

# Groene subsidies spelen hooguit ondersteunende rol in het klimaatbeleid

Klimaatbeleid is onontbeerlijk om de opwarming van de aarde te beperken. Beleidsmakers zetten daarbij in op een combinatie van het beprijzen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en het verstrekken van groene subsidies. Zijn zulke subsidies wel effectief?

## IN HET KORT

- Groene subsidies maken slechts beperkt deel uit van de optimale beleidsmix.
- Het beprijzen van CO<sub>2</sub> is voor de energietransitie belangrijker dan het verstrekken van subsidies.
- Groene subsidies kunnen bij ontstentenis van een CO<sub>2</sub>-heffing leiden tot perverse effecten.

## GERARD VAN DER MEIJDEN

Universitair hoofd-docent aan de Vrije Universiteit Amsterdam (VU)

## CEES WITHAGEN

Emeritus hoogleraar aan de VU

**A**ls de mensheid vijftig procent kans wil hebben om de klimaatverandering tot anderhalve graad te beperken, is er nog maar ruimte voor een uitstoot van 500 gigaton CO<sub>2</sub> (Nordhaus, 2017). Dat is zo'n veertien keer de jaarlijkse mondiale uitstoot. Zonder beleidsinterventie zal, volgens het klimaateconomiemodel DICE van William Nordhaus, de temperatuurstijging in 2100 meer dan vier graden bedragen, zelfs als daarbij de snelle kostendaling van hernieuwbare energie wordt meegenomen.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat er momenteel op beleidsniveau veel aandacht is voor de reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot. CO<sub>2</sub>-beprijzing is daarbij onontbeerlijk. Bij het ontbreken van een prijs voor CO<sub>2</sub> zal er te veel worden uitgestoten, hetgeen de maatschappelijke welvaart aantast omdat klimaatverandering negatieve gevolgen heeft – zoals vermindering van de biodiversiteit, lagere oogsten en meer ziektes.

Een CO<sub>2</sub>-prijs ter hoogte van de maatschappelijke koolstofkosten is dan nodig om de klimaatschade als gevolg van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (en de uitstoot van andere broeikasgassen) te internaliseren (Nordhaus, 2008). Vervuilers nemen deze kosten dan mee in hun productie- en consumptiebeslissingen. Economen spreken in dat geval van een extern effect, dat kan worden aangepakt door middel van beprijzing (Pigou, 1920).

Er zijn echter ook andere versturende factoren, zoals de onvolledige mededinging op de markten voor fossiele brandstoffen (denk aan de OPEC, zie Bencheekroun et al. (2020)), leereffecten in de productie van hernieuwbare energie (Rezai en Van der Ploeg, 2017) en de kennisuitstralings-effecten bij het ontwikkelen van groene technologieën (Dechezleprêtre et al., 2017). Op grond hiervan pleiten sommige beleidsmakers voor het ruimhartig verstrekken van groene subsidies. In dit artikel gaan wij in op de economische argumenten voor en tegen dergelijk beleid.

## Maatschappelijk optimum ('first-best')

Technologische ontwikkeling speelt een belangrijke rol in de transitie van fossiele brandstoffen naar hernieuwbare energie, en daarom kunnen subsidies – voor groen onderzoek en groene ontwikkeling (R&D) en voor de productie van hernieuwbare energie – bovenop de CO<sub>2</sub>-beprijzing nodig zijn.

## Subsidies voor groene R&D

Subsidies voor groene R&D zijn gewenst omdat de opgedane kennis ook elders en in de toekomst van nut kan zijn (het 'kennisuitstralings-effect'). Onderzoekers en producenten maken gebruik van ideeën uit het verleden, zonder de ontwikkelaars van deze ideeën hiervoor financieel te belonen. Zonder subsidies aan onderzoek zal er hierdoor te weinig aan R&D worden gedaan (Greaker en Popp, 2022). Daarnaast kunnen kapitaalmarktfricties een reden zijn voor R&D-subsidies, vooral in een vroeg stadium van het onderzoeksproces en voor kleine bedrijven (Howell, 2017).

Bij groene R&D spelen de kennisuitstralings-effecten een grotere rol dan bij andere R&D. Ten eerste is er empirisch aangetoond dat groene R&D meer uitstralings-effecten oplevert dan 'grijze' R&D, die niet gericht is op duurzaamheid of op terugbrengen van emissies van broeikasgassen (Dechezleprêtre et al., 2017). Ten tweede is de waarde van groene R&D hoger, omdat het marktaandeel van de groene sectoren stijgt in de loop van de tijd, als gevolg van de energietransitie. Fossiele technologieën worden immers uitgefaseerd – zodat de kennisuitstralings-effecten op dit gebied van minder maatschappelijke waarde zijn dan die in de groene sectoren (André en Smulders, 2014; Greaker et al., 2018).

### Subsidies voor productie van hernieuwbare energie

Voor het bereiken van het sociaal optimum zijn er ook subsidies voor de productie van hernieuwbare energie nodig. Ten eerste gaat de productie van hernieuwbare energie gepaard met leereffecten (*'learning by doing'*), waardoor de productiekosten afnemen. De Wet van Swanson stelt bijvoorbeeld dat de prijs van zonnepanelen met twintig procent daalt voor iedere verdubbeling van het geïnstalleerde opwekkingsvermogen (The Economist, 2012). De baten van deze leereffecten kunnen grotendeels niet door de producenten zelf worden toegeëigend, waardoor een productiesubsidie uit maatschappelijk oogpunt gewenst is (Goulder en Mathai, 2000). In het sociaal optimum is de subsidie op korte termijn substantieel, en neemt deze in de loop der tijd geleidelijk af (Rezai en Van der Ploeg, 2017).

Een tweede reden voor het verstrekken van groene productiesubsidies is het bestaan van indirecte netwerkeffecten. Van dergelijke effecten wordt er gesproken indien de baten van aanschaf of investering aan de ene kant van de markt afhangen van de aangeschafte voorraad of geïnvesteerde hoeveelheid aan de andere kant. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de aanschaf van elektrische auto's en de investeringen in laadstations. Li et al. (2017) concluderen dat een toename van het aantal laadstations met tien procent leidt tot een stijging van de vraag naar elektrische auto's met acht procent. Greaker (2021) laat zien dat indirecte netwerkeffecten in de markt voor elektrische auto's gecorrigeerd kunnen worden met een (toetredings)subsidie voor laadstations.

In feite is er nog een derde reden voor een subsidie op de productie van hernieuwbare energie: octrooien leiden tot marktmacht, en derhalve tot een te lage productie. Dit effect verschilt echter niet wezenlijk tussen de groene en andere sectoren.

Een mogelijk probleem bij het verstrekken van subsidies is dat deze terecht kunnen komen bij personen of organisaties die ook de beoogde stappen zouden hebben gezet als er geen subsidie was, zie Vollebergh (2020) en Valkengoed en Van der Werff (2022). Verder bestaan er ook zogenaamde perverse subsidies, die schadelijk zijn voor het milieu. Zie kader 1.

### Eerst de stok, dan de wortel

Inmiddels bestaat er een brede consensus dat CO<sub>2</sub>-beprijzing (de stok) essentieel is, en de rol van groene subsidies (de wortel) beperkt. In een invloedrijke studie maken Fischer en Newell (2008) een rangschikking van zes verschillende beleidsinstrumenten naar efficiëntie en effectiviteit (ofte wel emissiereductie). Hierin staat emissiebeprijzing bovenaan, terwijl subsidies voor groene energie en groene R&D respectievelijk op de voorlaatste en laatste plaats prijken.

De belangrijkste reden is dat een CO<sub>2</sub>-prijs niet alleen prikkels geeft aan fossiele energieproducenten om hun emissie-intensiteit te verlagen, maar ook aan consumenten om energie te besparen. En bovendien ook aan producenten van hernieuwbare energie om zowel te investeren in productiecapaciteit als in R&D om hun kosten te verlagen.

In een meer recente studie houdt Hart (2019) er rekening mee dat de financiering van subsidies leidt tot efficiëntieverliezen. Op basis van een gekalibreerde versie van zijn model concludeert hij dat emissiebeprijzing veel belangrij-

ker is dan het geven van groene subsidies. Een overheid die geen belasting kan heffen, is slechts in staat om 36 procent te realiseren van de potentiële welvaartswinst die ontstaat door het bijsturen van de economie. Voor een overheid die geen subsidies kan geven, maar wel de CO<sub>2</sub>-uitstoot kan beprijsen, is dit maar liefst 91 procent.

In een model met gerichte technologische verandering trekken Acemoglu et al. (2012; 2016) een tegengestelde conclusie. In hun model convergeert de economie naar een volledig grijs of naar een volledig groen evenwicht – afhankelijk van de initiële relatieve kennisvoorraden in de twee sectoren. Tijdelijke subsidies voor groene R&D zijn dan voldoende om de economie bij te sturen van een grijs naar een groen evenwicht, en aldus een klimaatcatastrofe te voorkomen. De CO<sub>2</sub>-prijs in het optimum is laag, om de productie aanvankelijk niet te veel te verstoren. Pottier et al. (2014) en Hart (2019) laten echter zien dat de resultaten niet robuust zijn, omdat Acemoglu et al. (2012; 2016) veronderstellen dat grijze en groene goederen zeer goede substituten zijn en er geen 'kennisuitstralingseffecten' tussen de twee sectoren zijn.

Groene subsidies dienen daarom vooral aanvullend op emissiebeprijzing gebruikt te worden. In de praktijk blijkt het echter lastig om CO<sub>2</sub>-heffingen in te voeren, voornamelijk vanwege politieke redenen (Van der Ploeg, 2021). Politici nemen daarom vaak hun toevlucht tot groene subsidies (zoals de SDE++-regeling en de verschillende subsidieregelingen voor elektrische auto's), zonder deze te combineren met significante CO<sub>2</sub>-beprijzing. Bij dit goedbedoelde, suboptimale beleid ligt echter de zogenaamde groene paradox op de loer.

### De groene paradox

De groene paradox treedt op indien beleid dat erop gericht is om de toekomstige vraag naar fossiele brandstoffen te beperken, leidt tot een versnelde uitputting van fossiele reserves. Een overzicht van de literatuur over de groene paradox is te vinden in Van der Ploeg en Withagen (2015).

De groene paradox werkt aldus: Neem aan dat het aan-

### Perverse subsidies fossiele brandstoffen

KADER 1

In de klimaatdiscussie komen ook subsidies op fossiele brandstoffen steeds weer terug. Deze subsidies stimuleren de uitstoot van CO<sub>2</sub>, en zijn dus slecht voor het klimaat. Het gaat om alle overheidsmaatregelen die direct of indirect de consumentenprijs onder, of de producentenprijs boven het marktniveau houden. Zij drijven de productie op, en verergeren derhalve de milieuschade die gepaard gaat met de uitstoot van CO<sub>2</sub>.

Van Beers et al. (2009) beschouwen acht specifieke vormen van subsidies, en concluderen dat het in 2002 afschaffen van deze subsidies er toe had kunnen leiden dat dertig procent van de toen ten doel gestelde reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot zou zijn gerealiseerd in 2009. Ook internationaal is er veel aandacht voor perverse subsidies. Koplou en Steenblik

(2022) maken schattingen voor 2021, en stellen dat milieuschadelijke subsidies zo'n twee procent van het mondiale bbp bedragen. De subsidie voor fossiele brandstoffen bedraagt 640 miljard dollar, wat bijna tien maal zo veel is als alle opbrengsten van CO<sub>2</sub>-beprijzing; landbouw krijgt 540 miljard dollar, meer dan veertig procent van de toegevoegde waarde van de landbouw in de OESO; en ook voor water, transport en de bouw gaat het om aanzienlijke bedragen. Taylor (2020) komt op 634 miljard dollar aan subsidies voor de energiesector, waarvan zeventig procent naar fossiele brandstoffen ging. De bedragen zijn dus enorm. Het afschaffen van de subsidies op fossiele brandstoffen stuit echter vaak op politieke problemen, zoals angst voor het verlies van banen en hogere energieprijzen (Timperley, 2021).

bod van olie afkomstig is uit een aantal bestaande bronnen, die alle kosteloos kunnen worden geëxploiteerd. De eigenaren zijn prijznemers op de wereldoliemarkt. Er is een perfect substituuut voor olie beschikbaar (hernieuwbare energie zoals zon, wind of biomassa) dat onbeperkt kan worden geproduceerd tegen een gegeven prijs. In het marktevenwicht groeit de marktprijs van olie dan met een percentage dat gelijk is aan de constant veronderstelde rentevoet. Als de marktprijs immers minder snel stijgt, kun je beter nu alles verkopen en beleggen. En vice versa: als de olieprijs minder snel stijgt, kan je beter nu niets verkopen en later alles. Dit is de Regel van Hotelling, die nodig is voor een evenwicht tussen vraag en aanbod, en geldt tot aan het moment waar de kostprijs van het substituuut wordt bereikt. Dat is ook het moment waarop alle oliebronnen volledig zijn uitgeput.

Een subsidie op hernieuwbare energie verlaagt de prijs van het perfecte substituuut. Omdat de prijs op de markt blijft voldoen aan de Hotelling-regel, daalt de huidige olieprijs en zal er meer olie op de markt komen, waardoor de oliebronnen eerder uitgeput zullen raken. De goedbedoelde subsidie leidt daarmee tot een versnelling van de klimaatverandering.

### Theorie

Het optreden van de groene paradox is in een realistisch theoretisch model van vele factoren afhankelijk. Maar steeds blijkt een subsidie op hernieuwbare energie hooguit *second-best*.

De theorie kent drie gradaties van de groene paradox: de zwakke groene paradox, waarbij er initieel een groter aanbod van olie komt en dus van CO<sub>2</sub>-uitstoot, de sterke groene paradox, waarbij de verdisconteerde waarde van de klimaatschade toeneemt, en de supersterke groene paradox, waarbij de welvaart afneemt, die gedefinieerd wordt als de som van het consumenten- en producentensurplus, en verminderd met de verdisconteerde waarde van de klimaatschade. De bespreking in dit artikel richt zich op de zwakke en sterke groene paradox, omdat voor de supersterke variant er kennis over preferenties nodig is.

Elk van de veronderstellingen voor de groene paradox is aanvechtbaar. Wij lichten er drie uit. Ten eerste, wanneer overheden invloed uitoefenen op de exploitatie, kunnen ook niet-economische overwegingen een rol spelen bij de winning van fossiel. Denk aan geopolitieke spanningen ('Oekraïne') of lokale belangen ('Groningen'). Wat betreft Oekraïne, wijzen Witajewski-Baltvilks en Jeszke (2022) erop dat het plan van de G7 en de EU om de import van Russische olie te beperken, gecombineerd zou kunnen worden met het aankondigen van stringent klimaatbeleid. Dit zou ertoe kunnen leiden dat olieproducenten op korte termijn de markt gaan overspoelen met goedkope fossiele brandstoffen, waardoor Poetin zijn olie- en gasbaten deels ziet verdampen.

Ten tweede spelen extractiekosten een rol indien deze afhangen van de nog resterende inhoud van de bron. Dan zal nog steeds de zwakke groene paradox optreden, maar wordt de kans op de sterke en supersterke groene paradox kleiner, omdat er – bij voldoende verlaging van de kosten van vernieuwbare hulpbronnen – door de aanbieders meer

in de grond gelaten zal worden (men spreekt van *stranded assets*). Een dergelijk verschijnsel doet zich ook voor als verschillende soorten olie verschillende marginale extractiekosten hebben. Een subsidie op hernieuwbare energie leidt er dan bijvoorbeeld toe dat de olie in Saudi-Arabië sneller wordt opgepompt, maar dat een groter deel van de schalieolie en teerzanden in Noord-Amerika in de grond blijft.

Ten derde is de marktstructuur voor fossiele brandstoffen moeilijk te kenschetsen als 'volledige mededinging'. Almoguera et al. (2011) stellen dat het gedrag van de OPEC het best beschreven kan worden als een Cournot-concurrentie in de aanwezigheid van een groot aantal kleine niet-OPEC-producenten. In navolging daarvan bestuderen Benckroun et al. (2022) een model met een groot aantal kleine aanbieders van fossiele brandstoffen (de marge), die elk prijznemer zijn, en met een groot aantal producenten van hernieuwbare bronnen die ook prijznemer zijn, en willekeurig grote hoeveelheden kunnen produceren tegen een vaste prijs, en met een beperkt aantal oligopolisten, die elk het aanbod van alle andere spelers als gegeven nemen (zij spelen dus *Cournot*). De extractiekosten van fossiele brandstoffen hangen af van de nog resterende voorraden in de bronnen, en de extractiekosten per eenheid hangen positief af van de extractievoet. Dit model leent zich dus voor velerlei marktvormen en winningstechnologieën. De auteurs leiden het dynamische marktevenwicht af in kwalitatieve zin. Daarnaast voeren zij een aantal simulaties uit met realistische modelparameters, gebaseerd op de beschikbare data.

Het evenwicht dat tot stand komt, wordt gekarakteriseerd door een beginfase met simultaan aanbod van fossiel door de oligopolisten en de marge, tegen een prijs die onder de kostprijs van hernieuwbare energie ligt. Daarna komt er een tweede fase met limietprijzetting ('*limit pricing*'), dat wil zeggen een marktprijs van olie gelijk aan de kostprijs van hernieuwbare energie. Deze fase bestaat uit twee deelfasen, namelijk in eerste instantie zonder hernieuwbare hulpbronnen (die werden aanvankelijk van de markt weggehouden), en in tweede instantie met hernieuwbare. Er wordt vervolgens aandacht geschonken aan de groene paradox. Voor het gekalibreerde model blijkt het al dan niet optreden van de zwakke groene paradox afhankelijk te zijn van de hoogte van de subsidie. Tevens wordt er aangetoond dat ook de parameters van de extractiekosten en de marktstructuur een grote rol spelen.

### Empirie

Er lijkt bescheiden empirisch bewijs te zijn voor het bestaan van de groene paradox. Voor zover wij weten, zijn er slechts drie empirische studies over de groene paradox gepubliceerd. Ten eerste hebben Di Maria et al. (2014) een empirische toets van de zwakke groene paradox uitgevoerd door gebruik te maken van het in 1990 aangekondigde *Acid Rain Program* (ARP), bestaande uit een systeem van verhandelbare SO<sub>2</sub>-emissierechten. Zij vinden dat de aankondiging leidde tot een daling van de steenkoolprijs, en tot een stijging van het gebruik van steenkool door kolencentrales met flexibele contracten. Grafton et al. (2014) hebben vervolgens gekeken naar het effect van subsidies voor biobrandstof in de Verenigde Staten. Zij vinden bewijs voor de *zwakke groene paradox*, en stellen dat zich moge-

lijk een *sterke groene paradox* voordoet indien de uitstoot van biobrandstof niet voldoende lager is dan die van fossiele brandstoffen. Ten slotte bekijkt Lemoine (2017) de effecten van het onverwacht sneuvelen van een systeem van verhandelbare emissierechten voor broeikasgassen, dat in 2013, eveneens in de Verenigde Staten, ingevoerd zou worden. Hij vindt dan een stijging van de prijs en een daling van het aanbod van steenkool. Dit is in overeenstemming met de groene paradox, aangezien het hierbij gaat om een plotselinge verlaging van de verwachte toekomstige CO<sub>2</sub>-prijs.

## Conclusie en discussie

Groene subsidies maken deel uit van de optimale beleidsmix in de strijd tegen klimaatverandering. Het beprijsen van CO<sub>2</sub> is echter belangrijker voor de energietransitie dan het verstrekken van subsidies. Bovendien kunnen groene subsidies bij ontstentenis van significante CO<sub>2</sub>-beprijzing leiden tot een versnelde uitputting van fossiele reserves.

In onze analyse zijn wij er steeds van uitgegaan dat er voor gegeven parameterwaarden een uniek marktevenwicht bestaat. Voorzichtigheid is geboden indien dit niet het geval is. In een recente studie betogen Van der Ploeg en Venables (2022) dat er, behalve beprijsen en subsidiëren, ook 'radicaal' (in tegenstelling tot 'marginaal') klimaatbeleid gevoerd moet worden indien er sprake is van het bestaan van meerdere marktevenwichten. Een veelvoud aan evenwichten kan zich bijvoorbeeld voordoen als gevolg van *peer*-effecten aan de vraagkant, zoals bij de aanschaf van zonnepanelen (Wolske et al., 2020), of door schaalvoordelen in de productie van hernieuwbare energie (Schmidt en Marschinski, 2009). Soms spelen 'zichzelf-ervullende profetieën' een rol bij de selectie van het evenwicht dat tot stand komt. Indien investeerders geloven dat het fossiele tijdperk snel ten einde zal komen, loont het niet meer om te investeren in betere fossiele technologieën, waardoor fossiele energie inderdaad relatief duurder wordt ten opzichte van hernieuwbare (Van der Meijden en Smulders, 2017). Met radicaal of *transformatief* beleid kan de economie van een grijs naar een groen evenwicht worden geduwd.

## Literatuur

Acemoglu, D., P. Aghion, L. Bursztyn en D. Hémous (2012) The environment and directed technical change. *The American Economic Review*, 102(1), 131–166.

Acemoglu, D., U. Akcigit, D. Hanley en W. Kerr (2016) Transition to clean technology. *Journal of Political Economy*, 124(1), 52–104.

Almoguera, P. A., C.C. Douglas en A.M. Herrera (2011) Testing for the cartel in OPEC: non-cooperative collusion or just non-cooperative? *Oxford Review of Economic Policy* 27, 144–168.

André, F.J. en S. Smulders (2014) Fueling growth when oil peaks: directed technological change and the limits to efficiency. *European Economic Review*, 69, 18–39.

Beers, C. van, en J.C.J.M. van den Bergh (2009) Environmental harm of hidden subsidies: Global warming and acidification. *Ambio*, 38(6), 339–341.

Beers, C. van, J.C.J.M. van den Bergh, A. de Moor en F. Oosterhuis (2007) Determining the environmental effect of indirect subsidies: Integrated method and application to the Netherlands. *Applied Economics* 39(19), 2465–2482.

Benckroun, H., G. van der Meijden en C. Withagen (2020) OPEC, unconventional oil and climate change—On the importance of the order of extraction. *Journal of Environmental Economics and Management* 104, 102384.

Dechezleprêtre, A., R. Martin en M. Mohnen (2017) *Knowledge spillovers from clean and dirty technologies*. GRI Working Paper, 135. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Te vinden op [ideas.repec.org](https://ideas.repec.org).

Di Maria, C., I. Lange en E. van der Werf (2014) Should we be worried about

the green paradox? Announcement effects of the Acid Rain Program. *European Economic Review*, 69, 143–162.

Fischer, C. en R.G. Newell (2008) Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(2), 142–162.

Goulder, L.H. en K. Mathai (2000) Optimal CO<sub>2</sub> abatement in the presence of induced technological change. *Journal of Environmental Economics and Management*, 39(1), 1–38.

Grafton, R.Q., T. Kompas, N.V. Long en H. To (2014) US biofuels subsidies and CO<sub>2</sub> emissions: An empirical test for a weak and a strong green paradox. *Energy Policy*, 68, 550–555.

Greaker, M. (2021) Optimal regulatory policies for charging of electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 97, 102922.

Greaker, M. en D. Popp (2022) Environmental economics, regulation, and innovation. NBER Working Paper, 30415.

Greaker, M., T.-R. Heggedal en K.E. Rosendahl (2018) Environmental policy and the direction of technical change. *The Scandinavian Journal of Economics*, 120(4), 1100–1138.

Hart, R. (2019) To everything there is a season: Carbon pricing, research subsidies, and the transition to fossil-free energy. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(2), 349–389.

Howell, S.T. (2017) Financing innovation: Evidence from R&D grants. *The American Economic Review*, 107(4), 1136–1164.

Koplow, D. en R. Steenblik (2022) *Protecting nature by reforming environmentally harmful subsidies: The role of business*. Earth Track Publicatie, februari. Te vinden op [www.earthtrack.net](https://www.earthtrack.net).

Lemoine, D. (2017) Green expectations: Current effects of anticipated carbon pricing. *The Review of Economics and Statistics*, 99(3), 499–513.

Li, S., L. Tong, J. Xing en Y. Zhou (2017) The market for electric vehicles: Indirect network effects and policy design. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 4(1), 89–133.

Meijden, G. van der, en S. Smulders (2017) Carbon lock-in: The role of expectations. *International Economic Review*, 58(4), 1371–1415.

Nordhaus, W. (2008) *A question of balance: Weighing the options on global warming policies*. New Haven: Yale University Press.

Nordhaus, W.D. (2017) Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(7), 1518–1523.

Pigou, A.C. (1920) *The economics of welfare*. Londen: Macmillan.

Ploeg, F. van der (2021) Climate policies: Challenges, obstacles and tools. *National Institute Economic Review*, 258, 12–27.

Ploeg, F. van der, en A.J. Venables (2022) *Obstacles and the need for radical climate policies*. Informatie te vinden op [www.ecb.europa.eu](https://www.ecb.europa.eu).

Ploeg, F. van der, en C. Withagen (2015) Global warming and the green paradox: A review of adverse effects of climate policies. *Review of Environmental Economics and Policy*, 9(2), 285–303.

Pottier, A., J.-C. Hourcade en E. Espagne (2014) Modelling the redirection of technical change: The pitfalls of incorporeal visions of the economy. *Energy Economics*, 42, 213–218.

Rezai, A. en F. van der Ploeg (2017) Second-best renewable subsidies to de-carbonize the economy: Commitment and the green paradox. *Environmental and Resource Economics*, 66(3), 409–434.

Schmidt, R.C. en R. Marschinski (2009) A model of technological breakthrough in the renewable energy sector. *Ecological Economics*, 69(2), 435–444.

Taylor, M. (2020) *Energy Sector Subsidies - A look at the first estimate of their total value*. IRENA insights webinar series. Te vinden op [irena.org](https://irena.org).

The Economist (2012) Sunny uplands. *The Economist*, 21 november.

Timperley, J. (2021) Why fossil fuel subsidies are so hard to kill. *Nature*, 598, 403–405.

Valkengoed, A. en E. van der Werff (2022) Are subsidies for climate action effective? Two case studies in 15, pp. 360–394. Netherlands. *Environmental Science and Policy* 127, 137–145.

Vollebergh, H. (2020) *De energie-investeringsaftrek: Freeriding binnen de perken*. PBL Policy Brief, 3772.

Witajewski-Baltvilks, J. en R. Jeszke (2022) *How the green paradox and climate policy can become Putin's nightmare*. Artikel op [www.euractiv.com](https://www.euractiv.com), 26 april.

Wolske, K.S., K.T. Gillingham en P.W. Schultz (2020) Peer influence on household energy behaviours. *Nature Energy*, 5(3), 202–212.