

Airneth signaleringsnotitie 2025

Christiaan Behrens

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Den Haag

Oktober 2025

Rapportnr. 2025-166





Inhoud

1.	Inleiding	3
1.1	Opzet en aanpak	3
1.2	Literatuur	3
2.	Economische impact luchtvaart	4
2.1	Vestigingsklimaat	4
2.2	Economische weerbaarheid en geopolitiek	6
3.	Concurrentie	7
3.1	Luchtvaartmaatschappijen en prijsontwikkeling	8
3.2	Hogesnelheidstreinen	10
4.	Integrale mobiliteitsbenadering	11
4.1	Duurzame reiskeuzes	11
4.2	Luchtvaart op korte afstanden	12
4.3	Luchtvaart op lange afstanden	13
5.	Duurzaamheid en leefomgeving	14
5.1	Uitstoot broeikasgassen	14
5.2	Elektrisch vliegen	16
5.3	Beleidsinstrumenten inzet duurzame energiedragers	16
5.4	Leefomgeving	19
	Literatuur	21

1. Inleiding

1.1 Opzet en aanpak

De Airneth signaleringsnotitie identificeert belangrijke economisch-wetenschappelijke onderzoeken over de luchtvaart die relevant kunnen zijn voor het Nederlandse luchtvaartbeleid. Deze notitie bespreekt een selectie van de meest relevante bijdragen uit recent verschenen onderzoek in peer-reviewed wetenschappelijke tijdschriften. Daarnaast is aan circa 60 binnen- en buitenlandse luchtvaartonderzoekers via een korte vragenlijst input gevraagd over de meest urgente onderwerpen voor de komende jaren. Een groot deel van deze onderzoekers is ook Airneth-fellow. De input is meegenomen bij het opstellen van deze notitie. De in deze notitie te bespreken bijdragen kunnen via het Airneth-netwerk verder worden uitgediept met het oog op actuele strategische beleidsvraagstukken, bijvoorbeeld via seminars en/of het schrijven van position papers op de beleidsrelevante thema's.

1.2 Literatuur

De selectie van de recent verschenen wetenschappelijke studies is gericht op studies die zijn verschenen (geaccepteerd of gepubliceerd) in 2024. Hiermee sluit het in tijdsperiode aan op de meest recente update van de Airneth signaleringsnotitie over 2023. De selectie is onderverdeeld in vier hoofdthema's: i) Economische impact luchtvaart, ii) Concurrentie, iii) Integrale mobiliteitsbenadering en iv) Duurzaamheid en leefomgeving. Deze hoofdthema's worden in de opeenvolgende secties hierna besproken. De thema's sluiten aan bij de in 2025 verschenen Kennisagenda Luchtvaart benoemde kennisgebieden "Netwerk en Luchtvaarteconomie", "Integrale mobiliteitsbenadering", "Luchtruim onbemand", "Duurzame energiedragers" en "Leefomgeving".¹

De signaleringsnotie kijkt naar publicaties in de belangrijkste internationale (economische) luchtvaartgeoriënteerde tijdschriften, zie Tabel 1. In totaal zijn er op deze manier in eerste instantie meer dan 100 artikelen verzameld waarvan een selectie van 55 artikelen in deze signaleringsnotitie wordt behandeld. Deze selectie is gebaseerd op relevantie gelet op de thema's en een inschatting van de mate waarin het uitgevoerde onderzoek potentieel bruikbare inzichten (via resultaten of gehanteerde methoden) kan opleveren voor de beleidspraktijk.

Tabel 1 De geselecteerde publicaties komen uit meer dan twintig wetenschappelijke tijdschriften

Tijdschrift (transport)	Tijdschrift (generiek)
Air & Space Law	Communications Earth & Environment
Economics of Transportation	Ecological Economics
Journal of Air Transport Management	International Journal of Industrial Organization
Transport Policy	Journal of Economic Geography
Transportation Journal	Journal of Economics & Management Strategy
Transportation Research Part A	Journal of Housing Economics
Transportation Research Part B	Journal of Industrial Economics
Transportation Research Part D	Journal of the Association of Environmental and Resource Economics
Transportation Research Part E	Management Science
Transportation Research Record	Nature Energy
Transportation Science	Review of Economic Studies
	Review of Environmental Economics and Policy
	Review of Industrial Organization
	The Quarterly Journal of Economics
	The Review of Economics and Statistics

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2025)

¹ Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2025/04/10/bijlage-13-kennisagenda-luchtvaart>.

Wat opvalt aan de publicaties van het afgelopen jaar is dat met name enkele studies over luchtvaart en concurrentie gepubliceerd worden in de economische topjournals zoals *Review of Economic Studies*, *The Review of Economics and Statistics*, *Management Science* en *The Quarterly Journal of Economics*. Ook de studies over de negatieve klimaat- en geluidsimpact van luchtvaart worden gepubliceerd in algemene topjournals zoals *Ecological Economics* en *Nature Energy*. Luchtvaartonderwerpen verschijnen meestal uitsluitend in uitzonderlijke situaties – kwalitatief zeer goed en/of vernieuwend onderzoek – in dit soort journals, maar de meeste bijdragen staan in meer specifieke transport- of luchtvaarttijdschriften zoals *Transport Policy*, *Transportation Research Part A*, *Transportation Research Part B* en *Journal of Air Transport Management*. Vooral in de zeer specifieke tijdschriften, zoals *Journal of Air Transport Management*, kunnen de kwaliteit en generieke toepasbaarheid van de inzichten sterk variëren per bijdrage.²

De meeste studies bevatten een stevige empirische component. De empirische analyses maken veelal gebruik van de diff-in-diff strategie waarbij op een econometrisch zo verantwoord mogelijke wijze een vergelijking plaatsvindt tussen waarnemingen die wel geraakt worden door een bepaald beleid of bepaalde gebeurtenis enerzijds en waarnemingen die niet geraakt worden anderzijds. Voorbeelden die in deze notitie verder staan uitgewerkt zijn onder andere de vergelijking van economische activiteiten in een stedelijk gebied waar een hogesnelheidslijn is geopend met gebieden waar dit niet is gebeurd en het effect van EU ETS op de output van ondernemingen die wel of niet onder EU ETS vallen.

Net als in voorgaande jaren is veel van het empirisch onderzoek gericht op de Verenigde Staten of China. De reden voor de focus op de Verenigde Staten is de beschikbaarheid van openbare data over de ticketprijzen, het gaat dan om de 10 procent steekproef van de Passenger Origin and Destination (O&D) Survey van het Bureau of Transportation Statistics.³ Vergelijkbare data zijn in Europa niet openbaar beschikbaar. De focus op China komt met name door de grote (deels exogene) veranderingen in het transportnetwerk in de afgelopen decennia, met name veroorzaakt door de aanleg van het hogesnelheidsnetwerk. Opvallend is wel dat er meerdere empirische studies gaan over Europa, met name over de klimaatimpact van de verschillende maatregelen in Europa, zoals het EU ETS. Deze studies kijken met name naar de impact op het aantal vliegbewegingen aangezien deze data wel (deels) openbaar beschikbaar zijn, maar niet dieper ingaan op de eventueel door klimaatbeleid veranderende prijsvorming in de Europese markt.

2. Economische impact luchtvaart

2.1 Vestigingsklimaat

Het analyseren en begrijpen van de wisselwerking tussen luchtvaart en economie is belangrijk om een inschatting te kunnen maken van de effecten van beleidsveranderingen in het luchtvaartdomein op de economische ontwikkeling en het vestigingsklimaat. In de wetenschappelijke literatuur verschijnen regelmatig studies naar de rol en impact van de luchtvaartsector op de bredere economische effecten. Deze studies zijn echter vaak terugkijkend en hebben zelden betrekking op Nederland of vergelijkbare Europese economieën. Deze studies zijn dus wel relevant ter inspiratie voor een methodologische aanpak en generieke bevindingen, maar de externe validiteit om de inzichten direct toe te passen op specifiek Nederlandse of Europese beleidsvraagstukken lijkt beperkt.

² De signaleringsnotitie heeft niet tot doel om bij elke gesignaleerde wetenschappelijke bijdrage een gedetailleerd inzicht te geven in de validiteit van de gebruikte methoden en getrokken conclusies, dit is immers al uitgevoerd binnen het peer-review systeem van het betreffende tijdschrift. De signaleringsnotitie geeft wel eventuele kanttekeningen bij de generaliseerbaarheid en toepasbaarheid van de inzichten voor de Nederlandse context.

³ Zie <https://www.bts.gov/air-fares>.

Bai et al. (2024) analyseren de economische impact van verbondenheid via de luchtvaart van Amerikaanse steden. Dit doen ze door te kijken naar de mate van kennisoverdracht (knowledge spillovers) tussen de steden en deze te verklaren via de variatie in het aanbod van vliegverbindingen en -frequenties over de periode 1990 tot 2010. De mate van kennisoverdracht is gemeten aan de hand van het aantal referenties in patenten uit de ene stad naar patenten ontwikkeld in de andere stad. Deze interactie via geciteerde patenten is een maatstaf voor de verbondenheid in kennis, wat vervolgens weer een aanjager kan zijn voor innovatie en economische ontwikkeling. Via een geavanceerde diff-in-diff regressie tonen de onderzoekers aan dat een verlaging van de gemiddelde reistijd tussen steden van twintig procent door een beter luchtvaartaanbod resulteert in een toename van de kennisoverdracht (aantal geciteerde patenten) van een half procent. Het gaat daarbij met name om een toename in kennisuitwisseling tussen verschillende bedrijven in de verschillende steden en de effecten zijn groter naarmate de afstand tussen de steden groter is. Het belangrijkste onderliggende mechanisme is volgens de onderzoekers dat tacit knowledge makkelijker overdraagbaar wordt door de betere verbindingen.

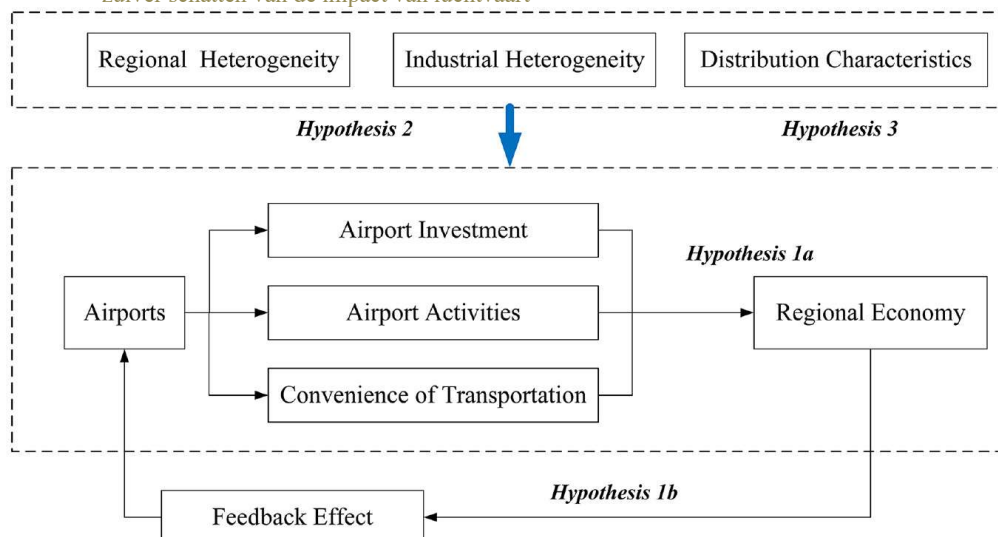
Uchida et al. (2024) analyseren de impact van de bouw of uitbreiding van luchthavens op het lokale vestigingsklimaat. Dit doen ze door het verschil in intensiteit van kunstmatige nachtelijke verlichting van steden over de tijd te volgen. De mate van nachtelijke verlichting is een maatstaf voor economische activiteit. Deze maatstaf is gebruikelijk in gebieden waar meer specifieke statistische gegevens nog niet beschikbaar zijn, bijvoorbeeld in snelgroeiende (stedelijke) ontwikkelingseconomieën. De onderzoekers kijken zowel naar steden waarbij een bouw of uitbreiding van een luchthaven heeft plaatsgevonden -dit zijn er 27 in de periode van 2015 tot 2019- als naar een controlegroep van steden zonder zo'n luchthaveninvestering. Op basis van de diff-in-diff regressie vinden de onderzoekers een statistisch significant effect van circa tien procent op de nachtelijke lichtintensiteit van de bouw van een luchthaven. Het verband toont een relatie tussen de lichtintensiteit en stedelijke ontwikkeling, er bestaat echter nog geen brede consensus over de directe relatie tussen lichtintensiteit en economische ontwikkeling.

Het onderzoek van Oum et al. (2024) richt zich op de relatie tussen luchtvaartconnectiviteit en handelsstromen van en naar China. De analyse is uitgevoerd op landniveau over de jaren 2005-2018. De onderzoekers definiëren connectiviteit als het aantal directe verbindingen tussen China en elk ander land en de intensiteit van de verbinding als het gemiddeld aantal passagiers op de betreffende directe verbinding. Anders dan eerdere onderzoeken kijken Oum et al. (2024) specifiek naar (de handelsbalans van de) import en export van diensten. Uit de empirische analyse volgt dat de elasticiteit tussen het aantal directe verbindingen en de omvang van de import en export op circa 1,5 ligt en voor het gemiddelde aantal passagiers op circa 0,6. Deze effecten zijn in vergelijking met andere schattingen in de literatuur aan de hoge kant. Een mogelijke reden hiervoor is dat de onderzoekers beperkt kunnen corrigeren voor de mogelijke wisselwerking tussen connectiviteit en economische ontwikkeling waarbij het verband zowel van connectiviteit naar ontwikkeling kan lopen als andersom (bekend als het: "endogeniteitsprobleem").

Song & Tan (2024) kijken ook naar de impact van luchtvaart op de economische groei in China over de periode van 2000 tot 2019. In tegenstelling tot Oum et al. (2024) kijkt dit onderzoek naar de impact van luchtvaart op de regionale economische ontwikkeling. De empirische analyse kijkt naar veranderingen in het aanbod van luchtvaart (reistijden en frequenties) enerzijds en de ontwikkeling van het regionaal bruto binnenlands product anderzijds. De auteurs onderkennen het eerder genoemde endogeniteitsprobleem en maken gebruik van een econometrische techniek (instrument variables) om hiervoor te corrigeren. In dit onderzoek houdt dit in dat de luchthavenactiviteiten in 1957 in de regio als instrument (benadering) worden gebruikt om het causale effect in het heden te schatten. Figuur 1 geeft een schematische weergave van het onderzoek waarbij luchthavens zorgen voor economische activiteiten op en rond de luchthaven en voor lagere transportkosten waardoor er een impact is op de regionale economie. Het risico op endogeniteit ontstaat via de feedback tussen de

ontwikkeling van de regionale economie en de vraag naar transport en luchtvaartactiviteiten.⁴ Rekening houdend met deze endogeniteit laten de resultaten zien dat een toename van één procent in bereikbaarheid door de lucht leidt tot een stijging van het regionaal bruto binnenlands product van 0,019 procent. Het is met name de dienstensector die een groei laat zien als gevolg van luchtvaart.

Figuur 1 De wisselwerking tussen luchtvaartactiviteiten en economische ontwikkeling bemoeilijkt het zuiver schatten van de impact van luchtvaart



Bron: Song & Tan (2024)

2.2 Economische weerbaarheid en geopolitiek

De weerbaarheid (resilience) van het luchtvaartstelsel krijgt recent meer aandacht in wetenschappelijk onderzoek. De focus ligt daarbij momenteel nog met name op de rol van luchthavens, de nabijheid van reisalternatieven en de mogelijkheden van het aanpassen van routes om bereikbaarheid/verbondenheid te blijven faciliteren in het geval van bijvoorbeeld natuurrampen of gewapende conflicten. Zo onderzoeken Sun et al. (2024a) de robuustheid en betrouwbaarheid van de bereikbaarheid door de lucht van Chinese steden in het geval van verstoringen in het netwerk.⁵ De onderzoekers kijken naar de samenhang van meerdere luchthavens binnen één (stedelijk) gebied en zien deze luchthavens die in elkaars nabijheid liggen en deels elkaars functie kunnen overnemen als een belangrijke ondersteunende factor voor een robuuste bereikbaarheid. Uit de analyse volgt dat de twee luchthavens in Shanghai cruciaal zijn voor de weerbaarheid van het netwerk van de grote 48 Chinese luchthavens.

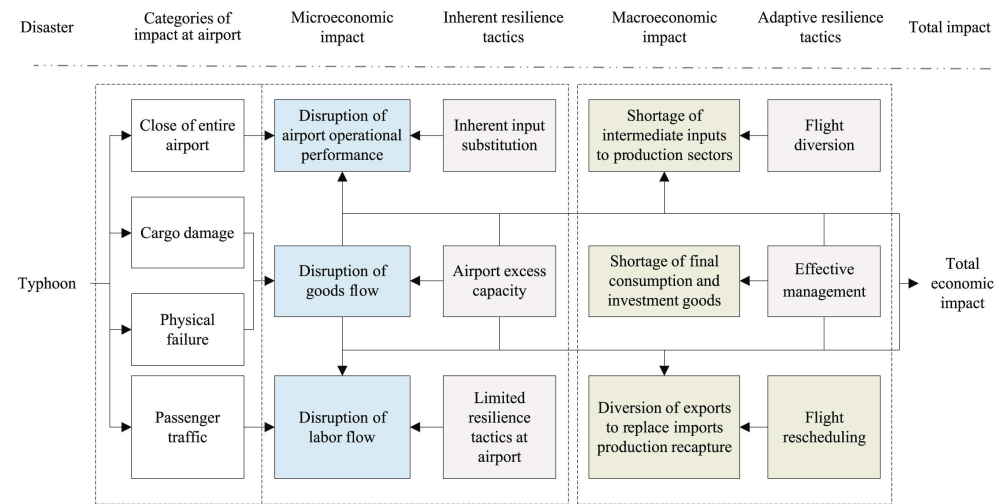
Zhou & Zhang (2024) zoomen verder economisch in op de weerbaarheid van Shanghai's luchthavensysteem door via een economisch algemeen evenwichtsmodel de economische kosten in kaart te brengen van de impact op het luchthavensysteem van tyfoon Lekima in 2019. Figuur 2 laat het raamwerk van dit onderzoek via een algemeen evenwichtsmodel zien. Aan de linkerkant van het raamwerk ligt de focus op de aanleiding en de directe gevolgen terwijl aan de rechterkant de macro-economische impact (afhankelijk van de duur van de

⁴ Guo et al. (2024) en He et al. (2024) kijken specifiek naar vracht. Het eerste paper ontwikkelt een maatstaf voor de connectiviteit van het vrachtnetwerk tussen China en Europa rekening houdend met multimodaal (via land, zee en lucht) transport. Vervolgens laten de onderzoekers zien dat deze connectiviteit in het afgelopen decennium is toegenomen. He et al. (2024) kijken ook naar de ontwikkeling van het vrachtnetwerk in China en concluderen net als Guo et al. (2024) dat er sprake is van een forse toename in connectiviteit. Daarnaast onderzoeken He et al. (2024) ook de impact van deze toename op de economische ontwikkeling in China. De auteurs controleren daarbij niet voor endogeniteit waardoor deze resultaten mogelijk een vertekend beeld geven.

⁵ Een meer recent onderzoek van Wandelt et al. (2025) ontwikkelt een maatstaf voor de weerbaarheid van luchthavens door ook te kijken naar het belang van de luchthaven gelet op de demografische verdeling en de mate waarin uitwijkmogelijkheden -zoals spoor- aanwezig zijn.

schok) centraal staat, zoals de impact op productie en handelsstromen. De onderzoekers rekenen vervolgens twee scenario's door. In het eerste scenario zijn er geen maatregelen genomen om de weerbaarheid/robuustheid te verhogen en in het tweede scenario zijn deze maatregelen er wel. Rekening houdend met de kosten van deze maatregelen laten de uitkomsten van het algemeen evenwichtsmodel zien dat de maatregelen efficiënt zijn. In het scenario zonder maatregelen loopt de economische schade van de tyfoon namelijk op tot 0,52 procent van het bruto binnenlands product, terwijl met de maatregelen deze schade 0,29 procent bedraagt. Het onderzoek van Zhou & Zhang (2024) geeft een voorbeeld van hoe de economische waarde van weerbaarheid via een algemeen evenwichtsmodel in kaart kan worden gebracht.

Figuur 2 De totale impact van tyfoon Lekima is te kwantificeren via een algemeen evenwichtsmodel



Bron: Zhou & Zhang (2024)

Naast de focus op het meten of kwantificeren van de waarde van een robuuste bereikbaarheid zijn er ook enkele studies verschenen naar de impact van de Russisch-Oekraïense oorlog op de luchtvaartsector. Ambrose & Abdelghany (2024) kijken naar de impact voor één van de meest geraakte Europese hubluchthavens en hubluchtvaartmaatschappijen, namelijk Finnair op Helsinki. Als gevolg van het niet langer vliegen boven Rusland, kan Finnair haar op haar geografische ligging ontwikkelde bedrijfsmodel waarbij Amerika verbonden wordt via Helsinki met een vijftiental Aziatische megasteden -zoals Tokyo, Seoul, Hong Kong en Bangkok- niet langer efficiënt uitvoeren. Het zijn met name de niet-Europese hubcarriers die de rol van Finnair hebben kunnen overnemen, zoals Turkish Airlines. Martins & Cro (2024) onderzoeken het effect van de oorlog door te kijken naar de ontwikkeling in de aandelenkoersen van 74 luchtvaartmaatschappijen net voor, tijdens en na het begin van de oorlog. Het aanwijsbare verlies in marktwaarde van luchtvaartmaatschappijen kort na de start van de oorlog wordt door de onderzoekers op wereldwijd circa 10 procent geschat, waarbij voor Europese luchtvaartmaatschappijen uitschieters van 15 procent gelden.

Truxal (2024) behandelt een andere dimensie van geopolitiek, namelijk de juridische en geopolitieke ontwikkelingen rondom overheidssteun voor vliegtuigfabrikanten -met name Airbus (EU) en Boeing (VS)- met verduurzaming van de commerciële vloot als belangrijkste aanleiding. Truxal (2024) waarschuwt dat overheidssteun vanuit de EU, VS en China voor de eigen vliegtuigindustrie concurrentie in de toekomst verder kan verstoren wat vervolgens kan resulteren in verdere juridische/geopolitieke discussies/conflicten tussen de drie blokken. Als deze situatie ontstaat ligt een rol voor ICAO voor de hand.

3. Concurrentie

Hoewel concurrentie als onderwerp niet zelfstandig in de kennisagenda Luchtvaart is opgenomen, is er sprake van een sterke samenhang tussen efficiënt opererende markten en

onder andere de economische impact en de mate waarin het aanbod aansluit op de maatschappelijke vraag naar (duurzame) bereikbaarheid. Zoals ook in voorgaande jaren zijn er meerdere studies -vaak in topjournals- gepubliceerd die de concurrentie tussen en prijszetting van luchtvaartmaatschappijen proberen te verklaren. Veel van deze studies gaan over de Amerikaanse markt aangezien er voor die markt gedetailleerde informatie over ticketprijzen openbaar beschikbaar wordt gemaakt door de overheid. In Europa zijn er geen vergelijkbare openbare data over ticketprijzen beschikbaar waardoor de bevindingen over de Amerikaanse markt niet gemakkelijk gevalideerd kunnen worden voor Europa.⁶ Voor de interactie tussen luchtvaart en hogesnelheidstreinen geldt eenzelfde soort disclaimer, namelijk dat de focus in het wetenschappelijk onderzoek op China ligt en er geen Europese studies zijn om de inzichten over de Chinese markt te valideren in de Europese context.

3.1 Luchtvaartmaatschappijen en prijsontwikkeling

Escobari et al. (2024) geven in dit empirisch onderzoek een onderbouwing en verklaring voor de gangbare observatie in luchtvaartmarkten dat de prijs voor een retourticket goedkoper is dan tweemaal een enkelticket. Hoewel dit op zich geen nieuw inzicht is, geeft het onderzoek wel een theoretische onderbouwing. Als de onzekerheid over de vraag van de consument voor de heen- en terugvlucht allebei tegelijk toe- of afneemt, zullen luchtvaartmaatschappijen aan risico-averse consumenten die relatief ver van tevoren hun tickets kopen het gebundelde product (retourticket) voor een lagere prijs aanbieden dan het niet-gebundelde product. Om de theoretische onderbouwing empirisch te toetsen hebben de onderzoekers via webscraping online ticketprijzen bij reisbureaus in de Verenigde Staten verzameld in het derde kwartaal van 2017. De gemiddelde korting op het retourticket die de onderzoekers met deze data vinden bedraagt circa €40 oftewel zo'n negen procent van de totale prijs van twee enkeltickets. De studie van Escobari et al. (2024) laat zien dat de vaak gehanteerde aanname bij empirisch onderzoek dat een retourticket gelijk is aan twee keer een enkelticket niet zomaar te maken is.

Mantin et al. (2024) maken gebruik van de openbare Amerikaanse ticketprijsdata om te toetsen of een andere manier van marktafbakening meer inzicht biedt in de mate van concurrentie in een duopolie en de impact op ticketprijzen. Een standaardmethode om de concentratie van het aanbod te meten is de Herfindahl-Hirschman Index (HHI) waarbij de markt vaak eendimensionaal als route (herkomst-bestemming) wordt gedefinieerd. Mantin et al. (2024) stellen voor om naast de route ook te kijken naar de spreiding van het aanbod over de tijd. Het meten van het aanbod van het totaal aantal vliegbewegingen per kwartaal kan op routeniveau wel meerdere concurrenten laten zien, maar als deze concurrenten deze vliegbewegingen op een totaal ander moment in het kwartaal aanbieden is er waarschijnlijk geen sprake van concurrentie. Mantin et al. (2024) ontwikkelen een maatstaf waarbij het verschil in vertrektijd als gewicht wordt gebruikt bij het berekenen van de mate van concentratie, vliegbewegingen die nagenoeg op hetzelfde moment vertrekken zijn daarbij sterkere substituten dan vliegbewegingen op dezelfde route die, bijvoorbeeld, op een andere dag worden uitgevoerd. De onderzoekers concluderen dat het gebruik van de meer specifieke maatstaf een lagere mate van concentratie toont en dat deze nieuwe maatstaf een betere voorspeller van ticketprijsontwikkeling is dan de standaard HHI.

Shi et al. (2024) kijken, ook gebruikmakend van dezelfde Amerikaanse data, naar de samenhang tussen de kerosinekosten en de ticketprijzen voor vluchten binnen Amerika in de periode 2002-2014. Als interessante invalshoek kijken de onderzoekers niet naar de kerosineprijzen zelf, maar naar de gerapporteerde fuel hedging resultaten per luchtvaartmaatschappij. Fuel hedging is het financieel afdekken van het risico van de

⁶ Een voorbeeld hiervan is de studie van Shrago (2024) naar de impact op de hoogte en variatie van ticketprijzen door de introductie van het rond 2010 geïntroduceerde ultra-low cost bedrijfsmodel van onder andere Spirit Airlines. Shrago (2024) rapporteert dat deze introductie op bepaalde markten en bij bepaalde concurrenten tot een sterke prijsverlaging leidt, maar dat een algemene omvang van de impact moeilijk te formuleren is. In Europa worden met name Wizz Air en Ryanair vaak als ultra-low cost maatschappijen beschouwd.

toekomstige prijsontwikkeling van kerosine tussen de luchtvaartmaatschappij en leverancier, eventueel via een derde partij. De onderzoekers argumenteren dat deze gerapporteerde kerosinekosten (via fuel hedging) verzonken kosten (of baten) zijn. Het zijn daarom niet de daadwerkelijke economische kosten. Vanuit de economische theorie hebben verzonken kosten (of baten) geen invloed op huidige bedrijfsbeslissingen zoals de te hanteren ticketprijzen. De onderzoekers vinden echter een statistisch significant verband tussen deze verzonken kosten (of baten) en de ticketprijzen, waarbij Southwest het anekdotische voorbeeld is van een luchtvaartmaatschappij die haar ticketprijzen heeft kunnen verlagen door sterke resultaten op het gebied van fuel hedging. Deze empirische bevinding is relevant omdat het aantoont dat verzonken kosten mogelijk wel een rol spelen bij het (markt)gedrag van bijvoorbeeld luchtvaartmaatschappijen. Via deze weg kunnen verzonken kosten -die in principe geen rol spelen binnen een maatschappelijke kostenbatenanalyse- een impact hebben op onder andere het consumentensurplus.

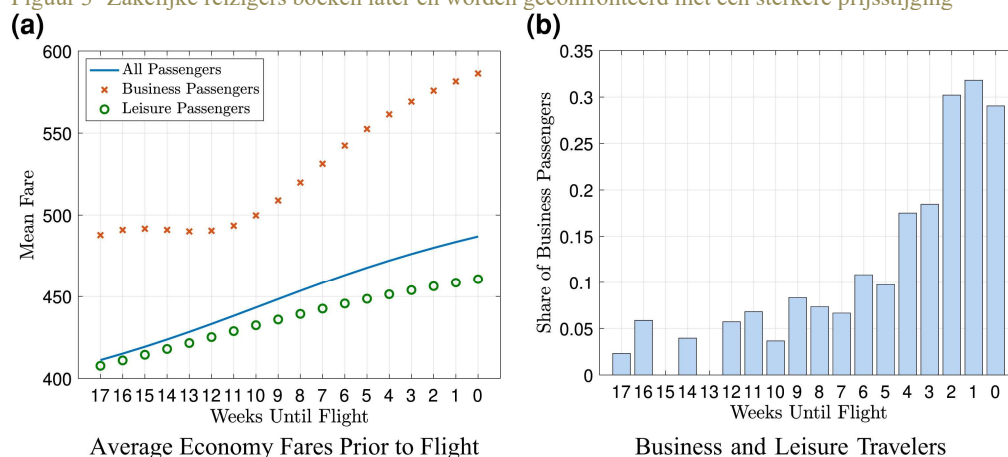
Hortacsu et al. (2024) geven een andere invalshoek op het strategisch prijsgedrag in de luchtvaartsector. Op basis van een unieke dataset van een Amerikaanse luchtvaartmaatschappij weten de onderzoekers het prijsmechanisme te ontleiden. Hun onderzoek is recent gepubliceerd in het topjournal *The Quarterly Journal of Economics*. De belangrijkste conclusie uit het onderzoek is dat er een duidelijk verschil zit tussen de in economisch onderzoek vaak gehanteerde aanname van een rationele en winstmaximaliserende prijsstelling door luchtvaartmaatschappijen en de praktijk. Het onderzoek laat zien dat de prijsstelling vaak bepaald wordt vanuit verschillende organisatorische onderdelen en er uiteindelijk gebruikgemaakt wordt van relatief simpele en statische beslisregels. De betrokken organisatorische onderdelen zijn globaal genomen netwerkplanning, pricing en revenue management.⁷ De auteurs laten voor de Amerikaanse luchtvaartmaatschappij zien dat deze onderdelen onafhankelijk van elkaar beslissingen nemen waardoor de uiteindelijke product-, kwaliteit- en prijszetting vanuit economische theorie niet optimaal zijn. Zou de luchtvaartmaatschappij daadwerkelijk als een organisatorisch geheel functioneren dan is de te verwachten prijsdifferentiatie groter. Met name de (niet-prijsgevoelige) zakelijke reizigers krijgen dan te maken met hogere prijzen.

Het onderzoek van Aryal et al. (2024) -ook gepubliceerd in een topjournal namelijk *Review of Economic Studies*- sluit in zekere zin aan op deze bevinding van Hortacsu et al. (2024). Aryal et al. (2024) onderzoeken in welke mate de prijsstrategie van luchtvaartmaatschappijen op monopolieroutes efficiënt is vanuit welvaartspectief. Anders dan te wijzen op de organisatorische inefficiëntie, focussen de onderzoekers hier op de informatieasymmetrie die bestaat tussen de luchtvaartmaatschappij en de reiziger. Aryal et al. (2024) kijken daarbij met name naar het niet volledig onderscheid kunnen maken naar het reismotief en dan met name tussen een zakelijke en niet-zakelijke reiziger. De onderzoekers maken gebruik van de Survey of International Air Travelers (SIAT) uit de periode 2009-2011 waarbij reizigers worden gevraagd naar hun reismotief, ticketprijs en hoeveel tijd van te voren de ticket is aangeschaft. Figuur 3 geeft de gemiddelde ticketprijs uitgesplitst naar reismotief en moment van aanschaf. Het is enerzijds duidelijk zichtbaar dat het aandeel zakelijke reizigers over het moment van aanschaf sterk toeneemt naarmate er minder tijd zit tussen de trip en aanschaf en anderzijds dat het gemiddelde tarief vanaf negen tot acht weken voor vertrek een sterke stijging laat zien, met name voor zakelijke reizigers. Via het econometrische geschatte vraagmodel bepalen de onderzoekers de daadwerkelijke betalingsbereidheid van de reizigers op elk moment in de tijd voor vertrek afhankelijk van het reismotief. Deze geschatte

⁷ Gonzalez et al. (2024) kijken ook naar de organisatie van luchtvaartmaatschappijen en de impact op marktuitskomsten. Specifiek kijken de onderzoekers naar het effect van consolidatie en overnames in de Amerikaanse luchtvaartsector via de lens van organisatorische uitdagingen (zoals pooling van arbeidscontracten) en de impact op de kwaliteit van het aanbod van de luchtvaartmaatschappij. De kwaliteit is gemeten in de door de luchtvaartmaatschappij veroorzaakte vertraging. De empirische resultaten suggereren dat een overname een versturende werking op de kwaliteit van het aanbod heeft waarbij de nieuw gecreëerde luchtvaartmaatschappij zelfs na meerdere jaren niet in staat is om het kwaliteitsniveau te hanteren van de voor de overname best presterende luchtvaartmaatschappij.

betalingsbereidheid wordt vervolgens vergeleken met de daadwerkelijke gehanteerde prijsverdeling over de tijd. Uit deze vergelijking volgt de conclusie dat de gehanteerde prijzen resulteren in een maximale welvaart (consumenten- plus producentensurplus) van ongeveer 80 procent van wat haalbaar zou zijn in het geval van perfecte prijsdiscriminatie/-differentiatie op een monopolieroute.⁸ Ongeveer 90 procent van dit welvaartsverlies kan worden verklaard doordat de luchtvaartmaatschappij het reismotief van de reiziger niet kan waarnemen en waardoor de luchtvaartmaatschappij niet kan discrimineren.

Figuur 3 Zakelijke reizigers boeken later en worden geconfronteerd met een sterkere prijsstijging



Bron: Aryal et al. (2024)

3.2 Hogesnelheidstreinen

Sun et al. (2024b) betreft een overzichtsartikel over de relatie tussen hogesnelheidstreinen en luchtvaart. Het artikel beschrijft kort de belangrijkste inzichten uit de literatuur in de laatste vijf jaar, waarin de focus lag op het empirisch onderbouwen van het effect van de opening van hogesnelheidslijnen op het aanbod (prijs, routes, frequenties) van de bestaande luchtvaartreismogelijkheden. De auteurs beschrijven verder vier thema's als belangrijkste toekomstige onderzoeksvragen: 1) wat zijn de mogelijkheden van de integratie in plaats van concurrentie van deze twee modaliteiten in één netwerk, 2) wat is het effect van ontwikkelingen in de luchtvaart op het aanbod van hogesnelheidstreinen (in plaats van andersom), 3) wat is de totale impact op het klimaat van de integratie/concurrentie tussen luchtvaart en hogesnelheidstreinen en 4) op welke manier kan de integratie/concurrentie bijdragen aan het weerbaar en robuust maken van het transportnetwerk om bereikbaarheid te blijven faciliteren in het geval van onvoorziene omstandigheden. Voor met name onderzoeksvragen 1 en 4 is het belangrijk om bij het meten van bereikbaarheid en/of connectiviteit beide modaliteiten te integreren in de te hanteren maatstaven. Sun et al. (2024b) benoemen het ontbreken van een integrale multimodale dataset als één van de belangrijkste uitdagingen.

De studie van Fang et al. (2025) laat zien dat concurrentie niet alleen een impact op prijzen heeft, maar ook de kwaliteit kan laten toenemen. De onderzoekers kijken specifiek naar alle binnenlandse vliegbewegingen vanuit Peking sinds 2009 en relateren de punctualiteit van de luchtvaartmaatschappijen op deze verbindingen aan het al dan niet openen van hogesnelheidslijnen op de betreffende route. Hiervoor passen de onderzoekers het econometrische diff-in-diff model toe. De resultaten laten zien dat op de routes waar een hogesnelheidslijn is geopend de vertraging van een vlucht met circa 15 procent daalt. Dit komt neer op zo'n 2,5 minuut minder vertraging. Per vlucht komt dit neer op een verlaging van de welvaartskosten van vertraging (en reistijd) van circa €300.

⁸ Fan & Lewis (2024) kijken naar de mate van prijsdiscriminatie als er wel sprake is van concurrentie en analyseren in hoeverre prijsdiscriminatie voorkomt op het moment dat luchtvaartmaatschappijen met elkaar concurreren op meerdere markten (routes).

4. Integrale mobiliteitsbenadering

In de kennisagenda Luchtvaart is integrale mobiliteitsbenadering als zelfstandig onderwerp opgenomen waarbij de focus met name ligt op het maken van duurzame vervoerskeuzen rekening houdend met externe effecten hier en elders en nu en later. Duurzame reiskeuzes krijgen ook aandacht in de wetenschappelijke literatuur en gaan over de keuze wel of niet reizen (of met andere vervoerswijzen) of over de keuze om eventuele externe effecten (vrijwillig) af te kopen. Bij het onderzoek naar alternatieve reismogelijkheden is er in de literatuur een duidelijk verschil tussen studies die zich richten op korte, vaak inter-Europese afstanden en lange intercontinentale afstanden. Dit terwijl juist op de langere afstanden het negatieve externe effect van reizen sterker is.

4.1 Duurzame reiskeuzes⁹

Eén van de belangrijke onderzoeksvragen is in hoeverre consumenten bereid zijn om, al dan niet vrijwillig, te betalen voor het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen van de luchtvaart. In 2024 zijn er twee metastudies gepubliceerd die de literatuur daarover tot nu toe samenvatten. Wendt et al. (2024) focussen daarbij op de geschatte betalingsbereidheid zelf in 31 eerdere studies waarin vrijwillige carbon offset programma's zijn onderzocht. De metastudie laat zien dat de geloofwaardigheid van het programma één van de belangrijkste pijlers is onder de betalingsbereidheid, daarnaast zijn toegankelijkheid en begrip belangrijk door het effect per ticket (of vlucht) te tonen en niet per hoeveelheid uitstoot. De gemiddelde betalingsbereidheid op basis van al deze studies ligt tussen de €70 en €100 voor het vermijden van de uitstoot van één ton aan CO₂. Hoeveel procent dit is op de gemiddelde ticketprijs is onbekend. De Mello (2024) kijkt niet naar de betalingsbereidheid, maar naar literatuur over de offset programma's zelf. De onderzoeker identificeert een belangrijk hiaat in deze literatuur, namelijk studies die de daadwerkelijke effectiviteit (en daarmee geloofwaardigheid) van de vrijwillige offset programma's toetsen.

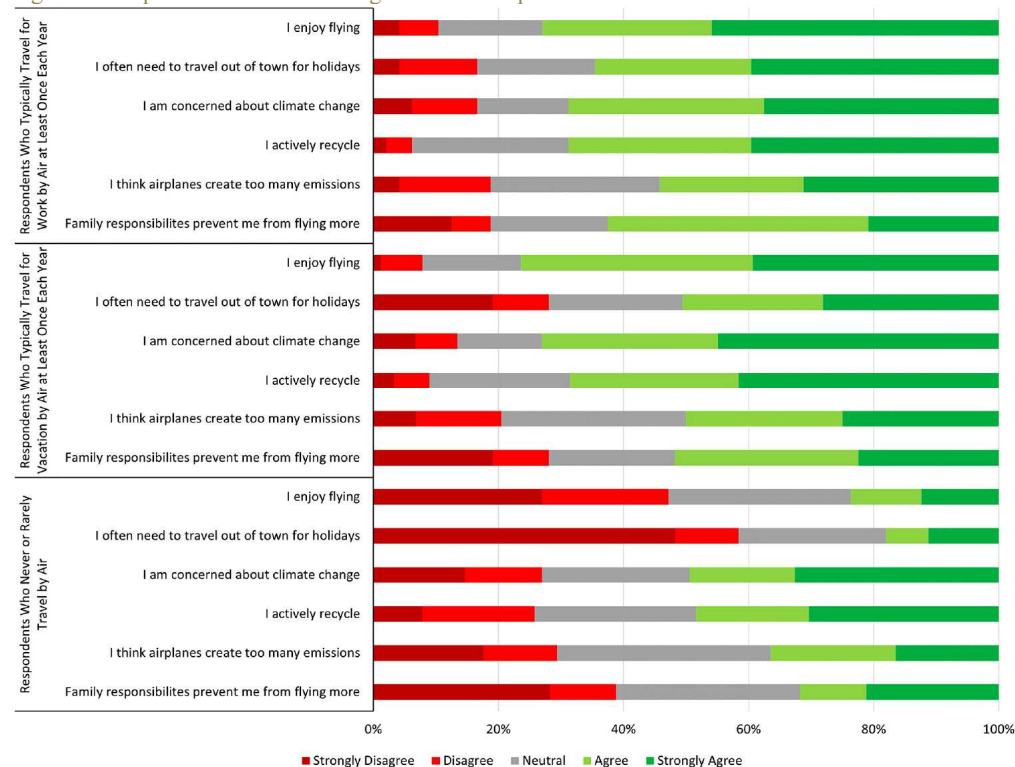
Fisher & LaMondia (2024) maken gebruik van een in 2022 gehouden nationale enquête in de Verenigde Staten waarin gevraagd werd naar: het individuele reisgedrag (aantal vluchten, afstand etc.); de perceptie en houding ten opzichte van de relatie tussen reisgedrag en klimaatverandering; en de mogelijke gedragsreactie op verschillende scenario's waarbij luchtvaartmaatschappijen de uitstoot proberen te beperken. Figuur 4 laat enkele beschrijvende uitkomsten zien van deze enquête. De burger-consument paradox lijkt duidelijk zichtbaar in deze resultaten: de burger ziet en is bezorgd over het klimaateffect, maar neemt als consument weinig actie. De onderzoekers proberen op basis van deze beschrijvende statistieken met een simulatiemodel in te schatten of er een effect op de vraag naar vliegen is dat te relateren valt aan klimaatperceptie. De conclusie is dat met name het prijsinstrument (carbon offset of belasting) een effect heeft.

Schleich & Alsheimer (2024) analyseren een gelijksoortige onderzoeksvraag in Duitsland. Echter, in plaats van het effect van de houding/overtuiging van respondenten op betalingsbereidheid te toetsen kijken de onderzoekers naar het effect van het delen van extra informatie over de klimaateffecten van de uitstoot van broeikasgassen. Deze studie kijkt niet expliciet naar gedragskeuzes rondom luchtvaart, maar naar de generieke betalingsbereidheid om de persoonlijke jaarlijkse uitstoot te beperken. Door geen gebruik te maken van

⁹ Twee gerelateerde studies binnen het thema duurzame reiskeuzes zijn Gossling et al. (2024) en Behrens et al. (2024). Gossling et al. (2024) brengen in kaart dat het niet alleen commercieel groothandelsverkeer is dat bijdraagt aan de negatieve externe effecten van de luchtvaart, maar dat ook privé vliegen een groeiende impact heeft. Veel van deze bewegingen gaan over korte afstanden, met name in de Verenigde Staten, en zijn gericht op het (niet-zakelijk) bezoek van evenementen. Behrens et al. (2024) kijken niet rechtstreeks naar de externe effecten van vliegen, maar naar de mate waarin loyaliteitsprogramma's zogenoemde frequent flyers kunnen beïnvloeden om meer (of vaker met dezelfde luchtvaartmaatschappij) te vliegen. Het aanbieden van verschillende elitelevels in zo'n programma creëert volgens de onderzoekers overstapdrempels en extra vliegbewegingen met dezelfde maatschappij.

keuzescenario's wordt er rechtstreeks naar betalingsbereidheid gevraagd. Deze aanpak wordt als een minder geschikte empirische methode beschouwd binnen waarderingsonderzoek aangezien het de respondenten de prikkel geeft om hun eigen betalingsbereidheid fors te overschatten. Desondanks laat de studie wel duidelijk zien dat de betalingsbereidheid van respondenten sterk toeneemt op het moment dat de eigen uitstoot zichtbaar is en de effecten daarvan worden uitgelegd. Wat volgens deze studie geen verschil maakt is om aan te geven hoeveel uitstoot de respondent zou moeten vermijden om te komen tot de gemiddelde uitstoot per persoon die valt binnen het klimaatdoel van een maximale opwarming van de aarde van 1,5 graden Celsius.

Figuur 4 Respondenten tonen de burger-consument paradox rondom luchtvaart en klimaateffecten



Bron: Fisher & LaMondia (2024)

4.2 Luchtvaart op korte afstanden

Bij de integrale mobiliteitsbenadering van de luchtvaart gaat het bij alternatieve reismogelijkheden binnen Europa al snel over hogesnelheidslijnen. Fageda & Flores-Fillol (2024) kijken naar de mate van concurrentie in gerealiseerde frequenties en aangeboden ticketprijzen (webscraping) op de Europese luchtvaartmarkten waarbij ze controleren voor de routeafstand en aanwezigheid van een rechtstreekse hogesnelheidsverbinding en intercity busverbindingen. Uit hun empirische analyse volgt dat het aanbod in frequenties afneemt met afstand, maar dat deze relatie omgekeerd ligt voor korte-afstandsmarkten. Met andere woorden, op de korte-afstandsmarkten is meer concurrentie van andere modaliteiten. Er zijn geen duidelijke empirische bevindingen wat betreft ticketprijzen.

Txapartegi et al. (2024) en Cantos-Sanchez et al. (2024) relateren hun onderzoek aan het verbod op korte-afstandsvluchten in Frankrijk op routes waar een alternatief is (de trein) met een reistijd van 2,5 uur of minder. Beide onderzoeken analyseren of deze maatregel effectief is om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Txapartegi et al. (2024) hanteren een input/output model om de economische impact van deze maatregel te kwantificeren en brengen apart daarvan het effect op de uitstoot in kaart. Het effect van de maatregel is zeer beperkt omdat de belangrijkste binnenlandse routes buiten de maatregel vallen en dat luchtvaartmaatschappijen nog kunnen substitueren tussen luchthavens, ook rondom Parijs, om

buiten de 2,5 uur treinreistijd te vallen.

Cantos-Sanchez et al. (2024) zetten een theoretische analyse op om te onderzoeken of zo'n verbod kan leiden tot de gewenste reductie in uitstoot of dat er onbedoelde effecten zijn. Op basis van hun model waarschuwen de onderzoekers voor deze onbedoelde effecten, namelijk: (i) een verbod op een alternatief zorgt voor minder concurrentie en stijgende prijzen van de overgebleven alternatieven (en daardoor minder gebruik van hogesnelheidstrein);¹⁰ (ii) om de vrijgevalen luchtvaartcapaciteit te vullen zullen luchtvaartmaatschappijen mogelijk hun prijzen verlagen op de lange-afstandsmarkten en transfermarkten; (iii) het verbod kan autobruik voor deze trips stimuleren. De onderzoekers testen hun theoretische model op de transportnetwerken in Spanje en concluderen dat een verbod op korte-afstandsvluchten enkel onder specifieke voorwaarden kan resulteren in lagere uitstoot, maar dat er dus niet per definitie sprake is van het behalen van de beoogde doelstellingen van dit type maatregelen.¹¹

4.3 Luchtvaart op lange afstanden

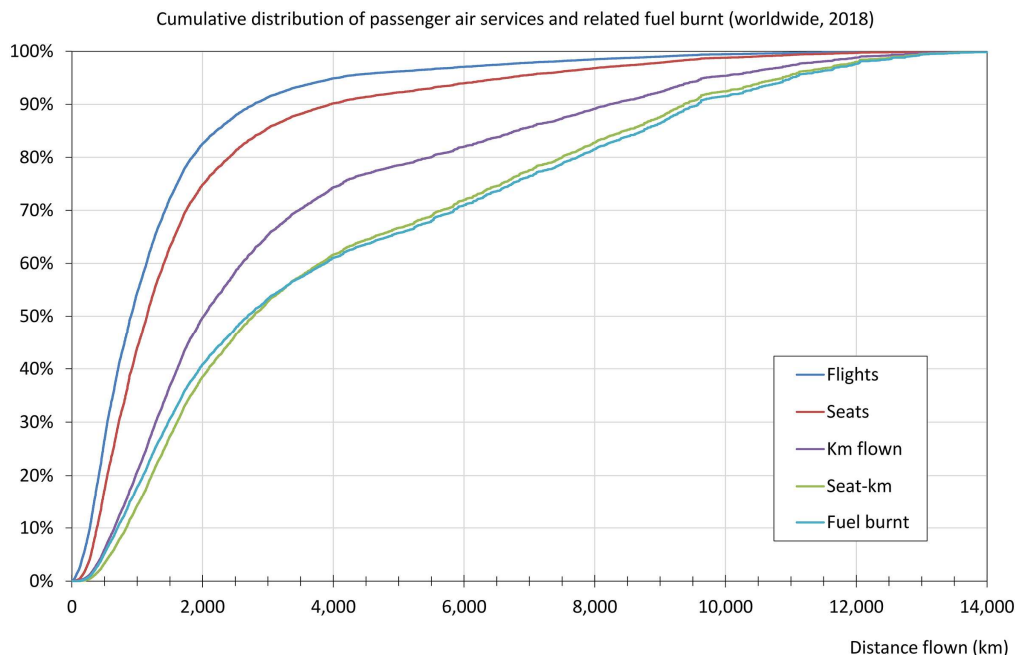
In een beschrijvend onderzoek laten Dobruszkes et al. (2024) zien dat als het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen het (beleids)doel is, maatregelen in korte-afstandsmarkten qua omvang maar weinig impact zullen hebben. Het eenvoudige argument dat de onderzoekers daarvoor aandragen is dat hoewel de meeste vlieguren (en stoelcapaciteit) wereldwijd op korte afstand plaatsvinden, de hoeveelheid verbruikte kerosine voor het overgrote merendeel afhankelijk is van de lange-afstandsmarkten. Figuur 5 laat deze verdeling zien. Zo'n 25 procent van alle wereldwijde vluchten is korter dan 500 kilometer, maar enkel zo'n 5 procent van alle kerosine wordt gebruikt op deze afstanden. Met andere woorden, een klein deel van vliegbewegingen (over grote afstand) leidt tot een groot deel van het kerosinegebruik. Een belangrijke vraag bij deze waarneming is in hoeverre de uitgevoerde lange-afstandsvluchten weer afhankelijk zijn van de aan- en toevoer van passagiers via korte-afstandsvluchten gelet op de hub- en spokestrategie van grotere internationale luchtvaartmaatschappijen.

Wadud et al. (2024) kijken ook naar dezelfde relatie tussen uitstoot en korte- en lange-afstandsmarkten maar dan enkel, en in meer detail, voor het Verenigd Koninkrijk. Ook zij laten zien dat maar een zeer klein deel van de vervoersbewegingen per persoon een langere afstand betreft, het gaat om circa drie procent van de trips die langer zijn dan 80 kilometer. Maar tegelijkertijd tellen deze trips voor circa 60 procent mee in het totaal aantal vervoerskilometers en voor 70 procent mee in het de totale uitstoot. Het verschil tussen de 60 en 70 procent is te verklaren doordat voor de langere afstanden relatief meer vervuilende transportalternatieven (luchtvaart) vaker gebruikt worden. In het Verenigd Koninkrijk zijn het met name de niet-zakelijke trips die het sterkst bijdragen aan het aantal vervoerskilometers en de totale uitstoot, en het aantal vervoerskilometers met deze reismotieven stijgt sinds 2007.

¹⁰ Ook Takebayashi & Yamaguchi (2024) zoomen in op de concurrentie tussen vliegen en de trein op korte afstanden en laten zien wat het potentiële effect is van een sterkere voorkeur van consumenten voor een lagere uitstoot van broeikasgassen. Het theoretische model laat met name zien dat zonder zo'n sterkere voorkeur er nagenoeg geen prikkels bestaan voor luchtvaartmaatschappijen om meer SAF in te zetten.

¹¹ Het debat over de effectiviteit van het verbieden van korte-afstandsvluchten kent nog geen duidelijke consensus. Zo laten De Bortoli & Feraille (2024) via een levenscyclusanalyse zien dat het niet langer uitvoeren van korte-afstandsvluchten binnen tien jaar leidt tot een netto nuluitstoot, terwijl investeringen in hogesnelheidslijnen zo'n netto nuluitstoot pas na ongeveer 60 jaar bereiken. Het onderzoek van De Bortoli & Feraille (2024) houdt daarbij echter geen rekening met de in Cantos-Sanchez et al. (2024) onbedoelde neveneffecten en de specifieke kenmerken van luchtvaartnetwerken.

Figuur 5 Wereldwijd is ongeveer een kwart van het aantal vliegbewegingen korter dan 500 kilometer terwijl deze bewegingen hiervoor maar voor ongeveer vijf procent van de kerosine verbruiken



Bron: Dobruszkes et al. (2024)

Met het belang van het beperken van de negatieve externe effecten op juist de lange-afstandsmarkten in het achterhoofd, biedt het onderzoek van Tanner et al. (2024) een analyse van het ontwerpen van een systeem met persoonlijk verhandelbare uitstootrechten. In zo'n systeem wordt de totale uitstoot voor lange-afstandsbewegingen binnen Europa vastgezet en krijgt iedereen het recht op een gelijk deel van de totale uitstoot. Vervolgens kunnen reizigers hun gedrag aanpassen en ontstaat er een marktprijs voor verhandelbare rechten waarbij mensen die wel reizen additionele rechten kopen van mensen die niet reizen. De onderzoekers ontwerpen een marktevenwichtsmodel voor de Europese markt waarbij de uiteindelijke prijs voor een uitstootrecht neer komt op €272 per ton CO₂ bij een reductie van de uitstoot met 30 procent. Naast de marktprijs laten de onderzoekers ook zien hoe het gedrag verandert, er is sprake van een daling van het aantal lange-afstandsverplaatsingen in Europa van 20 procent en het aandeel van de luchtvaart in deze verplaatsingen daalt van 50 naar 42 procent.

5. Duurzaamheid en leefomgeving

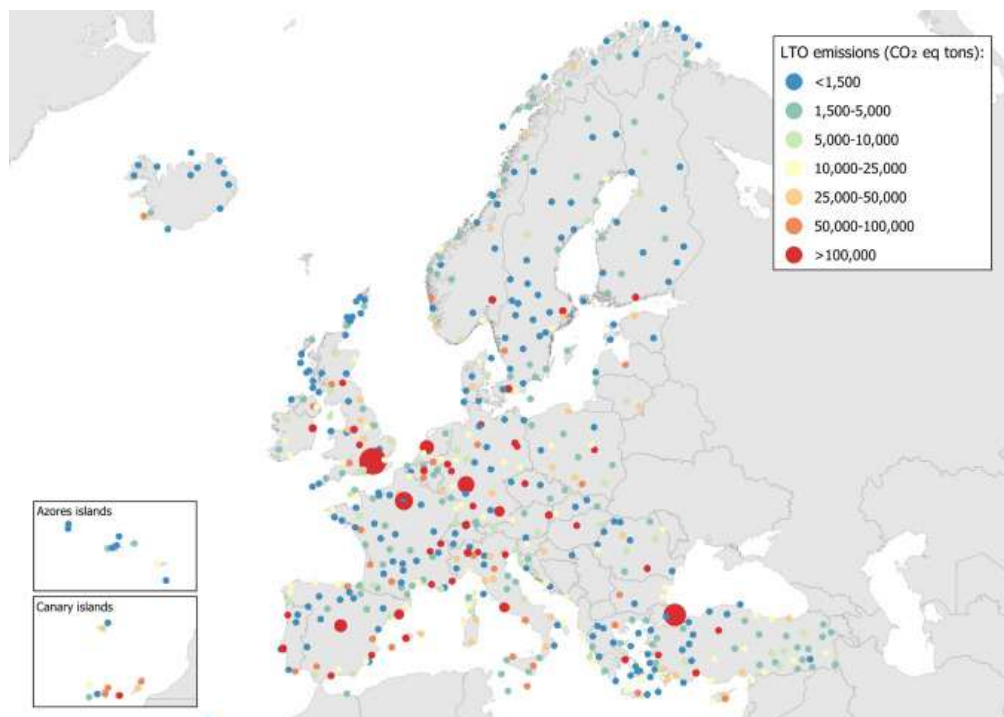
De kennisagenda Luchtvaart gaat in op de kennisvragen rondom duurzame energiedragers, in de wetenschappelijke literatuur is er op dit thema voortdurende aandacht voor onder andere: het meten van de klimaatimpact van de uitstoot van niet-duurzame energiedragers; de ontwikkeling van bedrijfsmodellen rond elektrisch vliegen en het ontwerpen en analyseren van mogelijke effectieve beleidsmaatregelen om de inzet van duurzame energiedragers te stimuleren (waaronder bijvoorbeeld SAF en de inzet van een nieuwere vloot)

5.1 Uitstoot broeikasgassen

Avogadro & Redondi (2024a) brengen de brandstofefficiency en uitstootpatronen van de Europese luchtvaart in kaart, voor zowel vliegbewegingen binnen Europa als intercontinentale vliegbewegingen. Ze kijken hierbij naar de verschillende fases van de vliegbeweging, zoals het landen en opstijgen (LTO), het taxiën en tijdens de vlucht zelf. Figuur 6 laat de LTO-gerelateerde uitstoot per Europese luchthaven zien. De onderzoekers concluderen dat relatief een hoog aandeel van de uitstoot van broeikasgassen plaatsvindt tijdens de LTO-fase en tijdens het taxiën, met name op grotere en complexe luchthavens waar sprake is van congestie. De korte en regionale afstandsmarkten kennen daarentegen weer per afgelegde kilometer een relatief hoge uitstoot en zijn dus vanuit dat perspectief minder

efficiënt. Wel dragen deze in de totale omvang minder bij aan de uitstoot dan het bedienen van de lange-afstandsmarkten. Niet verrassend, maar belangrijk om te blijven benadrukken, zien de onderzoekers dat veel van de uitstoot plaatsvindt bij markten die over (Europese) landsgrenzen heen gaan. De onderzoekers concluderen daaruit dat internationale coördinatie en afspraken noodzakelijk zijn om de uitstoot van luchtvaart te verminderen.

Figuur 6 De LTO-uitstoot per luchthaven hangt sterk samen met de hoeveelheid vliegbewegingen



Bron: Avogadro & Redondi (2024a)

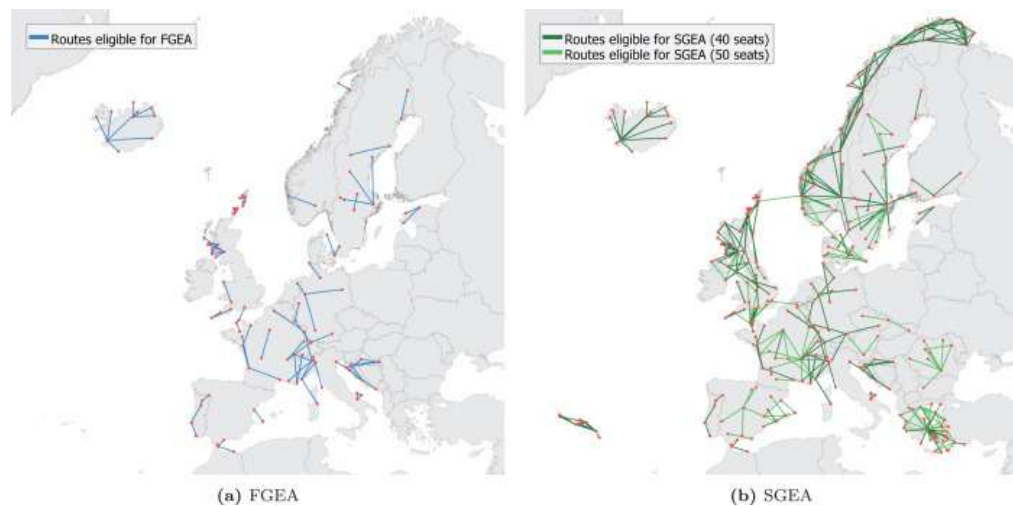
Naast de uitstoot van CO₂ is er in de wetenschappelijke literatuur ook continu veel aandacht voor de uitstoot van niet- CO₂ door de luchtvaart en de daaraan gerelateerde klimaateffecten. Het onderzoek naar de niet- CO₂ klimaateffecten van luchtvaart richt zich met name op het meten van deze effecten en de mogelijkheden om deze effecten te beperken door andere vliegpaden te gebruiken. Het artikel van Megill et al. (2024) vergelijkt een set van alternatieve maatstaven voor deze effecten met de gangbare maatstaf Global Warming Potential. De vergelijking kijkt onder andere naar de mate van neutraliteit (geen beleidsvoorkeuren) van de maatstaf, de stabiliteit over de tijd, de mate van comptabiliteit met andere maatstaven en bestaand klimaatbeleid en de mate van complexiteit. De auteurs concluderen dat de Average Temperature Response (ATR) en de Efficacy-weighted GWP (EGWP) het best uit deze vergelijking komen.

De studies van Kolker et al. (2024) en Baneshi et al. (2024) kijken allebei naar de mogelijkheden die (netwerken van) luchtvaartmaatschappijen hebben om het niet-CO₂ klimaateffect van luchtvaart te beperken door vliegpaden en vliegtijden, met name in de trans-Atlantische markt, te optimaliseren gegeven de niet-CO₂ effecten. Het simulatieonderzoek van Kolker et al. (2024) komt daarbij tot positievere conclusies dan het onderzoek van Baneshi et al. (2024). Beide studies geven aan dat het een zeer complexe taak is waarbij er nog grote onzekerheden zijn, maar dat er wel potentie is om de klimaatimpact te reduceren. De studie van Baneshi et al. (2024) geeft echter duidelijk kanttekeningen die nog verder onderzocht dienen te worden, met name de interacties tussen aangepaste vliegpaden en -tijden enerzijds en verkeersveiligheid, de vraag naar tickets, vertragingen en complexiteit van luchtvaartschema's anderzijds.

5.2 Elektrisch vliegen

Avogadro & Redondi (2024b) en Sismanidou et al. (2024) bestuderen allebei de toekomstige mogelijkheden van elektrisch vliegen om op deze wijze bij te dragen aan het beperken van het klimaatteffect van luchtvaart. Avogadro & Redondi (2024b) voeren een kostenstudie uit naar de operationele kosten van een elektrisch vliegtuig (met 19 stoelen) voor korte afstanden. De onderzoekers bekijken vervolgens welke huidige Europese routes in de nabije toekomst mogelijk bediend kunnen worden met dit type vliegtuigen, waarbij de afstand en het huidige aanbod van vliegbewegingen met beperkte stoelcapaciteit leidend is. Het aantal routes dat op deze wijze bediend kan worden is relatief beperkt, zoals Figuur 7 laat zien. Als de stoelcapaciteit -afhankelijk van de ontwikkelingen in batterijtechnologie- kan toenemen, zouden meer routes binnen Europa bediend kunnen worden, vooral in Scandinavië en Griekenland. Het positieve klimaatteffect zal echter beperkt zijn aangezien de meeste uitstoot plaatsvindt op lange-afstandsmarkten.

Figuur 7 Het aantal routes welke in het huidige Europese netwerk bediend kunnen worden met elektrisch vliegen is beperkt



Bron: Avogadro & Redondi (2024b)

Het onderzoek van Sismanidou et al. (2024) gaat nader in op de mogelijkheden van elektrisch vliegen op lange-afstandsmarkten. Hierbij simuleren de onderzoekers de mogelijke routes gegeven de bestaande batterijtechnologie en twee toekomstscenario's. Het door de onderzoekers gegeven voorbeeld van de route Dubai-Frankfurt laat duidelijk zien dat met de huidige technologie dit geen levensvatbare strategie oplevert: op deze route zou minimaal zesmaal geland moeten worden om de batterij op te laden wat resulteert in een reistijd van minimaal 16 uur. Zelfs in het meest futuristische toekomstscenario qua batterijontwikkeling is de verwachting dat op deze route de reistijd nog steeds minimaal 11 uur bedraagt (in plaats van de huidige 6 uur) en dat er nog minimaal één keer een tussenstop om te laden gemaakt moet worden.

5.3 Beleidsinstrumenten inzet duurzame energiedragers

Om een duurzamere luchtvaart te stimuleren en te faciliteren zijn er al verschillende beleidsmaatregelen ontwikkeld en toegepast. In de wetenschappelijke literatuur verschijnen regelmatig studies waarin de effectiviteit en efficiency -inclusief verdelingseffecten- van bestaande maatregelen of mogelijke maatregelen worden getoetst. Proost (2024) toetst vier van deze maatregelen in Europa op efficiency en acceptatie: i) CO₂-heffingen; ii) verhandelbare uitstootrechten; iii) verplichte SAF-bijmenging mandaat en iv) verplicht gebruik efficiëntere verbrandingstechnieken voor nieuwe vliegtuigen. Aan de hand van een relatief eenvoudig theoretisch economisch model analyseert de auteur deze vier maatregelen, de inzichten bespreken we hieronder kort:

- a. Een integrale Europese CO₂-heffing is vanuit economisch oogpunt efficiënt, maar vanuit politiek en pragmatisch oogpunt moeilijk haalbaar, bijvoorbeeld vanwege de noodzaak van een unanieme beslissing van de lidstaten die daarvoor een deel van de autonomie op belasting zouden moeten opgeven;
- b. Het opzetten van een systeem van verhandelbare uitstootrechten, zoals het EU-ETS, is in principe een efficiënt alternatief voor het behalen van de Europese klimaatdoelen, gegeven dat het totaal aantal verhandelbare rechten aanpasbaar (te verlagen) is. De afweging tussen efficiency en acceptatie heeft in eerste instantie geleid tot een systeem waarbij luchtvaartmaatschappijen de rechten op basis van historisch gedrag hebben verkregen;
- c. Het instellen van een strengere SAF-mandaat kan, als bindend, effectief zijn, maar tegen hogere (welvaarts)kosten dan een verhandelbare rechtensysteem. De acceptatie lijkt echter groter. Voor de toekomst lijkt een verhandelbare rechtensysteem echter meer efficiënt waarbij subsidies op SAF beter omgezet kunnen worden naar directe subsidies op R&D;¹²
- d. Gegeven de beperkte concurrentie tussen vliegtuigfabrikanten kan het hanteren van strengere efficiency-eisen van de verbrandingstechnieken ook doorwerken buiten Europa. Gecoördineerde efficiency-eisen tussen Europa en de Verenigde Staten zullen de efficiency van dit instrument verhogen.

Hoewel het integraal via één tarief beprijzen van CO₂-uitstoot binnen de Europese luchtvaart politiek niet realistisch lijkt, hanteren lidstaten individueel wel vliegbelasting. Bernardo et al. (2024) analyseren de impact van de lidstaat-specifieke vliegbelasting op zowel het aanbod in aantal vliegbewegingen, de CO₂-uitstoot als de verdelingseffecten over verschillende type reizigers binnen Europa voor de periode 2007-2019. Ze maken voor de empirische analyse gebruik van een diff-in-diff specificatie waarbij op routeniveau getoetst wordt of het van toepassing zijn van een vliegbelasting (onafhankelijk van de hoogte) een impact heeft. Figuur 8 laat het gemiddelde effect zien op de uitstoot en het aantal vliegbewegingen voor en na het moment van de introductie van een vliegbelasting. Zo'n introductie leidt gemiddeld tot een daling van de uitstoot van circa 14 procent en een daling in het aantal vliegbewegingen van circa 12 procent voor low-cost carriers. Hierbij geldt dat de reactie van netwerkluftvaartmaatschappijen beperkt is omdat overstappende passagiers niet onder de belastingmaatregel vallen.¹³

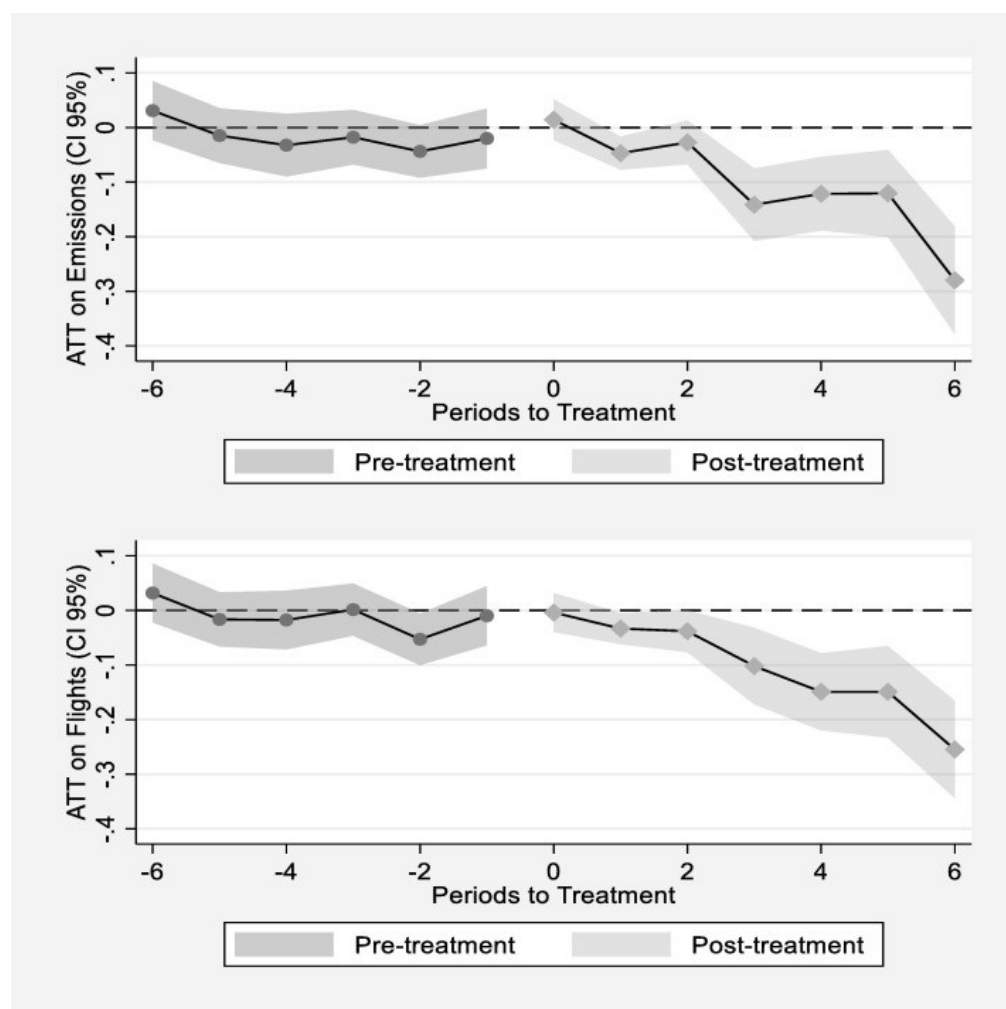
Er zijn recent ook enkele studies uitgevoerd naar de impact van EU ETS op de uitstoot van broeikasgassen. De studie van Colmer et al. (2025) -recent gepubliceerd in het topjournal *Review of Economic Studies*- kijkt daarbij niet alleen naar luchtvaart, maar naar alle sectoren in de Franse economie. Zhang & Whang (2024) focussen daarentegen alleen op de Europese luchtvaartsector. Colmer et al. (2025) maken in de basis gebruik van een diff-in-diff

¹² Zheng et al. (2024) geven een nadere theoretische analyse over de invulling van SAF-beleid waarbij de mogelijke effecten van de keuze tussen enerzijds een SAF-mandaat en anderzijds een subsidie op SAF verder worden bestudeerd, rekening houdend met strategisch gedrag van luchtvaartmaatschappijen en aanbieders van SAF. Bij een gelijk bijmengpercentage is in de situatie met subsidie de kans groot dat er meer vliegbewegingen zijn dan met een mandaat aangezien de subsidie de (kost)prijs van SAF verlaagt. Om een subsidie efficiënt (welvaartsverhogend) te laten zijn is het noodzakelijk dat de toegestane uitstoot bindend beperkt wordt, bijvoorbeeld via het systeem van verhandelbare rechten. Chen et al. (2024) wijzen er verder op dat een SAF-mandaat verschillend kan uitwerken voor verschillende bedrijfsmodellen (low-cost carrier en full-service carrier) binnen één markt. Voor deze analyse geldt echter dat de uitkomsten geheel afhankelijk zijn van de aanname over de in te zetten vloot. Onder de aanname dat LCC's met een nieuwere en daarmee een efficiëntere vloot opereren is het kerosinegebruik lager en daardoor geeft een SAF-mandaat resulterend in een hogere kostprijs voor kerosine de LCC's een comparatief voordeel. Dit lijkt eerder een temporeel effect en heeft weinig te maken met het bedrijfsmodel zelf.

¹³ De geobserveerde daling geldt op routeniveau binnen Europa, er is mogelijk ook een effect voor het intercontinentale aanbod vanuit Europa.

methodologie om het effect van EU ETS te meten. Ze kijken hierbij naar Frankrijk en vergelijken bedrijven die onder EU ETS vallen met gelijksoortige bedrijven die niet onder EU ETS vallen.¹⁴ De onderzoekers concluderen dat de introductie van EU ETS heeft geleid tot een afname van de uitstoot van broeikasgassen met circa 14 tot 16 procent zonder een noemenswaardig effect te hebben op de ontwikkeling en verdien capaciteit van de (Franse) economie. Verder vinden ze geen empirisch bewijs voor het verplaatsen (buiten de EU) van de vervuilende activiteiten. De economie heeft met name meer geïnvesteerd in schonere technieken waardoor de uitstootintensiteit is gedaald. Ook Zhang & Whang (2024) hanteren een diff-in-diff strategie waarbij landen buiten de EU als controlegroep zijn gedefinieerd. Zoals verwacht concluderen de onderzoekers dat er wel een meetbaar effect van EU ETS op de uitstoot binnen Europa is, maar geen meetbaar effect voor intercontinentale vliegbewegingen. In lijn met Colmer et al. (2025) laat de studie ook zien dat het niet zozeer de output is die verandert, maar de uitstootintensiteit van de output. Met andere woorden, de luchtvaartsector is binnen Europa meer gaan inzetten op schonere verbrandingstechnologieën.

Figuur 8 Het gemiddelde effect van de introductie van een vliegbelasting ligt voor Europese vliegbewegingen op circa 12 procent, hieraan gekoppeld is een daling van circa 14 procent in de CO₂-uitstoot



Bron: Bernardo et al. (2024)

¹⁴ De onderzoekers geven als voorbeeld een onderneming met één installatie met een totale verbrandingscapaciteit boven de 25MW en een gelijksoortige onderneming met twee installaties die gezamenlijk boven de 25MW uitkomen maar afzonderlijk niet. De eerste onderneming valt wel binnen de EU ETS, de tweede niet.

Niemeier & Forsyth (2025), Fageda & Flores-Fillol (2025) en Suau-Sanchez et al. (2024) kijken tot slot naar de beleidsinstrumenten die samenhangen met luchthavenbeleid. Niemeier & Forsyth (2025) geven een algemene analyse van de rol van luchthavencapaciteit. De verschillende genoemde beleidsmogelijkheden omvatten het gedifferentieerd (direct of indirect) beprijzen naar uitstoot, het aanpassen van luchthavencapaciteit en maatregelen om de uitstoot op de grond zowel voor de luchtvaart- als de niet-luchtvaartactiviteiten te beperken. De auteurs wijzen erop dat het volledig internaliseren van de klimaatimpact via beprijzen waarschijnlijk onhaalbaar is waardoor andere (niet first-best) beleidsopties relevant blijven. Met dat in het achterhoofd, bevelen de onderzoekers aan om bij beslissingen over luchthavencapaciteit een integrale maatschappelijke kosten-batenanalyse uit te voeren.

Fageda & Flores-Fillol (2025) analyseren de mate waarin luchthaventarieven een impact hebben op de ticketprijs en op de aangeboden frequentie. Hierbij maken de onderzoekers een onderscheid tussen tarieven die differentiëren naar uitstoot enerzijds en alle andere luchthaventarieven anderzijds. De effecten van uitstoot-gerelateerde luchthaventarieven op de totale ticketprijs en de aangeboden frequentie zijn klein. De meest waarschijnlijke verklaring daarvoor is dat de hoogte van dit deel van de luchthaventarieven laag is, ook controleren de onderzoekers niet voor het endogeniteitsprobleem in de (wederzijdse) samenhang tussen ticketprijzen en de kostencomponenten.

Suau-Sanchez et al. (2025) analyseren de mogelijke klimaatimpact van een capaciteitsrestrictie op Schiphol. Ze doen dit aan de hand van verschillende (niet nader empirisch gevalideerde) scenario's waarbij er aannames gemaakt worden over welke routes wel en niet langer worden aangeboden met welk type vliegtuigen. De onderzoekers wijzen met name op de onzekerheid rondom welke routes bij een capaciteitsverlaging nog worden aangeboden en dat de mogelijkheid bestaat dat er een substitutie plaatsvindt van korte- naar lange-afstandsmarkten (via stijgende opportuniteitskosten) waardoor de totale uitstoot van broeikasgassen kan toenemen.

5.4 Leefomgeving

Naast de klimaat effecten van luchtvaart zijn er ook lokale negatieve effecten waarbij de wetenschappelijke literatuur met name oog heeft voor het effect van geluid(overlast). De recente Balanced Approach procedure en het vastgelegde maximaal aantal vliegbewegingen in het luchtverkeersbesluit Schiphol kennen het terugdringen van het geluid van vliegtuigen voor de omgeving als belangrijke aanleiding. Ook voor andere Europese luchthavens lopen er momenteel Balanced Approach procedures. Het artikel van Buissing (2024) geeft een overzicht vanuit juridisch perspectief van de gevoerde procedures rondom Schiphol wat betreft het terugbrengen van de geluidshinder. De uitvoering van de formele Balanced Approach procedure is verankerd in wetgeving en internationale afspraken waarbij Buissing concludeert dat de gevolgde procedure mogelijk niet voldoet aan deze afspraken en tekortschiet bij het toetsen of de beoogde maatregelen proportioneel, niet-discriminatoire en anti-competitief zijn.

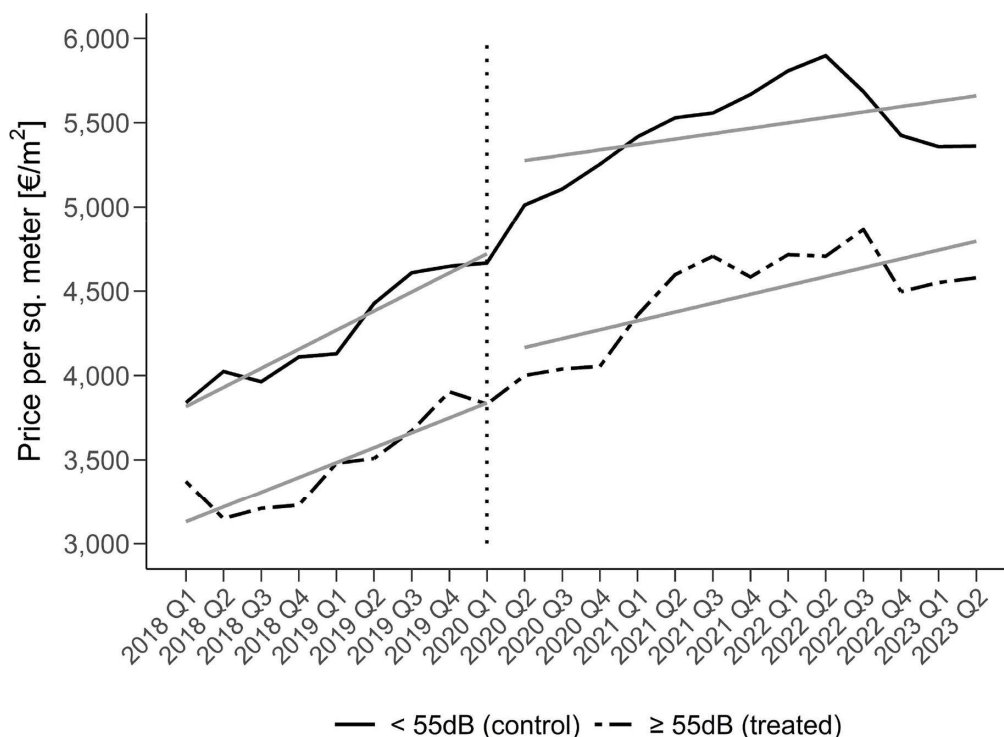
Het effect van geluidsoverlast in de luchtvaart op de omgeving kent naast de juridische dimensie ook een gezondheids- en economische dimensie. Elmenhorst et al. (2024) kijken naar de effecten van een nachtsluiting van Frankfurt op het slaappatroon van omwonenden en Breidenback & Thiel (2024) kijken naar de ontwikkeling van de huizenprijzen rondom Duitse luchthavens waar minder geluidsoverlast was tijdens COVID-19. Sinds 2012 zijn vliegbewegingen op Frankfurt niet meer toegestaan vanaf 23.00 uur tot 05.00 uur. Elmenhorst et al. (2024) maken gebruik van een slaaponderzoek onder dezelfde respondenten uitgevoerd voor en na deze nachtsluiting. Op basis van de verzamelde gegevens toetsen de onderzoekers of de respondenten minder vaak 's nachts wakker worden. Er is sprake van een statistisch significante daling van circa 27 procent in het aantal keer dat mensen 's nachts wakker worden na de nachtsluiting van de luchthaven. Daarmee zien de onderzoekers een nachtsluiting als een effectieve maatregel om een beter slaappatroon (en daarmee een betere

gezondheid) van omwonenden te faciliteren.

Breidenback & Thiel (2024) laten zien dat een deel van het negatieve externe effect van geluidsoverlast reflecteert in de huizenprijzen.¹⁵ De onderzoekers maken hiervoor gebruik van een diff-in-diff analyse waarbij de prijsontwikkeling van appartementen rondom de grootste Duitse luchthavens voor en tijdens COVID-19 wordt vergeleken met gelijksoortige appartementen die niet in de nabijheid van Duitse luchthavens liggen. Figuur 9 laat deze empirische strategie zien. De prijzen van appartementen zonder geluidsoverlast liggen per vierkante meter zowel voor als tijdens COVID-19 hoger. Ook lijkt de prijsontwikkeling van appartementen in de nabijheid van luchthavens meer te variëren. De getoonde prijzen in Figuur 9 gaan over de gemiddelde prijzen zonder enige controle voor andere kenmerken van de appartementen. Via het econometrische hedonische prijsmodel controleren de onderzoekers wel voor deze andere kenmerken.

Door de exogene schok van COVID-19 te gebruiken hebben de onderzoekers het effect van geluidsoverlast op de huizenprijzen nader kunnen identificeren. Uit het geschatte model volgt dat gecontroleerd voor alle andere relevante kenmerken, de prijs per vierkante meter tijdens COVID-19 - dus in een periode met minder geluidsoverlast- voor een appartement in de nabijheid van een grote luchthaven met circa 2,5 procent sneller is gestegen dan een vergelijkbaar appartement waarvoor COVID-19 niet tot een verandering in de geluidsoverlast zorgde.

Figuur 9 Gedurende COVID-19 zijn huizenprijzen in Duitsland nabij grote luchthavens sneller gestegen dan vergelijkbare huizen buiten de nabijheid van luchthavens



Bron: Breidenback & Thiel (2024)

¹⁵ De gedachte dat (geluids)overlast van een luchthaven een impact heeft op huizenprijzen is niet nieuw, zo publiceerde bijvoorbeeld het Centraal Planbureau al in 2006 schattingen van de geluidsoverlast op de huizenprijzen rondom Schiphol, zie

<https://www.cpb.nl/system/files/cpbmedia/publicaties/download/geluidsnormen-voor-schiphol-een-welvaartseconomische-benadering.pdf>.

Literatuur

- Ambrose, S. & Abdelghany, A. (2024). Analyzing geospatial and geopolitical influences on airline competition: A Finnair case study. *Transportation Journal*.
- Aryal, G., Murry, C. & Williams, J.W. (2024). Price discrimination in international airline markets. *Review of Economic Studies*, 91 641-689.
- Avogadro, N. & Redondi, R. (2024a). Pathways toward sustainable aviation: Analyzing emissions from air operations in Europe to support policy initiatives. *Transportation Research Part A*, 186 104121.
- Avogadro, N. & Redondi, R. (2024b). Demystifying electric aircraft's role in aviation decarbonization: Are first-generation electric aircraft cost-effective? *Transportation Research Part D*, 130 104191.
- Bai, J., Jin, W. & Zhou, S. (2024). Proximity and knowledge spillovers: Evidence from the introduction of new airline routes. *Management Science*, 70 (11), 7464-7485.
- Baneshi, F., Cerezo-Magana, M. & Soler, M. (2024). Integrating non-CO₂ climate impact considerations in air traffic management: Opportunities and challenges. *Transport Policy*, 155 274-286.
- Behrens, C., De Jong, G. & Van Ommeren, J. (2024). From silver to platinum: The impact of frequent flier tier levels on air travellers' behaviour. *Transportation Research Part B*, 186 102986.
- Bernardo, V., Fageda, X., Teixido, J. (2024). Flight ticket taxes in Europe: Environmental and economic impact. *Transportation Research Part A*, 179 103892.
- Breidenbach, P. & Thiel, P. (2024). Housing prices, airport noise and an unforeseeable event of silence. *Journal of Housing Economics*, 66 102026.
- Buissing, T. (2024). Challenging the 'Balanced Approach to aircraft noise management' principle: Will the Dutch approach stand or will the principle prevail. *Air & Space Law*, 49 (1) 1-34.
- Cantos-Sanchez, P., Mone-Colonques, R., Ruiz-Buform, A. & Sempere-Monerris, J. (2024). Should short-haul flights be banned? A simple transportation network analysis. *Economics of Transportation*, 39 100370.
- Chen, R., Yang, H., Wang, K. & Jiang, C. (2024). Impacts of a sustainable aviation fuel mandate on airline competition – full-service carrier vs. low-cost carrier. *Transportation Research Part B*, 190 103098.
- Colmer, J., Martin, R., Muuls, M. & Wagner, U. (2025). Does pricing carbon mitigate climate change? Firm-level evidence from the European Union Emissions Trading System. *Review of Economic Studies*, 92 1625-1660.
- De Bortoli, A. & Féraïlle, A. (2024). Banning short-haul flights and investing in high-speed railways for a sustainable future. *Transportation Research Part D*, 128 103987.
- De Mello, F. (2024). Voluntary carbon offset programs in aviation: A systematic literature review. *Transport Policy*, 147 158-168.
- Dobruszkes, F., Mattioli, G. & Gozzoli, E. (2024). The elephant in the room: Long-haul air

services and climate change. *Journal of Transport Geography*, 121 104022.

Elmenhorst, E-M., Mueller, U., Quehl, J., Basner, M., McGuire, S., Schmitt, S., Plath, G., Jordan, J. & Aeschbach, D. (2024). Night-flight ban preserves sleep in airport residents. *Transportation Research Part D*, 126 104027.

Escobari, D., Jindapon, P. & Rupp, N. (2024). Bundling in advance sales: Theory and evidence from round-trip versus two one-way tickets. *Journal of Industrial Economics*, LXXII, 4.

Fageda, X. & Flores-Fillol, R. (2024). Service-quality and pricing strategies in the airline industry: The role of distance. *Economics of Transportation*, 100381.

Fageda, X. & Flores-Fillol, R. (2025). The environmental challenge in aviation: Can airport charges be part of the solution. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economics*.

Fan, H. & Lewis, M. (2024). Multimarket contact and price discrimination. *International Journal of Industrial Organization*, 97 103089.

Fang, H., Wang, L. & Yang, Y. (2025). Competition and quality: Evidence from high-speed railways and airlines. *The Review of Economics and Statistics*, 107(2).

Fisher, M. & LaMondia, J. (2024). Understanding how personal climate-conscious beliefs influence air travel behavior and modeling its potential impact on air travel volumes. *Transportation Research Record*, 2679(4).

Galhoz, I., Ramos, R.F. & Biscaia, R. (2024). Airline environmental sustainability actions and CSR impact on customer behavior. *Research in Transportation Business & Management*, 53 101111.

González, J., Lemus, J. & Marshall, G. (2024). Mergers and organizational disruption: Evidence from the US airline industry. *Journal of Economics & Management Strategy*, 33, 111-130.

Gossling, S., Humpe, A. & Leita, J. (2024). Private aviation is making a growing contribution to climate change. *Communications Earth & Environment*, 5 666.

Guo, L., Jian, C., Hou, W., Ng, A. & Shi, Q. (2024). International multimodal transport connectivity assessment of multimodal transport from mainland China to Europe. *Transportation Research Part E*, 186 103564.

He, H., Wu, H., Tsui, K., Wang, B. & Fu, X. (2024). Spatiotemporal evolution of air cargo networks and its impact on economic development – An analysis of China's domestic market before and during the COVID-19 pandemic. *Journal of Transport Geography*, 117 103872.

Hortacsu, A., Natan, O., Parsley, H., Schweg, T. & Williams, R. (2024). Organizational structure and pricing: Evidence from a large U.S. airline. *The Quarterly Journal of Economics*, 1149-1199.

Kolker, K., Zengerling, Z., Kuhlen, M., Lutjens, K. & Linke, F. (2024). Assessing the impact of contrail avoidance through rescheduling on airline network flows: A case study of North Atlantic flights. *Transportation Research Part A*, 187 104155.

Mantin, B., Gillen, D. & Delibasi, T. (2024). Measuring the impact of scheduling overlap and market structure on prices: Evidence from the airline industry. *Transportation Research Part*

A, 183 104044.

Martins, A. & Cro, S. (2024). Mayday! Mayday! The airlines stock returns are failing. Analysis of the impact of Russia-Ukraine war. *Journal of Economic Studies*, 51 (6) 1182-1198.

Megill, L., Deck, K. & Grewe, V. (2024). Alternative climate metrics to the Global Warming Potential are more suitable for assessing aviation non-CO₂ effects. *Communications Earth & Environment* 5 249.

Niemeier, H-M. & Forsyth, P. (2025). Addressing the impact of airport pricing, investment and operations on greenhouse gas emissions. *Journal of Air Transport Management*, 122 102704.

Oum, T., Wu, X. & Wang, K. (2024). Impact of air connectivity on bilateral service export and import trade: The case of China. *Transport Policy*, 148 219-233.

Proost, S. (2024). Looking for winning policies to address the climate issue in EU-aviation. *Journal of Air Transport Management*, 115 102534.

Schleich, J. & Alsheimer, S. (2024). The relationship between willingness to pay and carbon footprint knowledge: Are individuals willing to pay more to offset their carbon footprint if they learn about its size and distance to the 1.5 °C target? *Ecological Economics*, 219 108151.

Shi, L., Liu, Q. & Kim, M. (2024). Does sunk-cost affect prices? Evidence from the US airline industry. *Journal of Economics & Management Strategy*, 33 801-824.

Shrago, B. (2024). The Spirit effect: Ultra-low cost carriers and fare dispersion in the U.S. airline industry. *Review of Industrial Organization*, 64 549-579.

Sismanidou, A., Tarradellas, J., Suau-Sanchez, P. & O'Connor, K. (2024). Breaking barriers: An assessment of the feasibility of long-haul electric flights. *Journal of Transport Geography*, 115 103797.

Song, G. & Tan, J. (2024). Do airports affect regional economic growth? Evidence from China. *Transportation Research Record*, 2678(7) 783-801.

Suau-Sanchez, P., Dobruszkes, F. & Mattioli, G. (2025). Does cutting airport slots reduce climate impact? The case of Amsterdam airport. *Transportation Research Part D*, 143 104744.

Sun, F., Yin, H., Sun, X., Wang, X. & Zhang, Y. (2024a). Resilience analysis of cities' air accessibility under disruptions. *Journal of Air Transport Management*, 120, 102671.

Sun, X., Zheng, C., Li, J., Jiang, C., Zhang, A. & Wandelt, S. (2024b). A review on research regarding HSR interactions with air transport and outlook for future research challenges. *Transport Policy*, 157, 74-85.

Tanner, S., Provoost, J. & Cats, O. (2024). Tradable mobility credits for long-distance travel in Europe. *Transportation Research Part A*, 186 104156.

Takebayashi, M. & Yamaguchi, H. (2024). The Net Zero policy and its impact on the air transport network: Considering the modal competition between airlines and high-speed rail. *Transport Economics and Management*, 2, 122-129.

Truxal, S. (2024). State subsidies and aircraft financing in the EU, USA, and China: a



balancing act. *Uniform Law Review*, 29 17-29.

Uchida, K., Kato, H., Murakami, J. & Takeuchi, W. (2024). Does new airport investment promote urban economic development? Global evidence from nighttime light data. *Transportation Research Part A*, 180 103948.

Txapartegi, A., Cazcarro, I. & Galarraga, I. (2024). Short-haul flights ban in France: Relevant potential but yet modest effects of GHG emissions reduction. *Ecological Economics*, 224 108289.

Wadud, Z., Adeel, M. & Anable, J. (2024). Understanding the large role of long-distance travel in carbon emissions from passenger travel. *Nature Energy*, 9 1129-1138.

Wandelt, S., Zhang, A. & Sun, X. (2025). Global Airport Resilience Index: Towards a comprehensive understanding of air transportation resilience. *Transportation Research Part D*, 138, 104522.

Wendt, N., Kipperberg, G. & Lindhjem, H. (2024). Consumer willingness to pay for emission reduction in air travel: A meta-analysis. *Transportation Research Part D*, 134 104347.

Zhang, Y. & Wang, K. (2024). Mitigation effect of the European Union Emission Trading System on aviation emissions. *Transportation Research Part D*, 130 104186.

Zheng, S., Wang, C. & Jiang, C. (2024). Carrot or stick? Environmental and welfare implications of sustainable aviation fuel policies. *Transportation Research Part B*, 188 103062.

Zhou, L. & Zhang, M. (2024). Assessing economic resilience in aviation system disruption based on CGE model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 114 104996.