studie verkent – meer in het bijzonder voor Nederland – de mogelijke macro-economische gevolgen van een dergelijke doelstelling en geeft hiermee antwoorden op de motie van de Tweede Kamerleden De Krom en Spies (motie 29 200 XI, nr. 40).

De macro-economische effecten van klimaatbeleid worden sterk bepaald door de reductiedoelstelling, door de economische ontwikkeling in het onderliggende scenario zonder nieuw klimaatbeleid en door de vormgeving van dat beleid. Gegeven de reductiedoelstelling, bestaat ten aanzien van de beide laatste elementen grote onzekerheid. Om de onzekerheid rond de macro-economische gevolgen van een reductiedoelstelling van 30% in kaart te brengen wordt, uitgaande van een basisvariant, op de meest onzekere factoren gevarieerd.

Voor de onderliggende economische ontwikkeling is zoveel mogelijk aangesloten bij de Referentieraming, die momenteel door het Energie Centrum Nederland (ECN) en het Milieu en Natuur Planbureau (MNP) wordt ontwikkeld. Deze raming bestaat uit uiteenlopende scenario's voor de Nederlandse economische ontwikkeling op lange termijn, die passen bij de wereldwijde scenario's GLOBAL ECONOMY en STRONG EUROPE. Deze scenario's zijn gemaakt voor een lange termijn verkenning van ontwikkelingen op het terrein van klimaatverandering en energiemarkten (Bollen, Manders en Mulder, 2004). In onze analyse gebruiken we als referentiescenario vooral het pad, dat behoort bij GLOBAL ECONOMY. Dit is een scenario met een relatief hoge groei, waarin de kosten van een strenger klimaatbeleid ook relatief hoog zijn. Het alternatieve referentiescenario STRONG EUROPE met een lagere groei wordt als variant behandeld. In afwijking met de Referentieraming wordt geen klimaatbeleid verondersteld in de

scenario's voor de onderliggende economische ontwikkeling die in deze studie worden gebruikt. Ook het huidige beleid om de Kyoto-doelstellingen te realiseren maakt geen deel uit van de achtergrondscenario's. Voor deze aanpak is gekozen om de gevolgen van het klimaatbeleid in zijn geheel duidelijk in beeld te krijgen. Tegen de achtergrond van het referentiescenario GLOBAL ECONOMY worden apart de kosten van uitvoering van het Kyoto Protocol in 2010 vergeleken met de kosten van post-Kyoto klimaatbeleid in 2020.

De macro-economische gevolgen van het klimaatbeleid worden geraamd met een toegepast algemeen evenwichtsmodel. Dit model, dat bekend staat onder de naam WorldScan, is werelddekkend en detailleert in regionaal opzicht vooral Europa, zie Lejour (2003) en Bollen, Manders, en Mulder (2004). Het model onderscheidt verschillende sectoren en is voldoende gedetailleerd om energiegerelateerde CO₂-emissies en de uitstoot van een aantal andere broeikasgassen in kaart te brengen. Opgelegde emissieplafonds genereren endogeen een schaduwprijs, die met koolstofbelasting of emissieprijs wordt aangeduid. Bij een mondiaal plafond met vrije emissiehandel zal de emissieprijs wereldwijd dezelfde waarde hebben. Met behulp van het model kunnen effecten van beleid op economische groei, sectorstructuur en handelspatronen worden geanalyseerd. WorldScan is reeds veelvuldig gebruikt voor het maken van scenario's en het analyseren van (klimaat)beleid (Bollen *et al.*, 2003, de Mooij en Tang, 2003, Lejour, 2003, Bollen *et al.* 2004).

Naast onzekerheid over de te verwachten economische ontwikkelingen op lange termijn, bestaat er ook onzekerheid over de inrichting van een klimaatbeleid, waarbij de industrielanden een reductieverplichting voor broeikasgassen op zich nemen van 30% ten opzichte van de uitstoot van 1990. Als vertrekpunt worden de gevolgen aangegeven voor klimaatbeleid, dat voor het realiseren van de reductiedoelstelling gebruik maakt van een systeem van mondiale emissiehandel. Aangenomen wordt dat in 2010 de huidige coalitie van Kyoto-landen – dit zijn de geïndustrialiseerde landen, exclusief de Verenigde Staten en Australië – wordt uitgebreid met alle andere landen en dat een mondiaal systeem van emissiehandel in werking treedt. Hierbij vertrekken de huidige Kyoto-landen van de Kyoto-doelstelling, terwijl de toetredende landen een emissieruimte krijgen die overeenkomt met hun emissieniveau in 2010 in het achtergrondscenario. Vanaf dit vertrekpunt worden de emissiequota vervolgens zo aangepast dat in een toekomstig jaar alle landen per hoofd van de bevolking een gelijke emissieruimte hebben. Dit toekomstige jaar wordt zo gekozen dat alle industrielanden (dus inclusief de Verenigde Staten en Australië) in 2020 een gezamenlijke emissiereductiedoelstelling krijgen die overeen komt met 30 procent emissievermindering ten opzichte van het jaar 1990. Deze reductiedoelstelling spoort met wereldwijde convergentie naar gelijke emissies per hoofd van de bevolking omstreeks het jaar 2025. De gevolgen van dit klimaatbeleid tegen de achtergrond van het referentiescenario GLOBAL ECONOMY worden getoond in de zogenaamde basisvariant. Als alternatief laten we ook de gevolgen van dit beleid zien tegen het achtergrondscenario STRONG EUROPE.

Met behulp van alternatieve varianten is verkend hoe de macro-economische gevolgen van klimaatbeleid verschuiven bij andere coalities van deelnemende landen en bij een andere verdeling van emissierechten. Om de effecten van kleinere coalities te analyseren is een variant gesimuleerd waarin Azië en Afrika geen klimaatbeleid voeren en een variant waarin alleen de geïndustrialiseerde landen van Annex I de lasten dragen. De gevolgen van een andere verdeling in rechten worden in kaart gebracht met twee aparte varianten. In de ene variant wordt aangenomen, dat vanaf 2010 een verdeling plaats vindt van de wereldwijde emissieruimte over landen volgens hun aandeel in de emissies van 2010. In de andere variant wordt binnen de Europese Unie de totale emissieruimte zo over landen verdeeld, dat in 2020 de macro-economische gevolgen voor alle lidstaten dezelfde zijn.

De indeling van de studie is als volgt. De volgende paragraaf beschrijft uitvoerig de (uitkomsten van de) basisvariant voor het post-Kyoto en het Kyoto-beleid. De uitkomsten worden genuanceerd door te wijzen op kostenverhogende en kostenverlagende factoren die in de praktijk belangrijk kunnen zijn, maar in de berekeningen niet zijn opgenomen. Paragraaf 3 laat zien, hoe gevoelig de economische gevolgen van klimaatbeleid zijn voor alternatieve veronderstellingen ten aanzien van het onderliggende scenario van economische ontwikkeling, klimaatcoalities en regels voor de verdeling van de beschikbare emissieruimte. Ook wordt hierin aangegeven hoe robuust de resultaten zijn voor veranderingen in modelparameters. De laatste paragraaf vat de belangrijkste conclusies samen van het onderzoek.

2 De basisvariant

2.1 Post-Kyoto (2020)

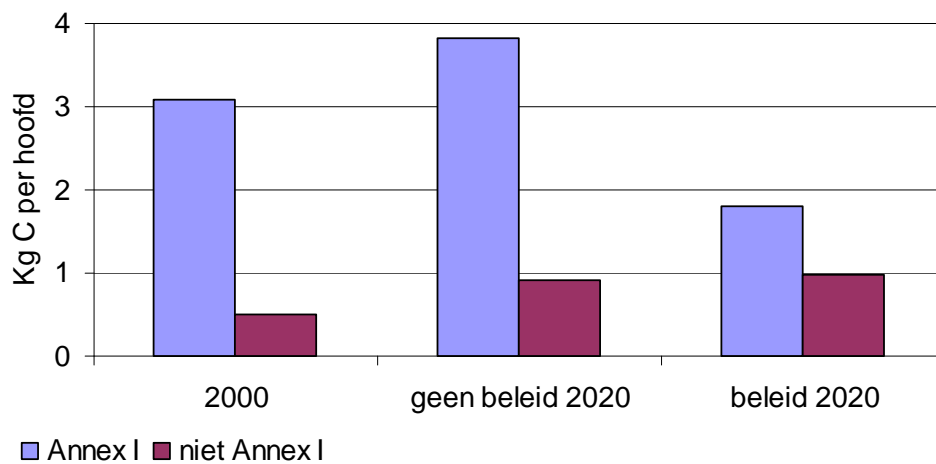
De zogenaamde basisvariant is een vertrekpunt voor de analyse. Dit houdt niet in, dat aan deze variant voor de post-Kyoto periode een grotere waarschijnlijkheid kan worden toegekend dan aan alternatieve varianten, die in de volgende paragraaf worden behandeld. De belangrijkste kenmerken van post-Kyoto beleid in de basisvariant zijn de volgende. Er wordt uitgegaan van een mondiaal emissieprofiel dat de wereldwijde emissies zodanig begrenst dat op lange termijn de concentratie van broeikasgassen op 550 ppmv CO₂-equivalenten wordt gestabiliseerd. Hiermee wordt vermoedelijk¹ de klimaatdoelstelling van de Europese Unie gerealiseerd, volgens welke de gemiddelde opwarming in de wereld niet meer dan 2 graden Celsius mag bedragen boven het pre-industriële niveau. Om de doelstelling te halen moet omstreeks 2020 de mondiale stijging van de uitstoot van broeikasgassen worden omgezet in een daling. Dat betekent dat de beperkingen aan de uitstoot van broeikasgassen voor Annex I landen veel verder moeten gaan dan de huidige Kyoto-verplichtingen. Rekening houdend met de nog benodigde ruimte voor emissiegroei in ontwikkelingslanden, zijn in dit verband reductiedoelen genoemd voor de landen van Annex I met een orde van grootte van 30 procent emissievermindering in 2020 ten opzichte van het jaar 1990. Van het wereldwijde emissieplafond worden landenspecifieke emissiequota afgeleid, die zij niet mogen overschrijden tenzij zij van andere landen emissieruimte kunnen bijkopen. De quotatoedeling aan landen heeft plaats door te veronderstellen, dat in een bepaald eindjaar alle landen een gelijke emissieruimte per hoofd van de bevolking krijgen toebedeeld. Dit toedelingsmechanisme staat bekend onder de naam 'contraction and convergence' (zie ook Bollen *et al.*, 2004, den Elzen, 2001). Het eindjaar met gelijke rechten per hoofd van de bevolking wordt zo gekozen, dat de industrielanden in 2020 gezamenlijk een emissieruimte krijgen, die 30% lager ligt dan het niveau van 1990. Deze reductiedoelstelling is immers het centrale uitgangspunt van dit onderzoek. Ten opzichte van de emissieprojecties in 2020 in het achtergrondscenario houdt deze quotering voor de landen van Annex I een vermindering in van de uitstoot van broeikasgassen met iets meer dan 50% (zie figuur 2.1).

Aangenomen wordt dat in 2010 de coalitie van Kyoto-landen, bestaande uit de Annex I landen exclusief de Verenigde Staten en Australië, wordt aangevuld met alle andere landen. Aan deze wereldwijde coalitie wordt een mondiaal emissieplafond opgelegd. Bovendien treedt een systeem van mondiale emissiehandel in werking zonder beperkingen. In de berekeningen wordt met de transactiekosten van emissiehandel geen rekening gehouden. In 2010 vertrekken de

¹ Over de gevoeligheid van het klimaat voor broeikasgasconcentraties bestaat onzekerheid. Hier is uitgegaan van een gemiddelde gevoeligheid, zoals naar voren is gekomen uit diverse IPCC-studies.

Kyoto-landen van de Kyoto-doelstelling, en de landen die toetreden, krijgen rechten gelijk aan hun emissieniveau van 2010. De rechten worden vervolgens in de tijd zo aangepast dat in 2024 alle landen evenveel rechten per hoofd van de bevolking krijgen toegewezen en de totale rechten op wereldniveau het mondiaal plafond niet overschrijden. Het proces van toewijzing tussen 2010 en 2024 start in 2010 met uiteenlopende rechten per hoofd van de bevolking en de verschillen tussen landen worden lineair in gelijke stappen afgebouwd tot 2024. Dit betekent dat er nog geen volledige convergentie van de rechten per capita zal zijn opgetreden in het jaar 2020 (zie figuur 2.1).

Figuur 2.1 Emissierechten per hoofd van de bevolking voor Annex I en niet-Annex I landen in de basisvariant, in kg C per hoofd van de bevolking



Het jaar van convergentie is zodanig gekozen dat in 2020 het uitgangspunt van deze studie wordt opgelegd, namelijk een emissiedoelstelling voor de gezamenlijke Annex I landen die 30 procent lager is dan hun feitelijke CO₂ emissies in 1990².

Aangenomen wordt dat bij het systeem van mondiale emissiehandel geen emissieruimte tijdelijk wordt achtergehouden door landen die de ruimte niet nodig hebben. Er vindt met andere woorden bij het post-Kyoto klimaatbeleid geen “banking”³ van emissierechten plaats zoals in eerdere analyses (zie Bollen *et al.*, 2003). Ook worden geen beperkingen opgelegd aan de mate waarin de emissiereductie in het binnenland mag plaats vinden dan wel in het buitenland via de aankoop van buitenlandse rechten. De in het kader van Kyoto door Nederland

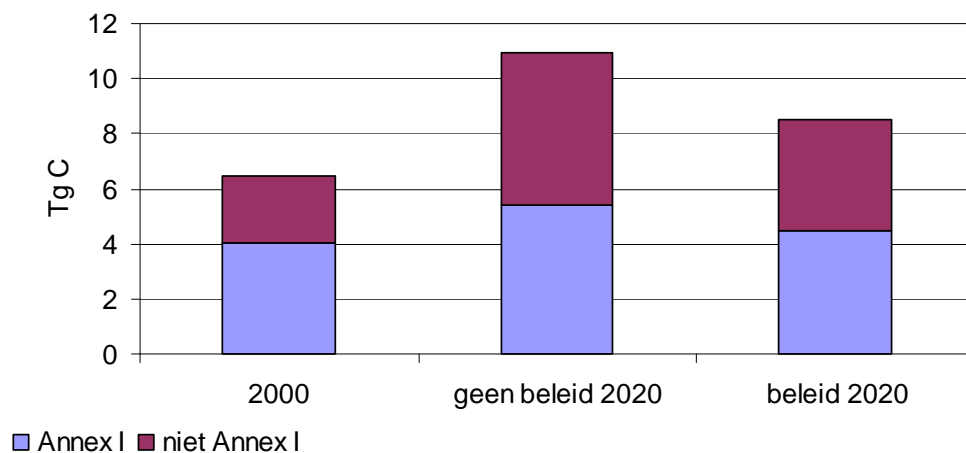
² Als gekozen wordt voor een convergentiejaar ná 2024, zullen de emissierechten van de landen van Annex I in 2020 ruimer uitvallen en zal de beperking van hun emissieruimte minder zijn dan bij een 30 procent reductie t.o.v. het 1990 niveau.

³ Landen hebben de mogelijkheid om emissierechten in de 1^e budgetperiode door te schuiven naar de volgende budgetperiode.

gekozen 50/50 regel⁴ voor reducties in binnen- resp. buitenland is in de basisvariant dus niet van toepassing.

Figuur 2.2 laat de emissies zien van de basisvariant. Hieruit blijkt dat de mondiale emissies zullen stijgen tot 2020, of er nu klimaatbeleid is of niet. Zonder klimaatbeleid hebben de mondiale emissies in 2020 een omvang van bijna 11 Tg C. Mét klimaatbeleid zullen de emissies worden teruggebracht tot 8,5 Tg C. Dit is echter nog beduidend meer dan de mondiale emissies van 6,5 Tg C in het jaar 2000. De emissies na emissiehandel van zowel de groep van Annex I landen als de groep van landen die niet tot Annex I behoren, zullen in 2020 nog boven die van het niveau in 2000 liggen. De Annex I landen realiseren hun emissiereductiedoelstelling van 30 procent beneden het niveau van 1990 grotendeels door emissierechten op te kopen van de niet-Annex I landen. Niettemin zullen ook de emissies van de niet-Annex I landen nog kunnen toenemen t.o.v. het emissieniveau in het jaar 2000.

Figuur 2.2 Emissies van Annex I en niet-Annex I landen in de basisvariant, in Tg C



Tabel 2.1 laat de effecten zien van het post-Kyoto klimaatbeleid zoals hierboven beschreven ten opzichte van het GLOBAL ECONOMY scenario zonder enig klimaatbeleid. De koolstofbelasting bij mondiale emissiehandel bedraagt in de basisvariant 17 € per ton CO₂⁵. Deze belasting is de uitkomst van een mondiale klimaatcoalitie, die optimaal gebruik maakt van een systeem van mondiale emissiehandel zonder beperkingen. Het niveau van de emissieprijs is bij een systeem

⁴ Tijdens het kabinet Paars II heeft de Nederlandse overheid als inzet gehad niet meer dan 50 procent van de beleidsopgave te realiseren door aankoop van emissierechten in het buitenland.

⁵ Deze koolstofbelasting bedraagt 130 procent van de prijs voor kolen, 34 procent van de gasprijs, en 35 procent van de prijs voor olie. De olieprijs wordt in relatief geringe mate belast door het klimaatbeleid, vanwege de huidige accijnzen op benzine.

van mondiale emissiehandel afhankelijk van het mondiale emissieplafond maar onafhankelijk van de verdeling van de rechten.

In tabel 2.1 wordt voor de landen van Annex I en niet-Annex I het volgende aangegeven. De eerste drie kolommen met cijfers informeren over de reductiedoelstelling en de emissies. In de eerste kolom staat aangegeven hoe groot de reductiedoelstelling is ten opzichte van de feitelijke emissies in 1990. Voor de landen van Annex I bedraagt deze 30%. De tweede kolom geeft aan hoe de reductiedoelstelling zich verhoudt tot de voor het jaar 2020 geprojecteerde emissies in het achtergrondscenario zonder klimaatbeleid. Voor Annex I komt dit neer op een emissiereductie in 2020 van 53% ten opzichte van het basispad zonder klimaatbeleid. De derde kolom geeft de geprojecteerde emissies aan in 2020 mét klimaatbeleid als percentage van het basispad. Voor Annex I wordt een reductie geraamd van 18%. Dit betekent, dat de Annex I landen de reductiedoelstelling maar gedeeltelijk in eigen land realiseren, namelijk voor $34 (=18/53)$ procent. Voor het grootste deel heeft de reductie dus plaats door aankoop van emissierechten van niet-Annex I landen. Het inkomensverlies van de industrielanden is dan ook voor een groot deel het gevolg van betalingen aan de landen, die niet behoren tot Annex I. De vierde kolom van de tabel geeft aan in hoeverre de emissiereductie gerealiseerd wordt door een lagere energie-intensiteit. Dit blijkt in hoge mate het geval te zijn. Zo heeft in Annex I de reductie voor 83% plaats via verandering van sectorstructuur en energiebesparing, terwijl het restant (17%) het gevolg is van een verschuiving naar koolstofarme energiedragers. De vijfde kolom geeft de macro-economische gevolgen aan van het klimaatbeleid in termen van verlies aan Nationaal Inkomen. Zo is voor Annex I het reëel Nationaal Inkomen in 2020 0,6 procent geringer dan in het basispad zonder klimaatbeleid. In de laatste kolom wordt de verandering in het totale productievolume van energie-intensieve sectoren en de bedrijfstak handel en transport aangegeven ten opzichte van het basispad zonder klimaatbeleid. Vanwege de mondiale emissiemarkt is de emissieprijs in de basisvariant wereldwijd voelbaar. Hierdoor zijn voor Annex I de effecten op het productievolume – met een daling van 1% ten opzichte van het basispad in 2020 – beperkt.

Tabel 2.1 Uitkomsten 2020 basisvariant, GLOBAL ECONOMY, mondiale emissiehandel met een prijs van 17 €/ t CO₂.

	CO ₂ reductie in procenten			Aandeel energie-intensiteit in emissiereductie a)	Nationaal inkomen	Productie Energie-intensief en Handel & Transport
	Doelstelling t.o.v. 1990	Doelstelling t.o.v. basispad	Emissies t.o.v. basispad			
Annex I	-30	-53	-18	83	-0,6	-1
w.v. EU 25	-30	-53	-14	82	-0,6	0
Nederland	-41	-66	-12	80	-0,8	0
niet-Annex I	238	8	-27	80	0,3	-4
Wereld	49	-22	-22	81	-0,3	-2

a) Emissiereductie wordt bepaald door een daling van productie, de energie-intensiteit (energie per eenheid productie), en de koolstofintensiteit (CO₂ per eenheid eenheid). Deze kolom laat de het aandeel zien dat de energie-intensiteitsverandering in de totale emissiereducties heeft.

In vergelijking met de landen van Annex I krijgt Nederland een relatief zware reductietaakstelling van 41 procent ten opzichte van de emissies van 1990. Dit komt doordat Nederland gespecialiseerd is in energie-intensieve sectoren en daardoor een relatief hoog emissieniveau heeft per hoofd van de bevolking. Ten opzichte van de emissies van 2020 in het basispad bedraagt de reductiedoelstelling 66%. Hiervan wordt een relatief gering deel van 18 (=12/66) procent in het binnenland gerealiseerd. Dit komt doordat op de mondiale emissiemarkt een vrij bescheiden emissieprijs wordt gerealiseerd. Deze prijs weerspiegelt de relatief goedkope emissiereductie-opties die nog voorhanden zijn in de ontwikkelingslanden. De binnenlandse emissiereductie wordt vooral bereikt door een geringere energie-intensiteit (80%) en daarnaast door een geringere koolstofintensiteit (20%) van de energiedragers. De verschuiving naar een koolstofarme energieverbruik gaat gepaard met grotere aandelen in de energievoorziening voor aardgas en groene energie. Vanwege de relatief grote reductie-inspanning zijn ook de macro-economische kosten voor Nederland relatief hoog: 0,8 procent van het reëel nationaal inkomen in 2020 ten opzichte van het niveau in het basispad zonder enig klimaatbeleid. Dit beleid heeft in Nederland nagenoeg geen gevolgen voor het gezamenlijke productievolume van energie-intensieve bedrijfstakken en de transportsector ten opzichte van het basispad.

De kosten van het post-Kyoto beleid zullen voor Nederland relatief hoog uitvallen, omdat

- het toedelingsmechanisme waarbij in 2024 alle landen gelijke emissierechten per hoofd krijgen een relatief grote emissiereductie voor de industrielanden inhoudt
- Nederland relatief veel energie gebruikt

Het toedelingsmechanisme verdeelt de mondiale emissieruimte op basis van de bevolkingsomvang. Aangezien Nederland relatief veel CO₂ uitstoot per hoofd van de bevolking, leidt dit toedelingsmechanisme tot een relatief sterke daling van de Nederlandse emissieruimte. Zo toont Tabel 2.1 een emissiereductiedoelstelling van 41% voor Nederland, terwijl deze 30% bedraagt voor de Annex I landen gezamenlijk.

Het post-Kyoto beleid zal – ook bij mondiale emissiehandel – voor Nederland relatief hoge energielasten inhouden, doordat Nederland gespecialiseerd is in energie-intensieve activiteiten als basischemie en transport. De Nederlandse energie-intensieve sectoren verliezen niettemin geen marktaandeel, doordat de emissieprijs wereldwijd van toepassing is. Het productievolume kan hierdoor op hetzelfde niveau blijven als in het basispad zonder klimaatbeleid.

Tabel 2.2 laat de inkomensverliezen zien ten opzichte van het niveau van het basispad zonder klimaatbeleid en geeft inzicht in een tweetal onderliggende factoren. Zo wordt in de tabel ook de daling van het Bruto Binnenlands Product aangegeven en het belang van de aan -of verkoop van emissierechten (beide als percentage van het Nationaal Inkomen)⁶.

Voor de landen van Annex I kan in 2020 het effect van post-Kyoto beleid met een mondiale coalitie en een systeem van mondiale emissiehandel beperkt blijven tot 0,6 procent van het Nationaal Inkomen (NI). Bijna de helft van het verlies (0,3 procent) wordt veroorzaakt door de aankoop van emissierechten; het productieverlies (0,1 procent) is geringer. Deze bedragen gelden grosso modo ook voor de Europese Unie als geheel.

Tabel 2.2 Kosten in 2020, basisvariant, GLOBAL ECONOMY, mondiale emissiehandel met een prijs van 17 € / t CO₂.

	Nationaal Inkomen (NI) % afwijking van het basispad	Bruto Binnenlandse Productie % NI	Emissiehandel % NI
Annex I	-0,6	-0,1	-0,3
w.v. EU 25	-0,6	-0,2	-0,3
Nederland	-0,8	-0,3	-0,5
niet-Annex I	0,3	-0,6	0,8
Wereld	-0,3	-0,3	0,0

De kosten voor Nederland bedragen in 2020 0,8 procent van het Nationaal Inkomen, waarvan 0,3 procentpunt voor rekening komt van een geringer BBP. De productiedaling is niet – zoals al bleek in tabel 2.1 – een gevolg van een verlies aan marktaandeel van de energie-intensieve sectoren. Het inkomensverlies wordt gedomineerd door de kosten van aankoop van buitenlandse emissierechten in ontwikkelingslanden. Hiermee is een bedrag gemoeid van 0,5

⁶ Deze effecten tellen niet op tot de daling van het Nationaal Inkomen vanwege ruilvoeteffecten en veranderingen in de kapitaalopbrengsten van in het buitenland geïnvesteerd vermogen.

procent van het Nationaal Inkomen. Dit bedrag heeft een zelfde orde van grootte als het Nederlandse budget voor ontwikkelingssamenwerking.

De landen die niet behoren tot Annex I zullen profiteren van mondiale emissiehandel. Zij krijgen veel emissierechten en zijn inefficiënt in hun energiegebruik, zodat zij veel emissierechten kunnen aanbieden. Zij kunnen 0,8 procent van hun Nationaal Inkomen verdienen aan emissiehandel als er een mondiaal emissiehandelssysteem van de grond komt. Het post-Kyoto beleid zal in 2020 het inkomen van de landen die niet behoren tot Annex I doen stijgen met 0,3 procent⁷.

Met de emissiereductie in 2020 van het post-Kyoto klimaatbeleid wordt een belangrijke stap gezet op weg naar het realiseren van de klimaatdoelstelling van de Europese Unie. In de jaren ná 2020 zijn verdere emissiereducties evenwel noodzakelijk. De kosten van klimaatbeleid zullen ná 2020 dan ook verder toenemen. Zo berekenen Bollen *et al.* (2004) voor het achtergrondscenario GLOBAL ECONOMY een inkomensverlies voor Europa in 2040 van 6,7 procent van het reëel Nationaal Inkomen in een met de basisvariant van deze studie vergelijkbare beleidsomgeving (mondiale coalitie, een wereldwijd systeem van mondiale emissiehandel zonder beperkingen, zelfde emissiereductieopties). Dit inkomensverlies is het gevolg van een voor Europa in 2040 noodzakelijk geachte emissiereductie met 80 procent ten opzichte van de emissies van 2000.

2.2 Kosten post-Kyoto (2020) versus Kyoto (2010)

Hoe verhouden de kosten van post-Kyoto beleid zich nu tot de kosten van uitvoering van het Kyoto Protocol tegen de achtergrond van de economische ontwikkeling van het GLOBAL ECONOMY scenario? Antwoorden op deze vraag worden gegeven in tabel 2.3. Uit deze tabel komt onder meer naar voren dat de kosten van het Kyoto-beleid ongeveer de helft bedragen van de kosten van het gesimuleerde post-Kyoto beleid.

De belangrijkste kenmerken van de hier gesimuleerde uitvoering van het Kyoto Protocol zijn als volgt. Er wordt van uitgegaan dat Rusland het Kyoto protocol ratificeert, en dat de Annex I landen (uitgezonderd de Verenigde Staten en Australië) het Protocol uitvoeren conform de richtlijnen die zijn overeengekomen in Marrakesh (zie den Elzen en de Moor, 2001). Tevens is aangenomen dat er maximaal gebruik wordt gemaakt van internationale emissiehandel en van “Joint Implementation” (CDM is buiten beschouwing gelaten). Rusland maakt gebruik van zijn

⁷ De veranderingen in het mondiale NI als gevolg van mondiale emissiehandel per definitie gelijk aan nul.

Tabel 2.3 Effecten Kyoto Protocol (internationale emissiehandel tegen 11 €/ t CO₂ in 2010) en post-Kyoto beleid (mondiale emissiehandel tegen 17 €/ t CO₂ in 2020), GLOBAL ECONOMY.

	CO ₂ reductie in procenten		Emissies t.o.v. basispad	Aandeel energie-intensiteit in emissie-reductie	Nationaal inkomen	Productie Energie-intensief en Handel & Transport
	Doelstelling t.o.v. 1990	Doelstelling t.o.v. basispad		% van totale emissie-reductie	% afwijking van het basispad	% afwijking van het basispad
Kyoto (2010)						
EU 25	-6	-24	-10	84	-0,3	-2
Nederland	-6	-35 ^a	-9	82	-0,4	-3
Post-Kyoto (2020)						
EU 25	-30	-53	-14	82	-0,6	0
Nederland	-41	-66	-12	80	-0,8	0

a De reductiedoelstelling is hoger dan in Bollen *et al.* (2003) door een hogere onderliggende economische groei

macht als enige aanbieder van emissierechten op de emissiemarkt door deze zo door te schuiven naar de 2^e budgetperiode, dat de opbrengsten uit emissiehandel voor Rusland maximaal worden⁸. Er worden geen beperkingen opgelegd aan de verdeling van de emissiereductie over binnen- en buitenland (via de aankoop van buitenlandse rechten).

Een post-Kyoto beleid gericht op een emissiereductie van 30% vergt een veel grotere inspanning dan de uitvoering van het Kyoto Protocol met een reductiedoel van ca. 6% en zal daardoor duurder uitvallen. De uitvoeringskosten van het Kyoto Protocol⁹ zijn echter niet drastisch lager maar bedragen ongeveer de helft van die van het post-Kyoto beleid. Hiermee komt het post-Kyoto beleid als relatief goedkoop naar voren. De reden hiervan is dat bij dit beleid van een wereldwijde emissiemarkt gebruik kan worden gemaakt.

Voor de 1^e budgetperiode hebben de Europese Unie en Nederland toegezegd de broeikasgasemissies met respectievelijk 8 en 6 procent te verminderen t.o.v. het emissieniveau van 1990. Voor post-Kyoto beleid - zoals hier geanalyseerd - leidt het toedelingsmechanisme met een convergentie naar gelijke emissierechten per hoofd van de bevolking tot een 30 procent emissiereductie voor alle Annex I landen gezamenlijk in 2020, en ook tot eenzelfde reductiepercentage voor de EU als geheel. Tegelijkertijd zal dit verdelingsmechanisme stringenter uitpakken voor Nederland, namelijk -41 procent ten opzicht van het 1990 niveau. Dit komt doordat het Nederlandse niveau van emissies per hoofd van de bevolking relatief hoog is in vergelijking met dat in de andere Annex I landen.

⁸ De Russen schuiven 55 procent van de hun toegewezen rechten door naar de 2^e budgetperiode, en maximaliseren daarmee de opbrengsten van emissiehandel. Gaan zij meer "bankeren", dan stijgt de prijs van de emissierechten minder dan de daling van het verkoopvolume en worden de opbrengsten gedrukt. En "bankeren" zij minder, dan daalt de emissieprijs meer dan de stijging van het verkoopvolume.

⁹ Bollen *et al.* (2002) laten lagere kosten zien. De reden is dat de economische groei in GLOBAL ECONOMY hoger is dan in het referentiepado zonder klimaatbeleid in Bollen *et al.* (2002).

Als ongelimiteerd gebruik mag worden gemaakt van flexibele instrumenten om aan de doelstellingen van Kyoto te voldoen, dan zal de 50/50 regel tijdens de 1^e budgetperiode worden overschreden (slechts 26 (= 9/35) procent van de reductiedoelstelling zal binnenslands worden gerealiseerd). Mochten Rusland en andere voormalige Sovjet-staten in deze periode minder marktmacht uitoefenen dan verondersteld, dan zal het grotere aanbod van emissierechten de prijs van deze rechten drukken en zal de 50/50 regel zelfs in nog sterkere mate worden overschreden. Het loslaten van de 50/50 regel helpt om de kosten van klimaatbeleid beperkt te houden.

De binnenlandse emissiereductie zal voornamelijk gerealiseerd worden door een verlaging van de energie-intensiteit door sectorstructuurverschuivingen en energiebesparingen (82 procent). Het resterende gedeelte wordt gerealiseerd door een verschuiving naar koolstofarmere brandstoffen. Dit geldt voor zowel het Kyoto als het post-Kyoto beleid.

Nederland is kwetsbaarder voor klimaatbeleid dan de EU door de relatief hoge energie-intensiteit. Onder Kyoto wordt verplaatsing van bedrijvigheid uitgelokt¹⁰, doordat van een mondiale coalitie en een systeem van mondiale emissiehandel geen sprake is. In landen als Australië en de Verenigde Staten wordt de emissieprijs bijvoorbeeld niet gevoeld. Verplaatsing van energie-intensieve activiteiten naar het buitenland zal gepaard gaan met een verschuiving van arbeid naar energie-extensieve productie. Bij het gesimuleerde post-Kyoto beleid blijft verplaatsing van activiteiten naar het buitenland grotendeels achterwege door het systeem van vrije, mondiale emissiehandel. Dit systeem zorgt via de uniforme emissieprijs voor eenzelfde opslag op koolstofemissies in alle landen.

2.3 Kostenverhogende en kostenverlagende factoren

De berekende macro-economische gevolgen behoeven nog nuancering vanwege factoren die in de praktijk belangrijk kunnen zijn maar waarmee in het model geen rekening kon worden gehouden. In deze subparagraaf wordt daarom enkele kostenverhogende en kostenverlagende factoren besproken.

Kostenverhogende factoren

- *Aanpassingskosten.* Als gevolg van aanpassingskosten kunnen de kosten van klimaatbeleid fors toenemen. In de simulaties is hier geen rekening mee gehouden. Hogere energiekosten leiden tot een lagere reële inkomensgroei en tot lagere reële lonen. Loonrigiditeiten kunnen tot

¹⁰ Verplaatsingseffecten voor Kyoto zijn – ondanks een hogere emissieprijs – kleiner dan in Bollen *et al.* (2003) door nieuwe informatie over de Armington elasticiteit, die de gevoeligheid beschrijft voor verschuiving van marktaandeelen als gevolg van prijsverschillen met het buitenland.

tijdelijke werkloosheid leiden en daarmee tijdelijk de kosten aanzienlijk verhogen. Uit modelexperimenten is gebleken, dat rigide lonen op korte en middellange termijn kosten met zich mee kunnen brengen in een orde van grootte van enkele percenten van het BBP (OECD, 1999). Daarnaast zijn er kosten gemoeid met het heralloceren van productiefactoren. Werknemers moeten worden herschoold. Machines en gebouwen moeten worden aangepast of vervangen. Aanpassingskosten kunnen beperkt worden als economische agenten voldoende tijd hebben om op de aanpassingen te anticiperen. Dit pleit voor een tijdige start van post-Kyoto klimaatbeleid.

- *Verdelingseffecten* Relatief geringe macro-economische kosten zijn doorgaans het saldo van kosten en baten. Sommige economische agenten lijden grote verliezen, terwijl andere er juist op vooruit gaan. Deze verdelingseffecten worden niet gewogen bij de berekening van de macro-economische uitkomst. Dat lokaal, bijvoorbeeld in bepaalde regio's, grote negatieve effecten kunnen optreden, komt hierdoor niet aan het licht.
- *Transactiekosten* Het opzetten van een mondiaal stelsel van emissiehandel is niet kosteloos. Ook zijn er kosten voor monitoring en beleidshandhaving. De omvang van de transactiekosten en de handavingskosten van klimaatbeleid is met grote onzekerheid omgeven en ook sterk afhankelijk van de mate waarin het beleidsinstrumentarium doelmatig wordt ingericht. Een ruwe schatting van de transactiekosten van emissiehandel bestaat uit het inkomenseffect van een extra opslag op de emissieprijs met enkele procenten (zie ook Broer *et al.*, 2000).
- *Marktmacht* Als het aantal aanbieders beperkt is, kan door kartelvorming de prijs van emissierechten worden opgedreven. De kosten van klimaatbeleid worden hierdoor voor landen die emissierechten inkopen groter, en voor exporterende landen lager. In de simulaties voor het post-Kyoto beleid is verondersteld dat aanbieders van emissierechten geen marktmacht zullen uitoefenen.

Kostenverlagende factoren

- *Andere broeikasgassen* De simulaties beperken zich tot het terugdringen van CO₂- emissies. Het in plaats hiervan beperken van de uitstoot van andere broeikasgassen kan de CO₂-equivalente emissieprijs doen afnemen.
- *Koolstofopslag* Opties voor koolstofopslag, bijvoorbeeld door bosaanplant of opslag ondergronds, zijn evenmin in beschouwing genomen. De reden is, dat er nog onvoldoende inzicht is in de kosten die gemoeid zijn met het grootschalig benutten van deze reductiemogelijkheden. Mochten grootschalig gebruik aantrekkelijk blijken, dan nemen de kosten af.

De uitkomsten van de gesimuleerde beleidsexperimenten dienen te worden genuanceerd vanwege zowel kostenverhogende als kostenverlagende factoren waarmee in de berekeningen geen rekening werd gehouden. Wat de gezamenlijke invloed zal zijn van deze factoren op de berekende macro-economische effecten valt kwantitatief niet goed aan te geven. Per saldo kunnen deze factoren een opwaarts, kostenverhogend risico inhouden.

3 Alternatieve varianten

De basisvariant schetst een beeld waarin de macro-economische effecten van klimaatbeleid niet erg groot zijn. Dit beeld verandert echter als een aantal factoren in de analyse verandert.

Referentiescenario

De gesimuleerde effecten zijn niet los te zien van het referentiescenario. Als projecties van productiegroei en energiebesparing tot lagere emissies in de toekomst leiden, neemt de beleidsinspanning die nodig is om doelstellingen ten opzichte van 1990 te realiseren ook af. In een variant nemen we STRONG EUROPE als referentiescenario. In vergelijking met het referentiescenario van de basisvariant wordt dit scenario vooral gekenmerkt door een lagere economische groei.

Participatie van ontwikkelingslanden

Naarmate de coalitie van deelnemende landen kleiner is, nemen de kosten van klimaatbeleid toe. Enerzijds, omdat de mondiale doelstelling door een kleiner aantal landen moet worden gerealiseerd. Anderzijds, omdat de mogelijkheden om emissiereductie uit te besteden aan ontwikkelingslanden met goedkope mogelijkheden afnemen. Om het effect van een kleinere coalitie te analyseren is een variant gesimuleerd waarin Azië en Afrika in 2020 (nog) geen klimaatbeleid voeren en een variant waarin alleen geïndustrialiseerde landen (Annex I) de lasten op hun schouders nemen. Beide varianten zijn te beschouwen als varianten van een multi-stadia benadering: landen treden pas toe tot een coalitie indien hun per capita inkomen een bepaalde inkomensdrempel overschrijdt (zie Criqui *et al.*, 2003).

Verdeling van de emissierechten

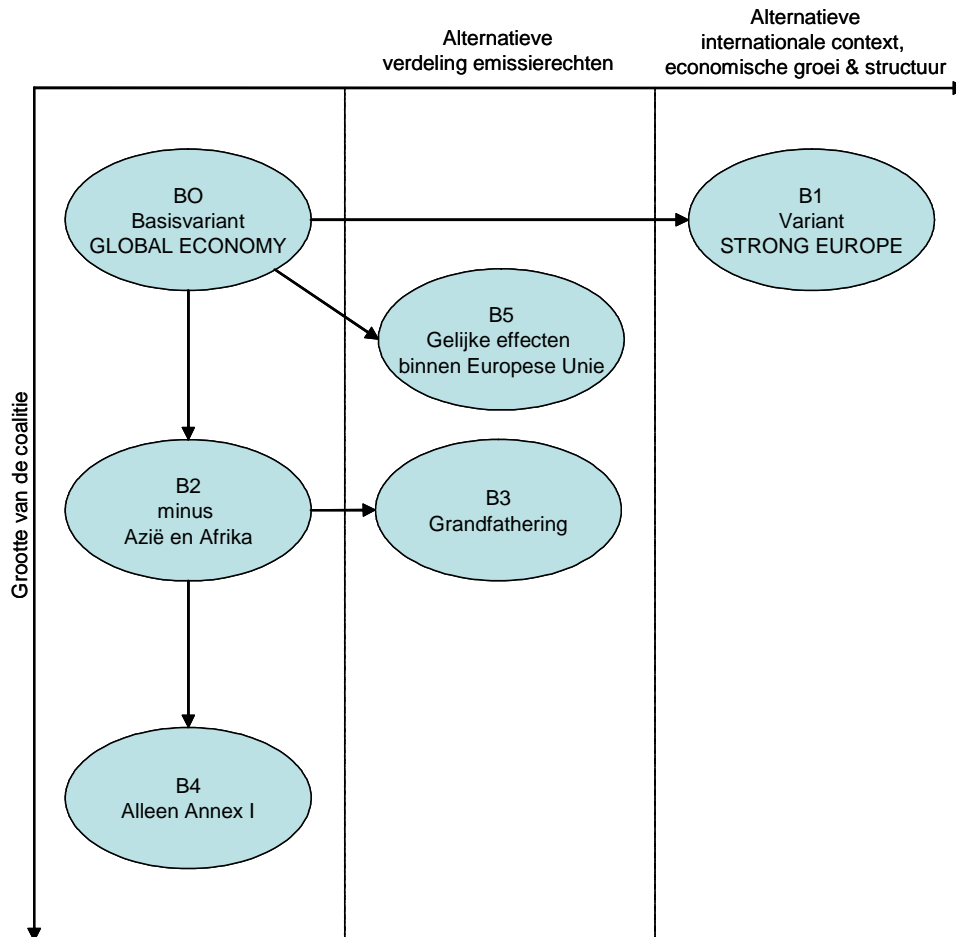
De verdeling van de effecten van klimaatbeleid over regio's (en sectoren) is afhankelijk van de verdeling van de mondiale emissieruimte. In de basisvariant is uitgegaan van een convergentie naar gelijke rechten per hoofd van de bevolking in 2024. Naast deze gestileerde variant simuleren we twee alternatieve verdelingen. In een variant vindt de verdeling binnen de coalitie plaats op basis van de voor 2010 geprojecteerde emissies. Dit toedelingsmechanisme is een vorm van 'grandfathering', waarbij rechten op basis van historische emissies worden verdeeld. In een tweede variant wordt binnen de Europese Unie een zodanige verdeling gekozen dat de macro-economische gevolgen voor de lidstaten dezelfde zijn.

Figuur 3.1 ordent de volgende varianten:

BO	basisvariant
B1	referentieraming STRONG EUROPE
B2	geen deelname ontwikkelingslanden
B3	geen deelname ontwikkelingslanden, 'grandfathering' van emissierechten

- B4 deelname van alleen Annex I
- B5 mondiale coalitie, gelijke effecten binnen de Europese Unie

Figure 3.1 De varianten



Tabel 3.1 rapporteert de uitkomsten voor de verschillende varianten. De tabel brengt drie aspecten naar voren: het inkomenseffect, de hoogte van de koolstofbelasting en de gevolgen voor de energie-intensieve sector. In de tabel zijn ook de reductiedoelstellingen weergegeven. Een meer uitgebreide cijfermatige rapportage is opgenomen in de appendix.

De tabel laat duidelijk zien dat de kosten van klimaatbeleid sterk afhankelijk zijn van de beleidsinspanning die nodig is om het emissiedoel te bereiken. In een referentiescenario met een lage groei van de emissies (B1, STRONG EUROPE) is de beleidsinspanning klein. Dit blijkt uit de lage koolstofbelasting van 4 €/tCO₂. Bij een zo lage prijs is ook de verdeling minder relevant. Zelfs als Nederland een grote hoeveelheid rechten moet inkopen, blijven de inkomenseffecten

beperkt. Het inkomensverlies blijft in dit scenario beperkt tot 0,2 procent van het Nationaal Inkomen. Verdere emissiereducties in de jaren ná 2020 zullen de kosten doen toenemen. Zo geven Bollen *et al.* (2004) voor het achtergrondscenario STRONG EUROPE een inkomensverlies aan voor Europa van 2,2 procent van het reëel Nationaal Inkomen in het jaar 2040. Dit scenario is een voortzetting van variant B1 en heeft een vergelijkbare beleidsomgeving (mondiale coalitie, een wereldwijd systeem van mondiale emissiehandel zonder beperkingen, zelfde emissiereductieopties). Het inkomensverlies is het gevolg van een voor Europa in 2040 noodzakelijk geachte emissiereductie met 80 procent ten opzichte van de emissies van 2000.

Tabel 3.1 Varianten, effecten voor Nederland in 2020

		B0	B1	B2	B3	B4	B5
		Basisvariant	Lage groei	Multi-stadia	Multi-stadia	Multi-stadia	Basisvariant
		mondiaal	mondiaal	Annex I +	Annex I+	Annex I	mondiaal
Coalitie							
Verdeling rechten a)		CC	CC	CC	GF	CC	EU
							inkomens- effect gelijk
Emissiequota	t.o.v. emissies in 1990	-41	-38	-41	-29	-41	-10
Emissiequota	t.o.v. emissies in 2020 zonder klimaatbeleid	-66	-55	-66	-60	-66	-49
Emissies	t.o.v. emissies in 2020 zonder klimaatbeleid	-12	-8	-29	-29	-45	-12
Productie Energie- intensieve sector	t.o.v. niveau in 2020 zonder klimaatbeleid	-1	0	-6	-6	-17	0
Koolstofbelasting	€/ tCO ₂	17	4	58	57	129	17
Mondiale Emissies	Tg C	8,53	8,15	8,55	8,56	8,34	8,53
Inkomen Nederland	t.o.v. niveau in 2020 zonder klimaatbeleid	-0,8	-0,2	-2,6	-2,3	-4,8	-0,6
Inkomen EU-25	t.o.v. niveau in 2020 zonder klimaatbeleid	-0,6	-0,1	-1,8	-1,6	-3,1	-0,6

a) CC betekent gelijke rechten per hoofd in eindjaar; GF is 'grandfathering' op basis van niveaus in 2010 voor wat betreft de emissies van de Verenigde Staten, Australië, en alle landen uit niet-Annex I, en op basis van de emissiequota van de Kyoto-landen

De kosteneffectiviteit hangt sterk af van de deelname van ontwikkelingslanden. Het wegvallen van goedkope reductiemogelijkheden in die landen (B2, B3 en B4) drijft de koolstofbelasting op tot boven de 57 €/tCO₂. De inkomenseffecten zijn ook navenant groter. In dit geval gaan ook ruilvoeteffecten een rol spelen. Doordat Nederland uit niet-deelnemende landen relatief goedkoop kan importeren is er sprake van een ruilvoetwinst. Hierdoor wordt de daling van het reëel nationaal inkomen gedempt. Een beperkte coalitie heeft ook effecten voor de sectorstructuur. Energie-intensieve sectoren krijgen te maken met relatief hoge kosten, omdat er een concurrentienadeel ontstaat ten opzichte van niet-deelnemende landen. In de variant, waarin alleen Annex I voor de kosten opdraait (B4), daalt hierdoor de productie in energie-intensieve sectoren met 17%.

Verdeling van de rechten op basis van “grandfathering” (B3) en op basis van gelijke effecten voor de Europese Unie (B5) pakt voor Nederland gunstig uit. In de uitgangssituatie is de Nederlandse economie relatief energie-intensief. Convergentie naar gelijke rechten per hoofd van de bevolking houdt voor Nederland dan ook een relatief grote beleidsinspanning in. Bij ‘grandfathering’ worden de relatief hoge emissies van Nederland ‘beloond’ in de vorm van meer emissierechten. Als binnen de Europese Unie besloten wordt tot een herverdeling van rechten, die de geraamde macro-economische effecten van emissiereductie voor alle lidstaten dezelfde doet zijn in een bepaald peiljaar, dan krijgt Nederland eveneens meer emissieruimte dan bij een convergentieschema naar gelijke rechten per hoofd.

Via emissiehandel leidt een bepaalde rechtenverdeling over landen tot internationale inkomensoverdrachten. Bij onvolledige coalities moet ook rekening worden gehouden met de dynamische effecten van het systeem van rechtentoe wijzing op het gedrag van toetreders. Bij een verdeling op basis van convergentie naar gelijke emissies per hoofd wordt de tijdige toetreding van ontwikkelingslanden aangemoedigd doordat zij hun rechtenoverschot kunnen verkopen. Bij ‘grandfathering’ ontbreekt deze stimulans.

Kostenverlaging door CDM?

Bij onvolledige coalities heeft het gebruik van het *Clean Development Mechanism (CDM)* een kostenverlagende werking, waarmee in de simulaties geen rekening is gehouden. Het betreft hier projecten om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren in landen die niet tot de coalitie behoren. Het is echter moeilijk om te bepalen in hoeverre deze projecten daadwerkelijk aanvullend bijdragen aan emissiereductie. Het gevaar van weglekeffecten is groot. Als gevolg van CDM kan elders in de economie het energiegebruik immers hoger worden (Bollen, Gielen, Timmer, 1999).

Gevoeligheidsanalyse

Niet alleen ten aanzien van het klimaatbeleid en het economische achtergrondscenario bestaat onzekerheid, maar ook ten aanzien van de waarden van sommige modelparameters. Om de gevoeligheid hiervoor te laten zien, is ook gevarieerd op de belangrijkste sleutelparameters van WorldScan. Dit zijn de substitutie-elasticiteiten¹¹. Substitutie-elasticiteiten geven een indicatie voor het gemak waarmee in productieprocessen energie vervangen kan worden door andere inputs of waarmee ‘fuel switching’ plaatsvindt. Lagere substitutie-elasticiteiten maken het moeilijker om energie voor arbeid of kapitaal te substitueren of om koolstofrijke energiedragers te vervangen door schonere alternatieven. De kosten van klimaatbeleid zullen dan hoger worden. In een gevoeligheidsanalyse zijn de substitutie-elasticiteiten gehalveerd. Tabel 4.1. toont de effecten hiervan op enkele uitkomsten van de basisvariant.

¹¹ Andere belangrijke parameter zijn: de Armington elasticiteiten, die verschuivingen in handelspatronen bepalen, en de (energie)aanbod elasticiteiten, die mede de hoogte van de energieprijzen bepalen. Uit gevoeligheidsanalyses blijkt dat het effect van veranderingen in deze parameters relatief gering is.

Tabel 3.2 **Effecten op basisvariant van lagere substitutie-elasticiteiten**

	B0 basisvariant	O1 halvering substitutie-elasticiteiten
Inkomenseffect Nederland	-0,8	-1,4
Inkomenseffect EU25	-0,6	-1,1
Koolstofbelasting	17	32

Halvering van de substitutie-elasticiteiten leidt tot een bijna dubbel zo hoge koolstofbelasting en een aanzienlijke verhoging van de inkomenseffecten. De resultaten blijken dus gevoelig voor de inschatting van deze parameters. Ook om deze reden moeten de berekende uitkomsten met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

4 Conclusies

Als de gezamenlijke industrielanden in 2020 hun broeikasgasemissies zouden terugbrengen tot 30% beneden het niveau van 1990, dan wordt een belangrijke stap gezet op de weg naar het realiseren van de huidige klimaatdoelstelling van de Europese Unie. Volgens deze doelstelling mag de gemiddelde temperatuurstijging in deze eeuw ten hoogste 2 graden Celcius bedragen ten opzichte van het preindustriële niveau. De kosten van deze stap kunnen zeer uiteenlopen en zijn onder meer afhankelijk van het onderliggend economisch scenario en de inrichting van het klimaatbeleid. Bij dit laatste spelen elementen als coalitieomvang, de vormgeving van het systeem van emissiehandel en de verdeling van rechten een belangrijke rol.

Bij een mondiale coalitie en een mondiaal systeem van emissiehandel zonder beperkingen zijn de macro-economische kosten voor Nederland relatief gering in vergelijking met alternatieve inrichtingen van het klimaatbeleid. Afhankelijk van het onderliggende scenario voor de economische ontwikkeling zonder klimaatbeleid hebben zij een orde van grootte van 0,2 tot 0,8 procent van het Nationaal Inkomen in 2020. In het scenario met hoge groei (Global Economy) bedragen de kosten van uitvoering van Kyoto in 2010 met 0,4 procent van het Nationaal Inkomen voor Nederland de helft van die van het post-Kyoto beleid in 2020 (0,8 procent). Het post-Kyoto beleid komt hiermee als relatief goedkoop naar voren. Dit is het gevolg van de bij dit beleid veronderstelde wereldwijde emissiemarkt. Bij het post-Kyoto klimaatbeleid is verondersteld, dat de mondiale emissieruimte aan landen wordt toegedeeld volgens een systeem dat leidt tot gelijke emissierechten per hoofd van de bevolking rond het jaar 2025. Andere toedelingenregels hebben in een mondiaal stelsel weliswaar geen invloed op de hoogte van de prijs van CO₂-emissies, maar kunnen op landenniveau wel leiden tot andere macro-economische kosten. Zo zijn de gevolgen onderzocht van een alternatief toedelingsmechanisme binnen de Europese Unie, dat de macro-economische kosten in 2020 gelijk doet zijn voor alle lidstaten. In het scenario met hoge groei (GLOBAL ECONOMY) zouden de kosten voor Nederland in 2020 dan dalen van 0,8% naar 0,6% van het Nationaal Inkomen, bij een onveranderde emissieprijs van 17€ per ton CO₂.

Bij een multi-stadia aanpak wordt het klimaatbeleid voor post-Kyoto opgestart met een kleinere coalitie van deelnemende landen vanuit de gedachte dat andere landen later zullen toetreden wanneer zij een bepaald welvaartsniveau hebben bereikt. Bij deze aanpak kunnen de kosten snel toenemen. Als alleen de ontwikkelingslanden van Afrika en Azië (inclusief China en India) nog buiten de coalitie blijven, dan zal in 2020 het inkomensverlies voor Nederland volgens de modelberekeningen oplopen tot 2,6% van het Nationaal Inkomen bij een emissieprijs van 58€ per ton CO₂. Wordt de coalitie verder ingeperkt tot de landen van Annex I (inclusief Australië en de Verenigde Staten), dan neemt dit verlies verder toe tot 4,8% bij een emissieprijs van 129€ per ton CO₂. De kosten nemen bij kleinere coalities vooral zo scherp toe, doordat geen gebruik kan worden gemaakt van goedkope emissiereductie-opties in de niet-deelnemende landen.

Voor Nederland is een toedeling van de beschikbare emissieruimte op basis van convergentie naar gelijke emissierechten per hoofd van de bevolking in een bepaald eindjaar relatief onvoordelig. Doordat Nederland gespecialiseerd is in energie-intensieve sectoren als chemie en transport, heeft ons land een relatief hoog energieverbruik per hoofd van de bevolking. Toedeling van emissieruimte op basis van gerealiseerde emissies leidt voor ons land dan ook tot lagere macro-economische kosten. Zo laten de modeluitkomsten een vermindering van het inkomensverlies voor Nederland zien, als in het scenario waarin ontwikkelingslanden aanvankelijk niet aan de klimaatcoalitie deelnemen de emissieruimte niet wordt verdeeld op basis van convergentie naar gelijke rechten per hoofd van de bevolking maar volgens de emissie-aandelen van 2010. Het inkomensverlies in 2020 bedraagt voor Nederland dan niet 2,6% van het Nationaal Inkomen maar 2,3%.

De met het model gesimuleerde beleidsvarianten hebben een gestileerd karakter. Met veel factoren die de kosten hoger of lager kunnen doen uitvallen kon bij de berekeningen geen rekening worden gehouden. Zo zijn de kosten van economische structuuraanpassingen, verdelingseffecten, de transactie- en handhavingskosten van het klimaatbeleid en emissieprijsverhogend gedrag van aanbieders van emissieruimte in de berekeningen buiten beschouwing gebleven. Hier staat tegenover dat evenmin gerekend is met kostenverlagende factoren als het gebruik van de reductiemogelijkheden bij andere broeikasgassen of via koolstofopslag en – in het geval van onvolledige coalities – de toepassing van het Clean Development Mechanism. Het gezamenlijk effect van deze factoren is kwantitatief niet goed aan te geven. De factoren die buiten de berekeningen zijn gebleven kunnen per saldo een opwaarts, kostenverhogend risico inhouden voor de berekende macro-economische effecten. De in deze studie gesimuleerde kosten van post-Kyoto beleid zijn dus met grote onzekerheid omgeven.

Met klimaatbeleid dat leidt tot 30 procent emissiereductie in 2020 voor de Annex I landen wordt een volgens de huidige inzichten noodzakelijke stap gezet op weg naar de realisatie van de klimaatdoelstelling van de Europese Unie. Onder bepaalde voorwaarden zullen de macro-economische kosten van dit beleid in 2020 betrekkelijk gering kunnen zijn en voor Nederland een omvang hebben van minder dan 1 procent van het Nationaal Inkomen. Deze voorwaarden zijn, dat tijdig een mondiale klimaatcoalitie wordt gevormd en dat een mondiaal stelsel van emissiehandel zonder beperkingen in werking treedt. Als aan deze voorwaarden niet is voldaan, dan nemen de kosten voor Nederland fors toe.

Referenties

- Bollen, J.C., A.M. Gielen, en H. Timmer (1999): Clubs, Ceilings and CDM, Macroeconomics of compliance with the Kyoto Protocol, Special Issue of the Energy Journal on the Kyoto protocol.
- Bollen, J., de Groot, H.L.F., Manders, A.J.G., Tang, P.J.G., Vollenbergh, H.R.J., en Withagen, C. (2003), *Klimaatbeleid en Europese concurrentieposities*, ISBN: 90-5833-116-4, CPB document No. 24, CPB, Den Haag.
- Bollen, J., A.J.G. Manders and M. Mulder (2004), *Four Futures for Energy Markets and Climate Change*, CPB speciale publicatie No. 52, CPB, Den Haag.
- Broer, P, M. Mulder en M. Vromans (2002), Economische effecten van nationale systemen van CO₂-emissiehandel; nationale dilemma's bij een mondiaal vraagstuk, CPB Document 18, CPB, Den Haag
- Criqui, P, A. Kitous, M.M. Berk, M.G.J. den Elzen, B. Eickhout, P. Lucas, D.P. van Vuuren, N. Kouvarikatis and D. Vanregemorter (2003), Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC Process up to 2025: Technical Report, CNRS-IEPE, Grenoble, EU-website: http://europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/pm_techreport2025.pdf
- Elzen, M.G.J. den , and A.P.G. de Moor (2001), The Bonn Agreement and Marrakesh Accords: an updated analysis. RIVM Report no. 728001017, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven
- Lejour, A.M. (2003), Quantifying four scenarios for Europe, CPB document 38, CPB, Den Haag
- Mooij, R.A. de, and P.J.G. Tang (2003), Four futures of Europe, CPB bijzondere publicatie 49, CPB, Den Haag
- OECD (1999), *Action Against Climate Change - The Kyoto Protocol and Beyond*, OECD, Parijs

5 Bijlage A Tabellen

	Bevolking (miljoenen)	Nationaal Inkomen (miljarden \$)	Energie (toe)	Emissies (GtC)	E-Intensiteit (USA=100)	C-Intensiteit (USA=100)
EU-25	543	9124	167	1,21	77	96
Nederland	16	381	10	0,05	106	72
Duitsland	82	2175	33	0,25	63	100
Frankrijk	60	1478	18	0,11	52	79
Engeland	59	1418	23	0,16	68	95
Verenigde Staten	283	9091	215	1,63	100	100
Rusland	292	601	85	0,58	595	90
Annex I	1310	24807	552	4,05	94	97
Niet-Annex I	4746	6959	300	2,40	182	106
Latijns Amerika	514	2086	52	0,36	106	90
Midden Oosten	315	805	48	0,35	253	95
Rest niet-Annex I	3917	4066	199	1,70	207	112
Wereld	6056	31765	852	6,45	113	100

	Bevolking groei per jaar	NI groei per jaar	Energievraag groei per jaar	Emissies groei per jaar	Doelstelling % verandering t.o.v. 1990	Doelstelling % verandering t.o.v. niveau in 2020 zonder klimaatbeleid
EU-25	0,4	2,8	2,0	1,9	-30	-53
Nederland	0,7	3,0	2,4	2,4	-41	-66
Duitsland	0,5	2,5	1,4	1,3	-47	-54
Frankrijk	0,5	2,7	1,6	1,8	-21	-48
Engeland	0,4	2,7	1,9	1,7	-42	-58
Verenigde Staten	0,8	2,9	1,2	1,2	-39	-60
Rusland	0,1	4,6	1,7	1,6	-45	-34
Annex I	0,4	2,7	1,5	1,5	-30	-53
Niet-Annex I	1,3	5,5	4,4	4,3	238	8
Latijns Amerika	1,1	3,9	4,5	4,6	145	-22
Midden Oosten	2,0	4,1	3,5	3,5	121	-23
Rest niet-Annex I	1,2	6,4	4,5	4,3	282	20
Wereld	1,1	3,5	2,7	2,7	49	-22

Tabel A.3 Baseline, jaarlijkse groei in 2000-2020 in STRONG EUROPE en doelstellingen in de basisvariant convergentie van per capita doelstellingen in 2026)

	Bevolking	NI	Energievraag	Emissies	Doelstelling	Doelstelling
	groei per jaar	groei per jaar	groei per jaar	groei per jaar	% verandering t.o.v. 1990	% verandering t.o.v. niveau in 2020 zonder klimaatbeleid
EU-25	0,4	1,9	0,9	0,7	-27	-36
Nederland	0,4	1,9	0,9	0,7	-38	-55
Duitsland	0,5	1,7	0,2	-0,1	-33	-32
Frankrijk	0,5	1,7	0,6	0,4	-26	-32
Engeland	0,4	1,8	0,7	0,4	-34	-40
Verenigde Staten	0,8	2,2	0,5	0,2	-42	-45
Rusland	0,1	4,3	0,9	0,7	41	-11
Annex I	0,4	2,0	0,6	0,4	-30	-35
Niet-Annex I	1,3	4,9	3,5	3,2	124	18
Latijns Amerika	1,1	3,7	3,8	3,8	79	-15
Midden Oosten	2,0	4,2	3,0	2,9	46	-17
Rest niet-Annex I	1,2	5,5	3,5	3,2	149	33
Wereld	1,1	2,7	1,8	1,6	27	-8

Tabel A.4 Effecten in 2020, basisvariant B0, mondiale emissiehandel met een prijs van 17 € / tCO₂¹²

	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 1990	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 2020	CO ₂ emissies t.o.v. 2020	Inkomen (% tov niveau van het basispad)	Productie E-int. en Handel & Transport (% tov niveau van het basispad)
	(%)	(%)	(%)		
EU-25	-30	-53	-14	-0,6	0
Nederland	-41	-66	-12	-0,8	0
Duitsland	-47	-54	-11	-0,6	0
Frankrijk	-21	-48	-8	-0,3	2
Engeland	-42	-58	-12	-0,5	2
Verenigde Staten	-39	-60	-19	-0,5	-1
Rusland	-45	-34	-26	-1,4	-10
Annex I	-30	-53	-18	-0,6	-1
Niet-Annex I	238	8	-27	0,3	-4
Latijns Amerika	145	-22	-13	-0,7	-2
Midden Oosten	121	-23	-15	-1,3	-5
Rest niet-Annex I	282	20	-32	0,8	-5
Wereld	49	-22	-22	-0,3	-2

Tabel A.5 Effecten in 2020, variant B1, STRONG EUROPE, mondiale emissiehandel met een prijs van 4 €/t CO₂

	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 1990 (%)	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 2020 (%)	CO ₂ emissies t.o.v. 2020 (%)	Inkomen (% tov niveau van het basispad)	Productie E-int. en Handel & Transport (% tov niveau van het basispad)
EU-25	-27	-36	-4	-0,1	0
Nederland	-38	-55	-8	-0,2	0
Duitsland	-33	-32	-3	-0,1	0
Frankrijk	-26	-32	-2	-0,1	0
Engeland	-34	-40	-4	-0,1	0
Verenigde Staten	-42	-45	-6	-0,1	0
Rusland	41	-11	-7	-0,2	-1
Annex I	-30	-35	-5	-0,1	0
Niet-Annex I	124	18	-10	0,1	-1
Latijns Amerika	79	-15	-4	-0,1	0
Midden Oosten	46	-17	-4	-0,2	-1
Rest niet-Annex I	149	33	-13	0,2	-1
Wereld	27	-8	-8	0,0	0

Tabel A.6 Effecten in 2020, variant B2, multi-stadia, emissiehandel zonder rest niet-Annex I, met een prijs van 58 €/t CO₂

	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 1990 (%)	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 2020 (%)	CO ₂ emissies t.o.v. 2020 (%)	Inkomen (%)	Productie E-int. en Handel & Transport
EU-25	-30	-53	-31	-1,8	-4
Nederland	-41	-66	-29	-2,6	-6
Duitsland	-47	-54	-26	-1,8	-5
Frankrijk	-21	-48	-20	-1,1	0
Engeland	-42	-58	-28	-1,6	1
Verenigde Staten	-39	-60	-40	-1,3	-6
Rusland	-45	-34	-51	-1,8	-32
Annex I	-30	-53	-37	-1,5	-6
Niet-Annex I			-7	0,8	2
Latijns Amerika	145	-22	-31	0,7	-10
Midden Oosten	121	-23	-35	5,7	-24
Rest niet-Annex I			3	0,2	6
Wereld			-22	-0,8	-3

Tabel A.7 Effecten in 2020, variant B3, multi-stadia, emissiehandel zonder rest niet-Annex I, grandfathering met een prijs van 57 € / t CO₂

	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 1990 (%)	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 2020 (%)	CO ₂ emissies t.o.v. 2020 (%)	Inkomen (% tov niveau van het basispad)	Productie E-int. en Handel & Transport (% tov niveau van het basispad)
EU-25	-21	-46	-30	-1,6	-4
Nederland	-29	-60	-29	-2,3	-6
Duitsland	-29	-38	-26	-1,3	-5
Frankrijk	-30	-54	-20	-1,2	1
Engeland	-29	-48	-28	-1,3	1
Verenigde Staten	4	-31	-39	-0,4	-7
Rusland	-22	-8	-51	1,5	-34
Annex I	0	-33	-37	-0,8	-7
Niet-Annex I			-7	-0,8	2
Latijns Amerika	58	-50	-32	-2,9	-9
Midden Oosten	52	-47	-36	-4,3	-21
Rest niet-Annex I			3	0,2	6
Wereld			-22	-0,8	-3

Tabel A.8 Effecten in 2020, variant B4, multi-stadia, emissiehandel Annex I, met een prijs van 129 € / t CO₂

	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 1990 (%)	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 2020 (%)	CO ₂ emissies t.o.v. 2020 (%)	Inkomen (% tov niveau van het basispad)	Productie E-int. en Handel & Transport (% tov niveau van het basispad)
EU-25	-30	-53	-46	-3,1	-12
Nederland	-41	-66	-45	-4,8	-17
Duitsland	-47	-54	-42	-3,0	-13
Frankrijk	-21	-48	-33	-2,2	-3
Engeland	-42	-58	-43	-2,8	-2
Verenigde Staten	-39	-60	-56	-1,9	-15
Rusland	-45	-34	-68	1,5	-54
Annex I	-30	-53	-53	-2,2	-15
Niet-Annex I			4	0,1	9
Latijns Amerika			5	-0,1	10
Midden Oosten			4	-0,8	16
Rest niet-Annex I			4	0,3	9
Wereld			-24	-1,5	-5

Tabel A.9 Effecten in 2020, variant B5, mondiale emissiehandel, alternatieve quotatoewijzing EU, met een prijs van 17 €/t CO₂

	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 1990 (%)	CO ₂ emissies doelstelling t.o.v. 2020 (%)	CO ₂ emissies t.o.v. 2020 (%)	Inkomen (% tov niveau van het basispad)	Productie E-int. en Handel & Transport (% tov niveau van het basispad)
EU-25	-30	-53	-14	-0,6	0
Nederland	-10	-49	-12	-0,6	0
Duitsland	-55	-61	-11	-0,6	0
Frankrijk	-108	-105	-8	-0,6	2
Engeland	-62	-72	-12	-0,6	2
Verenigde Staten	-39	--60	-19	-0,5	-1
Rusland	-45	-34	-26	-1,4	-10
Annex I	-30	-53	-18	-0,6	-1
Niet-Annex I	238	8	-27	0,3	-4
Latijns Amerika	145	-22	-13	-0,7	-2
Midden Oosten	121	-23	-15	-1,3	-5
Rest niet-Annex I	282	20	-32	0,8	-5
Wereld	49	-22	-22	-0,3	-2