



Dedicated to innovation in aerospace

mei 2022

# Verduurzaming luchtvaart

Position paper voor rondetafelgesprek

Door wie: Mw. E.S. van der Sman

Voor wie: Vaste commissie voor Infrastructuur en Waterstaat  
van de Tweede Kamer der Staten-Generaal

Betreft: Verduurzaming luchtvaart

Datum: woensdag 25 mei 2022

Koninklijke NLR – Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

**Postal address**

PO Box 90502  
1006 BM Amsterdam, The Netherlands  
**e**) [info@nlr.nl](mailto:info@nlr.nl) **i**) [www.nlr.org](http://www.nlr.org)

**NLR Amsterdam**

Anthony Fokkerweg 2  
1059 CM Amsterdam, The Netherlands  
**p**) +31 88 511 3113

**NLR Marknesse**

Voorsterweg 31  
8316 PR Marknesse, The Netherlands  
**p**) +31 88 511 4444

Europa wil in 2050 klimaatneutraal zijn zoals gepresenteerd in de Green Deal. Dat is in lijn met het Akkoord van Parijs. Om bij te dragen aan de wereldwijde inzet om klimaatverandering te beperken, moet ook de luchtvaart verduurzamen. Door als sector en overheid gezamenlijk actie te ondernemen, is het mogelijk om in 2050 met netto nul CO<sub>2</sub>-uitstoot te vliegen. Hiervoor bestaat geen zogenoemde “silver bullet”, maar is een combinatie nodig van verschillende maatregelen: nieuwe technologie, verbeterde operaties, inzet van duurzame brandstoffen, en economische prikkels. De bijbehorende kosten hebben een effect op de vraag naar luchtvaart. Beleid en regelgeving zijn een noodzakelijke voorwaarde om de transitie aan te jagen. Om in 2050 volledig klimaatneutraal te vliegen moeten ook de non-CO<sub>2</sub> emissies gereduceerd worden. Er is nog veel onderzoek en (kennis)ontwikkeling nodig voordat dat kan. Naast technologische doorbraken vergt een duurzame ontwikkeling ook aanpassingen in de manier waarop bedrijven opereren en consumenten keuzes maken. Bewuster vliegen evenals een duurzame relatie met de omgeving is ook een onderdeel van een toekomstbestendige luchtvaart.

## De uitdaging

Bij verbranding van fossiele kerosine in de motor ontstaan verschillende emissies: koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), waterdamp (H<sub>2</sub>O), zwaveloxiden (SO<sub>x</sub>), koolmonoxide (CO), onverbrande koolwaterstoffen (HC), fijnstof en roetdeeltjes. Deze uitstoot is direct of indirect van invloed op de concentratie van atmosferische broeikasgassen, waaronder koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>) en methaan (CH<sub>4</sub>). Daarnaast dragen deze gassen en deeltjes bij aan de vorming van condensatiestrepen (contrails) en wolkvorming op grote hoogte (cirruswolken). Al deze effecten dragen bij aan klimaatverandering.

Tussen 1960 en 2019 is de luchtvaart wereldwijd hard gegroeid. Efficiëntieverbeteringen (1,3% per jaar) hebben de groei (3,7% per jaar) niet kunnen bijhouden<sup>1</sup>, waardoor de totale emissies zijn toegenomen. Het grootste deel van de uitstoot wordt veroorzaakt door langeafstandsvluchten, waar geen praktisch duurzamer alternatief vervoersmiddel voor is. Voor Schiphol geldt dat zo'n 20% van de vluchten ongeveer 80% van de CO<sub>2</sub>-emissies veroorzaken. Daarom is het cruciaal om duurzame oplossingen te ontwikkelen voor reizen over lange afstanden. Om deze vluchten te verduurzamen moeten energie-efficiëntere vliegtuigen ontwikkeld worden<sup>2</sup> die volledig gebruik kunnen maken van duurzame brandstoffen. Voor korte routes kunnen passagiers gebruik maken van de trein of – op termijn – elektrisch aangedreven vliegtuigen. Voor middellange afstanden (tot ongeveer 4000 km) kunnen toestellen ontwikkeld worden om te vliegen op groene waterstof.

## Potentieel pad naar netto nul CO<sub>2</sub>

Een duurzame ontwikkeling van de luchtvaart is mogelijk, mits de transitie wordt ondersteund door beleid en regelgeving. In ons onderzoek Destination 2050 schetsen NLR en SEO een potentieel pad om dit doel te bereiken. Door deze maatregelen toe te passen kan de netto CO<sub>2</sub>-uitstoot van alle vluchten die vertrekken vanuit Europa in 2050 tot nul zijn gereduceerd:

- -37% > Technologische oplossingen, zoals hybride-elektrisch vliegen, waterstof en innovatieve configuraties, leveren een cruciale bijdrage om emissies te reduceren. Dat verbeteringen in voorstuwing en aerodynamica de efficiëntie van vliegtuigen verder verhogen, draagt ook bij aan het reduceren van de energiebehoefte. Investerings in onderzoek naar elektrisch vliegen en

<sup>1</sup> Zheng, S., & Rutherford, D. (2020). Fuel burn of new commercial jet aircraft: 1960 to 2019. The International Council on Clean Transportation. Retrieved from <https://theicct.org/publications/fuel-burn-new-comm-aircraft-1960-2019-sept2020>

<sup>2</sup> De efficiëntie verbeteren is een uitdaging omdat vliegtuigen al heel efficiënt zijn. Een modern passagiersvliegtuig voor de middellange tot lange afstand (zoals de A330-900neo, met een bezettingsgraad van 80%) is met een verbruik van iets meer dan drie liter per honderd reizigerskilometers zuiniger dan een standaard benzineauto met twee passagiers.

waterstof moeten zo snel mogelijk plaatsvinden zodat deze toestellen in 2035 op de markt kunnen komen en kunnen worden opgenomen in de vloot.

- -34% > Richting 2050 moet het overgrote deel van de brandstof duurzaam zijn (SAF). Dit kan door middel van biobrandstoffen gemaakt uit reststromen of synthetische brandstoffen gemaakt met groene waterstof en CO<sub>2</sub> uit de lucht. De prijzen van deze brandstoffen blijven naar verwachting hoger dan fossiele kerosine, maar het prijsverschil neemt af. Door een langetermijnbeleidskader, waaronder de voorgestelde Europese bijmengverplichting, wordt de markt voor alternatieve brandstoffen aantrekkelijker voor investeerders. In Nederland is de hoeveelheid grondstoffen van biologische oorsprong zeer beperkt. Een grotere kans ligt daarom bij het opschalen van de hoeveelheid hernieuwbare elektriciteit voor de productie van synthetische kerosine.
- - 6% > De manier waarop vluchten worden uitgevoerd kan verder geoptimaliseerd worden waardoor brandstof wordt bespaard en CO<sub>2</sub>-uitstoot afneemt.
- - 8% > Door CO<sub>2</sub>-uitstoot te beprijsen binnen EU-ETS en CORSIA wordt een prikkel gegeven om emissies te reduceren en worden investeringen in duurzame oplossingen gestimuleerd. De opbrengsten hiervan kunnen direct gebruikt worden om de luchtvaart te verduurzamen. Vooral op de korte termijn zijn emissiehandelssystemen van belang om de verduurzaming aan te jagen en te ondersteunen.
- -15% > Hogere kosten, door het gebruik van duurzame brandstoffen en emissiebegrijping, zullen een effect hebben op ticketprijzen en daarmee op de vraag naar luchtvaart. In Destination 2050 is berekend dat als deze kosten volledig worden doorbelast aan passagiers, de groei van het aantal vluchten afneemt naar 0,8% per jaar.

Om netto nul CO<sub>2</sub> in 2050 te realiseren is samenwerking in Europees en internationaal verband noodzakelijk. Ondanks dat 2050 nog ver weg lijkt, zijn acties nodig op de korte termijn. De eerste wetsvoorstellen om de Europese ambitie te realiseren zijn gedaan in het Fit for 55 pakket, waaronder een bijmengverplichting voor duurzame brandstoffen voor de luchtvaart. In Nederland worden actieplannen en afspraken gemaakt aan de Duurzame Luchtvaarttafel van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. In april is het Nationaal Groeifondsvoorstel “Luchtvaart in Transitie” grotendeels gehonoreerd door de commissie.

## Non-CO<sub>2</sub>

Naast CO<sub>2</sub>-emissies, moeten ook de effecten van non-CO<sub>2</sub> emissies gereduceerd worden om klimaatneutraal te kunnen vliegen. Hiervoor is nog veel onderzoek nodig omdat het kwantificeren van de klimaatimpact complex is. In recente onderzoeken wordt geschat dat luchtvaart in 2011 verantwoordelijk was voor 3,5% van de opwarming van de aarde<sup>3</sup>. Voor 2018 wordt het opwarmingsvermogen van de non-CO<sub>2</sub> emissies over een periode van 100 jaar geschat op 1,7 keer dat van CO<sub>2</sub> alleen<sup>4</sup>. Factoren die de klimaatimpact beïnvloeden zijn atmosferische verblijfstijd, locatie van de uitstoot, tijd, achtergrondconcentraties, atmosferische omstandigheden (zoals luchtvochtigheid) en vliegtuigprestaties (zoals motoruitlaattemperatuur). Oplossingen zijn daarom ook erg verschillend van aard, variërend van het vermijden van gebieden die gevoelig zijn voor de formatie van condensatiestrepen, tot het ontwerpen van vliegtuigen die geoptimaliseerd zijn om op lagere hoogte en met lagere snelheid te vliegen.

---

<sup>3</sup> Lee et al., The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018, Atmospheric Environment, Volume 244, 2021.

<sup>4</sup> Echter blijft reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies cruciaal, omdat de atmosferische verblijfstijd van CO<sub>2</sub> langer is (van 5 tot 200 jaar). Andere gassen, zoals NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> of waterdamp hebben kortere atmosferische verblijfstijden (uren tot weken).