

# Wil de luchtvaart blijven vliegen dan moet zij rap verduurzamen

Het tempo waarin het lukt om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart te verminderen, bepaalt de ruimte om te blijven vliegen. Een overzicht van de beleidsopties voor verduurzaming.

## IN HET KORT

- Een versnelling is nodig om de nationale ambitie van halvering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart in 2050 te halen.
- Verduurzaming kan onder meer plaats vinden via het bijmengen van duurzame brandstof, beprijzing en volumebeperking.
- Om het klimaat effect van de luchtvaart volledig te reduceren, moet ook de uitstoot van stoffen anders dan CO<sub>2</sub> omlaag.

## GABRIELLE UITBEIJERSE

Onderzoeker bij het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

## GERBEN GEILENKIRCHEN

Onderzoeker bij het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)

## HANS HILBERS

Programmaleider Mobiliteit bij het PBL

In de Nederlandse Klimaatwet is vastgelegd dat in 2050 de uitstoot van broeikasgassen minimaal 95 procent onder het niveau moet liggen van 1990. Het kabinet-Rutte IV ambieert dat Nederland in 2050 volledig klimaatneutraal zal zijn. De uitstoot van de internationale luchtvaart wordt niet meegerekend in de nationale uitstootcijfers, maar toch erkent men wereldwijd de noodzaak om het klimaat effect van de luchtvaart te verminderen. Het vorige kabinet heeft in de Luchtvaartnota 2020–2040 (IenW, 2020) de ambitie geformuleerd om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart in 2050 te halveren ten opzichte van 2005. Dat is overigens nog steeds boven het niveau van 1990, en minder stringent dan het nationale reductiedoel van 95 procent. Voor 2070 streeft de Luchtvaartnota naar nul-emissie, zonder compensatiemogelijkheden. Ook internationaal worden de ambities aangescherpt. De wereldwijde luchtvaartsector ATAG scherpte in het najaar van 2021 de eigen doelstelling aan naar een netto nul CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2050, waarbij men ervan uitgaat dat negentien procent van de doelstelling mogelijk wordt gemaakt door compensatie en CO<sub>2</sub>-afvang (ATAG, 2021).

Om uiteindelijk klimaatneutraal te kunnen vliegen is zeker een uitdaging. Terwijl de nationale CO<sub>2</sub>-uitstoot momenteel al onder het niveau van 1990 ligt, is die bij de luchtvaart vanuit Nederland tussen 1990 en 2019 toegenomen van circa vijf megaton naar circa twaalf megaton per jaar (figuur 1). Daar bovenop hebben ook waterdamp, stikstofoxiden, roetdeeltjes, sulfaat en de condenssporen

hoog in de atmosfeer een wezenlijke invloed op de opwarming van de aarde. De klimaat effecten hiervan zijn lastig te kwantificeren, omdat deze afhankelijk zijn van de interactie met andere stoffen en van de verzadiging van de lucht (Lee et al., 2021). De werkwijzer voor luchtvaartspecifieke MKBA's adviseert er van uit te gaan dat de effecten op het klimaat van de andere uitstoot door de luchtvaart net zo groot zijn als die van de CO<sub>2</sub>-emissies zelf (Lieshout et al., 2021). De impact op de opwarming van de aarde zou dan dus twee keer zo groot zijn als de figuur toont.

Voor het behalen van de ambities uit de Luchtvaartnota is een versnelling van de CO<sub>2</sub>-reductie nodig ten opzichte van wat er bij huidige beleidsinspanningen wordt voorzien. Door de coronacrisis daalde de uitstoot in Nederland in 2020 weliswaar naar een kleine zeven megaton per jaar, maar bij ongewijzigd beleid is de verwachting dat de sector zich in de komende jaren zal herstellen, waardoor de uitstoot op termijn weer verder zou kunnen groeien tot circa veertien megaton in 2030 en vijftien megaton in 2040 (PBL et al., 2021).

Of de luchtvaart weer gaat groeien, hangt sterk af van de vraag naar vlieg reizen en de ruimte die geboden gaat worden. Volgens het Coalitieakkoord (2021) gaat het nieuwe kabinet een integrale oplossing zoeken die zekerheid en perspectief biedt voor zowel de hubfunctie van Schiphol als de omgeving van de luchthaven. Om het halen van de klimaatdoelen te borgen worden er voorstellen voor een CO<sub>2</sub>-plafond uitgewerkt. Welke omvang van de luchtvaart in Nederland daaronder past, is afhankelijk van de snelheid waarin de luchtvaart verduurzaamt. In dit artikel bespreken we wat de beleidsopties zijn om het klimaat effect van de luchtvaart te verminderen.

## Verminderen van klimaat effect luchtvaart

De CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart wordt bepaald door drie aspecten: het vervoersvolume, de (energie) efficiëntie en het type energiedrager dat wordt gebruikt.

Het vervoersvolume (afgelegde reizigers- en vrachtkilometers in vluchten vanaf Nederland) is tussen 1999 en 2019 met 85 procent toegenomen (Uitbeijerse en Hilbers, 2018; CBS Statline, 2021a; 2021b). De vraag naar luchtvaart lijkt te blijven groeien (PBL et al., 2021), maar de mate waarin dat gebeurt hangt af van hoeveel ruimte daarvoor wordt geboden, en wat de gevolgen zijn van aangescherpt (klimaat) beleid.

Het energiegebruik per afgelegde afstand – het tweede aspect – is in twintig jaar tijd met zo'n dertig procent afgenomen doordat de nieuwe vliegtuigen energiezuiniger zijn en de bezettingsgraad van vliegtuigen is toegenomen (Uitbeijerse en Hilbers, 2018). De komende decennia wordt er een verdere verbetering van de vervoersefficiëntie verwacht, door een (bescheiden) verhoging van de bezettingsgraad, de instroom van zuiniger vliegtuigen en door beter lucht-ruimmanagement (zoals via de Single European Sky). Bij een voortvarend herstel van de coronacrisis zal deze toegenomen energie-efficiëntie niet voldoende zijn om de energiebehoefte van de luchtvaart te laten dalen.

Het laatste aspect is de gebruikte energiedrager. Door gebruik te maken van alternatieve brandstoffen zoals duurzame biobrandstoffen, synthetische kerosine of – op termijn – groene waterstof, kan de uitstoot van broeikasgassen per gebruikte energie-eenheid dalen. Als het gebruik van fossiele brandstof verminderd moet worden en de alternatieve brandstoffen duurder zijn, kan dat de sector ook prikkelen om de efficiëntieverbetering te versnellen of via hogere ticketprijzen de vraag naar luchtvaart te verkleinen.

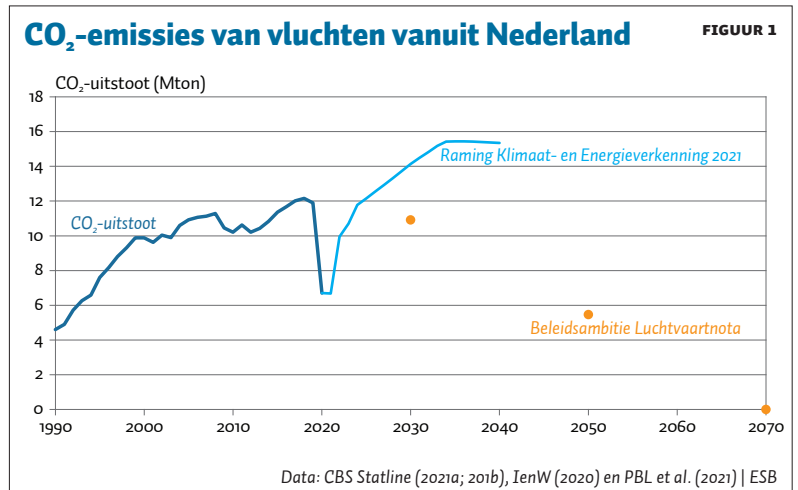
Een andere energiedrager is echter geen volledige oplossing voor de uitstoot. De niet aan CO<sub>2</sub> gerelateerde klimaateffecten zijn ook afhankelijk van factoren als de gevlogen hoogte en de atmosferische omstandigheden in de lucht. Bij verbranding van hernieuwbare brandstoffen blijven deels de niet aan CO<sub>2</sub> gerelateerde klimaateffecten bestaan, al zijn die bij sommige toepassingen wel geringer dan bij het gebruik van fossiele brandstoffen.

## Volumebeleid

Momenteel wordt er door internationale beleidsmakers op verschillende niveaus gewerkt aan een breed palet aan beleidsmaatregelen die de reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot moeten versnellen, zoals via het faciliteren van alternatieve modaliteiten, de financiering van innovaties, optimalisering van het luchtruim, en het volumebeleid en prijsbeleid. We bespreken een aantal beleidsmaatregelen die momenteel reeds gelden of zijn aangekondigd in de Europese of nationale beleidsvoorstellen.

Een generiek instrument dat in Nederland wordt gebruikt om de leefomgevingseffecten van de luchtvaart te verminderen, is het beperken van de luchthavencapaciteit. In de luchthavenbesluiten van Schiphol, Eindhoven en Rotterdam–The Hague Airport is er vastgelegd hoeveel vliegbewegingen er maximaal mogen plaatsvinden. Dit capaciteitsplafond is primair bedoeld om de geluidsbelasting voor de omgeving te beperken. De limiet bepaalt het aantal vliegtuigen dat mag opstijgen en landen, maar niet specifiek hoeveel geluidsbelasting deze mogen produceren. Er is daarmee geen stimulans om stiller te gaan vliegen. Ook bevat dit instrument geen prikkel om de CO<sub>2</sub>-emissies te beperken.

Een plafond voor de CO<sub>2</sub>-emissie van vertrekkende vluchten kan effectiever zijn in het beperken van de emissies. De CO<sub>2</sub>-uitstoot mag dan niet hoger zijn dan het gestelde niveau: namelijk de CO<sub>2</sub>-ambities zoals bepaald in de Luchtvaartnota. Daarmee kan het plafond garanderen dat die CO<sub>2</sub>-doelen gehaald worden. Wanneer het tempo



waarmee de luchtvaart verduurzaamt in lijn is met de ruimte voor CO<sub>2</sub>-uitstoot, dan is het plafond niet beperkend voor de omvang. Echter, wanneer de verwachte uitstoot hoger is dan past binnen het plafond, beperkt dit hoe vaak en hoe ver er gevlogen kan worden. Op dit moment doet het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat onderzoek naar de mogelijke vormgeving en effecten van een nationaal CO<sub>2</sub>-plafond voor vertrekkende vluchten (IenW, 2021). Een dergelijk plafond kan als een belangrijke stok achter de deur fungeren.

Als internationaal de verduurzaming van de luchtvaart sterk achterblijft, bestaat er bij zo'n CO<sub>2</sub>-plafond voor vertrekkende vluchten wel een risico op weglekeffecten. Passagiers en vracht zouden kunnen uitwijken naar andere luchthavens. Het klimaateffect van nationaal beleid kan hierdoor aanzienlijk lager uitvallen dan beoogd. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de studie naar de effecten van beleidsalternatieven in de verkiezingsprogramma's van politieke partijen (PBL, 2021a). Het uitwijken naar andere luchthavens kan echter ook anders uitpakken wanneer ook voor die andere luchthavens beperkingen komen wat betreft het aantal vluchten of vanwege ambitieus klimaatbeleid.

## Vermijden van korte vluchten

Een veelgenoemde maatregel voor het reduceren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart is het stimuleren van snelle internationale treinverbindingen, waarmee men kortere vluchten (tot circa 750 kilometer) zou kunnen vermijden. Die korte vluchten zijn goed voor zo'n acht procent van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van vertrekkende vluchten (Uitbeijerse, 2020). De maatregel vraagt om investeringen in het spoor en inspanningen om de frequentie en het comfort van internationale treinreizen te verbeteren.

Investeringen in spoorverbindingen zijn echter niet per definitie zinvol voor het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (Behrens et al., 2021). Dit hangt af van welke emissies in de keten je meerekent (Jiang et al., 2021). Bovendien leiden snellere en betere treinverbindingen niet automatisch tot minder vluchten. Een risico is dat de vervallen korte vluchten onder het capaciteitsplafond ruimte bieden voor extra vliegbewegingen naar bestemmingen die verder weg liggen. Alleen als investeringen in treinverbindingen worden gecombineerd met een beperking van

de luchtvaart wordt er voorkomen dat de vervallen korte vluchten ruimte bieden voor extra vliegbewegingen naar verder weg gelegen bestemmingen.

### Beprijzing

De maatschappelijke schade van de luchtvaart wordt nog nauwelijks geprijsd. De maatschappelijke kosten worden door CE Delft et al. (2019) geraamd op drie tot vier cent per reizigerskilometer, en komen voor een lange-afstands-vlucht vanuit Schiphol naar bijvoorbeeld New York uit op circa 190 euro, en naar Praag op 28 euro. De bijdrage aan de klimaatverandering is een wezenlijk deel van de totale maatschappelijke schade: afhankelijk van de vluchtafstand varieert het aandeel van klimaatschade in de totale maatschappelijke schade van een vlucht tussen de 55 tot 70 procent (CE Delft et al., 2019). De overige maatschappelijke schade naast het klimaateffect wordt veroorzaakt door andere externe effecten van de luchtvaart, zoals geluidshinder, stikstofdepositie en luchtverontreiniging.

### Internationale belastingvrijstellingen

Luchtvaartbrandstoffen zijn vrijgesteld van brandstofaccijns, en de luchtvaart hoeft ook geen btw af te dragen. Wel ligt er een EU-voorstel voor kerosineaccijns op intra-Europese vluchten dat, vanaf 2023, oploopt tot 0,38 euro per liter in 2033 (PBL, 2021b). Voor een vlucht van Schiphol naar Praag betaalt een reiziger dan ongeveer zestien euro kerosinebelasting.

### Nationale vliegbelasting

De Nederlandse vliegbelasting die in 2021 is geïntroduceerd, is met een kleine acht euro per ticket gering in vergelijking met de huidige maatschappelijke schade van de luchtvaart, ook voor korte vluchten (CE Delft et al., 2019). Bovendien geldt die vliegbelasting niet voor transferpassagiers en voor vrachtvluchten. Het nieuwe kabinet heeft wel aangekondigd de opbrengsten van die belasting te willen verdrievoudigen.

Het is echter de vraag welk effect de heffing heeft op de uitstoot. De heffing zal de vraag remmen, maar zolang de vraag – zoals nu – hoger blijft dan wat er past onder het capaciteitsplafond van de nationale luchthavens, zal de heffing geen effect hebben op het aantal vluchten. De heffing zal dan vooral het soort reizigers beïnvloeden: minder vertrekkende en meer overstappende passagiers (PBL, 2021c).

### Beprijzing intra-Europese luchtvaart

Hoewel de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de intra-Europese luchtvaart binnen het Europese emissiehandelssysteem (EU-ETS) valt, wordt ook deze uitstoot momenteel nog maar zeer beperkt geprijsd. Het merendeel van de emissierechten onder het emissieplafond wordt momenteel nog gratis aan de luchtvaartmaatschappijen verstrekt.

De verwachting is dat de beprijzing van de intra-Europese uitstoot wel flink zal toenemen. De Europese Commissie heeft in haar *Fit for 55*-pakket aangekondigd dat het aantal gratis rechten snel zal worden verlaagd (EC, 2021a). Verder heeft de Commissie ook aangekondigd dat het emissieplafond binnen het ETS versneld zal worden verlaagd, in een tempo dat er al in 2040 toe zou kunnen leiden dat het emissieplafond op nul ligt (PBL, 2021b).

Als deze plannen doorgang vinden, zou de intra-Europese luchtvaart op een pad komen richting netto nul emissie. Dat betekent overigens niet dat de luchtvaart zelf niets meer uitstoot. Zolang er in andere sectoren nog goedkopere oplossingen zijn voor CO<sub>2</sub>-reductie kan het kostenefficiënt zijn dat de luchtvaart betaalt voor haar CO<sub>2</sub>-uitstoot en dat de opbrengst daarvan gebruikt wordt voor CO<sub>2</sub>-besparing elders. Die mogelijkheden zullen echter op termijn steeds geringer worden, naarmate de uitstoot in steeds meer sectoren richting nul gaat. Uiteindelijk zal de luchtvaart zelf moeten verduurzamen.

Daarnaast kan het ETS in theorie tot gevolg hebben dat nationale emissiereductie geen verschil maakt in het Europese totaal. Nederlandse luchtvaartmaatschappijen die minder CO<sub>2</sub> uitstoten, hoeven minder emissierechten binnen het ETS aan te schaffen. Dat betekent dat die rechten door andere bedrijven kunnen worden ingezet, en dat deze relatief méér mogen uitstoten. Dat weglekeffect zal echter beperkt worden door de voorstellen van de Europese Commissie om de emissierechten versneld te verminderen. In de praktijk zullen de Nederlandse luchtvaartmaatschappijen dan flink moeten verduurzamen om mee te kunnen met dit reductiepad.

### Beprijzing internationale vluchten

Het ambitieniveau met betrekking tot de intercontinentale vluchten, ligt een stuk lager dan voor de intra-Europese vluchten. Juist die intercontinentale vluchten veroorzaken het merendeel van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart vanuit Nederland. In 2017 werd zeventig procent van de uitstoot door de luchtvaart vertrekkend uit Nederland veroorzaakt door intercontinentale vluchten over meer dan 4.000 kilometer, terwijl deze vluchten slechts zestien procent van het totaal aantal vluchten uitmaakten (Uitbeijerse, 2020). De verre vluchten vallen momenteel onder het *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA), het compensatie- en reductiesysteem van de *International Civil Aviation Organization* van de Verenigde Naties. Onder CORSIA moet alleen het surplus van de uitstoot boven het niveau van vóór de coronacrisis (2019) worden gecompenseerd of vermeden. Daarmee krijgt onder CORSIA alleen de extra CO<sub>2</sub>-uitstoot een prijs boven het niveau van 2019. Het is echter niet onwaarschijnlijk dat het ambitieniveau van CORSIA de komende jaren ook opnieuw zal worden bezien in het licht van de aangescherpte klimaatambities die de sector zelf en de landen in de afgelopen jaren hebben afgekondigd.

### Overige klimaatschade niet geprijsd

Een beperking van zowel het EU-ETS als van CORSIA is bovendien dat zij alleen de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart op dit moment prijszetten, en niet de overige klimaatschade (zoals die door waterdamp). Een probleem bij het prijszetten van die andere schade is dat deze schade onzeker is, en sterk kan variëren naar plaats, hoogte en tijd. Recent onderzoek lijkt wel mogelijkheden te bieden om ook die schade per vlucht in kaart te brengen (Dahlmann et al., 2021), waarmee er ook een mogelijkheid ontstaat om deze te reguleren.

Het meenemen in de beprijzing van de extra klimaat-effecten hoog in de atmosfeer zou het klimaatbeleid logi-

scherwijs effectiever kunnen maken. Op de lange termijn kunnen andere maatregelen, zoals toepassing van waterstof, deze extra opwarmingseffecten deels helpen vermijden (Peeters en Melkert, 2021).

### Bijmengverplichting duurzame brandstof

Uiteindelijk zal de luchtvaart overgestapt moeten zijn op duurzame brandstof, die een lagere of helemaal geen CO<sub>2</sub>-emissie heeft. De inzet van duurzame biobrandstoffen en op termijn van synthetische kerosine vormen een kansrijke CO<sub>2</sub>-arme emissiebron (Peeters en Melkert, 2021). Deze brandstoffen hebben zowel naar gewicht als naar volume een bruikbare energie-inhoud, en zijn in de gangbare vliegtuigen toepasbaar.

Medio 2021 heeft de Europese Commissie een oplopende verplichting voor de inzet van hernieuwbare brandstoffen voorgesteld voor de vluchten binnen en vanuit de EU: van 2 procent in 2030 tot 63 procent in 2050 (EC, 2021b). Die maatregel verlaagt de CO<sub>2</sub>-emissie aanzienlijk, zeker wanneer zowel de bronnen voor elektriciteit als voor de koolstofcomponent hernieuwbaar zijn (PBL et al., 2021). Ook het nieuwe kabinet zet, volgens het Coalitieakkoord (2021), in op een nationale bijmengverplichting voor de luchtvaart.

De beschikbaarheid van duurzame energiedragers kan echter een knelpunt zijn. Het aanbod van duurzame (bio)grondstoffen is beperkt, en er zijn meer sectoren die daar graag gebruik van maken als oplossing voor het reduceren van hun klimaatimpact. Synthetische kerosine kan onder andere worden gemaakt op basis van hernieuwbare elektriciteit en een koolstofbron, zoals CO<sub>2</sub> uit de lucht. Maar dit vereist voldoende beschikbaarheid van beide.

Of in 2030 de productiecapaciteit voor bio- en synthetische kerosine al voldoende is opgeschaald om het Nederlandse ambitiepercentage van veertien procent te halen, is lastig te zeggen. Als alle vliegtuigen in 2050 door synthetische kerosine of via brandstofcellen moeten worden voortgestuwd, is het vooral de vraag hoe er tegen die tijd voldoende duurzame elektriciteit en wellicht groene waterstof beschikbaar kan komen.

Gericht beleid kan de beschikbaarheid van duurzame energiedragers versnellen, en daarmee de potentiële toekomstige knelpunten wegnemen of verkleinen. Via de CO<sub>2</sub>-beprijzing zal er automatisch een (oplopende) prikkel ontstaan om te investeren in duurzame oplossingen. Maar gerichte instrumenten zoals een bijmengverplichting of gerichte subsidies voor innovatie kunnen versneld investeringen uitlokken die met alléén CO<sub>2</sub>-beprijzing mogelijk zouden achterblijven (IMF, 2019).

### Conclusie

De plannen van de Europese Commissie en de ambities in de Luchtvaartnota zijn niet vrijblijvend. Ze vergen effectieve beleidsmaatregelen, zoals een aangescherpt EU-ETS en een mogelijke nationale regulering via een CO<sub>2</sub>-plafond. De snelheid waarmee de luchtvaart de klimaatimpact kan verlagen, bepaalt mede welke omvang van de luchtvaart binnen die regulering past.

Hernieuwbare brandstoffen spelen een cruciale rol in het verlagen van de klimaatimpact van de luchtvaart.

CO<sub>2</sub>-beprijzing geeft een prikkel voor de ontwikkeling en opschaling van die brandstoffen en met gerichte beleidsinzet in de vorm van een bijmengverplichting en innovatiesubsidies kan dit proces worden versneld. In het Coalitieakkoord van Rutte IV en het Europese *Fit for 55*-pakket worden er hiertoe voorstellen gedaan.

CO<sub>2</sub>-reductie bij vertrekkende vluchten uit Nederland kan tot verplaatsing van de CO<sub>2</sub>-uitstoot naar andere landen leiden. Dat risico neemt af wanneer er ook internationaal, zoals door de Europese Commissie, voor de luchtvaart concrete klimaatmaatregelen worden genomen of worden aangescherpt. Voor het verminderen van het klimaateffect van de luchtvaart is het tenslotte van groot belang om ook de niet aan CO<sub>2</sub> gerelateerde effecten van de luchtvaart in de beleidsvorming te betrekken.

### Literatuur

- ATAG (2021) *Aviation industry adopts 2050 net-zero carbon goal*. ATAG Persbericht, 5 oktober. Te vinden op [www.atag.org](http://www.atag.org).
- Behrens, C., T. Boonekamp en A. Jongeling (2021) *Airneeth signaleringsnotitie*. Airneeth Rapport, november. Te vinden op [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl).
- CBS Statline (2021a) *Luchtvaart; maandcijfers Nederlandse luchthavens van nationaal belang*, april 2021.
- CBS Statline (2021b) *Motorbrandstoffen; afzet in petajoule, gewicht en volume*, april 2021.
- CE Delft, INFRAS, TRT en Ricardo (2019) *Handbook on the external costs of transport. Version 2019*. Delft: CE Delft.
- Coalitieakkoord (2021) *Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst: Coalitieakkoord 2021–2025 – VVD, D66, CDA en ChristenUnie*, 15 december. Te vinden op [www.kabinetformatie2021.nl](http://www.kabinetformatie2021.nl).
- Dahlmann, K., V. Grewe, S. Matthes en H. Yamashita (2021) *Climate assessment of single flights: deduction of route specific equivalent CO<sub>2</sub> emissions*. *International Journal of Sustainable Transportation*, 26 september. Te lezen op [www.tandfonline.com](http://www.tandfonline.com).
- EC (2021a) *Aviation and the EU ETS*. Europese Commissie. Te vinden op [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu).
- EC (2021b) *Regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport*. Europese Commissie, 561 final, 14 juli. Te vinden op [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu).
- IenW (2020) *Verantwoord vliegen naar 2050: Luchtvaartnota 2020–2050*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, november. Te vinden op [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl).
- IenW (2021) *Kamerbrief Voortgang CO<sub>2</sub>-plafond internationale luchtvaart*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 21 oktober. Te vinden op [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl).
- IMF (2019) *Fiscal Monitor: How to Mitigate Climate Change*. Washington, IMF.
- Jiang, C., Y. Wan, H. Yang en A. Zhang (2021) *Impacts of high-speed rail projects on CO<sub>2</sub> emissions due to modal interactions: a review*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 100, artikelnr 103081.
- Lee, D.S., D.W. Fahey, A. Skowron et al. (2021) *The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018*. *Atmospheric Environment*, 244, artikelnr 117834.
- Lieshout, R., C. Koopmans, G. de Jong et al. (2021) *Werkwijzer luchtvaartspecifieke MKBA's, versie 1.0*. SEO-rapport, 2021-43.
- PBL (2021a) *Analyse leefomgevingseffecten verkiezingsprogramma's 2021–2025: CDA, D66, GroenLinks, SP, PvdA, ChristenUnie*. PBL-publicatienummer 4324.
- PBL (2021b) *Nederland Fit for 55? Mogelijke gevolgen van het voorgestelde EU-klimaatbeleid*. Policy Brief, PBL-publicatienummer 4697.
- PBL (2021c) *Reflectie op de leefomgevingsthema's in het coalitieakkoord 2021–2025*. PBL-publicatienummer 4884.
- PBL, TNO, CBS en RIVM (2021) *Klimaat- en Energieverkenning 2021*. PBL-publicatienummer 4681.
- Peeters, P. en J. Melkert (2021) *Toekomst verduurzaming luchtvaart: een actualisatie*. Parlement en Wetenschap, 7 juni. Te vinden op [www.tweedekamer.nl](http://www.tweedekamer.nl).
- Uitbeijerse, G. (2020) *CO<sub>2</sub>-emissie van de luchtvaart op de lange termijn*. Notitie, PBL-publicatienummer 4041.
- Uitbeijerse, G. en H. Hilbers (2018) *Ontwikkeling luchtvaart en CO<sub>2</sub>-emissies in Nederland*. Notitie, PBL-publicatienummer 3306.