

NL

NL

NL



EUROPESE COMMISSIE

Brussel, 8.3.2011  
SEC(2011) 289 definitief

**WERKDOCUMENT VAN DE DIENSTEN VAN DE COMMISSIE**

**SAMENVATTING VAN DE EFFECTBEOORDELING**

**Begeleidend document bij de**

**MEDEDELING VAN DE COMMISSIE  
AAN HET EUROPEES PARLEMENT, DE RAAD, HET EUROPEES ECONOMISCH  
EN SOCIAAL COMITÉ EN HET COMITÉ VAN DE REGIO'S**

**Routekaart naar een concurrerende koolstofarme economie in 2050**

{COM(2011) 112 definitief}  
{SEC(2011) 287 definitief}  
{SEC(2011) 288 definitief}

## 1. PROBLEEMSTELLING

- (1) Om gevaarlijke effecten te voorkomen, heeft de EU zich ten doel gesteld de wereldwijde klimaatverandering te beperken tot een temperatuurstoename van 2°C. In het akkoord van Kopenhagen is naar deze doelstelling verwezen. Verder is zij binnen de UNFCCC in het besluit van de 16e zitting van de conferentie van de partijen bij de UNFCCC bevestigd.
- (2) De Intergouvernementele Werkgroep inzake klimaatverandering (IPCC) heeft in 2007 gerapporteerd dat volgens de huidige stand van de wetenschap de ontwikkelde landen in 2050 80% tot 95% minder broeikasgassen zouden moeten uitstoten dan in 1990 om de klimaatverandering wereldwijd te beperken tot 2°C boven het pre-industriële niveau. De Europese Raad en het Europees Parlement hebben hiervan een EU-doelstelling gemaakt in het kader van de volgens het IPCC voor de ontwikkelde landen als groep noodzakelijke uitstootreductie.
- (3) In de EU is de uitstoot van broeikasgassen de laatste 20 jaar gedaald (geen rekening houdend met landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw). Voor 2009 heeft de EMA geraamd dat de emissieniveaus verder zijn gedaald tot 17% onder het niveau van 1990. Wanneer de luchtvaart wordt meegeteld, is de daling 16% ten opzichte van het niveau van 1990. Dit is gedeeltelijk een gevolg van de economische crisis in 2009.
- (4) Op dit moment voert Europa 55% van zijn primaire energie in. Verwacht wordt dat dit als gevolg van de verminderde opbrengst aan olie en gas uit de Noordzee, zelfs wanneer het klimaat- en energiepakket volledig wordt uitgevoerd, tegen 2030 tot 57% stijgt. Hoewel energieafhankelijkheid op zich niet noodzakelijkerwijs een economisch probleem vormt, zijn er verscheidene ontwikkelingen op energiegebied die om aandacht vragen. In de eerste plaats wijst alles erop dat er sprake zal zijn van een voortdurende toename van de vraag naar olie en gas van de opkomende economieën. In de tweede plaats komen de investeringen aan de aanbodzijde niet tegemoet aan die stijgende vraag. Het Internationaal Energieagentschap schat dat tegen 2035 ongeveer 75% van de conventionele productie van ruwe aardolie uit nog te ontwikkelen of op te sporen aardolievelden moet komen. In de derde plaats bevinden de mondiale reserves zich vaak in geopolitiek onstabiele regio's en zijn ze in het bezit van staatsbedrijven die niet altijd adequaat op de marktvaart kunnen reageren. De Europese economie zal derhalve bloot blijven staan aan ernstige risico's in verband met de energieprijzen, met name in de vervoerssector, die voor meer dan 90% van olie afhankelijk is. In het kader van de routekaart wordt derhalve nagedacht over de totstandbrenging van ontwikkelingen en synergieën op het gebied van energie om de energiezekerheid te verbeteren.
- (5) De ontwikkeling van koolstofarme technologie is van cruciaal belang voor duurzame groei en banen. De ontwikkeling daarvan wordt echter niet alleen gehinderd door een falende markt als gevolg van het feit dat de externe effecten van broeikasgassen niet worden doorberekend. Ook is er het probleem van onzekerheid en kennisoverdracht in het algemeen, die tot suboptimale investeringen in onderzoek en ontwikkeling kunnen leiden. Bovendien is er een probleem met het marktrijp maken van kapitaalintensieve technologieën die gekenmerkt worden door investeringen met lange aanlooptijden. Daarom is het van cruciaal belang om de ontwikkeling van koolstofarme technologie te bevorderen en de leercurve zo kosteneffectief mogelijk te versnellen. Dit is zowel

een enorme uitdaging als een kans voor het Europese bedrijfsleven. Hoe de EU haar beleid inzake onderzoek en ontwikkeling, demonstratie en innovatie kan ontwikkelen, randvoorwaarden kan creëren voor het teweegbrengen van technologische verandering, de aanvaardbaarheid voor het publiek kan vergroten en het concurrentievermogen van een groot aantal belangrijke industrietakken in de EU kan bevorderen, is een essentiële overweging bij de ontwikkeling van een routekaart naar een koolstofarme economie.

- (6) De overgang naar een koolstofarme economie heeft belangrijke implicaties voor het duurzaam gebruik van andere hulpbronnen dan energiehulpbronnen, en derhalve ook voor het vlaggenschipinitiatief “Efficiënt gebruik van hulpbronnen” in het kader van Europa 2020. De vermindering van de broeikasgasemissies uit energie leidt tevens tot een aanzienlijke vermindering van de uitstoot van andere luchtverontreinigende stoffen, hetgeen weer voordelen oplevert op het gebied van de volksgezondheid. De routekaart moet ook kijken naar industriële processen, landgebruik, land- en bosbouwpraktijken en de relatie met de productie en consumptie van voedsel, diervoeder en vezels (timmerhout, houtpulp en papier) en de instandhouding van essentiële ecosysteemdiensten (bodemkwaliteit, beschikbaarheid van water, biodiversiteit).

## **2. DOELSTELLINGEN**

- (7) De specifieke doelstelling van de routekaart naar een koolstofarme economie in 2050 is om inzicht te geven in de wijze waarop het EU-beleidskader zich de komende 10 jaar en verder zou moeten ontwikkelen om (1) een aanzienlijke vermindering van de uitstoot van broeikasgassen in overeenstemming met de stand van de wetenschap mogelijk te maken, terwijl tegelijkertijd (2) de kwetsbaarheid voor oliecrises en andere problemen in verband met energiezekerheid wordt verminderd en (3) de kansen voor duurzame groei en banen (door de nieuwe koolstofarme technologieën) worden benut, waarbij tevens rekening wordt gehouden met ruimere overwegingen op het gebied van duurzaamheid en het efficiënt gebruik van hulpbronnen.
- (8) Deze effectbeoordeling is bedoeld om informatie te geven over de algemene en de sectorale trajecten, de noodzakelijke onderliggende technologische en structurele veranderingen, de investerings- en kostenpatronen en andere gevolgen, synergieën en wisselwerkingen in verband met de duurzaamheids- en hulpbronnenefficiëntieagenda. Met deze beoordeling wordt beoogd informatie te genereren voor het klimaatbeleid op EU-, nationaal en regionaal niveau en specifieke per sector te ontwikkelen routekaarten, alsmede tussentijdse doelstellingen te formuleren.

## **3. METHODOLOGIE EN OMSCHRIJVING VAN DE SCENARIO'S**

- (9) Kijkend naar een dergelijke lange tijdsperiode, is het van het grootste belang rekening te houden met verscheidene aannames, onzekerheden en verschillende ontwikkelingen die zich in de loop der tijd kunnen voordoen. Daarom wordt in de effectbeoordeling bekeken wat de EU nodig zou hebben om tot grote emissiereducties te komen die in overeenstemming zijn met de doelstelling van 2°C bij verschillende scenario's (“ontkolingsscenario's” in plaats van beleidsopties) die variëren voor belangrijke parameters, bijvoorbeeld de toestand in de wereld, de wereldwijde energieprijzontwikkelingen en het tempo van technologische innovatie. In de

scenario's zijn koolstofprijzen opgenomen als kosteneffectief beleidsinstrument. Door de resultaten van de verschillende scenario's te vergelijken, is het mogelijk betrouwbaarder conclusies te trekken over hoe parameters de resultaten beïnvloeden en hoe verschillende onderdelen interacties aangaan.

- (10) Het streefcijfer voor de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen loopt uiteen van 80 tot 95% voor de ontwikkelde landen, zoals uiteengezet in het vierde evaluatieverslag van de IPCC; het gaat daarbij om zowel interne reductie als het gebruik van internationale koolstofcredits. Om de orde van grootte van de vereiste vermindering van broeikasgasuitstoot in de EU zelf tegen 2050 in te schatten, wordt een overzicht van recente wetenschappelijke inzichten gepresenteerd, evenals prognoses van het POLES-model overeenkomstig de doelstelling van 2°C, d.w.z. een halvering van de wereldwijde uitstoot tegen 2050 ten opzichte van 1990.
- (11) Fossiele-brandstofprijzen zijn belangrijk bij de beoordeling van de effecten van de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, maar zij worden grotendeels door de wereldmarkt bepaald. Bovendien kan de wereldwijde actie tegen klimaatverandering de prijzen van fossiele brandstoffen ook beïnvloeden. Met gebruikmaking van het wereldwijde POLES-model is een analyse gemaakt van de interactie tussen klimaatactie en fossiele-brandstofprijzen aan de hand van de volgende 3 scenario's:
- *Wereldwijde nulsituatie*: wereldwijd wordt tot 2050 geen aanvullende klimaatactie ondernomen.
  - *Wereldwijde actie*: wereldwijde actie die de uitstoot tegen 2050 ten opzichte van 1990 halveert.
  - *Gefragmenteerde actie*: de EU volgt een "ontkolingsstrategie", maar andere landen volgen niet. Zij voldoen tot 2020 slechts aan de meest bescheiden toezeggingen uit het akkoord van Kopenhagen en doen na 2020 geen extra inspanningen.

In deze modelprognose zijn de wereldlandbouw en de prognoses van de veranderingen van het landgebruik opgenomen, waarbij gebruik is gemaakt van de modellen GLOBIOM en G4M.

- (12) Voor het modelleren van de EU is PRIMES, een energiesysteemmodel, gebruikt in combinatie met het model GAINS voor prognoses voor de uitstoot door de EU van andere stoffen dan CO<sub>2</sub>. Ook is aan de hand van de modellen G4M en GLOBIOM de relatie tussen energie en verandering in landgebruik en bosbouw op EU-schaal geanalyseerd. De ontkoling wordt voornamelijk gestimuleerd door koolstofprijzen (prijzen voor CO<sub>2</sub>-uitstoot en andere uitstoot dan CO<sub>2</sub>).
- (13) De scenario's op EU-niveau zijn:
- Een referentiescenario dat de uitvoering en de voortzetting van bestaand beleid weergeeft (d.w.z. het klimaat- en energiepakket tot 2020).
  - Een aantal ontkolingsscenario's waarbij de uitstootvermindering in de EU zelf in 2050 80% bedraagt van het niveau van 1990, maar ook één scenario van gefragmenteerde actie waarbij aanvullende maatregelen worden genomen om de

internationale concurrentiepositie van energie-intensieve industrietakken te beschermen.

- Ontkolingsscenario's worden gedifferentieerd volgens de prijzen voor fossiele brandstoffen, overeenkomstig de resultaten van de wereldwijde analyse aan de hand van het POLES-model:
  - scenario's met een lage energieprijs die relatief stabiel blijft (olieprijzen in 2050 van ongeveer 70\$<sub>2008</sub>/vat), die waarschijnlijk uitkomen indien “wereldwijde actie” wordt ondernomen;
  - scenario's met olieprijsen die geleidelijk verdubbelen (stijgend tot in 127\$<sub>2008</sub>/vat 2050), die, net als in het referentiescenario, zich waarschijnlijk voltrekken bij “gefragmenteerde actie”;
  - scenario's met een tijdelijke oliecrisis of doorlopend hoge energieprijzen vanaf 2030 (verdubbeling tot 212\$<sub>2008</sub>/vat in 2030), die een risico blijven bij “gefragmenteerde actie”.
- Ontkolingsscenario's worden gedifferentieerd naargelang van de aannames over technologische ontwikkelingen:
  - effectieve-technologiescenario's die de situatie weergeven waarbij efficiënte koolstofarme technologieën met succes worden geïntroduceerd;
  - “uitgestelde CCS-” (CCS = CO<sub>2</sub>-afvang en opslag) en “uitgestelde elektrificatiescenario's”, waarbij de sensitiviteit ten aanzien van de beschikbaarheid van bepaalde technologische trajecten worden beoordeeld;
  - een sensitiviteitsanalyse inzake uitgestelde klimaatactie die uitgaat van een situatie zonder nieuw en aanvullend klimaatbeleid vóór 2030.

- (14) In toekomstige verbeterde modellen zou rekening kunnen worden gehouden met het effect van klimaatverandering zelf op, bijvoorbeeld, de productie en consumptie van landbouwproducten en energie. Verder verbeterde modellen voor energieopslag en slimme elektriciteitsnetten kunnen ervoor zorgen dat de invoering van decentrale opwekking beter kan worden gepland.

#### **4. RESULTATEN VAN DE WERELDWIJDE ANALYSE**

##### ***Wereldwijde uitstootbeperking en de bijdrage van de EU***

- (15) Wanneer men de meest recente wetenschappelijke literatuur en de prognoses van het POLES-model nader bekijkt, blijkt dat de EU haar eigen broeikasgasemissies zelf met ten minste 75%, 80% of meer moet terugbrengen tegen 2050 in vergelijking met 1990.
- (16) Een wereldwijde broeikasgasbeperking in overeenstemming met de 2°C-doelstelling betekent dat andere ontwikkelde landen zich even sterk inspannen als de EU (in termen van het model: dat zij een gelijkwaardig koolstofprijssignaal afgeven). Opkomende landen zouden dat geleidelijk doen, hetgeen kan worden gesimuleerd door een zich geleidelijk ontwikkelende koolstofmarkt waarop de koolstofprijzen in de

ontwikkelde en de opkomende landen tegen 2030 gelijk zijn. Dit resulteert in een vermindering van de broeikasgasemissies in de ontwikkelingslanden met 80% in 2050 ten opzichte van de nulsituatie, tot op of zelfs onder het uitstootniveau van 1990. Dit veronderstelt dat internationale koolstofcredits in het geval van wereldwijde actie niet goedkoop beschikbaar zijn en compensatie op grote schaal geen alternatief is voor zelf actie ondernemen. De doelstelling van 80 tot 95% uitstootreductie in de EU moet grotendeels door eigen inspanningen worden gehaald, ook vanuit het gezichtspunt van kosteneffectiviteit. De uitstoot per hoofd van de wereldbevolking convergeert mettertijd, waarbij de absolute verschillen tegen 2050 aanzienlijk kleiner zullen zijn, ook al blijft de uitstoot per hoofd van de bevolking in de ontwikkelde landen hoger.

### *Het verband tussen klimaatactie en wereldwijde fossiele-brandstofprijzen*

- (17) De analyse met POLES laat zien wat de onderlinge relatie is tussen wereldwijde actie inzake klimaatverandering en de toekomstige fossiele-brandstofprijzen. Terwijl de olieprijs in de nulsituatieprognoses bijna verdubbelen, blijven de olieprijs bij wereldwijde klimaatactie in 2050 stabiel ten opzichte van nu. Deze relatief lagere prijzen komen voor rekening van een verminderde vraag naar energie en een verschuiving naar koolstofarme brandstoffen. In wezen wordt een wereld met wereldwijde actie gekenmerkt door lagere prijzen voor fossiele brandstoffen en hogere prijzen voor koolstof.
- (18) Uit de analyse blijkt dat in een wereld van “gefragmenteerde actie” de olieprijs slechts 15% dalen ten opzichte van het niveau van de nulsituatie. Deze resultaten komen grotendeels overeen met de World Energy Outlook 2010 van het Internationaal Energieagentschap. De gegevens van het IEA laten zien dat er duidelijke energiezekerheidsrisico's verbonden zijn aan de combinatie van een toenemende vraag, problemen met de bevoorrading en de geopolitieke risico's in olie- en gasexporterende regio's.
- (19) Veranderingen in de prijzen voor energiebronnen zullen leiden tot veranderingen in de inkomsten van de landen die deze goederen uitvoeren, maar deze effecten zijn beheersbaar. De jaarlijkse inkomsten voor de OPEC zijn de komende 20 jaar naar verwachting veel hoger dan in de 20 jaar daarvoor, zelfs in het geval van wereldwijde actie.

### *De wereldwijde bijdrage van de land- en bosbouw en het verband met bio-energie*

- (20) Als onderdeel van de wereldwijde inspanningen i.v.m. de 2°C-doelstelling is ook de bijdrage van de landbouw en van landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw, alsmede de correlatie met de energiesector wereldwijd geanalyseerd, rekening houdend met:
  - (a) de noodzaak om voedselzekerheid te waarborgen om de groeiende wereldbevolking te voeden;
  - (b) de EU-doelstelling om de ontbossing wereldwijd te verminderen, met name in de ontwikkelingslanden, en om tegen 2030 het wereldwijd verlies aan bosareaal te stoppen;
  - (c) de inspanningen om de uitstoot door de landbouw te verminderen;

- (d) het toegenomen gebruik van biomassa voor energie in het geval van klimaatactie;
- (e) gelijkblijvende voedingsgewoonten, terwijl de voedselproductie koolstofintensiever wordt als gevolg van de toegenomen welvaart.

Uit de analyse blijkt dat land- en bosbouw tegen 2050 aan de bovengenoemde eisen kunnen voldoen als voor de juiste stimulansen wordt gezorgd, maar een wereldwijde productiviteitsverbetering is cruciaal. Als de productiviteitsverbetering niet kan worden bereikt, worden de bovenstaande doelen eenvoudig niet gehaald of slechts door aanzienlijke voedselprijsstijgingen.

Het keren van de bestaande trend naar steeds koolstofintensievere voedselproductie zou hier ook toe kunnen bijdragen, maar dat is niet in de analyse meegenomen. Veranderingen in levensstijl en gedrag zouden het waarschijnlijker maken dat vergaande verminderingdoelstellingen worden gehaald en de algehele kosteneffectiviteit van actie verhogen doordat duurdere matigingsopties in andere sectoren daardoor mede zouden kunnen worden voorkomen. De biodiversiteit zal in ruime mate profiteren van de beperking van de opwarming van de aarde tot 2°C omdat daardoor tropische wouden gespaard zullen worden die qua biodiversiteit een zeer grote waarde vertegenwoordigen, maar er moet op worden toegezien dat de toegenomen productiviteit in de landbouw en de bosbouw niet tot een verminderde biodiversiteit, toenemende uitputting van waterbronnen of andere milieuproblemen leidt.

## **5. RESULTATEN VAN DE ANALYSE MET BETREKKING TOT DE EU**

### ***Algemeen EU-verminderingstraject, alsmede bijdragen per sector***

- (21) De analyse van de prognoses voor de verschillende EU-ontkolingsscenario's laat zien dat tegen 2050 80% vermindering door de EU zelf in vergelijking met 1990 technisch haalbaar is met bewezen technologieën, indien in alle sectoren een voldoende sterke koolstofprijsstimulus wordt toegepast (van ongeveer 100 tot 370 euro per ton CO<sub>2</sub>-equivalent tegen 2050). Daartoe is een aanzienlijke en voortdurende innovatie van de bestaande technologieën nodig, maar het is mogelijk zonder de inzet van technologische doorbraken als kernfusie, waterstof en brandstofcellen of een elektriciteitsnet met grootschalige toepassing van decentrale energieopslag, en zonder grote aanpassingen van de levensstijl (zoals andere voedingsgewoonten en sterk gewijzigde mobiliteitspatronen). Dergelijke ontwikkelingen zouden de totstandkoming van een koolstofarme economie kunnen vergemakkelijken, maar zij zijn niet meegenomen in de analyse vanwege de onzekerheden omtrent hun technische en economische haalbaarheid en omdat ze moeilijk in de modellen zijn op te nemen.
- (22) Ondanks de aanzienlijke variaties in aannames over technologie en fossiele-brandstofprijzen in de verschillende scenario's, zijn de resultaten robuust wat de snelheid en omvang van de emissiereducties betreft, terwijl de variaties op sectorniveau iets groter zijn.



Afname broeikasgasemissies t.o.v. 1990	2005	2030	2050
<b>Totaal</b>	-7%	-40 tot -44%	-79 tot -82%
<b>Sectoren</b>			
Elektriciteit (CO <sub>2</sub> )	-7%	-54 tot -68%	-93 tot -99%
Industrie (CO <sub>2</sub> )	-20%	-34 tot -40%	-83 tot -87% <sup>1</sup>
Vervoer (incl. luchtvaart, excl. zeevaart) (CO <sub>2</sub> )	+30%	+20 tot -9%	-54 tot -67%
<i>Vervoer excl. luchtvaart, excl. zeevaart</i>	+25%	+8 tot -17%	-61 tot -74%
Woningen en dienstensector (CO <sub>2</sub> )	-12%	-37 tot -53%	-88 tot -91%
Landbouw (geen CO <sub>2</sub> )	-20%	-36 tot -37%	-42 tot -49%
Andere niet-CO <sub>2</sub> -emissies	-30%	-71,5 tot -72,5%	-70 tot -78%

Bron: PRIMES, GAINS

- (23) De totale broeikasgasenvermindering bedraagt in 2030 ongeveer 40% ten opzichte van het niveau van 1990, behalve wanneer in 2030 sprake zou zijn van hoge olieprijs: dan zou de vermindering 44% zijn. De andere tussenstappen van een lagekostentraject zouden zijn: -25% tegen 2020 en ongeveer -60% tegen 2040.
- (24) Bij gelijke economische emissieverminderingstimulansen in alle sectoren zou een grotere bijdrage van de sectoren die onder de EU-regeling voor de handel in emissierechten (ETS) vallen nog steeds kosteneffectief zijn. In alle ETS-sectoren zouden tegen 2030 emissiereducties van reeds ongeveer 45% en in 2050 van ongeveer 90% onder het niveau van 2005 worden bereikt, terwijl alle andere sectoren hun uitstoot in 2030 met iets meer dan 25% en in 2050 met bijna 70% onder het niveau van 2005 zouden verminderen.
- (25) De grootste daling zou in de elektriciteitsopwekking plaatsvinden. Bij vergelijkbare economische stimulansen in alle sectoren, “ontkoolt” deze sector het snelst vanwege de penetratie van een breed scala aan koolstofarme technologieën (verscheidene technologieën voor hernieuwbare energie, kernenergie en CCS na 2020) en toegenomen efficiëntie aan de vraagzijde, waardoor in principe tegen 2030 ruim 60% emissiereductie wordt gehaald. Tegen 2050 zal de elektriciteitssector praktisch volledig koolstofvrij zijn.
- (26) Een meer dan gemiddelde bijdrage op middellange en lange termijn kan ook door de woning- en dienstensector worden geleverd. De belangrijkste instrumenten voor emissiereducties zijn aanzienlijke besparingen bij de verwarming door verbeterde isolatie, meer gebruik van (koolstofarme) elektriciteit en hernieuwbare energie voor de verwarming van gebouwen, alsmede energiezuiniger apparaten.
- (27) Het koolstofgebruik van de industrie daalt op de middellange termijn iets minder dan dat van de economie als geheel, maar met name CCS biedt de industrie aanzienlijk meer opties tot uitstootvermindering, zij het later (na 2030) dan in de elektriciteitssector.

<sup>1</sup> Niet inbegrepen is het specifieke scenario waarbij van energie-intensieve industrieën minder CO<sub>2</sub>-reducties worden verlangd.

- (28) Vervoer en landbouw zijn de voornaamste sectoren waar op de langere termijn geen volledige ontkoling wordt gerealiseerd.
- (29) In het vervoer wordt de uitstoottoename van de laatste 20 jaar gekeerd. In 2030 is de uitstoot door de vervoerssector (wegvervoer, spoorvervoer en binnenvaart) in de meeste scenario's tot onder het niveau van 1990 gedaald, waarbij in het effectieve-technologiescenario bij referentieprijzen voor fossiele brandstof een daling met 5% en bij lage prijzen voor fossiele brandstoffen een daling met 2% wordt gehaald. Het grootste deel van de reducties zal echter tussen 2030 en 2050 worden gehaald, waarbij voor vervoer een daling met 60% wordt gerealiseerd<sup>2</sup>.
- (30) Voor de landbouw is het patroon omgekeerd. De vermindering tussen nu en 2030 is aanzienlijk, maar vanaf dan zijn de verdere technische mogelijkheden voor de reductie van broeikasgassen beperkter. Evenals in andere sectoren blijft er ruimte voor verdere analyse van het effect van gedragsverandering op de beperking van de uitstoot van broeikasgassen.
- (31) Ook de uitstoot van andere broeikasgassen dan CO<sub>2</sub> door andere sectoren dan de landbouw, bijvoorbeeld methaan uit stortplaatsen en industriële N<sub>2</sub>O-emissies, wordt tot 2030 snel minder, waarna slechts beperkte verdere reducties zullen worden gehaald. Voor de uitstoot van andere stoffen dan CO<sub>2</sub> in de ETS vinden deze reducties reeds plaats bij voortzetting van het bestaande beleid, maar voor de andere sectoren, zoals de landbouw, afval en F-gassen (gefluoreerde broeikasgassen) moet verder worden gegaan dan dat referentiescenario.

#### ***Systeemkosten: koolstofprijzen, investeringsuitgaven en kosten fossiele brandstoffen***

- (32) In alle scenario's nemen de koolstofprijzen toe van 50 à 60 euro per ton CO<sub>2</sub>-eq: in 2030 tot 100 à 370 euro per ton CO<sub>2</sub>-eq (150 à 200 euro voor de effectieve-technologiescenario's), afhankelijk van de gekozen technologische en fossiele-brandstof-parameters.
- (33) Er is met name een duidelijke omgekeerde relatie tussen fossiele-brandstofprijzen en koolstofprijzen. Bij hogere brandstofprijzen hoeven de koolstofprijzen minder hoog te zijn om te ontkolen. Dit is een logische consequentie van het feit dat prijsstelling in het algemeen, hetzij via de koolstofprijs, hetzij via de energieprijzen zelf, een belangrijk instrument is om de uitstoot te verminderen door het effect ervan op de energievraag en de energie-efficiëntie. Het voordeel van koolstofprijsstelling is duidelijk dat daardoor een hogere prijs wordt gevraagd voor die inputs en processen die het meest koolstofintensief zijn en dat de inkomsten opnieuw in de plaatselijke economie worden ingezet, terwijl dit met hoge energieprijzen niet altijd het geval is, met name voor de EU, die sterk afhankelijk is van de invoer van fossiele brandstoffen.
- (34) Ook wordt de conclusie getrokken dat uitgestelde ontwikkeling en invoering van bepaalde technologieën (CCS, elektrificatie) en uitgestelde klimaatactie (geen extra actie vóór 2030) uiteindelijk tot aanmerkelijk hogere koolstofprijzen, hogere algemene kosten en minder brandstofbesparingen leidt. Daaruit blijkt eens te meer:

---

<sup>2</sup> De uitstoot van NO<sub>x</sub> door de luchtvaart en andere indirecte effecten van de luchtvaart op de potentiële opwarming van de aarde zijn niet inbegrepen.

- het cruciale belang van onderzoek, ontwikkeling en vroegtijdige invoering van koolstofarme technologieën als middel om de algemene kosten te verminderen en de aanvaarding door het publiek van bepaalde technologieën te vergroten;
  - de noodzaak van voordurende maar geleidelijke vermindering van de uitstoot, zodat inhaalslagen die tot grote, plotselinge toenames van koolstofprijzen leiden, worden vermeden.
- (35) De belangrijkste conclusie van alle ontkolingsscenario's is de grootschalige verschuiving van uitgaven voor brandstoffen (exploitatiekosten) naar investeringsuitgaven (kapitaaluitgaven). Vanuit breder economisch perspectief is het belangrijk om op te merken dat investeringen grotendeels uitgaven in de interne economie zijn, die een grotere toegevoegde waarde en output van een breed scala aan industriële ondernemingen vereisen (auto-industrie, elektriciteitsopwekking, uitrusting voor de industrie en het elektriciteitsnet, energie-efficiënte bouwmaterialen, bouwsector, enz.), terwijl de brandstofuitgaven grotendeels naar derde landen vloeien, aangezien de EU sterk afhankelijk is van de invoer van fossiele brandstoffen.
- (36) Bij uitvoering van de effectieve-technologiestenari'o's zullen de jaarlijkse investeringen in de periode 2040-2050 gemiddeld 550 miljard euro hoger liggen dan in het referentiescenario. Gemiddeld genomen over de gehele periode van 40 jaar komt deze toename van investeringsuitgaven neer op 270 miljard euro per jaar, zowel in het geval van wereldwijde actie als in dat van gefragmenteerde actie.
- (37) De keerzijde van hogere investeringen is een even grote vermindering van de brandstofkosten. In het referentiescenario nemen de brandstofkosten nog toe van ongeveer 900 miljard euro gemiddeld per jaar in de periode 2010-2020 tot ongeveer 1400 miljard euro voor de periode 2040-2050. Door ontkoling nemen de brandstofkosten bij referentie-energieprijzen in de periode 2040-2050 met ongeveer 350 miljard euro per jaar af. In het geval van wereldwijde actie is de besparing op brandstofkosten in verhouding tot het referentiescenario natuurlijk nog groter: iets meer 600 miljard euro per jaar in de periode 2040-2050, vanwege het gecombineerde effect van besparingen op fossiele brandstoffen en lagere fossiele-brandstofprijzen. Over de gehele periode van 40 jaar nemen de brandstofkosten ten opzichte van het referentiescenario gemiddeld af met een bedrag per jaar van tussen 175 miljard euro (gefragmenteerde actie – referentie-energieprijzen) en 320 miljard euro (wereldwijde actie – lage fossiele-brandstofprijzen), mits de penetratie van elektriciteit in het vervoer geen vertraging oploopt.
- (38) Door een oliecrisis of hoge fossiele-brandstofprijzen zouden de vereiste investeringen in het referentiescenario met ongeveer 100 miljard euro per jaar stijgen; in de ontkolingsscenario's is er echter geen sprake van dergelijke effecten. Bij hoge fossiele-brandstofprijzen zijn de brandstofuitgaven aanzienlijk lager in de ontkolingsscenario's dan in het referentiescenario. In het scenario met hoge fossiele-brandstofprijzen worden de hogere investeringsuitgaven voor klimaatactie meer dan gecompenseerd door lagere brandstofkosten.
- (39) De stijging van de investeringsuitgaven voor koolstofarme technologie is een algemeen fenomeen in alle sectoren (electriciteit, industrie, vervoer en gebouwde omgeving) maar in absolute termen vinden de grootste investeringen niet plaats in de elektriciteitsopwekking, de netinfrastructuur of de industrie, maar in technologieën aan

de vraagzijde in de vervoerssector (met name voertuigen) en de gebouwde omgeving (energie-efficiënte bouwmaterialen en componenten, warmtepompen, toestellen, enz.). De sectoren die de betrokken technologieën en uitrusting aanbieden, profiteren het meest van de ontvoling.

- (40) Hoezeer de verlaging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot ook wordt gestimuleerd, de omvang en de samenstelling van de investeringsuitgaven voor koolstofarme technologie in de komende decennia werpen de belangrijke beleidsvraag op hoe de financiële barrières voor met name de eindgebruikers van vervoer en gebouwen kunnen worden geslecht. Innovatieve financiering en fiscale instrumenten zijn nodig, zoals preferentiële leningen, subsidies waarmee een deel van de energiezuinige investeringen wordt terugbetaald en belastingverlagingen die tot doel hebben particuliere investeringen in koolstofarme technologieën te ontsluiten. Ook zou een groter deel van de regionale financiering binnen de EU-begroting naar beleidsinstrumenten moeten gaan die als hefboom dienen voor financiering door de particuliere sector.

### *Energiebronnen, energie-efficiëntie en energiezekerheid*

- (41) Volgens de ontvolingsscenario's moet het gebruik van energiebronnen in de EU een stuk efficiënter worden, hetgeen ook voordelen biedt voor de energiezekerheid, met name door geringer gebruik en geringere invoer van fossiele brandstoffen. De totale consumptie van primaire energie zou worden teruggebracht tot 1650 megaton olie-equivalent (Mtoe) in 2030 en ongeveer 1300 tot 1350 Mtoe in 2050 tegenover meer dan 1800 Mtoe in 2005. Er zouden meer energiebronnen van binnen de EU worden gebruikt, met name hernieuwbare, en de totale energie-invoer zou tegen 2050 minder dan de helft bedragen van die in 2005. Vanaf 2025 zou dit leiden tot een volledige omkering van de bestaande trend van een steeds verder toenemende afhankelijkheid van de invoer van brandstof. Tegen 2050 zou deze minder dan 35% bedragen. De rekening voor de olie-invoer zou tegen 2050 half zoveel bedragen als op dit moment, of zelfs minder, en 80% lager zijn dan in het referentiescenario, wat neerkomt op 400 miljard euro of meer.
- (42) Het is belangrijk erop te wijzen dat deze lagere primaire-energieconsumptie voornamelijk het gevolg is van technologische veranderingen aan de vraagzijde, en niet van verminderde energiediensten: in de eerste plaats door efficiëntere gebouwen, verwarmingssystemen en voertuigen, later versterkt door elektrificatie in het vervoer en de verwarming, waardoor zeer efficiënte technologieën aan de vraagzijde (plug-in hybride voertuigen, elektrische voertuigen, warmtepompen) worden gecombineerd met een grotendeels "ontkoolde" elektriciteitssector.
- (43) Door in 2020 de doelstelling van 20% energiebesparing te halen, kan de EU de door haarzelf geproduceerde uitstoot tegen die tijd met 25% of meer verminderen.
- (44) Ontvoling zal de zekerheidsrisico's op het gebied van fossiele brandstoffen aanzienlijk reduceren, maar grootschalige elektrificatie en gedecentraliseerde opwekking leveren andere problemen en kansen op. In de Energieroutekaart voor 2050 zullen deze kwesties nader worden behandeld.

### *Elektriciteitssector*

(45) Terwijl de uiteindelijke energievraag van alle sectoren aanzienlijk daalt, blijft de elektriciteitsconsumptie tot 2050 toenemen. Dit is het gevolg van twee trends die met elkaar in tegenspraak zijn:

- een sterkere verbetering van de efficiëntie aan de vraagzijde;
- vooral na 2025, een toenemende vraag van de verwarmings- en vervoerssector, die wordt uitgelokt door een ruime toepassing van efficiënte technologieën aan de vraagzijde (zoals plug-in hybride auto's, elektrische voertuigen, warmtepompen).

De snelheid waarmee de vraag toeneemt blijft echter vergelijkbaar met de historische trends van de laatste 20 jaar, ondanks de geleidelijke omschakeling van het vervoer en de verwarming van olie en gas op elektriciteit.

(46) Aan de aanbodzijde neemt het aandeel van de koolstofarme technologieën in de elektriciteitsmix (hernieuwbare energie, fossiele brandstoffen + CCS, kernenergie) snel toe van 45% op dit moment naar 60% in 2020 (als gevolg van de volledige uitvoering van het klimaat- en energiepakket), 75 tot 80% in 2030 en bijna 100% in 2050. Omdat koolstofarme elektriciteitstechnologieën worden gekenmerkt door hogere investeringsuitgaven en lagere brandstofkosten, zijn de investeringsuitgaven voor zowel de elektriciteitsopwekking als de uitbreiding van het net hoog. Evenals voor de andere sectoren is de belangrijkste beleidskwestie hoe die investeringen het best mogelijk kunnen worden gemaakt.

### *Vervoer*

(47) Energie-efficiëntie is een van de belangrijkste bijdragen aan het ontkolen van het vervoer. Uit analyse blijkt dat tot 2025, en ondanks de voortdurend toenemende vervoersdiensten, de verbeterde efficiëntie van voertuigen het voornaamste instrument is om de trend van toenemende broeikasgasemissies om te draaien en om de broeikasgasemissies van vervoer over land in 2030 terug te brengen tot onder het niveau van 1990. Deze efficiëntieverbeteringen gaan voor personenauto's na 2020 bijvoorbeeld verder dan de bestaande wetgeving op het gebied van CO<sub>2</sub>-uitstoot van auto's, waarbij geleidelijke hybridisering het voornaamste instrument is.

(48) Hoewel hybridisering tot 2025 belangrijk is vanuit een oogpunt van toegenomen efficiëntie, is het vanuit technologisch perspectief ook een essentiële stap om de overgang naar elektromobiliteit (elektrisch aangedreven voertuigen) na 2025 mogelijk te maken. Voor personenauto's is dit een belangrijke technologie die een zeer sterke vermindering van de uitstoot door de vervoerssector na 2030 mogelijk maakt. Voor de luchtvaart, en in mindere mate voor zware vrachtwagens, zouden biobrandstoffen een belangrijkere rol spelen, voornamelijk na 2030.

(49) Voor de luchtvaart worden biobrandstoffen na 2030 een belangrijke technologie voor broeikasgasreductie. In het wegvervoer vindt de sterkste toename van het gebruik van biobrandstoffen plaats in de periode tot 2020, wanneer het zaak is om de algemene doelstelling van 20% hernieuwbare energie en de specifieke doelstelling van 10% hernieuwbare energie voor de vervoerssector te bereiken. Na 2020 en tot 2050 is er nog steeds sprake van een absolute toename, maar deze blijft geringer dan in de periode 2005-2020 indien elektromobiliteit de markt succesvol binnendringt. Als dit echter niet het geval is, zouden biobrandstoffen belangrijker moeten worden om tot

dezelfde mate van uitstootreductie te komen. Een dergelijke toename van het gebruik van biobrandstoffen zou de druk op het landgebruik doen toenemen, waardoor ook de emissies van landgebruik en de druk op de biodiversiteit, het waterbeheer en het milieu in het algemeen zouden toenemen, aangenomen tenminste dat op land geproduceerde biobrandstoffen zouden worden gebruikt.

- (50) In alle geanalyseerde scenario's is er maar een gering effect op de totale vervoersbehoefte. Dit is ten dele een gevolg van de gebruikte modellen, waarbij de nadruk wordt gelegd op broeikasgasreducties en waarin geen ruimte is gemaakt voor specifiek vervoersbeleid om tot een efficiënter vervoerssysteem, verschuiving naar andere vormen van vervoer en terugdringing van verschillende andere problemen zoals congestie en luchtvervuiling te komen – allemaal voordelen die kunnen leiden tot extra voordelen op het gebied van vermindering van de uitstoot. Deze aspecten zullen uitvoeriger worden behandeld in de effectbeoordeling van het Witboek inzake vervoer.
- (51) Een vergelijking tussen verschillende scenario's laat zien dat er een duidelijke correlatie is tussen de uitstootvermindering in de vervoerssector en die in de elektriciteitssector. Als de vervoerssector zijn uitstoot vermindert door meer elektromobiliteit, stijgt het elektriciteitsgebruik, wat gevolgen zou hebben voor de uitstoot door de elektriciteitsproductie. Dus ook al is de vervoerssector niet opgenomen in de ETS, mettertijd zou deze de ontwikkelingen in de EU-ETS in toenemende mate beïnvloeden.

### *De gebouwde omgeving*

- (52) Verwarmen en koelen (twee derde) en water verwarmen en koken (meer dan 20%) zijn de belangrijkste energieverbruikers in deze sector; de rest is voornamelijk verlichting en elektrische apparaten.
- (53) De belangrijkste waargenomen trends zijn vergelijkbaar met die in de vervoerssector. Eerst wordt de totale vraag naar energie verminderd: de efficiëntie, en meer in het bijzonder de energieprestatie van gebouwen, wordt verbeterd doordat passieve huizen de norm worden en de energieprestatie van bestaande gebouwen sterk wordt verbeterd door verbouwingen. Dit betekent dat vrij aanzienlijke investeringen nodig zijn, die in de loop der tijd kunnen worden terugverdiend door lagere energierekeningen. Een belangrijke beleidsvraag is hoe de aanvankelijke financieringsobstakels kunnen worden overwonnen.
- (54) Evenals in de vervoerssector is er een belangrijke verschuiving wat betreft de brandstoffen die worden gebruikt, van olie, gas en kolen naar elektriciteit en hernieuwbare brandstoffen. Efficiënte warmtepompen spelen een belangrijke rol bij het vergroten van de efficiëntie van het eindgebruik en het verminderen van de koolstofintensiteit van brandstoffen door gebruikmaking van geothermische energie en elektriciteit. Bovendien vervangen biogas, biomassa en zonnewarmte in belangrijke mate fossiele brandstoffen.

### *Industrie*

- (55) De kosteneffectieve bijdrage van de energie-intensieve industrie zou in het effectieve-technologiescenario oplopen tot 35% emissiereductie in 2030 en tot 85 à 90% in 2050. Dit potentieel komt voort uit een combinatie van verdere afname van de

energie-intensiteit en de toepassing van CCS voor de resterende CO<sub>2</sub>-emissies van de energie-intensieve industrie (bijvoorbeeld procesemissies in de staal- en de cementindustrie) vanaf 2035.

- (56) Bij gefragmenteerde actie, wanneer de EU haar emissies in veel ruimere mate reduceert dan andere landen, zullen sommige industrieën profiteren van extra investeringen in een breed scala aan koolstofarme technologieën en een verbeterd concurrentievermogen vanwege de pioniersvoordelen.
- (57) Daarnaast is echter ook het effect van een ambitieuzer klimaatbeleid op energie-intensieve industrieën bekeken. De resultaten van eerdere macro-economische modellen zijn opnieuw bekeken en tot 2030 verder verfijnd. Daaruit bleek eens te meer dat het effect op de productieniveaus van energie-intensieve industrieën beperkt was en dat kosteloze toewijzing van emissierechten de energie-intensieve industrie in de ETS beschermt, ook al zou de EU ambitieuzere doelen nastreven in een wereld waarin andere regio's beperktere ambities hebben.
- (58) Niettemin is voor het beschreven verminderingspotentieel voor energie-intensieve industrieën na 2035 grootschalige introductie van CCS nodig, een technologie met weinig andere echte voordelen dan een lagere uitstoot van broeikasgassen, en die zowel extra investeringen als hogere exploitatiekosten met zich meebrengt.
- (59) Derhalve is een alternatief scenario geanalyseerd, waarbij de energie-intensieve industrie een lagere emissiereductie opgelegd zou krijgen en waarbij de uitstoot van de industrie dichterbij de resultaten van het referentiescenario blijft en er tegen 2050 geen uitstootvermindering met 86%, maar slechts met 50% zou worden bereikt, vooral omdat CCS niet de technologische norm zou worden voor procesgebonden emissies. In zo'n scenario zou de energie-intensieve industrie de extra kosten in verband met de invoering van CCS niet hoeven te dragen, die anders in het laatste decennium tot meer dan 10 miljard euro op jaarbasis zouden stijgen.

### *Emissies van de landbouw en andere niet-CO<sub>2</sub>-emissies*

- (60) Van 1990 tot 2005 zijn de niet-CO<sub>2</sub>-emissies met een kwart teruggebracht, aanzienlijk sneller dan de CO<sub>2</sub>-emissies. Op dit moment maken de emissies uit de landbouw (N<sub>2</sub>O en methaan) meer dan de helft uit van alle niet-CO<sub>2</sub>-emissies.
- (61) Niet-CO<sub>2</sub>-emissies uit andere sectoren dan de landbouw zullen volgens de prognoses aanzienlijk afnemen, met name vóór 2030. De voornaamste redenen zijn de N<sub>2</sub>O-reducties in de industriële sectoren die onder de ETS vallen, de reductie van de uitstoot van methaan als gevolg van de volledige tenuitvoerlegging van de afvalstortrichtlijn, de vermindering van de uitstoot van gefluoreerde koolwaterstoffen<sup>3</sup> en de vermindering van de methaanuitstoot door de mijnbouw, de energiesector en de industrie.
- (62) Met aanvullende maatregelen kunnen de emissies door landbouwsystemen tot 2030 verder dalen, maar daarna vertraagt deze daling. Met een uitstoot van ongeveer 330 miljoen ton in 2050, een derde lager dan die in 2005, neemt de landbouw in 2050

---

<sup>3</sup> De verordening inzake gefluoreerde broeikasgassen en de richtlijn betreffende emissies van klimaatregelingsapparatuur in motorvoertuigen.

ongeveer een derde van de resterende emissies in de EU voor haar rekening, waarmee dat aandeel ten opzichte van 2005 zal zijn verdriedubbeld. Dit wijst op de belangrijke rol die de landbouw speelt bij de ontkoling. Als de emissies tegen 2050 niet met een derde dalen ten opzichte van 2005, moeten andere sectoren nog grotere inspanningen leveren.

- (63) Tegelijkertijd groeit de vraag naar voedsel en verandert het voedingspatroon naar steeds koolstofintensiever voedsel, waardoor er grenzen zijn aan de reductie van de uitstoot door de landbouw, zo blijkt duidelijk uit de analyse. Een potentieel belangrijk element dat niet in de kwantitatieve beoordeling is meegenomen, zijn de mogelijke gevolgen van gedragsverandering waardoor de huidige trend zou worden omgedraaid in de richting van minder koolstofintensieve voedingspatronen. Op de langere termijn zou een overgang naar een gezonder voedingspatroon de uitstoot van methaan en distikstofoxide aanzienlijk kunnen reduceren en positieve effecten hebben op de vraag naar landbouwgrond.

### *Landgebruik, verandering van landgebruik en bosbouw*

- (64) Energie uit biomassa wordt een belangrijke component van de verwachte toename van het gebruik van hernieuwbare energie voor de komende tientallen jaren. In het referentiescenario verdubbelt de bio-energieproductie min of meer tussen 2010 en 2050. In het ontkolingsscenario verdriedubbelt de productie van bio-energie in diezelfde periode. Toegenomen voorziening met bio-energie komt voornamelijk voort uit een toegenomen productie van biobrandstoffen uit landbouwgewassen, toegenomen gebruik van landbouwresiduen, houtachtige biomassa en afvalstoffen.
- (65) De toenemende vraag naar biomassa zal effecten hebben op de manier waarop het land in de EU wordt gebruikt en tot op zekere hoogte concurreren met andere vormen van landgebruik, zoals voor de voedsel- en diervoederproductie en de papier- en timmerhoutproductie. Bovendien zou de productie zelf gevolgen kunnen hebben voor de broeikasgasemissies van de EU door een verandering van (1) de vereiste inputs in de landbouw, waardoor de emissies zouden kunnen toenemen (bv. toegenomen gebruik van kunstmest in de landbouw), (2) het landgebruik, waardoor een nettotoename van de broeikasgasemissies zou kunnen ontstaan (bv. veranderingen qua tempo van ontbossing of herbebossing of omzetting van grasland in bouwland), en (3) de bosbeheerpraktijken, waardoor de koolstofemissie en -absorptie van beheerde bossen verandert (bv. wijzigingen van de oogstcycli).
- (66) In Europa leiden landgebruik, verandering van landgebruik en bosbouw vooralsnog tot een netto vastlegging van koolstof, met name in bossen. Mettertijd zal deze netto-koolstofput naar verwachting aanzienlijk in omvang afnemen, omdat bossen rijpen en in toenemende mate geoogst zullen worden voor bio-energie, papierproductie en timmerhout. Terugdringing van de toename van de vraag naar primair hout, bijvoorbeeld door hergebruik van organisch afval, papier en houtproducten, zou deze afname van de netto-koolstofputfunctie op termijn kunnen verminderen.
- (67) De onzekerheden zijn groot, en de onderlinge relaties tussen energie, bosbouw en landbouwsector zijn complex, ook op wereldschaal. Aan de vraag van de EU naar bio-energie zal gedeeltelijk via invoer tegemoet worden gekomen, hetgeen tot geringere effecten in de EU zou leiden, maar tot potentieel sterkere effecten in derde landen. Het is duidelijk dat deze kwestie verdere aandacht en verder onderzoek vereist.



Productiviteitstoename in de landbouw zou heel belangrijk zijn om ervoor te zorgen dat aan de toegenomen vraag naar bio-energie tegemoet kan worden gekomen zonder al te negatieve effecten op ander eindgebruik van bosbouw- of landbouwproducten. Tot slot zal ook het effect van veranderingen in de beheerspraktijken op de biodiversiteit verdere aandacht vergen.

### ***Effecten op de werkgelegenheid***

- (68) De structurele veranderingen zullen naar verwachting geen of een licht positief effect hebben op het algemene werkgelegenheidscijfer (ten minste op de langere termijn), maar tussen of binnen sectoren worden aanzienlijke verschuivingen in de werkgelegenheid verwacht, mits het juiste arbeidsmarktbeleid wordt gevoerd. De ontwikkeling van beleid is van belang om ervoor te zorgen dat de algemene effecten positief zijn en dat de werkgelegenheid verschuift in de richting van sectoren en beroepen die innovatief zijn en een hoog groeipotentieel hebben. Uit de analyse blijkt dat de toegenomen investeringen in kapitaalintensieve goederen (apparatuur voor elektriciteitsopwekking, hernieuwbare energie, vervoersuitrusting, gebouwen en componenten voor de bouw) een hogere productie zal vereisen, niet alleen van de bouwsector, maar ook van een groot aantal be- en verwerkende industrieën.
- (69) De veranderingen van het energiesysteem, het vervoer en de woningsector, die de voornaamste bronnen van broeikasgasemissies zijn, zullen de vraag naar nieuwe vaardigheden en competenties doen toenemen. Dit is met name van belang in de energiesector, vanwege de enorme investeringen en de groei van de subsectoren hernieuwbare energie en energiebeheer. Er is vooral behoefte aan bijsturing en aanvulling van de vaardigheden van bestaande werknemers. Omscholing blijft echter niet beperkt tot sectoren die een lagere of hogere groei te zien geven, maar is ook nodig in sectoren die indirect betrokken zijn, zoals de banksector.
- (70) Bovendien kan het prijsbeleid ervoor zorgen dat inkomsten op een slimme manier gerecycled worden, waarbij de werkgelegenheid het meest gebaat is bij verlaging van de arbeidskosten. Nieuwe prijsbeleidsmaatregelen, zoals de veiling van emissierechten in sectoren die niet zijn blootgesteld aan internationale concurrentie of belastingheffing in niet-ETS-sectoren, kunnen samen met een daling van de arbeidskosten door recyclen leiden tot een netto-banengroei van 0,7% in vergelijking met het referentiescenario, ofwel een groei met iets meer dan 1,5 miljoen banen tegen 2020.

### ***Afgeleide voordelen in de vorm van luchtkwaliteit***

- (71) Er worden algemene voordelen voor de luchtkwaliteit waargenomen. De gemiddelde luchtvervuiling zou in 2030 65% lager zijn dan in 2005. In 2030 kunnen de jaarlijkse kosten voor de bestrijding van traditionele luchtvervuilende stoffen meer dan 10 miljard euro lager uitvallen, en in 2050 zou zelfs tot 50 miljard per jaar kunnen worden bespaard. Deze ontwikkelingen zouden ook de sterfte doen afnemen, hetgeen in 2030 tot een besparing van ongeveer 7 tot 17 miljard euro per jaar zou leiden, en in 2050 van 17 tot 38 miljard. Bovendien zou de volksgezondheid erop vooruitgaan, zodat de kosten voor de gezondheidszorg zouden dalen, evenals de schade aan ecosystemen, gewassen, materialen en gebouwen.
- (72)